Società di Committenza Regionale

MINISTERO DELLA CULTURA

MINISTERO DELL'INTERNO

CITTA' DI TORINO

Piano Nazionale per gli investimenti Complementari al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). Programma D.1:"Piano degli investimenti strategici sui siti del patrimonio culturale, edifici e aree naturali

DIREZIONE OPERE PUBBLICHE

COMMITTENTE	COMUNE
SCR Piemonte	**Città di TORINO**

LIVELLO PROGETTUALE

PROGETTO ESECUTIVO

CUP	TITOLO INTERVENTO
C14E21001220001	**"TORINO, IL SUO PARCO, IL SUO FIUME: MEMORIA E FUTURO" REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA CIVICA E RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO**
CODICE OPERA **22044D02**	

ELABORATO N.	TITOLO ELABORATO
ST512	**Relazione di calcolo - Strutture Corpo Basso**

DATA EMISSIONE	SCALA	AREA PROGETTUALE
22/05/2025		**STRUTTURALE**

FORMATO DI STAMPA	CODICE GENERALE ELABORATO	NOME FILE
A4	22044D02_3_0_E_ST_00_CD_512_1	22044D02_3_0_E_ST_00_CD_512_1

VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO
0	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in Cds	MJW	MJW
1	24/07/2025	Aggiornamenti	MJW	MJW

IMPRESA AGGIUDICATARIA

cobar

COBAR S.p.A.
Sede Legale:Via Selva 101;
Sede Amm.: Via Monte Pollino 3
70022 Altamura (Ba) Italy

RTP PROGETTAZIONE

Capogruppo Mandataria:

ABDR Architetti Associati S.r.l.

Mandanti:

MJW STRUCTURES

Manens S.p.A.

Dott. Geol. Roberto Salucci

Biobyte s.r.l. Ing. Maria Cairoli
Dott.Enrico Moretti

Ing. Roberto De Lieto Vollaro
Ing. Alessandro Leonardi

Arch. Laura Calcagnini

Integrazione Prestazioni Specialistiche:
Arch. Michele Beccu - ABDR Architetti Associati S.r.l.

Progettazione Categoria Edilizia - Beni Tutelati:
Arch. Filippo Raimondo - ABDR Architetti Associati S.r.l.

Progettazione Categoria Strutture
Ing. Massimo Majowiecki - MJW STRUCTURES

Progettazione Impianti Elettrici e Speciali
Ing. Massimo Cadorin - Manens S.p.A.

Progettazione Impianti Meccanici
Ing. Viliam Stefanutti - Manens S.p.A.

Geologo

Consulenti Acustica Sala
Consulenti Comfort acustico ambientale

Consulenti Progettazione Antincendio

Consulente Ambiente/DNSH

Giovane Professionista:
Arch. Valentina Bianchi - ABDR

BIM Manager
Arch. Antonella Antonilli - ABDR

Coordinatore Tecnico del Progetto:
Arch. Nicola Bissanti - ABDR

Timbri e Firme

Documento firmato digitalmente

COMMITTENTE

Società di Committenza Regionale

SCR PIEMONTE S.p.A.

Responsabile del Procedimento:
Arch. Bruno Smania

ORGANISMO DI CONTROLLO

CONTECO S.p.A.

Responsabile di Commessa:
Ing. Tiziana Costanzo

COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo Strutture Corpo Basso

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in CdS	S.Pinardi	S.Pinardi	M. Majowiecki
R01	24/07/2025	Risposta validatori	MJW	MJW	M. Majowiecki

SOMMARIO

1 Premessa 5
2 Modello matematico Corpo Basso 7
2.1 Viste 7
2.2 Numerazioni 14
2.3 Materiali e sezioni 30
2.4 Condizioni di carico 34
2.5 Aree di carico 34
2.6 Combinazioni di carico 40
2.7 Principali risultati dell'analisi frequenziale 41
2.7.1 Frequenza naturali 41
2.7.2 Modi di vibrare 45
2.8 Principali risultati dell'analisi statica e dinamica 47
2.8.1 Deformate e spostamenti 47
2.8.1.1 Spostamenti massimi 47
2.8.1.2 Spostamenti massimi corpi scala 48
2.8.2 Sollecitazioni 49
2.8.3 Reazioni vincolari 68
2.8.3.1 Reazioni vincolari globali 68
2.8.3.2 Reazioni vincolari corpi scala 69
2.8.3.3 Aliquota spinte sismiche a carico corpi scala 82

1 Premessa

Il presente documento contiene la sintesi dei risultati del modello matematico dedicato all'analisi statica e dinamica dell Corpo Basso dell'opera.

Il modello descrive le strutture dell'Atrio, delle Maniche laterali, della Galleria e della copertura del Teatro sotto l'effetto dei carichi verticali di progetto e del sisma con l'obiettivo principale di determinare:

1) le azioni trasmesse alle fondazioni delle nuove strutture
2) le azioni trasmesse ai nuovi corpi controventanti (Scale A, B, C, D, E e F);
3) le sollecitazioni agenti nelle strutture esistenti

L'analisi e le verifiche di dettaglio delle seguenti sottostrutture sono riportati negli elaborati elencati nella tabella:

Sottostruttura	Elaborato
Impalcati nuovi Maniche	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 1
Corpi scala Maniche	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 2
Galleria	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 3
Impalcato sotto copertura Platea Teatro	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 4
Lucernaio copertura Platea	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 5
Rinforzo impalcato copertura Platea Teatro	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 6
Platea e muro di sostegno fossa orchestra	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 7
Rinforzo impalcato coperture Atrio e Torre Scenica lato Petrarca	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 8
Rinforzo muro facciata Atrio e pensilina	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 9
Rinforzo strutture esistenti	22044D02_3_0_E_ST_00_CD__512 – All. 10

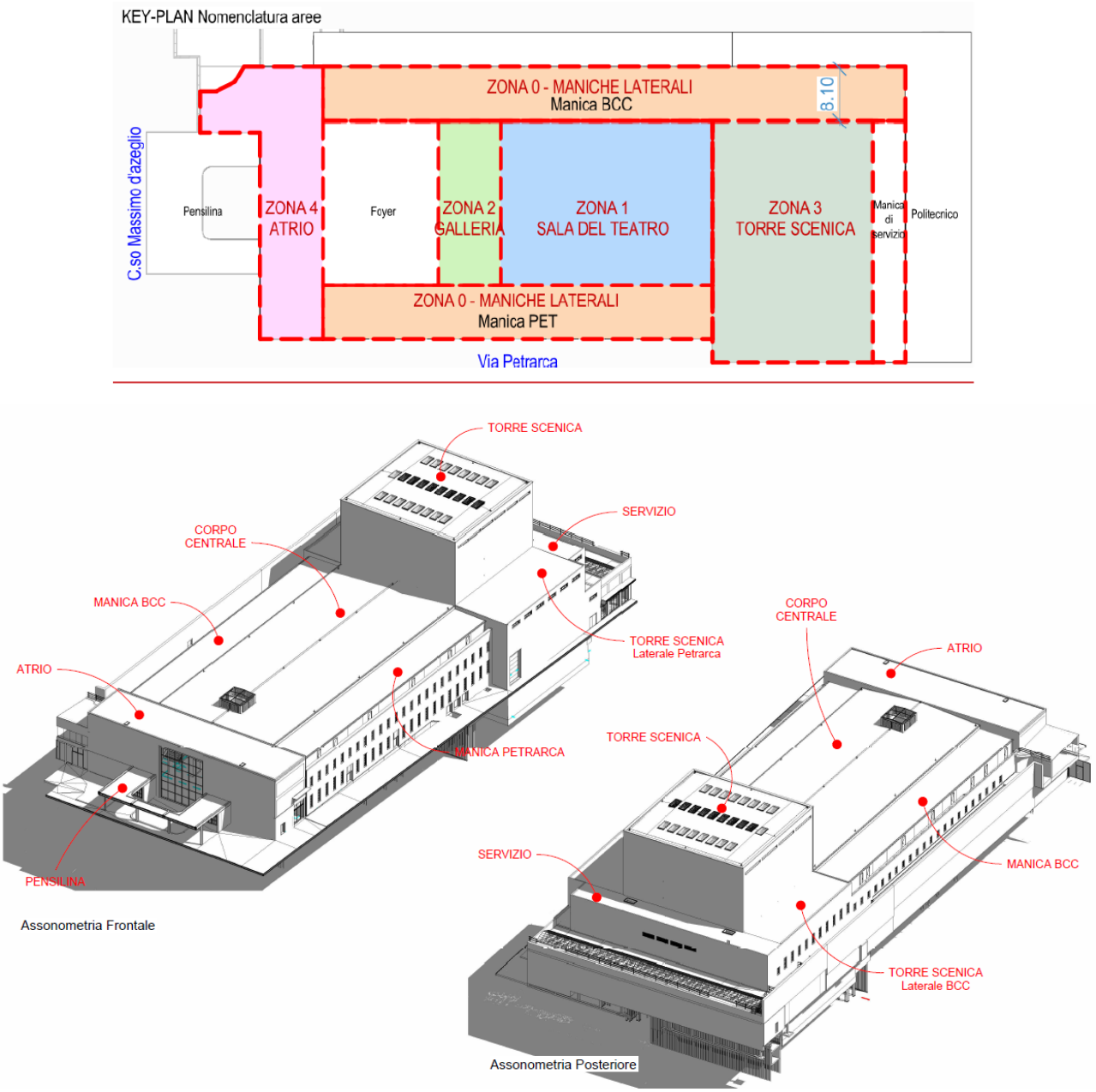
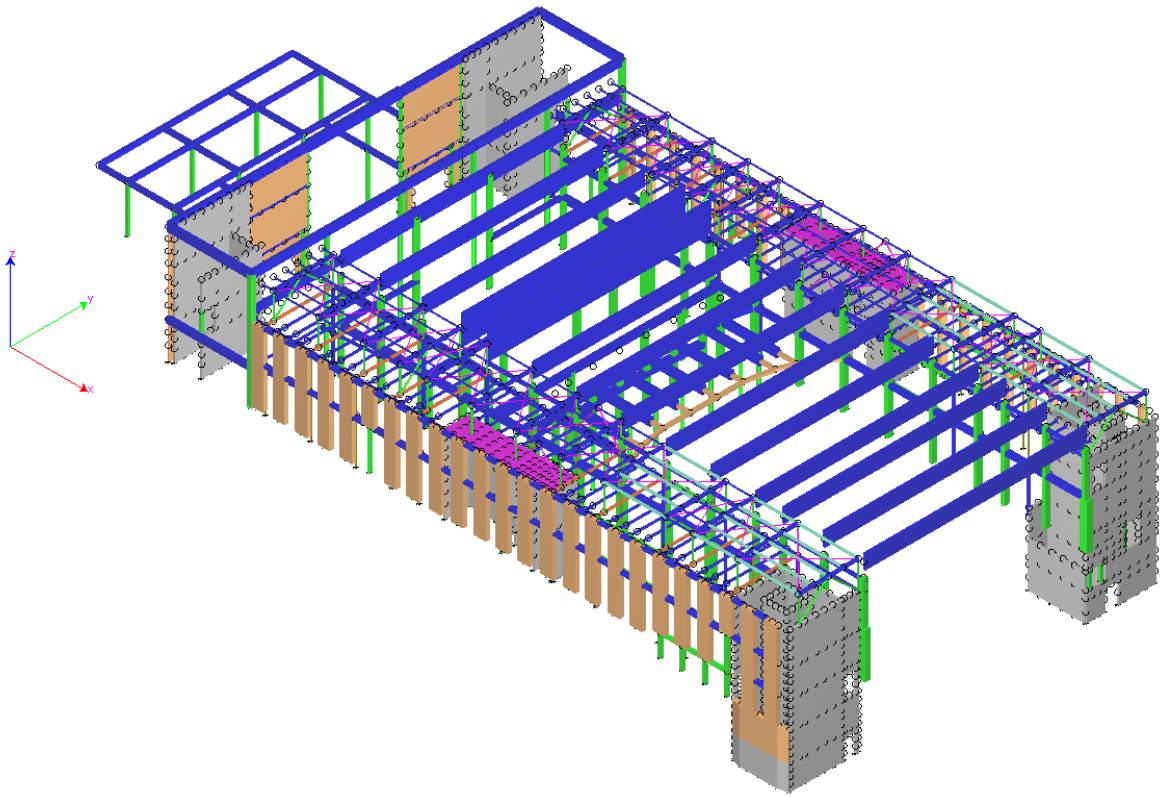


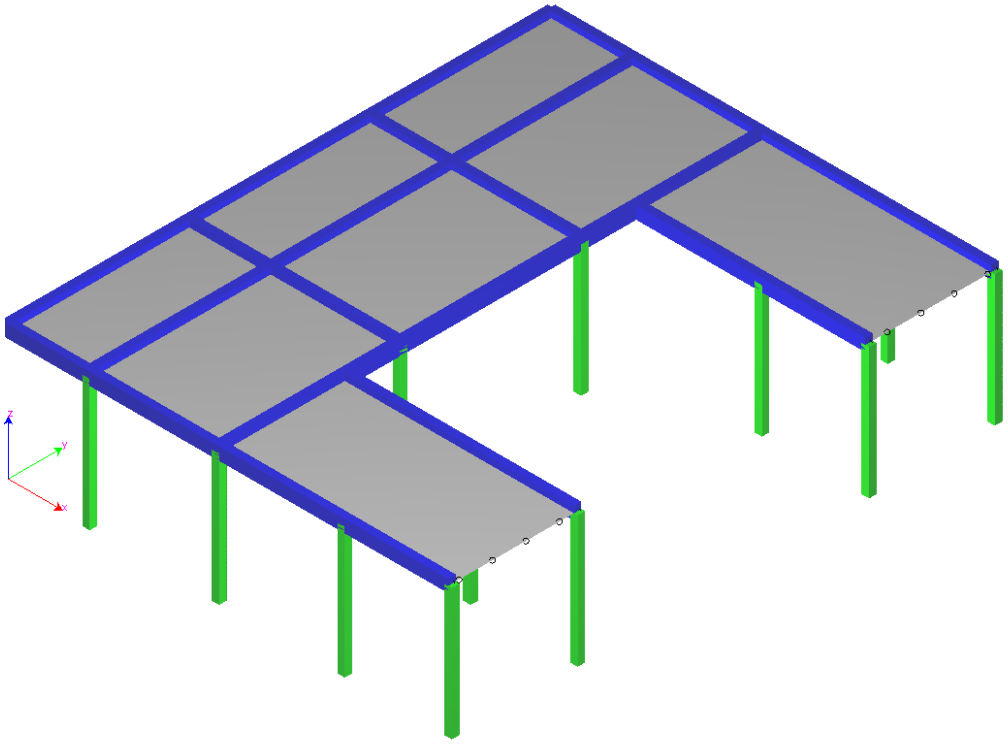
Figura 1: Denominazione delle parti dell'opera

2 Modello matematico Corpo Basso

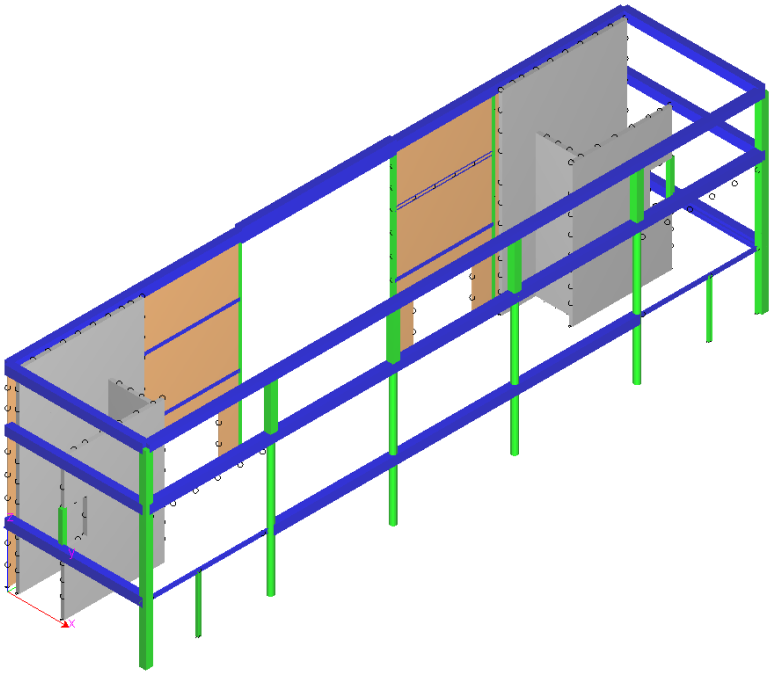
2.1 Viste



Assonometria generale

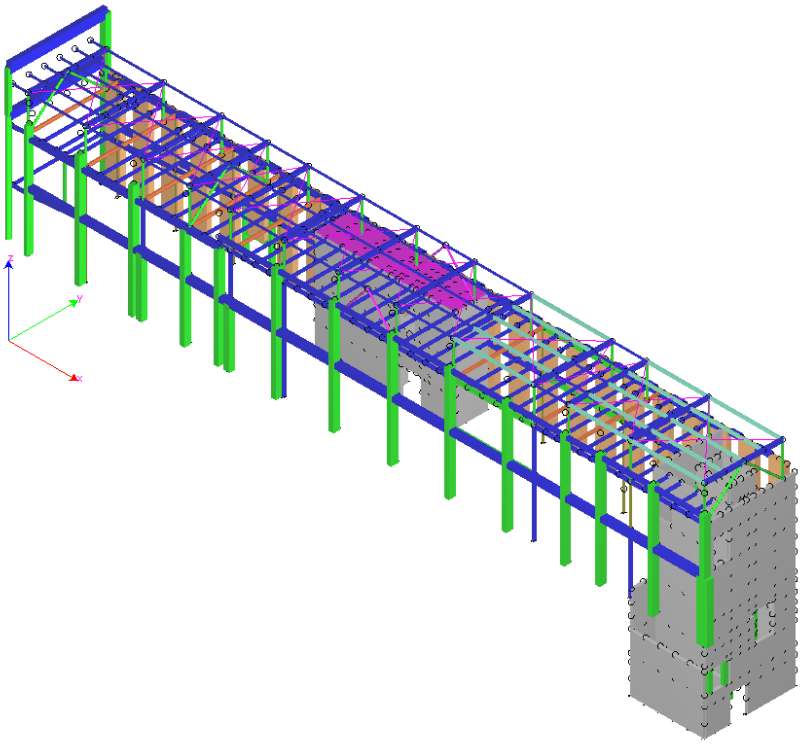


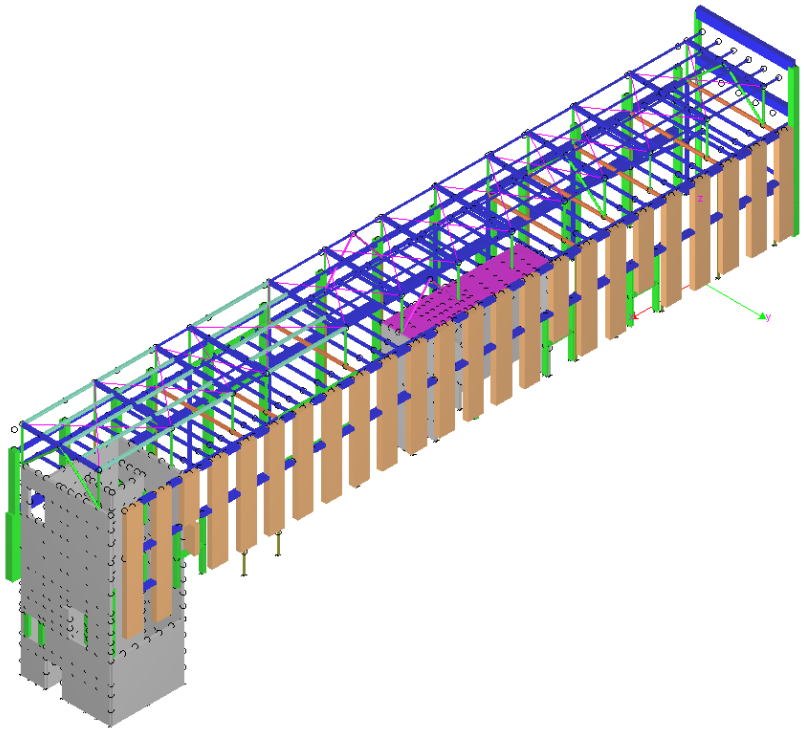
Assonometria Pensilina



Assonometria Atrio

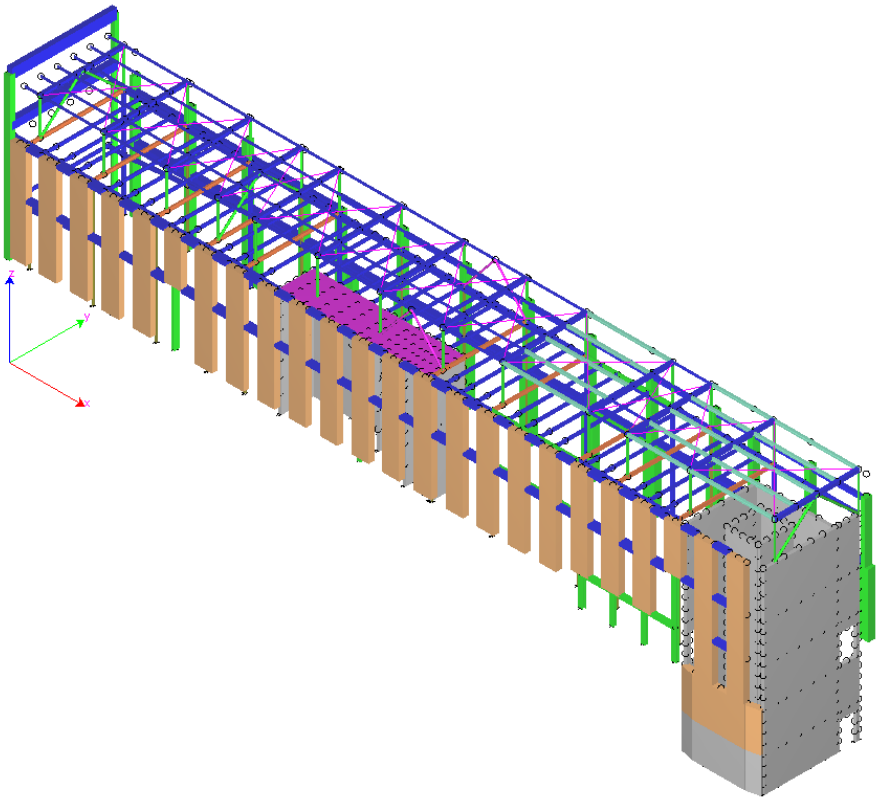
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

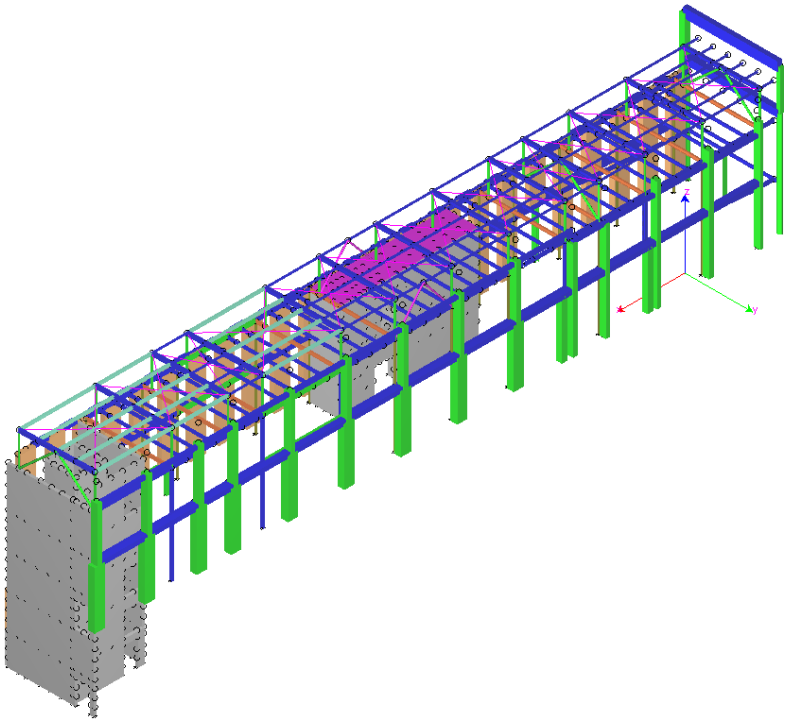




Assonometrie Manica Lato BCC

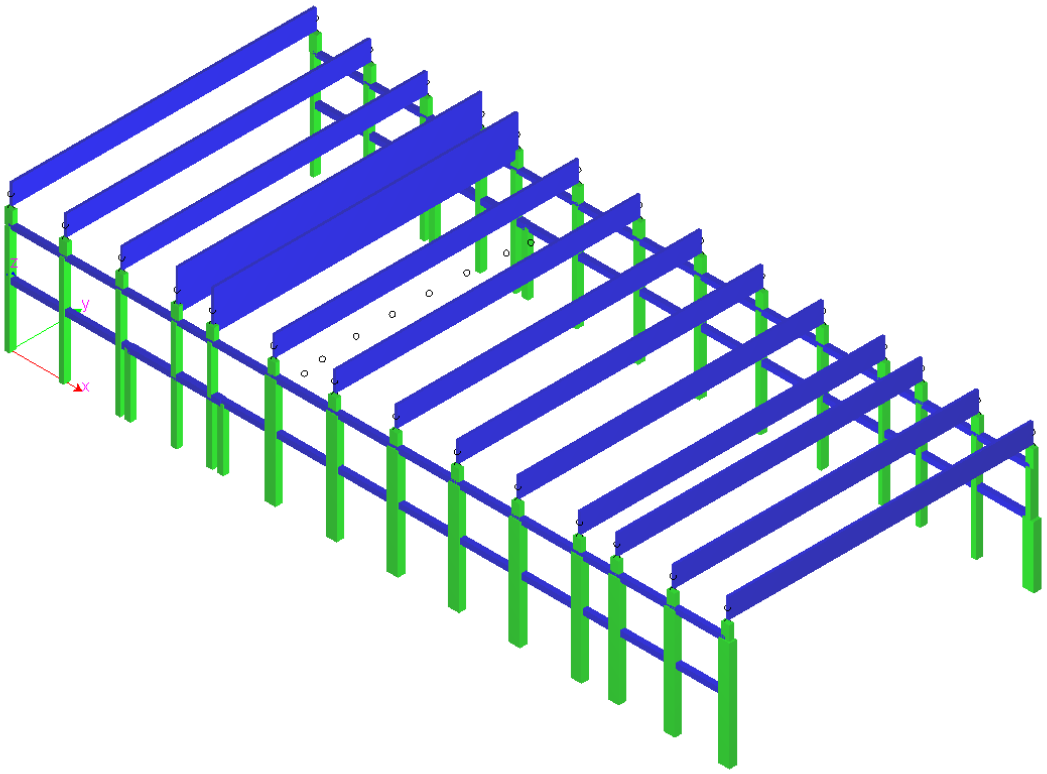
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



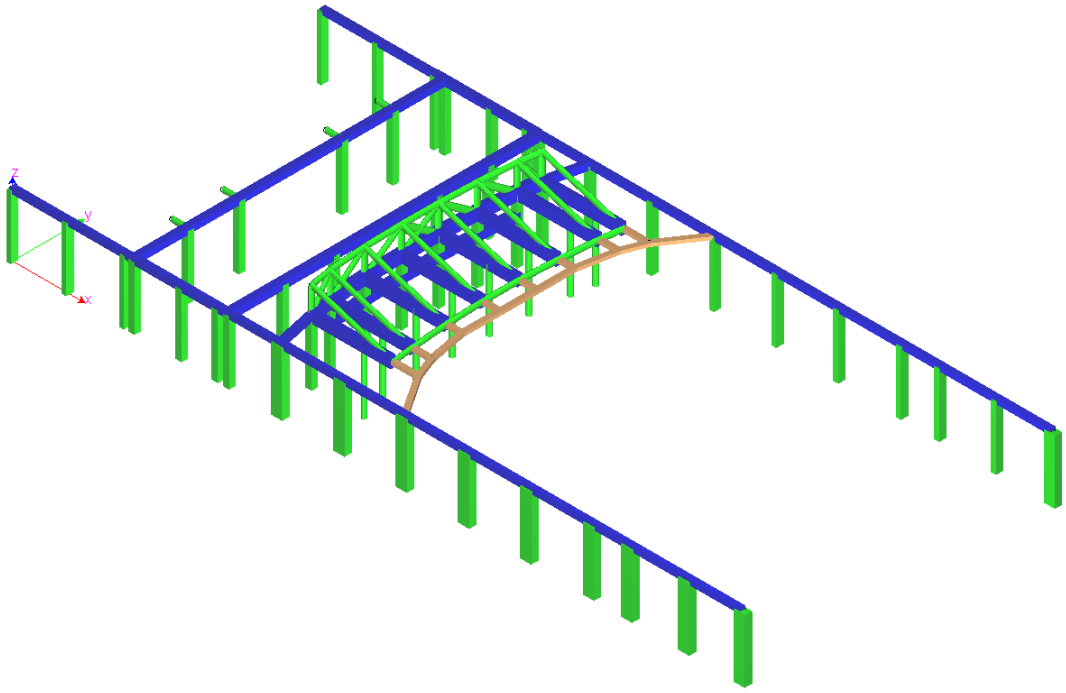


Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Assonometrie Manica Lato Petrarca

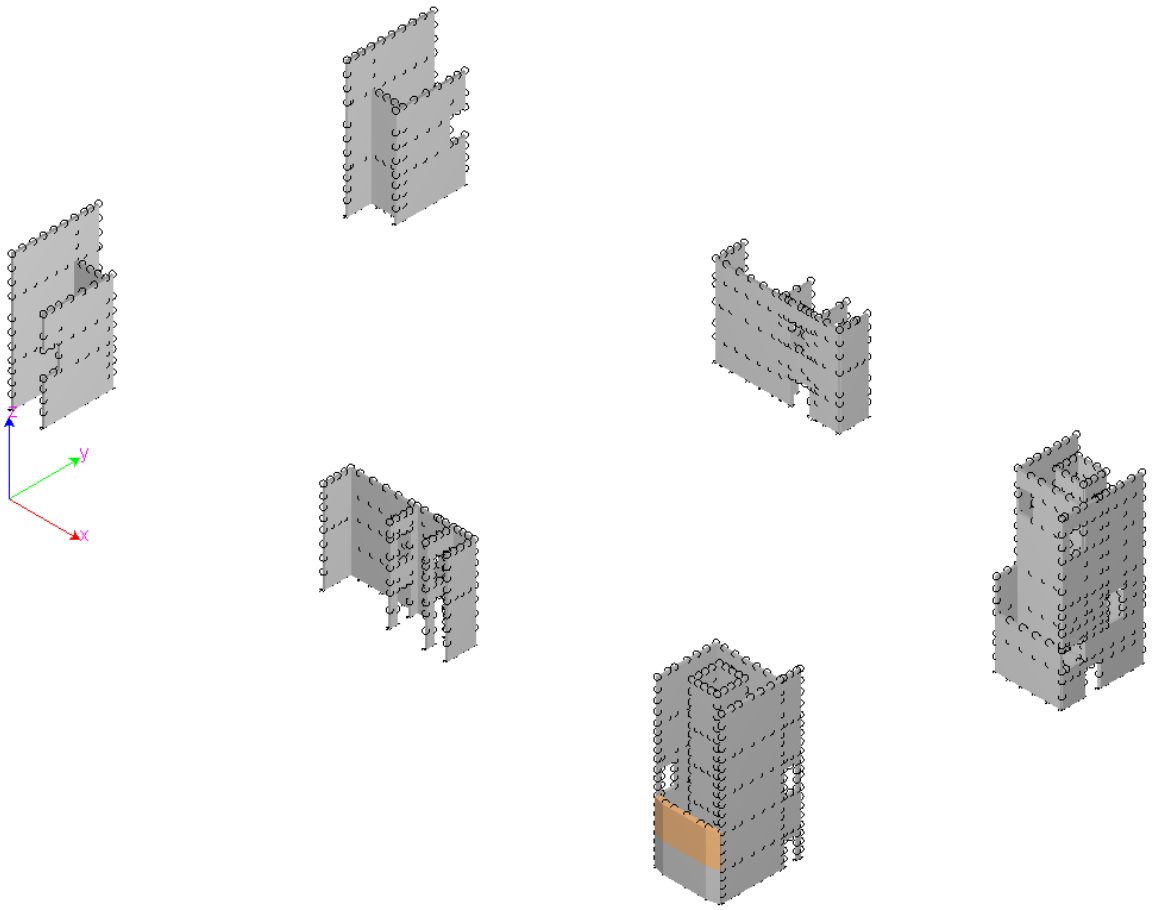


Assonometria Telai longitudinali e copertura



Assonometria Galleria

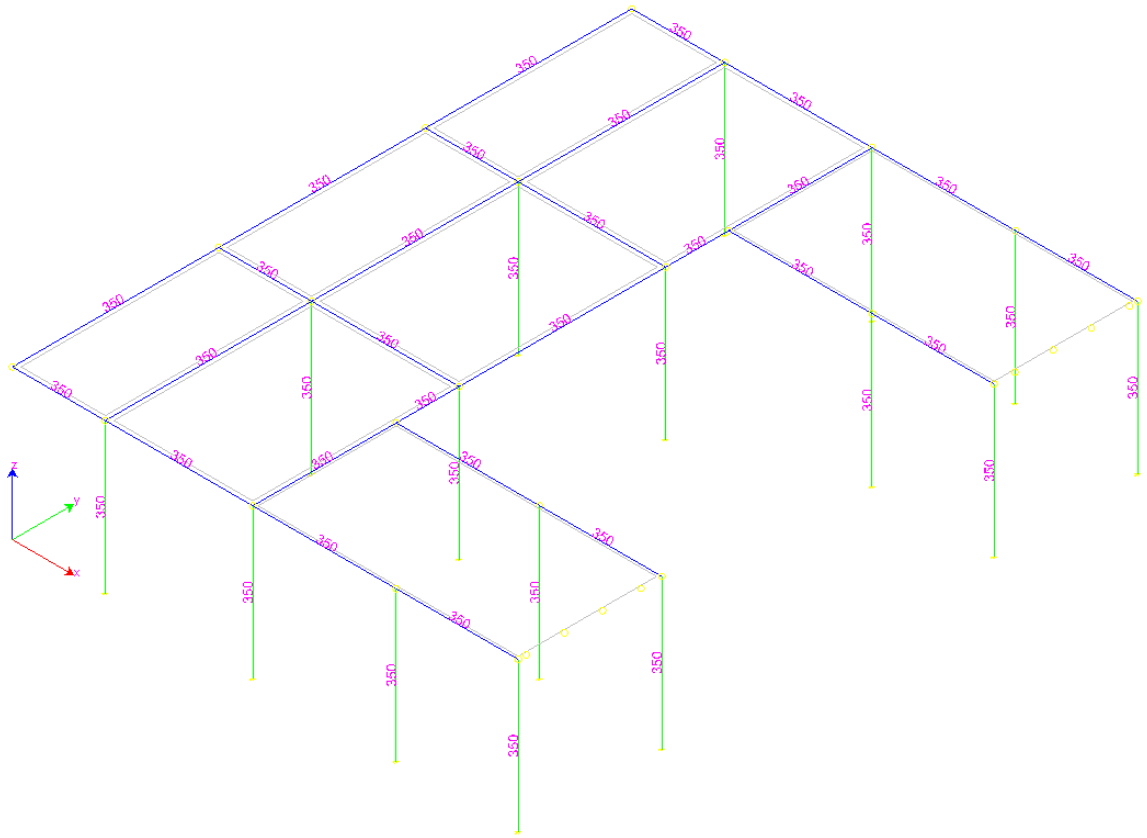
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



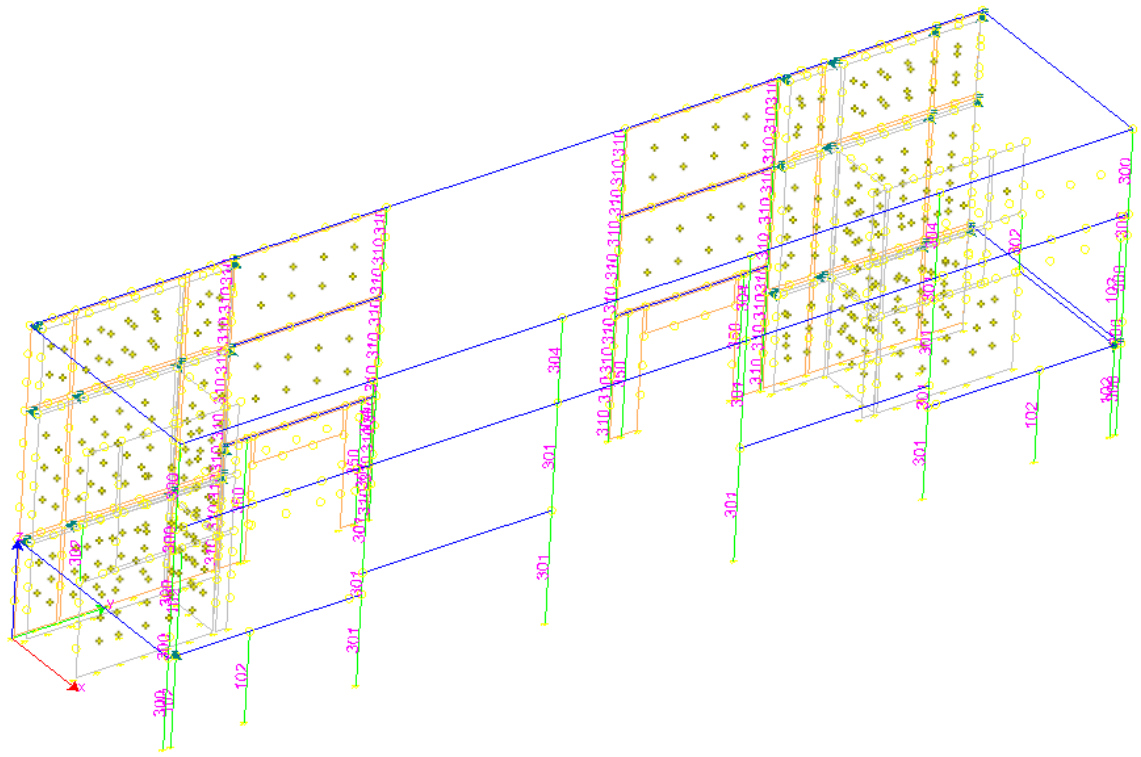
Assonometria Corpi Scala A, B, C, D, E, F

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2.2 Numerazioni

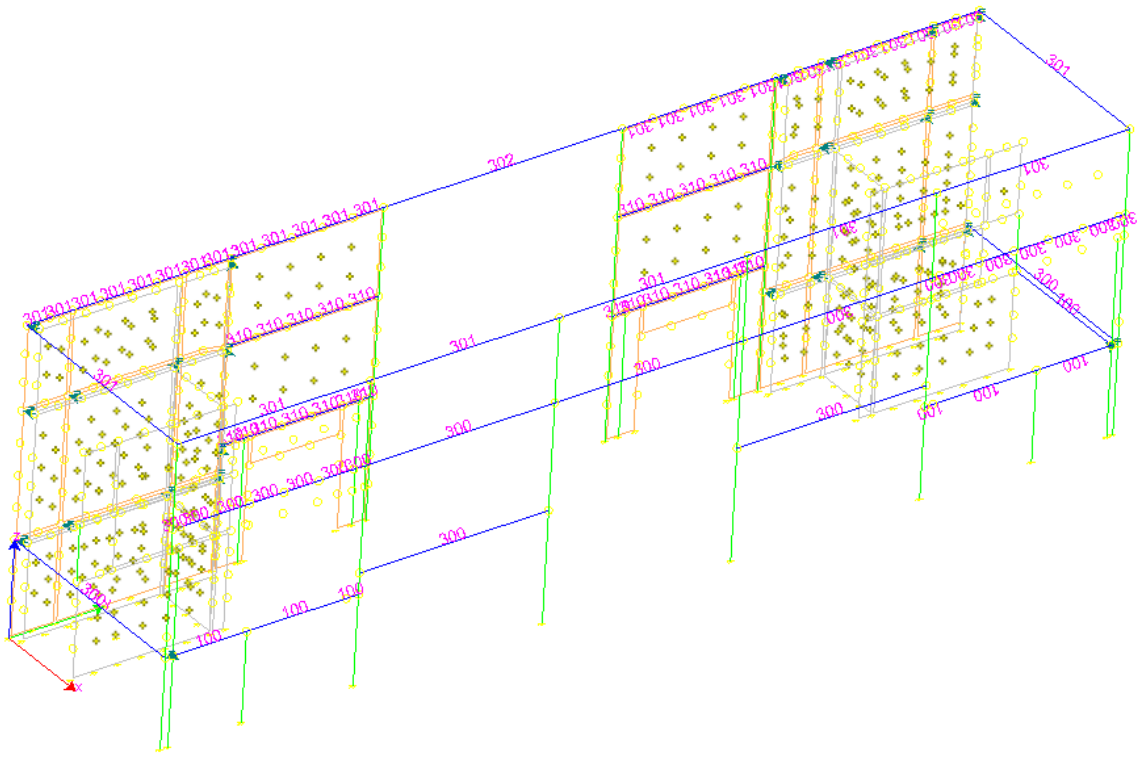


Pensilina – Sezioni pilastri e travi



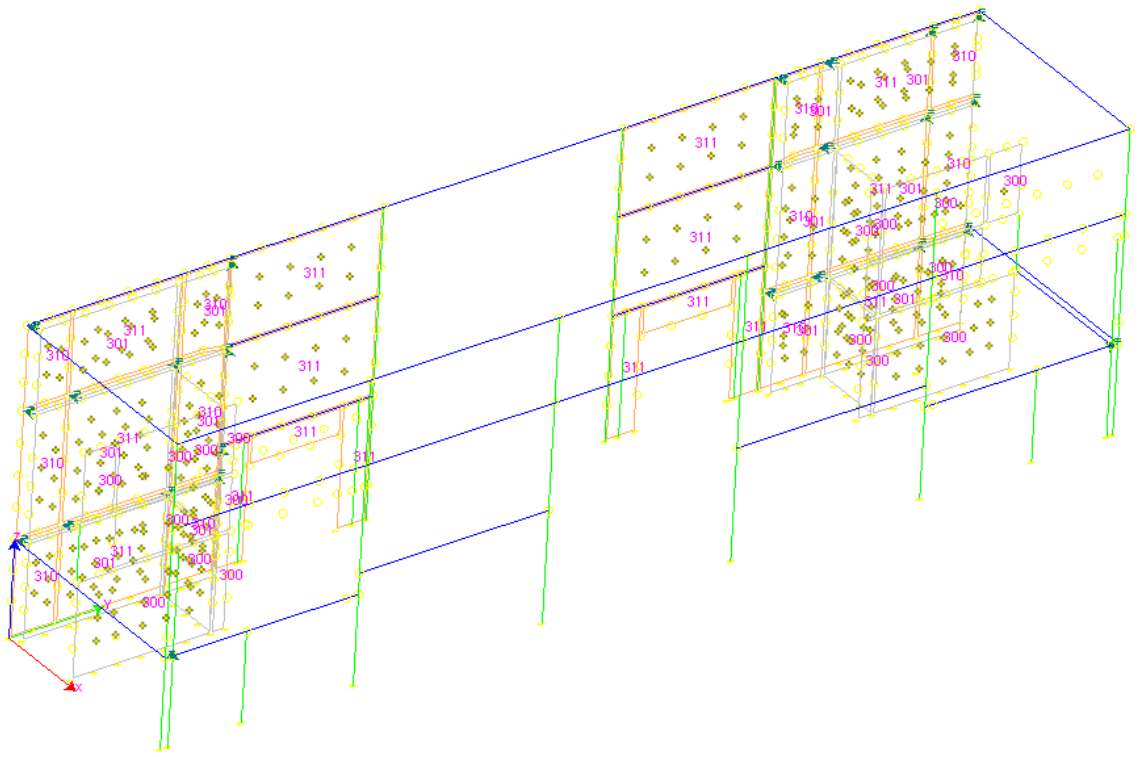
Atrio – Sezioni pilastri

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

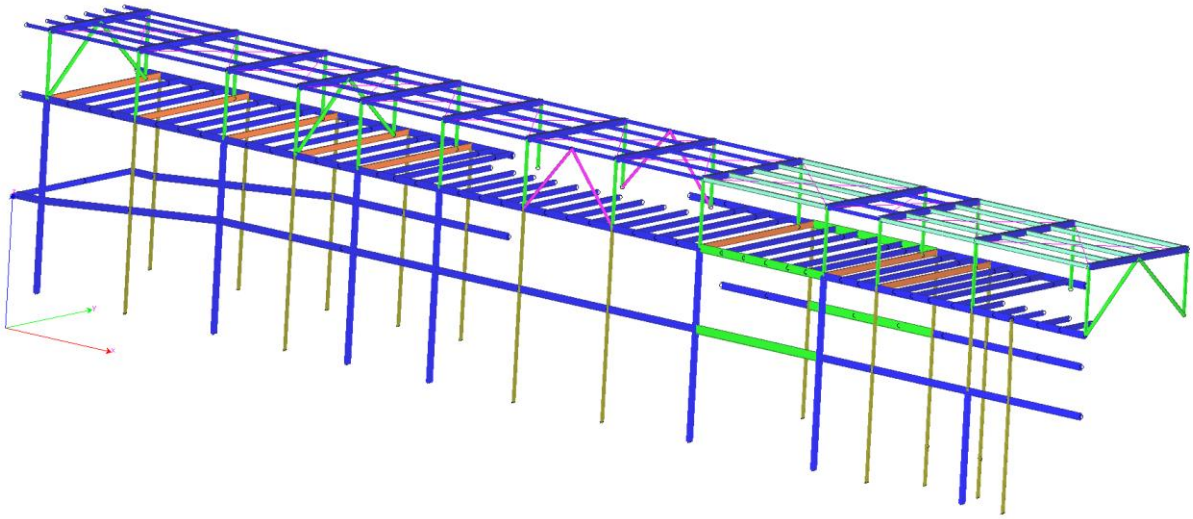


Atrio – Sezioni travi

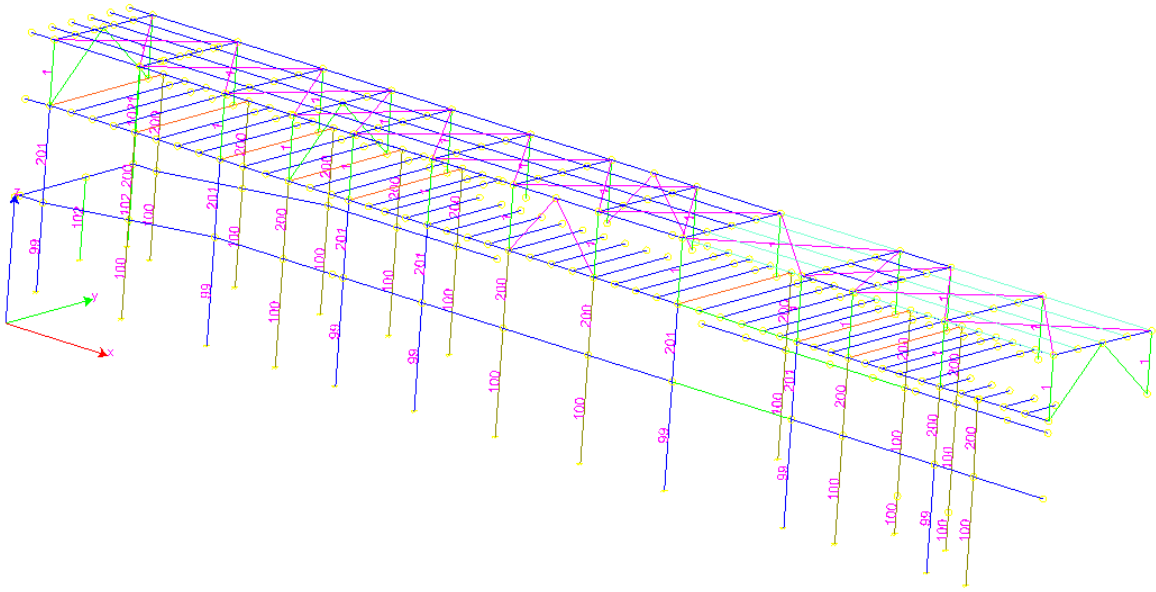
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



Atrio – Sezioni setti

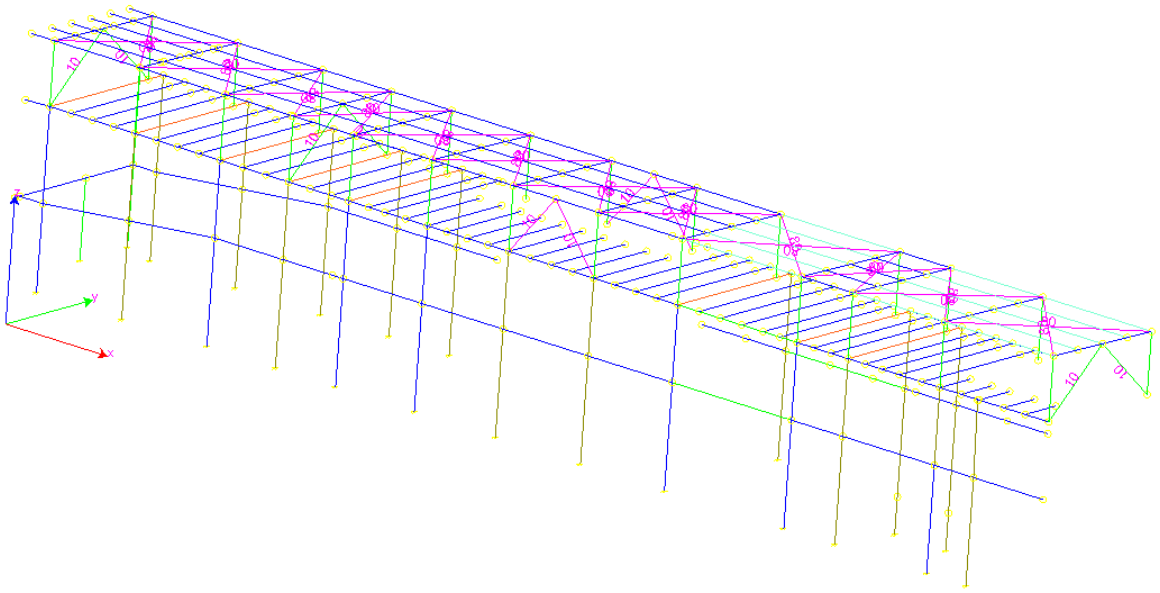


Manica BCC - Carpenteria metallica

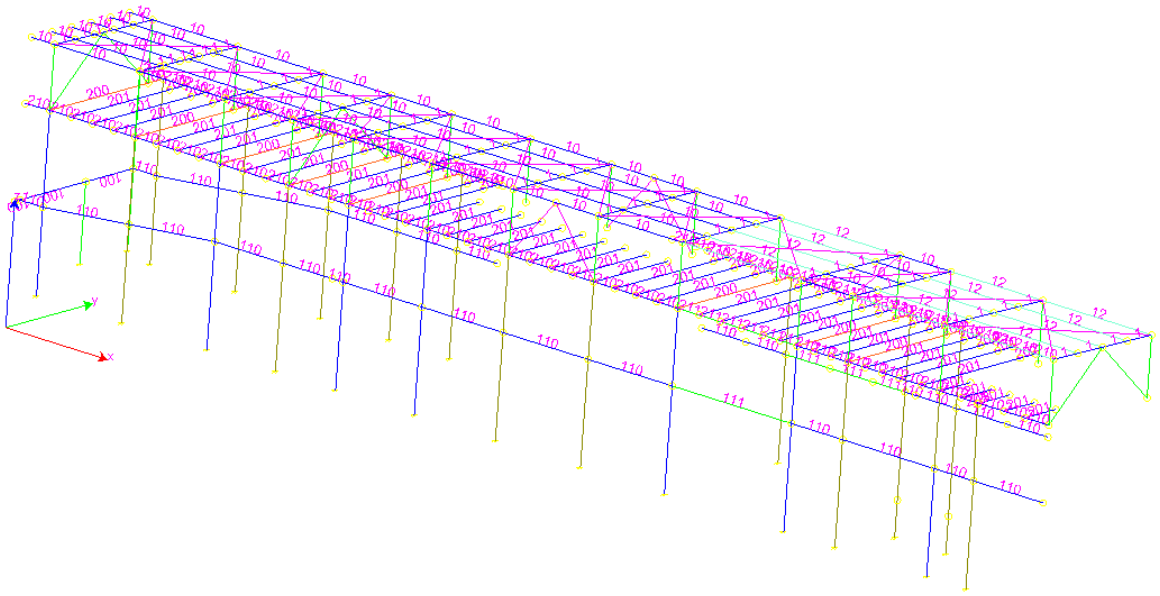


Manica BCC - Carpenteria metallica – Sezioni colonne

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

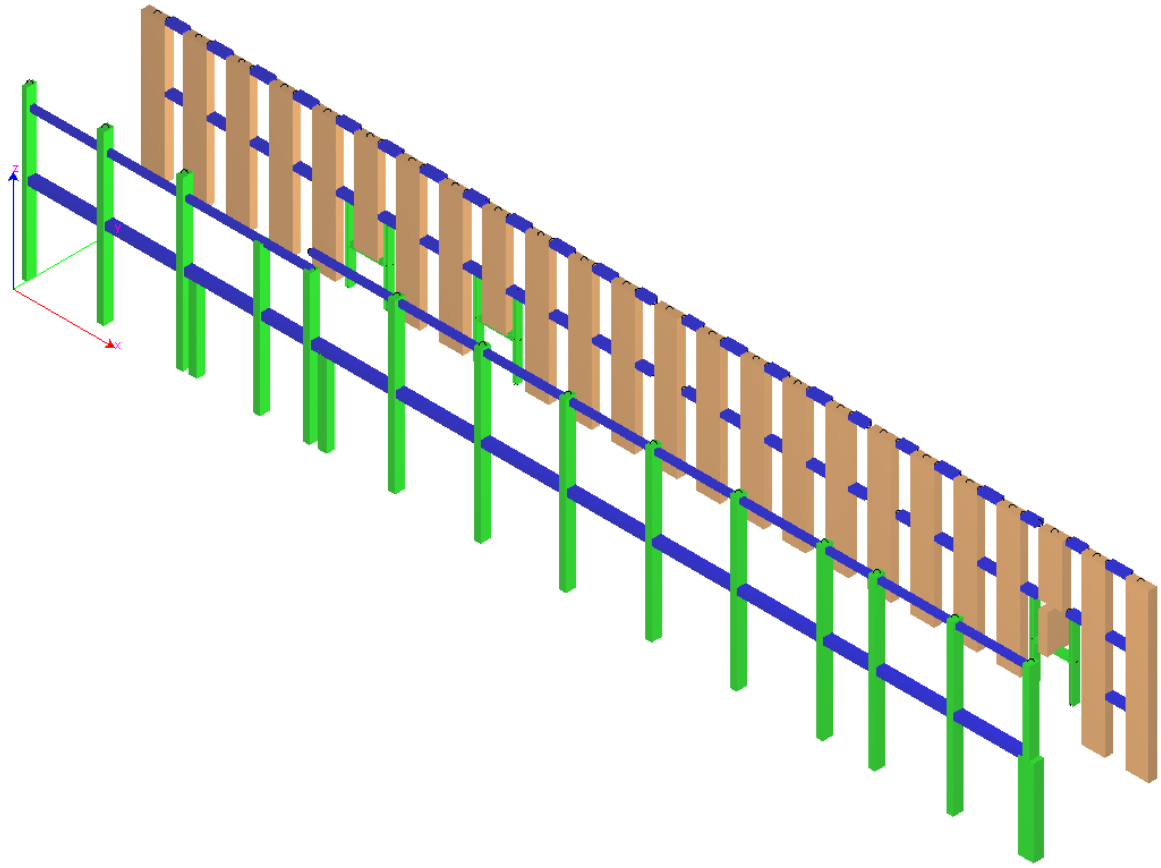


Manica BCC - Carpenteria metallica – Sezioni controventi



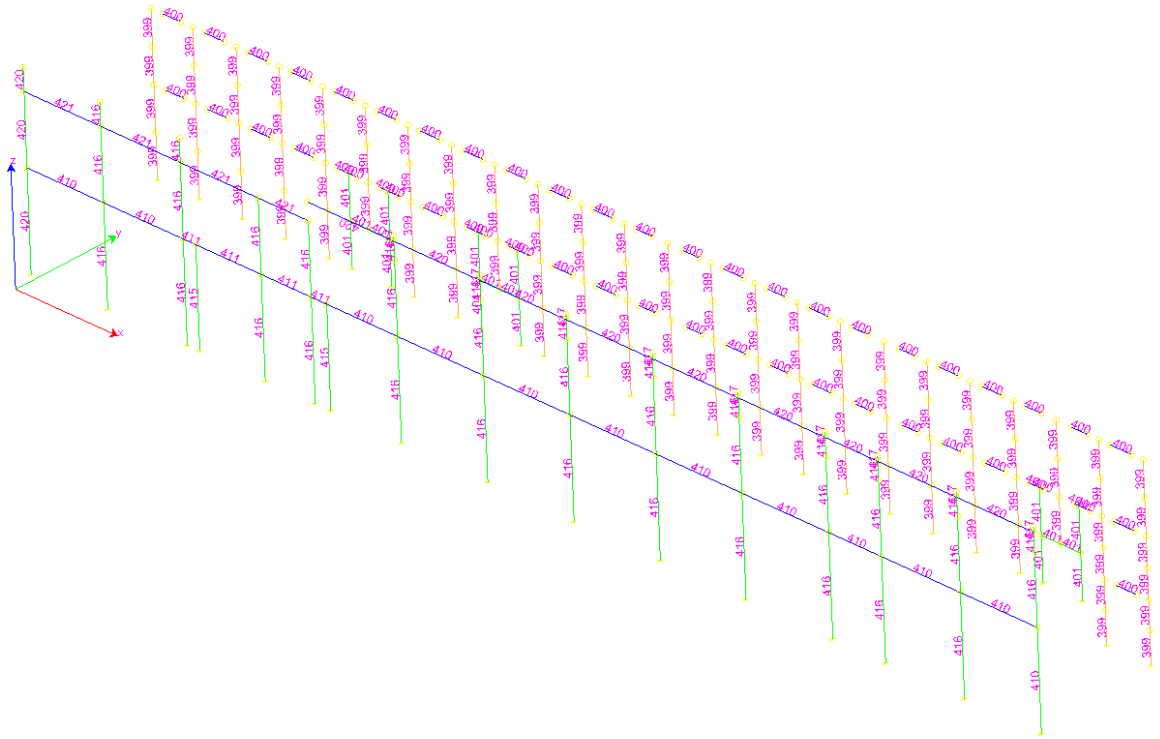
Manica BCC - Carpenteria metallica – Sezioni travi

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



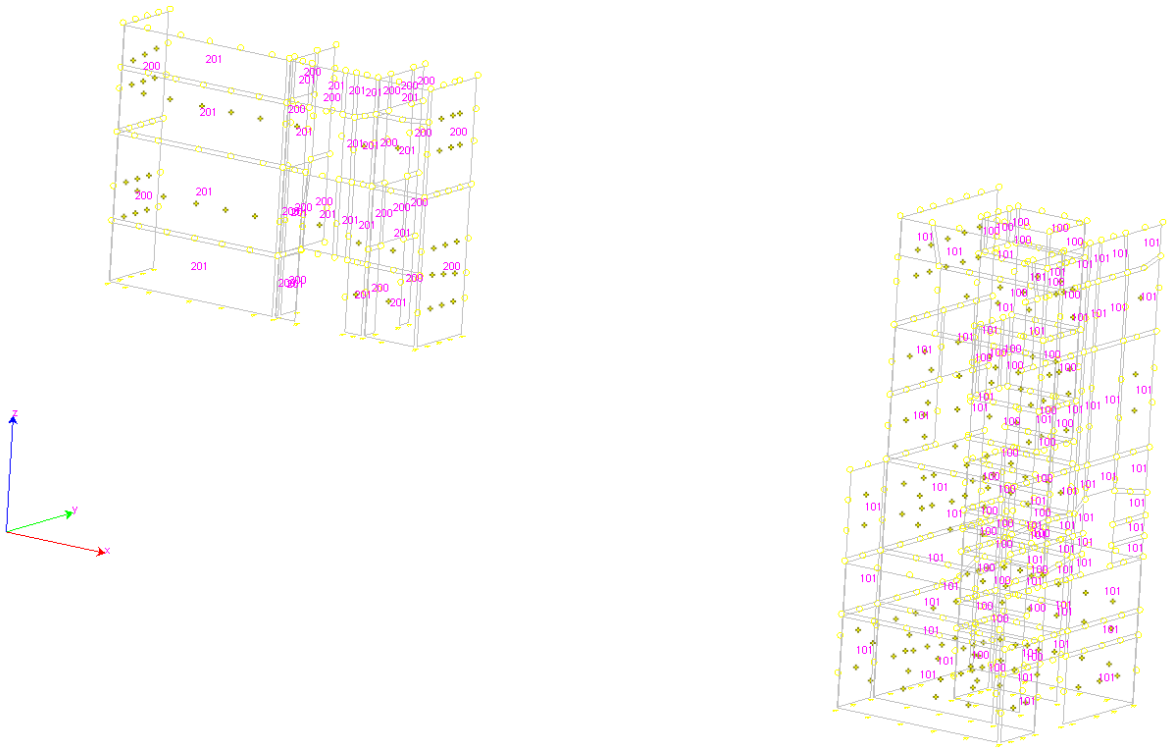
Manica BCC – Telai esistenti

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

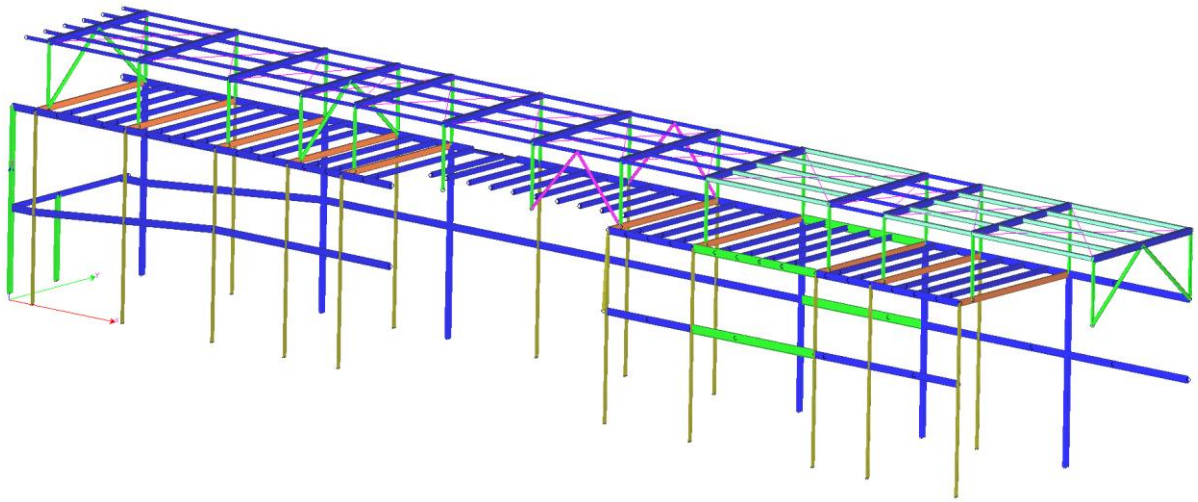


Manica BCC – Telai esistenti – Sezioni travi e colonne

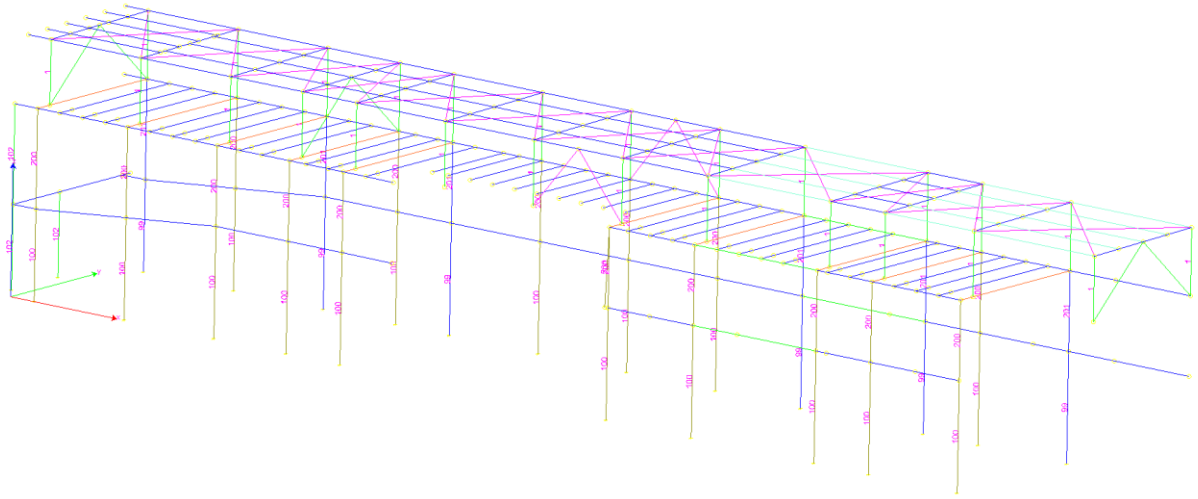
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



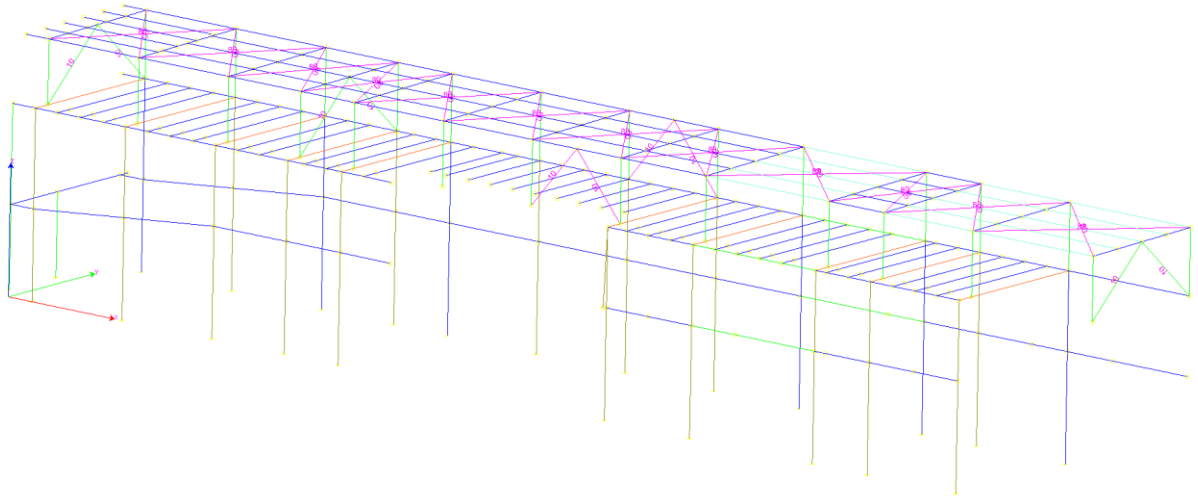
Manica BCC – Setti



Manica Petrarca - Carpenteria metallica

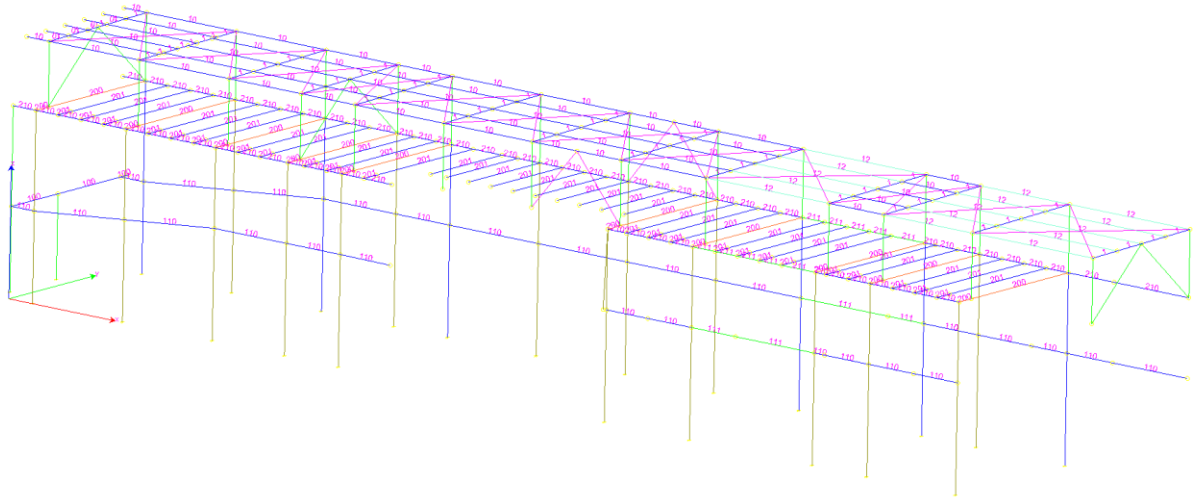


Manica Petrarca - Carpenteria metallica – Sezioni colonne

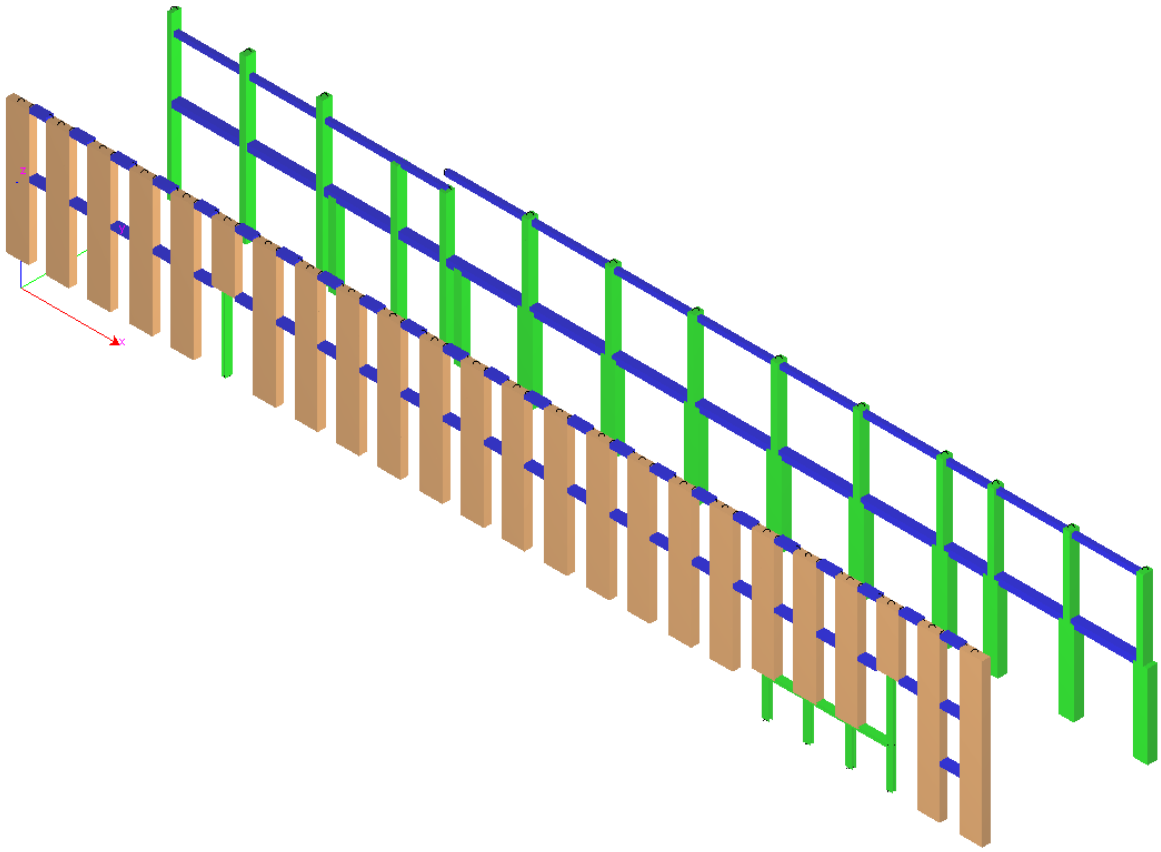


Manica Petrarca - Carpenteria metallica – Sezioni controventi

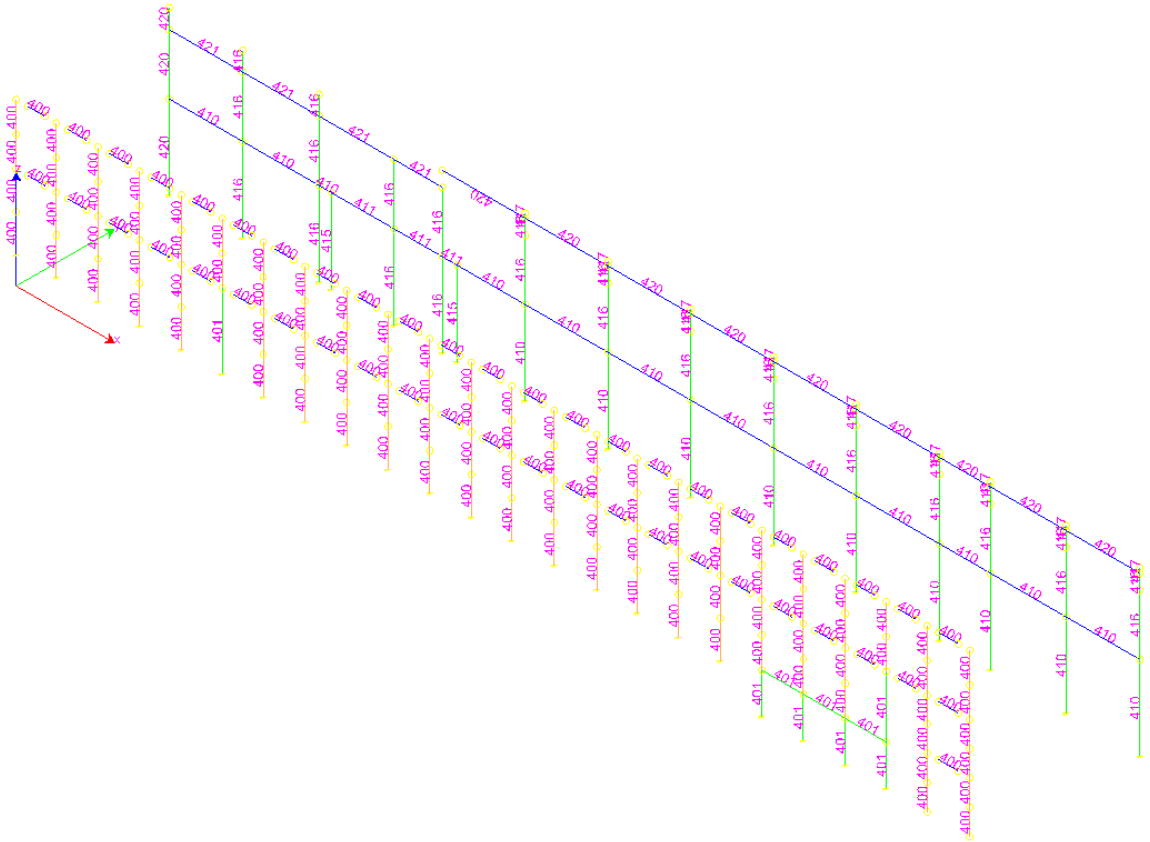
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



Manica Petrarca - Carpenteria metallica – Sezioni travi

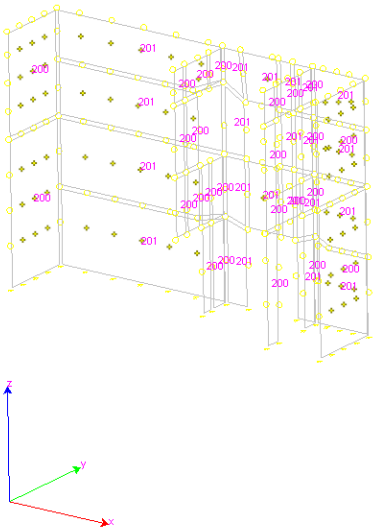


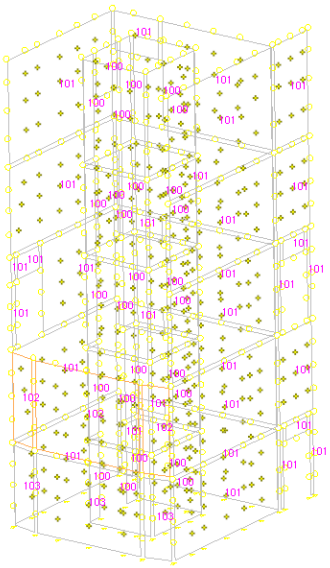
Manica Petrarca – Telai esistenti



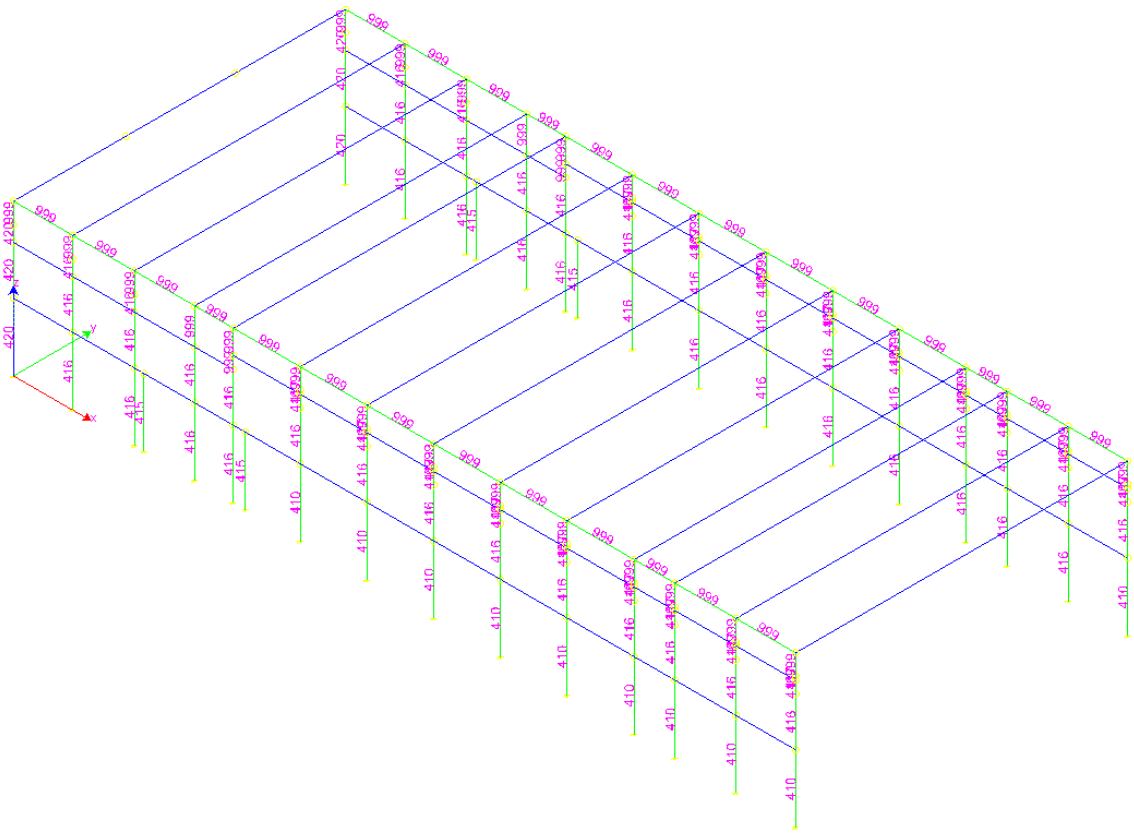
Manica Petrarca – Telai esistenti – Sezioni travi e colonne

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

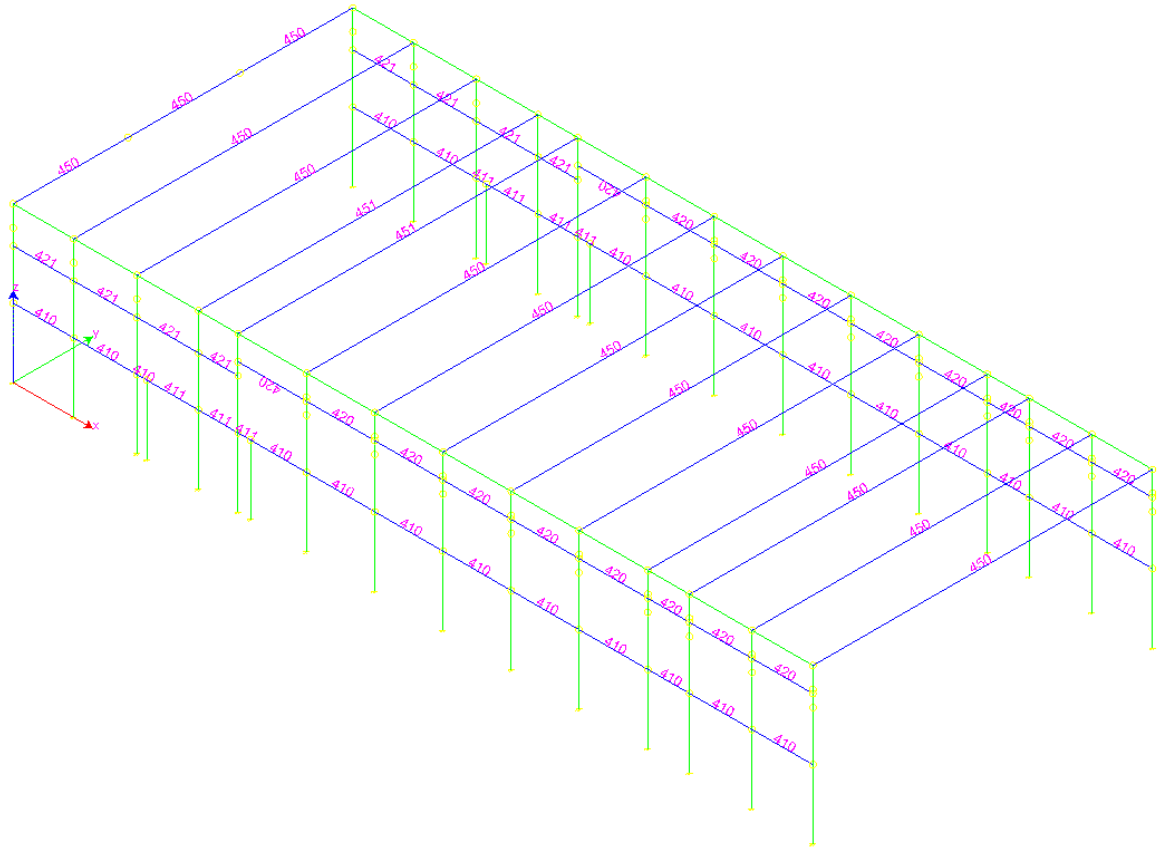




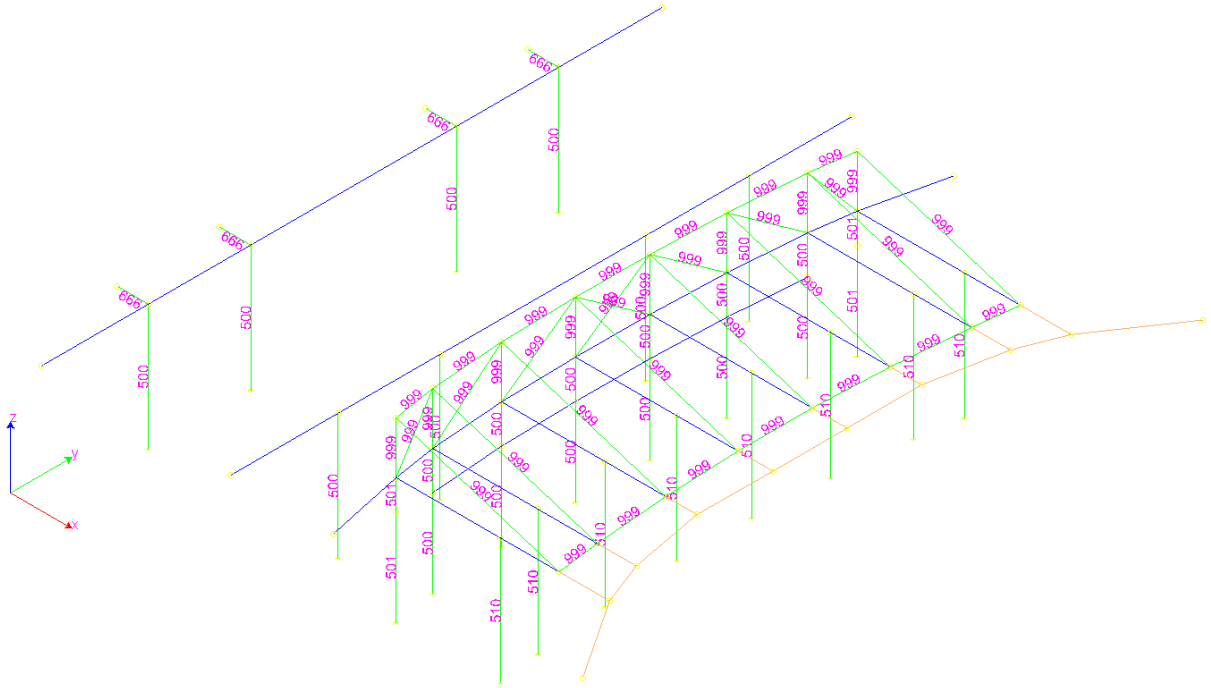
Manica Petrarca - Setti



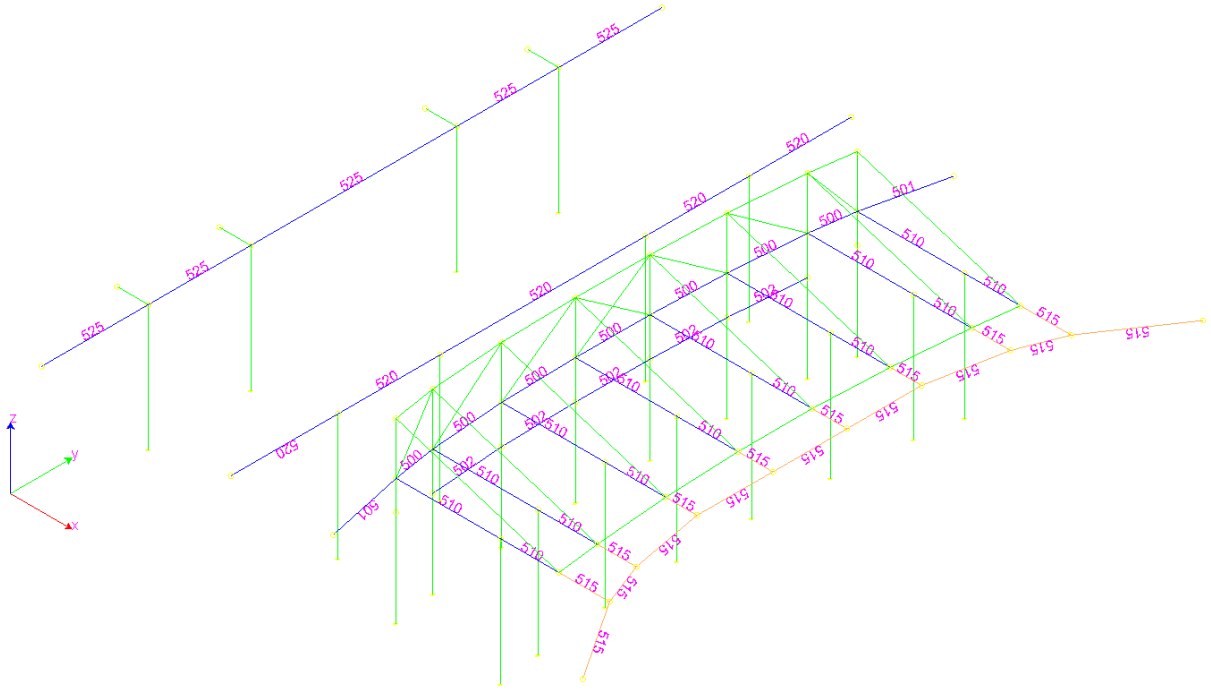
Telai longitudinali e Copertura Platea - Pilastri



Telai longitudinali e Copertura Platea - Travi



Galleria - Pilastri



Galleria - Travi

2.3 Materiali e sezioni

Materiali

Materiale Numero	Info	E [MPa]	v	α 1/[1/°C]	Peso Specifico [kN/m3]
1	Cls esistente	30000	0.1	0.000012	25
2	Acciaio S235	210000	0.3	0.000012	78.5
3	Acciaio controventi	210000	0.3	0.000012	157
4	Laterizio	5300	0.25	0.000012	18
5	Cls nuovo	30000	0.1	0.000012	25
6	Acciaio S355	210000	0.3	0.000012	78.5
7	Travertino	30000	0.1	0.000012	30
99	Dummy	210000	0.3	0	0

Pilastri

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]	
1	2		IPE 160 MAN - Copertura - Colonna(D.B.)
10	2		CHS_EN10219 177.8X6.0 MAN - Copertura - Controv. Trasv.(D.B.)
99	6		HEAA 220 MAN - P.1 - Pilastri Rinf.(D.B.)
100	6		HEA 120 MAN - P.1 - Pilastri(D.B.)
101	1	B= 30 H= 30	Rett. MAN - P.1 - Pilastri(D.B.)
102	2		HEA 200 MAN - P.1 Pilastro rompitratta(D.B.)
103	5	B= 25 H= 40	Rett. Colonna scale(D.B.)
104	5	B= 25 H= 35	Rett. Colonna scale(D.B.)
105	5	B= 25 H= 50	Rett. Colonna scale(D.B.)
106	5	B= 25 H= 40	Rett. Colonna scale(D.B.)
107	5	B= 25 H= 30	Rett. Colonna scale
200	6		HEA 120 MAN - P.2 - Pilastri(D.B.)
201	6		HEAA 220 MAN - P.2 - Pilastri Rinf.(D.B.)
300	1	B= 48 H= 48	Rett. Atrio(D.B.)
301	1	R= 21	Circolare Atrio(D.B.)
302	1	B= 25 H= 28	Rett. Atrio Scale
303	4	B= 48 H= 200	Rett. Atrio - Colonne muratura
304	1	B= 35 H= 35	Rett. Atrio
310	2		HEA 240 ATRIO - colonne metalliche(D.B.)
350	7	B= 30 H= 30	Rett. Colonne Pensilina
399	4	B= 48 H= 138	Rett. MAN - Colonne muratura
400	4	B= 48 H= 138	Rett. MAN - Colonne muratura(D.B.)
401	6		2HEA 2x220 MAN - Colonne acciaio(D.B.)
410	1	B= 60 H= 90	Rett. MAN - Colonne Interne(D.B.)
415	1	B= 50 H= 50	Rett. MAN - Colonne Interne(D.B.)
416	1	B= 60 H= 40	Rett. MAN - Colonne Interne(D.B.)
417	1	B= 60 H= 40	Rett. MAN - Colonne Interne
418	1	B= 40 H= 66	Rett. MAN - Colonne Interne

420	1	B= 60 H= 25	Rett. MAN - Colonne Interne
500	1	B= 50 H= 50	Rett. GALL - Colonne esistenti(D.B.)
501	5	B= 50 H= 50	Rett. GALL - Colonne nuove(D.B.)
510	5	R= 20	Circolare GALL - Colonne(D.B.)
950	99		Quals. Ripartitore Dummy
999	99		Quals. Dummy Dummy

Sezione	Area [cm^2]	J3 [cm^4]	J2 [cm^4]	J23 [cm^4]	Jt [cm^4]	Xx	Xy
1	20.12	871	68	0	4	2.5	1.6
10	32.38	1196	1196	0	2392	1.5	1.5
99	51.58	4179	1511	0	16	3.9	1.4
100	25.39	607	231	0	6	4.1	1.3
101	900	67500	67500	0	113866	1.2	1.2
102	53.95	3699	1336	0	21	4.1	1.4
103	1000	133333	52083	0	123101	1.2	1.2
104	875	89323	45573	0	97809	1.2	1.2
105	1250	260417	65104	0	178779	1.2	1.2
106	1000	133333	52083	0	123101	1.2	1.2
107	750	56250	39062	0	74913	1.2	1.2
200	25.39	607	231	0	6	4.1	1.3
201	51.58	4179	1511	0	16	3.9	1.4
300	2304	442368	442368	0	746235	1.2	1.2
301	1452.2	167820	167820	0	335640	1	1
302	700	45733	36458	0	66541	1.2	1.2
303	9600	32000000	1843200	0	6869269	1.2	1.2
304	1225	125052	125052	0	210952	1.2	1.2
310	76.99	7778	2769	0	42	4.2	1.4
350	900	67500	67500	0	113866	1.2	1.2
399	6624	10512289	1271808	0	4223385	1.2	1.2
400	6624	10512289	1271808	0	4223385	1.2	1.2
401	128.85	10832	19501	0	7935	4.1	1.6
410	5400	3644999	1620000	0	3655805	1.2	1.2
415	2500	520833	520833	0	878599	1.2	1.2
416	2400	320000	720000	0	722134	1.2	1.2
417	2400	320000	720000	0	722134	1.2	1.2
418	2640	958320	352000	0	850235	1.2	1.2
420	1500	78125	450000	0	238318	1.2	1.2
500	2500	520833	520833	0	878599	1.2	1.2
501	2500	520833	520833	0	878599	1.2	1.2
510	1256.64	125664	125664	0	251327	1	1
950	1000	10000000	10000000	0	100000	0	0
999	1000	1000000	1000000	0	1000000	1	1

Travi

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]	
1	2		2IPEA 2x270 MAN - Copertura - Principale(D.B.)
10	2		IPE 160 MAN - Copertura - Secondaria(D.B.)
11	2		HEAA 180 MAN - Copertura - Secondaria(D.B.)
12	2		HEAA 200 MAN - Copertura - Secondaria(D.B.)
100	2		IPE 240 MAN - P.1 - Principali(D.B.)
110	6		UPN 320 MAN - P.1 - Profili bordo(D.B.)
111	6		UPN 400 MAN - P.1 - Profili bordo(D.B.)
200	2		IPE 270 MAN - P.2 - Principali 1(D.B.)
201	2		IPE 240 MAN - P.2 - Principali 2(D.B.)
210	6		UPN 320 MAN - P.2 - Profili bordo(D.B.)
211	6		UPN 380 MAN - P.2 - Profili bordo(D.B.)
300	1	B= 48 H= 60	Rett. ATR(D.B.)
301	1	B= 40 H= 82	Rett. ATR
302	1	B= 48 H= 102	Rett. ATR
310	2		HEA 240 ATRIO - traversi metallici(D.B.)
350	1	B= 30 H= 50	Rett. Trave Pensilina
400	1	B= 48 H= 25	Rett. MAN - Cordolo Maschi murari(D.B.)
401	6		HEA 400 MAN - Trave acciaio(D.B.)
410	1	B= 50 H= 40	Rett. MAN. P.1
411	1	B= 50 H= 40	Rett. MAN. P.1
420	1	B= 26 H= 30	Rett. MAN. P.2
421	1	B= 26 H= 30	Rett. MAN. P.2
450	1	B= 22 H= 165	Rett. TEATR0 - Copertura (equip.)(D.B.)
451	1	B= 22 H= 325	Rett. TEATR0 - Copertura (equip.)(D.B.)
500	5	B= 50 H= 86	Rett. GALL - Trave Trasv. + soletta(D.B.)
501	5	B= 40 H= 55	Rett. GALL - Trave Trasv. + soletta(D.B.)
502	1	B= 60 H= 60	Rett. GALL - Trave Trasv.(D.B.)
510	5	B= 40 H= 86	Rett. GALL - Trave Long + soletta(D.B.)
515	99	B= 40 H= 26	Rett. GALL - Sporto soletta(D.B.)
520	1	B= 50 H= 64	Rett. GALL - Trave Trasv.(D.B.)
525	1	B= 50 H= 50	Rett. GALL - Trave Trasv.(D.B.)
530	1	B= 35 H= 40	Rett. GALL - Trave Trasv.
900	1	B= 25 H= 42	Rett. Trave canna ascensore(D.B.)
901	5	B= 25 H= 60	Rett. Trave canna ascensore(D.B.)
902	5	B= 25 H= 90	Rett. Trave canna ascensore(D.B.)
903	5	B= 25 H= 75	Rett. Trave canna ascensore(D.B.)

Sezione	Area [cm^2]	J3 [cm^4]	J2 [cm^4]	J23 [cm^4]	Jt [cm^4]	Xx	Xy
1	78.42	9851	4289	0	3898	2.6	2.1
10	20.12	871	68	0	4	2.5	1.6

11	36.61	1971	730	0	8	4.1	1.4
12	44.25	2951	1069	0	13	4	1.4
100	39.2	3900	284	0	13	2.6	1.6
110	74.78	10657	562	0	59	1.7	2.2
111	90.38	19969	798	0	73	1.7	2.4
200	46.03	5801	420	0	16	2.5	1.7
201	39.2	3900	284	0	13	2.6	1.6
210	74.78	10657	562	0	59	1.7	2.2
211	79.37	15446	574	0	54	1.6	2.5
300	2880	864000	552960	0	1092380	1.2	1.2
301	3280	1837893	437333	0	1219441	1.2	1.2
302	4896	4244830	940032	0	2678613	1.2	1.2
310	76.99	7778	2769	0	42	4.2	1.4
350	1500	312500	112500	0	273656	1.2	1.2
400	1200	62500	230400	0	167235	1.2	1.2
401	159.24	45142	8565	0	189	3.6	1.5
410	2000	266667	416667	0	526803	1.2	1.2
411	2000	266667	416667	0	526803	1.2	1.2
420	780	58500	43940	0	81919	1.2	1.2
421	780	58500	43940	0	81919	1.2	1.2
450	3630	8235562	146410	0	585048	1.2	1.2
451	7150	62934892	288383	0	1164712	1.2	1.2
500	4300	2650233	895833	0	2227260	1.2	1.2
501	2200	554583	293333	0	621315	1.2	1.2
502	3600	1080000	1080000	0	1821862	1.2	1.2
510	3440	2120187	458667	0	1316032	1.2	1.2
515	1040	58587	138667	0	134646	1.2	1.2
520	3200	1092267	666667	0	1340004	1.2	1.2
525	2500	520833	520833	0	878599	1.2	1.2
530	1400	186667	142917	0	264625	1.2	1.2
900	1050	154350	54688	0	133769	1.2	1.2
901	1500	450000	78125	0	238318	1.2	1.2
902	2250	1518750	117187	0	420998	1.2	1.2
903	1875	878906	97656	0	329897	1.2	1.2

Setti

Sez.	Mat.	Spessore [cm]	
100	5	t_M=25 t_F=25	Muro MAN - Canna Ascensore(D.B.)
101	5	t_M=25 t_F=25	Muro MAN - Scale con ascensore(D.B.)
102	5	t_M=48 t_F=48	Muro MAN - Scale con ascensore(D.B.)
103	5	t_M=48 t_F=48	Muro MAN - Scale con ascensore(D.B.)
200	5	t_M=25 t_F=25	Muro MAN - Scale centrali- Trasv.(D.B.)
201	5	t_M=25 t_F=25	Muro MAN - Scale centrali- Long.(D.B.)

300	5	t_M=25 t_F=25	Muro ATR - Scale(D.B.)
301	5	t_M=25 t_F=25	Muro ATR - Scale(D.B.)
310	4	t_M=10 t_F=10	Muro ATRIO - Pilastri muratura(D.B.)
311	4	t_M=10 t_F=10	Muro ATRIO - Pilastri muratura(D.B.)

Elementi 4 nodi

Sez.	Mat.	Spessore [cm]	
200	1	s= 20 [cm]	Mesh isotropa MAN - Soletta ScalaSigmaZ=0

Bielle

Sezione	Materiale	
10	2	CHS_EN10219 139.7X4.0 Controventi parete long. (D.B.)
80	3	Quals. Controventi falda trasv. 200x15(D.B.)
999	99	Quals. Controventi fittizi solaio Dummy
9999	99	Quals. Riferimenti Scale Dummy

Sezione	Area [cm^2]	J3 [cm^4]	J2 [cm^4]	J23 [cm^4]	Jt [cm^4]	Xx	Xy
10	17.05	393	393	0	786	1.5	1.5
80	15	4	4	0	8	11	11
999	1000	1	0	0	0	0	0
9999	1	0	0	0	0	0	0

2.4 Condizioni di carico

Condizione	
1	P.p. x 1.15
2	Permanenti
3	Variabili
4	Neve
5	Vento Pressione
6	Vento Depressione
7	Tamponamenti
8	Sisma X+
9	Sisma Y+
10	Sisma Z

2.5 Aree di carico

Area	Commento	Dir. Orditura	A_x	A_y	A_z	Area

Numero		[deg]	[m²]	[m²]	[m²]	[m²]
1	MAN - Copertura - Coperto	0	0	-0.3	617.6	617.7
2	MAN - Copertura - (Accumulo Atrio)	0	0	0.3	102.5	102.5
3	MAN - Copertura - (Accumulo Torre Scenica)	0	0	0	88.7	88.7
10	Tamponamento Locali Tecnici Maniche	90	0	-707	0	707
100	MAN - P.1. - Palco	0	0	0	9.5	117.7
101	MAN - P.1. - Platea	0	-13.8	0	165.1	165.7
102	MAN - P.1. - Zona 1	0	0	0	273.3	273.3
103	MAN - P.1. - Zona 2	0	0	0	338.5	338.5
200	MAN - P.2.	0	0	0	794.2	794.2
250	ATR - P.2	0	0	0	36.8	144.9
301	ATR-Scale(A,B)	0	0	0	36.9	36.9
302	MAN-Scale(C,D)	0	0	0	53.7	53.7
303	MAN-Scale(E,F)	0	0	0	259.7	259.7
400	ATR - Coperto	0	0	0	387.2	387.2
410	Pensilina 1	0	0	0	70.4	70.4
411	Pensilina 2	0	0	0	111.8	111.8
412	Pensilina 3	0	0	0	93.3	93.3
450	TEATRO - Copertura	0	0	0	1030.6	1030.6
451	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 1	0	0	0	125.1	125.1
452	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 2	0	0	0	76.1	76.1
453	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 3	0	0	0	113.7	113.7
454	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 4	0	0	0	110.9	110.9
500	GALL - Soletta	0	0	0	121.1	121.1
501	GALL - Soletta Sbalzo	0	0	0	26.9	26.9
510	GALL - Rampa	0	38.5	0	121.1	127.1
520	GALL - Retro	0	0	0	138.1	138.1
525	GALL - Foyer	0	0	0	188.8	188.8
526	GALL - Foyer Sbalzo	0	0	0	20.6	20.6
	Σ		24.7	-707.1	5512.2	6442.3

Carichi

Nr.	Condizione	Qz [kN/m2]	Carica	Descrizione
1	2	1.18	Travi	MAN - Copertura - Coperto
1	3	0.00	Travi	MAN - Copertura - Coperto
1	4	1.26	Travi	MAN - Copertura - Coperto
1	5	0.45	Travi	MAN - Copertura - Coperto
1	6	-0.90	Travi	MAN - Copertura - Coperto
1	7	0.00	Travi	MAN - Copertura - Coperto
2	2	1.18	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Atrio)
2	3	0.00	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Atrio)

2	4	1.92	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Atrio)
2	5	0.45	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Atrio)
2	6	-0.90	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Atrio)
2	7	0.00	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Atrio)
3	2	1.18	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Torre Scenica)
3	3	0.00	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Torre Scenica)
3	4	1.44	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Torre Scenica)
3	5	0.45	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Torre Scenica)
3	6	-0.90	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Torre Scenica)
3	7	0.00	Travi	MAN - Copertura - (Accumulo Torre Scenica)
10	2	0.00	Travi	Tamponamento Locali Tecnici Maniche
10	3	0.00	Travi	Tamponamento Locali Tecnici Maniche
10	4	0.00	Travi	Tamponamento Locali Tecnici Maniche
10	5	0.00	Travi	Tamponamento Locali Tecnici Maniche
10	6	0.00	Travi	Tamponamento Locali Tecnici Maniche
10	7	0.30	Travi	Tamponamento Locali Tecnici Maniche
100	2	3.36	Travi	MAN - P.1. - Palco
100	3	5.00	Travi	MAN - P.1. - Palco
100	4	0.00	Travi	MAN - P.1. - Palco
100	5	0.00	Travi	MAN - P.1. - Palco
100	6	0.00	Travi	MAN - P.1. - Palco
100	7	0.00	Travi	MAN - P.1. - Palco
101	2	4.36	Travi	MAN - P.1. - Platea
101	3	4.00	Travi	MAN - P.1. - Platea
101	4	0.00	Travi	MAN - P.1. - Platea
101	5	0.00	Travi	MAN - P.1. - Platea
101	6	0.00	Travi	MAN - P.1. - Platea
101	7	0.00	Travi	MAN - P.1. - Platea
102	2	4.26	Travi	MAN - P.1. - Zona 1
102	3	4.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 1
102	4	0.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 1
102	5	0.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 1
102	6	0.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 1
102	7	0.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 1
103	2	4.16	Travi	MAN - P.1. - Zona 2
103	3	4.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 2
103	4	0.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 2
103	5	0.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 2
103	6	0.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 2
103	7	0.00	Travi	MAN - P.1. - Zona 2
200	2	3.31	Travi	MAN - P.2.
200	3	4.00	Travi	MAN - P.2.
200	4	0.00	Travi	MAN - P.2.
200	5	0.00	Travi	MAN - P.2.

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

200	6	0.00	Travi	MAN - P.2.
200	7	0.00	Travi	MAN - P.2.
250	2	3.36	Travi	ATR - P.2
250	3	5.50	Travi	ATR - P.2
250	4	0.00	Travi	ATR - P.2
250	5	0.00	Travi	ATR - P.2
250	6	0.00	Travi	ATR - P.2
250	7	0.00	Travi	ATR - P.2
301	2	9.40	Nodi	ATR-Scale(A,B)
301	3	5.00	Nodi	ATR-Scale(A,B)
301	4	0.00	Nodi	ATR-Scale(A,B)
301	5	0.00	Nodi	ATR-Scale(A,B)
301	6	0.00	Nodi	ATR-Scale(A,B)
301	7	0.00	Nodi	ATR-Scale(A,B)
302	2	12.20	Nodi	MAN-Scale(C,D)
302	3	5.00	Nodi	MAN-Scale(C,D)
302	4	0.00	Nodi	MAN-Scale(C,D)
302	5	0.00	Nodi	MAN-Scale(C,D)
302	6	0.00	Nodi	MAN-Scale(C,D)
302	7	0.00	Nodi	MAN-Scale(C,D)
303	2	9.40	Nodi	MAN-Scale(E,F)
303	3	5.00	Nodi	MAN-Scale(E,F)
303	4	0.00	Nodi	MAN-Scale(E,F)
303	5	0.00	Nodi	MAN-Scale(E,F)
303	6	0.00	Nodi	MAN-Scale(E,F)
303	7	0.00	Nodi	MAN-Scale(E,F)
400	2	6.03	Travi	ATR - Coperto
400	3	0.00	Travi	ATR - Coperto
400	4	1.26	Travi	ATR - Coperto
400	5	0.45	Travi	ATR - Coperto
400	6	-0.90	Travi	ATR - Coperto
400	7	0.00	Travi	ATR - Coperto
450	2	4.44	Travi	TEATRO - Copertura
450	3	0.00	Travi	TEATRO - Copertura
450	4	1.26	Travi	TEATRO - Copertura
450	5	0.45	Travi	TEATRO - Copertura
450	6	-0.90	Travi	TEATRO - Copertura
450	7	0.00	Travi	TEATRO - Copertura
451	2	4.44	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 1
451	3	0.00	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 1
451	4	1.46	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 1
451	5	0.45	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 1
451	6	-0.90	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 1
451	7	0.00	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 1

452	2	4.44	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 2
452	3	0.00	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 2
452	4	2.32	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 2
452	5	0.45	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 2
452	6	-0.90	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 2
452	7	0.00	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 2
453	2	4.44	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 3
453	3	0.00	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 3
453	4	3.22	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 3
453	5	0.45	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 3
453	6	-0.90	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 3
453	7	0.00	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 3
454	2	4.44	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 4
454	3	0.00	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 4
454	4	4.30	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 4
454	5	0.45	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 4
454	6	-0.90	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 4
454	7	0.00	Travi	Copertura Teatro-Acc. Torre Scen. 4
500	2	6.75	Travi	GALL - Soletta
500	3	1.00	Travi	GALL - Soletta
500	4	0.00	Travi	GALL - Soletta
500	5	0.00	Travi	GALL - Soletta
500	6	0.00	Travi	GALL - Soletta
500	7	0.00	Travi	GALL - Soletta
501	2	5.68	Travi	GALL - Soletta Sbalzo
501	3	5.00	Travi	GALL - Soletta Sbalzo
501	4	0.00	Travi	GALL - Soletta Sbalzo
501	5	0.00	Travi	GALL - Soletta Sbalzo
501	6	0.00	Travi	GALL - Soletta Sbalzo
501	7	0.00	Travi	GALL - Soletta Sbalzo
510	2	7.20	Travi	GALL - Rampa
510	3	4.00	Travi	GALL - Rampa
510	4	0.00	Travi	GALL - Rampa
510	5	0.00	Travi	GALL - Rampa
510	6	0.00	Travi	GALL - Rampa
510	7	0.00	Travi	GALL - Rampa
520	2	8.38	Travi	GALL - Retro
520	3	5.00	Travi	GALL - Retro
520	4	0.00	Travi	GALL - Retro
520	5	0.00	Travi	GALL - Retro
520	6	0.00	Travi	GALL - Retro
520	7	0.00	Travi	GALL - Retro
525	2	4.85	Travi	GALL - Foyer
525	3	5.00	Travi	GALL - Foyer

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

525	4	0.00	Travi	GALL - Foyer
525	5	0.00	Travi	GALL - Foyer
525	6	0.00	Travi	GALL - Foyer
525	7	0.00	Travi	GALL - Foyer
526	2	4.70	Travi	GALL - Foyer Sbalzo
526	3	5.00	Travi	GALL - Foyer Sbalzo
526	4	0.00	Travi	GALL - Foyer Sbalzo
526	5	0.00	Travi	GALL - Foyer Sbalzo
526	6	0.00	Travi	GALL - Foyer Sbalzo
526	7	0.00	Travi	GALL - Foyer Sbalzo
410	2	9.75	Travi	Copertura Pensilina 1
410	3	0.00	Travi	Copertura Pensilina 1
410	4	1.26	Travi	Copertura Pensilina 1
410	5	0.45	Travi	Copertura Pensilina 1
410	6	-0.90	Travi	Copertura Pensilina 1
410	7	0.00	Travi	Copertura Pensilina 1
411	2	9.75	Travi	Copertura Pensilina 2
411	3	0.00	Travi	Copertura Pensilina 2
411	4	1.51	Travi	Copertura Pensilina 2
411	5	0.45	Travi	Copertura Pensilina 2
411	6	-0.90	Travi	Copertura Pensilina 2
411	7	0.00	Travi	Copertura Pensilina 2
412	2	9.75	Travi	Copertura Pensilina 3
412	3	0.00	Travi	Copertura Pensilina 3
412	4	2.17	Travi	Copertura Pensilina 3
412	5	0.45	Travi	Copertura Pensilina 3
412	6	-0.90	Travi	Copertura Pensilina 3
412	7	0.00	Travi	Copertura Pensilina 3

2.6 Combinazioni di carico

		1	2	3	4	5	6	7
Nr.	SLU	P.p. x 1.15	Permanenti	Variabili	Neve	Vento Pressione	Vento Depressione	Tamponamenti
1	(SLU) P.p.	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
2	(SLU) Perm.	1.30	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50
3	(SLU) Perm. + Var.	1.30	1.30	1.50	0.00	0.00	0.00	1.50
4	(SLU) Perm. + Neve	1.30	1.30	0.00	1.50	0.00	0.00	1.50
5	(SLU) Perm. + Var. + Neve	1.30	1.30	1.50	0.75	0.00	0.00	1.50
6	(SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	1.30	1.30	1.50	0.75	0.90	0.00	1.50
7	(SLU) Perm. + Neve + Vento press.	1.30	1.30	0.00	1.50	0.90	0.00	1.50

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nr.	SLV	P.p. x 1.15	Permanenti	Variabili	Neve	Vento Pressione	Vento Depressione	Tamponamenti	Sisma X+	Sisma Y+	Sisma Z
1	Sisma X+ Y+ Z+	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1	0.3	0.3
2	Sisma X+ Y+ Z-	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	1	0.3	-0.3
3	Sisma X- Y- Z+	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	-1	-0.3	0.3
4	Sisma X- Y- Z-	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	-1	-0.3	-0.3
5	Sisma Y+ X+ Z+	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.3	1	0.3
6	Sisma Y+ X+ Z-	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.3	1	-0.3
7	Sisma Y- X- Z+	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.3	-1	0.3
8	Sisma Y- X- Z-	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.3	-1	-0.3
9	Sisma Z+ Y+ X+	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.3	0.3	1
10	Sisma Z+ Y- X-	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.3	-0.3	1
11	Sisma Z- Y+ X+	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	0.3	0.3	-1
12	Sisma Z- Y- X-	1.00	1.00	0.60	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.3	-0.3	-1

		1	2	3	4	5	6	7
Nr.	SLE RARE	P.p. x 1.15	Permanenti	Variabili	Neve	Vento Pressione	Vento Depressione	Tamponamenti
1	(SLE) P.p.	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	(SLE) Perm.	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	(SLE) Perm. + Var.	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	(SLE) Perm. + Neve	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
5	(SLE) Perm. + Var. + Neve	1.00	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	1.00
6	(SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	1.00	1.00	1.00	0.50	0.60	0.00	1.00
7	(SLE) Perm. + Neve + Vento press.	1.00	1.00	0.00	1.00	0.60	0.00	1.00

2.7 Principali risultati dell'analisi frequenziale

2.7.1 Frequenza naturali

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00000 [deg] SLV	7	0.44	21.8	99.0
90.00000 [deg] SLV	39	0.49	26.1	99.0
Verticale SLV V.	99	0.02	30.7	95.3

Sisma Dir. X

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficente di Partecipazione	$\%\|L_i\|/\|L_1\|$	Massa Modale	$\% M_{mi}/M_{mtot}$	$\% \Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
7	0.44	0.184	3.78E+02		1.43E+05	21.8	21.8
27	0.13	0.199	3.62E+02	95.7	1.31E+05	19.9	41.7
28	0.12	0.189	-2.69E+02	71.1	7.23E+04	11	52.7
26	0.14	0.204	-2.63E+02	69.5	6.92E+04	10.5	63.2
3	0.61	0.134	1.94E+02	51.3	3.76E+04	5.7	68.9
2	0.78	0.104	1.93E+02	51.1	3.73E+04	5.7	74.6
23	0.19	0.204	-1.57E+02	41.5	2.47E+04	3.8	78.3
33	0.02	0.092	-1.51E+02	40	2.29E+04	3.5	81.8
32	0.04	0.11	1.49E+02	39.3	2.21E+04	3.4	85.2
29	0.1	0.171	-1.41E+02	37.4	2.00E+04	3	88.2
31	0.06	0.128	-1.24E+02	32.9	1.55E+04	2.3	90.5
30	0.08	0.149	-1.23E+02	32.6	1.52E+04	2.3	92.9
24	0.18	0.204	1.01E+02	26.7	1.02E+04	1.6	94.4
5	0.52	0.157	-8.75E+01	23.1	7.65E+03	1.2	95.6
25	0.16	0.204	7.56E+01	20	5.72E+03	0.9	96.4
21	0.22	0.204	6.01E+01	15.9	3.62E+03	0.5	97
12	0.37	0.204	-4.83E+01	12.8	2.33E+03	0.4	97.3
1	1.02	0.08	4.76E+01	12.6	2.27E+03	0.3	97.7
22	0.2	0.204	4.29E+01	11.3	1.84E+03	0.3	98
9	0.42	0.194	-4.21E+01	11.1	1.77E+03	0.3	98.2
15	0.3	0.204	4.07E+01	10.7	1.65E+03	0.3	98.5
6	0.49	0.166	3.80E+01	10	1.44E+03	0.2	98.7
8	0.43	0.19	2.63E+01	6.9	6.90E+02	0.1	98.8
10	0.4	0.203	2.56E+01	6.8	6.56E+02	0.1	98.9
20	0.23	0.204	-1.78E+01	4.7	3.18E+02	0	99
13	0.35	0.204	-3.50E+00	0.9	1.22E+01	0	99
19	0.25	0.204	2.82E+00	0.7	7.95E+00	0	99
18	0.26	0.204	1.04E+00	0.3	1.08E+00	0	99
16	0.3	0.204	-4.67E-01	0.1	2.18E-01	0	99

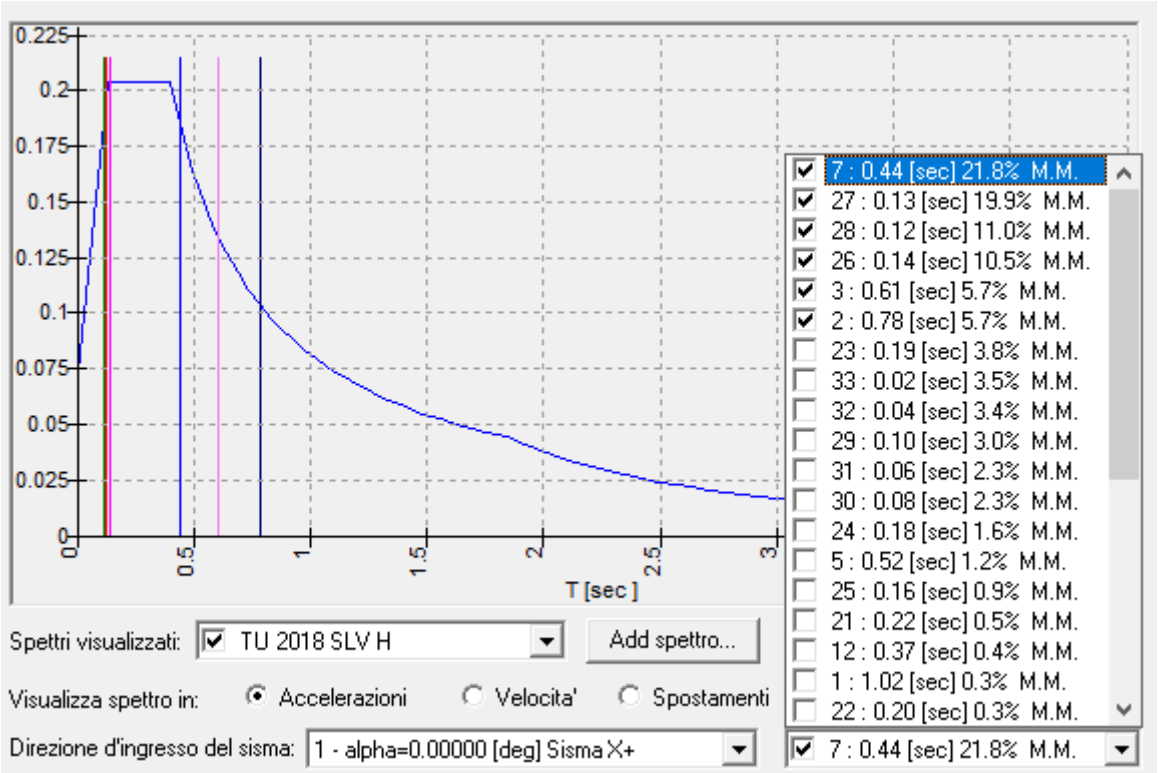
17	0.28	0.204	-1.10E-01	0	1.20E-02	0	99
14	0.33	0.204	3.62E-02	0	1.31E-03	0	99
4	0.54	0.15	6.03E-03	0	3.63E-05	0	99
11	0.39	0.204	8.81E-04	0	7.76E-07	0	99

Sisma Dir. Y

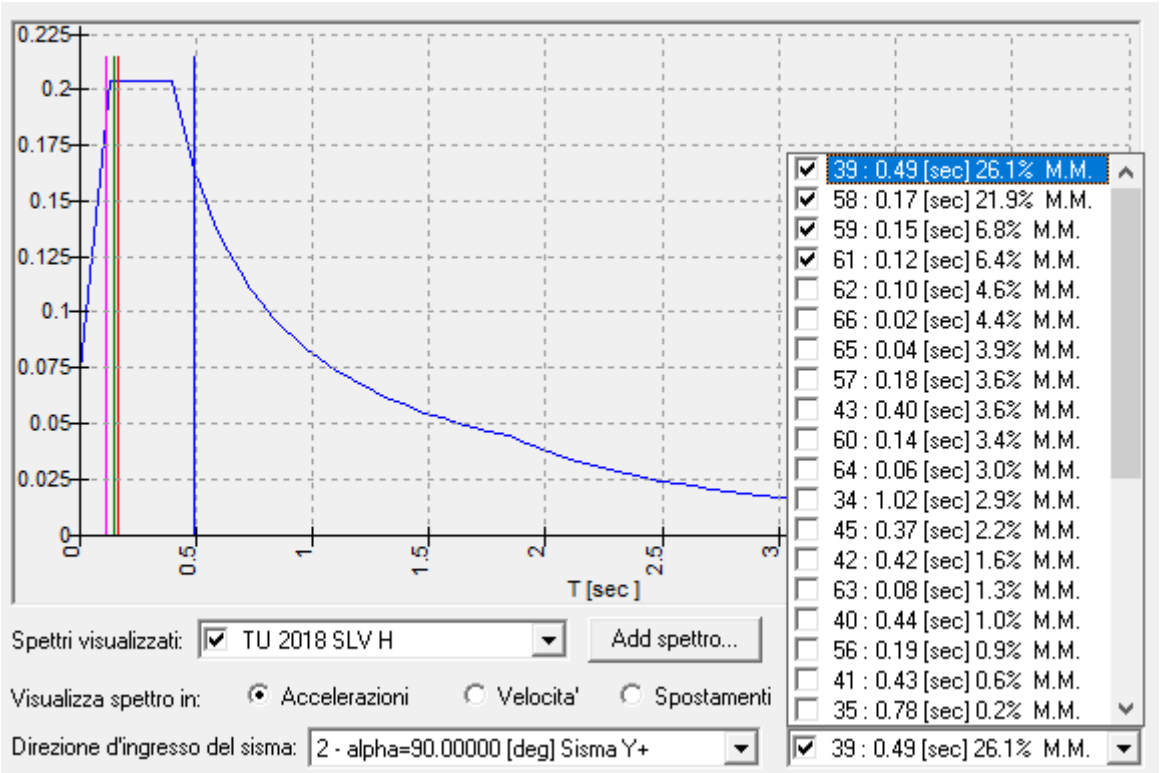
Modo	Periodo [sec]	R	Coefficente di Partecipazione	$\%\|L_i\|/\|L_1\|$	Massa Modale	$\% M_{mi}/M_{mtot}$	$\% \Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
39	0.49	0.166	4.14E+02		1.72E+05	26.1	26.1
58	0.17	0.204	3.80E+02	91.7	1.44E+05	21.9	48
59	0.15	0.204	2.12E+02	51.2	4.49E+04	6.8	54.9
61	0.12	0.187	2.05E+02	49.5	4.22E+04	6.4	61.3
62	0.1	0.171	-1.74E+02	41.9	3.02E+04	4.6	65.9
66	0.02	0.094	-1.70E+02	41	2.89E+04	4.4	70.3
65	0.04	0.111	-1.59E+02	38.5	2.54E+04	3.9	74.1
57	0.18	0.204	-1.55E+02	37.4	2.40E+04	3.6	77.8
43	0.4	0.203	-1.53E+02	37	2.35E+04	3.6	81.3
60	0.14	0.204	1.50E+02	36.1	2.24E+04	3.4	84.7
64	0.06	0.13	1.41E+02	34	1.98E+04	3	87.7
34	1.02	0.08	1.39E+02	33.5	1.92E+04	2.9	90.7
45	0.37	0.204	-1.20E+02	29.1	1.45E+04	2.2	92.9
42	0.42	0.194	1.03E+02	24.7	1.05E+04	1.6	94.5
63	0.08	0.148	-9.40E+01	22.7	8.83E+03	1.3	95.8
40	0.44	0.184	-8.27E+01	19.9	6.83E+03	1	96.9
56	0.19	0.204	7.87E+01	19	6.19E+03	0.9	97.8
41	0.43	0.19	-6.19E+01	14.9	3.83E+03	0.6	98.4
35	0.78	0.104	-3.63E+01	8.7	1.31E+03	0.2	98.6
55	0.21	0.204	-3.56E+01	8.6	1.27E+03	0.2	98.8
38	0.52	0.157	-2.74E+01	6.6	7.50E+02	0.1	98.9
49	0.3	0.204	1.68E+01	4.1	2.82E+02	0	98.9
53	0.25	0.204	1.28E+01	3.1	1.63E+02	0	99
54	0.23	0.204	-7.59E+00	1.8	5.77E+01	0	99
46	0.35	0.204	-5.60E+00	1.4	3.14E+01	0	99
51	0.27	0.204	-5.56E+00	1.3	3.09E+01	0	99
52	0.26	0.204	-4.98E+00	1.2	2.48E+01	0	99
36	0.61	0.134	4.79E+00	1.2	2.29E+01	0	99
37	0.54	0.15	-3.40E-01	0.1	1.16E-01	0	99
50	0.29	0.204	-3.37E-01	0.1	1.14E-01	0	99
47	0.35	0.204	1.71E-01	0	2.92E-02	0	99
48	0.33	0.204	-1.46E-02	0	2.14E-04	0	99
44	0.39	0.204	-4.21E-04	0	1.77E-07	0	99

Sisma Dir. Z

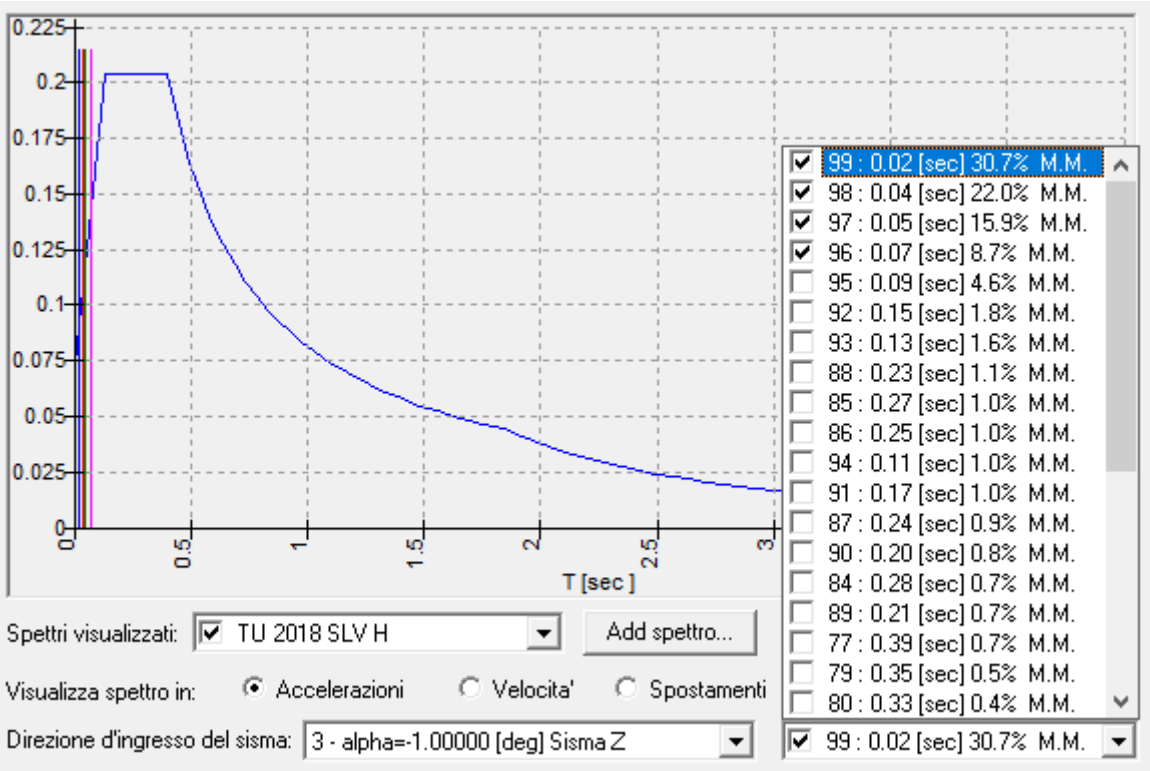
Modo	Periodo [sec]	R	Coefficente di Partecipazione	%|L_i|/|L_1|	Massa Modale	% M_{mi}/M_{mtot}	% Σ M_{mi}/M_{mtot}
99	0.02	0.028	-4.49E+02		2.02E+05	30.7	30.7
98	0.04	0.033	-3.80E+02	84.6	1.45E+05	22	52.7
97	0.05	0.038	3.23E+02	71.9	1.04E+05	15.9	68.6
96	0.07	0.038	-2.39E+02	53.1	5.70E+04	8.7	77.2
95	0.09	0.038	1.74E+02	38.7	3.02E+04	4.6	81.8
92	0.15	0.037	1.07E+02	23.9	1.15E+04	1.8	83.6
93	0.13	0.038	1.03E+02	22.9	1.06E+04	1.6	85.2
88	0.23	0.025	8.60E+01	19.1	7.39E+03	1.1	86.3
85	0.27	0.021	-8.25E+01	18.4	6.80E+03	1	87.3
86	0.25	0.022	-8.05E+01	17.9	6.49E+03	1	88.3
94	0.11	0.038	-8.02E+01	17.8	6.43E+03	1	89.3
91	0.17	0.032	7.92E+01	17.6	6.28E+03	1	90.3
87	0.24	0.023	7.77E+01	17.3	6.03E+03	0.9	91.2
90	0.2	0.029	7.43E+01	16.5	5.52E+03	0.8	92
84	0.28	0.02	6.84E+01	15.2	4.68E+03	0.7	92.7
89	0.21	0.027	-6.78E+01	15.1	4.60E+03	0.7	93.4
77	0.39	0.014	-6.56E+01	14.6	4.30E+03	0.7	94.1
79	0.35	0.016	5.52E+01	12.3	3.05E+03	0.5	94.5
80	0.33	0.017	5.23E+01	11.6	2.73E+03	0.4	95
83	0.3	0.019	-2.77E+01	6.2	7.68E+02	0.1	95.1
70	0.54	0.012	2.71E+01	6	7.33E+02	0.1	95.2
82	0.3	0.019	-2.12E+01	4.7	4.51E+02	0.1	95.3
74	0.43	0.013	5.63E+00	1.3	3.17E+01	0	95.3
75	0.42	0.014	3.49E+00	0.8	1.22E+01	0	95.3
78	0.37	0.015	-3.42E+00	0.8	1.17E+01	0	95.3
73	0.44	0.013	-1.43E+00	0.3	2.06E+00	0	95.3
72	0.49	0.012	1.42E+00	0.3	2.02E+00	0	95.3
76	0.4	0.014	-8.40E-01	0.2	7.06E-01	0	95.3
81	0.33	0.017	6.68E-01	0.1	4.46E-01	0	95.3
69	0.61	0.012	1.40E-01	0	1.95E-02	0	95.3
68	0.78	0.012	-2.55E-02	0	6.52E-04	0	95.3
67	1.02	0.012	8.96E-03	0	8.04E-05	0	95.3
71	0.52	0.012	6.48E-03	0	4.19E-05	0	95.3



Sisma X – Ordinate spettrali (Spettro sisma SLV 100%)

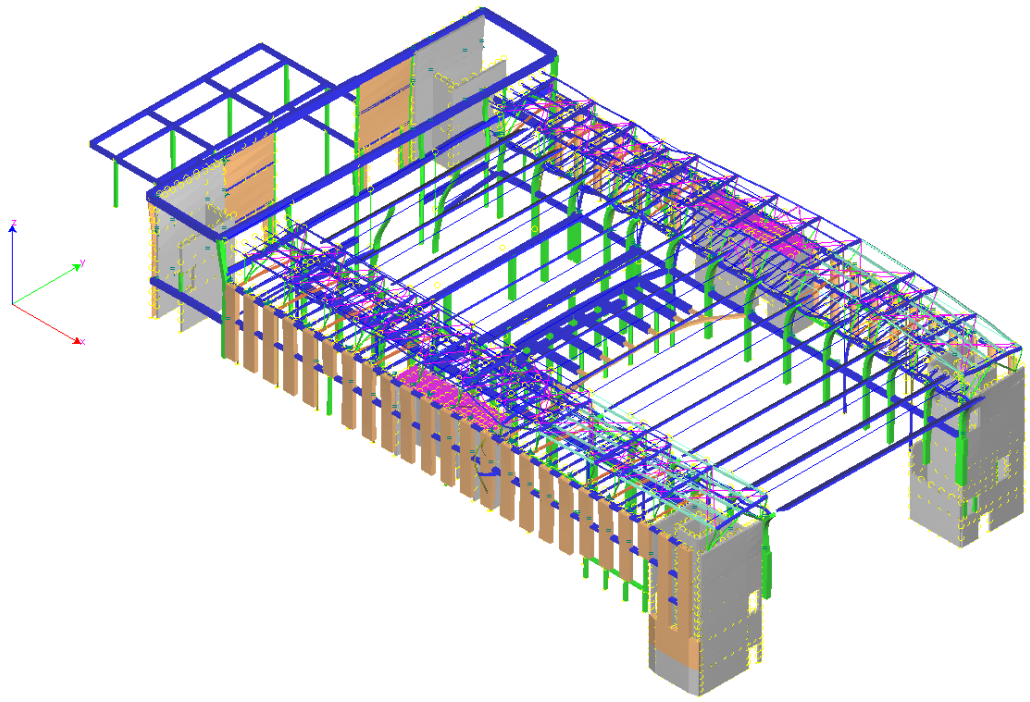


Sisma Y – Ordinate spettrali (Spettro sisma SLV 100%)

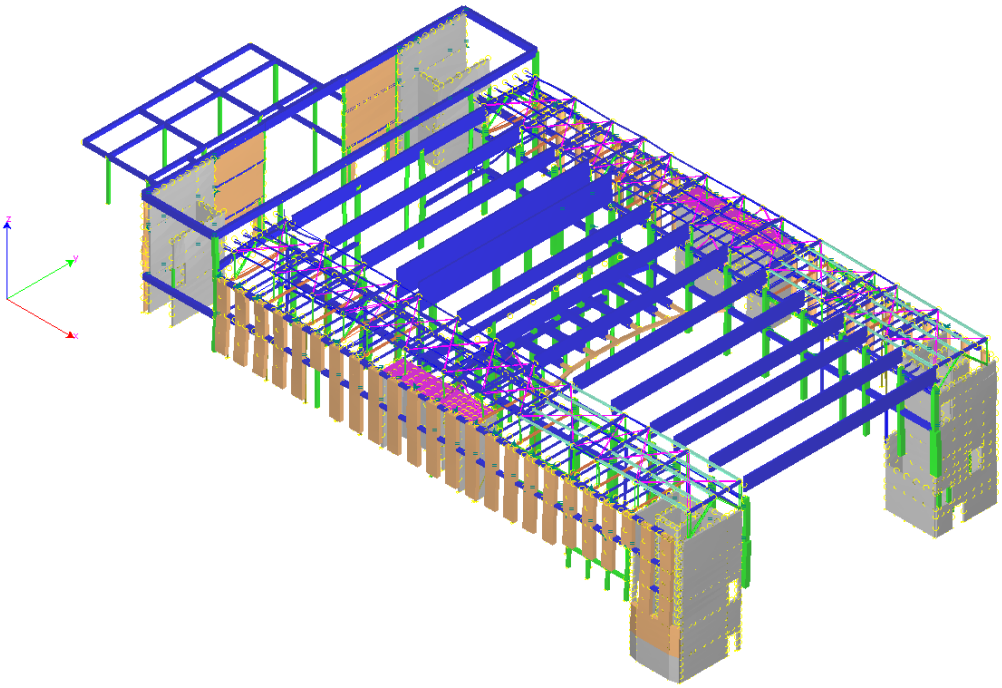


Sisma Z – Ordinate spettrali (Spettro sisma SLV 100%)

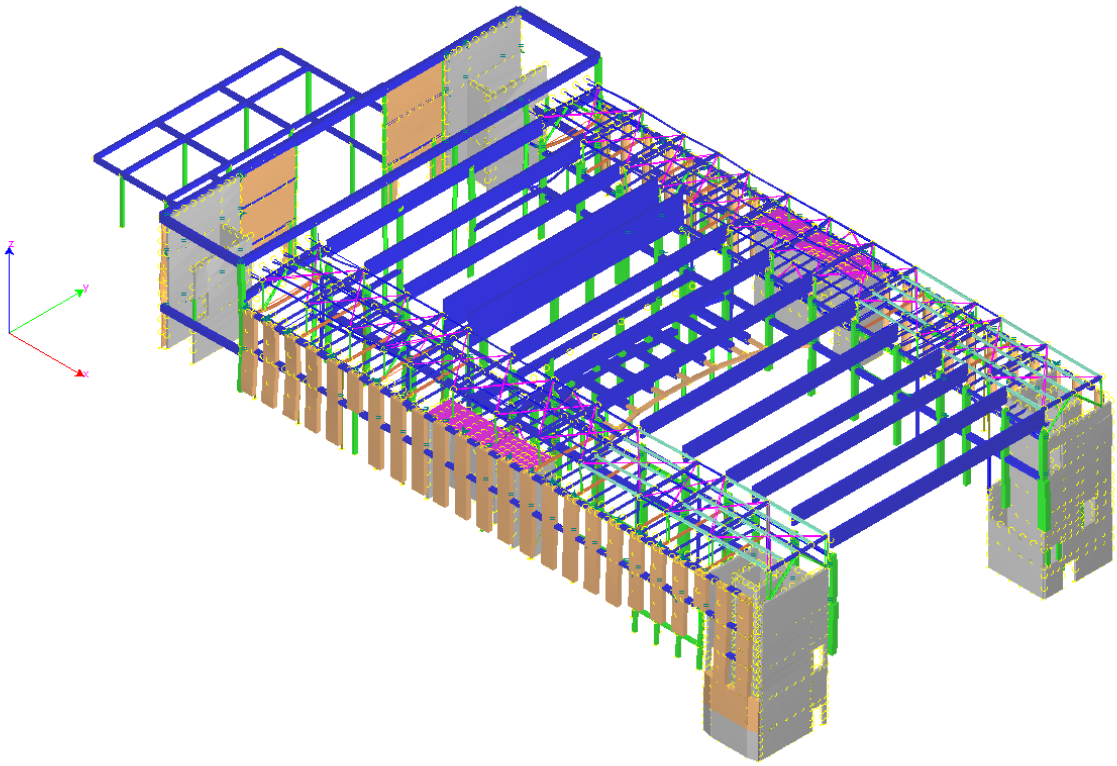
2.7.2 Modi di vibrare



Dir. X - Modo nr. 7 T = 0.44 sec



Dir. X - Modo nr. 27 T = 0.13 sec



Dir. Y - Modo nr. 39 T = 0.49 sec

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2.8 Principali risultati dell'analisi statica e dinamica

2.8.1 Deformate e spostamenti

2.8.1.1 Spostamenti massimi

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Componente	Valori Min			Valori Max		
	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore
Ux	1 (SLU) P.p.	46	-0.2 [cm]	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	2951	0.6 [cm]
Uy	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	726	-1.3 [cm]	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	701	1.7 [cm]
Uz	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	874	-18.1 [cm]	7 (SLU) Perm. + Neve + Vento press.	726	1.4 [cm]
Rx	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	858	-2.72507 [deg]	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	736	1.91038 [deg]
Ry	3 (SLU) Perm. + Var.	948	-5.40583 [deg]	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	859	5.52378 [deg]
Rz	7 (SLU) Perm. + Neve + Vento press.	517	-1.03891 [deg]	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	2943	0.18736 [deg]

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Componente	Valori Min			Valori Max		
	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore
Ux	11 Sisma X- Y-Z-	90	-2.1 [cm]	8 Sisma X+ Y+ Z+	90	2.1 [cm]
Uy	14 Sisma Y- X- Z+	2854	-2.1 [cm]	12 Sisma Y+ X+ Z+	1518	2.7 [cm]
Uz	16 Sisma Z+ Y+ X+	874	-10.5 [cm]	15 Sisma Y- X-Z-	726	0.4 [cm]
Rx	12 Sisma Y+ X+ Z+	858	-1.5641 [deg]	12 Sisma Y+ X+ Z+	774	1.19746 [deg]
Ry	16 Sisma Z+ Y+ X+	948	-3.13032 [deg]	16 Sisma Z+ Y+ X+	859	3.19588 [deg]
Rz	8 Sisma X+ Y+ Z+	81	-0.94166 [deg]	11 Sisma X- Y-Z-	81	0.94485 [deg]

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Componente	Valori Min			Valori Max		
	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore
Ux	32 (SLE) P.p.	46	-0.1 [cm]	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	2951	0.5 [
Uy	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	2915	-0.9 [cm]	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	701	1.2 [
Uz	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	874	-12.9 [cm]	38 (SLE) Perm. + Neve + Vento press.	726	1 [
Rx	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	858	-1.93632 [deg]	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	736	1.35761 [
Ry	34 (SLE) Perm. + Var.	948	-3.84357 [deg]	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	859	3.92763 [
Rz	38 (SLE) Perm. + Neve + Vento press.	517	-0.73094 [deg]	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	2943	0.13491 [

2.8.1.2 Spostamenti massimi corpi scala

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Componente	Valori Min			Valori Max		
	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore
Ux	7 (SLU) Perm. + Neve + Vento press.	312	0 [cm]	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	234	0 [cm]
Uy	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	1201	0 [cm]	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	1951	0 [cm]
Uz	6 (SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	1951	-0.1 [cm]	1 (SLU) P.p.	218	0 [cm]
Rx	7 (SLU) Perm. + Neve + Vento press.	1009	-0.02767 [deg]	7 (SLU) Perm. + Neve + Vento press.	1025	0.0261 [deg]
Ry	7 (SLU) Perm. + Neve + Vento press.	312	-0.00922 [deg]	7 (SLU) Perm. + Neve + Vento press.	920	0.03283 [deg]
Rz	7 (SLU) Perm. + Neve + Vento press.	918	-0.00725 [deg]	7 (SLU) Perm. + Neve + Vento press.	888	0.00624 [deg]

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

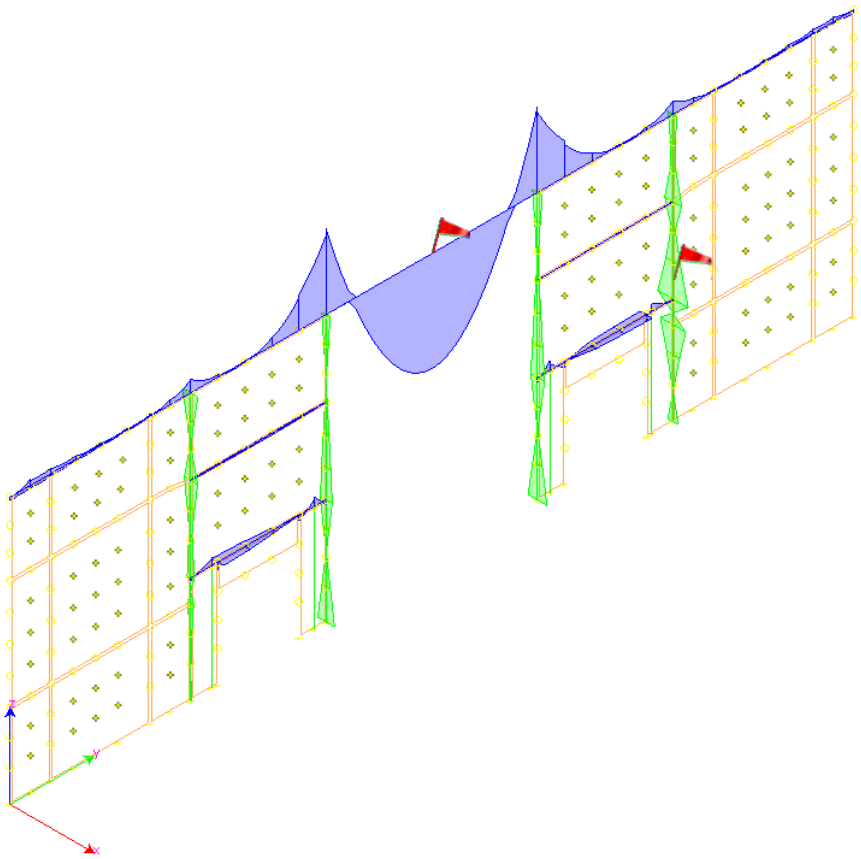
Componente	Valori Min			Valori Max		
	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore
Ux	15 Sisma Y- X- Z-	303	-1.7 [cm]	12 Sisma Y+ X+ Z+	303	1.7 [cm]
Uy	14 Sisma Y- X- Z+	1052	-0.3 [cm]	12 Sisma Y+ X+ Z+	1050	0.3 [cm]
Uz	14 Sisma Y- X- Z+	920	-0.1 [cm]	13 Sisma Y+ X+ Z-	920	0.1 [cm]
Rx	12 Sisma Y+ X+ Z+	1009	-0.04376 [deg]	14 Sisma Y- X- Z+	1052	0.04458 [deg]
Ry	11 Sisma X- Y- Z-	312	-0.26096 [deg]	8 Sisma X+ Y+ Z+	312	0.2486 [deg]
Rz	15 Sisma Y- X- Z-	303	-0.09679 [deg]	12 Sisma Y+ X+ Z+	303	0.09669 [deg]

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Componente	Valori Min			Valori Max		
	Comb	Nodo	Valore	Comb	Nodo	Valore
Ux	38 (SLE) Perm. + Neve + Vento press.	312	0 [cm]	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	234	0 [cm]
Uy	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	1201	0 [cm]	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	1951	0 [cm]
Uz	37 (SLE) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	1951	-0.1 [cm]	32 (SLE) P.p.	218	0 [cm]
Rx	38 (SLE) Perm. + Neve + Vento press.	1009	-0.02037 [deg]	38 (SLE) Perm. + Neve + Vento press.	1052	0.01919 [deg]
Ry	38 (SLE) Perm. + Neve + Vento press.	312	-0.00767 [deg]	38 (SLE) Perm. + Neve + Vento press.	920	0.02407 [deg]
Rz	38 (SLE) Perm. + Neve + Vento press.	918	-0.00523 [deg]	38 (SLE) Perm. + Neve + Vento press.	888	0.00454 [deg]

2.8.2 Sollecitazioni

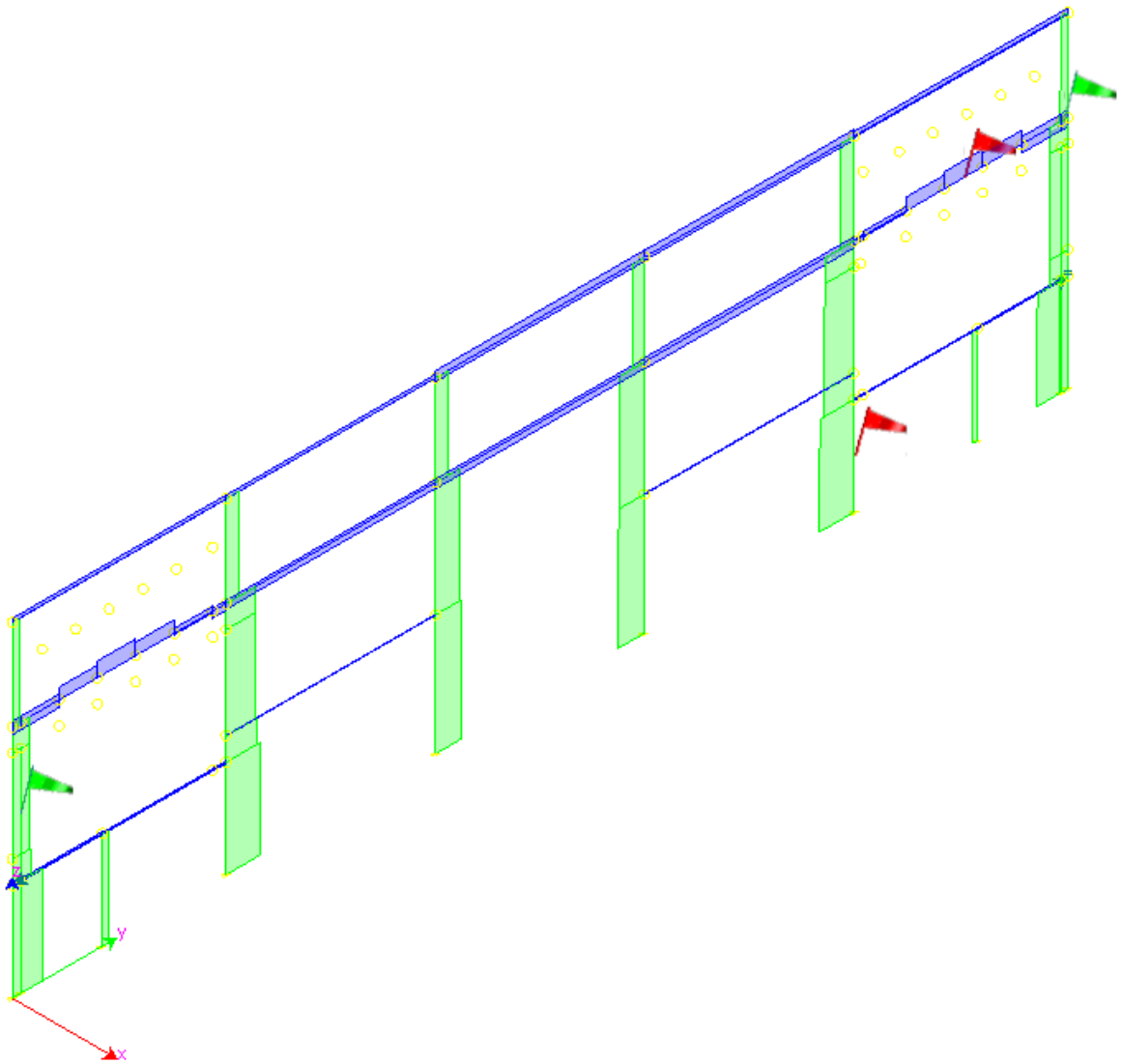
Le immagini seguenti ed i valori esposti sono riferiti a combinazioni di carico SLV con componenti sismiche al 30%.



Fronte Atrio – Momento flettente – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
301 Travi	182 181 (7)	339.9	167 168 (15)	-15.4
302 Travi	180 181 (7)	365.9	180 181 (7)	-491.0
310 Travi	2889 86 (7)	42.0	91 2891 (7)	-31.4

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

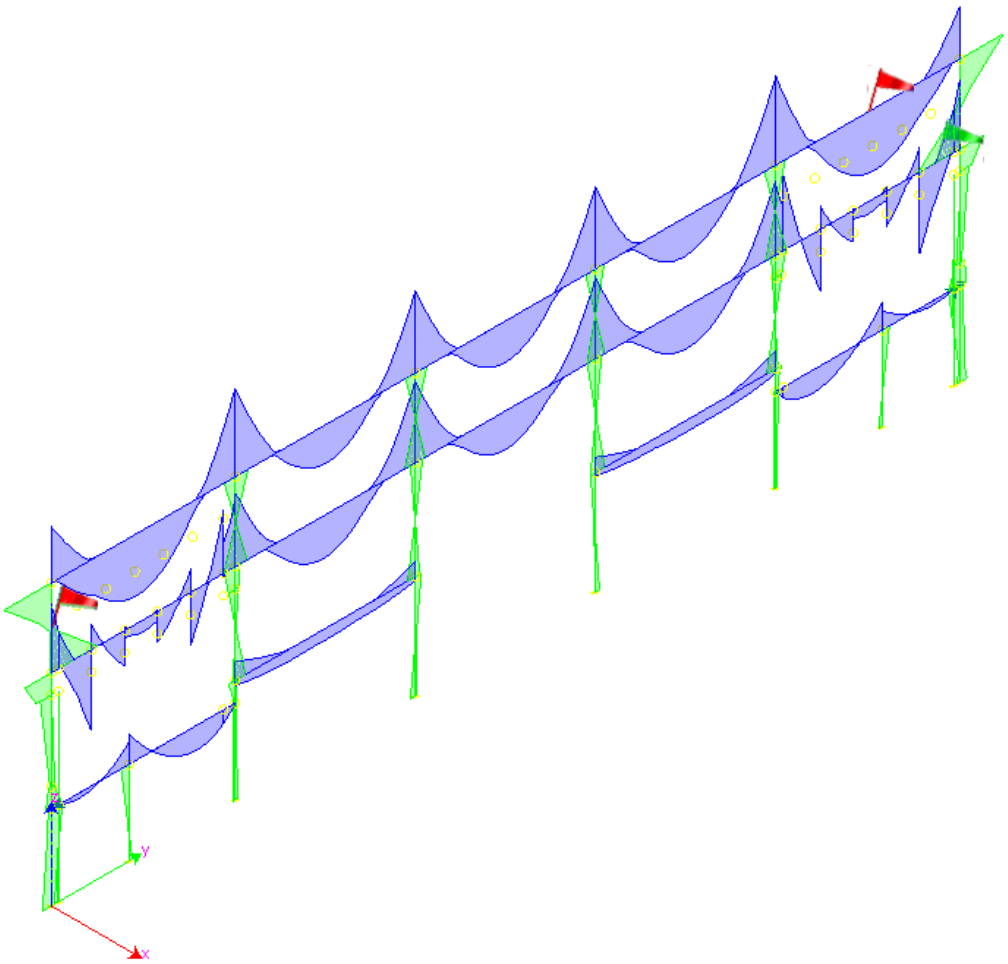


Telaio posteriore Atrio – Sforzo assiale – Inviluppo combinazioni

Sez		Max [kN]		Min [kN]
102	Pilastri 443 454 (6)	236.5	442 453 (20)	0.0
300	Pilastri 450 462 (6)	1229.4	462 440 (20)	0.0
301	Pilastri 447 459 (6)	1359.9	444 456 (20)	0.0
304	Pilastri 491 503 (7)	519.3	488 500 (20)	0.0

Max 1359.9 Min 0.0 [kN]

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



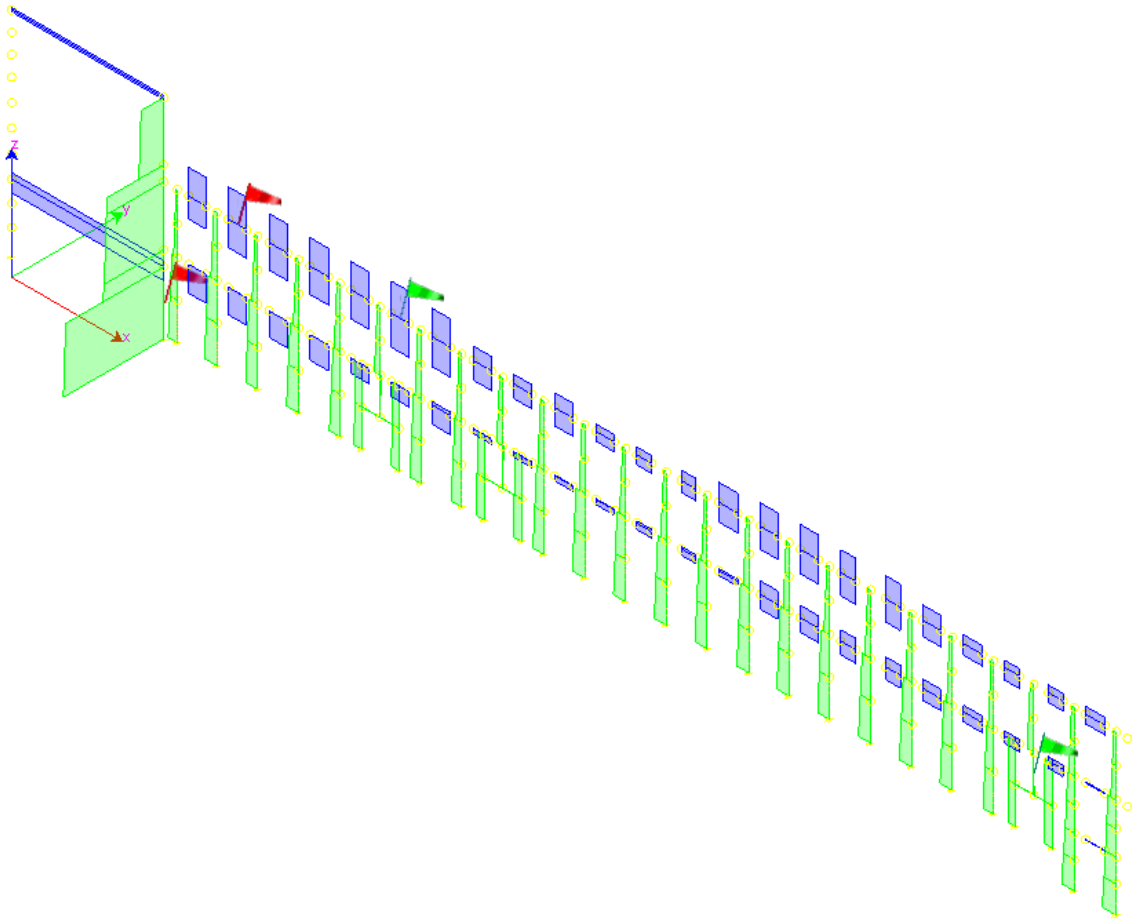
Telaio posteriore Atrio – Momento flettente – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
102 Pilastri	443 454 (6)	16.6	443 454 (6)	-35.2
300 Pilastri	498 504 (6)	168.3	498 504 (6)	-173.3
301 Pilastri	463 480 (15)	25.2	480 488 (15)	-24.7
304 Pilastri	488 500 (14)	19.9	489 501 (15)	-17.0

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
100 Travi	454 455 (6)	122.5	454 455 (3)	-98.9
300 Travi	488 489 (7)	328.8	497 496 (3)	-324.2
301 Travi	504 503 (7)	353.9	499 500 (7)	-247.2

Max 353.9 Min -324.2 [kNm]

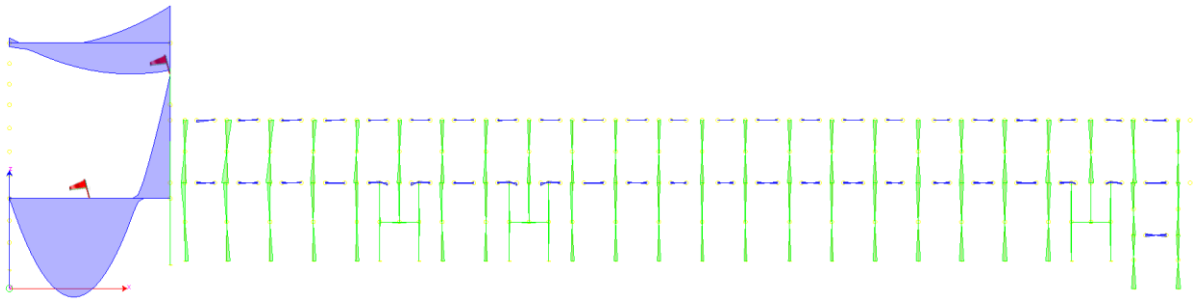
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



Telaio longitudinale esterno lato BCC – Sforzo assiale – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kN]		Min [kN]	
300 Pilastri	450 462 (6)	1229.4	472 498 (20)	0.0
399 Pilastri	2535 2536 (6)	169.8	3014 2985 (1)	-17.8
401 Pilastri	3015 3016 (3)	103.3	763 871 (10)	-0.8

Sez	Max [kN]		Min [kN]	
300 Travi	64 462 (20)	0.0	64 462 (13)	-70.9
301 Travi	194 504 (13)	6.6	194 504 (14)	-6.9
400 Travi	573 577 (14)	116.0	536 553 (3)	-306.1

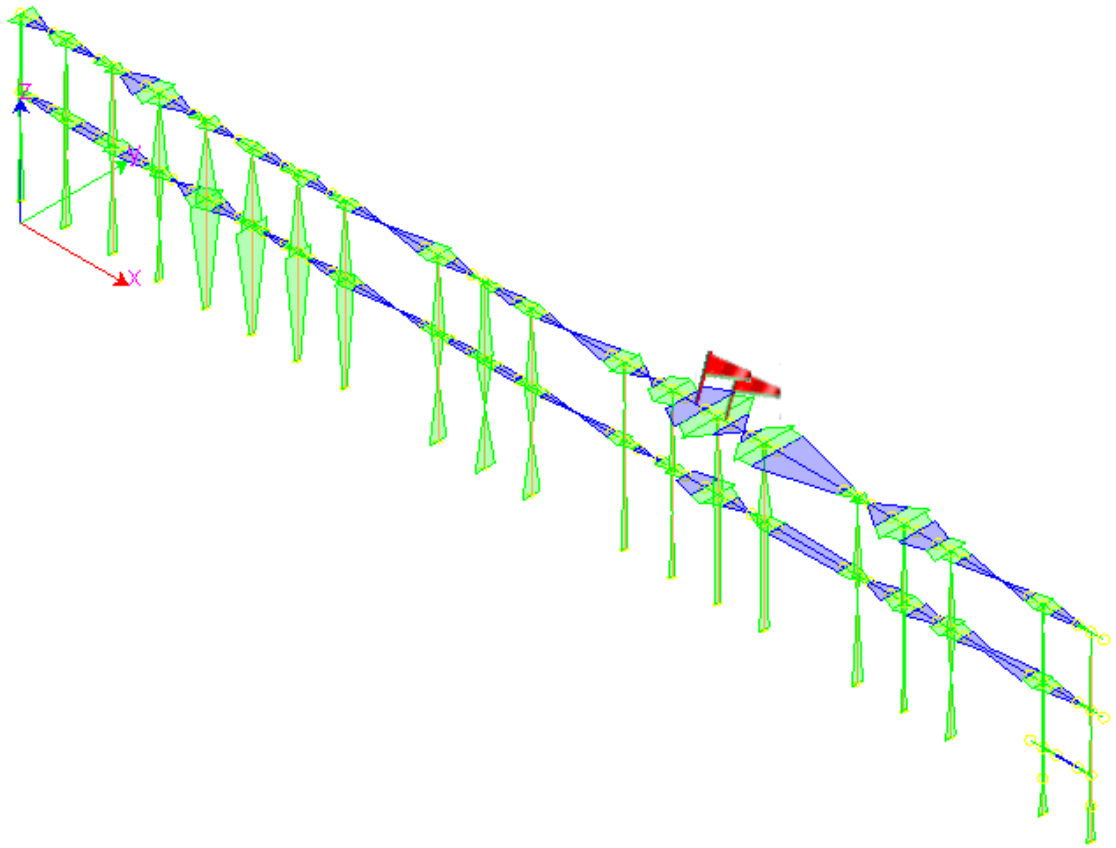


Telaio longitudinale esterno lato BCC – Momento flettente – Inviluppo combinazioni

Sez		Max [kNm]		Min [kNm]
300 Pilastri	498 504 (6)	168.3	498 504 (6)	-173.3
399 Pilastri	3662 508 (3)	17.7	506 3662 (3)	-15.9
401 Pilastri	871 872 (10)	1.0	1164 1167 (1)	-5.4

Sez		Max [kNm]		Min [kNm]
300 Travi	64 462 (7)	715.2	64 462 (1)	-570.4
301 Travi	194 504 (14)	84.1	194 504 (13)	-98.3
400 Travi	3017 2065 (3)	9.7	732 872 (3)	-15.5

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

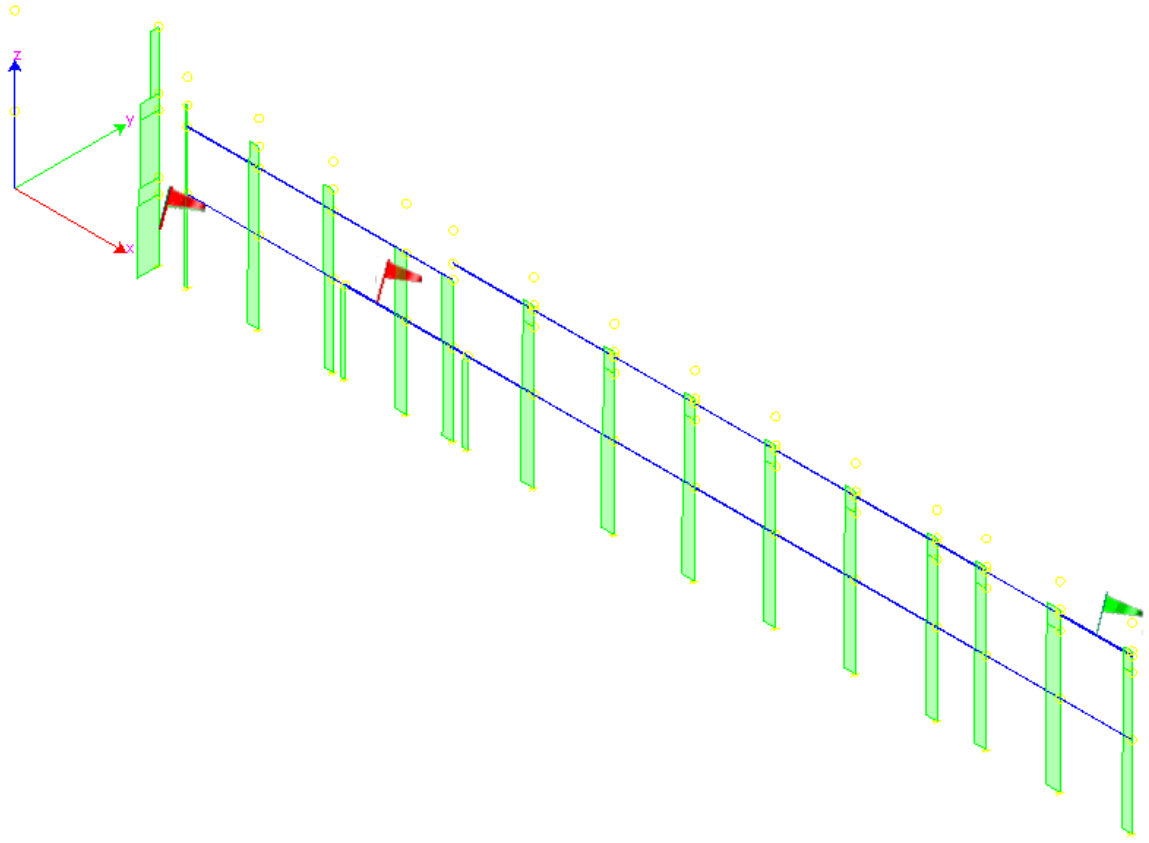


Telaio longitudinale esterno lato BCC – Momento flettente fuori piano – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
300 Pilastri	450 462 (7)	315.0	462 440 (3)	-400.9
399 Pilastri	727 3686 (13)	10.7	727 3686 (14)	-10.4
401 Pilastri	527 605 (13)	3.6	836 871 (14)	-3.3

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
300 Travi	64 462 (13)	2.6	64 462 (14)	-2.0
301 Travi	194 504 (14)	4.6	194 504 (13)	-5.0
400 Travi	537 554 (3)	20.0	2930 980 (14)	-15.5

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

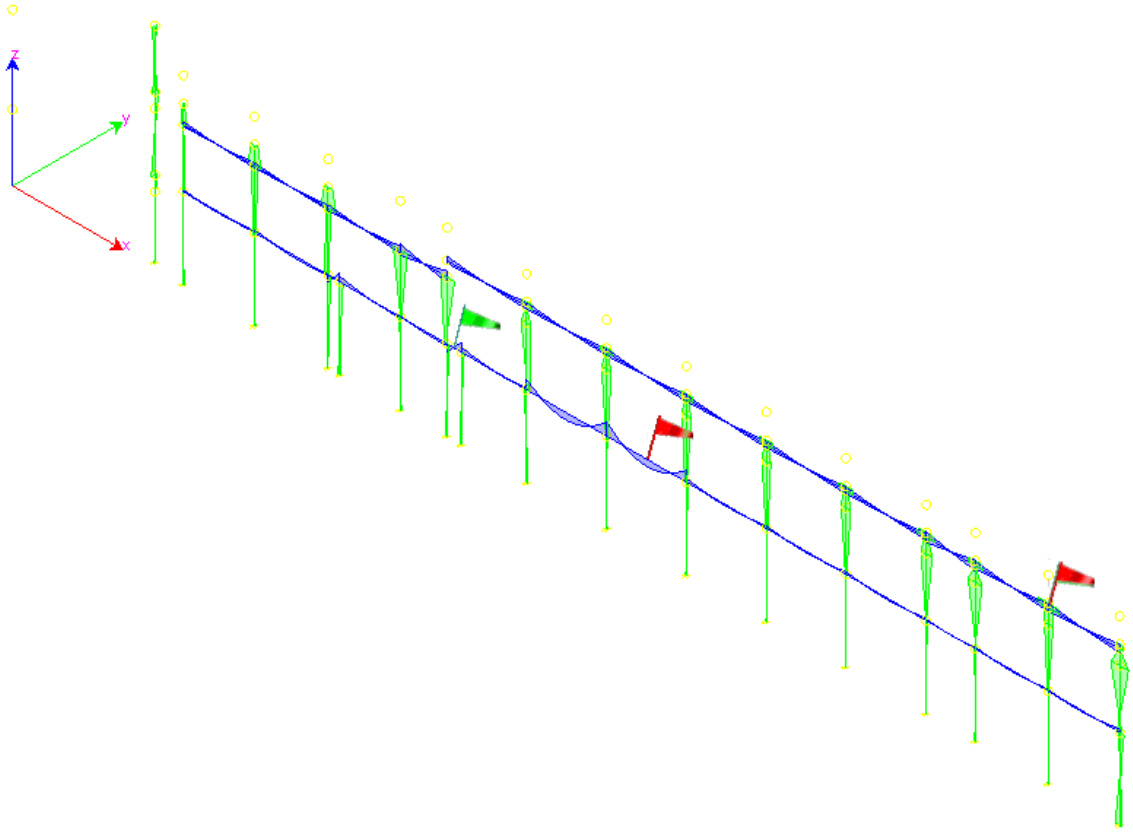


Telaio longitudinale interno lato BCC – Sforzo assiale – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kN]		Min [kN]	
301 Pilastri	447 459 (6)	1359.9	447 459 (20)	0.0
304 Pilastri	491 503 (7)	519.3	491 503 (20)	0.0
410 Pilastri	2845 2847 (7)	647.6	2845 2847 (20)	0.0
415 Pilastri	846 848 (6)	332.6	711 717 (20)	0.0
416 Pilastri	2266 2268 (7)	920.5	592 594 (20)	0.0
417 Pilastri	2269 2272 (7)	811.6	2932 992 (20)	0.0
420 Pilastri	540 542 (7)	187.7	540 542 (20)	0.0

Sez	Max [kN]		Min [kN]	
410 Travi	1692 1778 (11)	22.5	1483 1623 (8)	-40.0
411 Travi	717 756 (9)	65.6	756 804 (10)	-32.5
420 Travi	2269 2848 (8)	50.0	2269 2848 (11)	-45.7
421 Travi	543 595 (10)	33.3	543 595 (9)	-27.0

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

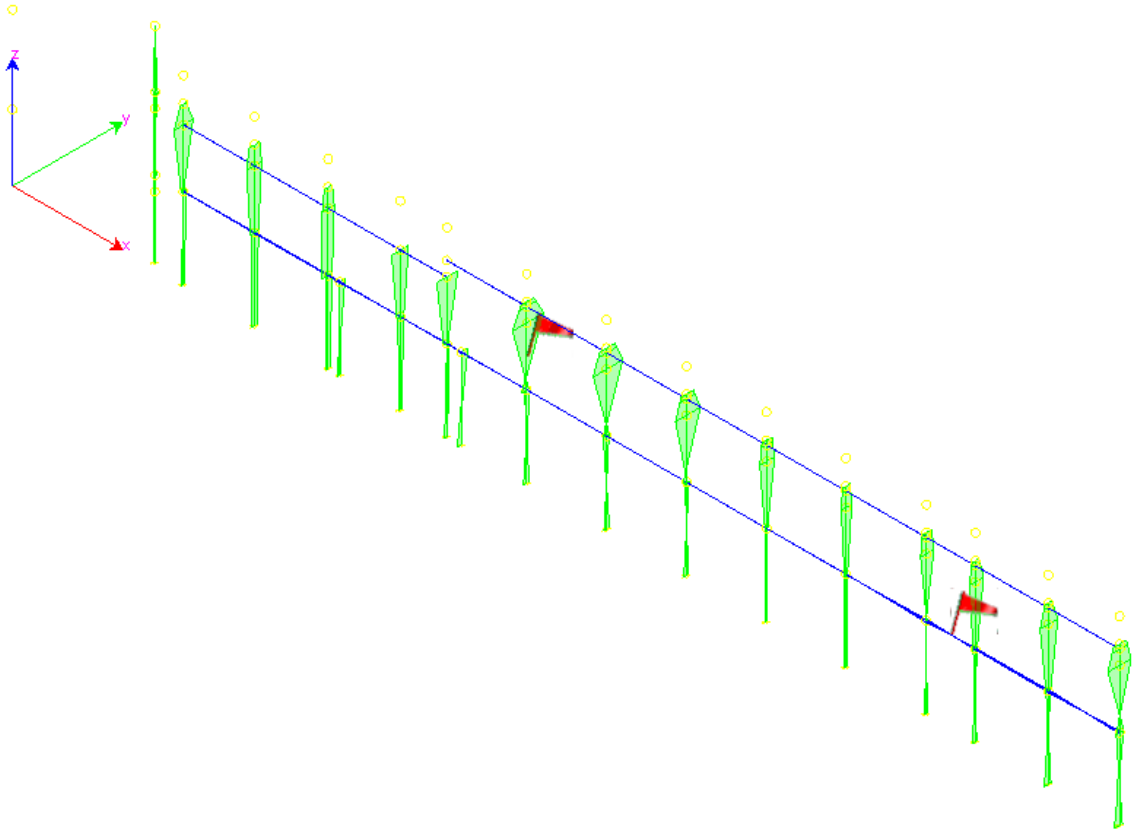


Telaio longitudinale interno lato BCC – Momento flettente – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
301 Pilastri	464 465 (13)	23.4	465 491 (13)	-22.3
304 Pilastri	491 503 (12)	18.3	491 503 (12)	-14.5
410 Pilastri	2845 2847 (8)	28.4	2845 2847 (8)	-28.4
415 Pilastri	711 717 (8)	11.5	711 717 (7)	-20.1
416 Pilastri	2847 3023 (8)	55.9	2847 3023 (11)	-56.3
417 Pilastri	2269 2272 (8)	73.0	2269 2272 (11)	-68.3
420 Pilastri	543 546 (9)	11.3	543 546 (10)	-14.6

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
410 Travi	1207 1483 (6)	77.7	988 1207 (6)	-39.6
411 Travi	671 717 (7)	52.6	804 848 (7)	-43.6
420 Travi	1779 1840 (9)	31.6	1779 1840 (10)	-28.8
421 Travi	757 805 (8)	31.9	757 805 (8)	-29.1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

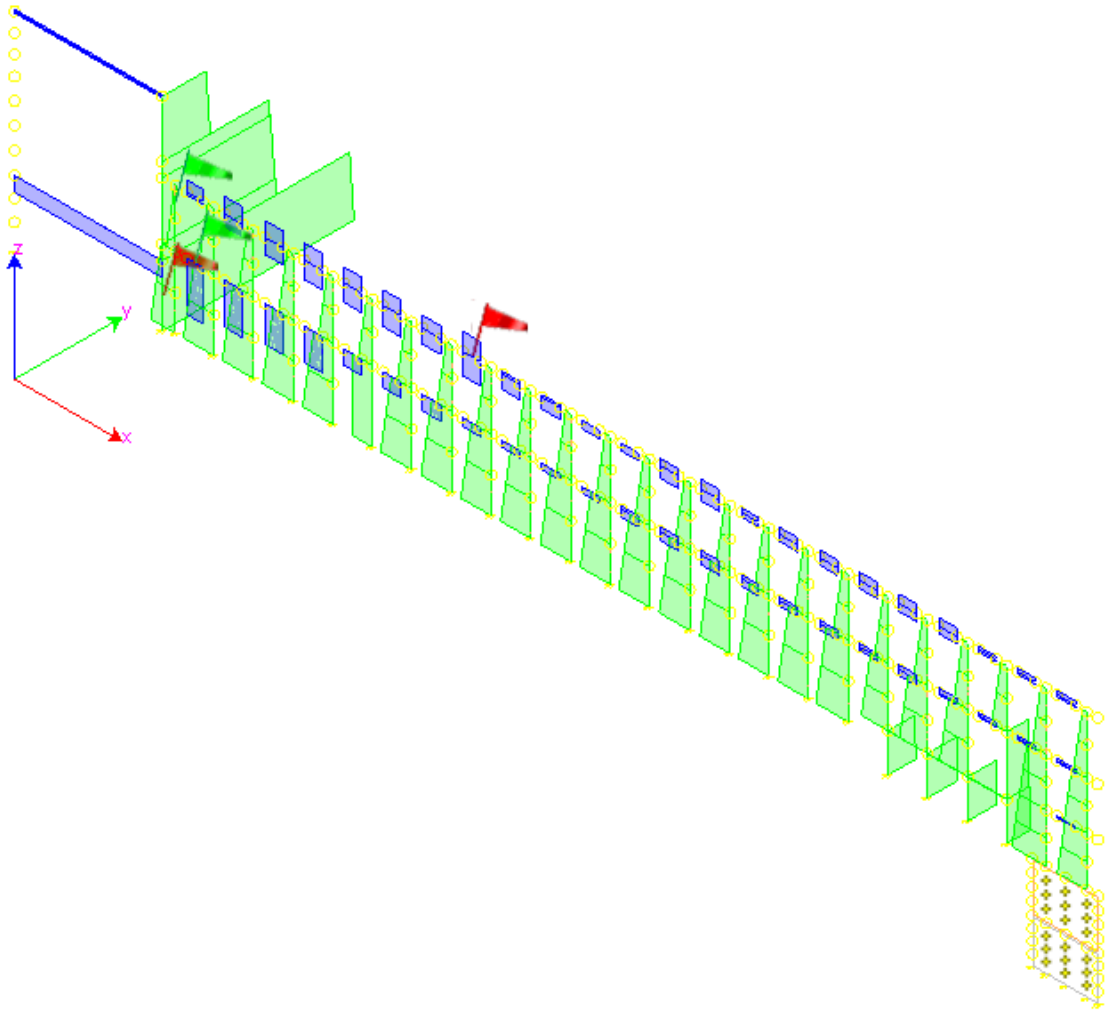


Telaio longitudinale interno lato BCC – Momento flettente fuori piano – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
301 Pilastri	465 491 (10)	11.0	465 491 (9)	-10.9
304 Pilastri	491 503 (11)	16.4	491 503 (8)	-12.2
410 Pilastri	2845 2847 (12)	32.5	2845 2847 (12)	-25.6
415 Pilastri	846 848 (12)	24.5	846 848 (3)	-41.9
416 Pilastri	988 1187 (13)	88.7	988 1187 (14)	-109.5
417 Pilastri	1208 1211 (13)	51.9	1208 1211 (14)	-62.2
420 Pilastri	543 546 (12)	59.1	543 546 (15)	-59.4

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
410 Travi	1778 1839 (14)	11.4	1778 1839 (13)	-9.1
411 Travi	671 717 (13)	9.5	671 717 (14)	-8.0
420 Travi	2932 989 (14)	1.4	2932 989 (14)	-1.3
421 Travi	757 805 (14)	1.2	757 805 (13)	-1.1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

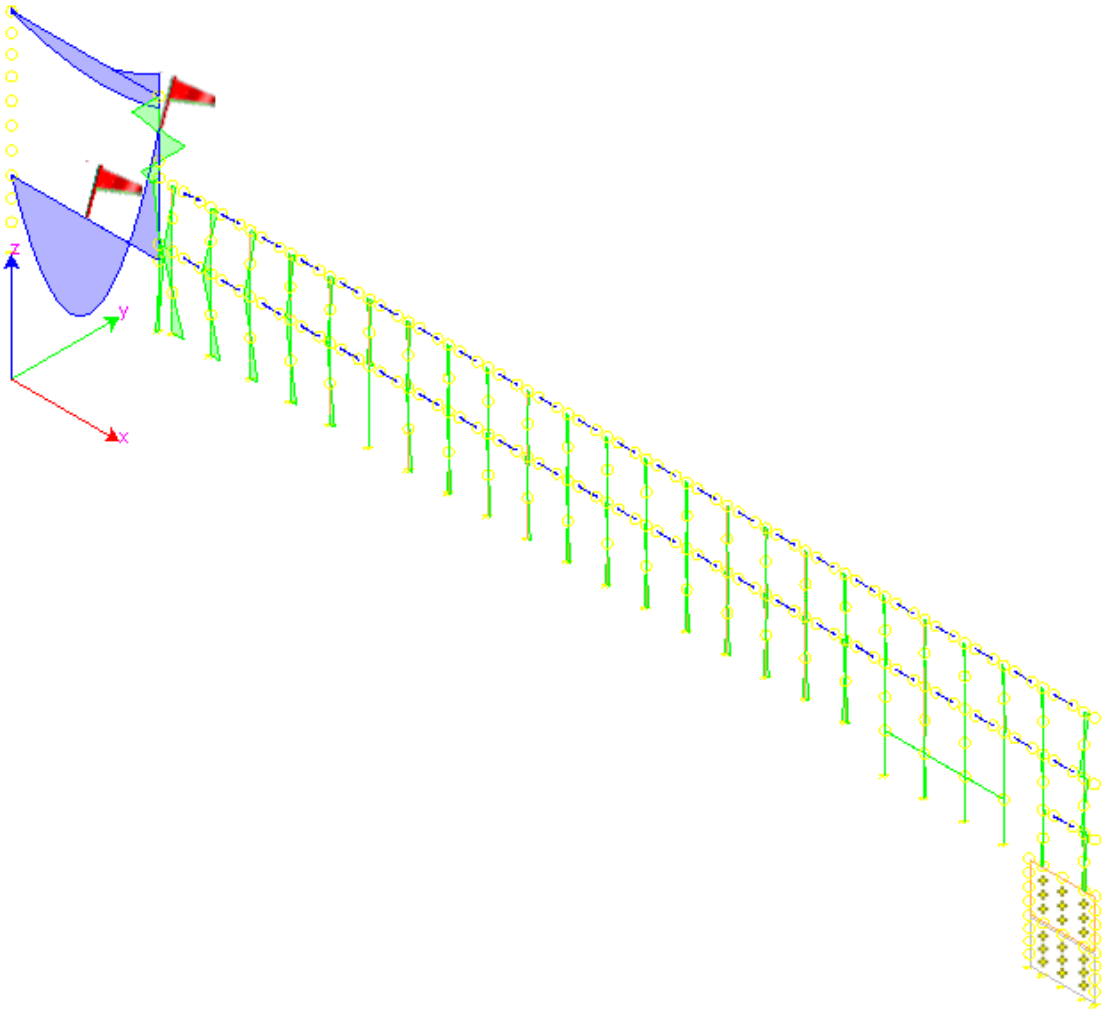


Telaio longitudinale esterno lato Petrarca – Sforzo assiale – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kN]		Min [kN]	
300 Pilastri	441 452 (6)	1211.7	481 499 (20)	0.0
400 Pilastri	2252 3658 (6)	216.8	3615 510 (13)	-6.3
401 Pilastri	3003 1785 (3)	185.6	1823 3013 (10)	-1.9

Sez	Max [kN]		Min [kN]	
300 Travi	63 452 (20)	0.0	63 452 (1)	-91.7
301 Travi	167 499 (15)	9.9	167 499 (12)	-9.9
400 Travi	832 864 (9)	110.2	535 552 (3)	-306.0

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

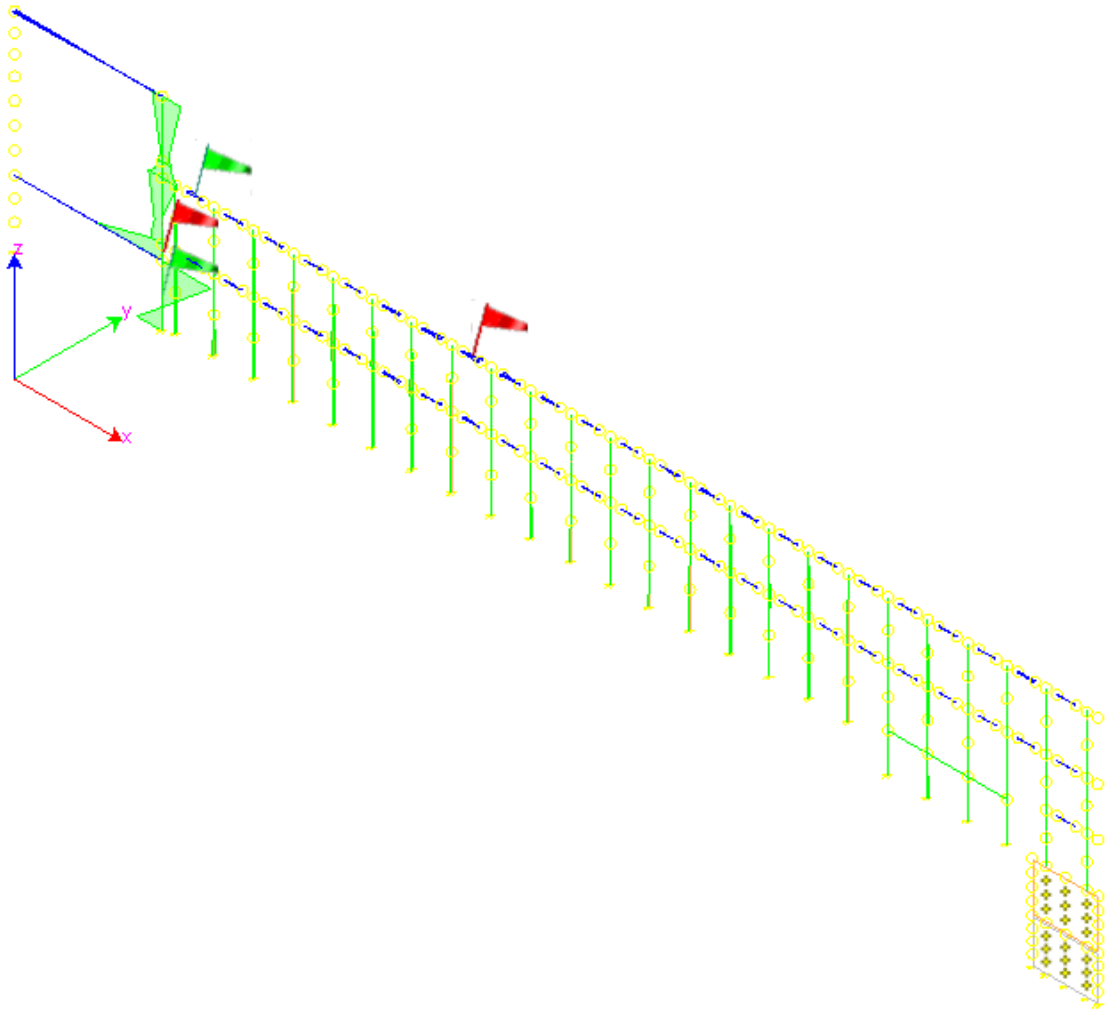


Telaio longitudinale esterno lato Petrarca – Momento flettente – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
300 Pilastri	481 499 (6)	164.9	481 499 (6)	-172.7
400 Pilastri	3614 507 (3)	72.5	505 3614 (1)	-71.7
401 Pilastri	2996 1739 (13)	4.3	2996 1739 (14)	-4.2

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
300 Travi	63 452 (7)	721.2	63 452 (1)	-568.1
301 Travi	167 499 (8)	119.6	167 499 (15)	-116.2
400 Travi	538 555 (12)	10.2	538 555 (12)	-11.1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

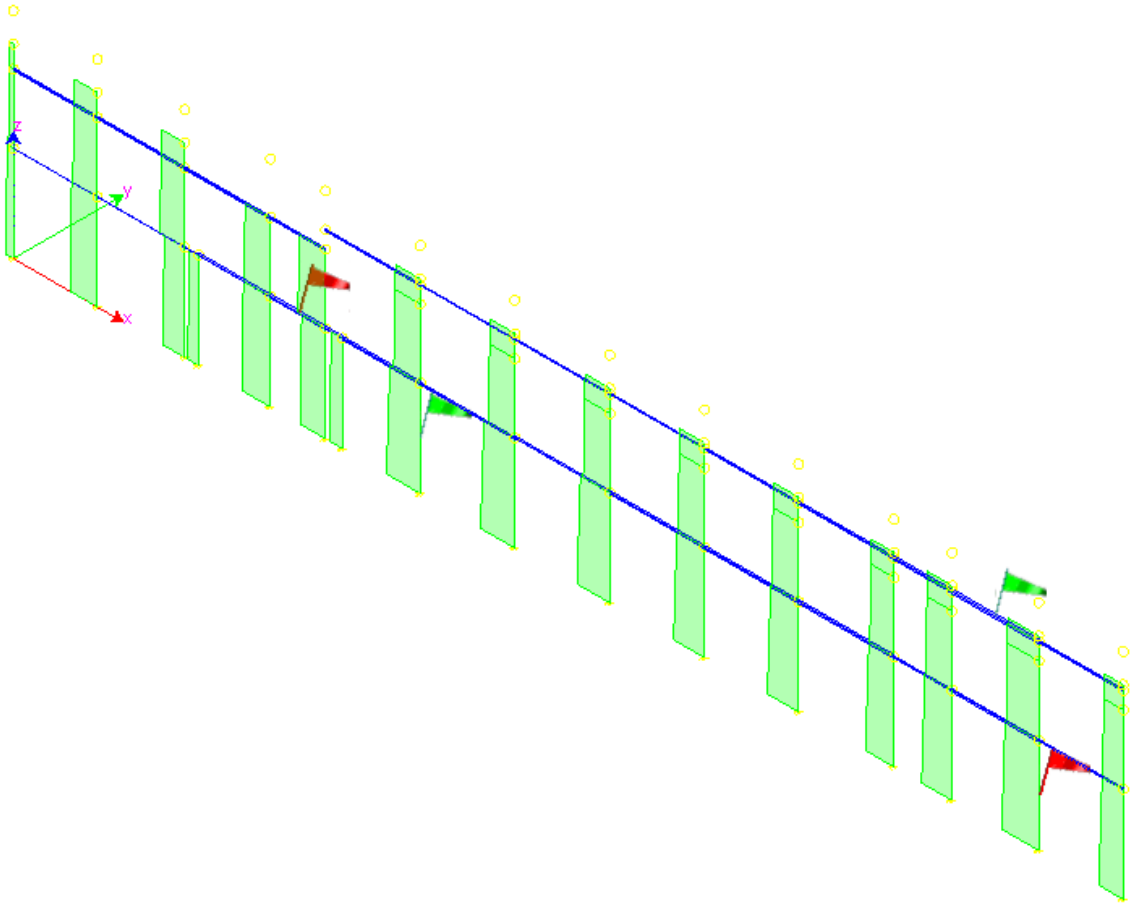


Telaio longitudinale interno lato BCC – Momento flettente fuori piano – Inviluppo combinazioni

Sez		Max [kNm]		Min [kNm]
300 Pilastri	452 439 (3)	413.4	441 452 (7)	-308.8
400 Pilastri	3615 510 (6)	10.0	3622 664 (15)	-10.8
401 Pilastri	752 2910 (12)	7.0	752 2910 (15)	-7.0

Sez		Max [kNm]		Min [kNm]
300 Travi	63 452 (12)	0.5	63 452 (15)	-2.3
301 Travi	167 499 (15)	10.8	167 499 (12)	-10.7
400 Travi	832 864 (12)	16.7	538 555 (14)	-21.9

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

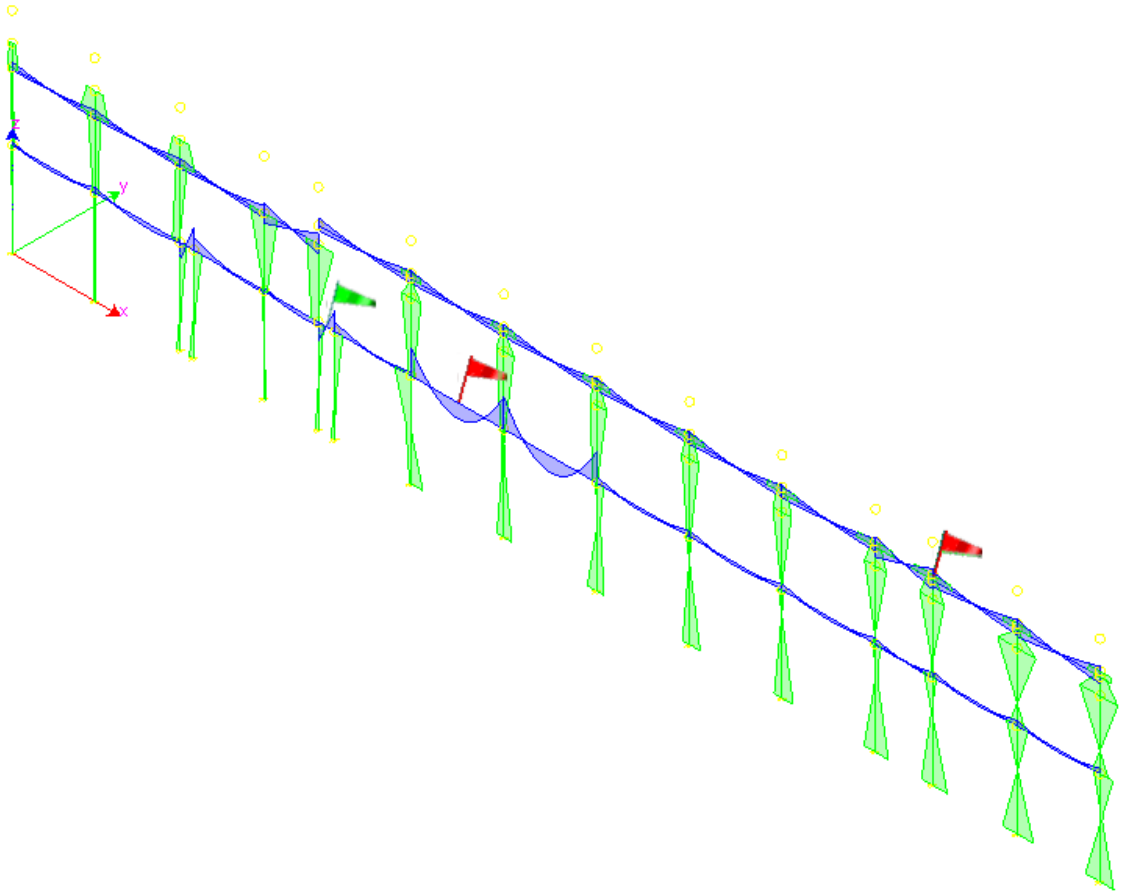


Telaio longitudinale interno lato Petrarca – Sforzo assiale – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kN]			Min [kN]		
410 Pilastri	2265	2267 (7)	973.9	985	987 (20)	0.0
415 Pilastri	845	847 (6)	340.9	706	712 (20)	0.0
416 Pilastri	2267	3021 (7)	857.1	591	593 (20)	0.0
417 Pilastri	2270	2271 (7)	811.6	2933	991 (20)	0.0
420 Pilastri	539	541 (7)	189.7	539	541 (20)	0.0

Sez	Max [kN]			Min [kN]		
410 Travi	847	987 (9)	48.9	1836	2267 (8)	-43.7
411 Travi	755	803 (9)	66.0	755	803 (10)	-27.5
420 Travi	1837	2270 (8)	63.8	1837	2270 (11)	-50.9
421 Travi	544	596 (14)	30.0	673	758 (12)	-37.1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

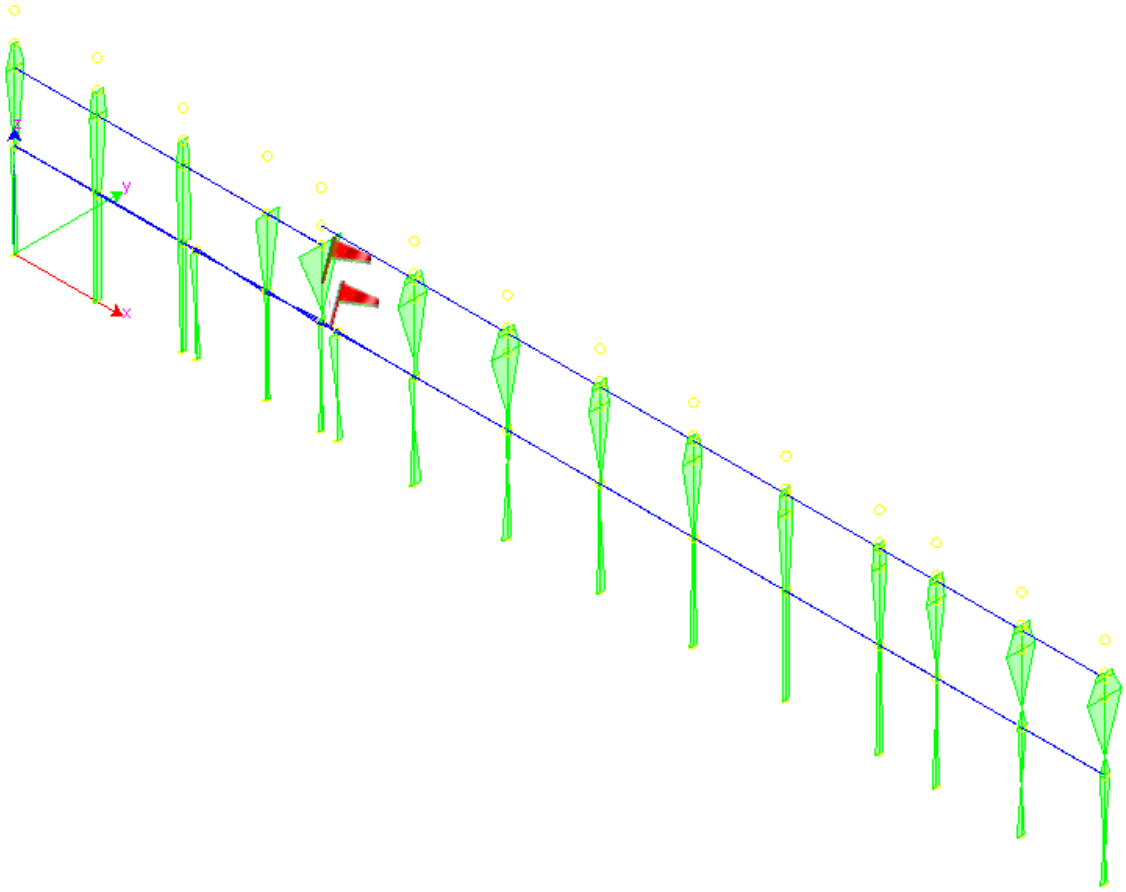


Telaio longitudinale interno lato Petrarca – Momento flettente – Inviluppo combinazioni

Sez		Max [kNm]		Min [kNm]
410 Pilastri	985 987 (6)	44.2	2265 2267 (10)	-43.6
415 Pilastri	706 712 (8)	12.1	706 712 (7)	-21.6
416 Pilastri	2846 3024 (8)	54.4	2267 3021 (11)	-49.9
417 Pilastri	1837 1841 (8)	56.6	1837 1841 (11)	-55.7
420 Pilastri	544 545 (9)	12.9	544 545 (10)	-15.5

Sez		Max [kNm]		Min [kNm]
410 Travi	987 1206 (6)	76.0	670 712 (7)	-39.5
411 Travi	803 847 (7)	49.2	803 847 (7)	-44.6
420 Travi	1780 1837 (8)	26.3	1780 1837 (8)	-22.9
421 Travi	758 806 (8)	26.0	758 806 (8)	-23.3

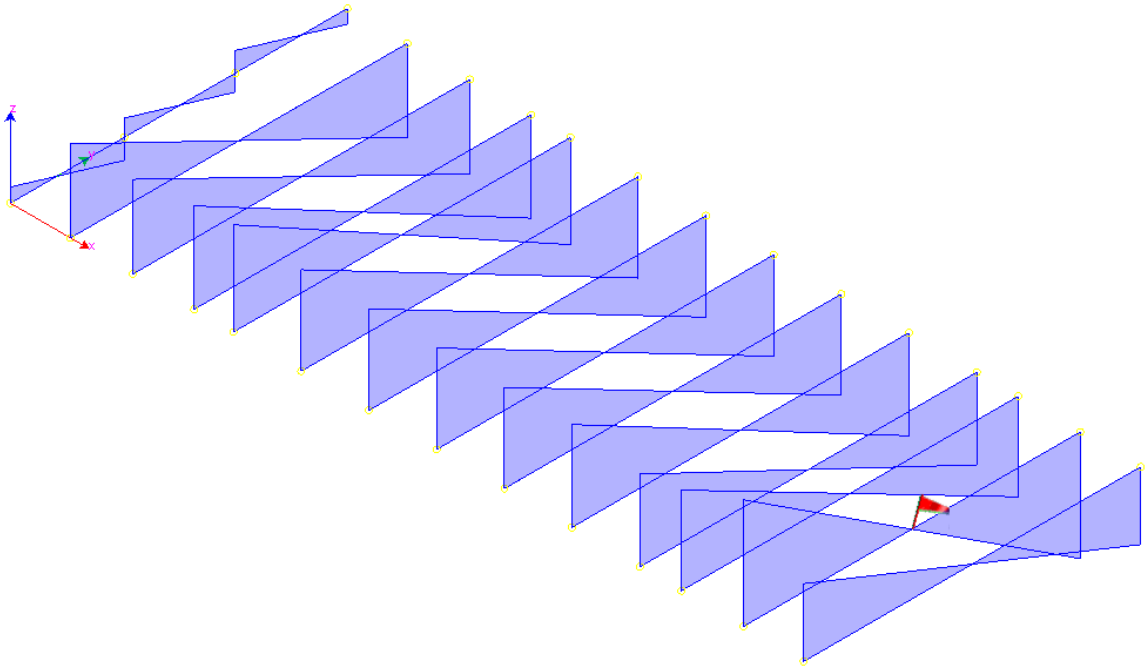
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



Telaio longitudinale interno lato Petrarca – Momento flettente fuori piano – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]
410 Pilastri 985 987 (15)	30.0	985 987 (15)	-36.4
415 Pilastri 845 847 (3)	45.5	845 847 (14)	-24.8
416 Pilastri 803 806 (12)	120.0	803 806 (15)	-105.2
417 Pilastri 2933 991 (12)	53.0	2849 2850 (14)	-48.1
420 Pilastri 544 545 (13)	47.5	544 545 (14)	-51.3

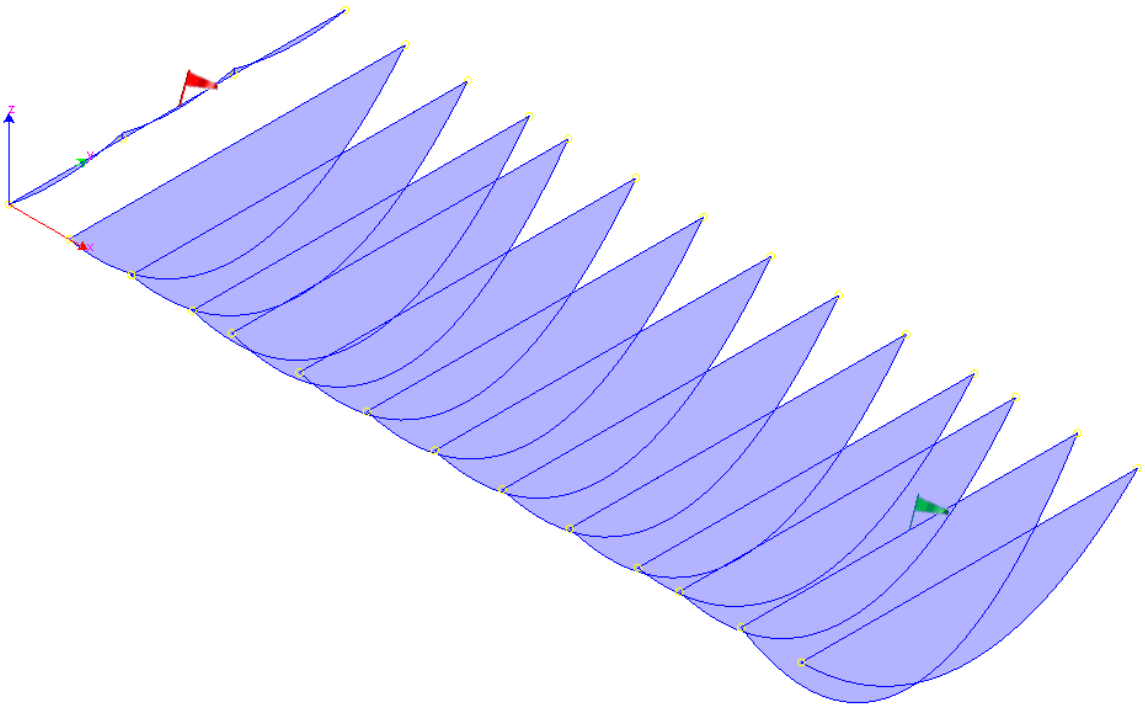
Sez	Max [kNm]		Min [kNm]
410 Travi 670 712 (12)	9.1	670 712 (15)	-11.0
411 Travi 803 847 (15)	13.3	803 847 (15)	-17.8
420 Travi 1837 2270 (13)	0.8	1837 2270 (14)	-0.8
421 Travi 758 806 (12)	2.4	758 806 (12)	-2.4



Travi copertura – Taglio – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kN]			Min [kN]		
450 Travi	2273	2274 (7)	809.6	2273	2274 (7)	-809.6
451 Travi	809	810 (7)	685.2	809	810 (7)	-685.2

Max 809.6 Min -809.6 [kN]

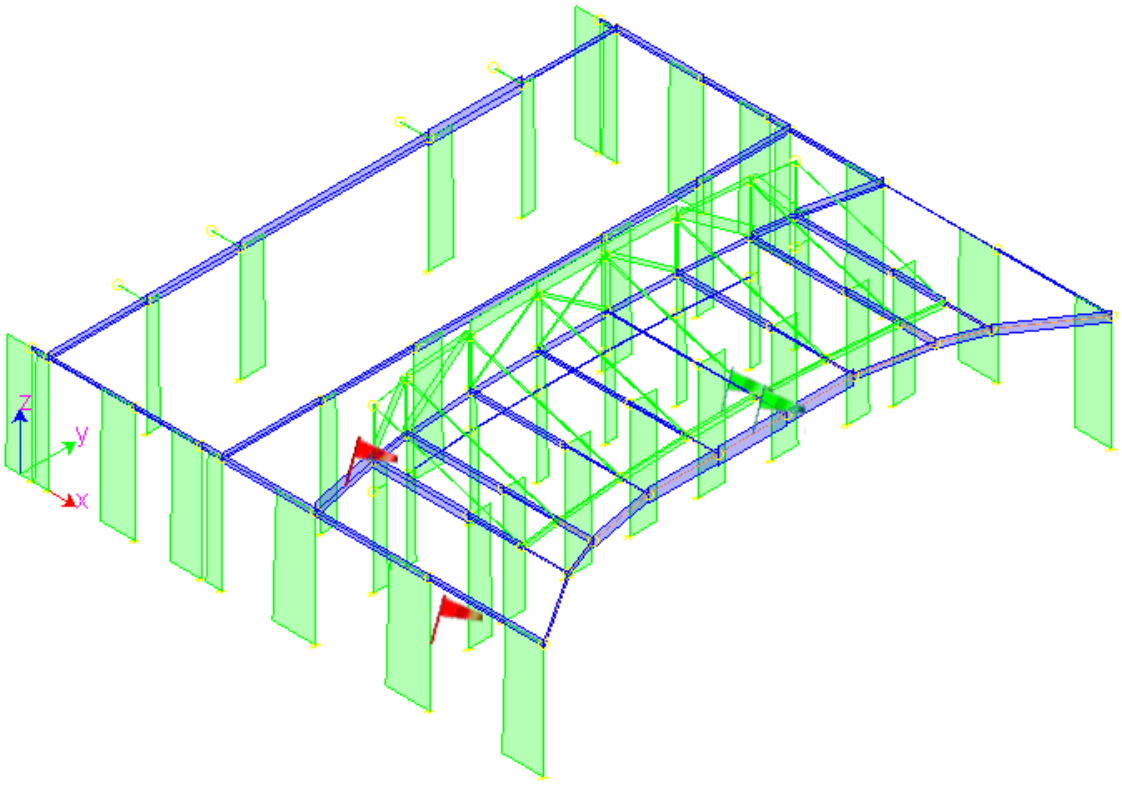


Travi copertura – Momento flettente – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]			Min [kNm]		
450 Travi	1619	1647 (7)	186.7	2273	2274 (7)	-5033.7
451 Travi	809	810 (1)	0.0	809	810 (7)	-4260.2

Max 186.7 Min -5033.7 [kNm]

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

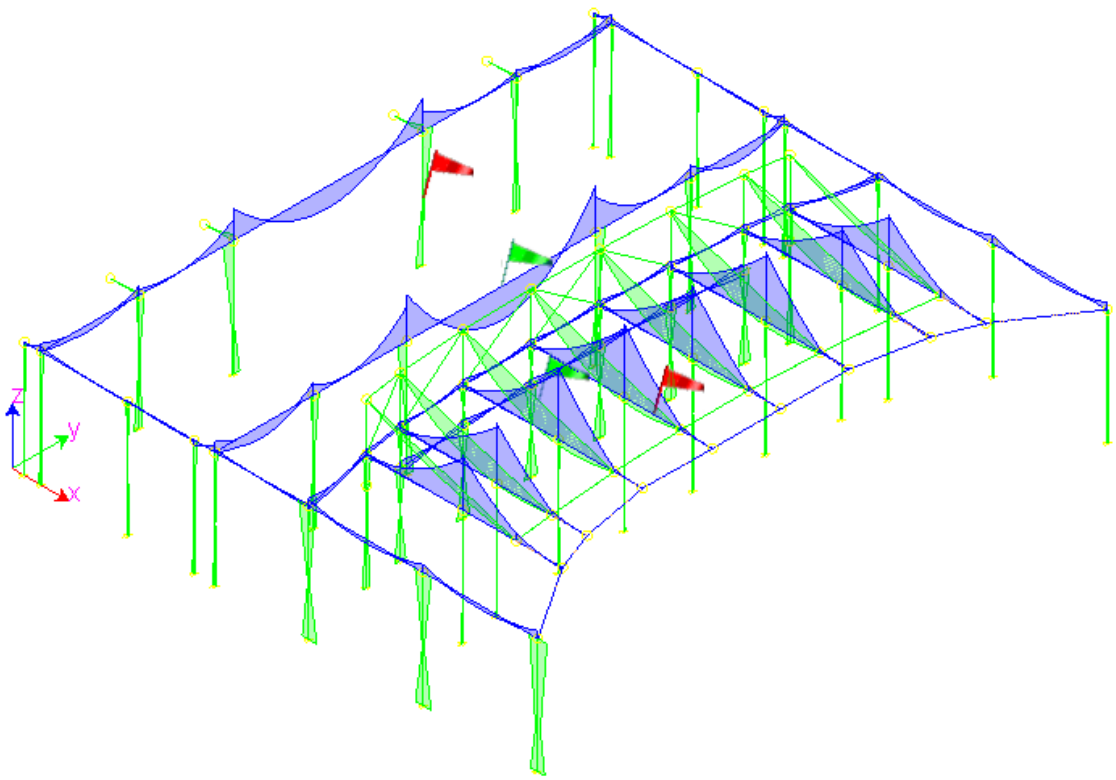


Galleria – Sforzo assiale – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kN]		Min [kN]		
410 Pilastri	1204	1206 (6)	908.9	1480 1482 (20)	0.0
415 Pilastri	845	847 (6)	340.9	846 848 (20)	0.0
416 Pilastri	1205	1207 (6)	860.2	1481 1483 (20)	0.0
500 Pilastri	851	855 (3)	652.9	954 955 (20)	0.0
501 Pilastri	974	975 (6)	324.2	975 976 (20)	0.0
510 Pilastri	1084	1085 (6)	594.7	1115 1116 (20)	0.0
999 Pilastri	940	930 (3)	263.3	1275 1270 (8)	-71.0

Sez	Max [kN]		Min [kN]		
410 Travi	847	987 (9)	48.9	848 988 (10)	-37.2
411 Travi	755	803 (9)	66.0	756 804 (10)	-32.5
500 Travi	929	935 (1)	1.2	929 935 (6)	-130.2
501 Travi	976	987 (14)	81.0	976 987 (13)	-18.1
502 Travi	942	954 (20)	0.0	928 934 (6)	-21.3
510 Travi	1100	1270 (8)	43.2	976 1114 (8)	-60.4
515 Travi	1269	1329 (8)	36.9	1301 1302 (8)	-105.0
520 Travi	853	847 (10)	44.4	854 855 (10)	-55.8
525 Travi	712	713 (12)	76.5	715 716 (10)	-20.1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



Galleria – Momento flettente – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
410 Pilastri	985 987 (6)	44.2	985 987 (10)	-31.6
415 Pilastri	706 712 (8)	12.1	706 712 (7)	-21.6
416 Pilastri	986 988 (6)	15.2	668 670 (7)	-17.9
500 Pilastri	709 715 (6)	110.7	708 714 (6)	-110.9
501 Pilastri	975 976 (12)	18.6	971 972 (14)	-18.0
510 Pilastri	1113 1114 (6)	7.8	1115 1116 (6)	-7.6
999 Pilastri	714 659 (3)	65.7	940 1249 (3)	-262.9
410 Pilastri	985 987 (6)	44.2	985 987 (10)	-31.6

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
410 Travi	1207 1483 (6)	77.7	988 1207 (6)	-39.6
411 Travi	671 717 (7)	52.6	803 847 (7)	-44.6
500 Travi	955 972 (6)	54.2	929 935 (6)	-13.5
501 Travi	972 988 (6)	56.6	976 987 (3)	-26.7
502 Travi	942 954 (12)	28.7	950 938 (13)	-12.5
510 Travi	1085 1234 (6)	694.7	929 1085 (6)	-32.1
515 Travi	1275 1364 (6)	72.1	1275 1364 (3)	-15.3
520 Travi	854 855 (3)	436.5	854 855 (6)	-318.2
525 Travi	714 715 (3)	308.6	714 715 (6)	-206.4

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2.8.3 Reazioni vincolari

2.8.3.1 Reazioni vincolari globali

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
1	0	0	44438
2	0	0	79209
3	0	0	97097
4	0	0	86036
5	0	0	100510
6	0	0	101696
7	0	0	87222

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Componenti sisma al 30%

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
8	-1915	-562	67726
9	-1917	-563	67374
10	1917	563	67208
11	1915	562	66855
12	-597	-1953	67461
13	-599	-1953	67108
14	599	1953	67474
15	597	1952	67121
16	-577	-580	67937
17	583	581	67820
18	-583	-581	66761
19	577	580	66645

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

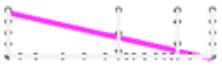
Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
20	0	0	33389
21	0	0	60136
22	0	0	72061
23	0	0	64687
24	0	0	74337

25	0	0	75127
26	0	0	65478

2.8.3.2 Reazioni vincolari corpi scala

Per ogni corpo in c.a. è riportata la risultante delle reazioni vincolari riferita ad un punto planimetricamente definito come “"medio" della diagonale del rettangolo descritto dalla traccia in pianta dei piani medi delle pareti secondo le immagine seguenti. La quota z di riferimento è indicata nelle tabelle successive

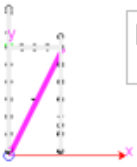
A



C

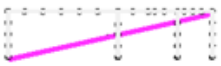
E

F



B

D



COMBINAZIONI SLU STATICHE

COMBINAZIONI SLU	
1	(SLU) P.p.
2	(SLU) Perm.
3	(SLU) Perm. + Var.
4	(SLU) Perm. + Neve
5	(SLU) Perm. + Var. + Neve
6	(SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.
7	(SLU) Perm. + Neve + Vento press.

CORPO A

Totali rispetto al punto : 1.925 17.460 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1	-110	-96	1632	-1293	185	-118
2	-103	-140	2173	-1545	107	-8
3	-91	-120	2888	-2276	-11	104
4	-104	-154	2173	-1499	99	2
5	-91	-127	2888	-2254	-15	110
6	-91	-130	2888	-2243	-16	112
7	-104	-157	2173	-1488	97	4

CORPO B

Totali rispetto al punto : 1.925 -17.462 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1	-126	104	1628	1245	164	133
2	-123	149	2172	1462	58	38
3	-111	130	2889	2182	-68	-78
4	-125	165	2172	1398	36	36
5	-113	137	2889	2150	-79	-79
6	-113	141	2889	2135	-83	-79
7	-126	168	2172	1383	32	36

CORPO C

Totali rispetto al punto : 36.587 19.155 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1	149	14	1739	-1184	274	282
2	157	60	2686	-1725	306	275
3	159	81	3430	-2189	40	288
4	157	72	2778	-1775	170	277
5	159	87	3477	-2214	-28	288
6	159	90	3497	-2225	-56	289
7	157	75	2798	-1787	143	277

CORPO D

Totali rispetto al punto : 36.697 -19.167 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1	120	-28	1693	1247	411	-171
2	125	-84	2603	1875	928	-186
3	122	-112	3309	2422	1092	-215
4	130	-97	2694	1910	1023	-193
5	124	-119	3355	2439	1139	-218
6	126	-122	3374	2447	1160	-220
7	131	-100	2714	1917	1043	-194

CORPO E

Totali rispetto al punto : 66.140 17.725 -7.700 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1	54	-19	4043	-3193	1222	-42
2	48	-1	5654	-3397	1950	-273
3	42	13	6755	-3650	2571	-473
4	50	0	5741	-3401	1962	-302
5	43	14	6799	-3652	2577	-488
6	43	14	6816	-3650	2579	-494
7	50	0	5757	-3400	1965	-308

CORPO F

Totali rispetto al punto : 66.310 -17.726 -7.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1	0	18	4627	-31	-1423	-102
2	-6	15	6590	536	-1706	-90
3	-11	15	7840	1023	-1860	-78
4	-4	14	6639	653	-1850	-87
5	-10	15	7864	1081	-1932	-77
6	-9	14	7873	1103	-1959	-76
7	-3	14	6648	675	-1877	-87

COMBINAZIONI SLV - CONTRIBUTO CARICHI VERTICALI

COMBINAZIONI SLV	
27	(SLV) Contributo carichi verticali

COMBINAZIONI SLV – CONTRIBUTO CARICHI VERTICALI

CORPO A

Totali rispetto al punto : 1.925 17.460 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
27	-65	-93	1957	-1533	74	48

CORPO B

Totali rispetto al punto : 1.925 -17.462 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
27	-79	99	1957	1467	35	-28

CORPO C

Totali rispetto al punto : 36.587 19.155 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
27	106.1	55.7	2361.6	-1516.9	42.0	185.1

CORPO D

Totali rispetto al punto : 36.697 -19.167 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
27	85	-76	2283	1663	712	-140

CORPO E

Totali rispetto al punto : 66.140 17.725 -7.700 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
27	32	6	4784	-2706	1729	-295

CORPO F

Totali rispetto al punto : 66.310 -17.726 -7.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
27	-7	11	5551	616	-1367	-59

COMBINAZIONI SLV – CONTRIBUTO SOLO SISMA (100%)

COMBINAZIONI SLV	
8	Sisma X+ Y+ Z+
9	Sisma X+ Y+Z-
10	Sisma X- Y- Z+
11	Sisma X- Y-Z-
12	Sisma Y+ X+ Z+
13	Sisma Y+ X+Z-
14	Sisma Y- X- Z+
15	Sisma Y- X-Z-
16	Sisma Z+ Y+ X+
17	Sisma Z+ Y-X-
18	Sisma Z- Y+ X+
19	Sisma Z- Y-X-

CORPO A

Totali rispetto al punto : 1.925 17.460 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-554	-426	6	3085	-4908	-2545
9	-555	-425	-51	3156	-4916	-2549
10	555	425	51	-3156	4916	2549
11	554	426	-6	-3085	4908	2545
12	-407	-936	-284	9590	-2427	-2058
13	-407	-935	-341	9662	-2435	-2062
14	407	935	341	-9662	2435	2062
15	407	936	284	-9590	2427	2058
16	-221	-316	18	2822	-1681	-1058
17	223	312	173	-3061	1708	1069
18	-223	-312	-173	3061	-1708	-1069
19	221	316	-18	-2822	1681	1058

CORPO B

Totali rispetto al punto : 1.925 -17.462 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-380	-110	156	2491	-3977	1602
9	-380	-112	99	2420	-3986	1606
10	380	112	-99	-2420	3986	-1606
11	380	110	-156	-2491	3977	-1602
12	118	-859	210	9094	-169	-817
13	117	-861	153	9023	-178	-813
14	-117	861	-153	-9023	178	813
15	-118	859	-210	-9094	169	817
16	-60	-222	166	2775	-945	176
17	61	226	24	-2539	973	-189
18	-61	-226	-24	2539	-973	189
19	60	222	-166	-2775	945	-176

CORPO C

Totali rispetto al punto : 36.587 19.155 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-1659	-409	192	2874	-12254	-4574
9	-1661	-411	127	2925	-12237	-4578
10	1661	411	-127	-2925	12237	4578
11	1659	409	-192	-2874	12254	4574
12	-619	-1327	-5	9326	-4584	-1839
13	-621	-1329	-70	9376	-4567	-1843
14	621	1329	70	-9376	4567	1843
15	619	1327	5	-9326	4584	1839
16	-523	-398	137	2743	-3910	-1474
17	529	404	80	-2911	3854	1487
18	-529	-404	-80	2911	-3854	-1487
19	523	398	-137	-2743	3910	1474

CORPO D

Totali rispetto al punto : 36.697 -19.167 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-1456	-276	67	2011	-11168	3466
9	-1458	-274	4	1962	-11153	3471
10	1458	274	-4	-1962	11153	-3471
11	1456	276	-67	-2011	11168	-3466
12	-343	-1124	95	8843	-2927	288
13	-345	-1122	32	8794	-2912	293
14	345	1122	-32	-8794	2912	-293
15	343	1124	-95	-8843	2927	-288
16	-412	-326	127	2574	-3274	859
17	419	319	81	-2413	3225	-876
18	-419	-319	-81	2413	-3225	876
19	412	326	-127	-2574	3274	-859

CORPO E

Totali rispetto al punto : 66.140 17.725 -7.700 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-563	-199	5	2797	-7916	-1358
9	-564	-200	-67	2848	-7944	-1352
10	564	200	67	-2848	7944	1352
11	563	199	-5	-2797	7916	1358
12	-90	-655	215	8596	-2530	319
13	-91	-656	144	8646	-2558	325
14	91	656	-144	-8646	2558	-325
15	90	655	-215	-8596	2530	-319
16	-149	-195	154	2556	-2370	-248
17	153	200	85	-2725	2464	228
18	-153	-200	-85	2725	-2464	-228
19	149	195	-154	-2556	2370	248

CORPO F

Totali rispetto al punto : 66.310 -17.726 -7.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-698	-164	380	2348	-8760	1576
9	-699	-165	299	2382	-8753	1579
10	699	165	-299	-2382	8753	-1579
11	698	164	-380	-2348	8760	-1576
12	-290	-654	167	8884	-3331	589
13	-291	-655	86	8918	-3324	592
14	291	655	-86	-8918	3324	-592
15	290	654	-167	-8884	3331	-589
16	-228	-188	242	2543	-2800	495
17	229	190	28	-2657	2777	-506
18	-229	-190	-28	2657	-2777	506
19	228	188	-242	-2543	2800	-495

COMBINAZIONI SLV - CARICHI STATICI + CONTRIBUTO SISMA AL 30%

CORPO A

Totali rispetto al punto : 1.925 17.460 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-231	-220	1959	-608	-1399	-715
9	-231	-220	1942	-586	-1401	-716
10	102	35	1973	-2480	1548	813
11	102	35	1956	-2458	1546	812
12	-187	-373	1872	1344	-655	-569
13	-187	-373	1855	1366	-657	-570
14	58	188	2060	-4432	804	667
15	57	188	2043	-4410	802	666
16	-131	-187	1963	-686	-431	-269
17	2	1	2009	-2451	586	369
18	-131	-186	1906	-615	-439	-272
19	2	2	1952	-2380	578	365

CORPO B

Totali rispetto al punto : 1.925 -17.462 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-192	66	2004	2214	-1158	453
9	-193	65	1987	2192	-1161	454
10	35	132	1928	741	1231	-510
11	35	132	1911	719	1228	-509
12	-43	-159	2020	4195	-16	-273
13	-43	-159	2003	4173	-18	-272
14	-114	357	1911	-1240	88	216
15	-114	357	1894	-1262	85	217
16	-97	32	2007	2299	-249	25
17	-60	167	1965	705	327	-85
18	-97	31	1950	2228	-257	29
19	-61	166	1907	634	318	-81

CORPO C

Totali rispetto al punto : 36.587 19.155 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-392	-67	2419	-655	-3634	-1187
9	-392	-68	2400	-640	-3629	-1188
10	604	179	2323	-2394	3713	1558
11	604	178	2304	-2379	3718	1557
12	-80	-342	2360	1281	-1333	-367
13	-80	-343	2341	1296	-1328	-368
14	292	454	2383	-4330	1412	738
15	292	454	2363	-4315	1417	737
16	-51	-64	2403	-694	-1131	-257
17	265	177	2386	-2390	1198	631
18	-53	-65	2338	-644	-1114	-261
19	263	175	2321	-2340	1215	627

CORPO D

Totali rispetto al punto : 36.697 -19.167 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-352	-159	2303	2266	-2638	900
9	-353	-158	2284	2251	-2634	901
10	522	6	2282	1074	4058	-1181
11	521	7	2263	1059	4062	-1180
12	-18	-413	2311	4315	-166	-54
13	-19	-413	2293	4301	-161	-52
14	188	260	2273	-976	1586	-228
15	188	261	2254	-990	1590	-226
16	-39	-174	2321	2435	-270	118
17	210	20	2307	939	1679	-403
18	-41	-172	2259	2386	-255	123
19	208	22	2245	890	1694	-398

CORPO E

Totali rispetto al punto : 66.140 17.725 -7.700 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-137	-54	4785	-1867	-646	-703
9	-137	-54	4764	-1851	-655	-701
10	202	66	4804	-3560	4112	110
11	201	66	4783	-3545	4103	112
12	5	-191	4849	-127	970	-199
13	5	-191	4827	-112	961	-198
14	60	203	4741	-5300	2496	-393
15	59	202	4719	-5284	2488	-391
16	-12	-53	4830	-1939	1017	-370
17	78	66	4810	-3523	2468	-227
18	-14	-54	4758	-1888	989	-364
19	77	64	4738	-3473	2440	-221

CORPO F

Totali rispetto al punto : 66.310 -17.726 -7.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
8	-217	-38	5665	1321	-3995	413
9	-217	-39	5641	1331	-3992	414
10	202	60	5461	-98	1259	-533
11	202	60	5437	-88	1262	-532
12	-94	-185	5601	3282	-2366	117
13	-95	-186	5577	3292	-2364	118
14	80	207	5525	-2059	-369	-237
15	80	207	5501	-2049	-367	-236
16	-76	-45	5624	1379	-2207	89
17	61	68	5559	-181	-533	-211
18	-76	-46	5543	1413	-2200	92
19	61	67	5478	-146	-526	-208

COMBINAZIONI SLE RARE

COMBINAZIONI SLE rare	
20	(SLE rare) P.p.
21	(SLE rare) Perm.
22	(SLE rare) Perm. + Var.
23	(SLE rare) Perm. + Neve
24	(SLE rare) Perm. + Var. + Neve
25	(SLE rare) Perm. + Var. + Neve + Vento press.
26	(SLE rare) Perm. + Neve + Vento press.

CORPO A

Totali rispetto al punto : 1.925 17.460 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
20	-75	-67	1255	13	-24	0
21	-70	-100	1671	19	-23	0
22	-61	-87	2148	17	-21	0
23	-70	-110	1671	21	-23	0
24	-62	-92	2148	18	-22	0
25	-62	-94	2148	18	-22	0
26	-70	-112	1671	21	-24	0

CORPO B

Totali rispetto al punto : 1.925 -17.462 -0.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
20	-86	72	1252	1011	167	92
21	-83	107	1670	1179	85	18
22	-76	94	2149	1658	1	-59
23	-85	117	1670	1136	71	17
24	-76	99	2149	1637	-6	-60
25	-77	101	2149	1627	-9	-60
26	-85	119	1670	1126	68	17

CORPO C

Totali rispetto al punto : 36.587 19.155 -0.300 [m]

Combin azione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
20	99	12	1336	-916	124	186
21	105	47	2064	-1331	148	180
22	107	61	2560	-1641	-29	188
23	105	56	2126	-1365	58	181
24	107	66	2591	-1657	-74	189
25	107	67	2605	-1665	-93	189
26	105	57	2139	-1373	40	181

CORPO D

Totali rispetto al punto : 36.697 -19.167 -0.300 [m]

Combin azione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
20	82	-22	1301	961	249	-117
21	86	-65	2001	1444	647	-128
22	84	-84	2471	1808	756	-148
23	89	-74	2061	1467	710	-133
24	86	-88	2501	1820	787	-150
25	86	-90	2514	1825	801	-151
26	90	-76	2074	1472	723	-134

CORPO E

Totali rispetto al punto : 66.140 17.725 -7.700 [m]

Combin azione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
20	40	-14	3105	-2448	921	-37
21	35	0	4344	-2605	1480	-215
22	31	10	5078	-2773	1894	-349
23	36	1	4401	-2608	1489	-235
24	31	10	5107	-2775	1898	-358
25	31	10	5118	-2774	1900	-362
26	36	1	4412	-2607	1490	-239

CORPO F

Totali rispetto al punto : 66.310 -17.726 -7.300 [m]

Combinazione	Rx	Ry	Rz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
20	-1	13	3541	-14	-1087	-73
21	-5	11	5051	422	-1305	-64
22	-9	11	5884	746	-1408	-56
23	-4	10	5084	500	-1400	-62
24	-8	10	5901	785	-1455	-55
25	-8	10	5907	800	-1474	-55
26	-4	10	5090	514	-1419	-62

2.8.3.3 Aliquota spinte sismiche a carico corpi scala

LA tabella seguente mostra il rapporto tra la spinta sismica (al 100%) assorbita dall'insieme dei corpi scala e la spinta sismica totale nelle due direzioni X e Y:

	Totale		Scale		Ratio
	Rx	**Ry**	**Rx**	**Ry**	
	[kN]	**[kN]**	**[kN]**	**[kN]**	
Sisma X	-6361.1	85.4	-5334.1	98.6	84%
Sisma Y	-83.5	-6534.6	-89.3	-5593.3	86%

COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Strutture Corpo Basso

Allegato 1

Progetto degli impalcati nuovi e rinforzo di quelli esistenti di Manica BCC e Manica Petrarca

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in CdS	S.Pinardi	S.Pinardi	M. Majowiecki

SOMMARIO

1 Premessa 9
2 Maniche: stato di fatto, progetto PFTE e progetto PE 10
2.1 Stato di fatto e previsioni del progetto PFTE 10
2.2 Proposta del PE 15
3 MANICHE: NUOVO IMPALCATO P.1 17
3.1 Descrizione 17
3.2 Analisi dei carichi 18
3.3 Criteri di progettazione SLU e SLE per le travi miste acciaio-cls 21
3.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni per le travi miste acciaio-cls 23
3.5 Portata dei connettori 23
3.6 Verifica soletta mista 26
3.6.1 Considerazioni sulla resistenza al fuoco 31
3.7 Verifica travi miste 33
3.8 Verifica di stabilità in fase di getto 33
3.8.1 Sintesi dei risultati a regime 34
3.8.2 Zona 2 (e Zona 1) 36
3.8.3 Zona Palcoscenico - Luci 6.03m 43
3.8.4 Zona Platea 50
3.8.5 Zona Sala Prove 57
3.9 Analisi di comfort – Approfondimenti 64
4 MANICHE: NUOVO IMPALCATO P.2 67
4.1 Descrizione 67
4.2 Analisi dei carichi 68
4.3 Criteri di progettazione SLU e SLE 70
4.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni 70
4.5 Portata dei connettori 70
4.6 Sintesi dei risultati 70
4.7 Verifica soletta mista 70
4.8 Verifiche punzonamento massetto di pavimentazione per carichi concentrati di macchine e impianti 70
4.9 Verifiche travi miste 71
4.9.1 Verifica di stabilità in fase di getto 71

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

4.9.2 Trave tipica senza colonna in falso....72
4.9.3 Trave con colonna in falso....79
5 NUOVO IMPALCATO DI COPERTURA MANICHE....86
5.1 Descrizione....86
5.2 Analisi dei carichi....87
5.3 Verifica pannello sandwich....88
5.4 Verifica arcarecci longitudinali (dimensionamento di massima)....89
5.5 Verifica travi trasversali (dimensionamento di massima)....93
5.6 Verifiche da modello matematico....95
5.6.1 Combinazioni di carico....95
5.6.2 Profili....97
5.6.3 Sollecitazioni....99
5.6.4 Verifiche di resistenza....101
5.6.4.1 Verifiche SLU di resistenza....101
5.6.4.2 Verifiche SLV di resistenza....102
5.6.4.3 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 37 AL NODO 48 / Sez. 1 IPE 160 (MAN - Copertura - Colonna)....103
5.6.4.4 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 62 AL NODO 76 / Sez. 10 IPE 160 (MAN - Copertura - Secondaria)....107
5.6.4.5 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 186 AL NODO 193 / Sez. 12 HEAA 200 (MAN - Copertura - Secondaria)....110
5.6.4.6 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 238 AL NODO 234 / Sez. 1 2IPEA 2x270 (MAN - Copertura - Principale)....114
5.6.4.7 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 89 AL NODO 93 / Sez. 10 CHS_EN10219 177.8X6.0 (MAN - Copertura - Controv. Trasv.)....117
5.6.4.8 VERIFICHE BIELLA DAL NODO 2991 AL NODO 2710 / Sez. 80 Quals. (Controventi falda trasv. 2x150x10)....121
5.6.4.9 VERIFICHE BIELLA DAL NODO 1515 AL NODO 2946 / Sez. 10 CHS_EN10219 139.7X4.0 (Controventi parete long.)....122
5.6.5 Verifiche SLE di deformabilità....126
6 VERIFICA PROFILO UPN BORDO IMPALCATO....127
6.1 Verifiche di massima....127
6.2 Verifiche da modello matematico....128
6.2.1 Combinazioni di carico....128

6.2.2 Profili 128
6.2.3 Sollecitazioni 130
6.2.4 Verifiche SLU di resistenza 132
6.2.4.1 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 1765 AL NODO 1868 / Sez. 110 UPN 320 (MAN - P.1 - Profili bordo) 133
6.2.4.2 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 1610 AL NODO 1710 / Sez. 111 UPN 400 (MAN - P.1 - Profili bordo) 135
6.2.4.3 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 2974 AL NODO 2990 / Sez. 210 UPN 320 (MAN - P.2 - Profili bordo) 137
6.2.4.4 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 2959 AL NODO 2970 / Sez. 211 UPN 380 (MAN - P.2 - Profili bordo) 139
6.2.5 Verifiche SLE di deformabilità 141
6.3 Verifiche come sezioni miste 142
6.3.1 Profilo UPN 300 (P.1, zona 2) 142
6.3.2 Profilo UPN 400 (P.1, zona 2) 146
7 Verifica colonne metalliche impalcati 152
7.1 Verifiche di massima 152
7.2 Verifiche da modello matematico 153
7.2.1 Combinazioni di carico 153
7.2.2 Profili 153
7.2.3 Sollecitazioni 154
7.2.4 Verifiche SLU di resistenza 155
7.2.4.1 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 1608 AL NODO 1610 / Sez. 99 HEAA 220 (MAN - P.1 - Pilastri Rinf.) 156
7.2.4.2 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 1609 AL NODO 1611 / Sez. 100 HEA 120 (MAN - P.1 - Pilastri) 160
7.2.4.3 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 835 AL NODO 838 / Sez. 200 HEA 120 (MAN - P.2 - Pilastri) 163
7.2.4.4 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 1007 AL NODO 1008 / Sez. 201 HEAA 220 (MAN - P.2 - Pilastri Rinf.) 168
8 NUOVO IMPALCATO DI COPERTURA SALA PROVE 173
8.1 Descrizione 173
8.2 Analisi dei carichi 174
8.3 Criteri di progettazione SLU e SLE 175

8.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni 175
8.5 Portata dei connettori 175
8.6 Sintesi dei risultati 175
8.7 Verifica soletta mista 175
8.8 Verifiche travi miste 175
8.8.1 Verifica di stabilità in fase di getto 175
8.8.2 Trave tipica 176
9 NUOVO IMPALCATO +9.25m ATRIO 183
9.1 Descrizione 183
9.2 Analisi dei carichi 184
9.3 Criteri di progettazione SLU e SLE 185
9.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni 185
9.5 Portata dei connettori 185
9.6 Sintesi dei risultati 185
9.7 Verifica soletta mista 185
9.8 Verifiche travi miste 185
9.8.1 Verifica di stabilità in fase di getto 185
9.8.2 Trave tipica L = 6.03m 186
10 NUOVI IMPALCATI -1.40m e 1° P. INTERRATO -4.50m LATO TORRE SCENICA 193
10.1 Descrizione 193
10.2 Analisi dei carichi 194
10.3 Criteri di progettazione SLU e SLE 195
10.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni 195
10.5 Portata dei connettori 195
10.6 Sintesi dei risultati 195
10.7 Verifica soletta mista 195
10.8 Verifiche travi miste 195
10.8.1 Verifica di stabilità in fase di getto 195
10.8.2 Trave tipica 196
11 VERIFICA DETTAGLI METALLICI 203
11.1 Dettagli di collegamento profili impalcati P.1 e P.2 Maniche e similari 203
11.1.1 Verifica connessione a taglio tra IPE 220 e profilo di bordo UPN 320 e similari (dett. M11 e M12) 204
11.1.2 Verifica connessione a taglio tra profilo IPE 220 (o IPE 240) parete in c.a. (dett. M13) 210

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

11.1.3 Verifica connessione a taglio tra IPE 270 e profilo di bordo UPN 320/380 (Impalcato P.2, Dett. M21) 215

11.1.4 Verifica giunto profilo di bordo UPN320 (dett. M11 e M21) 221

11.1.5 Verifica giunto profilo di bordo UPN380/UPN 400 (dett. M21) 227

11.2 Dettagli di collegamento nell'impalcato di Copertura Maniche 232

11.2.1 Verifica connessione a taglio tra IPE 160 e 2xIPEA 270 232

11.2.2 Verifica connessione a taglio tra HEAA 180 (o HEAA 200) e 2xIPEA 270 238

11.2.3 Verifica nodo di testa IPE 160 - 2xIPEA 270 – Controvento di falda (dett. M31) 244

11.2.4 Verifica connessione bullonata a taglio del diagonale di controvento di falda (2 piatti 150x10) .255

11.2.5 Verifica giunto del diagonale di controvento di parete longitudinale (CHS 139.7x4.0)....258

11.2.6 Verifica giunto del diagonale di controvento di parete trasversale (CHS 177.8x6.0) 263

12 CONNESSIONI ORIZZONTALI TRA IMPALCATI MANICHE E STRUTTURE ESISTENTI....268

12.1 Cucitura tra impalcato P.1 e trave del telaio longitudinale esistente in corrispondenza dell'impalcato della galleria 268

12.2 Collegamento delle facciate murarie esterne longitudinali 271

12.2.1 Domanda sismica 271

12.2.2 Capacità dell'ancoraggio 272

12.3 Collegamento del telaio in c.a. 273

12.3.1 Domanda sismica 273

12.3.2 Capacità dell'ancoraggio 274

12.4 Collegamento trasversale tra l'impalcato P.2 delle Maniche e l'impalcato copertura "ridotti" dell'Atrio 275

12.4.1 Domanda sismica 275

12.4.2 Capacità dell'ancoraggio 275

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1 Premessa

Il presente documento contiene la sintesi delle soluzioni strutturali adottate per gli impalcati di nuova realizzazione dei volumi longitudinali adiacenti alla sala del teatro e denominati rispettivamente Manica BCC (quella adiacente al complesso della Biblioteca) e Manica Petrarca (adiacente all'omonima via).

Le fondazioni delle colonne sono trattate nell'elaborato 22044D02_3_0_P_ST_00_CD__514 – All. 2.

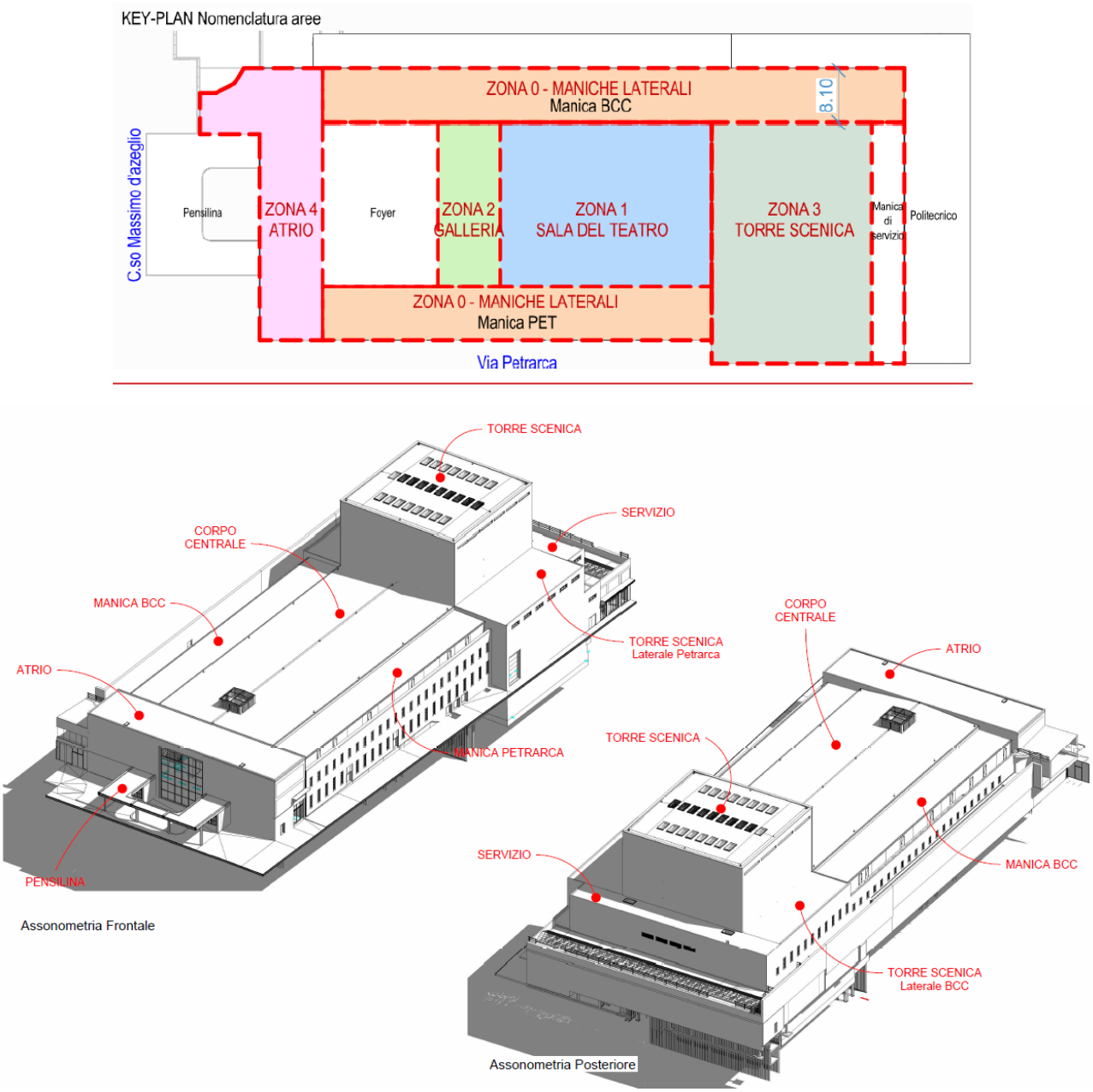


Figura 1: Denominazione delle parti dell'opera

2 Maniche: stato di fatto, progetto PFTE e progetto PE

2.1 Stato di fatto e previsioni del progetto PFTE

Le Maniche laterali hanno una larghezza di 7.8m circa e sono delimitate in senso longitudinale:

- dai maschi in muratura lungo bordo esterno;
- dai telai in in c.a. che delimitano il loro spazio da quello della sala principale del Teatro, della Galleria e del Foyer.

Oltre al P.T., posto a quota 0.00m e fondato direttamente sul terreno, sono presenti un impalcato P.1 a quota 4.80m e l'impalcato di Copertura posto a quota 8.05m/8.75m.

Gli impalcati sono stati rilevati essere di tipo latero-cemento e presentano, oltre a carenze portanti (si veda dopo) diversi livelli di ammaloramento oltre alle incertezze tipiche delle strutture esistenti, solo parzialmente risolvibili mediante piani di indagini aventi estensione e grado di dettaglio inevitabilmente limitati:

- tendenza allo sfondellamento dell'intradosso del solaio;
- copriferri mancanti o comunque insufficienti alla luce delle prescrizioni di durabilità imposti dalla normative attuali;
- armature ammalorate.

Per tali impalcati inoltre le prescrizioni progettuali prevedono un sostanziale incremento dei carichi permanenti e variabili in funzione delle destinazioni previste:

- per l'impalcato P.1 sono previsti carichi permanenti portati (massetti, controsoffitti e tamponamenti) aventi intensità variabile da 1.00 kN/m2 a 2.00 kN/m2 secondo le zone e un carico variabile che può raggiungere il valore di 4.00/5.00 kN/m2 nelle porzioni dove è prevista la possibilità di affollamento con/senza posti fissi (zone palcoscenico e platea, zona Atrio) e/o attività "dinamiche" (Sala Prove).
- l'impalcato P.2 (originariamente di copertura) è dedicato all'alloggiamento degli impianti a servizio del teatro: è quindi previsto un carico variabile di 5.0 kN/m2 (comprensivo del peso degli impianti e delle attività di manutenzione).

  Su tale impalcato insiste poi, con colonne posizionate in falso, il peso delle tettoia di copertura di nuova realizzazione e dei carichi agenti su essa (peso proprio, impianti appesi e neve).

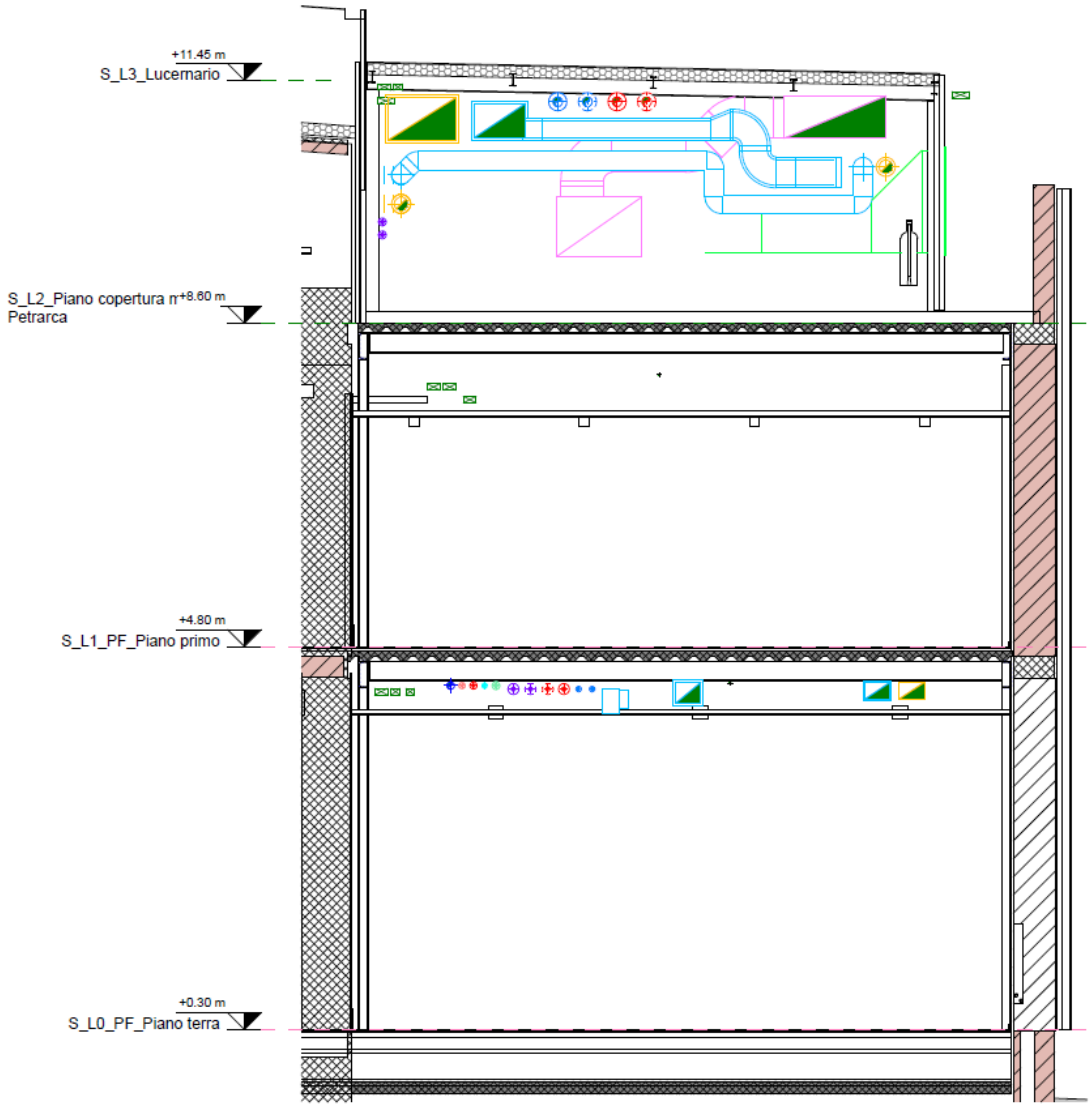


Figura 2: Sezione trasversale Manica

Secondo quanto dichiarato nel PFTE e rilevato sul posto "*i solai delle maniche laterali del piano primo e di alcune campate della copertura lato Padiglione "Nervi*" (lato BCC) "*realizzati con elementi in laterocemento, risultano eccessivamente deformati avendo luci di 7,80 m e spessore complessivo strutturale pari a 25 cm (*), con esteso fenomeno di sfondellamento in atto e non idonei a sopportare i carichi secondo la normativa vigente. Si prevede la loro demolizione per settori non adiacenti e la loro ricostruzione in struttura mista costituita da profilati in acciaio e soletta in cls alleggerito gettato su lamiera grecata. La collaborazione della soletta con le travi è garantita da connettori in acciaio fissati mediante chiodatura in opera*".

(*) "*La snellezza, rapporto tra luce e spessore del solaio, per elementi semplicemente appoggiati è normalmente minore o uguale a 20, nella situazione rilevata la snellezza ha un valore pari a 31.*"

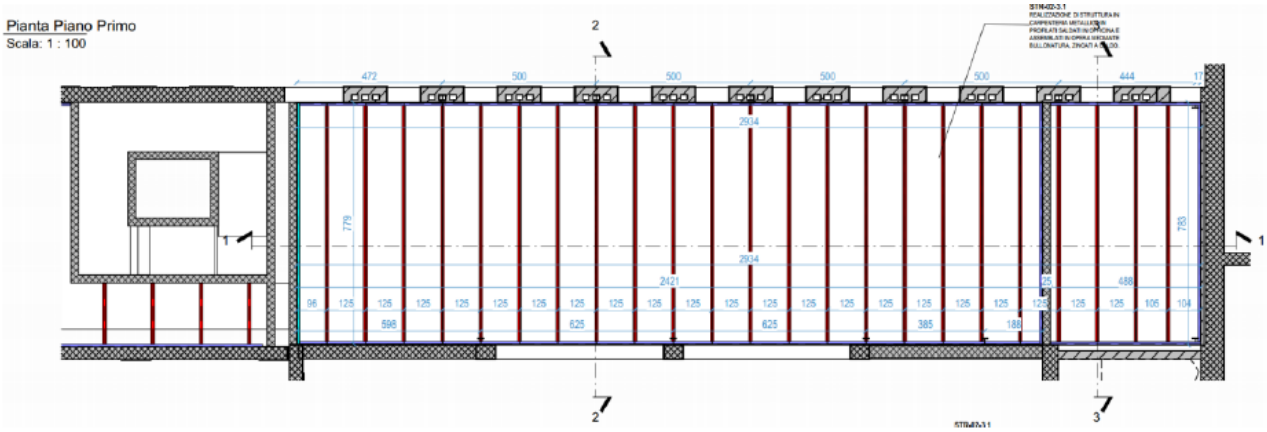


Figura 3: Immagine estratta del PFTE con layout delle travi metalliche trasversali dell'impalcato P.1 di nuova realizzazione

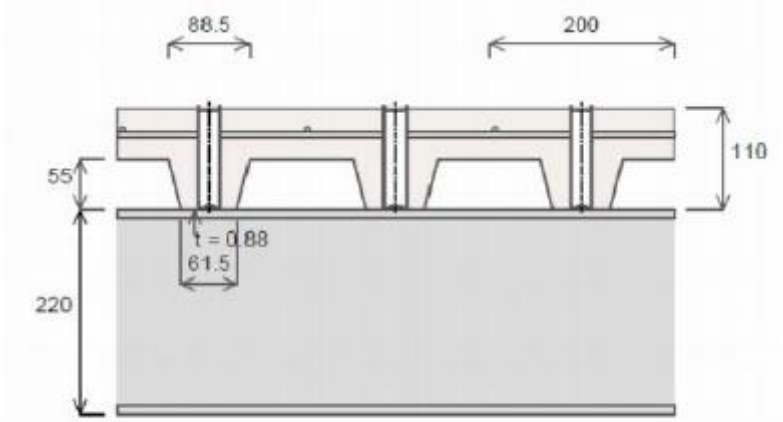


Figura 4: Immagine estratta del PFTE con dettaglio "trave + soletta" e relativi collegamenti

Per l'impalcato P.2 (ex di copertura) era previsto nel PFTE:

- Manica "Petrarca": rinforzo del solaio esistente mediante reticolo di travi metalliche rompitratta atte a sostenere il solaio (il cui ruolo viene degradato a struttra secondaria e di tamponamento) e l'applicazione di un sistema antisfondellamento all'intradosso;

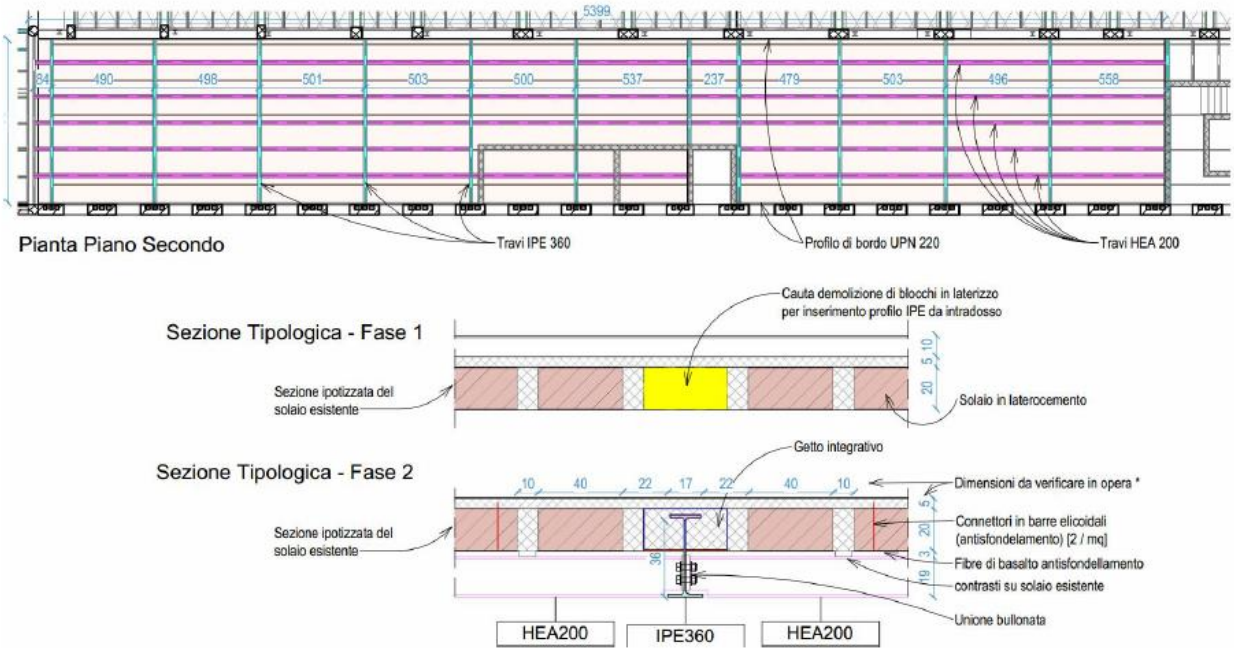


Figura 5: Immagine estratta del PFTE con layout delle travi metalliche rompitratta e dettagli

- Manica "BCC": l'attuale l'impalcato di copertura presenta un layout strutturale non uniforme essendo caratterizzato da una porzione tipica con solaio latero-cementizio e una porzione caratterizzata da travi trasversali in c.a. estradossate che "appendono" e sostengono il solaio disposto su due livelli e, in questo caso, ordito longitudinalmente tra esse.

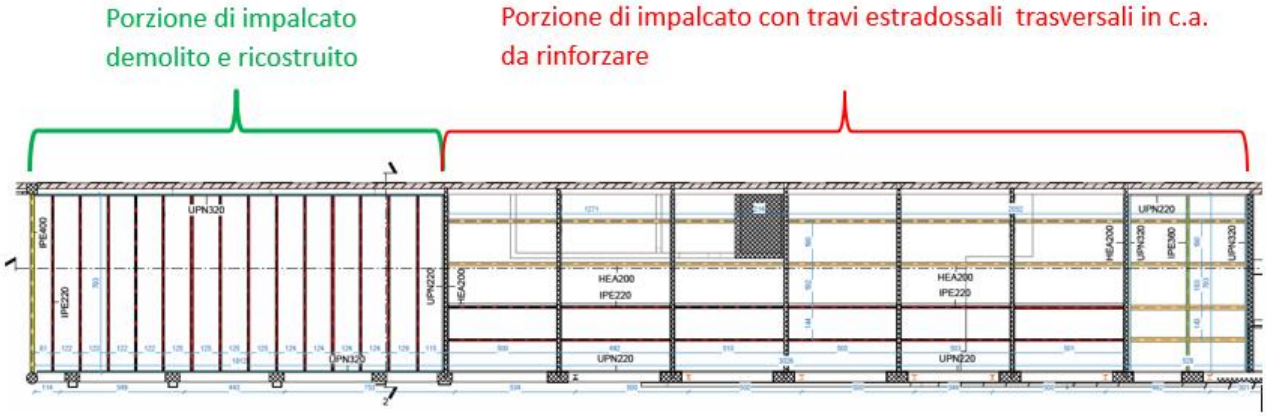


Figura 6: Layout strutturale del piano di copertura della Manica BCC – Progetto PFTE - Pianta

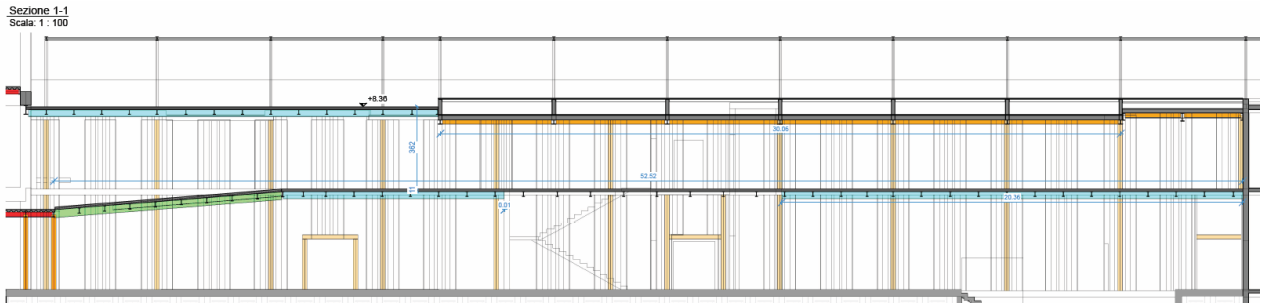


Figura 7: Layout strutturale del piano di copertura della Manica BCC – Progetto PFTE - Sezione

Per la prima porzione il PFTE propone l'integrale demolizione e successiva realizzazione di nuovo impalcato analogo a quello previsto per il P.1, per la seconda porzione un intervento elaborato e complesso volto a:

- rinforzare il solaio e le travi trasversali in c.a.
- realizzare un nuovo grigliato (posto a livello di estradosso delle travi trasversali) per l'alloggiamento degli impianti previsti a progetto

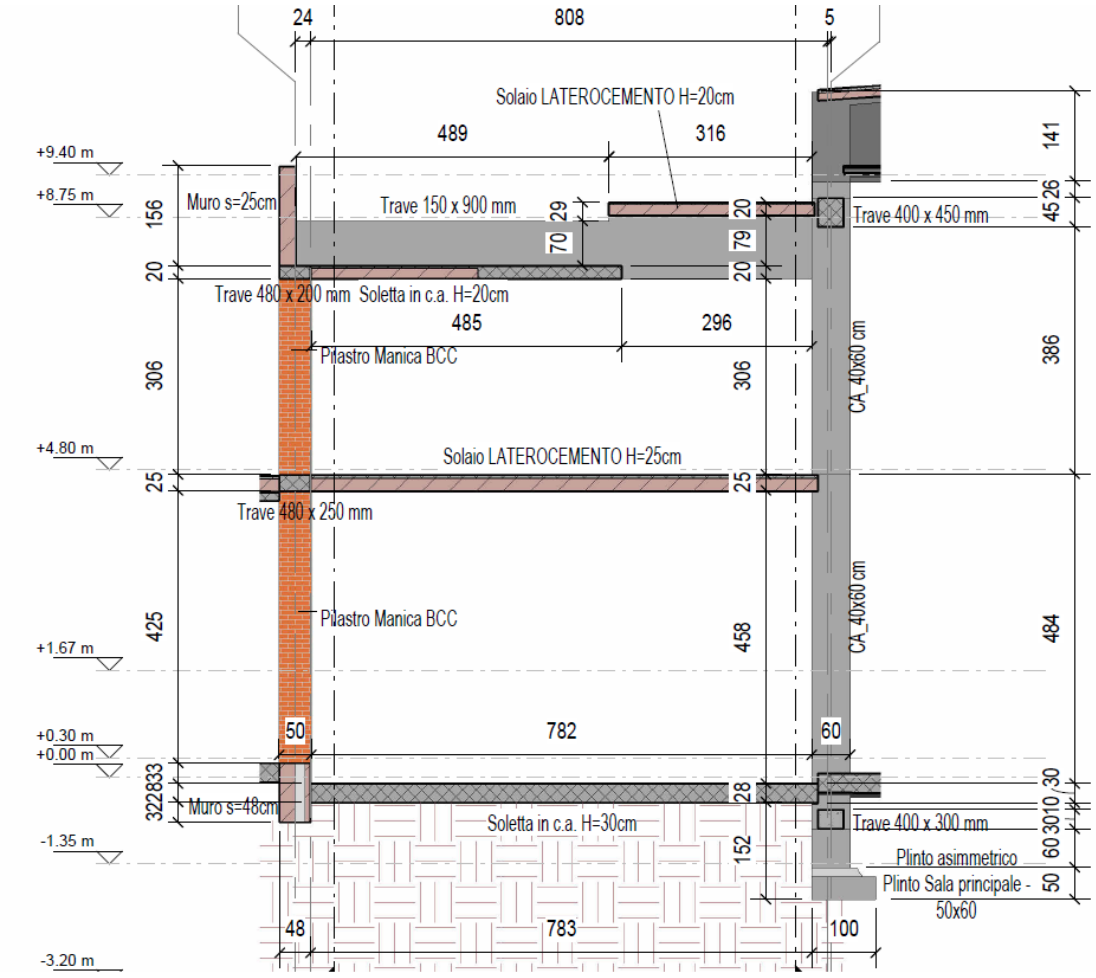
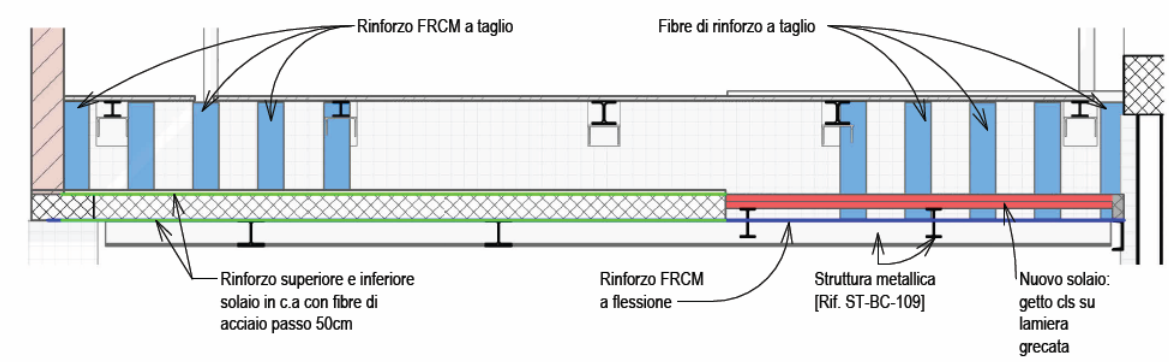
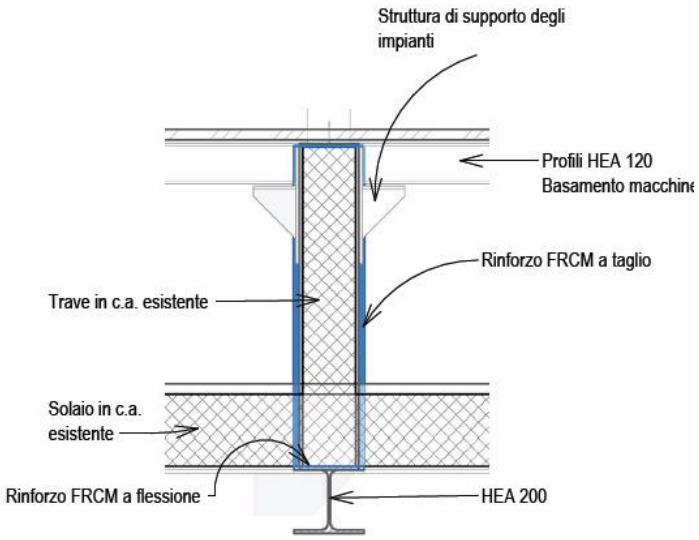


Figura 8: Progetto PFTE - Sezione trasversale della Manica BCC con impalcato di copertura su due livelli



Rinforzo a flessione e taglio trave manica BCC



Sezione transversale trave BCC

Figura 9: Progetto PFTE - Manica BCC – Intervento di rinforzo della porzione di solaio con travi estradossate

2.2 Proposta del PE

Nel PE:

- si confermano le previsioni progettuali del PFTE in merito agli impalcati P.1: integrale demolizione e sostituzione con impalcato nuovo in travi di acciaio e soletta mista in lamiera grecata e cls collaborante;
- si propone di estendere a tutto l'attuale piano di copertura la soluzione prevista per il P.1 (e già prevista per una porzione dell'impalcato di copertura nella Manica BCC).

Questo determina I seguenti vantaggi:

1) distributivi: nella Manica BCC questa soluzione permette di garantire una maggiore e uniforme altezza utile a livello P.2 senza modificare quella del piano sosttostante;
2) operativi: eliminazione delle lavorazioni volte a rinforzare un solaio esistente, datato e ammalorato;

3) strutturali:

in accordo con la progettazione antisismica, il PFTE colloca nelle Maniche laterali i corpi controventanti verticali della porzione “bassa” dell’opera (Atrio + Teatro + Maniche, con esclusione della Torre Scenica) rappresentati dai vani scala/ascensore.

Sono infatti previsti tre corpi controventanti per ogni Manica e realizzati mediante volumi scatolari in setti in c.a.:

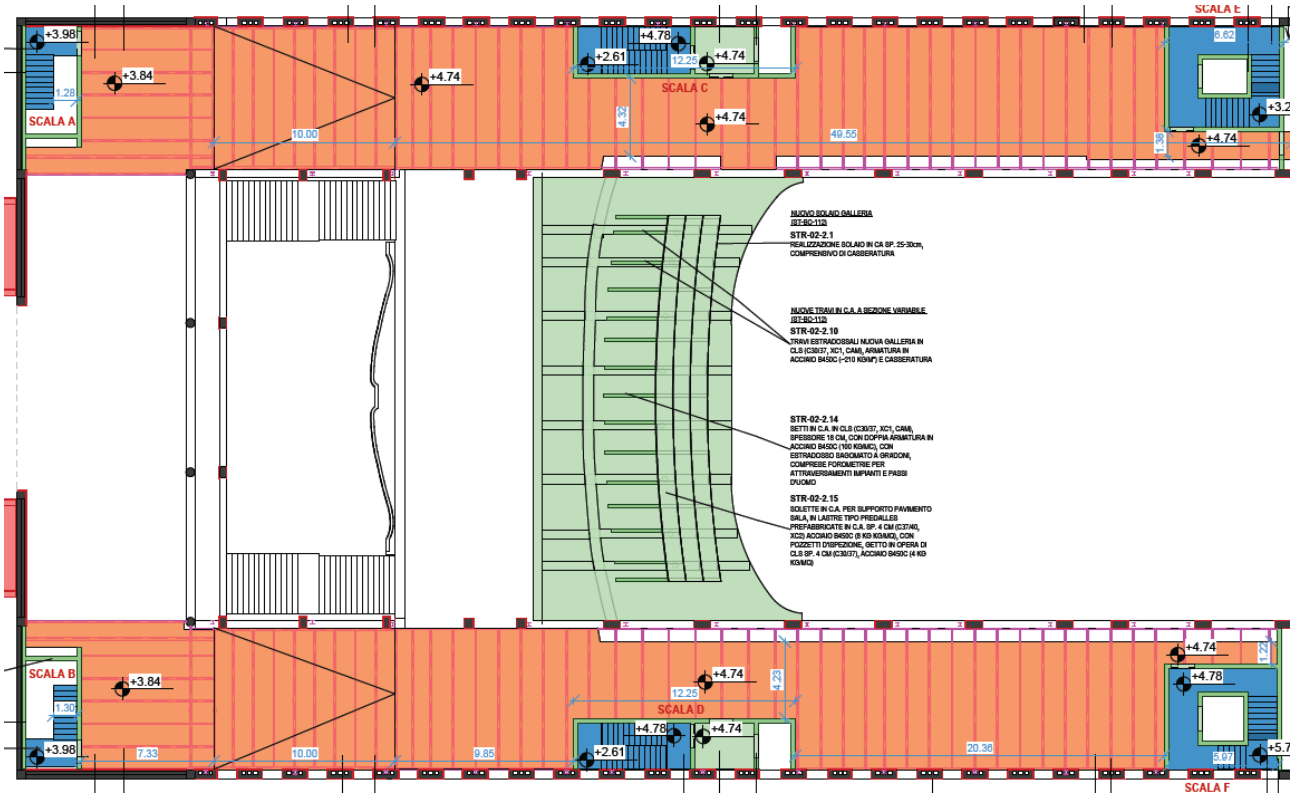


Figura 10: Progetto PFTE – Pianta P.1 – posizione dei 3+3 corpi controventanti verticali (in blu)

Tali corpi controventanti sono a servizio di tutta la parte bassa dell’opera (quindi Atrio, Galleria, Maniche e copertura Teatro) ma per poter svolgere la loro funzione è fondamentale il ruolo degli impalcati suddetti, che agendo come diaframmi orizzontali rigidi (aventi dimensione in pianta di 8m x 20/27m tra un corpo scala ed il successivo), trasferiscono le azioni sismiche ai setti. E l’affidabilità di tale ruolo è garantita più in un solaio di nuova (e mirata) progettazione che in un solaio esistente progettato in assenza di tali criteri attuali normativamente definiti.

3 MANICHE: NUOVO IMPALCATO P.1

3.1 Descrizione

Si conferma la soluzione prevista nel PFTE: l'impalcato è formato da travi metalliche aventi orditura trasversale, luce max = 7.60m e interasse tipico di 1.25m (nella zona "Palcoscenico" dei "Ridotti" l'orditura è longitudinale con luce tipica 6.0m (max = 9.08m)). Sulle travi è ordita trasversalmente la soletta mista in lamiera grecata di altezza 55mm e cls alleggerito per uno spessore complessivo 110mm. La collaborazione tra cls e lamiera è garantita dalle imbozzature tipiche della lamiera (tipo HiBond o equivalenti) mentre la collaborazione tra soletta e travi è ottenuta mediante connettori di tipo Hilti X-HVB di altezza 95mm disposti nelle greche e chiodati all'ala superiore delle travi.

La fase iniziale di getto avviene in assenza di supporti intermedi temporanei. In questa fase la lamiera grecata deve svolgere un ruolo controventante per impedire lo svergolamento delle travi per instabilità del corrente superiore compresso. Per tale ruolo e ai sensi di quanto specificato in EN1993-1-3 p. 2(6), alle lamiere grecate è assegnata Classe strutturale II nella fase costruttiva di getto del cls:

(6) Per la progettazione di strutture costruite con profilati e lamiere sottili piegati a freddo si raccomanda di fare una distinzione tra "classi strutturali" associate alle conseguenze della rottura secondo l'appendice B della EN 1990 definite come segue:

Classe strutturale I: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità globale di una struttura;

Classe strutturale II: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità di singoli elementi strutturali;

Classe strutturale III: Costruzione in cui le lamiere sottili piegate a freddo sono utilizzate solo come un elemento di trasferimento dei carichi alla struttura.

Il grado di connessione tra soletta e trave è di tipo parziale (> 50%).

Lo schema statico è di trave in semplice appoggio soggetta a carico uniformemente distribuito.

Le travi metalliche trovano sostegno in ciascuna estremità su un profilo longitudinale a C continuo accostato alle colonne in c.a (filo interno della Manica) e ai maschi murari in muratura (filo esterno della Manica). Il profilo longitudinale si appoggia infine su colonne metalliche. Le colonne sono disposte secondo un passo tipico di 5m in modo da trovarsi adiacenti alle colonne in c.a. e ai maschi murari.

Il telaio metallico così concepito, rispetto alle strutture verticali esistenti, è quindi indipendente (*) per quanto riguarda il sostegno dei carichi verticali mentre è collegato ad esse mediante spinottature tra profilo di bordo e colonne. Il collegamento della soletta ai setti in c.a. dei nuovi corpi controventanti assicura infine il trasferimento della azioni sismiche a questi ultimi.

(*) Nota: si prevede di connettere orizzontalmente la colonna metallica alla colonna esistente almeno a metà altezza al fine di ridurne la sua lunghezza libera d'inflessione.

3.2 Analisi dei carichi

L'impalcato di P.1 è suddiviso in zone in funzione della destinazione d'uso e dei pacchetti architettonici previsti. Percorrendo le Maniche dall'Atrio verso la Torre Scenica:

Zona	Descrizione
"Palco"	Porzione orizzontale dell'impalcato posta a quota +3.84m e destinata ad ospitare il palco dei "Ridotti" posti lateralmente nel volume dell'Atrio
"Platea"	Porzione inclinata dell'impalcato con quota variabile da quota +3.84m a quota 4.74m (pendenza 9%) destinata ad ospitare la platea dei "Ridotti" posti lateralmente nel volume dell'Atrio
Zona 1	Porzione orizzontale dell'impalcato "open space" posta a quota +4.74m e adiacente al corpo scala centrale
Zona 2	Porzione orizzontale dell'impalcato posta a quota +4.74m tra il corpo scala centrale e il corpo scala adiacente alla Torre Scenica
Sala Prove	Porzione orizzontale dell'impalcato posta a quota +4.74m nella Manica BCC e adiacente alla Torre Scenica

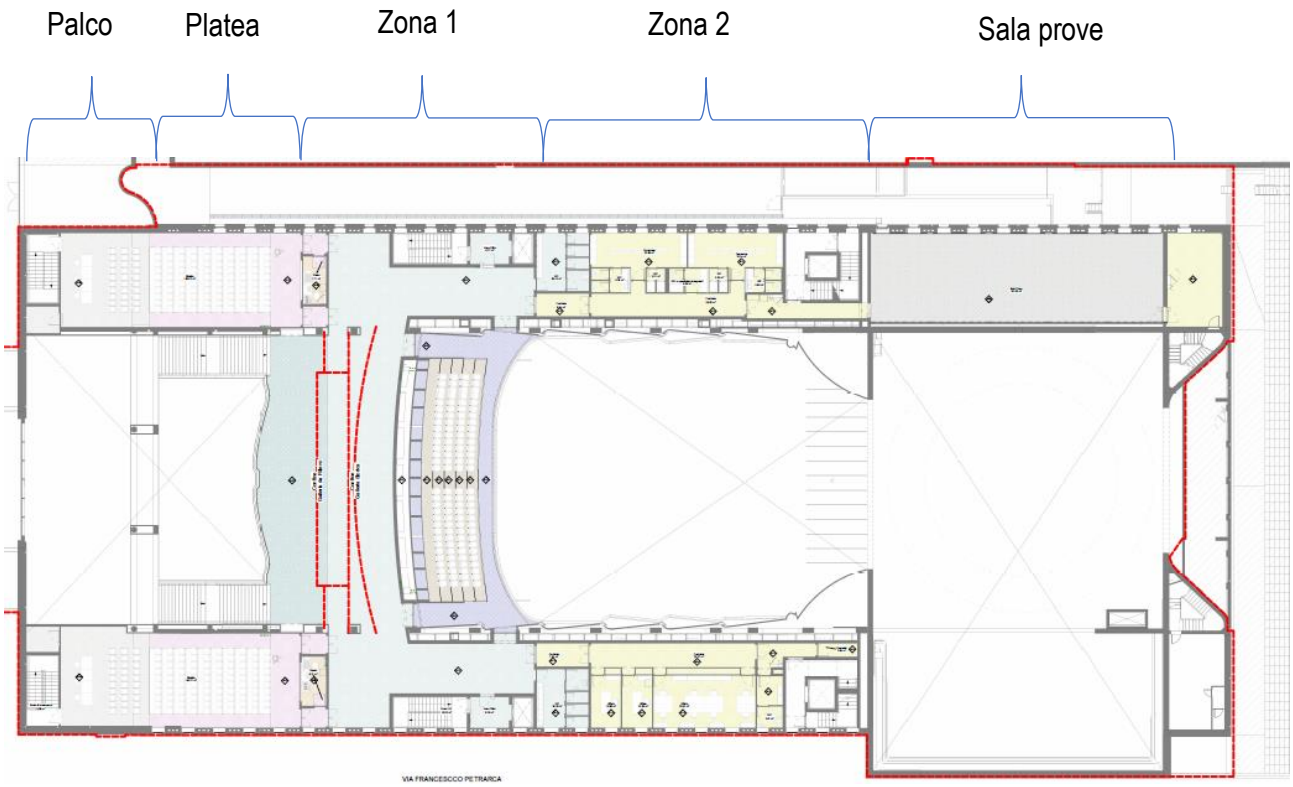


Figura 11: Pianta P.1 Maniche – individuazione zone

L'analisi dei carichi è riportata nella seguente tabella:

P.1 Maniche Petrarca e BCC H [m] 3.50 per tamponamenti

Zona	**Palcoscenico**	**Platea**	**Zona 1**	**Zona 2**	**Sala Prove**
Pacchetto	SI05	SI10	SI21	SI14	SI06
Controsoffitto	C-03	C-03	C-02	C-02 C-03	C-04
Tamponamento	--	--	Mfut	MI05 MI06	--
Tamponamento [kN/m2]	0.00	0.00	0.52	0.57	0.00
[kN/m2]					
Tamponamento	0.00	0.00	0.80	0.80	0.00
Extra (*)	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00
Pacchetto	1.00	2.00	1.10	1.00	2.20
Soletta strutturale	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
Carpenteria metallica	0.25	0.25	0.25	0.25	0.30
Impianti	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Controsoffitto	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Permanenti Gk	**3.36**	**4.36**	**4.26**	**4.66**	**4.61**
Permanenti Gk2	1.35	2.35	2.25	2.65	2.55
Variabile Qk	**5.00**	**4.00**	**4.00**	**4.00**	**5.00**
Gk + Qk	8.36	8.36	8.26	8.66	9.61

Nota sui tamponamenti

nell'analisi dei carichi è stata considerata l'incidenza del peso dei tamponamenti leggeri, se presenti, secondo le prescrizioni del p.to 3.1.3 delle NTC 2018 dove si intende per "tamponamento leggero" quello che, per le altezze in essere, non supera il peso di 5.00 kN/ml.

Nelle porzioni di impalcato dove il Progetto architettonico non prevede la presenza di tamponamenti è stata comunque presa in considerazione una loro ipotetica presenza futura nelle modalità seguenti:

nelle zone "Palcoscenico" e "Sala Prove" il loro peso sarà compensato dalla contemporanea riduzione del carico variabile da 5.00 kN/m2 a 4.00 kN/m2;

nella zona "Platea" il loro peso sarà compensato dalla contemporanea eliminazione del peso delle poltrone;

nella "Zona 1" la sigla "Mfut" riportata nella tabella precedente introduce il carico equivalente associato.

(*) Nelle posizioni dove sono presenti tamponamenti "pesanti":

1) Tamponamento longitudinale MI10 di separazione del volume Manica dal volume Teatro (Zona 2)

La porzione di impalcato interessata dalla presenza del tamponamento longitudinale presenta

una fascia di larghezza 0.60m priva di solaio essendo utilizzata come cavedio verticale.

Il peso del muro (trasversale alle travi metalliche) viene trasformato in un carico distribuito equivalente in termini di deformabilità.

Con riferimento alla Zona 2 e per una trave:

Valore caratteristico del carico distribuito:

qk = (Carico_k) x (interasse) = 8.16 kN/m2 x 1.25m = 10.2 kN/m

Valore caratteristico del carico concentrato del muro

Pk = (Peso_mq) x (altezza) x (interasse) = 3.15 kN/m2 x 4m x 1.25m = 15.75 kN

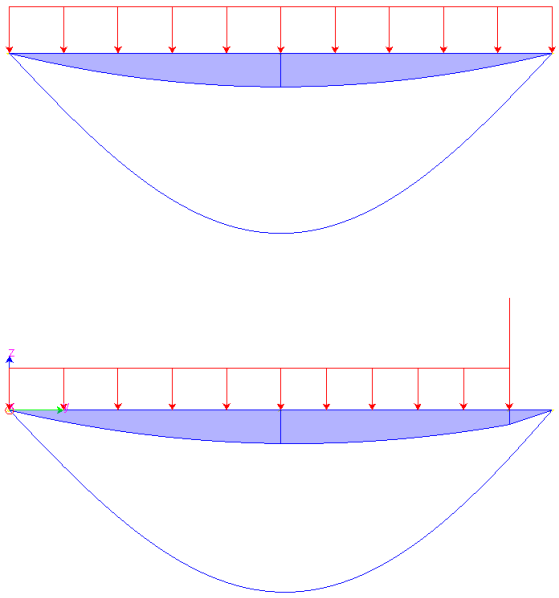


Figura 12: Sopra: Trave con carico uniformemente distribuito equivalente. Sotto: trave con carico distribuito reale e carico puntuale del muro. Deformata e diagramma del momento flettente

Il carico distribuito equivalente in termini di deformabilità ammonta a 10.7 kN/m corrispondente a 8.66 kN/m2 con conseguente aumento pari a 8.66 – 8.16) kN/m2 = +0.50 kN/m2.

Con tale carico equivalente:

- il momento massimo Mk vale 77.3 kNm, sostanzialmente corrrispondente al valore reale (77.5 kNm);
- la reazione d'appoggio Rk vale 40.7 kN, sostanzialmente corrrispondente al valore reale (47.4 kN).

2) Tamponamento di separazione MI14

Le porzioni di impalcato interessate da questi tamponamenti saranno interessate da rinforzi locali.

3.3 Criteri di progettazione SLU e SLE per le travi miste acciaio-cls

Si prevede l'impiego di cls alleggerito di classe LC 25/28 e classe di massa D1.9 in accordo con NTC 2018 C4.3.

Le verifiche SLU condotte sono le seguenti:

1) Verifica a taglio del profilo metallico in corrispondenza della sezione di appoggio

   Il taglio Vsd viene attribuito esclusivamente all'anima del profilo metallico e si verifica che (escludendo fenomeni di instabilità per taglio visto le dimensioni dei profili utilizzati)

   $V_{rd} = A_{web} f_{yd} / \sqrt{3} \geq V_{sd}$ (con Aweb = area anima profilo)

2) Verifica della connessione tra profilo metallico e soletta

   Sono richiesti:

   connettori duttili;

   grado di connessione minimo secondo quanto richiesto in NTC 2018 p. 4.3.4.3.1.1;

   la penalizzazione della portata del connettore quando inserito in solette realizzate con lamiere grecate disposte parallelamente o ortogonalmente al profilo metallico.

3) Verifica della connessione tra soletta e connettori in accordo con NTC 2018 p. 4.3.4.3.5.

   In accordo con EN1992-1-1 p. 6.2.4(5) l'armatura trasversale necessaria viene determinata come

   $A_s = \max(A_{sf}, 50\% A_{sf} + A_{s,fless})$ dove

   Asf = armatura trasversale necessaria per la connessione tra connettori e soletta

   As,fless = armatura necessaria nella soletta per resistere al momento flettente negativo all'appoggio

4) Verifica a flessione della sezione mista nella sezione di mezzeria

   Si richiede che il profilo metallico sia in classe 1 o 2 a flessione.

   In virtù del collegamento alla soletta si assume l'ala superiore compressa in classe 1.

   La resistenza flessionale della sezione composta viene determinata con metodo rigido-plastico e tenendo conto del grado di connessione garantito dai connettori (NTC 2018 p. C4.3.42).

   Non si considerano gli effetti della sequenza di costruzione (EN1994-1-1 p. 5.4.2.4(2)) e del ritiro (NTC 2018 p. 4.3.2.2.1 e EN1994-1-1 p. 5.4.2.2(7)).

Le verifiche SLE condotte sono le seguenti:

1) Non sono richieste verifiche SLE tensionali (EN1994-1-1 p. 7.2.2).
2) Verifica di deformabilità in accordo con i seguenti limiti (NTC 2018):

   Freccia totale: $\delta_{max} / Luce < 1/250$

   Freccia per carichi variabili: $\delta_2 / Luce < 1/350$

Tab. 4.2.XII - *Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie*

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	
In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.		

- In accordo con EN1994-1-1 p. 7.3.1(3) si assume come livello di riferimento l'estradosso della soletta per la freccia di una trave NON puntellata in fase di. getto Ne consegue che nella verifica della freccia totale (δtot = δ(Gk1) + δ(Gk2) + δ(Ritiro) + δ(Qk2)) si può trascurare il primo contributo.
- Gli effetti della parziale connessione possono essere trascurati (EN1994-1-1 p. 7.2.1(8)) in quanto sono soddisfatti i requisiti elencati in EN1994-1-1 p. 7.3.1(4).
- Gli effetti del ritiro in termini di curvatura sono considerati in quanto non sono completamente soddisfatti i requisiti di EN1994-1-1 p. 7.3.1(8):

  Rapporto Luce / Altezza_trave ≤ 20 → Condizione soddisfatta

  Calcestruzzo non alleggerito → Condizione NON soddisfatta

3) Verifica di comfort:

Si determina la frequenza naturale di vibrazione della trave composta assumendo Gk + 0.7 Qk come massa vibrante e si verifica che sia maggiore di 5 Hz (NTC 2018 p. 4.2.4.2.3.1 "solai soggetti a eccitazioni cicliche") per le Zone "Palcoscenico" ,"Platea" e"Sala Prove".

3.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni per le travi miste acciaio-cls

Viene condotta una analisi elastica delle deformazioni e delle sollecitazioni trasformando la sezione composta in sezione omogena equivalente adottando coefficienti di omogenizzazione n = Es/Ecls intantanei (per le analisi a breve termine in assenza di fenomeni di viscosità) e a tempo infinito (per analisi a lungo termine tenendo conto dei fenomeni viscosi) e considerando gli effetti deformativi nel caso in cui il getto del cls avvenga su profili non puntellati.

La larghezza collaborante di soletta viene determinata in accordo con NTC 4.3.2.3 assumendo

Beff = Be1 + Be2 + B0 dove

Be1 = Be2 = min(interasse travi, Luce / 8) = larghezza collaborante da ciascun lato del profilo

B0 = distanza trasversale tra i connettori (assunta conservativamente pari a 0)

Gli effetti della temperatura sono trascurati (NTC 2018 p. 4.3.2.2.1, sezioni classe 1 o 2).

3.5 Portata dei connettori

In accordo con il documento

ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751

relativo ai connettori Hilti X-HVB, la portata viene calcolata con riferimento all'Annex C1

Table 3: Characteristic and design[1] resistance in composite beams with solid slabs

Shear Connector	Characteristic Resistance P_{Rk} [kN]	Minimum base material thickness [mm]	X-HVB positioning[3]	Ductility assessment
X-HVB 40	29.0	6	"duckwalk"	Ductile according to EN 1994-1-1: 2004/AC:2009
X-HVB 50	29.0	6		
X-HVB 80	32.5	8 [2]	parallel with beam	
X-HVB 95	35.0			
X-HVB 110	35.0			
X-HVB 125	37.5			
X-HVB 140	37.5			

1) In the absence of other national regulations a recommended partial factor γ_V = 1.25 can be used
2) Reduction to 6 mm minimum base material thickness possible, see Annex C5
3) "Duckwalk" positioning according to Annex C5, positioning "parallel with beam" according to Annex B5

Conditions:
- Normal weight concrete C20/25 to C50/60
- Light weight concrete LC20/22 to LC50/55 with a minimum density ρ = 1750 kg/m³
- Observation of positioning rules according to Annex B5 and Annex C5

con le seguenti condizioni da soddisfare:

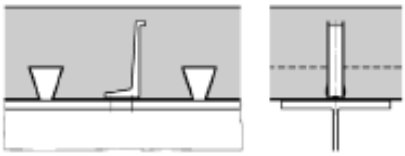
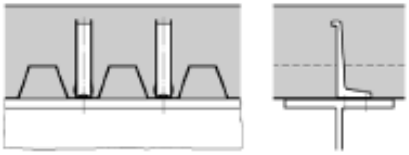
spessore minimo ala profilo: 8mm

calcestruzzo leggero compreso tra LC20/22 e LC50/55

e tenendo conto de:

- le penalizzazioni derivanti dalla posa del connettore tra le greche della lamiera

Table 4: Characteristic and design[1] resistance in composite beams with decking ribs transverse to beam axis

X-HVB positioning	Characteristic Resistance $P_{Rk,t}$	Ductility assessment
 X-HVB positioning longitudinal with the beam	$P_{Rk,t,l} = k_{t,l} \cdot P_{Rk}$ $k_{t,l} = \frac{0.66}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{SC}}{h_p} - 1\right) \leq 1.0$	Ductile according to EN 1994-1-1: 2004/AC:2009
 X-HVB positioning transverse with the beam	$P_{Rk,t,t} = 0.89 \cdot k_{t,t} \cdot P_{Rk}$ $k_{t,t} = \frac{1.18}{\sqrt{n_r}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \left(\frac{h_{SC}}{h_p} - 1\right) \leq 1.0$	

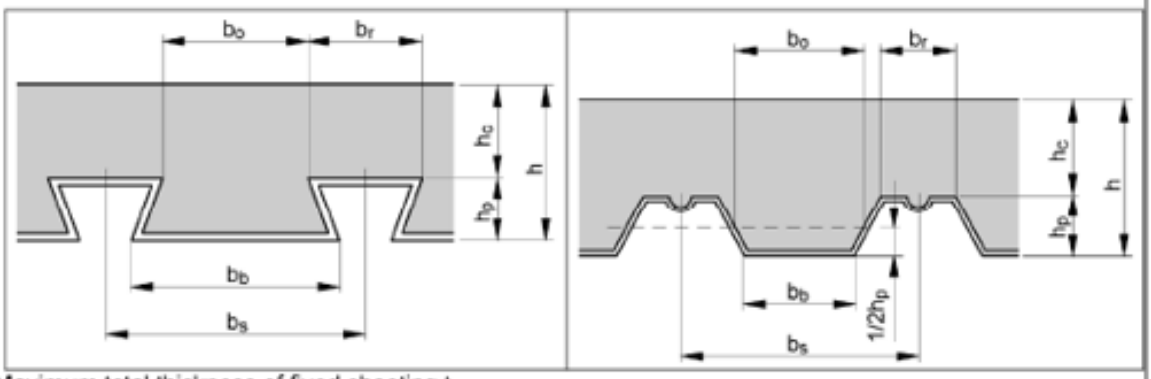
[1] In the absence of other national regulations a recommended partial factor $\gamma_V = 1.25$ can be used

Conditions:

- Characteristic resistance P_{Rk} for solid concrete slabs according to Table 3
- Normal weight concrete C20/25 to C50/60
- Light weight concrete LC20/22 to LC50/55 with a minimum raw density $\rho = 1750$ kg/m³
- Geometric parameters b_0, h_p and h_{SC} according to Annex B4, n_r corresponds to the number of X-HVBs per rib
- Observation of positioning rules according to Annex B6 and Annex B7
- Applicable for X-HVB 80, X-HVB 95, X-HVB 110, X-HVB 125, X-HVB 140

- le condizioni geometriche dell'Annex B4:

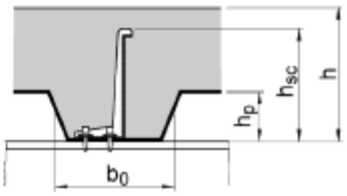
Composite decking geometry



Maximum total thickness of fixed sheeting t_{fix}
2.0 mm for X-HVB 80, X-HVB 95 and X-HVB 110
1.5 mm for X-HVB 125 and X-HVB 140

Minimum slab thickness

X-HVB	Minimum slab thickness h [mm]	
	Without effect of corrosion	With effect of corrosion
40	50	60
50	60	70
80	80	100
95	95	115
110	110	130
125	125	145
140	140	160



Maximum decking height h_p dependent on decking geometry – general rules

X-HVB	Maximum height of composite decking h_p [mm]		
	$\frac{b_0}{h_p} \geq 1.8$	$1.0 < \frac{b_0}{h_p} < 1.8$	$\frac{b_0}{h_p} \leq 1.0$ x)
80	45	45	30
95	60	57	45
110	75	66	60
125	80	75	73
140	80	80	80

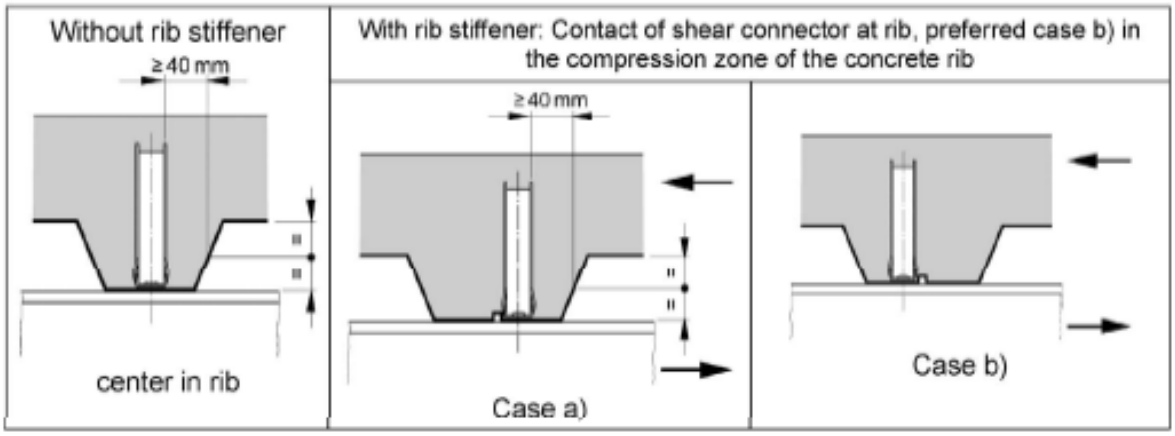
x) $b_0/h_p \geq 1$ for composite decking perpendicular to beam combined with X-HVB orientation parallel with beam

h assunto = 110mm > 95mm (assenza di corrosione per la presenza del massetto edile superiore)

hp lamiera = 55mm < 57mm

- le condizioni geometriche dell'Annex B7 (lamiera grecata e connettori trasversali al profilo):

Positioning in one row with composite deck with or without rib stiffener



Il connettore viene posato aderente alla parete "posteriore" della greca (muovendosi dall'appoggio alla mezzeria della trave) → caso b):

Larghezza ala inferiore greca: 63.4mm, larghezza connettore: 24.3mm

Spessore cls a metà altezza greca: 77.1 – 24.3 = 52.8mm > 40mm

3.6 Verifica soletta mista

Fase di getto:

Analisi dei carichi

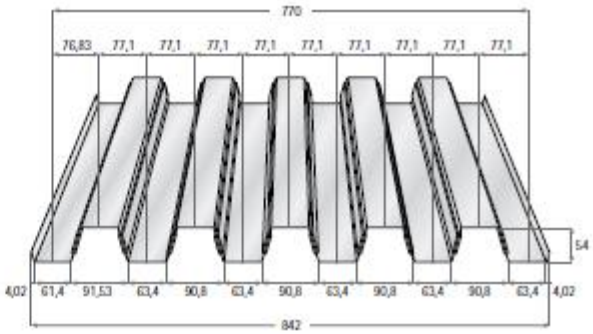
Peso proprio:	Gk1 =	1.76 kN/m2
Mezzi d'opera:	Qk =	1.00 kN/m2
Totale:		2.76 kN/m2

Schema statico: trave continua su più appoggi e luci 1.25m

Si riporta la verifica condotta sulla base dei valori tabella di portata prodotti da un Fornitore.

A55-P770-G6
HI-BOND

TABELLE DI PORTATA IN 1° FASE
LOAD CHART - STAGE 1
TABLEAU DE CHARGES DANS LA 1ère PHASE



S mm	Sezione lorda Gross Section Section brute						p p																						
	Kg/m²	J_y cm⁴/m	$W_{c,inf}$ cm³/m	$W_{c,sup}$ cm³/m	W_p cm³/m	l=m	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5
0,8	9,85	52,45	19,43	19,43	22,43	P = daN/m²	950	685	515	405	325	270	225	190	165	145	125	110	95	85	75	65	60	55	
1,0	12,36	65,17	24,14	21,14	28,14		1000	960	725	570	460	375	315	270	230	205	180	155	135	120	105	95	85	70	60

S mm	Sezione lorda Gross Section Section brute						p p p																						
	Kg/m²	J_y cm⁴/m	$W_{c,inf}$ cm³/m	$W_{c,sup}$ cm³/m	W_p cm³/m	l=m	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5	5,25	5,5
0,8	9,85	52,45	19,43	19,43	22,43	P = daN/m²	1000	820	625	490	395	330	275	235	200	180	155	130	105	85	70	60	50		
1,0	12,36	65,17	24,14	21,14	28,14		1000	1000	875	690	555	460	385	330	285	255	215	1700	140	110	90	75	65	55	

Verifica: la portata ammissibile è superiore al carico previsto → verifica soddisfatta

Fase a regime:

Analisi dei carichi (Sala prove)

Peso proprio:	Gk1 =	1.76 kN/m2
Permanenti portati:	Gk2 =	2.55 kN/m2
Variabili:	Qk =	5.00 kN/m2
Totale:		9.31 kN/m2

Schema statico: trave continua su più appoggi e luci di 1.25m

Verifica tabellare:

Si riporta la verifica condotta sulla base dei valori tabella di portata prodotti da un Fornitore.

Spess. Thick. Epaiss. Dicke mm	J cm⁴/m	Wp cm⁴/m	Wn cm⁴/m	Distanza fra gli appoggi in metri - Span in meters - Entr'axe des solives - Spannweite in Metern																		
				1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50
0,60	39,12	11,11	12,72	1679	1075	746	548	420	332	269	222	187	159	137	119	105	93	83	73 74	62 67	–	
0,70	45,98	13,89	16,00	2112	1352	939	690	528	417	338	219	235	200	172	150	132	117	101 104	85 94	73 84	63 77	–
0,80	54,90	16,85	19,53	2578	1650	1146	842	644	509	412	341	286	244	210	183	161	142 143	120 127	102 114	88 103	76 94	66 85
1,00	73,46	23,27	26,81	3539	2265	1156	1156	885	699	566	468	393	335	289	252	221	191 196	137 157	137 157	117 142	101 128	88 117
1,20	92,57	30,19	32,82	4332	2773	1925	1415	1083	856	693	573	481	410	354	308	271	240	202 214	172 192	148 173	127 157	111 143

Spess. Thick. Epaiss. Dicke mm	J cm⁴/m	Wp cm⁴/m	Wn cm⁴/m	Distanza fra gli appoggi in metri - Span in meters - Entr'axe des solives - Spannweite in Metern																		
				1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50
0,60	39,12	11,11	12,72	2099	1343	933	685	525	415	336	278	221 233	174 199	139 171	113 149	93 131	78 116	66 104	56 93	48 84	–	–
0,70	45,98	13,89	16,00	2640	1690	1173	862	660	521	422	337 349	260 293	204 250	164 216	133 188	110 165	91 146	77 130	65 117	56 106	48 96	– –
0,80	54,90	16,85	19,53	3222	2062	1432	1052	806	637	516	403 426	310 358	244 305	195 263	159 229	131 201	109 178	92 159	78 143	67 129	58 117	50 107
1,00	73,46	23,27	26,81	4424	2831	1966	1444	1106	874	708	539 585	415 492	327 419	261 361	213 315	175 276	146 245	123 218	105 196	90 177	77 160	67 146
1,20	92,57	30,19	32,82	5415	3466	2407	1768	1354	1070	866	679 716	523 602	412 513	330 442	268 385	221 338	184 300	155 267	132 240	113 217	98 196	85 179

Verifica analitica:

Interasse greche: 0.15m

Carico distribuito SLE: qk = 1.76 + 2.55 + 5.00 = 9.31 kN/m2 → 1.40 kN/m/greca

Carico distribuito SLU: qsd = 1.3 x (1.76 + 2.55) + 1.5 x 5.00 = 13.10 kN/m2 → 1.97 kN/m/greca

Msd(+) = 1/10 qsd L^2 = 0.31 kNm/greca

Msd(-) = -1/12 qsd L^2 = -0.26 kNm/greca

Vsd = 1/2 qsd L = 1.23 kN/greca

Armatura minima per ritiro:

In accordo con EN1992-1-1 p.to 7.3.2:

As_min = kc k fct,eff Act / σs dove

kc = 1.0 (caso trazione)

k = 1.0 (h < 300mm)

fct,eff = fctm = 2.36 N/mm2

Act = Area cls = (90.8 + 63.4) / 2 x 55 x 1000 / 144 + 1000 x 55 = 84448 mm2/m

σs = 280 N/mm2 (Prospetto 7.3N, wk = 0.3mm, spaziatura 150mm)

As_min = 712 mm2/m → 107 mm2/150mm

Intradosso: A_lamiera > As_min / 2 verifica soddisfatta

Estradosso: As = 79mm2/150mm > As_min / 2 verifica soddisfatta

Verifica a flessione

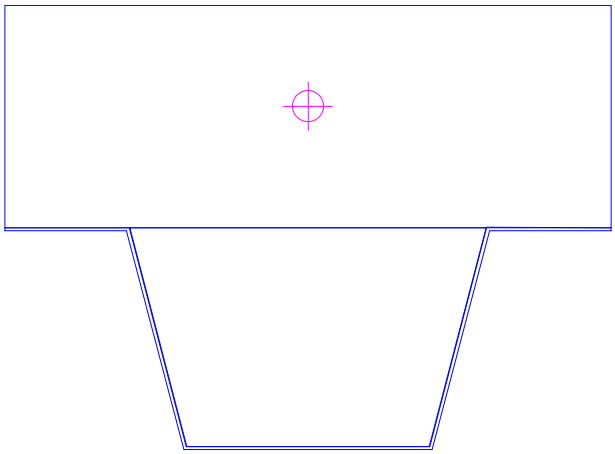
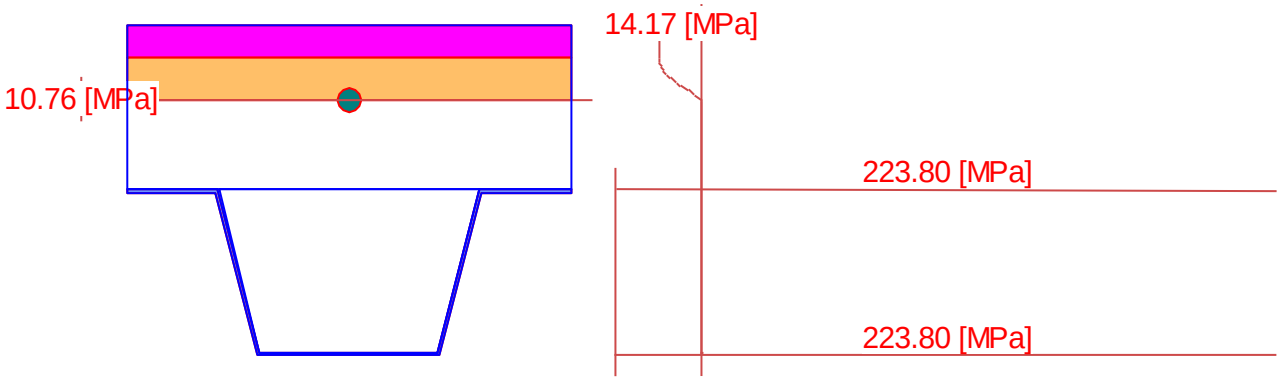
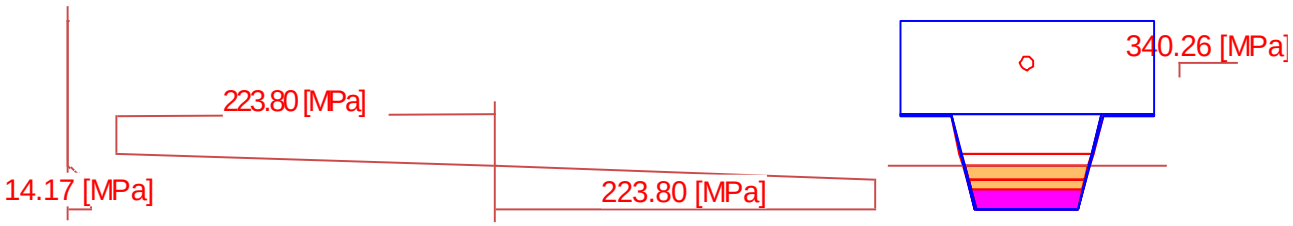


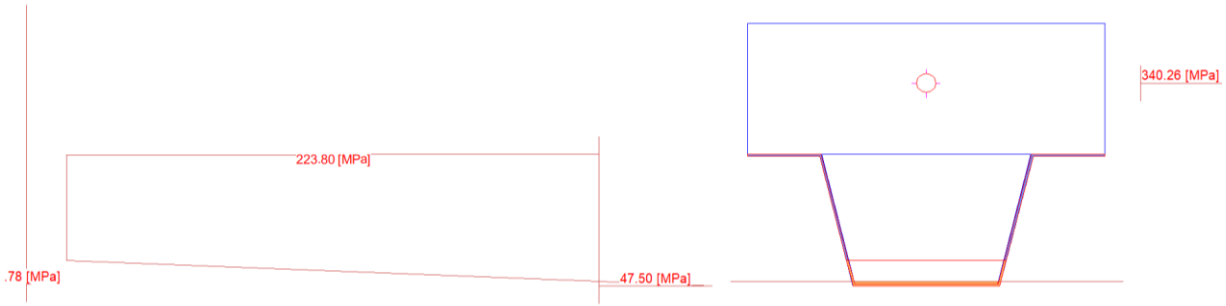
Figura 13: Progetto PFTE – Sezione strutturale (armatura di estradosso: 1ϕ8/150mm B450)





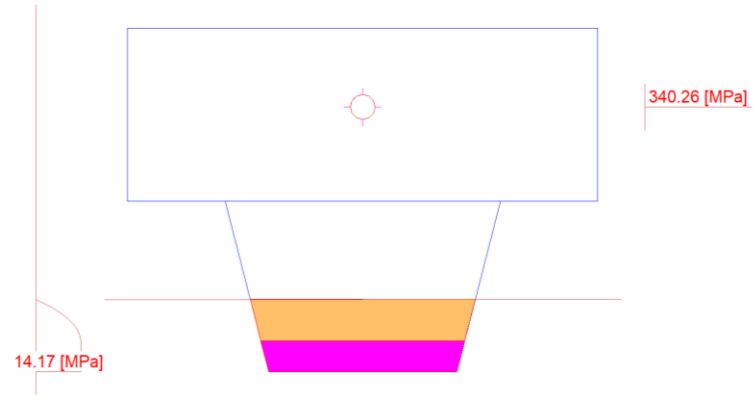
Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
0	0.3	0	0	3	0	0.1
0	-0.3	0	0	-2.1	0	0.12

Con la concomitante presenza del ritiro:



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
30	0	0	43.9	0	0	0.68

Trascurando invece la presenza della lamiera grecata nella verifica a momento flettente negativo:



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
0	-0.3	0	0	-1.3	0	0.2

Verifica a taglio

NTC 2018 p. 4.1.2.3.5.1 - Resistenza al taglio - Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck} [MPa]	25
Coefficiente di sicurezza	γ_c	1.5
	α_{cc}	0.85
	f_{cd} [MPa]	14.17
Altezza utile	d [mm]	85
Larghezza nervatura	bw [mm]	61
Rapporto geometrico armatura tesa estesa per (lbd+d)	δ (max 2%)	0.969%
Tensione media di compressione	σcp [N/mm2]	0
$k = 1 + (200 / d)^{0.5} \leq 2$	k	2.00
$v_min = 0.035\ k^{(3/2)}\ fck^{0.5}$	v_min [N/mm2]	0.495
	k1	0.150
	Crd,c	0.180
$\tau Rd = 1/\gamma c\ Crd,c\ k\ (100\ \rho\ fck)^{1/3} + k1\ \sigma cp$	τRd [N/mm2]	0.695
Tensione tangenziale resistente	τRd [N/mm2]	0.695
Taglio resistente	**VRd [kN]**	3.60

Vsd = 1.23 kN/greca < Vrd = 3.60 kN/greca → Verifica soddisfatta

Verifica di deformabilità

Caratteristiche inerziali Omogeneizzate. Materiale di Riferimento *LC25-28*

Tipo	Materiale di riferimento	Et [MPa]	n=Et/Eref	Baricentriche x_G [cm]	y_G [cm]	J_{xG} [cm^4]	J_{yG} [cm^4]	J_{xyG} [cm^4]	Area [cm^2]
Aree	S235 (EN 10025-2) (t<= 40) (gM = 1.05)	210000	15	0	2.7	140	481	0	1.87
	LC25-28	14000	1	0	6.5	1060	1736	0	122.61
Barre	B 450 C T.A.	210000	15	0	8.5	0	0	0	0.5
Sezione Omogeneizzata	LC25-28	14000	1	0	5.9	1576	2217	0	

Jom_cls = 1576 cm4/m → 2364000 mm4/greca

f = 5/384 qk L^4 / Ecm / J = 5/384 x 1.40 x 1250^4 / 23477 / 2364000 = 0.8mm (= L / 1558) → OK

3.6.1 Considerazioni sulla resistenza al fuoco

Volendo omettere la protezione al fuoco all'intradosso è necessario considerare la lamiera grecata negli scenari d'incendio come elemento a perdere. Secondo tale ipotesi la soletta deve essere dotata di armatura integrativa all'intradosso e deve essere verificata come sezione in c.a.

La verifica tabellare secondo DM 16-2-2007 richiede

D.5.1 La tabella seguente riporta i valori minimi (mm) dello spessore totale H di solette e solai, della distanza a dall'asse delle armature alla superficie esposta sufficienti a garantire il requisito R per le classi indicate.

Classe	30	60	90	120	180	240
Solette piene con armatura monodirezionale	H = 80/ a = 10	120/20	120/30	160/40	200/55	240/65
Solai misti di lamiera di acciaio con riempimento di calcestruzzo (1)	H = 80/a = 10	120/20	120/30	160/40	200/55	240/65
Solai a travetti con alleggerimento (2)	H = 160/a = 15	200/30	240/35	240/45	300/60	300/75
Solai a lastra con alleggerimento (3)	H = 160/a = 15	200/30	240/35	240/45	300/60	300/75

I valori di a devono essere non inferiori ai minimi di regolamento per le opere di c.a. e c.a.p. In caso di armatura pre-tesa aumentare i valori di a di 15 mm. In presenza di intonaco i valori di H e a ne devono tenere conto nella seguente maniera: 10 mm di intonaco normale (definizione in D.4.1) equivale ad 10 mm di calcestruzzo; 10 mm di intonaco protettivo antincendio (definizione in D.4.1) equivale a 20 mm di calcestruzzo. Per ricoprimenti di calcestruzzo superiori a 50 mm prevedere una armatura diffusa aggiuntiva che assicuri la stabilità del ricoprimento.

(1) In caso di lamiera grecata H rappresenta lo spessore medio della soletta. Il valore di a non comprende lo spessore della lamiera. La lamiera ha unicamente funzione di cassero. In caso contrario la lamiera va protetta secondo quanto indicato in D.7.1

(2) Deve essere sempre presente uno strato di intonaco normale di spessore non inferiore a 20 mm ovvero uno strato di intonaco isolante di spessore non inferiore a 10 mm.

(3) In caso di alleggerimento in polistirene o materiali affini prevedere opportuni sfoghi delle sovrapressioni

Caso R90:

- uno spessore medio della soletta di 120mm;
- una distanza minima dell'armatura di 20mm dal lato esposto al fuoco.

Il primo requisito non è soddisfatto (spessore medio 55mm + 55mm / 2 = 83mm)

Il secondo richiede:

Analisi dei carichi (Sala prove)

Peso proprio:	Gk1 =	1.76 kN/m2
Permanenti portati:	Gk2 =	2.55 kN/m2
Variabili:	ψ0 Qk = 0.6 x 5.00 =	3.00 kN/m2
Totale:		7.31 kN/m2

Schema statico: trave continua su più appoggi e luci di 1.25m

Vsd = ½ qsd L^2 = 4.6 kN/ml

Msd(-) = 1/12 qsd L^2 = 0.95 kNm/ml

Msd(+) = 1/24 qsd L^2 = 0.48 kNm/ml

Verifica a momento flettente negativo:

d = 110 – 55/2 = 82mm

As(-) = Msd(-) / 0.9 / d / (fyk / γM) = 0.95 x 1000 x 1000 / 0.9 / 82 / (450 / 1.0) = 29 mm2/ml

Armatura presente: 1ϕ8/150mm → 333 mm2/ml → Verifica soddisfatta

Verifica a momento flettente positivo:

d = 110 – 20 = 90mm

As(+) = Msd(+) / 0.9 / d / (fyk / γM) = 0.48 x 1000 x 1000 / 0.9 / 83 / (450 / 1.0) = 15 mm2/ml

È sufficiente disporre 1ϕ8 ogni 4 greche → 83 mm2/ml → Verifica soddisfatta

Caso R120:

- uno spessore medio della soletta di 160mm;
- una distanza minima dell'armatura di 40mm dal lato esposto al fuoco.

Il primo requisito non è soddisfatto (spessore medio 55mm + 55mm / 2 = 83mm)

Il secondo non è soddisfatto nell'ipotesi di porre l'armatura aggiuntiva a circa metà altezza della greca.

Al fine di superare le condizioni tabellari non soddisfatte è necessario condurre quindi la verifica analitica della sezione nelle condizioni d'incendio.

3.7 Verifica travi miste

3.8 Verifica di stabilità in fase di getto

Analisi dei carichi

Peso proprio lamiera + cls	Gk = 1.76 kN/m2
Mezzi d'opera	Qk = 1.00 kN/m2

Interasse profili i = 1.25m

Carico di progetto SLU qsd = 1.25m x (1.3 x 1.76 kN/m2 + 1.5 x 1.00 kN/m2) = 3.79 kN/m

Luce profili L = 7.60m

Msd = 1/8 qsd L^2 = 34.2 kNm

Verifica a svergolamento in accordo con EN1993-1-3 p.to 10.1 e

Stability of steel beam and column
SCI PublICatIon P360
In accordance with Eurocodes and the UK National Annexes
L Gardner PhD CEng MICE MIStructE
SCI PublICatIon P360

Si assumono campi di lamiera minimi b_{roof} = 4500mm

Profilo		IPE 220	**Sheeting**		
Altezza	h [mm]	220	spessore lamiera	t [mm]	0.80
Warping constant	Iw [cm6]	22672	b roof	b_{roof} [mm]	4500
Torsion constant	It [cm4]	9	(roof dimension parallel to the direction of the panel ribs)		
Momento d'inerzia	Iz [cm4]	205	luce	s [mm]	1250
			altezza hw	hw [mm]	55
			connettore ogni greca [S/N]	[S/N]	S
Luce	L [m]	7.60			
			Numero di profili	np	4
(10.1a)					
Rigidezza al taglio minima	Smin [kN]	12740	(10.1b)		
			Rigidezza al taglio	S [kN]	3498
Smin = (E Iw π^2 / L^2 + G Jt + E Iz π^2 / L^2 0.25 h^2) 70 / h^2			S = sqrt(t^3) (50 + 10 * $b_{roof}^{1/3}$) s / hw		
			(se la connessione e' in ogni greca)		
			Rigidezza al taglio ridotta (20%)	S [kN]	700
Verifica S > Smin		**NO**	(se la connessione e' ogni 2 greche)		

Larghezza ala	b [mm]	110	
Area profilo	A [mm2]	3342	
Tensione snervamento	fy [N/mm2]	235	
b roof	b_{roof} [mm]	4500	
(roof dimension parallel to the direction of the panel ribs)			
	k_c	5	
Snellezza adimensionale	λ'_{LT}	1.088	
	λ'_{LT0}	0.200	
	λ'_{LT}	> 0.2 : Buckling may occur	
Modulus corresponding to compression flange	Zy / Wy [cm3]	285.90	
	γ_{M1}	1.05	
	Mcr [kNm]	56.73	
	Type [I, O]	I	
	Rolled / Welded	R	
	h / b	2.00	
	buckling curve	a	
	α_{LT}	0.21	
	ϕ_{LT}	1.185	
	χ_{LT}	0.604	
	MRd,Lt [kNm]	38.7	
	MRd [kNm]	64.0	
	ratio MRd	60%	
	Msd [kNm]	34.2	
	ratio Msd/MRd	**88%**	**OK**

3.8.1 Sintesi dei risultati a regime

Zona Palcoscenico (Luci 6.03m)

Profilo:	IPE 220	0.21	kN/m2
Acciaio:	S235		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	63%	(>50%)	
Qtot_k	8.32	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.58		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	2		
ϕ min e passo	7	150	mm
Puntellata	No		
f_i trasc.	Si		
f_i =	~~7~~	[mm]	**L/f**
f_{III} (t = 0) =	4	[mm]	680
f_{perm} =	9	[mm]	1364
f_{tot} =	13	[mm]	454
freq =	7.33	[Hz]	

Zona Platea

Profilo:	IPE 240	0.25	kN/m2
Acciaio:	S235		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	67%	(>50%)	
Qtot_k	8.36	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.73		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	2		
ϕ min e passo	7	150	mm
Puntellata	No		
f_i trasc.	Si		
f_i =	~~13~~	[mm]	**L/f**
f_{III} (t = 0) =	7	[mm]	464
f_{perm} =	16	[mm]	1081
f_{tot} =	23	[mm]	325
freq =	5.08	[Hz]	

Zona 1 e 2

Profilo:	IPE 220	0.21	kN/m2
Acciaio:	S235		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	80%	(>50%)	
Qtot_k	8.62	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.83		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	2		
ϕ min e passo	7	150	mm
Puntellata	No		
f_i trasc.	Si		
f_i =	~~18~~	[mm]	**L/f**
f_{III} (t = 0) =	9	[mm]	379
f_{perm} =	20	[mm]	851
f_{tot} =	29	[mm]	262
freq =	4.42	[Hz]	

Zona Sala prove

Profilo:	IPE 270	0.29	kN/m2
Acciaio:	S235		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	60%	(>50%)	
Qtot_k	9.60	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.72		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	2		
ϕ min e passo	7	150	mm
Puntellata	No		
f_i trasc.	Si		
f_i =	~~9~~	[mm]	**L/f**
f_{III} (t = 0) =	7	[mm]	544
f_{perm} =	14	[mm]	1151
f_{tot} =	21	[mm]	369
freq =	5.50	[Hz]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

3.8.2 Zona 2 (e Zona 1)

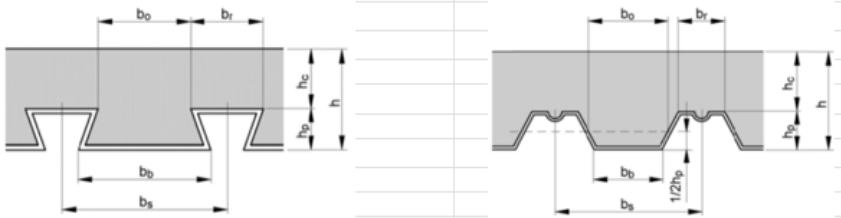
ANALISI DEI CARICHI

			SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
Cond.	Commento	Carico	γ	q	M	T	γ	q	M	T	γ	q	M	T
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.21	1.0	0.26	1.9	1.0	1.3	0.34	2.5	1.3	1.00	0.26	1.9	1.0
2	Soletta	1.76	1.0	2.20	15.9	8.4	1.3	2.86	20.6	10.9	1.00	2.20	15.9	8.4
3	Perm Port	2.65	1.0	3.31	23.9	12.6	1.3	4.31	31.1	16.4	1.00	3.31	23.9	12.6
4	Accidentali	4.00	1.0	5.00	36.1	19.0	1.5	7.50	54.2	28.5	0.60	3.00	21.7	11.4
	TOTALE	8.62		10.77	77.8	40.9	1.393	15.01	108.3	57.0		8.77	63.4	33.3

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	1.25	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	1.25	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	1.25	[m]	Interasse
L =	7.60	[m]	Luce della trave
L_e =	7.60	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_e =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	1250	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	68750	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	1250	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	T	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta --
hp	55	[mm]	altezza lamiera --
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua --
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	235	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.00		
f_{yd} =	224	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO

Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.832		--
η_E =	0.746		--
γ_{clr} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}o$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.13	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.56	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{rk} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,rk}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione			
n_ϕ =	8.95		Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66		Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{rk} =	19.80		Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
ε_{cr} =	0.00037		Deformazione da ritiro
ε_{cd} =	0.00033		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	########		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.000333		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	3.75E-05		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	327'557	[mm^3]	
θ_{rk} =	1.32E-06	[1/mm]	
α_t =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	31	[°C]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE PROFILO

Profilo:	IPE 220			
A_a =	3337	[mm^2]	Area sezione	
J_a =	27718365	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione	
h_a =	220	[mm]	Altezza sezione	
b_f =	110	[mm]	Larghezza ala superiore sezione	
t_f =	9.2	[mm]	Spessore ala superiore sezione	
t_w =	5.9	[mm]	Spessore anima sezione	
y_s =	110	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore	
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione	
$b_{f,inf}$ =	110	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione	
$t_{f,inf}$ =	9.2	[mm]	Spessore ala inferiore sezione	
r =	12	[mm]	Raggio di raccordo	
J_t =	90658	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione	
W_x =	251985	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico	
Z_x =	285406	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico	
A_r =	30.90	[mm^2]	Area del singolo raccordo	
h_w =	201.6	[mm]	Altezza anima	
$h_{w,rid} = c_w$ =	177.6	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi	
c_f =	40.050	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi	
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)	
CLASSE =	1		(dell'anima)	

PREDIMENSIONAMENTO

$h_{tot,min}$ =	380.00	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	475.00	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	270	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	365	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	42.2	149	OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	105.4	162	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-138.3	79	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	42	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	149	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	56.4	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	130.1	[kNm]	Con 80% di connessione
ratio	2.31		--
VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	108	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.73		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.83		
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	1588	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	205	[KN]	
V_{Ed} =	57	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.28		OK
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3800	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	746.9	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
nr.	1		n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
Frequenza X =	1	[1/X nerv.]	Connettore/i ogni X nervatura/e
Passo	154	[mm]	
Passo max	138	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	0.673		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	1.000		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	

(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	24.9	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	30		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	24		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	80%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	85.8	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	115'878'268	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	11'588	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	7'840'560	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	784	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	143	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	77'984'013	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	7'798	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'351'862	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	235	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	122	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	91'648'294	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	9'165	[cm^4]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	80%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	18	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	9	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	11	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	9	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	20	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	29	[mm]	Freccia totale
L / f_{perm} =	379		
L / f_{III} =	851		
L / f_{tot} =	262		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	17	[mm]	
f =	4.42	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.9	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.40	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	60.3	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	2		Nr. Superfici
ϕ	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

3.8.3 Zona Palcoscenico - Luci 6.03m

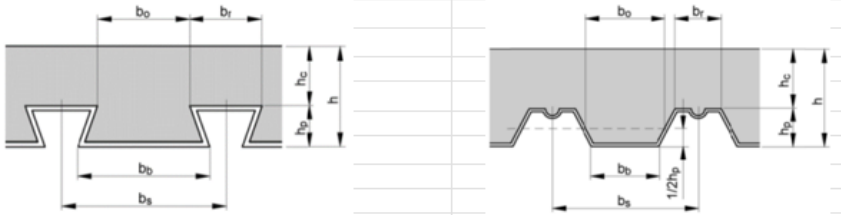
ANALISI DEI CARICHI

			SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
Cond.	Commento	Carico	γ	q	M	T	γ	q	M	T	γ	q	M	T
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.21	1.0	0.26	1.2	0.8	1.3	0.34	1.5	1.0	1.00	0.26	1.2	0.8
2	Soletta	1.76	1.0	2.20	10.0	6.6	1.3	2.86	13.0	8.6	1.00	2.20	10.0	6.6
3	Perm Port	1.35	1.0	1.69	7.7	5.1	1.3	2.19	10.0	6.6	1.00	1.69	7.7	5.1
4	Accidentali	5.00	1.0	6.25	28.4	18.8	1.5	9.38	42.6	28.3	0.60	3.75	17.0	11.3
	TOTALE	8.32		10.40	47.3	31.4	1.420	14.77	67.1	44.5		7.90	35.9	23.8

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	1.25	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	1.25	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	1.25	[m]	Interasse
L =	6.03	[m]	Luce della trave
L_e =	6.03	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_e =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	1250	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	68750	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	1250	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	T	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	235	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.00		
f_{yd} =	224	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO			
Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.832		--
η_E =	0.746		--
γ_{cls} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}0$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.13	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.56	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione		
n_0 =	8.95	Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66	Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	19.80	Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_2 =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	327'557	[mm^3]	
θ_{sh} =	1.56E-06	[1/mm]	
α_t =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE PROFILO			
Profilo:	IPE 220	IPE 220	
A_a =	3337	[mm^2]	Area sezione
J_a =	27718365	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	220	[mm]	Altezza sezione
b_f =	110	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	9.2	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	5.9	[mm]	Spessore anima sezione
y_s =	110	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	110	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	9.2	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	12	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	90658	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	251985	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	285406	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	30.90	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	201.6	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid} = c_w$ =	177.6	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	40.050	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

PREDIMENSIONAMENTO			
$h_{tot,min}$ =	301.50	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	376.88	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	192	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	267	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	42.2	149	OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	105.4	162	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-138.3	79	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO				
	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	42.2	149	OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	105.4	162	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-138.3	79	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	42	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	149	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	56.4	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	114.8	[kNm]	Con 63% di connessione
ratio	2.03		--

VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	67	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.45		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.58		

VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	1588	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	205	[KN]	
V_{Ed} =	45	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.22		OK

VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3015	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	746.9	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
nr.	1		n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
Frequenza X =	1	[1/X nerv.]	Connettore/i ogni X nervatura/e
Passo	154	[mm]	
Passo max	138	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	0.673		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	1.000		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	
(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1			

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	24.9	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	30		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	19		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	63%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	85.8	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	115'878'268	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	11'588	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	7'840'560	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	784	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	143	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	77'984'013	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	7'798	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'351'862	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	235	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	122	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	91'648'294	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	9'165	[cm^4]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	63%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	7	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	2	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	7	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	4	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	9	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	13	[mm]	Freccia totale
L / f_{perrm} =	680		
L / f_{III} =	1364		
L / f_{tot} =	454		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	6	[mm]	
f =	7.33	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.9	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.40	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	60.2	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	2		Nr. Superfici
ϕ	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

3.8.4 Zona Platea

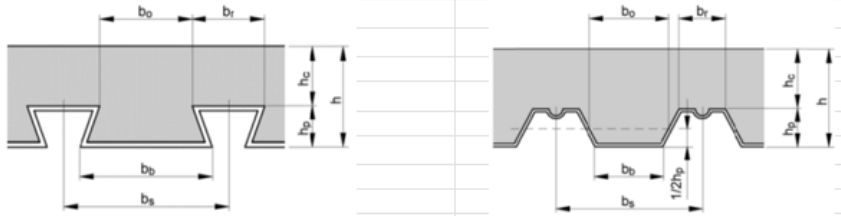
ANALISI DEI CARICHI

			SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
Cond.	Commento	Carico	γ	q	M	T	γ	q	M	T	γ	q	M	T
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.25	1.0	0.31	2.2	1.2	1.3	0.40	2.9	1.5	1.00	0.31	2.2	1.2
2	Soletta	1.76	1.0	2.20	15.9	8.4	1.3	2.86	20.6	10.9	1.00	2.20	15.9	8.4
3	Perm Port	2.35	1.0	2.94	21.2	11.2	1.3	3.82	27.6	14.5	1.00	2.94	21.2	11.2
4	Accidentali	4.00	1.0	5.00	36.1	19.0	1.5	7.50	54.2	28.5	0.60	3.00	21.7	11.4
	TOTALE	8.36		10.44	75.4	39.7	1.396	14.58	105.3	55.4		8.44	61.0	32.1

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	1.25	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	1.25	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	1.25	[m]	Interasse
L =	7.60	[m]	Luce della trave
L_o =	7.60	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_e =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	1250	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	68750	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	1250	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	T	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	235	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.00		
f_{yd} =	224	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO

Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.832		--
η_E =	0.746		--
γ_{cls} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}0$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.13	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.56	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione			
n_0 =	8.95		Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66		Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	19.80		Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_2 =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	372'471	[mm^3]	
θ_{sh} =	1.41E-06	[1/mm]	
α_t =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE PROFILO

Profilo:	IPE 240		
A_a =	3912	[mm^2]	Area sezione
J_a =	38916215	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	240	[mm]	Altezza sezione
b_f =	120	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	9.8	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	6.2	[mm]	Spessore anima sezione
y_s =	120	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	120	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	9.8	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	15	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	128798	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	324302	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	366645	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	48.29	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	220.4	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid}$ = c_w =	190.4	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	41.900	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

PREDIMENSIONAMENTO

$h_{tot,min}$ =	380.00	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	475.00	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	270	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	365	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_C	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	49.4	180	OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	108.2	185	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-105.4	119	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	49	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	180	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	72.6	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	144.0	[kNm]	Con 66% di connessione
ratio	1.98		--
VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	105	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.59		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.73		
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	1914	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	247	[KN]	
V_{Ed} =	55	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.22		OK
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3800	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	875.5	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
nr.	1		n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
Frequenza X =	1	[1/X nerv.]	Connettore/i ogni X nervatura/e
Passo	154	[mm]	
Passo max	147	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	0.673		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	1.000		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	

(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	24.9	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	36		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	24		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	67%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	95.8	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	147'154'220	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	14'715	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	7'878'701	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	788	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	156	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	97'930'277	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	9'793	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'390'003	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	239	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	135	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	115'216'772	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	11'522	[cm^4]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	67%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	13	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	6	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	10	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	7	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	16	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	23	[mm]	Freccia totale
L / f_{perrm} =	464		
L / f_{III} =	1081		
L / f_{tot} =	325		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	13	[mm]	
f =	5.08	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.9	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.40	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	60.3	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	2		Nr. Superfici
ϕ	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

3.8.5 Zona Sala Prove

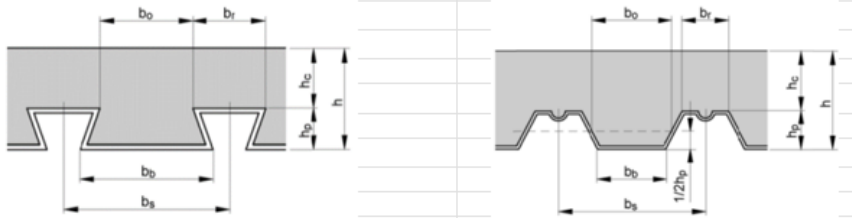
ANALISI DEI CARICHI

			SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
Cond.	Commento	Carico	γ	q	M	T	γ	q	M	T	γ	q	M	T
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.29	1.0	0.36	2.6	1.4	1.3	0.47	3.4	1.8	1.00	0.36	2.6	1.4
2	Soletta	1.76	1.0	2.20	15.9	8.4	1.3	2.86	20.6	10.9	1.00	2.20	15.9	8.4
3	Perm Port	2.55	1.0	3.19	23.0	12.1	1.3	4.14	29.9	15.7	1.00	3.19	23.0	12.1
4	Accidentali	5.00	1.0	6.25	45.1	23.8	1.5	9.38	67.7	35.6	0.60	3.75	27.1	14.3
	TOTALE	9.60		12.00	86.6	45.6	1.404	16.85	121.6	64.0		9.50	68.6	36.1

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	1.25	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	1.25	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	1.25	[m]	Interasse
L =	7.60	[m]	Luce della trave
L_o =	7.60	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_o =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	1250	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	68750	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	1250	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	T	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	235	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.00		
f_{yd} =	224	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO			
Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.832		--
η_E =	0.746		--
γ_{cls} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}0$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.13	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.56	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione			
n_0 =	8.95		Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66		Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	19.80		Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_2 =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	430'123	[mm^3]	
θ_{sh} =	1.23E-06	[1/mm]	
α_s =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE PROFILO

Profilo:	IPE 270	IPE 270	
A_a =	4595	[mm^2]	Area sezione
J_a =	57897773	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	270	[mm]	Altezza sezione
b_f =	135	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	10.2	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	6.6	[mm]	Spessore anima sezione
y_s =	135	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	135	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	10.2	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	15	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	159448	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	428872	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	483997	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	48.29	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	249.6	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid}$ = c_w =	219.6	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	49.200	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

PREDIMENSIONAMENTO

$h_{tot,min}$ =	380.00	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	475.00	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	270	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	365	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	58.1	222	NON OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	110.9	219	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-70.0	168	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	111	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	219	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	96.0	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	169.9	[kNm]	Con 60% di connessione
ratio	1.77		--
VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	122	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.56		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ con.Rd}$ =	0.72		
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	2214	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	286	[KN]	
V_{Ed} =	64	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.22		OK
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3800	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	974.0	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
nr.	1		n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
Frequenza X =	1	[1/X nerv.]	Connettore/i ogni X nervatura/e
Passo	154	[mm]	
Passo max	153	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	0.673		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	1.000		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	
(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1			

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	24.9	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	40		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	24		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	60%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	108.9	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	195'866'288	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	19'587	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	7'909'350	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	791	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	174	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	129'752'625	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	12'975	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'420'653	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	242	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	151	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	152'324'657	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	60%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	9	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	5	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	9	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	7	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	14	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	21	[mm]	Freccia totale
L / f_{perrm} =	544		
L / f_{III} =	1151		
L / f_{tot} =	369		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	11	[mm]	
f =	5.50	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.9	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.40	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	60.3	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	2		Nr. Superfici
ϕ	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

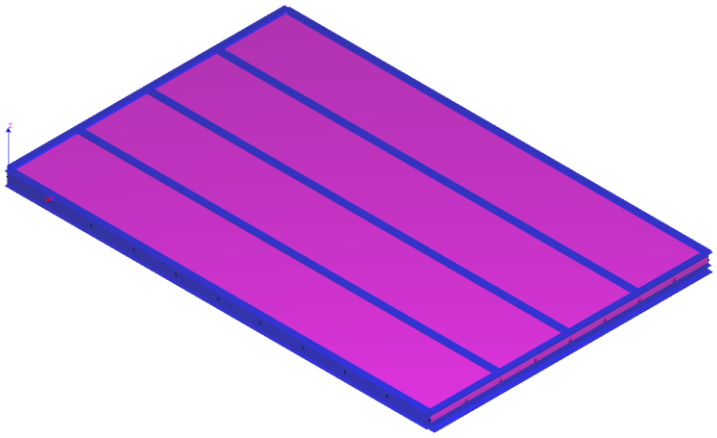
3.9 Analisi di comfort – Approfondimenti

Nei paragrafi precedenti sono riportati gli esiti dell'analisi di comfort condotta in termini controllo di frequenze naturali di vibrazione della singola trave sotto un carico/massa corrispondente a Gk + 0.7 Qk (NTC 2018 p. 4.2.4.2.3.1 "solai soggetti a eccitazioni cicliche" → freq ≥ 5Hz).

L'approfondimento riportato in questo paragrafo è indirizzato all'analisi frequenziale della porzione di impalcato di dimensioni 7.6m x 5m delle zone effettivamente esposte ad attività dinamiche (Zona "Palco", Zona "Sala Prove) tenendo conto che le travi sono sostenute in falso dai profili di bordo in UPN 320 aventi luce 5m.

Per la Zona "Palcoscenico" l'analisi viene omessa vista la frequenza della sola trave e l'appoggio diretto su c.a. su un lato.

Per la Zona "Sala Prove" viene modellato il campo così descritto mediante un reticolo di travi miste collegate tra loro da una soletta in cls avente spessore 8.25cm (= valore medio tra 11cm e 5.5cm) e disposta a livello dell'asse neutro (con sola funzione di collegamento trasversale tra le travi): la prima frequenza naturale di vibrazione corrisponde a 4.76 Hz, prossimo a 5 Hz.

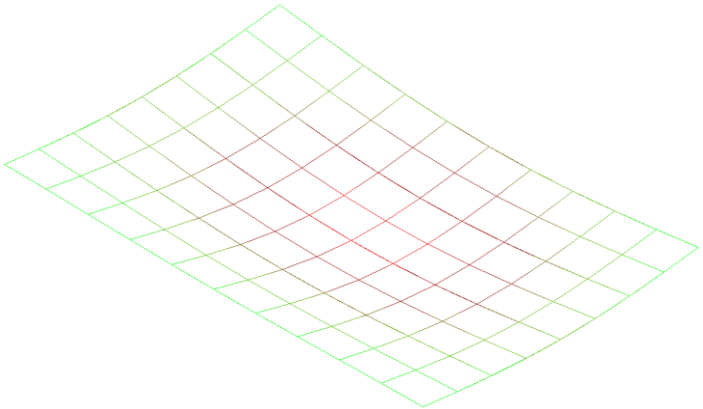


Modello porzione impalcato 7.6m x 5.0m

Trave mista: IPE 270 + soletta collaborante Jom_acc = 19587 cm4

Trave di bordo: UPN 320 + soletta collaborante Jom_acc = 13818 cm4

Peso/Massa = Gk + 0.7 Qk = 4.61 kN/m2 + 0.7 x 5.00 kN/m2 = 8.11 kN/m2



Primo modo di vibrare: T = 0.21sec, massa modale = 79% massa totale

Con riferimento al documento "Hivoss - Vibration design of Floors – Guideline"

Massa modale: 79% (8.11 kN/m2 x 7.60m x 5.00m) = 243 kN = 24300 kg

4.2. Determination of damping

Damping has a great influence on the vibration behaviour of a floor. Independently of the way of determining natural frequency and modal mass, damping values for vibrating systems can be determined using Table 3 for different structural materials, furniture and finishing. The system damping D is obtained by summing up the appropriate values for D_1 to D_3.

Table 3: Determination of damping

Type	Damping (% of critical damping)
Structural Damping D_1	
Wood	6%
Concrete	2%
Steel	1%
Steel-concrete	1%
Damping due to furniture D_2	
Traditional office for 1 to 3 persons with separation walls	2%
Paperless office	0%
Open plan office.	1%
Library	1%
Houses	1%
Schools	0%
Gymnastic	0%
Damping due to finishes D_3	
Ceiling under the floor	1%
Free floating floor	0%
Swimming screed	1%
Total Damping $D = D_1 + D_2 + D_3$	

Damping: D1 + D2 + D3 = 1% + 0% + 1% = 2%

Table 1: Classification of floor response and recommendation for the application of classes

Class	$OS\text{-}RMS_{90}$ Lower Limit	$OS\text{-}RMS_{90}$ Upper Limit	Function of Floor: Critical Workspace	Health	Education	Residential	Office	Meeting	Retail	Hotel	Prison	Industrial	Sport
A	0.0	0.1											
B	0.1	0.2											
C	0.2	0.8											
D	0.8	3.2											
E	3.2	12.8											
F	12.8	51.2											

Recommended
Critical
Not recommended

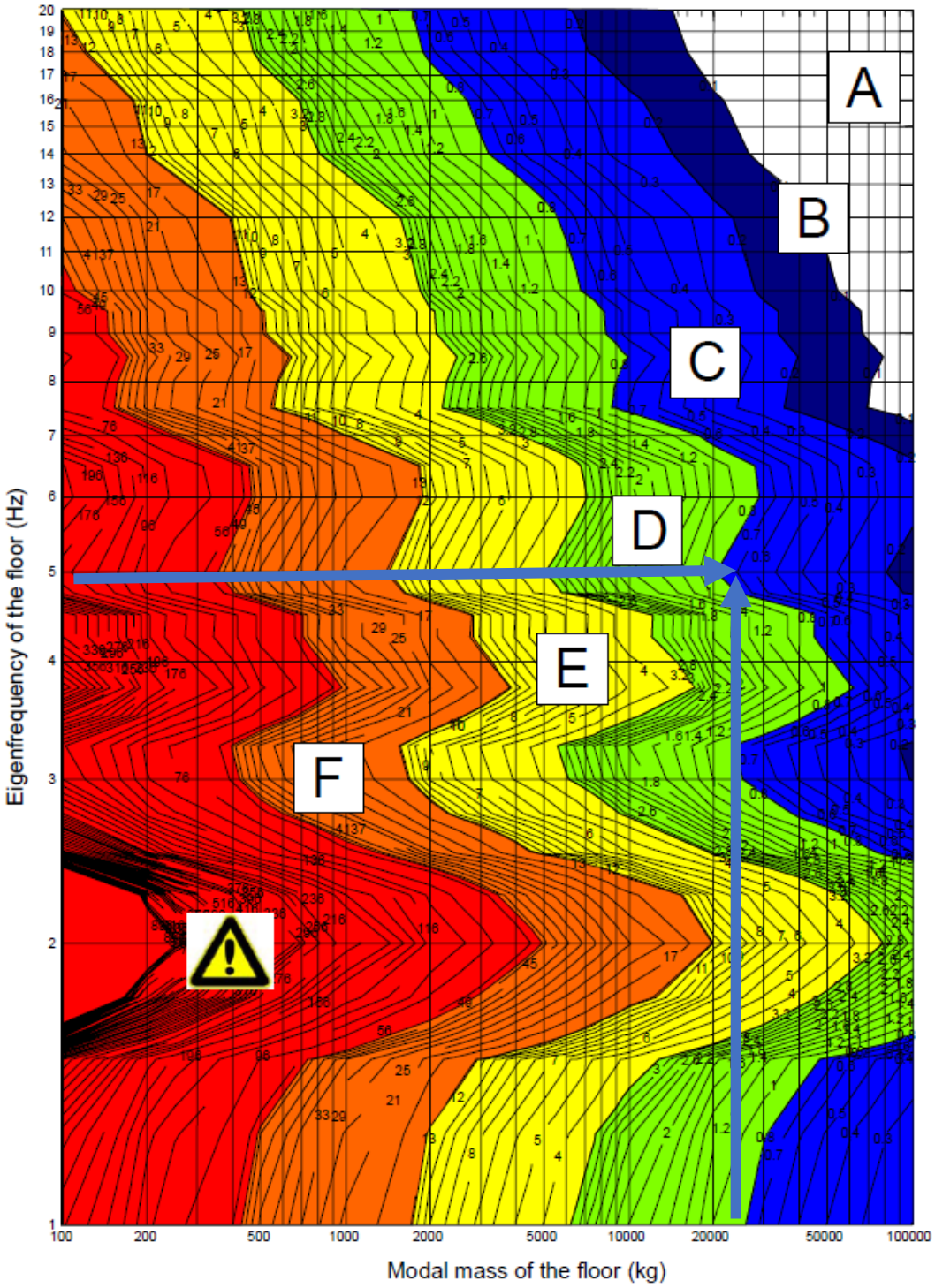


Figure 4: OS-RMS$_{90}$ for 2% Damping

Nella mappa la configurazione analizzata è posta al confine nell'area C a cui corrisponde una una risposta accettabile per le destinazioni d'uso previste secondo la tabella precedente.

4 MANICHE: NUOVO IMPALCATO P.2

4.1 Descrizione

Come descritto nel par. 2 la soluzione strutturale proposta nel PE è analoga a quanto previsto al P.1.

L'impalcato è formato da travi metalliche aventi orditura trasversale, luce max = 7.60m e interasse tipico di 1.25m. Sulle travi è ordita trasversalmente la soletta mista in lamiera grecata di altezza 55mm e cls alleggerito per uno spessore complessivo 110mm. La collaborazione tra cls e lamiera è garantita dalle imbozzature tipiche della lamiera (tipo HiBond o equivalenti) mentre la collaborazione tra soletta e travi è ottenuta mediante connettori di tipo Hilti X-HVB di altezza 95mm disposti nelle greche e chiodati all'ala superiore delle travi.

La fase iniziale di getto avviene in assenza di supporti intermedi temporanei. In questa fase la lamiera grecata deve svolgere un ruolo controventante per impedire lo svergolamento delle travi per instabilità del corrente superiore compresso. Per tale ruolo e ai sensi di quanto specificato in EN1993-1-3 p. 2(6), alle lamiere grecata è assegnata Classe strutturale II nella fase costruttiva di getto del cls:

> (6) Per la progettazione di strutture costruite con profilati e lamiere sottili piegati a freddo si raccomanda di fare una distinzione tra "classi strutturali" associate alle conseguenze della rottura secondo l'appendice B della EN 1990 definite come segue:
>
> **Classe strutturale I**: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità globale di una struttura;
>
> **Classe strutturale II**: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità di singoli elementi strutturali;
>
> **Classe strutturale III**: Costruzione in cui le lamiere sottili piegate a freddo sono utilizzate solo come un elemento di trasferimento dei carichi alla struttura.

Il grado di connessione tra soletta e trave è di tipo parziale (> 50%).

Lo schema statico è di trave in semplice appoggio soggetta a carico uniformemente distribuito.

Per la presenza delle colonne in falso del nuovo impalcato di copertura soprastante (disposte con passo tipico di 5m), le travi trasversali interessate da tali carichi aggiuntivi sono previste in profilo maggiorato rispetto a quelle tipiche.

Le travi metalliche trovano sostegno in ciascuna estremità su un profilo longitudinale a C continuo accostato alle colonne in c.a (bordo interno della Manica) e ai maschi murari in muratura (bordo esterno della Manica). Il profilo longitudinale si appoggia infine su colonne metalliche, prrosecuzione di quelle del P.1. Le colonne sono disposte secondo un passo tipico di 5m in modo da trovarsi adiacenti alle colonne in c.a. e ai maschi murari.

Il telaio metallico così concepito, rispetto alle strutture verticali esistenti, è quindi indipendente (*) per quanto riguarda il sostegno dei carichi verticali mentre è collegato ad esse mediante spinottature tra profilo di bordo e colonne. Il collegamento della soletta ai setti in c.a. dei nuovi corpi controventanti assicura infine il trasferimento della azioni sismiche a questi ultimi.

(*) Nota: si prevede di connettere orizzontalmente la colonna metallica alla colonna esistente almeno a metà altezza al fine di ridurne la sua lunghezza libera d'inflessione.

4.2 Analisi dei carichi

L'analisi dei carichi è riportata nella seguente tabella:

Zona	**Tipica**	**Con colonna copertura**
Pacchetto	T-01bis	T-01bis
Controsoffitto	C-01	C-01
Tamponamento	--	--
Tamponamento [kN/m2]	0.00	0.00
[kN/m2]		
Tamponamento	0.00	0.00
Extra (*)	0.00	4.40
Pacchetto	1.20	1.20
Soletta strutturale	1.76	1.76
Carpenteria metallica	0.25	0.30
Impianti	0.10	0.10
Controsoffitto	0.25	0.25
Permanenti Gk	**3.56**	**8.01**
Permanenti Gk1 senza travi	3.31	7.71
Permanenti Gk2	1.55	5.95
Variabile Qk	**4.00**	**4.00**
Gk + Qk	7.56	12.01

Nota sui tamponamenti

Non sono previsti tamponamenti se non lungo le pareti longitudinali e di tipo leggero (ME03 e ME04).

Nota sui carichi variabili

Degli impianti previsti nel piano, è stato specificato che una frazione (reti di distribuzione aria e acqua) sia appesa alla carpenteria metallica del solaio di copertura (vedere par. 5).

Per gli impianti applicati all'impalcato P.2 si prevede un carico di 3.00 kN/m2 (derivante dal peso delle UTA distribuito sulla loro area di ingombro e a favor di sicurezza esteso a tutto l'impalcato cioè anche alle sue porzioni occupate dai canali d'aria) e di 1.00 kN/m2 per manutenzione.

I carichi dovuti ad impianti sono trattati come carichi variabili ai fini delle verifiche di resistenza (si adotta $\gamma Q = 1.5$) e come carichi permanenti ai fini delle verifiche di deformabilità.

Extra (*): Carico concentrato in falso delle colonne esterne dell'impalcato di copertura

Nell'analisi delle travi interessate dall'appoggio delle colonne esterne dell'impalcato di copertura (tipicamente ogni 5m) il carico trasmesso dalla colonna viene trasformato in un carico distribuito equivalente in termini di deformabilità.

Con riferimento al caso peggiore e per una trave:

Valore caratteristico del carico concentrato: Nk = 73.6 kN (vedere p. 5.6.3).

Valore caratteristico del carico distribuito:

qk = (Carico_k) x (interasse) = 7.36 kN/m2 x 1.25m = 9.2 kN/m

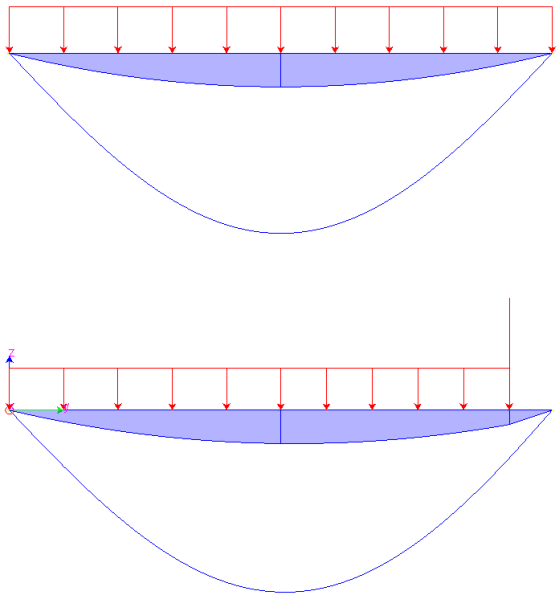


Figura 14: Sopra: Trave con carico uniformemente distribuito equivalente. Sotto: trave con carico distribuito reale e carico puntuale del muro. Deformata e diagramma del momento flettente

Il carico distribuito equivalente in termini di deformabilità ammonta a 14.69 kN/m corrispondente a 11.75 kN/m2 con conseguente aumento pari a (11.75 – 7.36) kN/m2 = +4.4 kN/m2.

Con tale carico equivalente:

- il momento massimo Mk vale 106 kNm, corrrispondente al valore reale (105 kNm);

4.3 Criteri di progettazione SLU e SLE

Vedere par. 3.3 con l'eccezione della verifica al comfort in cui si assegna freq_min = 3 Hz (NTC 2018 p. 4.2.4.2.3.1).

4.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni

Si rimanda al par. 3.4.

4.5 Portata dei connettori

Si rimanda al par. 3.5.

4.6 Sintesi dei risultati

Trave tipica (senza colonna in falso)

Profilo:	IPE 240	0.25	kN/m2
Acciaio:	S235		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	67%	(>50%)	
Qtot_k	7.36	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.67		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	2		
ϕ min e passo	7	150	mm
Puntellata	No		
f_i trasc.	Si		
f_i =	~~13~~	[mm]	**L/f**
f_{III} (t = 0) =	1	[mm]	8650
f_{perm} =	23	[mm]	331
f_{tot} =	24	[mm]	318
freq =	5.06	[Hz]	

Trave con colonna in falso

Profilo:	IPE 270	0.29	kN/m2
Acciaio:	S235		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	60%	(>50%)	
Qtot_k	11.81	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.92		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	2		
ϕ min e passo	7	150	mm
Puntellata	No		
f_i trasc.	Si		
f_i =	~~9~~	[mm]	**L/f**
f_{III} (t = 0) =	1	[mm]	11514
f_{perm} =	27	[mm]	278
f_{tot} =	28	[mm]	271
freq =	4.59	[Hz]	

4.7 Verifica soletta mista

Si adotta la medesima soletta mista prevista per il P.1. Vedere par. 3.6.

4.8 Verifiche punzonamento massetto di pavimentazione per carichi concentrati di macchine e impianti

Il massetto in cls alleggerito ha uno spessore di 50mm. Si assume assenza di armatura.

Si assume una impronta di carico di 50mm x 50mm.

Si assume fck = 10 N/mm2

In accordo con le verifiche a punzionamento secondo EN1992-1-1 p.to 6.4 il carico massimo applicabile vale 6.20 kN (valore SLU 9.3 kN)

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck} [MPa]	10	
Coefficiente di sicurezza	γ_c	1.5	
Azione di taglio	V_{Ed} [kN]	9.3	NON eccentrica
Eccentricita' del carico Per telai fissi: 1.5 angolo, 1.4 bordo, 1.15 interno	β	1	
$V'_{Ed} = \beta V_{Ed}$	V'_{Ed} [kN]	9	

		dir. X	dir. Y	calcolo
Dimensioni x e y pilastro	bx o D, by [mm]	50	50	--
Altezze utili dir. X, Y e di calcolo	dx, dy, d [mm]	43	43	43
Tensione compressione X, Y e di calcolo	σ_{cp} [N/mm2]	0.0	0.0	0.0
% armature dir. X, Y e di calcolo	ρ (< 2%) [%]	0.00%	0.00%	0.00%

Verifica lungo perimetro pilastro

Perimetro colonna	u_p [mm]	200	
$\nu = m\ (1 - fck/250)$ (EN m = 0.6, DAN ITA m = 0.5)	ν	0.48	6.2.2(6)
			6.4.5(3) EN1992-1-1
$v_{Rd,max} = n\ \nu\ f_{cd}$ (EN n = 0.5, DAN ITA n = 0.4)	$v_{Rd,max}$ [N/mm2]	1.09	2012
$v_{Sd} = V'_{Ed} / u_p\ d$	v_{Sd} [N/mm2]	1.08	
	ratio S/R	99%	
	VERIFICA SODDISFATTA		

Verifica lungo perimetro u1

		dir. X	dir. Y	calcolo
	limit values	0	0	
Dimensioni x e y	bx' o D', by' [mm]	222	222	222
Perimetro di verifica	u_1 [mm]	888		
$k = 1 + (200 / d)^{0.5} \leq 2$	k	2.00		
$\nu_{min} = 0.035\ k^{(3/2)}\ f_{ck}^{0.5}$	ν_{min} [N/mm2]	0.31	6.3N	
$v_{Rd,c} = C_{rd,c}\ k\ (100\ \rho\ f_{ck})^{1/3} + k_1\ \sigma_{cp}$	$v_{Rd,c}$ [N/mm2]	0.00	6.47	$k_1 = 0.1$
Tensione tangenziale resistente	$v_{Rd,c}$ [N/mm2]	0.31	4.1.23	
$v_{Sd} = V'_{Ed} / u_1\ d$	v_{Sd} [N/mm2]	0.24		
	ratio S/R	78%		
	ARMATURA A PUNZONAMENTO NON NECESSARIA			

4.9 Verifiche travi miste

4.9.1 Verifica di stabilità in fase di getto

Vedere p. 3.8.

4.9.2 Trave tipica senza colonna in falso

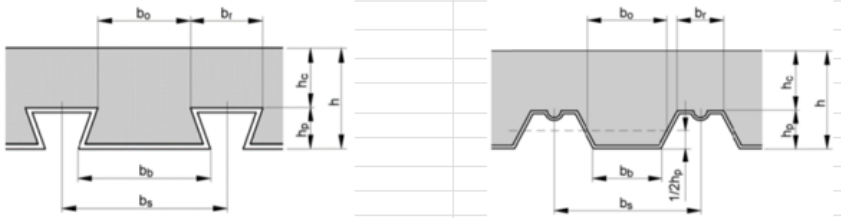
ANALISI DEI CARICHI

			SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
Cond.	Commento	Carico	γ	q	M	T	γ	q	M	T	γ	q	M	T
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.25	1.0	0.31	2.2	1.2	1.3	0.40	2.9	1.5	1.00	0.31	2.2	1.2
2	Soletta	1.76	1.0	2.20	15.9	8.4	1.3	2.86	20.6	10.9	1.00	2.20	15.9	8.4
3	Perm Port	4.85	1.0	6.06	43.8	23.0	1.5	9.09	65.7	34.6	1.00	6.06	43.8	23.0
4	Accidentali	0.50	1.0	0.63	4.5	2.4	1.5	0.94	6.8	3.6	0.60	0.38	2.7	1.4
	TOTALE	7.36		9.19	66.4	34.9	1.445	13.29	96.0	50.5		8.94	64.6	34.0

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	1.25	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	1.25	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	1.25	[m]	Interasse
L =	7.60	[m]	Luce della trave
L_e =	7.60	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_e =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	1250	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	68750	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	1250	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	T	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	235	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.00		
f_{yd} =	224	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO

Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.832		--
η_E =	0.746		--
γ_{cls} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}0$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.13	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.56	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_{l2} =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione			
n_0 =	8.95		Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66		Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	19.80		Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_{l2} =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	372'471	[mm^3]	
θ_{sh} =	1.41E-06	[1/mm]	
α_t =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE PROFILO

Profilo:	IPE 240	IPE 240	
A_a =	3912	[mm^2]	Area sezione
J_a =	38916215	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	240	[mm]	Altezza sezione
b_f =	120	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	9.8	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	6.2	[mm]	Spessore anima sezione
y_s =	120	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	120	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	9.8	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	15	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	128798	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	324302	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	366645	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	48.29	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	220.4	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid} = c_w$ =	190.4	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	41.900	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

PREDIMENSIONAMENTO

$h_{tot,min}$ =	380.00	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	475.00	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	270	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	365	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	49.4	180	OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	108.2	185	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-105.4	119	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO				
	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	49.4	180	OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	108.2	185	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-105.4	119	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	49	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	180	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	72.6	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	144.0	[kNm]	Con 66% di connessione
ratio	1.98		--

VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	96	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.53		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.67		

VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	1914	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	247	[KN]	
V_{Ed} =	51	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.20		OK

VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3800	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	875.5	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
nr.	1		n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
Frequenza X =	1	[1/X nerv.]	Connettore/i ogni X nervatura/e
Passo	154	[mm]	
Passo max	147	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	0.673		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	1.000		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	

(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	24.9	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	36		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	24		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	67%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	95.8	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	147'154'220	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	14'715	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	7'878'701	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	788	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	156	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	97'930'277	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	9'793	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'390'003	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	239	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	135	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	115'216'772	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	11'522	[cm^4]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	67%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	13	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	13	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	10	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	1	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	23	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	24	[mm]	Freccia totale
L / f_{perm} =	331		
L / f_{III} =	8650		
L / f_{tot} =	318		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	13	[mm]	
f =	5.06	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.9	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.44	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	60.3	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	2		Nr. Superfici
ϕ	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

4.9.3 Trave con colonna in falso

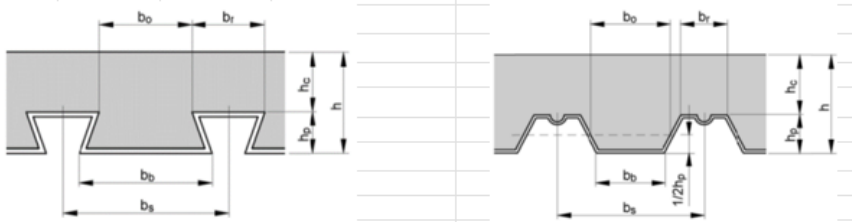
ANALISI DEI CARICHI

			SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
Cond.	Commento	Carico	γ	q	M	T	γ	q	M	T	γ	q	M	T
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.29	1.0	0.36	2.6	1.4	1.3	0.47	3.4	1.8	1.00	0.36	2.6	1.4
2	Soletta	1.76	1.0	2.20	15.9	8.4	1.3	2.86	20.6	10.9	1.00	2.20	15.9	8.4
3	Perm Port	9.26	1.0	11.58	83.6	44.0	1.5	17.36	125.4	66.0	1.00	11.58	83.6	44.0
4	Accidentali	0.50	1.0	0.63	4.5	2.4	1.5	0.94	6.8	3.6	0.60	0.38	2.7	1.4
	TOTALE	11.81		14.76	106.6	56.1	1.465	21.63	156.2	82.2		14.51	104.8	55.1

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	1.25	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	1.25	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	1.25	[m]	Interasse
L =	7.60	[m]	Luce della trave
L_e =	7.60	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_e =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	1250	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	68750	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	1250	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	T	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	235	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.00		
f_{yd} =	224	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO

Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.832		--
η_E =	0.746		--
γ_{cls} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}0$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.13	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.56	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione			
n_0 =	8.95		Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66		Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	19.80		Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_2 =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	430'123	[mm^3]	
θ_{sh} =	1.23E-06	[1/mm]	
α_s =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE PROFILO

Profilo:	IPE 270	IPE 270	
A_a =	4595	[mm^2]	Area sezione
J_a =	57897773	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	270	[mm]	Altezza sezione
b_f =	135	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	10.2	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	6.6	[mm]	Spessore anima sezione
y_s =	135	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	135	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	10.2	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	15	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	159448	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	428872	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	483997	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	48.29	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	249.6	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid} = c_w$ =	219.6	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	49.200	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

PREDIMENSIONAMENTO

$h_{tot,min}$ =	380.00	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	475.00	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	270	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	365	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	58.1	222	NON OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	110.9	219	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-70.0	168	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	111	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	219	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	96.0	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	169.9	[kNm]	Con 60% di connessione
ratio	1.77		--
VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	156	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.71		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.92		
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	2214	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	286	[KN]	
V_{Ed} =	82	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.29		OK
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3800	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	974.0	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
nr.	1		n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
Frequenza X =	1	[1/X nerv.]	Connettore/i ogni X nervatura/e
Passo	154	[mm]	
Passo max	153	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	0.673		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	1.000		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	

(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	24.9	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	40		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	24		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	60%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	108.9	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	195'866'288	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	19'587	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	7'909'350	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	791	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	174	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	129'752'625	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	12'975	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'420'653	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	242	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	151	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	152'324'657	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	15'232	[cm^4]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	60%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	9	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	18	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	9	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	1	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	27	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	28	[mm]	Freccia totale
L / f_{perm} =	278		
L / f_{III} =	11514		
L / f_{tot} =	271		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	15	[mm]	
f =	4.59	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.9	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.44	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	60.3	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	2		Nr. Superfici
ϕ	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

5 NUOVO IMPALCATO DI COPERTURA MANICHE

5.1 Descrizione

Si conferma la soluzione prevista nel PFTE: l'impalcato è formato da travi metalliche principali aventi orditura trasversale, luce = 6.7m e interasse tipico di 5m (luce max 7.00m nei campi atipici) e travi metalliche secondarie ordite longitudinalmente aventi luci tipiche di 5m (6.4m circa in due campi vicini alla Torre scenica) e interasse 1.68m circa. Su queste ultime è ordito trasversalmente il pannello sandwich.

La quota al finito è di 11.37m circa con pendenza trasversale verso l'esterno.

Ciascuna trave principale è sostenuta alle estremità da colonne metalliche che poggiano sulle travi metalliche dell'impalcato P.2 sottostante.

I profili previsti sono: IPE 160 per le colonne, IPE 160 (tipiche), IPE 200 (nei casi di luci atipiche) per gli arcarecci longitudinali e cassoni formati da 2 IPEA270 accoppiati per le travi principali trasversali.

Lo schema statico adottato per le travi è quello di trave in semplice appoggio soggetta a carico uniformemente distribuito.

È inoltre previsto un sistema di controventamento di falda (continuo, in piatti) e di parete (puntuale, in tubi) per conferire all'impalcato la capacità di assorbire le azioni orizzontali (vento e sisma) sullo sviluppo di 58m:

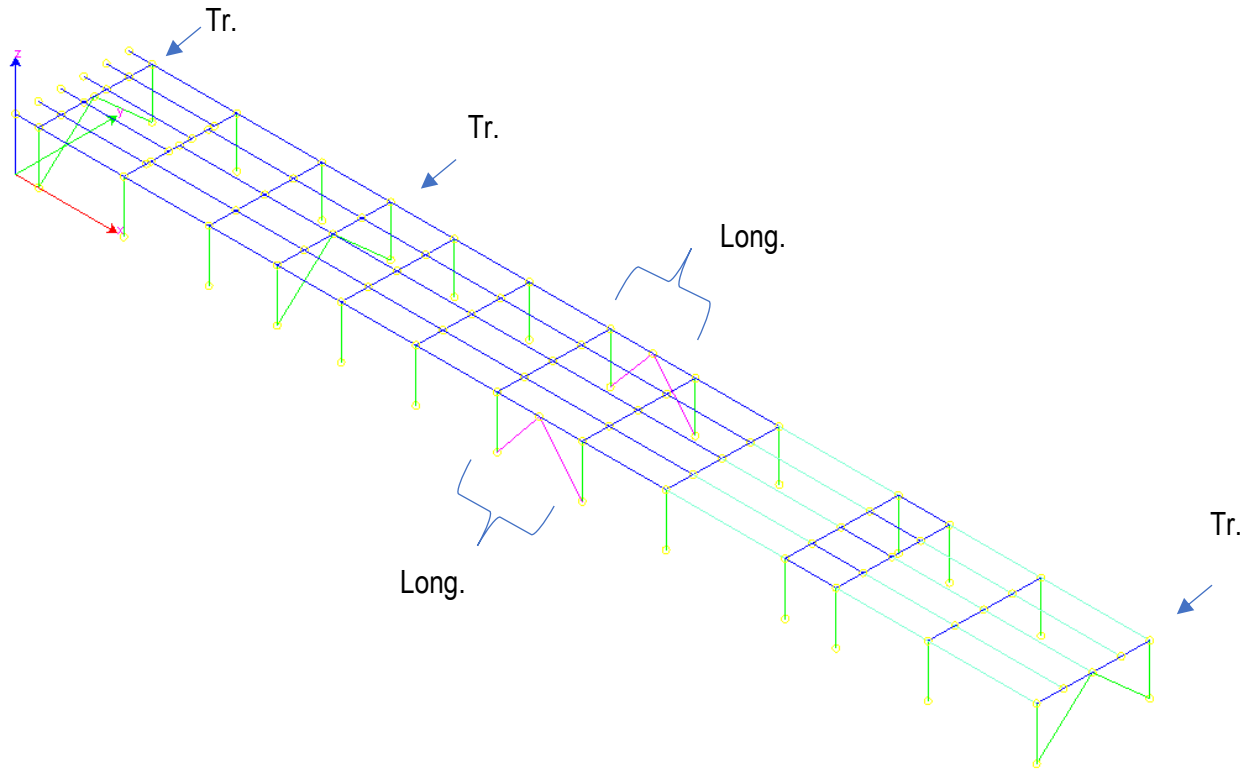


Figura 15: Assonometria impalcato copertura Manica BCC con indicazione posizione dei controventi verticali trasversali ("Tr.") e longitudinali ("Long.") a "V" rovescia

Il pannello di tamponemaneto di copertura svolge un ruolo controventante per:

- impedire lo svergolamento delle travi per instabilità dell'ala superiore compressa;
- trasferire ai nodi controventati le azioni orizzontali (sisma e vento radente) agenti sulla copertura.

Per tale ruolo e ai sensi di quanto specificato in EN1993-1-3 p. 2(6), ai pannelli è assegnata Classe strutturale II:

(6) Per la progettazione di strutture costruite con profilati e lamiere sottili piegati a freddo si raccomanda di fare una distinzione tra "classi strutturali" associate alle conseguenze della rottura secondo l'appendice B della EN 1990 definite come segue:

Classe strutturale I: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità globale di una struttura;

Classe strutturale II: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità di singoli elementi strutturali;

Classe strutturale III: Costruzione in cui le lamiere sottili piegate a freddo sono utilizzate solo come un elemento di trasferimento dei carichi alla struttura.

5.2 Analisi dei carichi

L'impalcato di copertura è suddiviso in due zone in funzione della possibilità di accumulo neve dovuta alla presenza di coperture adiacenti poste a quota più alta (Atrio e Coperture basse della Torre Scenica):

Zona	**Tipica**	**Acc. Atrio**	**Acc. Torre Sc.**	
Pacchetto	T-03	T-03	T-03	
Controsoffitto	--	--	--	
Tamponamento	--	--	--	
Tamponamento [kN/m2]	0.00	0.00	0.00	
[kN/m2]				
Tamponamento	0.00	0.00	0.00	
Pacchetto edile	0.60	0.60	0.60	
Carpenteria metallica	0.25	0.25	0.25	
Impianti	0.58	0.58	0.58	
Controsoffitto	0.00	0.00	0.00	
Permanenti Gk	**1.43**	**1.43**	**1.43**	
Permanenti Gk1 senza travi	1.18	1.18	1.18	
Permanenti Gk2	**1.18**	**1.18**	**1.18**	
		2.59	**1.53**	Max
Variabile Qk (neve)	**1.26**	**1.92**	**1.44**	Medio
Variabile Qk (vento pressione)	**0.45**	**0.45**	**0.45**	
Variabile Qk (vento depressione)	**-0.90**	**-0.90**	**-0.90**	

5.3 Verifica pannello sandwich

Analisi dei carichi

Si prescrive che gli impianti appesi non siano applicati direttamente alla lamiera

Pacchetto copertura	Gk2 = 0.60 kN/m2	
Neve:	Qk_n = 1.26 kN/m2 (tipica)	2.59 kN/m2 (accumulo (*))
Vento in pressione:	Qk_wp = 0.45 kN/m2	
Vento in depressione:	Qk_wd = -0.90 kN/m2	
Totale: verso il basso	(0.60 + 1.25 + 0.6 x 0.45) = +2.13 kN/m2	(zone tipiche)
	(0.60 + 2.59 + 0.6 x 0.45) = +3.46 kN/m2	(zone con accumulo)
verso l'alto	(0.60 - 0.90) = -0.30 kN/m2	

(*) I valori di accumulo neve riportati sono quelli massimi puntuali di un diagramma trapezoidale. Vedere l'analisi dei carichi della Relazione generale.

Facendo riferimento alle tabelle di portata del Fornitore

CARICO UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO kg/m²	LAMIERE IN ACCIAIO 0,6 / 0,6 mm - Appoggio 120 mm SPESSORE NOMINALE PANNELLO mm INTERASSI MAX cm					
	50	60	80	100	120	150
80	300	325	370	430	470	515
100	270	295	340	385	430	465
120	240	265	305	350	390	420
140	225	250	280	320	360	380
160	210	225	260	295	325	350
180	200	210	240	270	300	330
200	180	200	230	260	285	300
220	165	190	215	240	265	285
250	145	165	200	225	250	260

Nelle zone tipiche non soggette ad accumulo neve l'interasse degli arcarecci è 165cm. Secondo la tabella il carico ammissibile è di 2.20 kN/m2 (> 2.13 kN/m2 → verifica soddisfatta).

Nelle zone soggette ad accumulo neve occorre ridurre l'interasse degli arcarecci:

- secondo l'ultimo valore tabellato ad un carico distribuito di 2.50 kN/m2 corrisponde una luce ammissibile di 1.45m;
- adottando un interasse di 1.10m, per estrapolazione la portata utile diventa 2.50 x $(1.45 / 1.10)^2$ = 4.34 kN/m2 (> 3.46 kN/m2 → verifica soddisfatta)

Si evidenzia che la tabella fa riferimento allo schema di semplice appoggio e che si richiede un appoggio 120mm. in sede di sviluppo di dettaglio del progetto costruttivo il Fornitore deve verificare la possibilità di:

- adottare le larghezze di appoggio inferiori, corrispondenti alla larghezza delle ali dei profili longitudinali previsti;
- tenere conto del reale schema statico del pannello (trave continua su più appoggi) nella configurazione prevista a progetto;
- confermare la portata ammissibile del pannello nelle porzioni di copertura soggette ad accumulo neve.

5.4 Verifica arcarecci longitudinali (dimensionamento di massima)

Analisi dei carichi

Peso proprio:	Gk1 = 0.10 kN/m2	
Peso pacchetto edile:	Gk2 = 0.60 kN/m2	
Impianti appesi	Gk2 = 0.58 kN/m2	
Neve:	Qk_n = 1.25 kN/m2 (tipica)	1.92 kN/m2 (accumulo)
Vento in pressione:	Qk_wp = 0.45 kN/m2	
Vento in depressione:	Qk_wd = -0.90 kN/m2	

Totale: verso il basso (0.10 + 0.60 + 0.58 + 1.25 + 0.6 x 0.45) = +2.80 kN/m2 (zone tipiche)

(0.10 + 0.60 + 0.58 + 1.92 + 0.6 x 0.45) = +3.47 kN/m2 (zone con accumulo lato Atrio)

(0.10 + 0.60 + 0.58 +1.44 + 0.6 x 0.45) = +2.99 kN/m2 (zone con accumulo lato Torre Scenica)

verso l'alto (0.10 + 0.60 -0.90) = -0.20 kN/m2

Schema statico: trave su due appoggi con luce L e interasse i = 1.67m.

Carico distribuito

Caso senza accumulo

qk = 1.67m x (1.28 + 1.25 + 0.6 x 0.45) = 4.68 kN/ml

qsd = 1.67m x [1.3 x 1.28 + 1.5 x (1.25 + 0.6 x 0.45)] = 6.59 kN/ml

Caso con accumulo lato Atrio

qk = 1.67m x (1.28 + 1.92 + 0.6 x 0.45) = 5.79 kN/ml

qsd = 1.67m x [1.3 x 1.28 + 1.5 x (1.92 + 0.6 x 0.45)] = 8.26 kN/ml

Caso con accumulo lato Torre scenica

qk = 1.67m x (1.28 + 1.44 + 0.6 x 0.45) = 4.99 kN/ml

qsd = 1.67m x [1.3 x 1.28 + 1.5 x (1.44 + 0.6 x 0.45)] = 7.06 kN/ml

<u>Per luci fino a L = 5m (tipica, senza accumulo) si adotta profilo IPE 160 in acciaio S235:</u>

Caratteristiche Inerziali

Denominazione IPE 160

Tipologia e dati generali

Tipo	Profilo laminato a caldo
Curva di instabilità nel piano 1/2	a
Piano 1/3	b

Caratteristiche inerziali standard

Area	20.12 [cm²]		
Jx	871 [cm^4]	Wx	108836 [mm³]
ix	6.6 [cm]	Zx	124060 [mm³]
Jy	68 [cm^4]	Wy	16665 [mm³]
iy	1.8 [cm]	Zy	26117 [mm³]
Jxy	0 [cm^4]		Taglio/Torsione
Jt	4 [cm^4]	Cw	3959 [cm^6]
Xx	2.49238	Xy	1.61661
Avx	13.76 [cm²]	Avy	9.69 [cm²]
Jmin	68 [cm^4]	Jmax	871 [cm^4]
i min	1.8 [cm]	i max	6.6 [cm]
Alpha	0.0 [deg]		

Classificazione di base (EC3)

	Fe360	Fe430	Fe510
Classe a compressione semplice	1	1	1
Classe a flessione semplice Mx	1	1	1
Classe a flessione semplice My	1	1	1

Sollecitazioni:

Msd = 20.6 kNm

Vsd = 16.5 kN

Verifica di resistenza a flessione Mrd = 27.8 kNm > Msd → verifica OK

Verifica di deformabilità ftot = 2.1cm = L / 240 → verifica OK

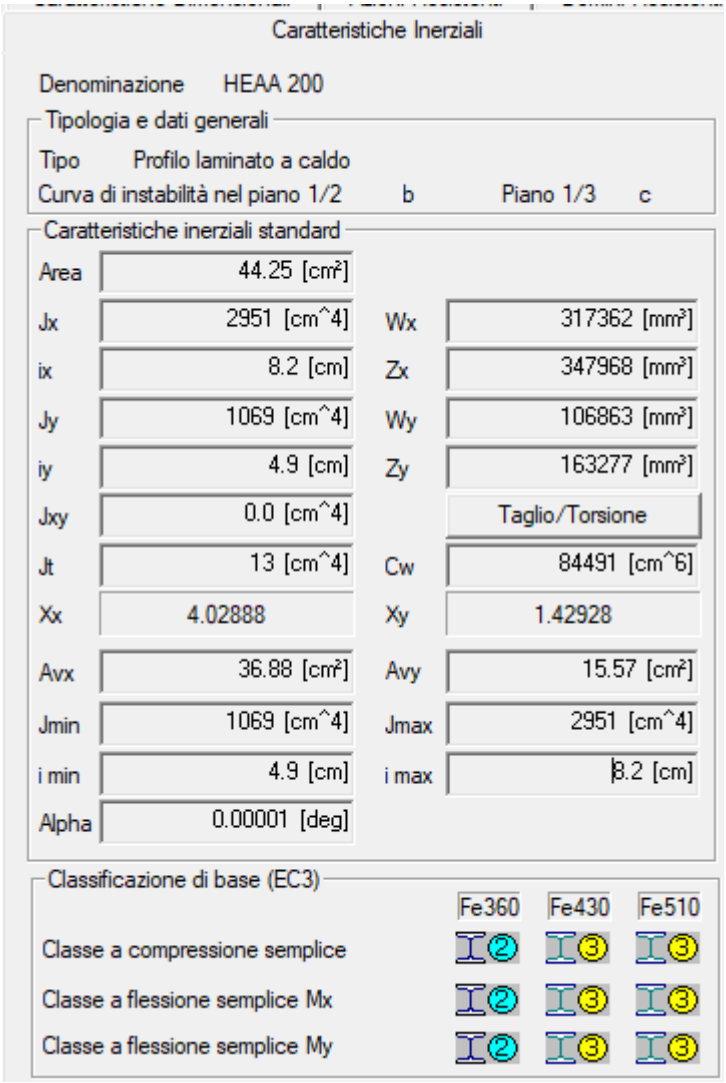
Verifica a svergolamento in accordo con EN1993-1-3 p.to 10.1 e

Stability of steel beam and column
SCI PublICatIon P360
In accordance with Eurocodes and the UK National Annexes
L Gardner PhD CEng MICE MIStructE
SCI PublICatIon P360

Profilo		IPE 160		**Sheeting**		
Altezza	h [mm]	160		spessore lamiera	t [mm]	0.60
Warping constant	Iw [cm6]	3659		b roof	b_{roof} [mm]	6710
Torsion constant	It [cm4]	4		(roof dimension parallel to the direction of the panel ribs)		
Momento d'inerzia	Iz [cm4]	68		luce	s [mm]	1650
				altezza hw	hw [mm]	30
				connettore ogni greca [S/N]	[S/N]	S
Luce	L [m]	5.00				
				Numero di profili	np	5
(10.1a)						
Rigidezza al taglio minima	Smin [kN]	10451		(10.1b)		
				Rigidezza al taglio	S [kN]	6099
$Smin = (E\,Iw\,\pi^2 / L^2 + G\,Jt + E\,Iz\,\pi^2 / L^2\ 0.25\,h^2)\ 70 / h^2$				$S = sqrt(t^3)\ (50 + 10 * b_{roof}^{1/3})\ s / hw$		
				(se la connessione e' in ogni greca)		
				Rigidezza al taglio ridotta (20%)	S [kN]	1220
Verifica S > Smin		**NO**		(se la connessione e' ogni 2 greche)		

Larghezza ala	b [mm]	82	
Area profilo	A [mm2]	2012	
Tensione snervamento	fy [N/mm2]	235	
b roof	b_{roof} [mm]	6710	
(roof dimension parallel to the direction of the panel ribs)			
	s	5	
Snellezza adimensionale	λ'_{LT}	0.662	
	λ'_{LT0}	0.200	
	λ'_{LT}	> 0.2 : Buckling may occur	
Modulus corresponding to compression flange	Zy / Wy [cm3]	124.00	
	γ_{M1}	1.05	
	Mcr [kNm]	66.59	
	Type [I, O]	I	
	Rolled / Welded	R	
	h / b	1.95	
	buckling curve	a	
	α_{LT}	0.21	
	ϕ_{LT}	0.767	
	χ_{LT}	0.865	
	MRd,Lt [kNm]	24.0	
	MRd [kNm]	27.8	
	ratio MRd	87%	
	Msd [kNm]	21.8	
	ratio Msd/MRd	**91%**	**OK**

Per luci L = 6.8m (lato Torre Scenica, con accumulo) si adotta profilo HEAA 200 in acciaio S235:



Sollecitazioni:

Msd = 40.8 kNm

Vsd = 24.0 kN

Verifica di resistenza a flessione Mrd = 77.9 kNm > Msd → verifica OK

Verifica di deformabilità ftot = 2.2cm = L / 303 → verifica OK

La verifica a svergolamento è svolta nei paragrafi successivi senza considerare il contributo (insufficiente) stabilizzante della lamiera.

5.5 Verifica travi trasversali (dimensionamento di massima)

Analisi dei carichi

Peso proprio:	Gk1 =	0.10 kN/m2
Peso arcarecci:	Gk1 =	0.15 kN/m2
Peso lamiera greca:	Gk1 =	0.10 kN/m2
Peso pacchetto edile:	Gk2 =	0.60 kN/m2
Impianti appesi	Gk2 =	0.60 kN/m2
Neve:	Qk_n =	1.25 kN/m2 (tipica) 2.66 kN/m2 (accumulo)
Vento in pressione:	Qk_wp =	0.45 kN/m2
Vento in depressione:	Qk_wd =	-0.90 kN/m2

Totale: verso il basso (0.10 + 0.15 + 0.10 + 0.60 + 0.60 + 1.25 + 0.6 x 0.45) = +3.07 kN/m2 (zone tipiche)

(0.10 + 0.15 + 0.10 + 0.60 + 0.60 + 2.66 + 0.6 x 0.45) = +4.48 kN/m2 (zone con accumulo)

verso l'alto (0.10 + 0.15 + 0.10 + 0.60 -0.90) = 0 kN/m2

Schema statico: trave su due appoggi con luce L = 6.70 m

interasse i = (5.00 + 6.79) / 2 = 5.90m (caso peggiore senza accumulo)

interasse i = 5.00m (caso tipico con accumulo su 50% di i)

Carico distribuito

Caso senza accumulo

qk = 5.90m x (1.55 + 1.25 + 0.6 x 0.45) = 18.1 kN/ml

qsd = 5.90m x [1.3 x 1.55 + 1.5 x (1.25 + 0.6 x 0.45)] = 25.3 kN/ml

Caso con accumulo

qk = 5.00m x (1.55 + (2.66+1.25)/2 + 0.6 x 0.45) = 18.9 kN/ml

qsd = 5.00m x [1.3 x 1.55 + 1.5 x ((2.66+1.25)/2 + 0.6 x 0.45)] = 26.8 kN/ml

Si uniforma al caso peggiore. si adotta profilo 2xIPEA270 in acciaio S235:

Denominazione 2IPEA 2x240

Tipologia e dati generali

Tipo	Profilo saldato		
Curva di instabilità nel piano 1/2	b	Piano 1/3	b

Caratteristiche inerziali standard

Area	66.74 [cm²]		
Jx	6594 [cm^4]	Wx	556450 [mm³]
ix	9.9 [cm]	Zx	624383 [mm³]
Jy	2883 [cm^4]	Wy	240260 [mm³]
iy	6.6 [cm]	Zy	400457 [mm³]
Jxy	0 [cm^4]		Taglio/Torsione
Jt	2582 [cm^4]	Cw	120064 [cm^6]
Xx	2.64629	Xy	2.05946
Avx	27.51 [cm²]	Avy	47.08 [cm²]
Jmin	2883 [cm^4]	Jmax	6594 [cm^4]
i min	6.6 [cm]	i max	9.9 [cm]
Alpha	-0.00005 [deg]		

Classificazione di base (EC3)

	Fe360	Fe430	Fe510
Classe a compressione semplice	2	3	4
Classe a flessione semplice Mx	1	1	1
Classe a flessione semplice My	2	3	4

Sollecitazioni:

Msd = 150.4 kNm

Vsd = 89.8 kN

Verifica di resistenza a flessione Mrd = 185.0 kNm > Msd → verifica OK

Verifica di deformabilità ftot = 2.4cm = L / 280 → verifica OK

5.6 Verifiche da modello matematico

Si riportano le verifiche di resistenza e deformabilità delle aste metalliche componenti la nuova copertura delle Maniche in accordo con i risultati ottenuti dal modello matematico.

5.6.1 Combinazioni di carico

Con due modelli separati sono analizzati gli effetti del vento secondo Y e quelli del sisma (a favor di sicurezza nelle combinazioni sismiche SLV l'intensità del sisma viene assunta al 100%.).

L'azione trasversale SLU complessiva del vento vale 270 kN

L'azione trasversale SLV complessiva del sisma (al 100%) vale 510 kN.

Definizione dell'azione trasversale fittizia equivalente all'imperfezione di progetto del controvento:

In accordo con C4.2.3.5. NTC 2018:

Nell'analisi di un sistema di controvento, le imperfezioni del sistema controventato possono essere tenute in conto considerando uno scostamento di quest'ultimo dalla configurazione iniziale di valor massimo e_0 uguale a

$$e_0 = \alpha_m \cdot \frac{L}{500} \qquad [C4.2.13]$$

dove L è la luce del sistema di controvento e α_m dipende dal numero m di elementi controventati,

$$\alpha_m = \sqrt{\frac{1}{2}\left(1+\frac{1}{m}\right)} \qquad [C4.2.14]$$

Gli effetti delle imperfezioni sul sistema di controvento possono essere tenute in conto anche mediante un carico distribuito equivalente

$$q_d = \frac{8\left(e_0+\delta_q\right)N_{Ed}}{L^2} \qquad [C4.2.15]$$

dove δ_q è la freccia massima del sistema di controvento dovuta a q_d e ai carichi esterni, da considerarsi nulla se si effettua un'analisi del second'ordine, e N_{Ed} è la forza normale di compressione nel sistema o quella trasmessa dagli elementi controventati (Figura C4.2.5).

dove

m = 2

α, = 0.866

L = 44.6m

e0 = 0.077m

Ned = 63 kN

qd = 8 e0 Ned / L^2 = 0.02 kN/ml

Modello statico (con effetto P-Δ): “Copertura locali tecnici Maniche R1.dt”

Combinazioni Statiche SLU

Numero di Combinazioni di carico: 9 Aiuto...

	Commento	P.p. x 1.15	Permanenti	P.p. Tamponamento (NO)	Neve	Vento Pressione	Vento Depressione	Vento Y+	Vento Y-	Vento Attrito Y+	Imperfezioni qy = 0.02 kN/ml
1	(SLU) P.p.	1.3	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
2	(SLU) Perm.	1.3	1.3	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
3	(SLU) Perm. + Neve	1.3	1.3	0.	1.5	0.	0.	0.	0.	0.	0.
4	(SLU) Perm. + Neve + Vento press.Y+	1.3	1.3	0.	1.5	0.9	0.	0.9	0.	0.9	1.
5	(SLU) Perm. + Neve + Vento press.Y-	1.3	1.3	0.	1.5	0.9	0.	0.	0.9	-0.9	-1.
6	(SLU) Perm. + Vento press.Y+	1.3	1.3	0.	0.	1.5	0.	0.9	0.	0.9	1.
7	(SLU) Perm. + Vento press.Y-	1.3	1.3	0.	0.	1.5	0.	0.	0.9	-0.9	-1.
8	(SLU) Perm. + Vento depress.Y+	1.	1.	0.	0.	0.	1.5	0.9	0.	0.9	1.
9	(SLU) Perm. + Vento depress.Y-	1.	1.	0.	0.	0.	1.5	0.	0.9	-0.9	-1.

Combinazioni SLE Rare

Numero di Combinazioni di carico: 9 Aiuto...

	Commento	P.p. x 1.15	Permanenti	P.p. Tamponamento (NO)	Neve	Vento Pressione	Vento Depressione	Vento Y+	Vento Y-	Vento Attrito Y+	Imperfezioni qy = 0.02 kN/ml
1	(SLE) P.p.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
2	(SLE) Perm.	1.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
3	(SLE) Perm. + Neve	1.	1.	0.	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
4	(SLE) Perm. + Neve + Vento press.Y+	1.	1.	0.	1.	0.6	0.	0.6	0.	0.6	0.
5	(SLE) Perm. + Neve + Vento press.Y-	1.	1.	0.	1.	0.6	0.	0.	0.6	-0.6	0.
6	(SLE) Perm. + Vento press.Y+	1.	1.	0.	0.	1.	0.	0.6	0.	0.6	0.
7	(SLE) Perm. + Vento press.Y-	1.	1.	0.	0.	1.	0.	0.	0.6	-0.6	0.
8	(SLE) Perm. + Vento depress.Y+	1.	1.	0.	0.	0.	1.	0.6	0.	0.6	0.
9	(SLE) Perm. + Vento depress.Y-	1.	1.	0.	0.	0.	1.	0.	0.6	-0.6	0.

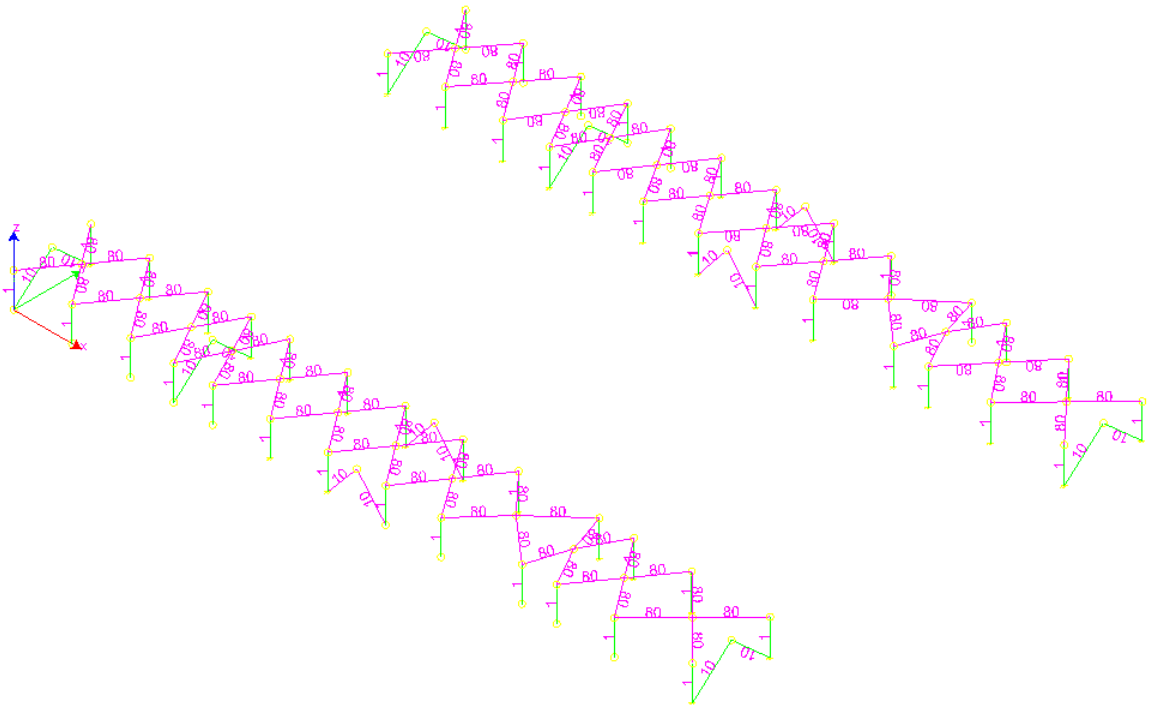
Modello sismico: “Corpo Basso R12.dt”

Combinazioni SLV

Numero di Combinazioni di carico: 8 Aiuto...

	Commento	P.p. x 1.15	Permanenti	Variabili	Neve	Vento Pressione	Vento Depressione	Tamponamenti	Sisma 0	Sisma 90
1	Sisma X+Y+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	1.	0.3
2	Sisma X+Y-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	1.	-0.3
3	Sisma X-Y+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-1.	0.3
4	Sisma X-Y-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-1.	-0.3
5	Sisma Y+X+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.3	1.
6	Sisma Y+X-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.3	1.
7	Sisma Y-X+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.3	-1.
8	Sisma Y-X-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.3	-1.

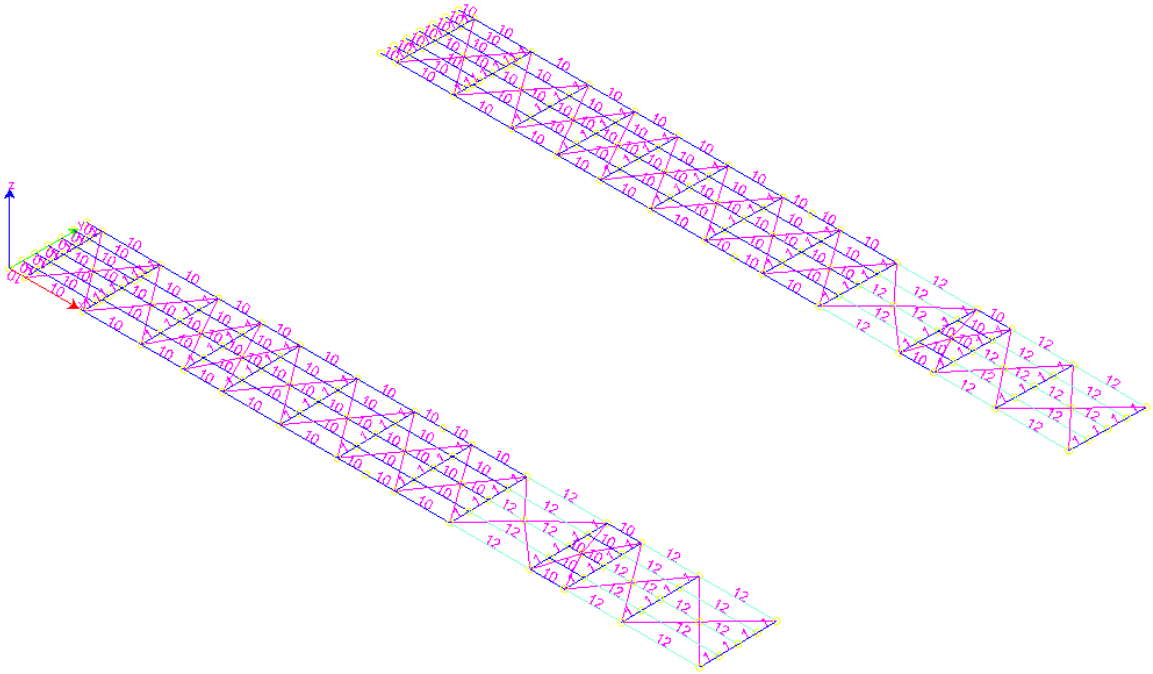
5.6.2 Profili



Pilastri e controventi

Sezione	
1	IPE 160 MAN - Copertura - Colonna(D.B.)
10	CHS_EN10219 177.8X8.0 MAN - Copertura - Controv. Trasv.(D.B.)

Sezione	
10	CHS_EN10219 139.78X4.0 Controv. Parete long.(D.B.)
80	Quals. Controventi falda trasv. 200x15(D.B.)

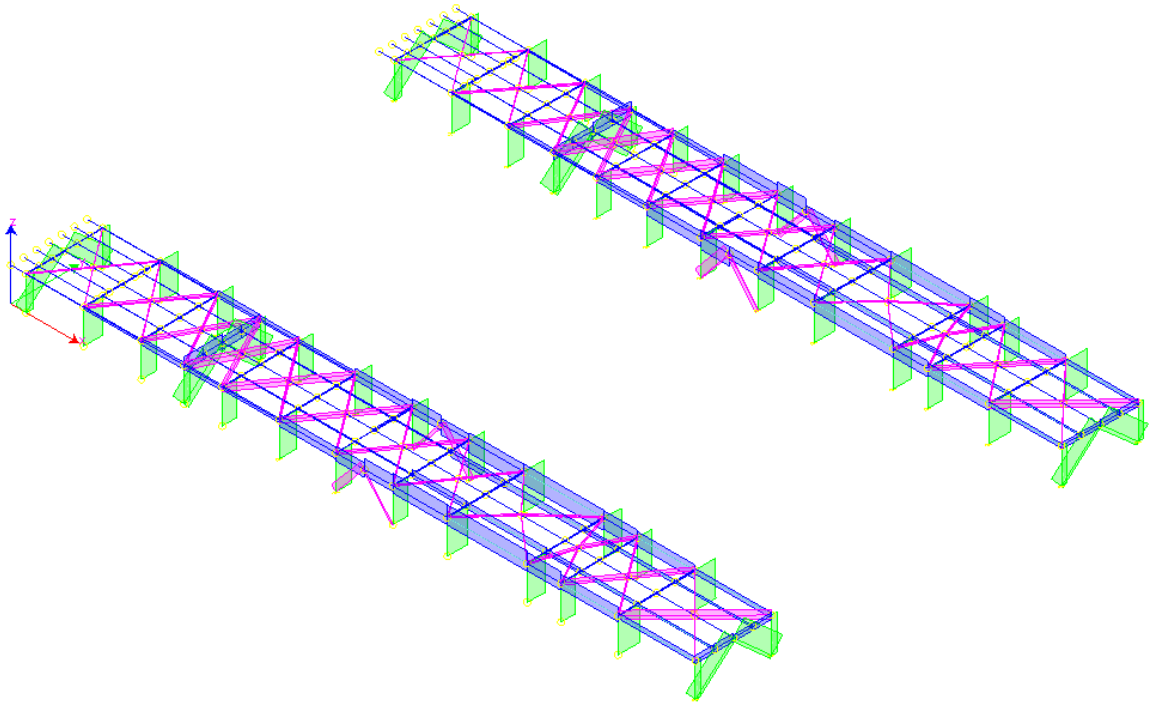


Arcarecci longitudinale e travi principali trasversali

Sezione	
1	2IPEA 2x270 MAN - Copertura - Principale(D.B.)
10	IPE 160 MAN - Copertura - Secondaria(D.B.)
12	HEAA 200 MAN - Copertura - Secondaria(D.B.)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

5.6.3 Sollecitazioni



Sforzo assiale – Inviluppo combinazioni

Combinazioni SLU e SLE

Sez		Max [kN]			Min [kN]		
1	Pilastri	232	238 (5)	93.7	16	18 (9)	1.7
10	Pilastri	89	93 (5)	90.0	82	86 (8)	-29.6

Max 93.7 Min -29.6 [kN]

Sez		Max [kN]			Min [kN]		
1	Travi	92	91 (7)	31.9	95	94 (7)	-27.8
10	Travi	163	181 (4)	48.3	167	185 (4)	-48.7
12	Travi	181	199 (4)	47.4	185	203 (4)	-47.7

Max 48.3 Min -48.7 [kN]]

Sez		Max [kN]			Min [kN]		
10	Biella	133	149 (5)	32.4	154	149 (5)	-16.1
80	Biella	95	98 (7)	22.1	98	91 (7)	-21.5

10 80

Max 32.4 Min -21.5 [kN]]

Combinazioni SLV

Sez		Max [kN]			Min [kN]		
1	Pilastri	2990	2991 (7)	92.5	752	808 (32)	3.2
10	Pilastri	2918	767 (14)	71.9	746	750 (12)	-39.9

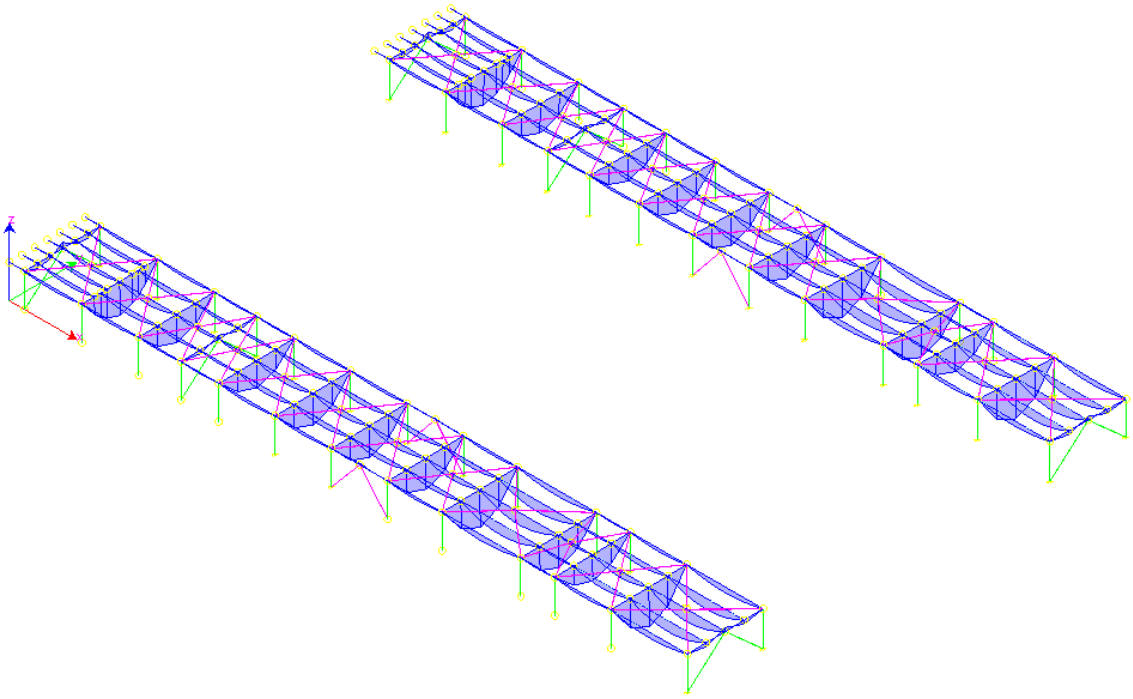
Max 92.5 Min -39.9 [kN]]

Sez		Max [kN]			Min [kN]		
1	Travi	767	766 (14)	39.6	768	767 (14)	-39.5
10	Travi	2956	2960 (12)	101.0	1518	1615 (13)	-105.7
12	Travi	2960	2971 (12)	95.3	1615	1715 (12)	-98.7

Max 101.0 Min -105.7 [kN]

Sez		Max [kN]			Min [kN]		
10	Biella	1515	2946 (8)	112.4	1219	2946 (8)	-106.9
80	Biella	2991	2710 (12)	40.6	2999	1871 (12)	-40.6

Max 112.4 Min -106.9 [kN]



Momento flettente – Inviluppo combinazioni SLU e SLE

Sez			Max [kNm]			Min [kNm]
1	Travi	32 31 (5)	24.2	236 235 (5)		-154.7
10	Travi	31 36 (4)	10.3	62 76 (4)		-25.1
12	Travi	176 194 (4)	0.0	229 239 (5)		-48.3

Max 24.2 Min -154.7 [kNm]

5.6.4 Verifiche di resistenza

5.6.4.1 Verifiche SLU di resistenza

▲Percentuale di sfruttamento dei profilati metallici

▲Distribuzione degli elementi (n. di elementi in ogni campo)

▲Elementi Pilastro

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 80%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 120%
1	IPE 160/MAN - Copertura - Colonna	15.38 (8)	61.54 (32)	15.38 (8)	7.69 (4)	0.00 (0)
10	CHS_EN10219 177.8X6.0/MAN - Copertura - Controv. Trasv.	100.00 (12)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

▲Elementi Trave

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 80%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 120%
1	2IPEA 2x270/MAN - Copertura - Principale	35.19 (19)	40.74 (22)	18.52 (10)	5.56 (3)	0.00 (0)
10	IPE 160/MAN - Copertura - Secondaria	33.08 (43)	37.69 (49)	15.38 (20)	13.85 (18)	0.00 (0)
12	HEAA 200/MAN - Copertura - Secondaria	11.11 (4)	44.44 (16)	11.11 (4)	33.33 (12)	0.00 (0)

▲Elementi Biella

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 80%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 120%
10	CHS_EN10219 139.7X4.0/Controventi parete long. 200x15	100.00 (8)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
80	Quals./Controventi falda trasv. 200x15	100.00 (96)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

▲Elementi Pilastro

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
1 IPE 160/MAN - Copertura - Colonna	242 243	0.19	37 48	0.87
10 CHS_EN10219 177.8X6.0/MAN - Copertura - Controv. Trasv.	248 252	0.14	89 93	0.20

▲Elementi Trave

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
1 2IPEA 2x270/MAN - Copertura - Principale	86...88	0.09	238...234	0.84
10 IPE 160/MAN - Copertura - Secondaria	24 7	0.10	62 76	0.90
12 HEAA 200/MAN - Copertura - Secondaria	221 231	0.22	186 193	0.91

▲Elementi Biella

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
10 CHS_EN10219 139.7X4.0/Controventi parete long. 200x15	161 150	0.02	133 149	0.08
80 Quals./Controventi falda trasv. 200x15	28 36	0.00	95 98	0.07

5.6.4.2 *Verifiche SLV di resistenza*

▲Percentuale di sfruttamento dei profilati metallici

▲Distribuzione degli elementi (n. di elementi in ogni campo)

▲Elementi Pilastro

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 80%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 120%
1	IPE 160/MAN - Copertura - Colonna	100.00 (52)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
10	CHS_EN10219 177.8X6.0/MAN - Copertura - Controv. Trasv.	100.00 (12)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

▲Elementi Trave

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 80%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 120%
1	2IPEA 2x270/MAN - Copertura - Principale	98.17 (107)	1.83 (2)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
10	IPE 160/MAN - Copertura - Secondaria	95.37 (103)	4.63 (5)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
12	HEAA 200/MAN - Copertura - Secondaria	90.00 (27)	10.00 (3)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

▲Elementi Biella

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 80%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 120%
10	CHS_EN10219 139.7X4.0/Controventi parete long.	75.00 (6)	25.00 (2)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
80	Quals./Controventi falda trasv. 200x15	100.00 (48)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

▲Elementi maggiormente sollecitati

▲Elementi Pilastro

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
1 IPE 160/MAN - Copertura - Colonna	2831 2839	0.09	2990 2991	0.31
10 CHS_EN10219 177.8X6.0/MAN - Copertura - Controv. Trasv.	752 520	0.06	746 750	0.16

▲Elementi Trave

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
1 2IPEA 2x270/MAN - Copertura - Principale	1226 1209	0.03	1564 1565	0.34
10 IPE 160/MAN - Copertura - Secondaria	726 808	0.03	2956 2960	0.42
12 HEAA 200/MAN - Copertura - Secondaria	2977 2989	0.13	1616 1716	0.35

▲Elementi Biella

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
10 CHS_EN10219 139.7X4.0/Controventi parete long.	1561 2951	0.17	1515 2946	0.48
80 Quals./Controventi falda trasv. 200x15	608 1226	0.02	2991 2710	0.12

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

5.6.4.3 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 37 AL NODO 48 / Sez. 1 IPE 160 (MAN - Copertura - Colonna)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Copertura locali tecnici Maniche R3.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	3.070 [m]
Sezione numero 1	IPE 160 (MAN - Copertura - Colonna)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00

Materiale *Acciaio S235*

f_y 235.00 [MPa]

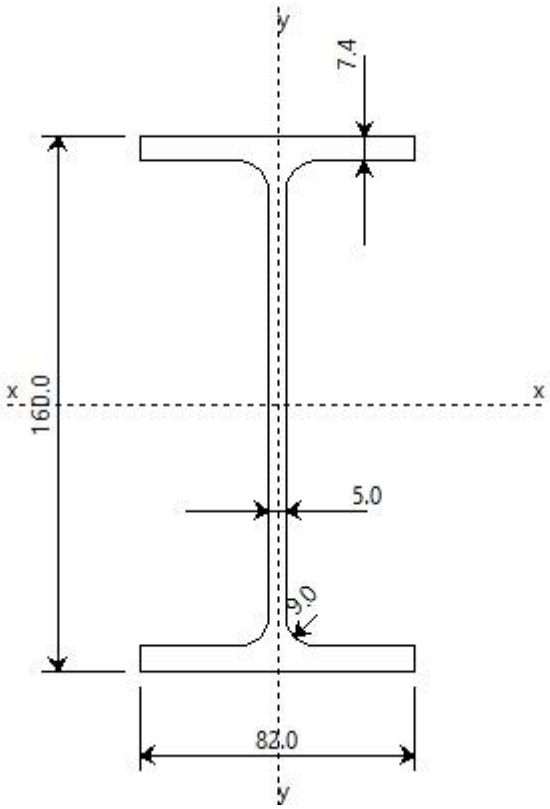
f_u 360.00 [MPa]

ε 1.00

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *IPE 160*



Area	20.12 [cm²]	A.Traz	20.12 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	871 [cm⁴]	ix	6.6 [cm]
Wx	108836 [mm³]	Zx	124060 [mm³]
Jy	68 [cm⁴]	iy	1.8 [cm]
Wy	16665 [mm³]	Zy	26117 [mm³]
Jt	4 [cm⁴]		
Cw	3959 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **a**
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **b**

Doppio T

B	82.0	[mm]
H	160.0	[mm]
tf	7.4	[mm]
tw	5.0	[mm]
r	9.0	[mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **1**
Flessione Mx : **1**
Flessione My : **1**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	20.12	[cm²]
Wx_{Eff}	124060	[mm³]
Wy_{Eff}	26117	[mm³]
$A_{w,y}$	9.69	[cm²]
Combinazione critica	4	
Ascissa	3.070	[m]
N_D	79.5 [kN]	$N_D/N_R=0.18$
$M_{x,D}$	0.0 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.00$
$M_{y,D}$	-1.2 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}=0.21$
$V_{y,D}$	-0.0 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}=0.00$
S_D/S_R	0.21	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE
Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	3.070	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	

β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	6.6	[cm]
Snellezza	46.67	
Snellezza ridotta λ	0.50	
Curva d'instabilità	a	
Coeff. di riduzione χ	0.93	
L_{LT}	3.070	[m]
$N_{cr,T}$	835.3	[kN]
$N_{cr,TF}$	835.3	[kN]
λ_{LT}	0.75	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.82	
Azione assiale	80.3 [kN]	Combinazione 5
N_{SD}/N_{SR}	0.22	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	3.070	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	1.8	[cm]
Snellezza	166.59	
Snellezza ridotta λ	1.77	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.26	
Azione assiale	80.3 [kN]	Combinazione 5
N_{SD}/N_{SR}	0.69	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITÀ FLESSOTORSIONALE (SVERGOLAMENTO)

Luce dell'asta libera di svergolare	3.070	[m]
Fattore di lunghezza effettiva **k**	1.00	
Fattore di ritegno torsionale d'estremità $\mathbf{k_w}$	1.00	
Verifica condotta con il metodo **generale**		
Eccentricità fra il centro di taglio ed il punto di applicazione dei carichi esterni $\mathbf{z_g}$	8.0	[cm]
Fattore $\mathbf{z_j}$	0.0	[cm]
Andamento del diagramma del momento	Lineare	
Coefficienti d'interazione carico vincoli		
C_1	1.88	
C_2	0.00	
C_3	0.94	
Momento critico d'instabilità M_{Cr}	45.5	[kNm]
Snellezza adimensionale λ_{LT}	0.80	
Curve d'instabilità	a	

Coefficiente di riduzione per instabilità χ_{LT}	0.80
Sezione in classe	1
Momento massimo M_D	-0.0 [kNm] Combinazione 5
M_{SD}/M_{SR}	0.00 **VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	20.12	[cm²]
Wx_{Eff}	124060	[mm³]
Wy_{Eff}	26117	[mm³]
Combinazione critica	4	
N_D	79.5 [kN]	N_D/N_R=0.68
$M_{x,D}$	0.0 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.00
$M_{y,D}$	-1.2 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.19
S_D/S_R	0.87	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	3.070	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	6.6	[cm]
Snellezza	46.67	
Snellezza ridotta λ	0.50	
Curva d'instabilità	a	
Coeff. di riduzione χ	0.93	
L_{LT}	3.070	[m]
$N_{cr,T}$	835.3	[kN]
$N_{cr,TF}$	835.3	[kN]
λ_{LT}	0.75	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.82	
Azione assiale	79.5 [kN]	Combinazione 4

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	3.070	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	1.8	[cm]
Snellezza	166.59	
Snellezza ridotta λ	1.77	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.26	

Azione assiale 79.5 [kN] Combinazione 4

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	X	μ	C_m	
1-2	0.50	0.93	1.00	0.785	Lineare
1-3	1.77	0.26	0.55	0.727	Lineare
LT_o	1.10	0.60			
LT	0.80	0.80		1.000	

Fattori di Interazione

a_{LT}	1.00	b_{LT}	0.00
c_{LT}	0.00	d_{LT}	0.00
e_{LT}	0.00		
$C_{22\ (yy)}$	0.94	$C_{23\ (yz)}$	0.91
$C_{32\ (zy)}$	0.70	$C_{33\ (zz)}$	0.93
$k_{22\ (yy)}$	0.87	$k_{23\ (yz)}$	0.89
$k_{32\ (zy)}$	0.33	$k_{33\ (zz)}$	0.90

5.6.4.4 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 62 AL NODO 76 / Sez. 10 IPE 160 (MAN - Copertura - Secondaria)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Copertura locali tecnici Maniche R3.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta 2.530 [m]

Sezione numero 10 IPE 160 (MAN - Copertura - Secondaria)

$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$ 1.00

$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$ 1.00

Materiale *Acciaio S235*

f_y 235.00 [MPa]

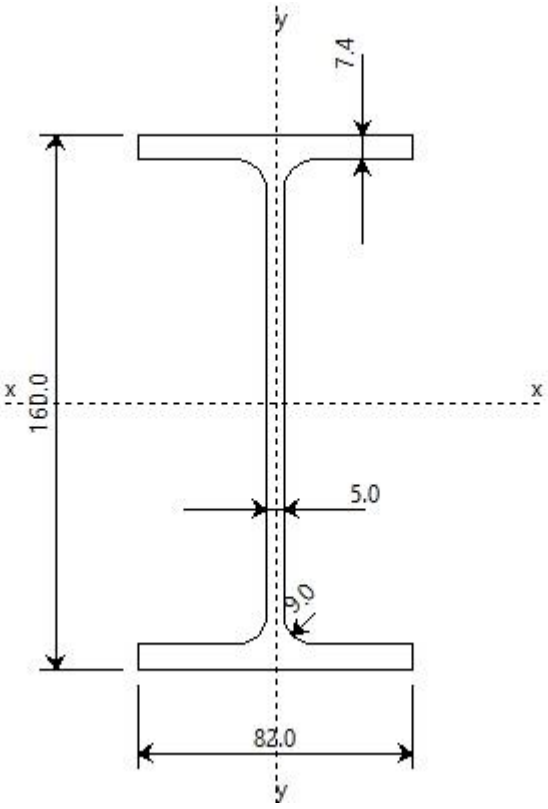
f_u 360.00 [MPa]

ε 1.00

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *IPE 160*



Area	20.12 [cm²]	A.Traz	16.44 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	871 [cm⁴]	ix	6.6 [cm]
Wx	108836 [mm³]	Zx	124060 [mm³]
Jy	68 [cm⁴]	iy	1.8 [cm]
Wy	16665 [mm³]	Zy	26117 [mm³]
Jt	4 [cm⁴]		
Cw	3959 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **a**
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **b**

Doppio T

B 82.0 [mm]
H 160.0 [mm]
tf 7.4 [mm]
tw 5.0 [mm]
r 9.0 [mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **1**

Flessione Mx : **1**
Flessione My : **1**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	20.12	[cm²]
Wx_{Eff}	124060	[mm³]
$A_{w,y}$	9.69	[cm²]
Combinazione critica	4	
Ascissa	0.000	[m]
N_D	0.2 [kN]	$N_D/N_R=0.00$
$M_{x,D}$	-25.1 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.90$
$V_{y,D}$	-1.5 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}=0.01$
S_D/S_R	0.90	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE
Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	2.530	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	6.6	[cm]
Snellezza	38.46	
Snellezza ridotta λ	0.41	
Curva d'instabilità	a	
Coeff. di riduzione χ	0.95	
Azione assiale	0.3 [kN]	Combinazione 5
N_{SD}/N_{SR}	0.00	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE
Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	20.12	[cm²]
Wx_{Eff}	124060	[mm³]
Combinazione critica	4	
N_D	0.2 [kN]	$N_D/N_R=0.00$
$M_{x,D}$	25.1 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.90$
S_D/S_R	0.90	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	2.530	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	

Raggio d'inerzia i	6.6	[cm]
Snellezza	38.46	
Snellezza ridotta λ	0.41	
Curva d'instabilità	a	
Coeff. di riduzione χ	0.95	
Azione assiale	0.2 [kN] Combinazione 4	

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	X	μ	C_m	
1-2	0.41	0.95	1.00	1.000	NON Lineare
1-3	0.20	1.00			

Fattori di Interazione

a_{LT}	1.00	b_{LT}	0.00
c_{LT}	0.00	d_{LT}	0.00
e_{LT}	0.00		
$C_{22\,(yy)}$	1.00	$C_{23\,(yz)}$	1.00
$C_{32\,(zy)}$	1.00	$C_{33\,(zz)}$	1.00
$k_{22\,(yy)}$	1.00	$k_{23\,(yz)}$	0.52
$k_{32\,(zy)}$	0.52	$k_{33\,(zz)}$	1.00

Verifica a svergolamento: vedere p.to 5.4.

5.6.4.5 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 186 AL NODO 193 / Sez. 12 HEAA 200 (MAN - Copertura - Secondaria)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Copertura locali tecnici Maniche R3.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	3.875	[m]
Sezione numero	12	HEAA 200 (MAN - Copertura - Secondaria)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00	
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00	

Materiale *Acciaio S235*

f_y 235.00 [MPa]

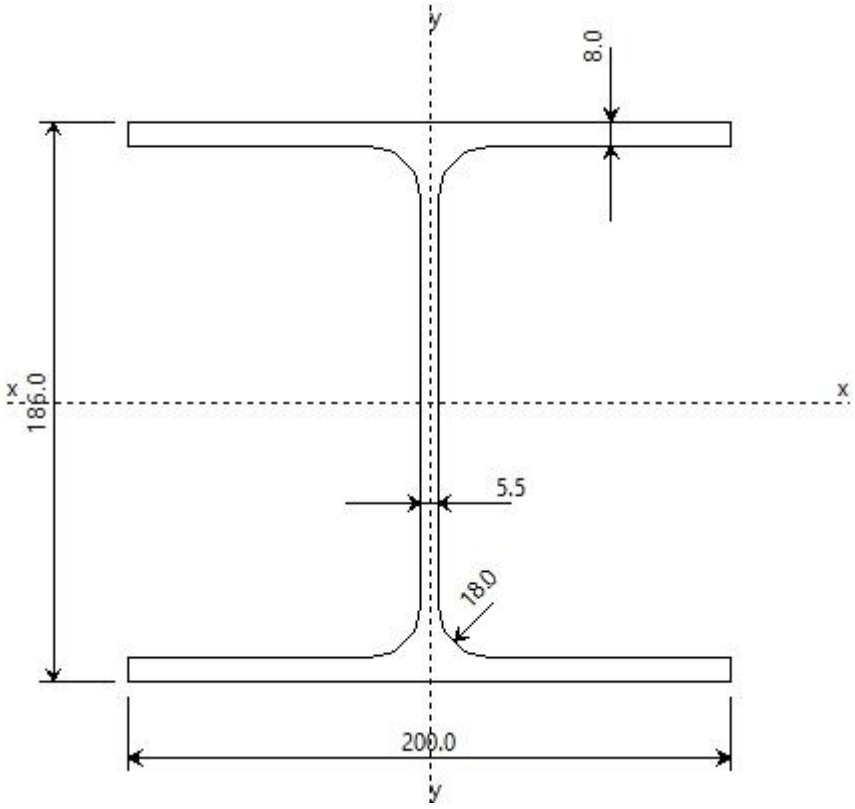
f_u 360.00 [MPa]

ε 1.00

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *HEAA 200*



Area	44.25 [cm²]	A.Traz	28.54 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	2951 [cm⁴]	ix	8.2 [cm]
Wx	317362 [mm³]	Zx	347968 [mm³]
Jy	1069 [cm⁴]	iy	4.9 [cm]
Wy	106863 [mm³]	Zy	163277 [mm³]
Jt	13 [cm⁴]		
Cw	84491 [cm⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	b		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	c		

Doppio T
B 200.0 [mm]
H 186.0 [mm]
tf 8.0 [mm]
tw 5.5 [mm]
r 18.0 [mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : 2
Flessione Mx : 2

Flessione My : 2

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	2	
$Area_{Eff}$	44.25	[cm²]
Wx_{Eff}	347968	[mm³]
$A_{w,y}$	15.57	[cm²]
Combinazione critica	5	
Ascissa	0.129	[m]
N_D	-0.0 [kN]	$N_D/N_R=0.00$
$M_{x,D}$	-48.3 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.62$
$V_{y,D}$	0.1 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}=0.00$
S_D/S_R	0.62	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	3.875	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	8.2	[cm]
Snellezza	47.45	
Snellezza ridotta λ	0.51	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.88	
L_{LT}	3.875	[m]
$N_{cr,T}$	2456.7	[kN]
$N_{cr,TF}$	2456.7	[kN]
λ_{LT}	0.65	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.87	
Azione assiale	0.0 [kN]	Combinazione 8
N_{SD}/N_{SR}	0.00	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ FLESSOTORSIONALE (SVERGOLAMENTO)

Luce dell'asta libera di svergolare	3.875	[m]
Fattore di lunghezza effettivak	1.00	
Fattore di ritegno torsionale d'estremitàk$_w$	1.00	
Verifica condotta con il metodogenerale		
Eccentricità fra il centro di taglio ed il punto di applicazione dei carichi esterniz$_g$	9.3	[cm]
Fattorez$_j$	0.0	[cm]
Andamento del diagramma del momento	NONLineare	

Coefficienti d'interazione carico vincoli		
C_1	1.28	
C_2	1.56	
C_3	0.75	
Momento critico d'instabilità M_{Cr}	85.5	[kNm]
Snellezza adimensionale λ_{LT}	0.98	
Curve d'instabilità	a	
Coefficiente di riduzione per instabilità χ_{LT}	0.68	
Sezione in classe	2	
Momento massimo M_D	-48.3 [kNm]	Combinazione 5
M_{SD}/M_{SR}	0.91	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE
Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	2	
$Area_{Eff}$	44.25	[cm²]
Wx_{Eff}	347968	[mm³]
Combinazione critica	4	
N_D	0.0 [kN]	N_D/N_R=0.00
$M_{x,D}$	48.2 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.91
S_D/S_R	0.91	VERIFICATA

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	3.875	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	8.2	[cm]
Snellezza	47.45	
Snellezza ridotta λ	0.51	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.88	
L_{LT}	3.875	[m]
$N_{cr,T}$	2456.7	[kN]
$N_{cr,TF}$	2456.7	[kN]
λ_{LT}	0.65	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.87	
Azione assiale	0.0 [kN]	Combinazione 4

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	X	μ	C_m	
1-2	0.51	0.88	1.00	1.000	NON Lineare
1-3	0.20	1.00			

LT_o	0.67	0.86	
LT	0.98	0.68	1.000

Fattori di Interazione

a_{LT}	1.00	b_{LT}	0.00
c_{LT}	0.82	d_{LT}	0.00
e_{LT}	10.17		
$C_{22\ (yy)}$	1.00	$C_{23\ (yz)}$	0.59
$C_{32\ (zy)}$	1.00	$C_{33\ (zz)}$	1.00
$k_{22\ (yy)}$	1.00	$k_{23\ (yz)}$	0.87
$k_{32\ (zy)}$	0.51	$k_{33\ (zz)}$	1.00

5.6.4.6 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 238 AL NODO 234 / Sez. 1 2IPEA 2x270 (MAN - Copertura - Principale)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Copertura locali tecnici Maniche R3.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	6.761	[m]
Sezione numero 1	2IPEA 2x270 (MAN - Copertura - Principale)	
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00	
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00	

Materiale *Acciaio S235*

f_y 235.00 [MPa]

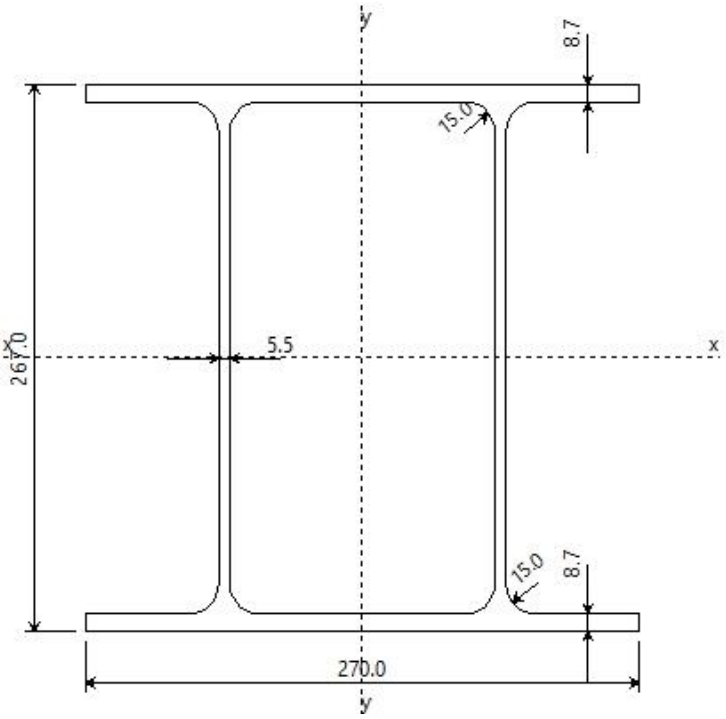
f_u 360.00 [MPa]

ε 1.00

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *2IPEA 2x270*



Area	78.42 [cm²]	A.Traz	56.59 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	9851 [cm⁴]	ix	11.2 [cm]
Wx	737937 [mm³]	Zx	826398 [mm³]
Jy	4289 [cm⁴]	iy	7.4 [cm]
Wy	317699 [mm³]	Zy	529316 [mm³]
Jt	3898 [cm⁴]		
Cw	227878 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) b
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) b

Cassone

Bsup	270.0	[mm]
Binf	270.0	[mm]
Bint	135.0	[mm]
H	267.0	[mm]
tfsup	8.7	[mm]
tfinf	8.7	[mm]
tw	5.5	[mm]
Rest	15.0	[mm]
Rint	15.0	[mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : 3
Flessione Mx : 1
Flessione My : 3

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	78.42	[cm²]
Wx_{Eff}	826398	[mm³]
Wy_{Eff}	529316	[mm³]
$A_{w,y}$	50.96	[cm²]
Combinazione critica	5	
Ascissa	3.381	[m]
N_D	3.5 [kN]	$N_D/N_R=0.00$
$M_{x,D}$	-154.7 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.84$
$M_{y,D}$	0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}=0.00$
$V_{y,D}$	-23.0 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}=0.03$
S_D/S_R	0.84	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE
Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	6.761	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	11.2	[cm]
Snellezza	60.32	
Snellezza ridotta λ	0.64	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.82	
Azione assiale	4.1 [kN]	Combinazione 5
N_{SD}/N_{SR}	0.00	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE
Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	78.42	[cm²]
Wx_{Eff}	826398	[mm³]
Wy_{Eff}	529316	[mm³]
Combinazione critica	5	
N_D	3.5 [kN]	$N_D/N_R=0.00$
$M_{x,D}$	154.7 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.84$

$M_{y,D}$	0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.84	VERIFICATA

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	6.761	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	11.2	[cm]
Snellezza	60.32	
Snellezza ridotta λ	0.64	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.82	
Azione assiale	3.5 [kN]	Combinazione 5

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	X	μ	C_m	
1-2	0.64	0.82	1.00	1.000	NON Lineare
1-3	0.20	1.00	1.00	1.000	NON Lineare

Fattori di Interazione

a_{LT}	0.60	b_{LT}	0.00
c_{LT}	0.00	d_{LT}	0.00
e_{LT}	0.00		
$C_{22\,(yy)}$	1.00	$C_{23\,(yz)}$	1.00
$C_{32\,(zy)}$	1.00	$C_{33\,(zz)}$	1.00
$k_{22\,(yy)}$	1.00	$k_{23\,(yz)}$	0.52
$k_{32\,(zy)}$	0.52	$k_{33\,(zz)}$	1.00

5.6.4.7 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 89 AL NODO 93 / Sez. 10 CHS_EN10219 177.8X6.0 (MAN - Copertura - Controv. Trasv.)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Copertura locali tecnici Maniche R3.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	4.526 [m]	
Sezione numero	10	CHS_EN10219 177.8X6.0 (MAN - Copertura - Controv. Trasv.)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00	
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00	

Materiale *Acciaio S235*

f_y 235.00 [MPa]

f_u 360.00 [MPa]

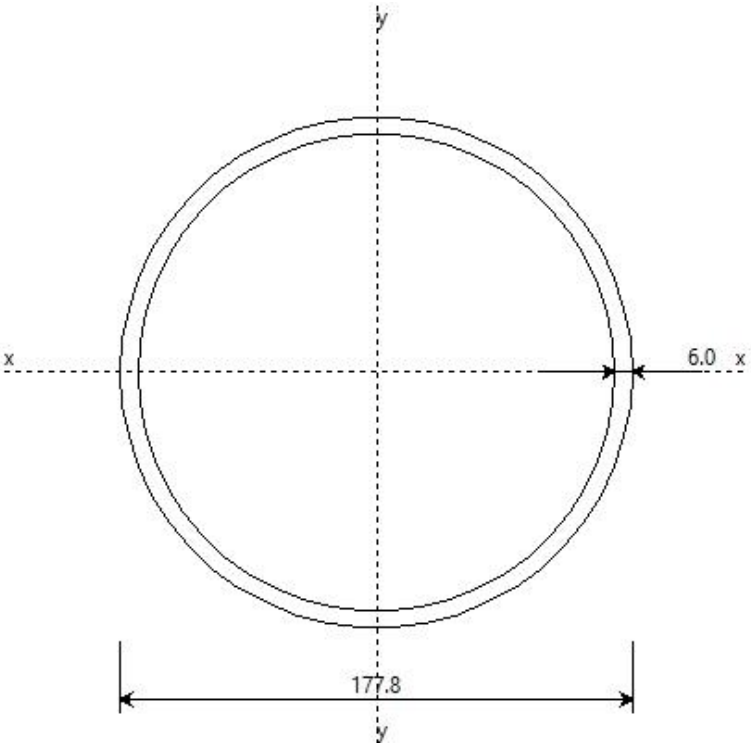
ε 1.00

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo} 1.05

γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *CHS_EN10219 177.8X6.0*



Area	32.38 [cm²]	A.Traz	32.30 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	1196 [cm⁴]	ix	6.1 [cm]
Wx	134558 [mm³]	Zx	177164 [mm³]
Jy	1196 [cm⁴]	iy	6.1 [cm]
Wy	134558 [mm³]	Zy	177164 [mm³]
Jt	2392 [cm⁴]		
Cw	0 [cm⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	**c**		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	**c**		

Tubo
D 177.8 [mm]
t 6.0 [mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **1**
Flessione Mx : **1**

Flessione My : **1**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	32.38	[cm²]
Wx_{Eff}	177164	[mm³]
Wy_{Eff}	177164	[mm³]
Combinazione critica	5	
Ascissa	0.000	[m]
N_D	90.0 [kN]	$N_D/N_R=0.12$
$M_{x,D}$	0.0 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.00$
$M_{y,D}$	-0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}=0.00$
S_D/S_R	0.12	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	4.526	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	6.1	[cm]
Snellezza	74.47	
Snellezza ridotta λ	0.79	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.67	
Azione assiale	90.0 [kN]	Combinazione 5
N_{SD}/N_{SR}	0.19	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	4.526	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	6.1	[cm]
Snellezza	74.47	
Snellezza ridotta λ	0.79	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.67	
Azione assiale	90.0 [kN]	Combinazione 5
N_{SD}/N_{SR}	0.19	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1

$Area_{Eff}$	32.38	[cm²]
Wx_{Eff}	177164	[mm³]
Wy_{Eff}	177164	[mm³]
Combinazione critica	5	
N_D	89.5 [kN]	N_D/N_R=0.19
$M_{x,D}$	0.6 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.02
$M_{y,D}$	-0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.20	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	4.526	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	6.1	[cm]
Snellezza	74.47	
Snellezza ridotta λ	0.79	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.67	
Azione assiale	89.5 [kN]	Combinazione 5

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	4.526	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	6.1	[cm]
Snellezza	74.47	
Snellezza ridotta λ	0.79	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.67	
Azione assiale	89.5 [kN]	Combinazione 5

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	X	μ	C_m	
1-2	0.79	0.67	0.97	1.003	NON Lineare
1-3	0.79	0.67	0.97	1.018	Lineare

Fattori di Interazione

a_{LT}	0.00	b_{LT}	-0.00
c_{LT}	0.00	d_{LT}	-0.00
e_{LT}	0.00		
$C_{22\ (yy)}$	1.01	$C_{23\ (yz)}$	0.99
$C_{32\ (zy)}$	0.99	$C_{33\ (zz)}$	1.01
$k_{22\ (yy)}$	1.04	$k_{23\ (yz)}$	0.65
$k_{32\ (zy)}$	0.64	$k_{33\ (zz)}$	1.06

5.6.4.8 VERIFICHE BIELLA DAL NODO 2991 AL NODO 2710 / Sez. 80 Quals. (Controventi falda trasv. 2x150x10)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	9.227 [m]
Sezione numero	80 Quals. (Controventi falda trasv. 200x15)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00

Materiale *Acciaio controventi*

f_y 235.00 [MPa]

f_u 360.00 [MPa]

ε 1.00

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *Quals. Controventi falda trasv. 2 x 150x10*

Area	15.00 [cm²]	A.Traz	15.00 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	4 [cm⁴]	ix	0.5 [cm]
Wx	2650 [mm³]	Zx	2650 [mm³]
Jy	4 [cm⁴]	iy	0.5 [cm]
Wy	2650 [mm³]	Zy	2650 [mm³]
Jt	8 [cm⁴]		
Cw	0 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **c**

Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **c**

Attenzione! Profilo per il quale la classificazione non è implementata! Si assume, per ogni tipo di verifica che il profilo sia in **classe 3**

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	3	
$Area_{Eff}$	15.00	[cm²]
Combinazione critica	5	
Ascissa	9.227	[m]
N_D	40.6 [kN]	N_D/N_R=0.12
S_D/S_R	0.12	**VERIFICATA**

5.6.4.9 VERIFICHE BIELLA DAL NODO 1515 AL NODO 2946 / Sez. 10 CHS_EN10219 139.7X4.0 (Controventi parete long.)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	3.862 [m]
Sezione numero 10	CHS_EN10219 139.7X4.0 (Controventi parete long.)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00

Materiale *Acciaio S235*

f_y 235.00 [MPa]

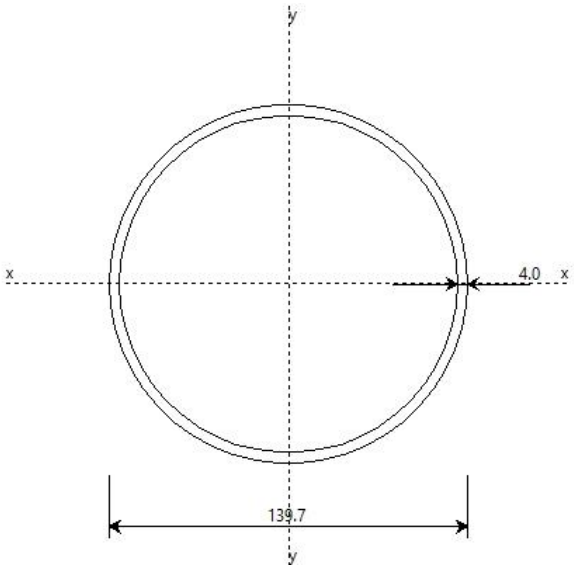
f_u 360.00 [MPa]

ε 1.00

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *CHS_EN10219 139.7X4.0*



Area	17.05 [cm²]	A.Traz	17.05 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	393 [cm⁴]	ix	4.8 [cm]
Wx	56243 [mm³]	Zx	73679 [mm³]

Jy	393 [cm⁴]	iy	4.8 [cm]
Wy	56243 [mm³]	Zy	73679 [mm³]
Jt	786 [cm⁴]		
Cw	0 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **c**
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **c**

Tubo
D 139.7 [mm]
t 4.0 [mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **1**
Flessione Mx : **1**
Flessione My : **1**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	17.05	[cm²]
Wx_{Eff}	73679	[mm³]
M_{nx}/M_{plx}	0.91	
Wy_{Eff}	73679	[mm³]
M_{ny}/M_{ply}	0.91	
α	2.00	PressoFlessione Biassiale Cfr. EC3 5.4.8.1 (11)
β	2.00	
Combinazione critica	1	
Ascissa	0.000	[m]
N_D	112.4 [kN]	$N_D/N_R=0.29$
$M_{x,D}$	0.0 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.00$
$M_{y,D}$	-0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}=0.00$
S_D/S_R	0.29	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE
Verifica di Instabilità nel <u>Piano 1/2</u> / *Profilo Singolo*

Luce	3.862	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	4.8	[cm]
Snellezza	80.45	
Snellezza ridotta λ	0.86	

Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.63	
Azione assiale	112.4 [kN]	Combinazione 1
N_{SD}/N_{SR}	0.47	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	3.862	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	4.8	[cm]
Snellezza	80.45	
Snellezza ridotta λ	0.86	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.63	
Azione assiale	112.4 [kN]	Combinazione 1
N_{SD}/N_{SR}	0.47	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	17.05	[cm²]
Wx_{Eff}	73679	[mm³]
Wy_{Eff}	73679	[mm³]
Combinazione critica	1	
N_D	112.2 [kN]	N_D/N_R=0.47
$M_{x,D}$	0.2 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.01
$M_{y,D}$	-0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.48	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	3.862	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	4.8	[cm]
Snellezza	80.45	
Snellezza ridotta λ	0.86	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.63	
Azione assiale	112.2 [kN]	Combinazione 1

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	3.862	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	

Raggio d'inerzia i	4.8	[cm]
Snellezza	80.45	
Snellezza ridotta λ	0.86	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.63	
Azione assiale	112.2 [kN] Combinazione 1	

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	**λ**	**X**	**μ**	**C_m**
1-2	0.86	0.63	0.91	1.007 NON Lineare
1-3	0.86	0.63	0.91	1.050 Lineare

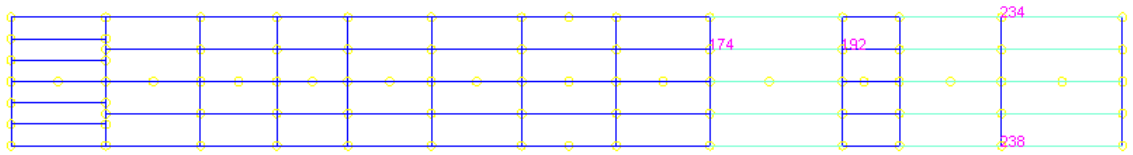
Fattori di Interazione

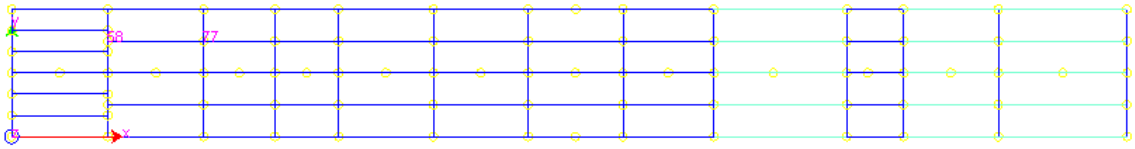
a_{LT}	0.00	b_{LT}	-0.00
c_{LT}	0.00	d_{LT}	-0.00
e_{LT}	0.00		
$C_{22\,(yy)}$	1.00	$C_{23\,(yz)}$	0.91
$C_{32\,(zy)}$	0.94	$C_{33\,(zz)}$	0.99
$k_{22\,(yy)}$	1.15	$k_{23\,(yz)}$	0.79
$k_{32\,(zy)}$	0.74	$k_{33\,(zz)}$	1.22

5.6.5 Verifiche SLE di deformabilità

Le tabelle successive riportano i valori massimi della freccia totale e del rapporto freccia/luce

(si considerano le combinazioni SLE senza il contributo del vento in pressione)





Assonometria: i profili evidenziati sono quelli in cui il rapporto Luce/freccia è inferiore a 200

Sezione	Piano 1-2				
	Asta	Combinazione	L [m]	Freccia [cm]	L/f
1 2IPEA 2x270 MAN - Copertura - Principale	238 234	14	6.761	-2.5	276
10 IPE 160 MAN - Copertura - Secondaria	58 77	13	5.060	-2.2	228
12 HEAA 200 MAN - Copertura - Secondaria	174 192	13	7.000	-2.5	278

6 VERIFICA PROFILO UPN BORDO IMPALCATO

Nel paragrafo sono riportate le verifiche dei profili longitudinali di bordo degli impalcati su cui si appoggiano i profili trasversali degli impalcati.

Nota: non si tiene conto della collaborazione con la soletta soprastante in quanto questa non è sempre possibile (P.1, lato interno per presenza di cavedio verticale)

6.1 Verifiche di massima

Si esegue la verifica del campo tipico di P.1 (luce 5m). Per le verifiche puntuali si rimanda al paragrafo successivo.

Con riferimento alla zona “Sala Prove”.

Gk = 4.56 kN/m2

Qk = 5.00 kN/m2

Larghezza d’influenza i = 7.60m / 2 = 3.80m

Schema statico: trave in semplice appoggio con Luce L = 5.00m

qk = (Gk + Qk) i = 36.3 kN/m qsd = (γG Gk + γQ Qk) i = 51.0 kN/m

Sollecitazioni

Vsd = qsd L / 2 = 127.5 kN Msd = qsd L^2 / 8 = 159.4 kNm

Si adotta profilo UPN 320 in acciaio S235

Denominazione UPN 320

Tipologia e dati generali

Tipo	Profilo laminato a caldo		
Curva di instabilità nel piano 1/2	c	Piano 1/3	c

Caratteristiche inerziali standard

Area	74.78 [cm²]		
Jx	10657 [cm^4]	Wx	666088 [mm³]
ix	11.9 [cm]	Zx	810713 [mm³]
Jy	562 [cm^4]	Wy	75070 [mm³]
iy	2.7 [cm]	Zy	144495 [mm³]
Jxy	0 [cm^4]		Taglio/Torsione
Jt	59 [cm^4]	Cw	96970 [cm^6]
Xx	1.71767	Xy	2.228
Avx	45.29 [cm²]	Avy	35.00 [cm²]
Jmin	562 [cm^4]	Jmax	10657 [cm^4]
i min	2.7 [cm]	i max	11.9 [cm]
Alpha	0.00000 [deg]		

Classificazione di base (EC3)

	Fe360	Fe430	Fe510
Classe a compressione semplice	1	1	1
Classe a flessione semplice Mx	1	1	1
Classe a flessione semplice My	1	1	1

Verifica SLU a flessione: Mrd = 181.4 kNm > Msd → verifica OK

Verifica SLU a taglio: Vrd = 501.1 kNm > Vsd → verifica OK

Verifica SLE di deformazione

f_tot = 1.3 cm (= L/379) Verifica OK

f_Qk = 0.7 cm (= L/725) Verifica OK

6.2 Verifiche da modello matematico

Le verifiche desunte dal modello matematico tengono conto delle differenti casistiche presenti:

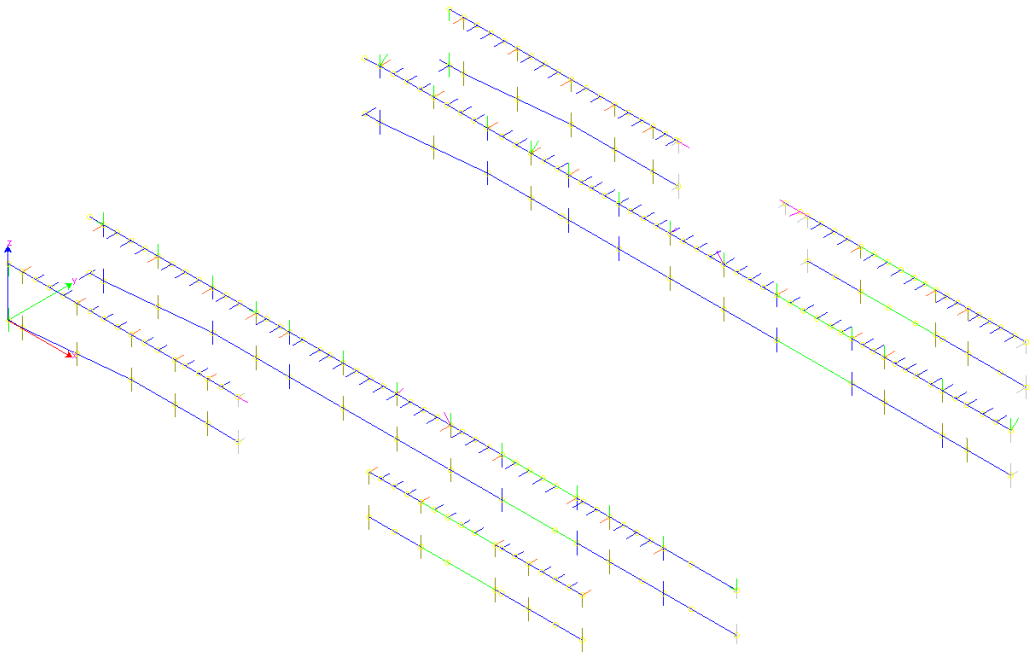
- luci anche maggiori di 5m;
- presenza di carichi aggiuntivi come il tamponamento pesante lungo il filo interno delle Maniche al P.1 nella Zona 2.

Queste situazioni peggiorative inducono ad assumere profili in acciaio di classe superiore (S355 anzichè S235) e di uniformarlo a tutti i profili e ad adottare profili di maggiore altezza per alcuni campi.

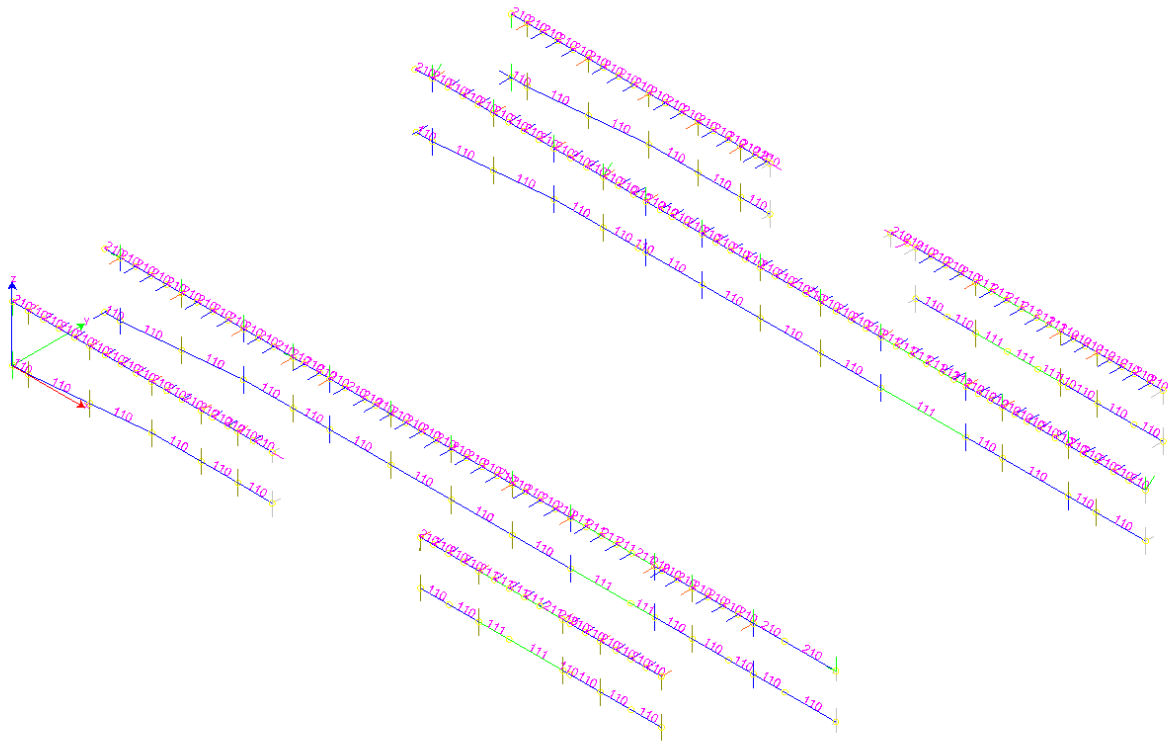
6.2.1 Combinazioni di carico

Vedere par. 5.6.1.

6.2.2 Profili



Assonometria

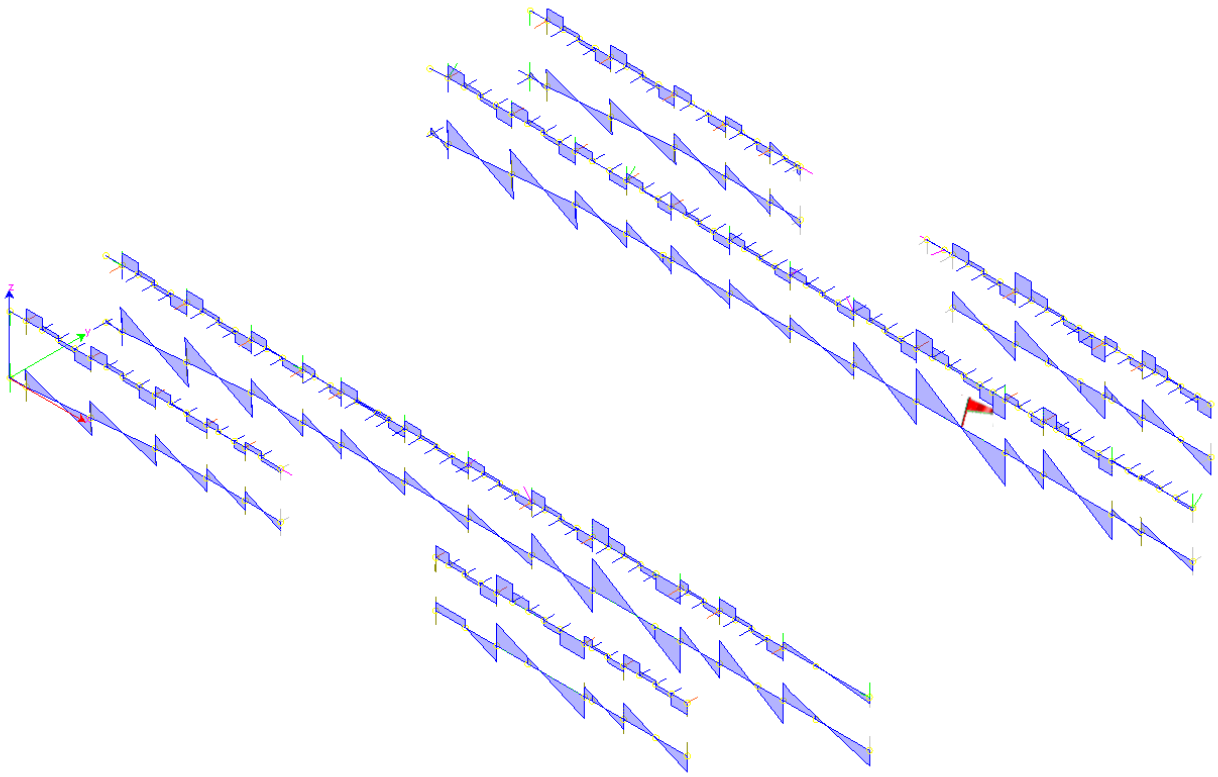


Assonometria – Numerazione sezioni

Sezione	
110	UPN 320 MAN - P.1 - Profili bordo(D.B.)
210	UPN 320 MAN - P.2 - Profili bordo(D.B.)
111	UPN 400 MAN - P.1 - Profili bordo(D.B.)
211	UPN 380 MAN - P.2 - Profili bordo(D.B.)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

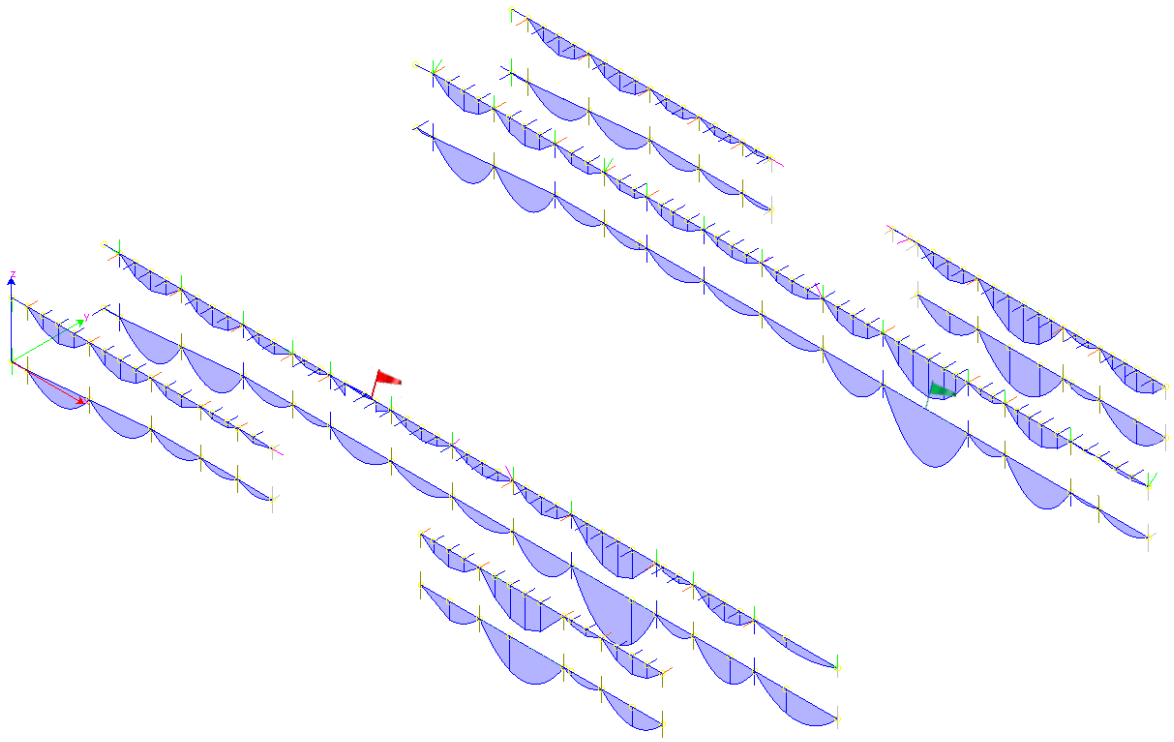
6.2.3 Sollecitazioni



Taglio – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kN]			Min [kN]		
110 Travi	1765	1868 (3)	172.7	1765	1868 (3)	-172.7
111 Travi	1610	1710 (3)	224.7	1610	1710 (3)	-224.7
210 Travi	2974	1807 (5)	98.2	1852	2990 (6)	-96.6
211 Travi	2959	1652 (6)	128.3	2978	2970 (6)	-133.8

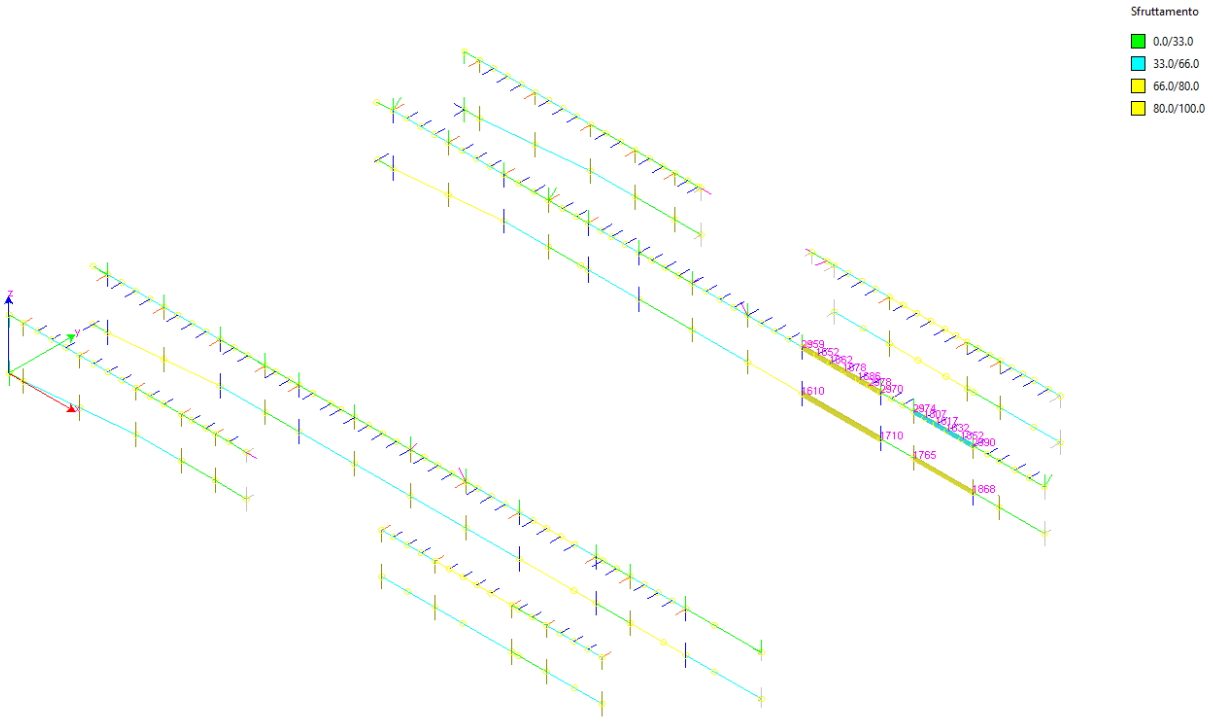
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



Momento flettente – Inviluppo combinazioni

Sez	Max [kNm]		Min [kNm]	
110 Travi 3019 2818 (11)	0.0	1765 1868 (3)	-232.5	
111 Travi 2976 1711 (1)	0.0	1610 1710 (3)	-393.2	
210 Travi 874 948 (9)	14.1	1832 1852 (6)	-158.2	
211 Travi 2988 1714 (1)	0.0	1678 1686 (6)	-269.2	

6.2.4 Verifiche SLU di resistenza



▲Distribuzione degli elementi (n. di elementi in ogni campo)

▲Elementi Trave

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 80%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 120%
110	UPN 320/MAN - P.1 - Profili bordo	38.46 (20)	46.15 (24)	13.46 (7)	1.92 (1)	0.00 (0)
111	UPN 400/MAN - P.1 - Profili bordo	0.00 (0)	25.00 (1)	25.00 (1)	50.00 (2)	0.00 (0)
210	UPN 320/MAN - P.2 - Profili bordo	60.27 (44)	39.73 (29)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
211	UPN 380/MAN - P.2 - Profili bordo	0.00 (0)	25.00 (2)	75.00 (6)	0.00 (0)	0.00 (0)

Elementi maggiormente sollecitati

Elementi Trave

Sezione	Max Elemento	Max nodi	Max S_D/S_R
110 UPN 320/MAN - P.1 - Profili bordo	1765	1868	0.85
111 UPN 400/MAN - P.1 - Profili bordo	1610	1710	0.96
210 UPN 320/MAN - P.2 - Profili bordo	2974...2990		0.58
211 UPN 380/MAN - P.2 - Profili bordo	2959...2970		0.8

6.2.4.1 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 1765 AL NODO 1868 / Sez. 110 UPN 320 (MAN - P.1 - Profili bordo)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 22 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	5.384 [m]
Sezione numero 110	UPN 320 (MAN - P.1 - Profili bordo)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00

Materiale *Acciaio S355*

f_y 355.00 [MPa]

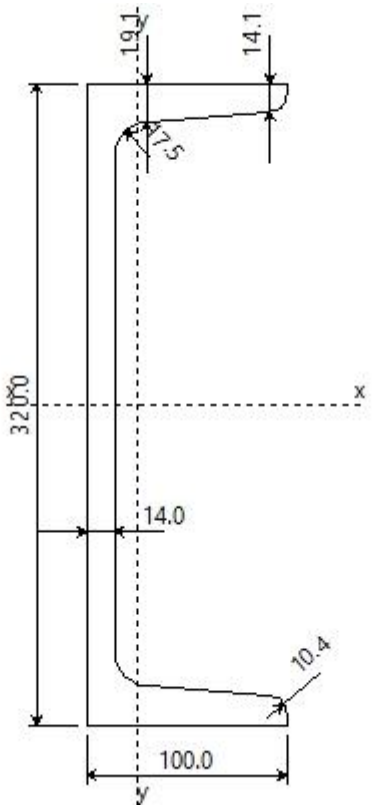
f_u 510.00 [MPa]

ε 0.81

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *UPN 320*



Area	74.78 [cm²]	A.Traz	74.78 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	10657 [cm⁴]	ix	11.9 [cm]
Wx	666088 [mm³]	Zx	810713 [mm³]
Jy	562 [cm⁴]	iy	2.7 [cm]
Wy	75070 [mm³]	Zy	144495 [mm³]
Jt	59 [cm⁴]		
Cw	96970 [cm⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	**c**		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	**c**		

C o UPN

B	100.0	[mm]
H	320.0	[mm]
tf max	21.5	[mm]
tf min	13.5	[mm]
tw	14.0	[mm]
r	17.5	[mm]
r smusso	8.8	[mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **1**
Flessione Mx : **1**
Flessione My : **1**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	74.78	[cm²]
Wx_{Eff}	810713	[mm³]
$A_{w,y}$	35.00	[cm²]
Combinazione critica	3	
Ascissa	2.692	[m]
N_D	1.6 [kN]	$N_D/N_R=0.00$
$M_{x,D}$	-232.5 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.85$
$V_{y,D}$	-0.0 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}=0.00$
S_D/S_R	0.85	**VERIFICATA**

6.2.4.2 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 1610 AL NODO 1710 / Sez. 111 UPN 400 (MAN - P.1 - Profili bordo)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 22 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	7.000 [m]
Sezione numero 111	UPN 400 (MAN - P.1 - Profili bordo)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00

Materiale *Acciaio S355*

f_y 355.00 [MPa]

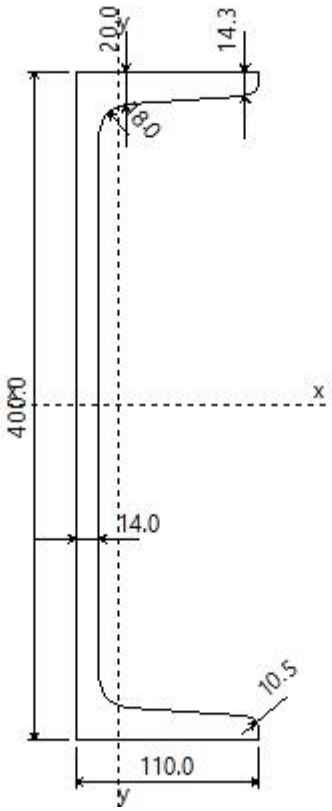
f_u 510.00 [MPa]

ε 0.81

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *UPN 400*



Area	90.38 [cm²]	A.Traz	76.26 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	19969 [cm⁴]	ix	14.9 [cm]
Wx	998468 [mm³]	Zx	1215261 [mm³]
Jy	798 [cm⁴]	iy	3.0 [cm]
Wy	94911 [mm³]	Zy	182856 [mm³]
Jt	73 [cm⁴]		
Cw	224970 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **c**

Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **c**

C o UPN

B	110.0	[mm]
H	400.0	[mm]
tf max	22.4	[mm]
tf min	13.6	[mm]
tw	14.0	[mm]
r	18.0	[mm]
r smusso	9.0	[mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **2**
Flessione Mx : **1**
Flessione My : **2**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	90.38	[cm²]
Wx_{Eff}	1215261	[mm³]
$A_{w,y}$	39.60	[cm²]
Combinazione critica	3	
Ascissa	3.500	[m]
N_D	-2.4 [kN]	$N_D/N_R=0.00$
$M_{x,D}$	-393.2 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.96$
$V_{y,D}$	0.0 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}=0.00$
S_D/S_R	0.96	**VERIFICATA**

6.2.4.3 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 2974 AL NODO 2990 / Sez. 210 UPN 320 (MAN - P.2 - Profili bordo)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 22 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	5.384 [m]
Sezione numero 210	UPN 320 (MAN - P.2 - Profili bordo)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00

Materiale *Acciaio S355*

f_y 355.00 [MPa]

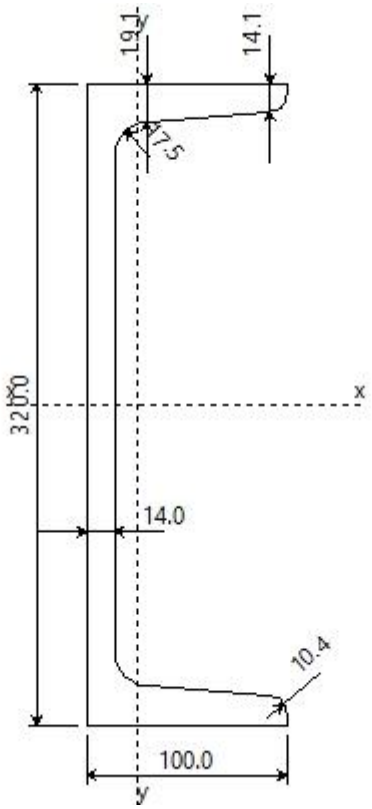
f_u 510.00 [MPa]

ε 0.81

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *UPN 320*



Area	74.78 [cm²]	A.Traz	74.78 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	10657 [cm⁴]	ix	11.9 [cm]
Wx	666088 [mm³]	Zx	810713 [mm³]
Jy	562 [cm⁴]	iy	2.7 [cm]
Wy	75070 [mm³]	Zy	144495 [mm³]
Jt	59 [cm⁴]		
Cw	96970 [cm⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	**c**		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	**c**		

C o UPN

B	100.0	[mm]
H	320.0	[mm]
tf max	21.5	[mm]
tf min	13.5	[mm]
tw	14.0	[mm]
r	17.5	[mm]
r smusso	8.8	[mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **1**
Flessione Mx : **1**
Flessione My : **1**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	74.78	[cm²]
Wx_{Eff}	810713	[mm³]
$A_{w,y}$	35.00	[cm²]
Combinazione critica	6	
Ascissa	3.000	[m]
N_D	-2.0 [kN]	$N_D/N_R=0.00$
$M_{x,D}$	-158.2 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.58$
$V_{y,D}$	7.3 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}=0.01$
S_D/S_R	0.58	**VERIFICATA**

6.2.4.4 VERIFICHE TRAVE DAL NODO 2959 AL NODO 2970 / Sez. 211 UPN 380 (MAN - P.2 - Profili bordo)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 22 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	7.000 [m]
Sezione numero 211	UPN 380 (MAN - P.2 - Profili bordo)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00

Materiale *Acciaio S355*

f_y 355.00 [MPa]

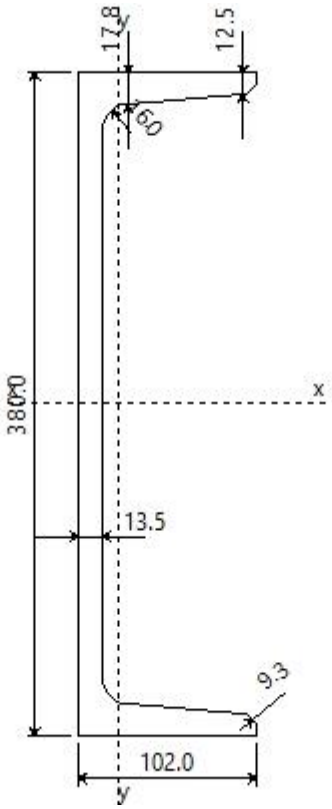
f_u 510.00 [MPa]

ε 0.81

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *UPN 380*



Area	79.37 [cm²]	A.Traz	76.26 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	15446 [cm⁴]	ix	14.0 [cm]
Wx	812937 [mm³]	Zx	997297 [mm³]
Jy	574 [cm⁴]	iy	2.7 [cm]
Wy	72727 [mm³]	Zy	141195 [mm³]
Jt	54 [cm⁴]		
Cw	149147 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **c**

Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **c**

C o UPN

B	102.0	[mm]
H	380.0	[mm]
tf max	20.1	[mm]
tf min	11.9	[mm]
tw	13.5	[mm]
r	16.0	[mm]
r smusso	8.0	[mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **2**
Flessione Mx : **1**
Flessione My : **2**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

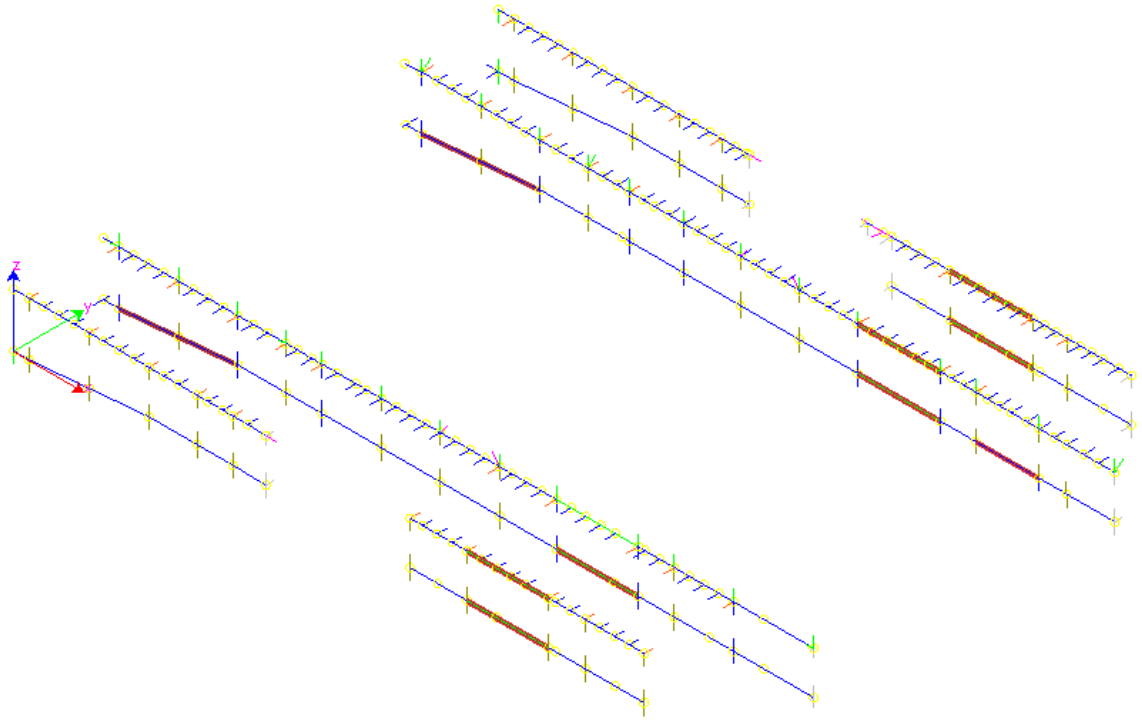
Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	79.37	[cm²]
Wx_{Eff}	997297	[mm³]
$A_{w,y}$	32.64	[cm²]
Combinazione critica	6	
Ascissa	3.750	[m]
N_D	-7.0 [kN]	$N_D/N_R=0.00$
$M_{x,D}$	-269.2 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.80$
$V_{y,D}$	15.3 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}=0.02$
S_D/S_R	0.80	**VERIFICATA**

6.2.5 Verifiche SLE di deformabilità

Le tabelle successive riportano i valori massimi della freccia totale e del rapporto freccia/luce

▲Rapporti f/L massimi frecce relative Trave

Sezione	Piano 1-2				
	Asta	Combinazione	L [m]	Freccia [cm]	L/f
110 UPN 320 MAN - P.1 - Profili bordo	1765 1868	34	5.384	-2.2	240
111 UPN 400 MAN - P.1 - Profili bordo	1639 1723	37	6.920	-3.7	185
210 UPN 320 MAN - P.2 - Profili bordo	2974 2990	37	5.384	-1.5	354
211 UPN 380 MAN - P.2 - Profili bordo	2959 2970	37	7.000	-3.0	233



Assonometria: i profili evidenziati sono quelli in cui il rapporto Luce/freccia è inferiore a 250

Le tabelle successive riportano i valori massimi della freccia dovuta ai soli carichi variabili ed il relativo rapporto freccia/luce

Rapporti f/L massimi frecce relative Trave

Sezione	Piano 1-2				
	Asta	Combinazione	L [m]	Freccia [cm]	L/f
110 UPN 320 MAN - P.1 - Profili bordo	1765 1868	36	5.384	-0.8	691
111 UPN 400 MAN - P.1 - Profili bordo	1639 1723	37	6.92	-1.3	640
210 UPN 320 MAN - P.2 - Profili bordo	2974 2990	37	5.384	-0.8	716
211 UPN 380 MAN - P.2 - Profili bordo	2959 2970	37	7	-1.5	470

Le verifiche sono soddisfatte.

6.3 Verifiche come sezioni miste

6.3.1 Profilo UPN 300 (P.1, zona 2)

Profilo:	UPN 300 (eq.)	0.12	kN/m2
Acciaio:	S355		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	84%	(>50%)	
Qtot_k	8.53	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.53		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	1		
ϕ min e passo	8	150	mm
Puntellata	No		
f_l trasc.	Si		
f_l =	3	[mm]	L/f
f_{III} (t = 0) =	3	[mm]	1483
f_{perm} =	6	[mm]	885
f_{tot} =	9	[mm]	554
freq =	7.24	[Hz]	

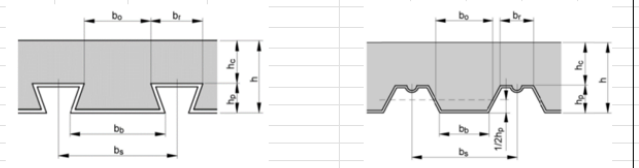
ANALISI DEI CARICHI

			SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
Cond.	**Commento**	**Carico**	**Ψ**	**q**	**M**	**T**	**Ψ**	**q**	**M**	**T**	**Ψ**	**q**	**M**	**T**
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.12	1.0	0.46	1.4	1.2	1.3	0.60	1.9	1.5	1.00	0.46	1.4	1.2
2	Soletta	1.76	1.0	6.69	20.9	16.7	1.3	8.69	27.2	21.7	1.00	6.69	20.9	16.7
3	Perm Port	2.65	1.0	10.07	31.5	25.2	1.3	13.09	40.9	32.7	1.00	10.07	31.5	25.2
4	Accidentali	4.00	1.0	15.20	47.5	38.0	1.5	22.80	71.3	57.0	0.60	9.12	28.5	22.8
	TOTALE	8.53		32.42	101.3	81.0	1.394	45.19	141.2	113.0		26.34	82.3	65.8

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	7.60	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	0.00	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	3.80	[m]	Interasse
L =	5.00	[m]	Luce della trave
L_e =	5.00	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_c =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	400		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	400	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	22000	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	400	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	**S**		
Dir.	L	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	355	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_s =	1.05		
ε =	0.81		
f_{yd} =	338	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO			
Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.918		--
η_2 =	0.746		--
γ_{cls} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}0$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.36	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.83	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione		
n_0 =	8.95	Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66	Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	19.80	Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_3 =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cs,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_s =	217'253	[mm^3]	
θ_{sh} =	7.23E-07	[1/mm]	
α_s =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

CARATTERISTICHE PROFILO

Profilo:	UPN 300 (eq.)	UPN 300 (eq.)	
A_a =	5878	[mm^2]	Area sezione
J_a =	80310000	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	300	[mm]	Altezza sezione
b_f =	100	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	16.0	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	10.0	[mm]	Spessore anima sezione
y_s =	150	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	100	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	16.0	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	16	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	0	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	535388	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	636625	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	54.94	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	268	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid}$ = c_w =	236	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	29.000	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

PREDIMENSIONAMENTO

$h_{tot,min}$ =	250.00	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	312.50	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	140	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	203	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	350.7	168	NON OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	134.8	303	NON OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	213.8	280	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	214	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	280	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	181.0	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	264.0	[kNm]	Con 84% di connessione
ratio	1.46		--
VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	141	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.51		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ con.Rd}$ =	0.53		
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	3350	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	654	[KN]	
V_{Ed} =	113	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.17		OK
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	2500	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	311.7	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
Passo	1	Non usato	n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
passo =	150	[mm]	Passo connettori
Passo	150	[mm]	
Passo max	286	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	--		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	--		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	
(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1			

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	0.612		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	17.1	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	19		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	16		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	84%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	191.4	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	174'660'967	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	17'466	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'479'969	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	248	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	235	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	115'061'469	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	11'506	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	723'586	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	72	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	223	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	131'101'289	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	13'110	[cm^4]	

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	84%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	3	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	3	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	2	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	3	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	6	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	9	[mm]	Freccia totale
L / f_{perm} =	885		
L / f_{III} =	1483		
L / f_{tot} =	554		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	6	[mm]	
f =	7.24	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.0	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.44	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	42.0	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	1		Nr. Superfici
ϕ	8	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

6.3.2 Profilo UPN 400 (P.1, zona 2)

Profilo:	UPN 400 (eq.)	0.19	kN/m2
Acciaio:	S355		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	100%	(>50%)	
Qtot_k	8.60	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.56		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	1		
ϕ min e passo	8	150	mm
Puntellata	No		
f_I trasc.	Si		
f_I =	6	[mm]	L/f
f_{III} (t = 0) =	6	[mm]	1097
f_{perm} =	9	[mm]	813
f_{tot} =	15	[mm]	467
freq =	5.24	[Hz]	

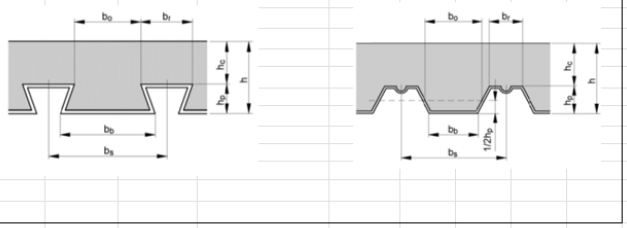
ANALISI DEI CARICHI

			SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
Cond.	**Commento**	**Carico**	**Y**	**q**	**M**	**T**	**Y**	**q**	**M**	**T**	**Y**	**q**	**M**	**T**
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.19	1.0	0.71	4.3	2.5	1.3	0.92	5.6	3.2	1.00	0.71	4.3	2.5
2	Soletta	1.76	1.0	6.69	41.0	23.4	1.3	8.69	53.3	30.4	1.00	6.69	41.0	23.4
3	Perm Port	2.65	1.0	10.07	61.7	35.2	1.3	13.09	80.2	45.8	1.00	10.07	61.7	35.2
4	Accidentali	4.00	1.0	15.20	93.1	53.2	1.5	22.80	139.7	79.8	0.60	9.12	55.9	31.9
	TOTALE	8.60		32.67	200.1	114.3	1.393	45.51	278.7	159.3		26.59	162.8	93.1

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	7.60	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	0.00	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	3.80	[m]	Interasse
L =	7.00	[m]	Luce della trave
L_e =	7.00	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_s =	875	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	400		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	400	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	22000	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	400	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	L	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	355	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_s =	1.05		
ε =	0.81		
f_{yd} =	338	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO			
Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.918		--
η_2 =	0.746		--
γ_{cls} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
f_{cm} 0 =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.36	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.83	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione		
n_0 =	8.95	Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66	Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	19.80	Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_2 =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{a,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	279'509	[mm^3]	
θ_{sh} =	4.37E-07	[1/mm]	
α_a =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

CARATTERISTICHE PROFILO

Profilo:	UPN 400 (eq.)		
A_a =	9038	[mm^2]	Area sezione
J_a =	199690000	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	400	[mm]	Altezza sezione
b_f =	110	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	18.0	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	14.0	[mm]	Spessore anima sezione
y_s =	200	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	110	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	18.0	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	18	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	0	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	998468	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	1215260	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	69.53	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	364	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid}$ = c_w =	328	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	30.000	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

PREDIMENSIONAMENTO

$h_{tot,min}$ =	350.00	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	437.50	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	240	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	328	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	539.2	123	NON OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	146.9	586	NON OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	276.4	495	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	276	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	495	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	337.6	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	495.2	[kNm]	Con 100% di connessione
ratio	1.47		--
VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	279	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.56		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.56		
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	5978	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	1167	[KN]	
V_{Ed} =	159	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.14		OK
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3500	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	311.7	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
Passo	1	Non usato	n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
passo =	150	[mm]	Passo connettori
Passo	150	[mm]	
Passo max	322	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	--		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	--		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	
(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1			

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	0.612		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	17.1	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	19		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	23		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	100%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	46%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	249.6	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	354'603'952	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	35'460	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'479'969	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	248	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	289	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	252'927'660	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	25'293	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	723'586	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	72	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	279	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	278'931'344	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	27'893	[cm^4]	

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	100%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_i [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_i =	6	[mm]	Trave + soletta
f_{ii} (t = ∞) =	6	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	3	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{iii} (t = 0) =	6	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	9	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	15	[mm]	Freccia totale
L / f_{perrm} =	813		
L / f_{iii} =	1097		
L / f_{tot} =	467		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	12	[mm]	
f =	5.24	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.0	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.44	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	43.1	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	1		Nr. Superfici
ϕ	8	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

7 Verifica colonne metalliche impalcati

Nel paragrafo sono riportate le verifiche dei profili verticali di bordo che sostengono gli impalcati P.1 e P.2 della Maniche.

L'ipotesi progettuale prevede che le colonne adiacenti alle colonne in c.a. (sul filo interno Maniche) e ai maschi murari (sul filo esterno Maniche) siano vincolate orizzontalmente alle stesse in modo da ridurne la lunghezza libera di inflessione nelle due direzioni. Si prevedono:

- nr. 2 p.ti di vincolamento per le colonne che spiccano da P.T. e arrivano a P.1;
- nr. 1 p.to di vincolamento per le colonne che spiccano da P.1. e arrivano a P.2.

Esistono poi colonne NON adiacenti alle colonne/maschi e quindi che non possono ancorarsi ad esse. Per esse si prevede un profilo maggiorato.

7.1 Verifiche di massima

Si esegue la verifica del campo tipico di P.1 (luce 5m). Per le verifiche puntuali si rimanda al paragrafo successivo.

Analisi dei carichi

Sforzo assiale trasmesso da:

Colonna Copertura	(1.3 x 1.53 + 1.5 x (1.25 + 0.6 x 0.45)) kN/m2 x 5m x 6.70m / 2	= 71.6 kN
Impalcato P.2	(1.3 x 2.54 +1.5 x 5.50) kN/m2 x 5m x 7.6m / 2	= 219.5 kN
Impalcato P.1 (Zona 2)	(1.3 x 4.66 +1.5 x 4.00) kN/m2 x 5m x 7.6m / 2	= 229.2 kN
Totale Nsd		= 520.3 kN

Si adotta profilo HEA 120 in acciaio S355 con lunghezza 5m e lunghezza libera d'inflessione 5m / 3 = 1.67m:

Denominazione HEA 120

Tipologia e dati generali

Tipo Profilo laminato a caldo

Curva di instabilità nel piano 1/2 b Piano 1/3 c

Caratteristiche inerziali standard

Area	25.39 [cm²]		
Jx	607 [cm^4]	Wx	106523 [mm³]
ix	4.9 [cm]	Zx	119720 [mm³]
Jy	231 [cm^4]	Wy	38488 [mm³]
iy	3.0 [cm]	Zy	58888 [mm³]
Jxy	0.0 [cm^4]		Taglio/Torsione
Jt	6 [cm^4]	Cw	6472 [cm^6]
Xx	4.12454	Xy	1.3485
Avx	21.69 [cm²]	Avy	8.51 [cm²]
Jmin	231 [cm^4]	Jmax	607 [cm^4]
i min	3.0 [cm]	i max	4.9 [cm]
Alpha	0.00002 [deg]		

Classificazione di base (EC3)

	Fe360	Fe430	Fe510
Classe a compressione semplice	1	1	1
Classe a flessione semplice Mx	1	1	1
Classe a flessione semplice My	1	1	1

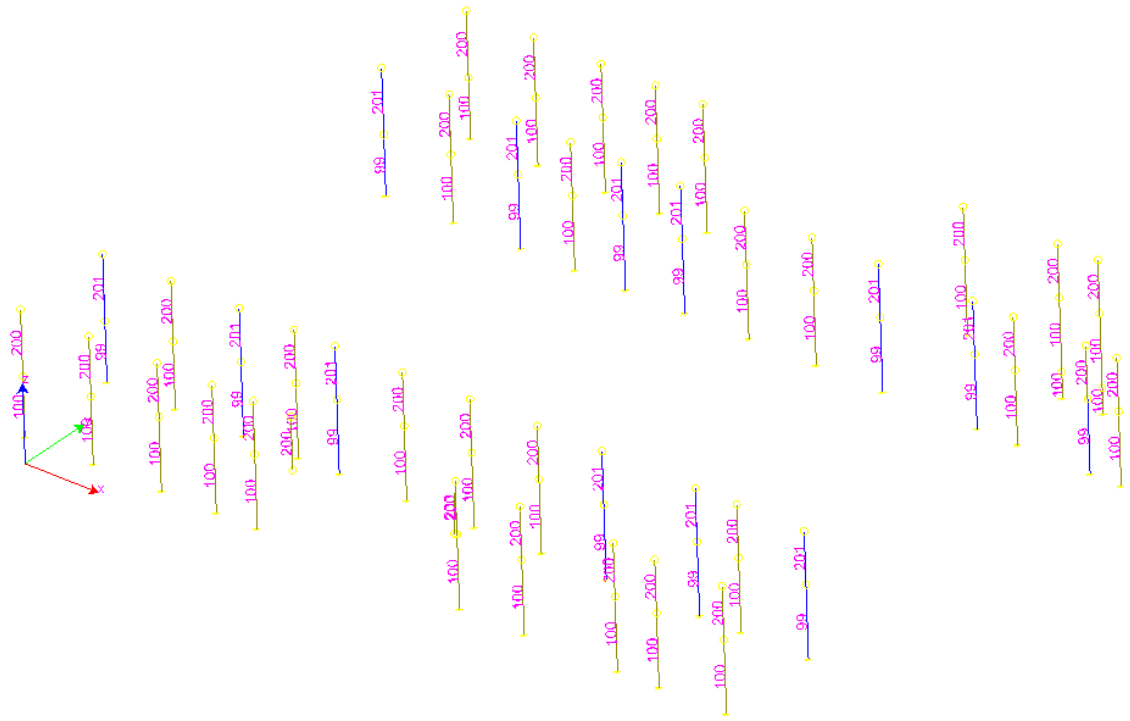
Verifica di resistenza ad instabilità nel piano debole Nrd = 607 kN → verifica OK

7.2 Verifiche da modello matematico

7.2.1 Combinazioni di carico

Vedere par. 5.6.1.

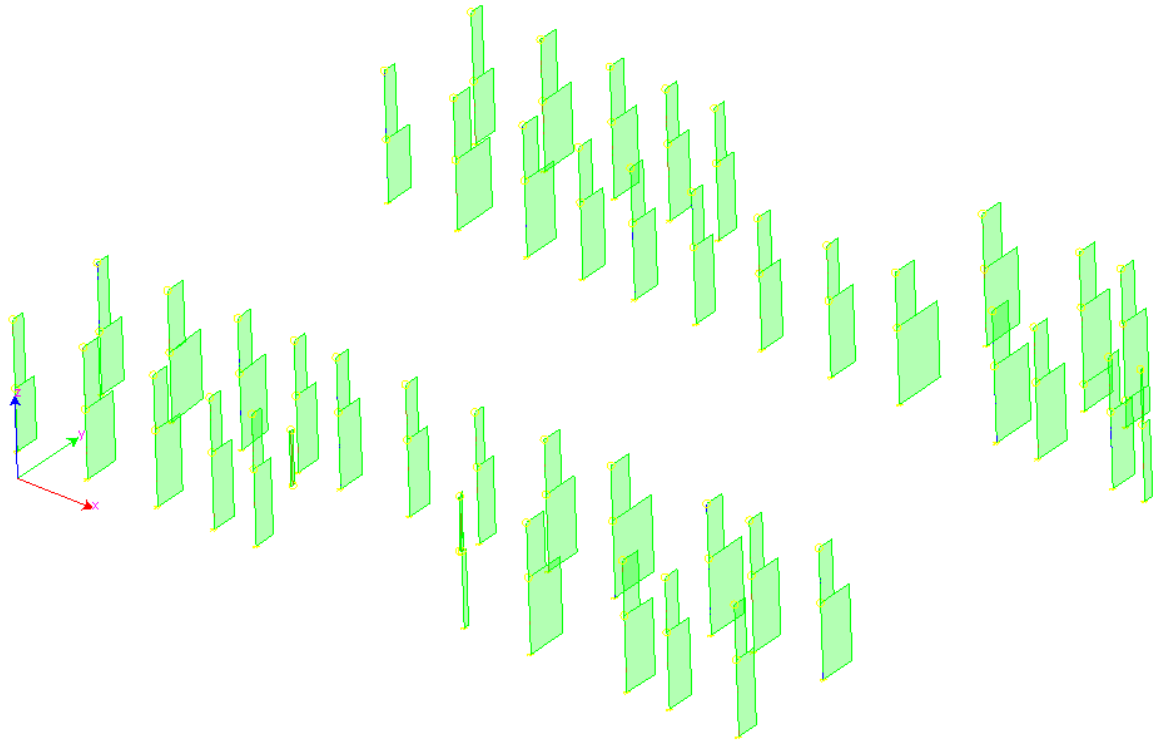
7.2.2 Profili



Assonometria – Numerazione sezioni

Sezione	
99	HEAA 220/MAN - P.1 - Pilastri Rinf.
100	HEA 120/MAN - P.1 - Pilastri
200	HEA 120/MAN - P.2 - Pilastri
201	HEAA 220/MAN - P.2 - Pilastri Rinf.

7.2.3 Sollecitazioni



Sforzo assiale – Inviluppo combinazioni

Sez		Max [kN]		Min [kN]
99	Pilastri 1608 1610 (6)	723.8	818 820 (32)	23.0
100	Pilastri 601 603 (6)	614.8	1556 3008 (32)	6.6
200	Pilastri 1611 1614 (6)	323.8	909 920 (13)	-29.4
201	Pilastri 1610 1612 (6)	337.2	514 517 (32)	16.0

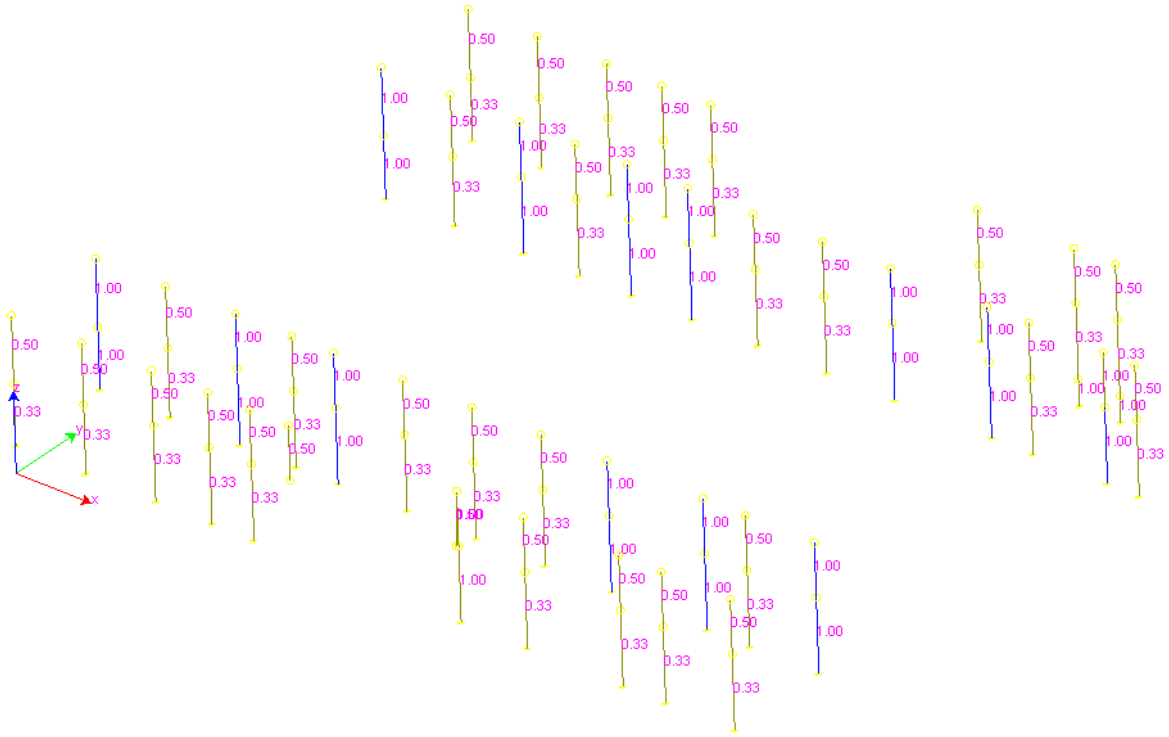
7.2.4 Verifiche SLU di resistenza

L'immagine seguente mostra la vista assonometrica dei pilastri in acciaio delle Maniche con associato il coefficiente β riduttivo (per la determinazione della lunghezza libera d'inflessione) che tiene conto della possibilità di connettere in senso orizzontale il profilo metallico alla colonna esistente adiacente:

β = 1.00 / 3 = 0.33 per i pilastri del primo livello ancorati in due punti;

β = 1.00 / 2 = 0.50 per i pilastri del secondo livello ancorati in un punto;

β = 1.00 per i pilastri NON ancorati.



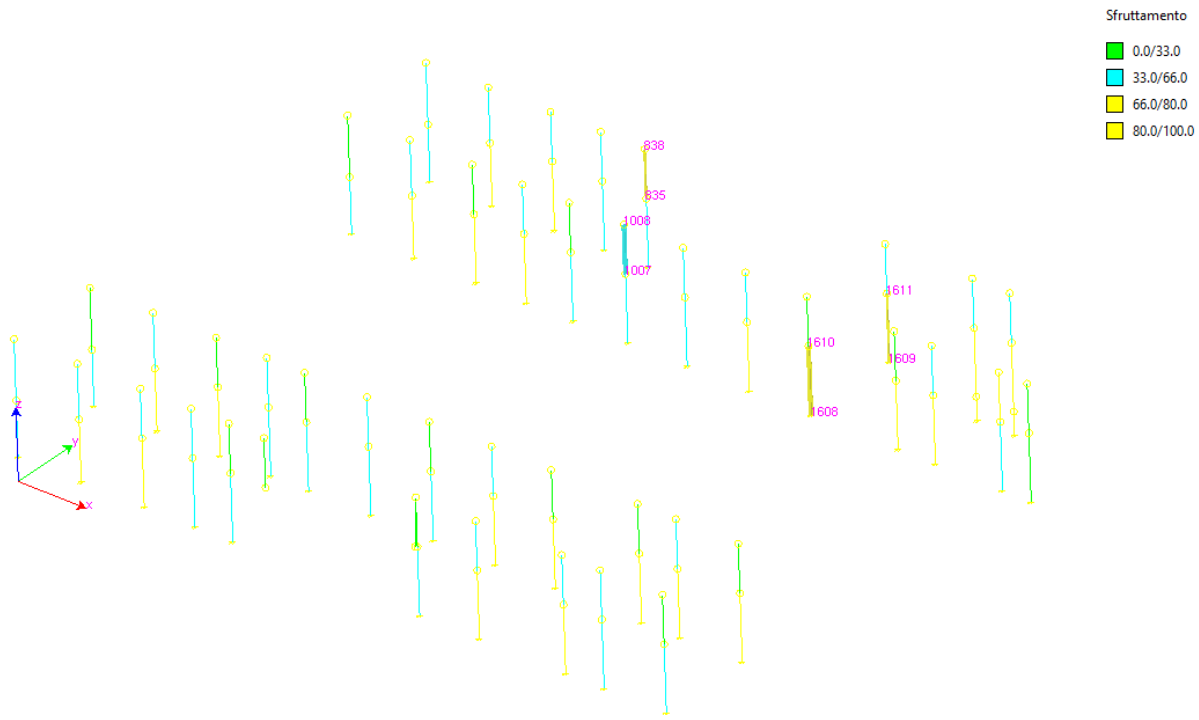
▲Elementi Pilastro

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 80%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 120%
99	HEAA 220/MAN - P.1 - Pilastri Rinf.	0.00 (0)	46.15 (6)	23.08 (3)	30.77 (4)	0.00 (0)
100	HEA 120/MAN - P.1 - Pilastri	3.13 (1)	40.63 (13)	28.13 (9)	28.13 (9)	0.00 (0)
200	HEA 120/MAN - P.2 - Pilastri	21.21 (7)	72.73 (24)	6.06 (2)	0.00 (0)	0.00 (0)
201	HEAA 220/MAN - P.2 - Pilastri Rinf.	91.67 (11)	8.33 (1)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

▲Elementi maggiormente sollecitati

▲Elementi Pilastro

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
99 HEAA 220/MAN - P.1 - Pilastri Rinf.	512 514	0.43	1608 1610	0.98
100 HEA 120/MAN - P.1 - Pilastri	2262 2263	0.22	1609 1611	0.98
200 HEA 120/MAN - P.2 - Pilastri	909 920	0.06	835 838	0.75
201 HEAA 220/MAN - P.2 - Pilastri Rinf.	820 823	0.20	1007 1008	0.42



Assonometria con evidenziazione profili più sollecitati

7.2.4.1 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 1608 AL NODO 1610 / Sez. 99 HEAA 220 (MAN - P.1 - Pilastri Rinf.)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)
DATI GENERALI

Luce dell'asta	5.040 [m]
Sezione numero 99	HEAA 220 (MAN - P.1 - Pilastri Rinf.)
$\beta_{1-2/x-x}$	1.00
$\beta_{1-3/y-y}$	1.00

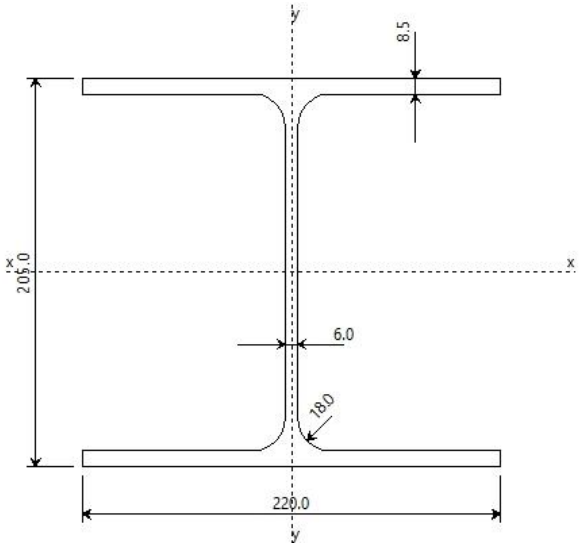
Materiale *Acciaio S355*

f_y 355.00 [MPa]
f_u 510.00 [MPa]
ε 0.81

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *HEAA 220*



Area	51.58 [cm²]	A.Traz	25.39 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	4179 [cm⁴]	ix	9.0 [cm]
Wx	407719 [mm³]	Zx	446509 [mm³]
Jy	1511 [cm⁴]	iy	5.4 [cm]
Wy	137330 [mm³]	Zy	209456 [mm³]
Jt	16 [cm⁴]		
Cw	145613 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **b**
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **c**

Doppio T

B 220.0 [mm]
H 205.0 [mm]
tf 8.5 [mm]
tw 6.0 [mm]
r 18.0 [mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **3**
Flessione Mx : **3**
Flessione My : **3**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe 3

$Area_{Eff}$	51.58	[cm²]
Wx_{Eff}	407719	[mm³]
Wy_{Eff}	137330	[mm³]
Combinazione critica	6	
Ascissa	0.000	[m]
N_D	723.8 [kN]	N_D/N_R=0.42
$M_{x,D}$	-0.1 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.00
$M_{y,D}$	0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.42	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	5.040	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	9.0	[cm]
Snellezza	55.99	
Snellezza ridotta λ	0.73	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.76	
Azione assiale	723.8 [kN]	Combinazione 6
N_{SD}/N_{SR}	0.54	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	5.040	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	5.4	[cm]
Snellezza	93.13	
Snellezza ridotta λ	1.22	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.42	
Azione assiale	723.8 [kN]	Combinazione 6
N_{SD}/N_{SR}	0.98	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	3	
$Area_{Eff}$	51.58	[cm²]
Wx_{Eff}	407719	[mm³]
Wy_{Eff}	137330	[mm³]
Combinazione critica	6	
N_D	723.8 [kN]	N_D/N_R=0.98

$M_{x,D}$	-0.1 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.00
$M_{y,D}$	0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.98	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	5.040	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	9.0	[cm]
Snellezza	55.99	
Snellezza ridotta λ	0.73	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.76	
Azione assiale	723.8 [kN]	Combinazione 6

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	5.040	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	5.4	[cm]
Snellezza	93.13	
Snellezza ridotta λ	1.22	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.42	
Azione assiale	723.8 [kN]	Combinazione 6

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	X	μ	C_m	
1-2	0.73	0.76	0.94	0.779	Lineare
1-3	1.22	0.42	0.55	0.521	Lineare

Fattori di Interazione

a_{LT}	1.00	b_{LT}	0.00
c_{LT}	0.00	d_{LT}	0.00
e_{LT}	0.00		
$C_{22\,(yy)}$	0.98	$C_{23\,(yz)}$	1.26
$C_{32\,(zy)}$	0.76	$C_{33\,(zz)}$	1.25
$k_{22\,(yy)}$	0.93	$k_{23\,(yz)}$	1.19
$k_{32\,(zy)}$	0.54	$k_{33\,(zz)}$	0.69

7.2.4.2 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 1609 AL NODO 1611 / Sez. 100 HEA 120 (MAN - P.1 - Pilastri)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	5.040 [m]
Sezione numero 100	HEA 120 (MAN - P.1 - Pilastri)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	0.33
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	0.33

Materiale *Acciaio S355*

f_y 355.00 [MPa]

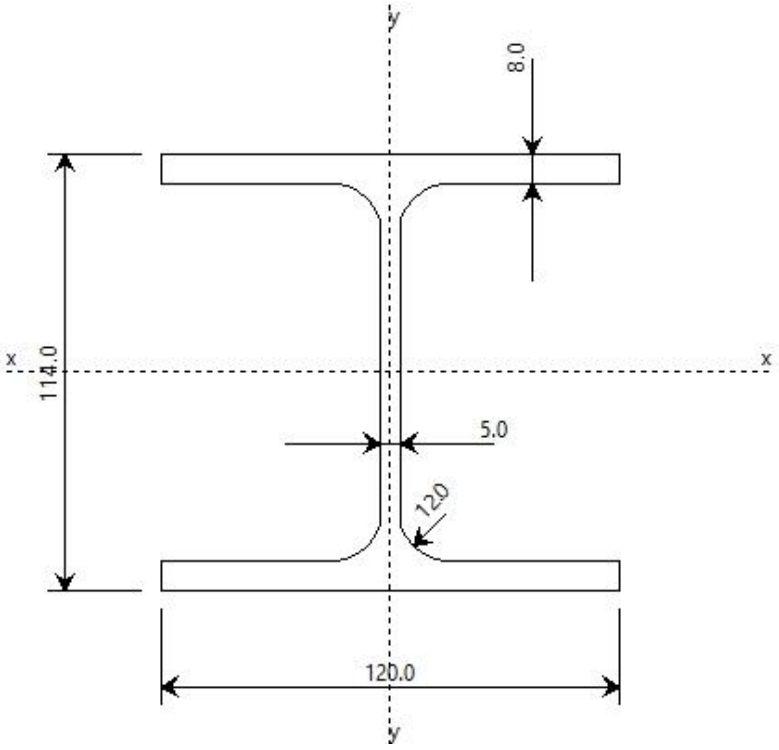
f_u 510.00 [MPa]

ε 0.81

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *HEA 120*



Area	25.39 [cm²]	A.Traz	25.39 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	607 [cm⁴]	ix	4.9 [cm]
Wx	106523 [mm³]	Zx	119720 [mm³]
Jy	231 [cm⁴]	iy	3.0 [cm]
Wy	38488 [mm³]	Zy	58888 [mm³]
Jt	6 [cm⁴]		
Cw	6472 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **b**

Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **c**

Doppio T

B 120.0 [mm]
H 114.0 [mm]
tf 8.0 [mm]
tw 5.0 [mm]
r 12.0 [mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **1**
Flessione Mx : **1**
Flessione My : **1**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	25.39	[cm²]
Wx_{Eff}	119720	[mm³]
M_{nx}/M_{plx}	0.35	
Wy_{Eff}	58888	[mm³]
M_{ny}/M_{ply}	0.64	
α	2.00	PressoFlessione Biassiale Cfr. EC3 5.4.8.1 (11)
β	3.47	
Combinazione critica	6	
Ascissa	0.000	[m]
N_D	596.2 [kN]	$N_D/N_R=0.69$
$M_{x,D}$	0.2 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.02$
$M_{y,D}$	-0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}=0.00$
S_D/S_R	0.69	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	5.040	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	0.33	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	4.9	[cm]
Snellezza	34.01	
Snellezza ridotta λ	0.45	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.91	
Azione assiale	596.2 [kN]	Combinazione 6
N_{SD}/N_{SR}	0.77	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	5.040	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	0.33	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	3.0	[cm]
Snellezza	55.15	
Snellezza ridotta λ	0.72	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.71	
Azione assiale	596.2 [kN]	Combinazione 6
N_{SD}/N_{SR}	0.98	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	25.39	[cm²]
Wx_{Eff}	119720	[mm³]
Wy_{Eff}	58888	[mm³]
Combinazione critica	6	
N_D	594.9 [kN]	N_D/N_R=0.97
$M_{x,D}$	-0.5 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.00
$M_{y,D}$	0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.98	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	5.040	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	0.33	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	4.9	[cm]
Snellezza	34.01	

Snellezza ridotta λ	0.45	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.91	
Azione assiale	594.9 [kN]	Combinazione 6

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	5.040	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	0.33	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	3.0	[cm]
Snellezza	55.15	
Snellezza ridotta λ	0.72	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.71	
Azione assiale	594.9 [kN]	Combinazione 6

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	X	μ	C_m	
1-2	0.45	0.91	0.99	0.655	Lineare
1-3	0.72	0.71	0.87	0.479	Lineare

Fattori di Interazione

a_{LT}	0.99	b_{LT}	0.00
c_{LT}	0.00	d_{LT}	0.00
e_{LT}	0.00		
$C_{22\,(yy)}$	1.11	$C_{23\,(yz)}$	1.62
$C_{32\,(zy)}$	1.02	$C_{33\,(zz)}$	1.59
$k_{22\,(yy)}$	0.67	$k_{23\,(yz)}$	0.23
$k_{32\,(zy)}$	0.33	$k_{33\,(zz)}$	0.40

7.2.4.3 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 835 AL NODO 838 / Sez. 200 HEA 120 (MAN - P.2 - Pilastri)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	3.620 [m]	
Sezione numero	200	HEA 120 (MAN - P.2 - Pilastri)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	0.50	
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	0.50	

Materiale *Acciaio S355*

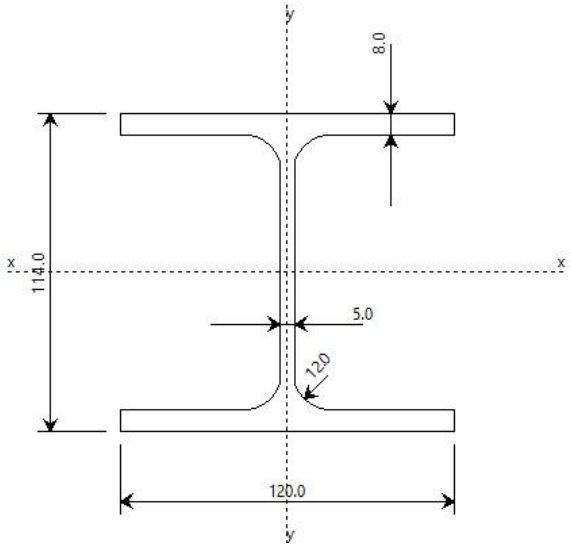
f_y 355.00 [MPa]

f_u 510.00 [MPa]
ε 0.81

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *HEA 120*



Area	25.39 [cm²]	A.Traz	25.39 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	607 [cm⁴]	ix	4.9 [cm]
Wx	106523 [mm³]	Zx	119720 [mm³]
Jy	231 [cm⁴]	iy	3.0 [cm]
Wy	38488 [mm³]	Zy	58888 [mm³]
Jt	6 [cm⁴]		
Cw	6472 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) **b**
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) **c**

Doppio T

B 120.0 [mm]
H 114.0 [mm]
tf 8.0 [mm]
tw 5.0 [mm]
r 12.0 [mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : **1**
Flessione Mx : **1**
Flessione My : **1**

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	25.39	[cm²]
Wx_{Eff}	119720	[mm³]
M_{nx}/M_{plx}	0.91	
Wy_{Eff}	58888	[mm³]
M_{ny}/M_{ply}	1.00	
α	2.00	PressoFlessione Biassiale Cfr. EC3 5.4.8.1 (11)
β	1.00	
Combinazione critica	6	
Ascissa	3.620	[m]
N_D	172.2 [kN]	$N_D/N_R=0.20$
$M_{x,D}$	-0.7 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.02$
$M_{y,D}$	12.8 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}=0.64$
S_D/S_R	0.64	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE
Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	3.620	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	0.50	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	4.9	[cm]
Snellezza	37.01	
Snellezza ridotta λ	0.48	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.89	
L_{LT}	3.620	[m]
$N_{cr,T}$	1835.3	[kN]
$N_{cr,TF}$	1835.3	[kN]
λ_{LT}	0.70	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.85	
Azione assiale	173.2 [kN]	Combinazione 6
N_{SD}/N_{SR}	0.24	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	3.620	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	0.50	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	3.0	[cm]
Snellezza	60.01	
Snellezza ridotta λ	0.79	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.67	
Azione assiale	173.2 [kN]	Combinazione 6
N_{SD}/N_{SR}	0.30	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITÀ FLESSOTORSIONALE (SVERGOLAMENTO)

Luce dell'asta libera di svergolare	3.620	[m]
Fattore di lunghezza effettiva **k**	1.00	
Fattore di ritegno torsionale d'estremità $\mathbf{k_w}$	1.00	
Verifica condotta con il metodo **generale**		
Eccentricità fra il centro di taglio ed il punto di applicazione dei carichi esterni $\mathbf{z_g}$	5.7	[cm]
Fattore $\mathbf{z_j}$	0.0	[cm]
Andamento del diagramma del momento	Lineare	
Coefficienti d'interazione carico vincoli		
C_1	2.26	
C_2	0.00	
C_3	0.86	
Momento critico d'instabilità M_{Cr}	106.4	[kNm]
Snellezza adimensionale λ_{LT}	0.63	
Curve d'instabilità	a	
Coefficiente di riduzione per instabilità χ_{LT}	0.88	
Sezione in classe	1	
Momento massimo M_D	-1.6 [kNm]	Combinazione 7
M_{SD}/M_{SR}	0.04	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	25.39	[cm²]
Wx_{Eff}	119720	[mm³]
Wy_{Eff}	58888	[mm³]
Combinazione critica	6	
N_D	172.2 [kN]	N_D/N_R=0.30
$M_{x,D}$	-0.7 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.01
$M_{y,D}$	12.8 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.45

S_D/S_R	0.75	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	3.620	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	0.50	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	4.9	[cm]
Snellezza	37.01	
Snellezza ridotta λ	0.48	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.89	
L_{LT}	3.620	[m]
$N_{cr,T}$	1835.3	[kN]
$N_{cr,TF}$	1835.3	[kN]
λ_{LT}	0.70	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.85	
Azione assiale	172.2 [kN]	Combinazione 6

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	3.620	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	0.50	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	3.0	[cm]
Snellezza	60.01	
Snellezza ridotta λ	0.79	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.67	
Azione assiale	172.2 [kN]	Combinazione 6

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	**λ**	**X**	**μ**	**C_m**	
1-2	0.48	0.89	0.99	0.790	Lineare
1-3	0.79	0.67	0.96	0.715	Lineare
LT_o	0.95	0.70			
LT	0.63	0.88		1.000	

Fattori di Interazione

a_{LT}	0.99	b_{LT}	0.01
c_{LT}	0.04	d_{LT}	0.08
e_{LT}	0.08		
$C_{22\,(yy)}$	1.02	$C_{23\,(yz)}$	1.12
$C_{32\,(zy)}$	0.96	$C_{33\,(zz)}$	1.12
$k_{22\,(yy)}$	0.81	$k_{23\,(yz)}$	0.37

$k_{32\,(zy)}$ 0.43 $k_{33\,(zz)}$ 0.70

7.2.4.4 VERIFICHE PILASTRO DAL NODO 1007 AL NODO 1008 / Sez. 201 HEAA 220 (MAN - P.2 - Pilastri Rinf.)

Y:\Torino (Teatro Nuovo) Esecutivo\Calcoli\Corpo Basso\Corpo Basso R12.dt - 20 May 2025 - WinStrand (Service Pack 32000)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	3.620 [m]
Sezione numero 201	HEAA 220 (MAN - P.2 - Pilastri Rinf.)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00

Materiale *Acciaio S355*

f_y 355.00 [MPa]

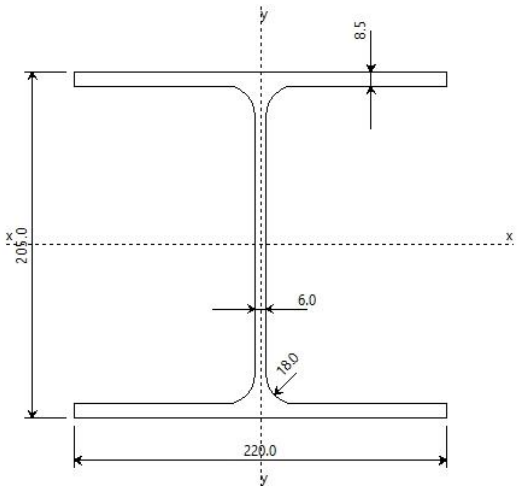
f_u 510.00 [MPa]

ε 0.81

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : *HEAA 220*



Area	51.58 [cm²]	A.Traz	25.39 [cm²] (L collegamento 0.0 [mm])
Jx	4179 [cm⁴]	ix	9.0 [cm]
Wx	407719 [mm³]	Zx	446509 [mm³]
Jy	1511 [cm⁴]	iy	5.4 [cm]

Wy	137330 [mm³]	Zy	209456 [mm³]
Jt	16 [cm⁴]		
Cw	145613 [cm⁶]		

Curva di instabilità piano 1-2 (x-x) b
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y) c

Doppio T

B	220.0	[mm]
H	205.0	[mm]
tf	8.5	[mm]
tw	6.0	[mm]
r	18.0	[mm]

Classificazione generale della sezione:
Compressione : 3
Flessione Mx : 3
Flessione My : 3

Nelle verifiche a trazione $N_{u,Rd}=\beta A_{net} f_{t,k}/\gamma_2$ $\beta=0.90$

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	3	
$Area_{Eff}$	51.58	[cm²]
Wx_{Eff}	407719	[mm³]
Wy_{Eff}	137330	[mm³]
Combinazione critica	6	
Ascissa	3.620	[m]
N_D	196.4 [kN]	$N_D/N_R=0.11$
$M_{x,D}$	-34.2 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}=0.25$
$M_{y,D}$	0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}=0.00$
S_D/S_R	0.36	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE
Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	3.620	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	9.0	[cm]
Snellezza	40.22	
Snellezza ridotta λ	0.53	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.87	

L_{LT}	3.620	[m]
$N_{cr,T}$	3300.5	[kN]
$N_{cr,TF}$	3300.5	[kN]
λ_{LT}	0.74	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.83	
Azione assiale	198.3 [kN]	Combinazione 6
N_{SD}/N_{SR}	0.14	VERIFICATA

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	3.620	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	5.4	[cm]
Snellezza	66.89	
Snellezza ridotta λ	0.88	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.61	
Azione assiale	198.3 [kN]	Combinazione 6
N_{SD}/N_{SR}	0.18	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITÀ FLESSOTORSIONALE (SVERGOLAMENTO)

Luce dell'asta libera di svergolare	3.620	[m]
Fattore di lunghezza effettivak	1.00	
Fattore di ritegno torsionale d'estremitàk$_w$	1.00	
Verifica condotta con il metodogenerale		
Eccentricità fra il centro di taglio ed il punto di applicazione dei carichi esterniz$_g$	10.3	[cm]
Fattorez$_j$	0.0	[cm]
Andamento del diagramma del momento	Lineare	
Coefficienti d'interazione carico vincoli		
C_1	2.24	
C_2	0.00	
C_3	0.87	
Momento critico d'instabilità M_{Cr}	661.1	[kNm]
Snellezza adimensionale λ_{LT}	0.47	
Curve d'instabilità	a	
Coefficiente di riduzione per instabilità χ_{LT}	0.93	
Sezione in classe	3	
Momento massimo M_D	-34.2 [kNm]	Combinazione 6
M_{SD}/M_{SR}	0.27	VERIFICATA

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	3	
$Area_{Eff}$	51.58	[cm²]
Wx_{Eff}	407719	[mm³]
Wy_{Eff}	137330	[mm³]
Combinazione critica	6	
N_D	196.4 [kN]	N_D/N_R=0.42
$M_{x,D}$	-34.2 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.00
$M_{y,D}$	0.0 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.42	VERIFICATA

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / *Profilo Singolo*

Luce	3.620	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	9.0	[cm]
Snellezza	40.22	
Snellezza ridotta λ	0.53	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.87	
L_{LT}	3.620	[m]
$N_{cr,T}$	3300.5	[kN]
$N_{cr,TF}$	3300.5	[kN]
λ_{LT}	0.74	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.83	
Azione assiale	196.4 [kN]	Combinazione 6

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / *Profilo Singolo*

Luce	3.620	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	5.4	[cm]
Snellezza	66.89	
Snellezza ridotta λ	0.88	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.61	
Azione assiale	196.4 [kN]	Combinazione 6

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	λ	X	μ	C_m	
1-2	0.53	0.87	1.00	0.894	Lineare
1-3	0.88	0.61	0.97	0.781	Lineare
LT_o	0.70	0.85			

LT 0.47 0.93 1.000

Fattori di Interazione

a_{LT} 1.00 b_{LT} 0.00

c_{LT} 0.24 d_{LT} 0.00

e_{LT} 0.47

$C_{22\,(yy)}$ 1.00 $C_{23\,(yz)}$ 0.95

$C_{32\,(zy)}$ 0.96 $C_{33\,(zz)}$ 1.03

$k_{22\,(yy)}$ 0.92 $k_{23\,(yz)}$ 0.85

$k_{32\,(zy)}$ 0.89 $k_{33\,(zz)}$ 0.82

8 NUOVO IMPALCATO DI COPERTURA SALA PROVE

8.1 Descrizione

Come descritto nel par. 2 la soluzione strutturale proposta nel PE è analoga a quanto previsto al P.1

L'impalcato è formato da travi metalliche aventi orditura trasversale, luce max = 7.60m e interasse tipico di 1.25m. Sulle travi è ordita trasversalmente la soletta mista in lamiera grecata di altezza 55mm e cls alleggerito per uno spessore complessivo 110mm. La collaborazione tra cls e lamiera è garantita dalle imbozzature tipiche della lamiera (tipo HiBond o equivalenti) mentre la collaborazione tra soletta e travi è ottenuta mediante connettori di tipo Hilti X-HVB di altezza 95mm disposti nelle greche e chiodati all'ala superiore delle travi.

La fase iniziale di getto avviene in assenza di supporti intermedi temporanei. In questa fase la lamiera grecata deve svolgere un ruolo controventante per impedire lo svergolamento delle travi per instabilità del corrente superiore compresso. Per tale ruolo e ai sensi di quanto specificato in EN1993-1-3 p. 2(6), alle lamiere grecata è assegnata Classe strutturale II nella fase costruttiva di getto del cls:

> (6) Per la progettazione di strutture costruite con profilati e lamiere sottili piegati a freddo si raccomanda di fare una distinzione tra "classi strutturali" associate alle conseguenze della rottura secondo l'appendice B della EN 1990 definite come segue:
>
> **Classe strutturale I**: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità globale di una struttura;
>
> **Classe strutturale II**: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità di singoli elementi strutturali;
>
> **Classe strutturale III**: Costruzione in cui le lamiere sottili piegate a freddo sono utilizzate solo come un elemento di trasferimento dei carichi alla struttura.

Il grado di connessione tra soletta e trave è di tipo parziale (> 50%).

Lo schema statico è di trave in semplice appoggio soggetta a carico uniformemente distribuito.

Le travi metalliche trovano sostegno in ciascuna estremità su un profilo longitudinale a C continuo accostato alle colonne in c.a (filo interno della Manica) e ai maschi murari in muratura (filo esterno della Manica). Il profilo longitudinale si appoggia infine su colonne metalliche, prrosecuzione di quelle del P.1. Le colonne sono disposte secondo un passo tipico di 5m in modo da trovarsi adiacenti alle colonne in c.a. e ai maschi murari.

Il telaio metallico così concepito, rispetto alle strutture verticali esistenti, è quindi indipendente (*) per quanto riguarda il sostegno dei carichi verticali mentre è collegato ad esse mediante spinottature di collegamento tra profilo di bordo e colonne. Il collegamento della soletta ai setti in c.a. dei nuovi corpi controventanti assicura infine il trasferimento della azioni sismiche a questi ultimi.

(*) Nota: si prevede di connettere orizzontalmente la colonna metallica alla colonna esistente almeno a metà altezza al fine di ridurne la sua lunghezza libera d'inflessione.

8.2 Analisi dei carichi

L'analisi dei carichi è riportata nella seguente tabella:

Zona	**Tipica**		
Pacchetto	T-05		
Controsoffitto	C-01		
Tamponamento	--		
Tamponamento [kN/m2]	0.00		
[kN/m2]			
Tamponamento	0.00		
Extra (*)	0.00		
Pacchetto	1.50		
Soletta strutturale	1.76		
Carpenteria metallica	0.20		
Impianti e Imp. Fotov.	0.25		
Controsoffitto	0.25		
Permanenti Gk	**3.96**		
Permanenti Gk senza soletta	2.00		
Variabile Qk	**1.75**	**1.83**	Medio/Max
Variabile Qk (vento pressione)	**0.45**		
Variabile Qk (vento depressione)	**-0.90**		

8.3 Criteri di progettazione SLU e SLE

Vedere par. 3.3 con l'eccezione della verifica al comfort in cui si assegna freq_min = 3 Hz (NTC 2018 p. 4.2.4.2.3.1).

8.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni

Si rimanda al par. 3.4.

8.5 Portata dei connettori

Si rimanda al par. 3.5.

8.6 Sintesi dei risultati

Trave tipica

Profilo:	IPE 220	0.21	kN/m2
Acciaio:	S235		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	80%	(>50%)	
Qtot_k	5.72	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.54		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	2		
ϕ min e passo	7	150	mm
Puntellata	No		
f_i trasc.	Si		
f_i =	~~18~~	[mm]	**L/f**
f_{III} (t = 0) =	4	[mm]	1946
f_{perm} =	18	[mm]	425
f_{tot} =	22	[mm]	349
freq =	5.29	[Hz]	

8.7 Verifica soletta mista

Si adotta la medesima soletta mista prevista per il P.1. Vedere par.3.6.

8.8 Verifiche travi miste

8.8.1 Verifica di stabilità in fase di getto

Vedere p. 3.8.

8.8.2 Trave tipica

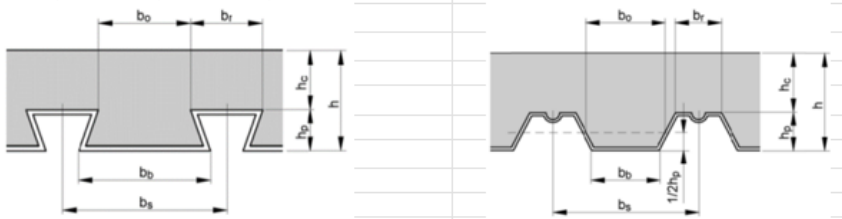
ANALISI DEI CARICHI

Cond.	Commento	Carico	SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM				A
			γ	q	M	T	γ	q	M	T	γ	q	M	T	
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]	
1	Peso proprio	0.21	1.0	0.26	1.9	1.0	1.3	0.34	2.5	1.3	1.00	0.26	1.9	1.0	
2	Soletta	1.76	1.0	2.20	15.9	8.4	1.3	2.86	20.6	10.9	1.00	2.20	15.9	8.4	
3	Perm Port	2.00	1.0	2.50	18.1	9.5	1.3	3.25	23.5	12.4	1.00	2.50	18.1	9.5	
4	Accidentali	1.75	1.0	2.19	15.8	8.3	1.5	3.28	23.7	12.5	0.60	1.31	9.5	5.0	
	TOTALE	5.72		7.15	51.6	27.2	1.361	9.73	70.3	37.0		6.27	45.3	23.8	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	1.25	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	1.25	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	1.25	[m]	Interasse
L =	7.60	[m]	Luce della trave
L_e =	7.60	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_e =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	1250	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	68750	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	1250	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	T	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	235	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.00		
f_{yd} =	224	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO

Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.832		--
η_E =	0.746		--
γ_{cls} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
f_{cm}o =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.13	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.56	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{ah} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,ah}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione		
n_0 =	8.95	Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66	Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{ah} =	19.80	Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_2 =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	327'557	[mm^3]	
θ_{ah} =	1.56E-06	[1/mm]	
α_t =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE PROFILO			
Profilo:	IPE 220	IPE 220	
A_a =	3337	[mm^2]	Area sezione
J_a =	27718365	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	220	[mm]	Altezza sezione
b_f =	110	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	9.2	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	5.9	[mm]	Spessore anima sezione
y_s =	110	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	110	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	9.2	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	12	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	90658	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	251985	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	285406	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	30.90	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	201.6	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid} = c_w$ =	177.6	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	40.050	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

PREDIMENSIONAMENTO			
$h_{tot,min}$ =	380.00	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	475.00	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	270	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	365	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	42.2	149	OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	105.4	162	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-138.3	79	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	42	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	149	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	56.4	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	130.1	[kNm]	Con 80% di connessione
ratio	2.31		--
VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	70	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.47		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.54		
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	1588	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	205	[KN]	
V_{Ed} =	37	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.18		OK
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3800	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	746.9	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione) F
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
nr.	1		n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
Frequenza X =	1	[1/X nerv.]	Connettore/i ogni X nervatura/e
Passo	154	[mm]	
Passo max	138	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	0.673		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	1.000		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	

(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	24.9	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	30		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	24		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	80%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	85.8	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	115'878'268	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	11'588	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	7'840'560	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	784	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	143	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	77'984'013	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	7'798	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'351'862	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	235	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	122	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	91'648'294	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	9'165	[cm^4]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	80%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	18	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	7	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	11	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	4	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	18	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	22	[mm]	Freccia totale
L / f_{perrm} =	425		
L / f_{III} =	1946		
L / f_{tot} =	349		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	12	[mm]	
f =	5.29	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.9	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.40	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	60.3	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	2		Nr. Superfici
ϕ	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

9 NUOVO IMPALCATO +9.25m ATRIO

9.1 Descrizione

Come descritto nel par. 2 la soluzione strutturale proposta nel PE è analoga a quanto previsto al P.1

L'impalcato è formato da travi metalliche aventi orditura longitudinale, luce tipica 6.03m (max = 9.08m) e interasse tipico di 1.25m. Sulle travi è ordita trasversalmente la soletta mista in lamiera grecata di altezza 55mm e cls alleggerito per uno spessore complessivo 110mm. La collaborazione tra cls e lamiera è garantita dalle imbozzature tipiche della lamiera (tipo HiBond o equivalenti) mentre la collaborazione tra soletta e travi è ottenuta mediante connettori di tipo Hilti X-HVB di altezza 95mm disposti nelle greche e chiodati all'ala superiore delle travi.

La fase iniziale di getto avviene in assenza di supporti intermedi temporanei. In questa fase la lamiera grecata deve svolgere un ruolo controventante per impedire lo svergolamento delle travi per instabilità del corrente superiore compresso. Per tale ruolo e ai sensi di quanto specificato in EN1993-1-3 p. 2(6), alle lamiere grecata è assegnata Classe strutturale II nella fase costruttiva di getto del cls:

> (6) Per la progettazione di strutture costruite con profilati e lamiere sottili piegati a freddo si raccomanda di fare una distinzione tra "classi strutturali" associate alle conseguenze della rottura secondo l'appendice B della EN 1990 definite come segue:
>
> **Classe strutturale I**: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità globale di una struttura;
>
> **Classe strutturale II**: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità di singoli elementi strutturali;
>
> **Classe strutturale III**: Costruzione in cui le lamiere sottili piegate a freddo sono utilizzate solo come un elemento di trasferimento dei carichi alla struttura.

Il grado di connessione tra soletta e trave è di tipo parziale (> 50%).

Lo schema statico è di trave in semplice appoggio soggetta a carico uniformemente distribuito.

Le travi metalliche trovano sostegno su un lato in corrispondenza delle pareti in c.a, e sull'altro lato su un profilo trasversale.

9.2 Analisi dei carichi

L'analisi dei carichi è riportata nella seguente tabella:

Zona	**Tipica**
Pacchetto	SI05
Controsoffitto	C-03
Tamponamento	--
Tamponamento [kN/m2]	0.00
[kN/m2]	
Tamponamento	0.00
Extra (*)	0.00
Pacchetto	1.00
Soletta strutturale	1.76
Carpenteria metallica	0.25
Impianti e Imp. Fotov.	0.10
Controsoffitto	0.25
Permanenti Gk	**3.36**
Permanenti Gk senza soletta	1.35
Variabile Qk	**5.50**

9.3 Criteri di progettazione SLU e SLE

Vedere par. 3.3 con l'eccezione della verifica al comfort in cui si assegna freq_min = 3 Hz (NTC 2018 p. 4.2.4.2.3.1).

9.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni

Si rimanda al par. 3.4.

9.5 Portata dei connettori

Si rimanda al par. 3.5.

9.6 Sintesi dei risultati

Trave tipica L = 6.03m

Profilo:	IPE 180	0.15	kN/m2
Acciaio:	S235		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	86%	(>50%)	
Qtot_k	7.41	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.68		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	2		
ϕ min e passo	7	150	mm
Puntellata	No		
f_i trasc.	Si		
f_i =	~~15~~	[mm]	**L/f**
f_{III} (t = 0) =	1	[mm]	8172
f_{perm} =	19	[mm]	313
f_{tot} =	20	[mm]	302
freq =	5.50	[Hz]	

9.7 Verifica soletta mista

Si adotta la medesima soletta mista prevista per il P.1. Vedere par.3.6.

9.8 Verifiche travi miste

9.8.1 Verifica di stabilità in fase di getto

Vedere p. 3.8.

9.8.2 Trave tipica L = 6.03m

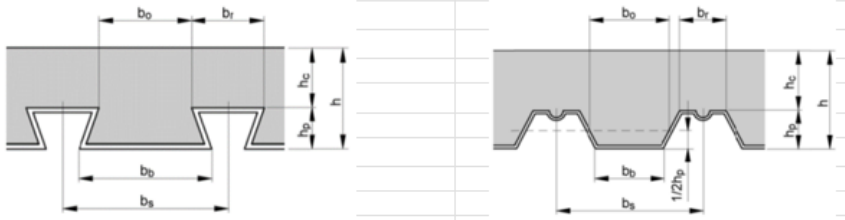
ANALISI DEI CARICHI

			SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
Cond.	Commento	Carico	γ	q	M	T	γ	q	M	T	γ	q	M	T
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.15	1.0	0.19	0.9	0.6	1.3	0.24	1.1	0.7	1.00	0.19	0.9	0.6
2	Soletta	1.76	1.0	2.20	10.0	6.6	1.3	2.86	13.0	8.6	1.00	2.20	10.0	6.6
3	Perm Port	5.00	1.0	6.25	28.4	18.8	1.5	9.38	42.6	28.3	1.00	6.25	28.4	18.8
4	Accidentali	0.50	1.0	0.63	2.8	1.9	1.5	0.94	4.3	2.8	0.60	0.38	1.7	1.1
	TOTALE	7.41		9.26	42.1	27.9	1.448	13.42	61.0	40.5		9.01	41.0	27.2

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	1.25	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	1.25	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	1.25	[m]	Interasse
L =	6.03	[m]	Luce della trave
L_e =	6.03	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_e =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	1250	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	68750	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	1250	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	T	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	235	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.00		
f_{yd} =	224	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO			
Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.832		--
η_E =	0.746		--
γ_{ck} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}0$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.13	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.56	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione		
n_0 =	8.95	Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66	Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	19.80	Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_2 =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	244'472	[mm^3]	
θ_{sh} =	1.90E-06	[1/mm]	
α_t =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE PROFILO

Profilo:	IPE 180		
A_a =	2395	[mm^2]	Area sezione
J_a =	13169582	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	180	[mm]	Altezza sezione
b_f =	91	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	8.0	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	5.3	[mm]	Spessore anima sezione
y_s =	90	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	91	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	8.0	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	9	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	47901	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	146329	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	166415	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	17.38	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	164	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid}$ = c_w =	146	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	33.850	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

PREDIMENSIONAMENTO

$h_{tot,min}$ =	301.50	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	376.88	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	192	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	267	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO

	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	30.3	99	OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	99.2	126	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-204.0	10	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	30	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	99	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	32.7	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	90.0	[kNm]	Con 86% di connessione
ratio	2.75		Occorrono verifiche supplementari nelle sezioni intermedie
VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	61	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.62		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.68		
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	1125	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	145	[KN]	
V_{Ed} =	40	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.28		OK
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3015	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	536.0	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
nr.	1		n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
Frequenza X =	1	[1/X nerv.]	Connettore/i ogni X nervatura/e
Passo	154	[mm]	
Passo max	120	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	0.673		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	1.000		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	

(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	24.9	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	22		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	19		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	86%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	68.5	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	69'437'250	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	6'944	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	7'797'804	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	780	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	117	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	48'194'490	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	4'819	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'309'106	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	231	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	98	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	56'216'260	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	5'622	[cm^4]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	86%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	15	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	11	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	9	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	1	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	19	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	20	[mm]	Freccia totale
L / f_{perm} =	313		
L / f_{III} =	8172		
L / f_{tot} =	302		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	11	[mm]	
f =	5.50	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.9	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.40	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	60.2	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	2		Nr. Superfici
ϕ	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

10 NUOVI IMPALCATI -1.40m e 1° P. INTERRATO -4.50m LATO TORRE SCENICA

10.1 Descrizione

Come descritto nel par. 2 la soluzione strutturale proposta nel PE è analoga a quanto previsto al P.1

L'impalcato è formato da travi metalliche aventi orditura trasversale, luce max = 7.60m e interasse tipico di 1.25m. Sulle travi è ordita trasversalmente la soletta mista in lamiera grecata di altezza 55mm e cls alleggerito per uno spessore complessivo 110mm. La collaborazione tra cls e lamiera è garantita dalle imbozzature tipiche della lamiera (tipo HiBond o equivalenti) mentre la collaborazione tra soletta e travi è ottenuta mediante connettori di tipo Hilti X-HVB di altezza 95mm disposti nelle greche e chiodati all'ala superiore delle travi.

La fase iniziale di getto avviene in assenza di supporti intermedi temporanei. In questa fase la lamiera grecata deve svolgere un ruolo controventante per impedire lo svergolamento delle travi per instabilità del corrente superiore compresso. Per tale ruolo e ai sensi di quanto specificato in EN1993-1-3 p. 2(6), alle lamiere grecata è assegnata Classe strutturale II nella fase costruttiva di getto del cls:

> (6) Per la progettazione di strutture costruite con profilati e lamiere sottili piegati a freddo si raccomanda di fare una distinzione tra "classi strutturali" associate alle conseguenze della rottura secondo l'appendice B della EN 1990 definite come segue:
>
> **Classe strutturale I**: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità globale di una struttura;
>
> **Classe strutturale II**: Costruzione in cui i profilati e le lamiere sottili piegati a freddo sono progettati per contribuire alla resistenza e stabilità di singoli elementi strutturali;
>
> **Classe strutturale III**: Costruzione in cui le lamiere sottili piegate a freddo sono utilizzate solo come un elemento di trasferimento dei carichi alla struttura.

Il grado di connessione tra soletta e trave è di tipo parziale (> 50%).

Lo schema statico è di trave in semplice appoggio soggetta a carico uniformemente distribuito.

Le travi metalliche trovano sostegno in ciascuna estremità su un profilo longitudinale a C continuo accostato alle colonne in c.a (filo interno della Manica) e ai maschi murari in muratura (filo esterno della Manica). Il profilo longitudinale si appoggia infine su colonne metalliche, prrosecuzione di quelle del P.1. Le colonne sono disposte secondo un passo tipico di 5m in modo da trovarsi adiacenti alle colonne in c.a. e ai maschi murari.

Il telaio metallico così concepito, rispetto alle strutture verticali esistenti, è quindi indipendente (*) per quanto riguarda il sostegno dei carichi verticali mentre è collegato ad esse mediante spinottature di collegamento tra profilo di bordo e colonne. Il collegamento della soletta ai setti in c.a. dei nuovi corpi controventanti assicura infine il trasferimento della azioni sismiche a questi ultimi.

(*) Nota: si prevede di connettere orizzontalmente la colonna metallica alla colonna esistente almeno a metà altezza al fine di ridurne la sua lunghezza libera d'inflessione.

10.2 Analisi dei carichi

L'analisi dei carichi è riportata nella seguente tabella:

Zona	**Imp. -1.40m**	**1° P. Interr.**
H [m] (per tamponamenti) [m]	5.90	3.10
Pacchetto	SI16	SI14
Controsoffitto	C-03	C-03
Tamponamento	--	MI07
Tamponamento [kN/m2]	0.00	0.62
[kN/m2]		
Tamponamento	0.00	1.60
Extra (*)	0.00	0.00
Pacchetto	0.65	1.00
Soletta strutturale	1.76	1.76
Carpenteria metallica	0.25	0.25
Impianti	0.10	0.10
Controsoffitto	0.25	0.25
Permanenti Gk	**3.01**	**4.96**
Permanenti Gk2	1.00	2.95
Variabile Qk	**2.00**	**2.00**
Gk + Qk	5.01	6.96

10.3 Criteri di progettazione SLU e SLE

Vedere par. 3.3 con l'eccezione della verifica al comfort in cui si assegna freq_min = 3 Hz (NTC 2018 p. 4.2.4.2.3.1).

10.4 Modalità di calcolo delle sollecitazioni

Si rimanda al par. 3.4.

10.5 Portata dei connettori

Si rimanda al par. 3.5.

10.6 Sintesi dei risultati

Si analizza solo il caso dell'impalcato 1° P. Interr. -4.50m e si uniforma a questo quello di quota -1.40m

Profilo:	IPE 220	0.21	kN/m2
Acciaio:	S235		
Cls:	LC25/28		
% di conn.:	80%	(>50%)	
Qtot_k	6.92	kN/m2	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.65		
Armatura trasv.	OK		
Nr. Superfici	2		
ϕ min e passo	7	150	mm
Puntellata	No		
f_l trasc.	Si		
f_l =	~~18~~	[mm]	**L/f**
f_{III} (t = 0) =	4	[mm]	1703
f_{perm} =	21	[mm]	361
f_{tot} =	26	[mm]	298
freq =	4.79	[Hz]	

10.7 Verifica soletta mista

Si adotta la medesima soletta mista prevista per il P.1. Vedere par.3.6.

10.8 Verifiche travi miste

10.8.1 Verifica di stabilità in fase di getto

Vedere p. 3.8.

10.8.2 Trave tipica

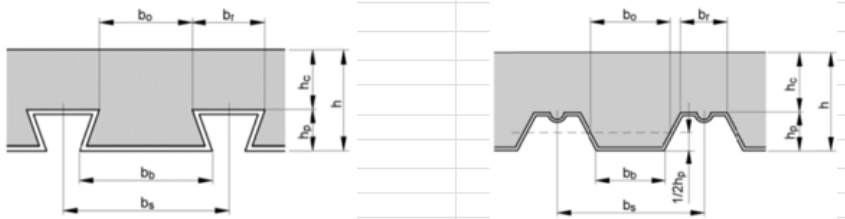
ANALISI DEI CARICHI

Cond.	Commento	Carico	SLE RARA				SLU				SLE QUASI PERM			
			γ	q	M	T	γ	q	M	T	γ	q	M	T
		[KN/m²]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.21	1.0	0.26	1.9	1.0	1.3	0.34	2.5	1.3	1.00	0.26	1.9	1.0
2	Soletta	1.76	1.0	2.20	15.9	8.4	1.3	2.86	20.6	10.9	1.00	2.20	15.9	8.4
3	Perm Port	2.95	1.0	3.69	26.6	14.0	1.3	4.79	34.6	18.2	1.00	3.69	26.6	14.0
4	Accidentali	2.00	1.0	2.50	18.1	9.5	1.5	3.75	27.1	14.3	0.60	1.50	10.8	5.7
	TOTALE	6.92		8.65	62.4	32.9	1.358	11.74	84.8	44.6		7.65	55.2	29.1

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

i_{max} =	1.25	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	1.25	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	1.25	[m]	Interasse
L =	7.60	[m]	Luce della trave
L_e =	7.60	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_c =	625	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	1250	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	55	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	110	[mm]	Altezza solaio
A_c =	68750	[mm²]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	1250	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	110.00	[mm]	$2A_c/u$

Lamiera grecata	S	[S/N]	
Dir.	T	[L/T]	Direzione Longitudinale/Trasversale rispetto asse trave
b0	77.1	[mm]	Larghezza di riferimento greca (vedere schemi)
h	110	[mm]	altezza soletta
hp	55	[mm]	altezza lamiera
hc	55	[mm]	altezza soletta piena continua
bs	154.2	[mm]	interasse greca



CARATTERISTICHE ACCIAIO

$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m³]	Peso specifico acciaio
E_s =	210'000	[N/mm²]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	235	[N/mm²]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.00		
f_{yd} =	224	[N/mm²]	

CARATTERISTICHE ARMATURA

f_{yk} =	450	[N/mm²]
γ_s =	1.15	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO

Calcestruzzo:	LC25/28		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	--
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	--
η_1 =	0.918		--
η_{lc} =	0.746		--
γ_{cls} =	20.50	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo
f_{ck} =	25	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	33.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}0$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.36	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	2.83	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	23477	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	14.17	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.2067		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	6850	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	10605	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione			
n_0 =	8.95		Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	30.66		Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	19.80		Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Ritiro			
t =	18000	[giorni]	Età del calcestruzzo
t_s =	28	[giorni]	Età di partenza per valutazione del ritiro (termine maturazione)
η_2 =	1.2		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
ε_{cd} =	0.00040		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento
ε_{ca} =	0.00004		Valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno
ε_{cs} =	0.00044		Deformazione da ritiro
k_h =	0.99		
RH =	75.00	[%]	Umidità relativa ambientale
$\varepsilon_{cd,0}$ =	0.000338326		
β_{RH} =	0.8961		
CLASSE cemento:	N		
α_{ds1} =	4		
α_{ds2} =	0.12		
$\varepsilon_{cd,\infty}$ =	0.00033325		
$\beta_{ds}(t-t_s)$ =	0.997		
$\varepsilon_{ca,\infty}$ =	0.0000375		
$\beta_{as}(t)$ =	1.00		
S_c =	327'557	[mm^3]	
θ_{sh} =	1.56E-06	[1/mm]	
α_t =	0.000012	[1/°C]	
ΔT_{eq} =	36	[°C]	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CARATTERISTICHE PROFILO				
Profilo:	IPE 220	IPE 220		
A_a =	3337	[mm^2]	Area sezione	
J_a =	27718365	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione	
h_a =	220	[mm]	Altezza sezione	
b_f =	110	[mm]	Larghezza ala superiore sezione	
t_f =	9.2	[mm]	Spessore ala superiore sezione	
t_w =	5.9	[mm]	Spessore anima sezione	
y_s =	110	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore	
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione	
$b_{f,inf}$ =	110	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione	
$t_{f,inf}$ =	9.2	[mm]	Spessore ala inferiore sezione	
r =	12	[mm]	Raggio di raccordo	
J_t =	90658	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione	
W_x =	251985	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico	
Z_x =	285406	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico	
A_r =	30.90	[mm^2]	Area del singolo raccordo	
h_w =	201.6	[mm]	Altezza anima	
$h_{w,rid} = c_w$ =	177.6	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi	
c_f =	40.050	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi	
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)	
CLASSE =	1		(dell'anima)	

PREDIMENSIONAMENTO			
$h_{tot,min}$ =	380.00	[mm]	Altezza totale minima profilo + soletta
$h_{tot,max}$ =	475.00	[mm]	Altezza totale massima profilo + soletta
$h_{a,min}$ =	270	[mm]	Altezza minima profilo
$h_{a,max}$ =	365	[mm]	Altezza massima profilo

VARI CASI DI POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO				
	y_c	$M_{pl,Rd}$	Commento	
	[mm]	[kNm]		
CASO 1:	42.2	149	OK	Asse neutro taglia la soletta
CASO 2:	105.4	162	OK	Asse neutro taglia ala superiore
CASO 3:	-138.3	79	OK	Asse neutro taglia anima (ma non ala inferiore)

POSIZIONE ASSE NEUTRO E MOMENTO PLASTICO			
y_c =	42	[mm]	100% di connessione
$M_{pl,Rd}$ =	149	[kNm]	100% di connessione
$M_{pl,a,Rd}$ =	56.4	[kNm]	Solo acciaio
$M_{pl,parz.\ con.,Rd}$ =	130.1	[kNm]	Con 80% di connessione
ratio	2.31		--
VERIFICA A MOMENTO			
M_{Ed} =	85	[kNm]	
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.57		
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.65		
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	1588	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	205	[KN]	
V_{Ed} =	45	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.22		OK
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3800	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	746.9	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	H	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Connettori Hilti HVB			
Sigla	X-HVB 95		X-HVB 95
h_geom =	95		Altezza geometrica
hsc =	95	[mm]	Altezza nominale --
h =	95	[mm]	Spessore minimo soletta (corrosione)
h =	115	[mm]	Spessore minimo soletta (con corrosione)
t =	2	[mm]	Spessore max lamiera grecata
t flangia	6	[mm]	Spessore min ala profilo
La_c	24.3	[mm]	Larghezza base connettore
Lu_c	50	[mm]	Lunghezza base connettore
b0 / hp =	1.40		
hp =	60	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≥ 1.8)
hp =	57	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso 1.0 < b0/hp < 1.8)
hp =	45	[mm]	Altezza max lamiera grecata (caso b0/hp ≤ 1.0)
Prk =	35	[kN]	Valore caratteristico portata in soletta piena
Prd =	28	[kN]	Valore di progetto portata in soletta piena
nr.	1		n. connettori per nervatura
Disp.	T	[L/T]	Disposizione Longitudinale/Trasversale
Frequenza X =	1	[1/X nerv.]	Connettore/i ogni X nervatura/e
Passo	154	[mm]	
Passo max	138	[mm]	NTC C4.3.4.3.1.1 (*)
Fattore riduttivo per connettori Hilti HVB			
kl =	0.612		Nervatura parallela asse trave
kt,l =	0.673		Nervatura trasversale asse trave, connettore longitudinale
kt,t =	1.000		Nervatura trasversale asse trave, connettore trasversale
Fattore riduttivo per spessore ala ridotto			
k =	1.000	ETA-15-0876-for-nail-shear-connector-Approval-document-ASSET-DOC-16541751	

(*) Secondo EN1994-1-1 il valore max e' necessario quando l'ala superiore del profilo non e' in classe 1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	28.0	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	24.9	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	30		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	24		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	80%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)
CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	85.8	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	115'878'268	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	11'588	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	7'840'560	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	784	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	143	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	77'984'013	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	7'798	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	2'351'862	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	235	[cm^4]	
CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	122	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	91'648'294	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	80%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_i [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_i =	18	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	10	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	11	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	4	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	21	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	26	[mm]	Freccia totale
L / f_{perrm} =	361		
L / f_{III} =	1703		
L / f_{tot} =	298		
CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)			
f_{freq} =	14	[mm]	
f =	4.79	[Hz]	
ARMATURA TRASVERSALE			
vEd	2.9	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd	0.44	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim	4.5	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
sf	150	[mm]	Passo armatura
Asf	60.3	[mm2]	Area
As,min	16.5	[mm2]	Area minima
Numero ferri	2		Nr. Superfici
ϕ	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

11 VERIFICA DETTAGLI METALLICI

11.1 Dettagli di collegamento profili impalcati P.1 e P.2 Maniche e similari

La tabella di sintesi seguente riporta la reazione all'appoggio delle travi degli impalcati di nuova realizzazione:

Posizione	Profilo	Vsd [kN] Da analisi trave mista	Vsd [kN] Da modello di calcolo	Verifica
P.1	IPE 220 (palcoscenico)	45		Par. 11.1.1
P.1	IPE 240 (Platea)	44		Par. 11.1.1
P.1	IPE 220 (Zona 1 e 2)	57		Par. 11.1.1
P.1	IPE 270 (Sala prove)	64		Par. 11.1.3
P.2	IPE 240	55	64	Par. 11.1.1
P.2	IPE 270	82	127 (*)	Par. 11.1.3
Cop. Sala prove	IPE 220	37		Par. 11.1.1
Imp. -1.40m e -4.50m	IPE 220	45		Par. 11.1.1
P.1 e P.2	UPN 320		180	Par. 11.1.4
P.1 e P.2	UPN 380/400		225	Par. 11.1.5

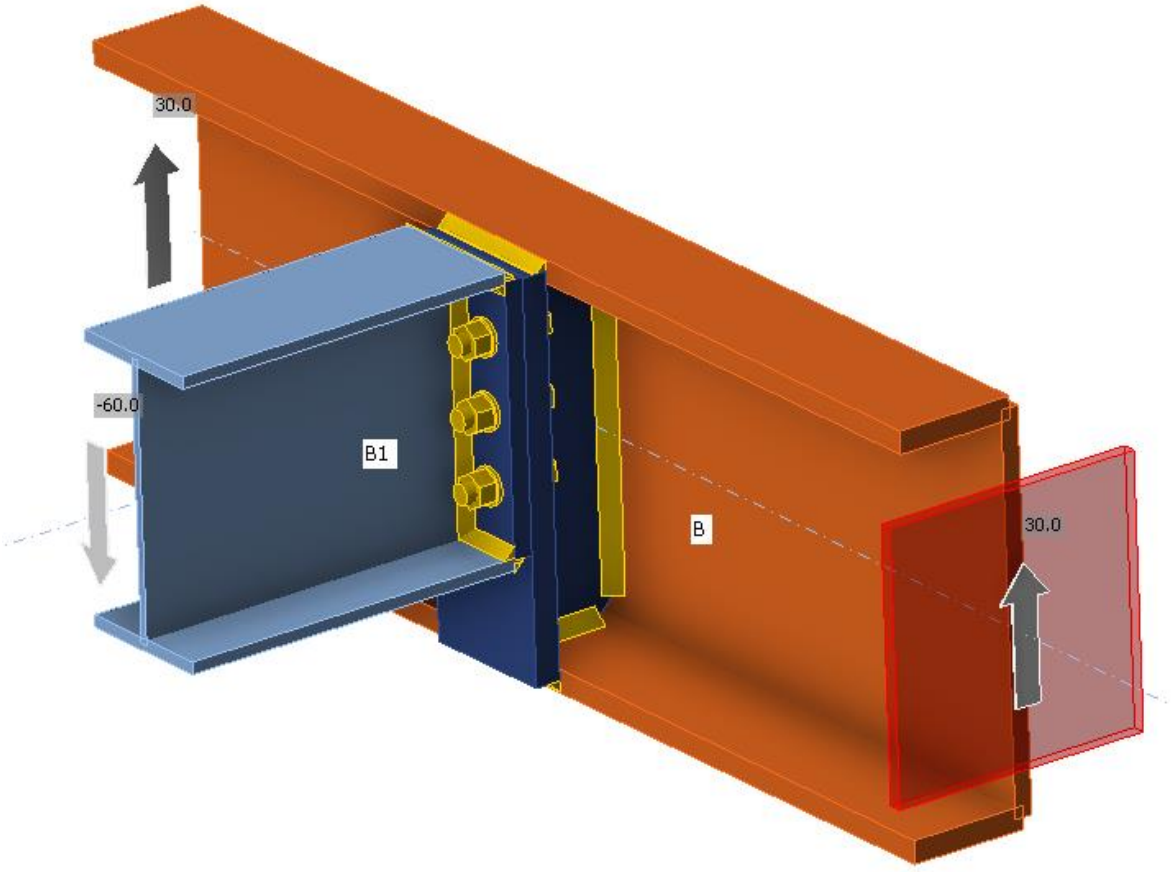
(*) è incluso l'incremento del carico da vento derivante dal pilastro in falso dell'impalcato di copertura impianti soprastante

In rosso i valori adottati per le verifiche dei dettagli riportati nei paragrafi seguenti.

11.1.1 Verifica connessione a taglio tra IPE 220 e profilo di bordo UPN 320 e similari (dett. M11 e M12)

La tipologia di unione è applicabile anche per i collegamenti:

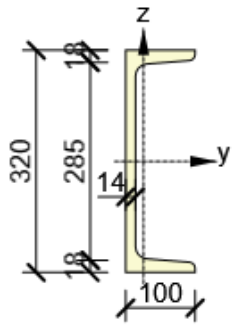
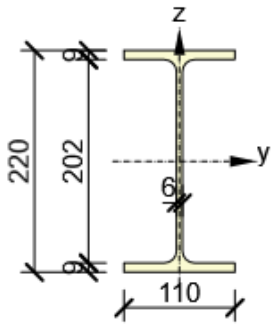
Livello	Profilo impalcato	Profilo di bordo
P.1	IPE 220	UPN (Quals.)
P.1, P.2	IPE 240	UPN (Quals.)
P.1 (Sala Prove)	IPE 270	UPN (Quals.)
Imp. -1.40m e -4.50m	IPE 220	UPN (Quals.)



Sezioni

Nome	Materiale
3 - UNP320	S 355
4 - IPE220	S 235

Sezioni

Nome	Materiale	Disegno
3 - UNP320	S 355	
4 - IPE220	S 235	

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm^2]
M16 8.8	M16 8.8	16	800.0	201

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	UPN 320 / Inizio	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0
	UPN 320 / Fine	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0
	IPE 220 / Fine	0.0	0.0	-60.0	0.0	0.0	0.0

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Verifica Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.0 < 5.0%	OK
Bulloni	32.2 < 100%	OK
Saldature	40.2 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

Nome	Materiale	t_p [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
UPN 320-bfl 1	S 355	17.5	LE1	80.8	0.0	0.0	OK
UPN 320-tfl 1	S 355	17.5	LE1	86.8	0.0	0.0	OK
UPN 320-w 1	S 355	14.0	LE1	54.2	0.0	0.0	OK
IPE 220-bfl 1	S 235	9.2	LE1	89.7	0.0	0.0	OK
IPE 220-tfl 1	S 235	9.2	LE1	89.9	0.0	0.0	OK
IPE 220-w 1	S 235	5.9	LE1	127.7	0.0	0.0	OK
SEP1a	S 235	10.0	LE1	126.0	0.0	35.7	OK
SEP1b	S 235	10.0	LE1	146.0	0.0	21.9	OK
STIFF1	S 235	10.0	LE1	64.9	0.0	0.0	OK

Dati Progetto

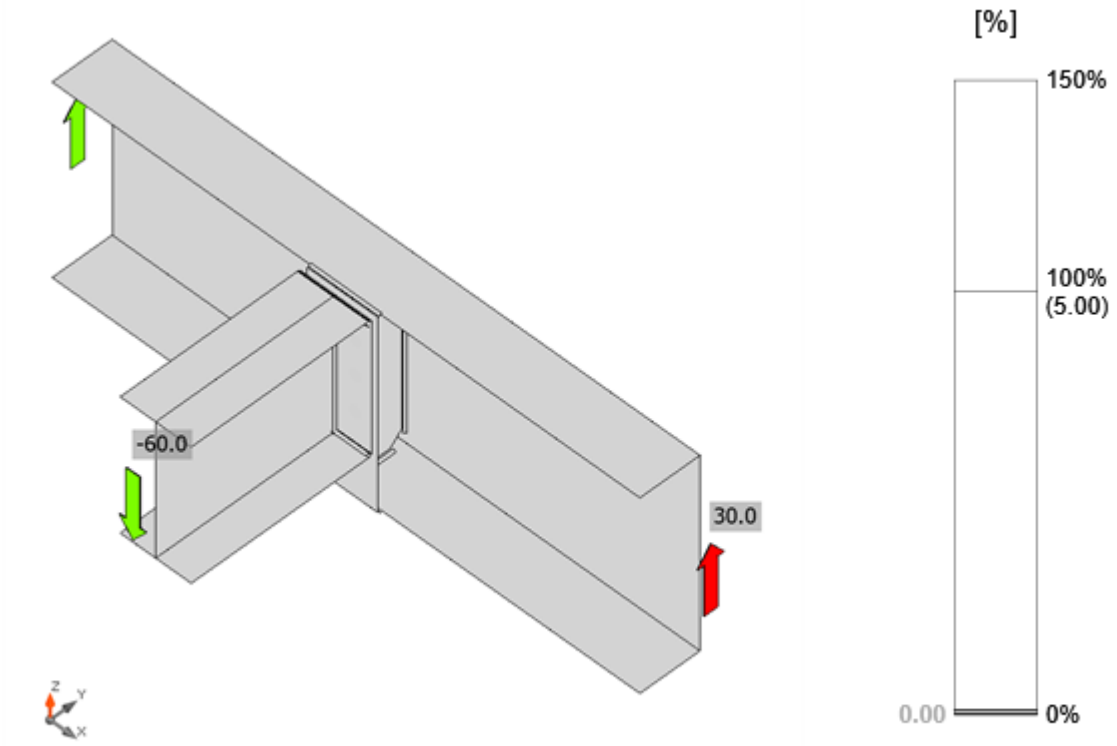
Materiale	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355.0	5.0
S 235	235.0	5.0

Spiegazione dei simboli

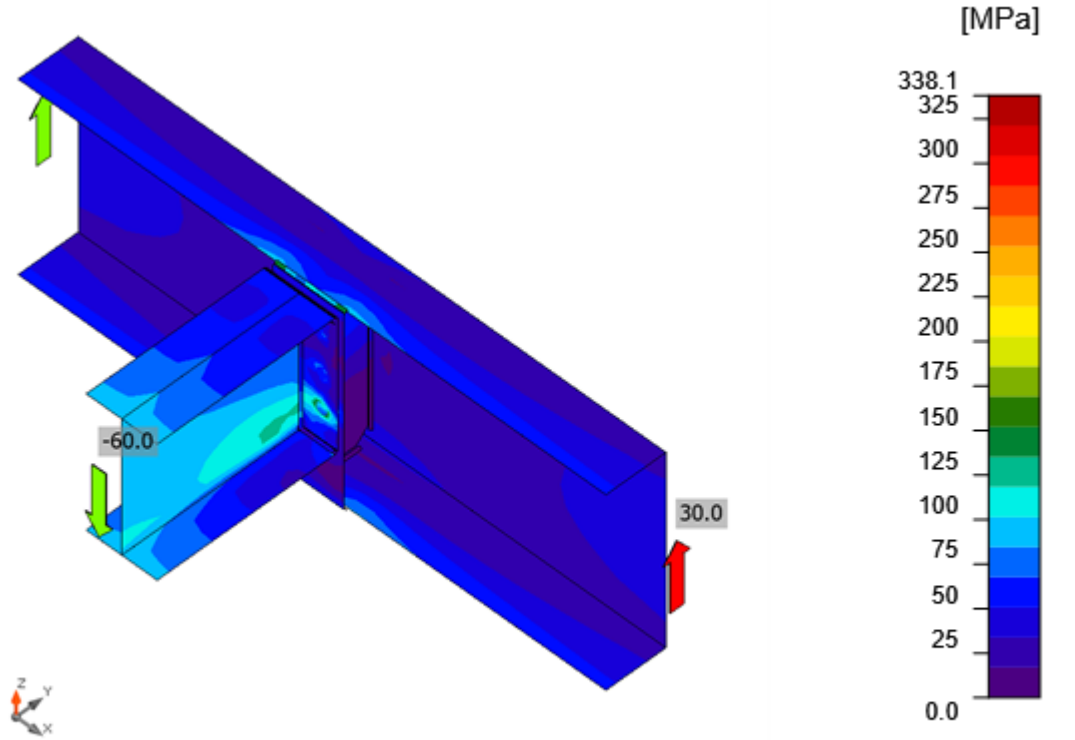
t_p	Spessore piastra
σ_{Ed}	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ε_{lim}	Limite di deformazione plastica

Spiegazione dei simboli

t_p	Spessore piastra
σ_{Ed}	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ε_{lim}	Limite di deformazione plastica

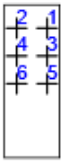


Verifica deformazione, LE1



Sforzo equivalente, LE1

Bulloni

Forma	Elemento	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	M16 8.8 - 1	LE1	1.5	10.0	77.5	1.7	16.6	17.8	OK	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LE1	1.6	10.0	77.5	1.7	16.6	17.8	OK	OK
	B3	M16 8.8 - 1	LE1	6.9	10.0	77.5	7.6	16.5	21.9	OK	OK
	B4	M16 8.8 - 1	LE1	6.9	10.0	77.5	7.6	16.5	22.0	OK	OK
	B5	M16 8.8 - 1	LE1	19.6	10.0	77.5	21.7	16.6	32.2	OK	OK
	B6	M16 8.8 - 1	LE1	19.7	10.0	77.5	21.7	16.6	32.2	OK	OK

Dati Progetto

Classe	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90.4	137.8	60.3

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$F_{v,Ed}$	Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilizzo in trazione
Ut_s	Utilizzo a taglio
Ut_{ts}	Interazione di trazione e taglio EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Saldature

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
SEP1a	UPN 320-tfl 1	◢ 5.0	110	LE1	144.7	0.0	10.2	46.8	-69.0	40.2	37.1	OK	OK
SEP1a	UPN 320-bfl 1	◢ 5.0	110	LE1	119.7	0.0	-32.3	9.1	-65.9	33.2	28.9	OK	OK
SEP1b	IPE 220-bfl 1	◢ 5.0 ◣	109	LE1	41.2	0.0	35.9	9.3	7.0	13.8	13.1	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	109	LE1	21.7	0.0	-13.4	-5.2	-8.4	7.0	7.0	OK	OK
SEP1b	IPE 220-tfl 1	◢ 5.0 ◣	109	LE1	52.1	0.0	-27.0	25.5	3.0	14.5	13.6	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	109	LE1	45.5	0.0	-26.0	21.5	0.5	12.6	11.8	OK	OK
SEP1b	IPE 220-w 1	◢ 5.0 ◣	204	LE1	87.6	0.0	22.3	22.4	-43.5	24.3	19.0	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	204	LE1	87.3	0.0	22.4	-22.4	43.2	24.2	19.0	OK	OK
UPN 320-bfl 1	STIFF1	◢ 5.0 ◣	68	LE1	15.7	0.0	4.5	4.4	-7.5	4.4	4.4	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	68	LE1	15.7	0.0	4.4	-4.4	7.5	4.4	4.4	OK	OK
UPN 320-w 1	STIFF1	◢ 5.0 ◣	250	LE1	85.4	0.0	3.8	3.8	49.1	23.7	17.1	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	250	LE1	85.4	0.0	3.8	-3.8	-49.1	23.7	17.1	OK	OK
UPN 320-tfl 1	STIFF1	◢ 5.0 ◣	68	LE1	78.2	0.0	9.4	9.4	-43.8	21.7	19.5	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	68	LE1	78.4	0.0	9.4	-9.4	43.9	21.8	19.4	OK	OK
SEP1a	STIFF1	◢ 5.0 ◣	283	LE1	92.0	0.0	39.7	39.7	26.9	25.6	15.7	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	283	LE1	91.9	0.0	39.7	-39.6	-26.9	25.5	15.9	OK	OK

Dati Progetto

Materiale	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Spiegazione dei simboli

T_w	Spessore della gola a
L	Lunghezza
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
Ut	Utilizzo
Ut_c	Stima della capacità della saldatura
◢	Saldatura riempita
f_u	Resistenza ultima della saldatura
β_w	Fattore di correlazione EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
0.9 σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare: 0.9*fu/γM2

11.1.2 Verifica connessione a taglio tra profilo IPE 220 (o IPE 240) parete in c.a. (dett. M13)

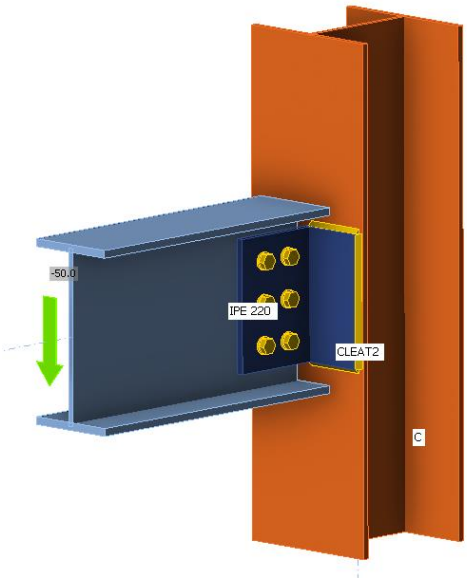
La tabella seguente riporta l'azione di taglio trasmessa dal profilo in corrispondenza dell'attacco alla parete in c.a.

Posizione	Profilo	Luce (*)	Vsd [kN]
P.1	IPE 220	5.09m	57 x 5.09m/7.60m = 38
P.2	IPE 240	5.09m	55 x 5.09m/7.60m = 37
ATRIO P.1	IPE 220		45
ATRIO +9.25m	IPE 220		41
ATRIO	IPE 270	8.50m, i = 1.16m	8.86 kN/m2 x 1.16m x 8.50m / 2 = 44 kN

(*) se inferiore al caso tipico dei paragrafi dedicati all'analisi e verifica delle travi

A favor di sicurezza si assume il valore Vsd = 50 kN

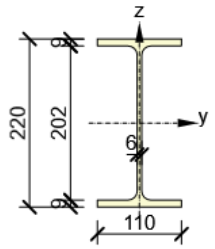
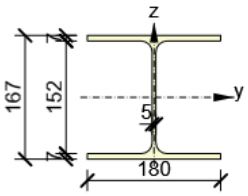
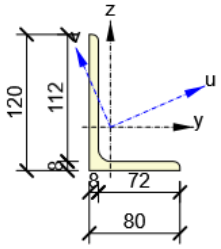
NOTA: nei risultati del modello IdeaStatica di seguito riportati si analizza il collegamento metallico a taglio con squadretta saldata a piatto d'acciaio simulata comme ala di profilo metallico. La verifica dell'ancoraggio al cls viene riportata dopo.



Cross-sections

Name	Material
22 - CON1(IPE220)	S 235
16 - HEA180A	S 235
27 - L120X80X8	S 355

Cross-sections

Name	Material	Drawing
22 - CON1(IPE220)	S 235	
16 - HEA180A	S 235	
27 - L120X80X8	S 355	

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M12 10.9	M12 10.9	12	1000.0	113

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	IPE 220 / End	0.0	0.0	-50.0	0.0	0.0	0.0
	M3 / End	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	M3 / Begin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	58.6 < 100%	OK
Welds	40.1 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

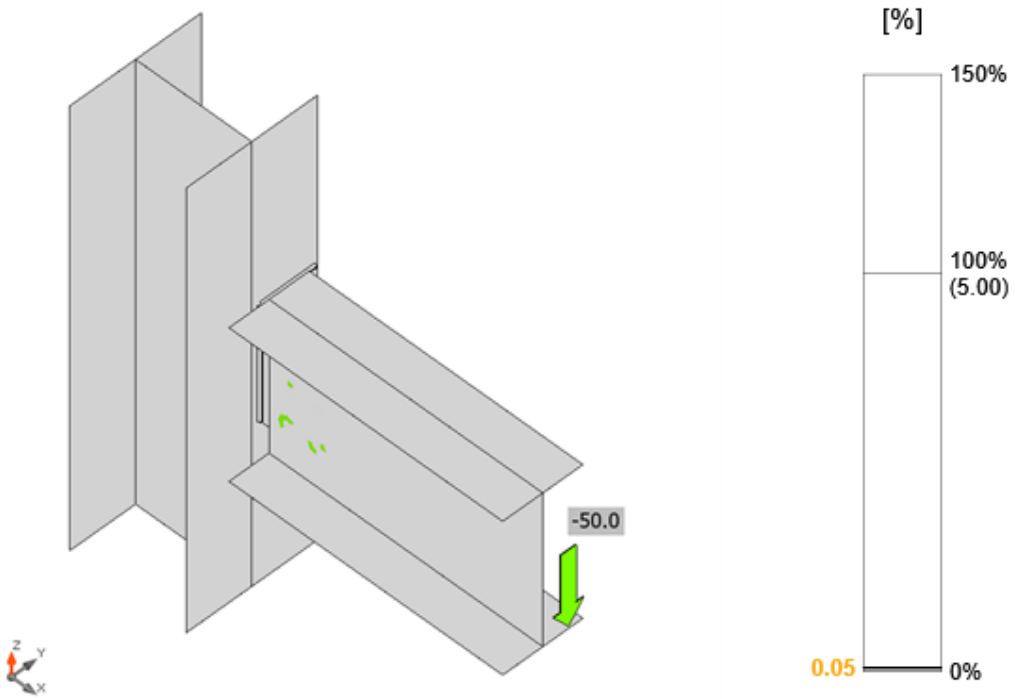
Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
IPE 220-bfl 1	S 235	9.2	LE1	80.5	0.0	0.0	OK
IPE 220-tfl 1	S 235	9.2	LE1	80.9	0.0	0.0	OK
IPE 220-w 1	S 235	5.9	LE1	223.9	0.0	22.1	OK
M3-bfl 1	S 235	7.5	LE1	90.8	0.0	0.0	OK
M3-tfl 1	S 235	7.5	LE1	6.9	0.0	0.0	OK
M3-w 1	S 235	5.0	LE1	47.5	0.0	0.0	OK
CLEAT2-bfl 1	S 355	8.0	LE1	127.3	0.0	0.0	OK
CLEAT2-w 1	S 355	8.0	LE1	228.0	0.0	30.0	OK

Design data

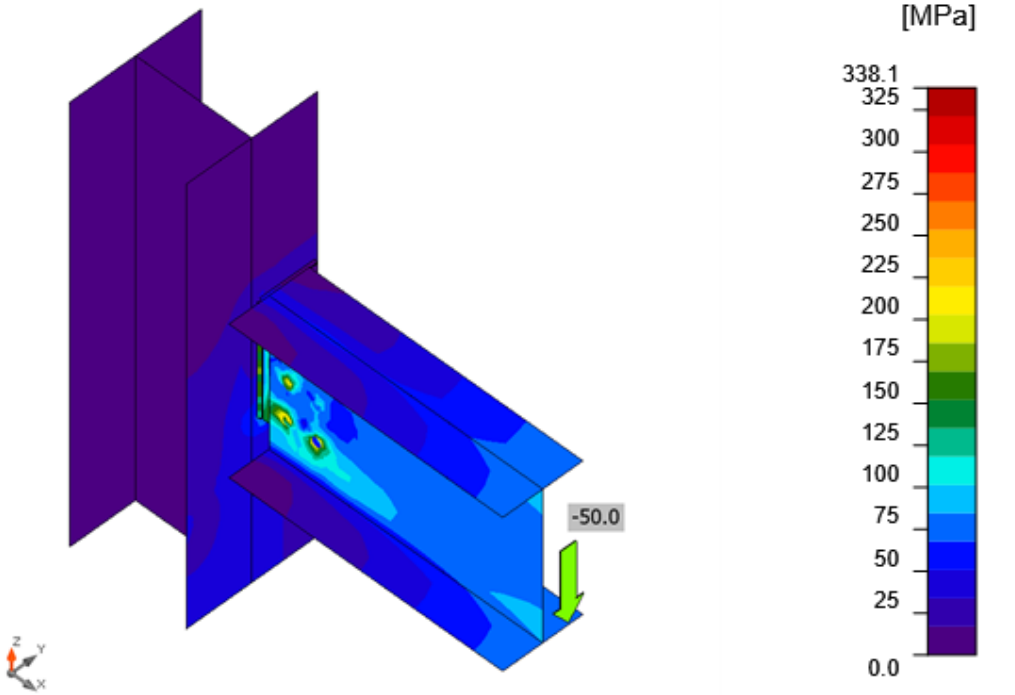
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235.0	5.0
S 355	355.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

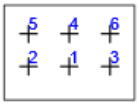


Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Status
	B1	M12 10.9 - 1	LE1	0.8	13.3	51.0	1.3	39.5	40.4	OK
	B2	M12 10.9 - 1	LE1	5.7	17.5	51.0	9.3	52.0	58.6	OK
	B3	M12 10.9 - 1	LE1	2.1	17.6	34.5	3.4	52.2	54.7	OK
	B4	M12 10.9 - 1	LE1	0.3	3.4	51.0	0.5	10.1	10.5	OK
	B5	M12 10.9 - 1	LE1	1.2	12.3	51.0	2.0	36.3	37.8	OK
	B6	M12 10.9 - 1	LE1	1.8	12.2	39.5	2.9	36.3	38.4	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M12 10.9 - 1	60.7	60.9	33.7

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Status
M3-bfl 1	CLEAT2-bfl 1	◢ 4.0	76	LE1	43.6	0.0	40.7	9.0	0.2	11.5	9.3	OK
M3-bfl 1	CLEAT2-bfl 1	◢ 4.0	158	LE1	174.8	0.0	7.1	5.4	-100.7	40.1	26.0	OK
M3-bfl 1	CLEAT2-bfl 1	◢ 4.0	76	LE1	70.1	0.0	-66.4	0.8	12.9	18.8	13.1	OK
M3-bfl 1	CLEAT2-bfl 1	◢ 4.0	158	LE1	24.1	0.0	0.6	0.3	-13.9	5.5	5.5	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	490.0	0.90	435.6	352.8

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

Verifica ancoraggio al cls

Con riferimento a NTC 2018 p.to 7.4.4.5.1

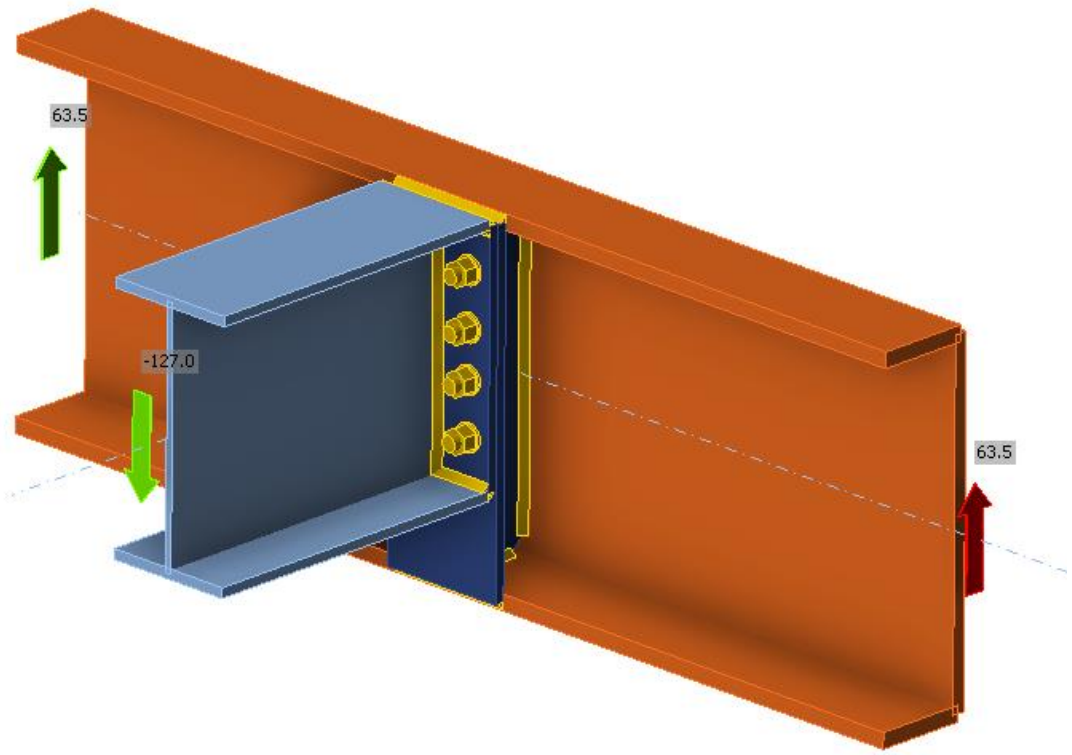
		CLS - Resistenza	
C30/37		f_{ck} [MPa]	30
~~fck User~~	~~15~~	γ_c	1.5
		α_{cc}	0.85
		f_{cd} [MPa]	17.00
		EC2/NTC (*)	NTC
		fctk [MPa]	2.03
		fctd [MPa]	1.35

Si adottano due zanche a due braccia ϕ20 B450C

Nr. Ferri nb	Diametro barra Db [mm]		Filettata [S/N]	Area barra Ab [mm2]	Passo s [mm]	Area metallica As [mm2/m]	Acciaio fyd [N/mm2]	CLS fcd [N/mm2]		Vdd1 [kN/m]	Vdd2 [kN/m]	Vdd [kN/m]
1	20		N	314	1000	314	309	17.0		29.6	24.3	24.3

Vrd = 4 Vdd = 4 x 24.3 kN = 97.2 kN > Vsd.

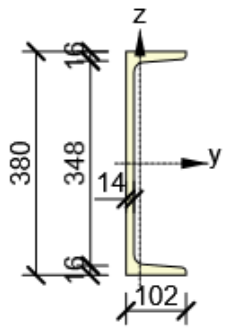
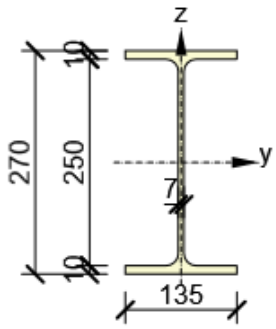
11.1.3 Verifica connessione a taglio tra IPE 270 e profilo di bordo UPN 320/380 (Impalcato P.2, Dett. M21)



Sezioni

Nome	Materiale
6 - UNP380	S 355
5 - IPE270	S 235

Sezioni

Nome	Materiale	Disegno
6 - UNP380	S 355	
5 - IPE270	S 235	

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M16 8.8	M16 8.8	16	800.0	201

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B / Begin	0.0	0.0	63.5	0.0	0.0	0.0
	B / End	0.0	0.0	63.5	0.0	0.0	0.0
	B1 / End	0.0	0.0	-127.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	53.0 < 100%	OK
Welds	70.1 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
B-bfl 1	S 355	16.0	LE1	149.2	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	S 355	16.0	LE1	159.0	0.0	0.0	OK
B-w 1	S 355	13.5	LE1	100.4	0.0	0.0	OK
B1-bfl 1	S 235	10.2	LE1	133.2	0.0	0.0	OK
B1-tfl 1	S 235	10.2	LE1	133.5	0.0	0.0	OK
B1-w 1	S 235	6.6	LE1	171.0	0.0	0.0	OK
SEP1a	S 235	10.0	LE1	198.2	0.0	50.1	OK
SEP1b	S 235	10.0	LE1	223.4	0.0	50.1	OK
STIFF1	S 235	10.0	LE1	112.9	0.0	0.0	OK

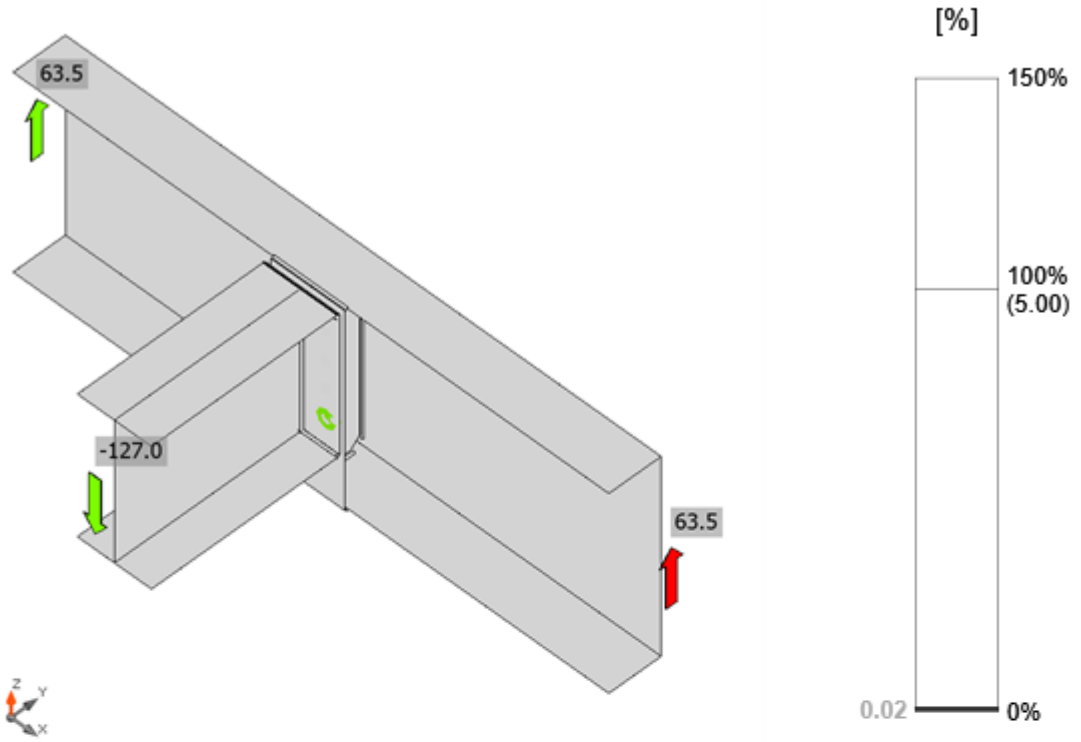
Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355.0	5.0
S 235	235.0	5.0

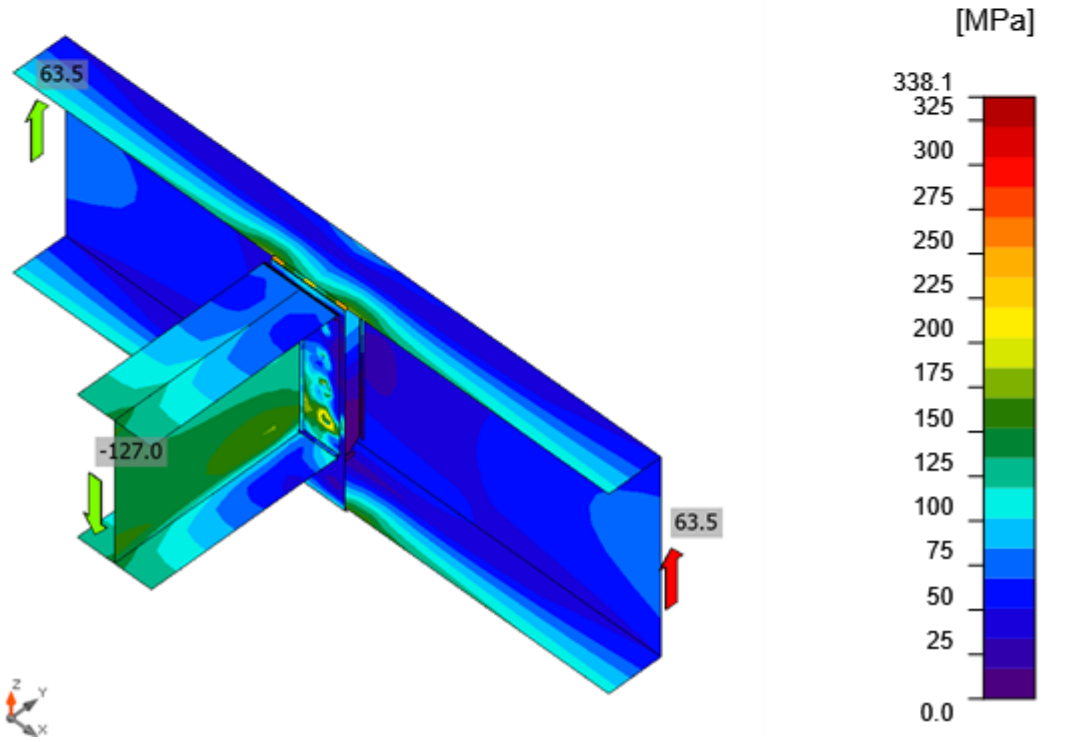
Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

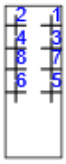
Overall check, LE1



Strain check, LE1



Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Status
	B1	M16 8.8 - 1	LE1	2.2	15.9	77.5	2.5	26.4	28.2	OK
	B2	M16 8.8 - 1	LE1	2.3	15.9	77.5	2.6	26.4	28.2	OK
	B3	M16 8.8 - 1	LE1	7.7	15.8	68.2	8.5	26.2	32.2	OK
	B4	M16 8.8 - 1	LE1	7.7	15.8	68.2	8.5	26.2	32.3	OK
	B5	M16 8.8 - 1	LE1	33.5	16.0	77.5	37.0	26.6	53.0	OK
	B6	M16 8.8 - 1	LE1	33.4	16.0	77.5	36.9	26.6	52.9	OK
	B7	M16 8.8 - 1	LE1	15.5	15.8	68.2	17.1	26.2	38.4	OK
	B8	M16 8.8 - 1	LE1	15.4	15.8	68.2	17.0	26.2	38.4	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 8.8 - 1	90.4	137.8	60.3

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Status
SEP1a	B-tfl 1	◢ 5.0	135	LE1	252.5	0.0	19.8	56.1	-134.1	70.1	64.4	OK
SEP1a	B-bfl 1	◢ 5.0	135	LE1	228.7	0.0	-44.2	8.6	129.3	63.5	54.4	OK
SEP1b	B1-bfl 1	◢ 5.0 ◣	134	LE1	82.4	0.0	69.8	21.8	-12.9	26.9	22.6	OK
		◢ 5.0 ◣	134	LE1	40.6	0.0	-23.2	-11.3	-15.5	13.6	11.2	OK
SEP1b	B1-tfl 1	◢ 5.0 ◣	134	LE1	94.2	0.0	-46.0	47.3	3.6	26.2	17.5	OK
		◢ 5.0 ◣	134	LE1	74.1	0.0	-22.9	40.3	-5.8	20.6	15.4	OK
SEP1b	B1-w 1	◢ 5.0 ◣	254	LE1	125.8	0.0	43.4	43.9	-52.1	34.9	26.9	OK
		◢ 5.0 ◣	254	LE1	128.6	0.0	45.2	-44.8	53.2	35.7	27.2	OK
B-bfl 1	STIFF1	◢ 5.0 ◣	72	LE1	18.9	0.0	6.1	6.0	-8.4	5.3	5.3	OK
		◢ 5.0 ◣	72	LE1	18.9	0.0	6.0	-6.0	8.4	5.3	5.3	OK
B-w 1	STIFF1	◢ 5.0 ◣	316	LE1	147.9	0.0	2.1	2.1	85.4	41.1	29.3	OK
		◢ 5.0 ◣	316	LE1	148.0	0.0	2.2	-2.2	-85.4	41.1	29.3	OK
B-tfl 1	STIFF1	◢ 5.0 ◣	72	LE1	112.1	0.0	7.4	7.3	-64.2	31.1	29.2	OK
		◢ 5.0 ◣	72	LE1	111.8	0.0	7.5	-7.7	63.9	31.0	29.5	OK
SEP1a	STIFF1	◢ 5.0 ◣	346	LE1	117.1	0.0	37.7	39.8	50.2	32.5	21.8	OK
		◢ 5.0 ◣	346	LE1	118.4	0.0	43.1	-40.9	-48.8	32.9	20.2	OK

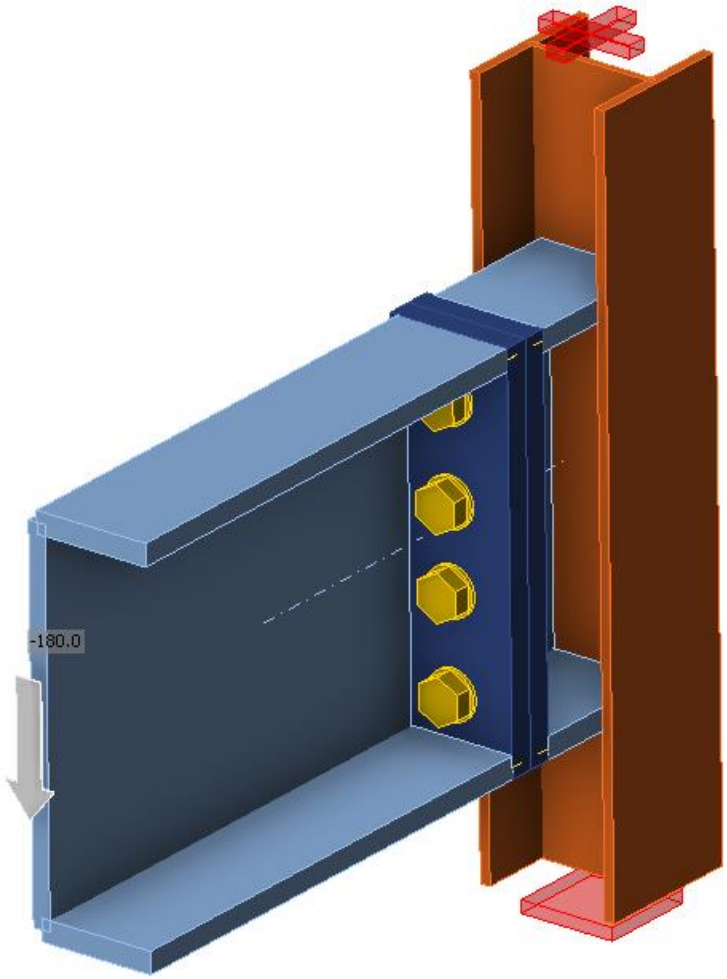
Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

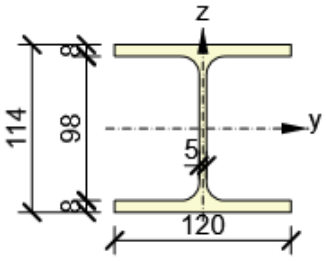
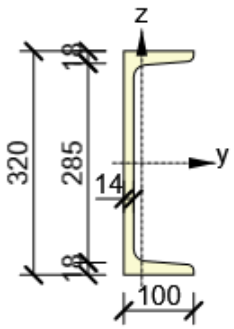
11.1.4 Verifica giunto profilo di bordo UPN320 (dett. M11 e M21)



Cross-sections

Name	Material
20 - HEA120	S 355
3 - UNP320	S 355

Cross-sections

Name	Material	Drawing
20 - HEA120	S 355	
3 - UNP320	S 355	

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M22 10.9	M22 10.9	22	1000.0	380

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	HEA120 / Begin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HEA120 / End	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UPN320 / End	0.0	0.0	-180.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.5 < 5.0%	OK
Bolts	89.5 < 100%	OK
Welds	88.8 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
HEA120-bfl 1	8.0	LE1	338.1	0.0	0.0	OK
HEA120-tfl 1	8.0	LE1	239.0	0.0	0.0	OK
HEA120-w 1	5.0	LE1	282.0	0.0	0.0	OK
UPN320-bfl 1	17.5	LE1	339.1	0.5	0.0	OK
UPN320-tfl 1	17.5	LE1	338.5	0.2	0.0	OK
UPN320-w 1	14.0	LE1	333.1	0.0	0.0	OK
STUB1-bfl 1	17.5	LE1	300.9	0.0	0.0	OK
STUB1-tfl 1	17.5	LE1	320.2	0.0	0.0	OK
STUB1-w 1	14.0	LE1	293.2	0.0	0.0	OK
STIFF1a	17.0	LE1	258.3	0.0	0.0	OK
STIFF1b	17.0	LE1	285.8	0.0	0.0	OK
STUB1-EPa	20.0	LE1	338.5	0.2	154.0	OK
STUB1-EPb	20.0	LE1	338.4	0.1	154.0	OK

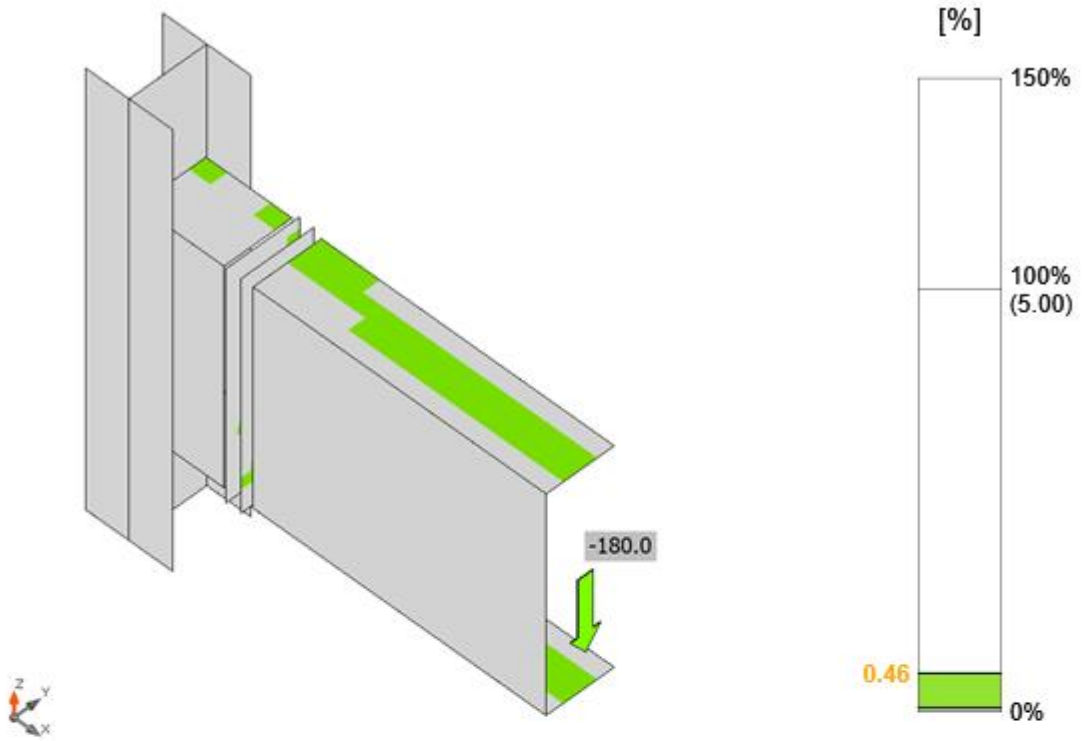
Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355.0	5.0

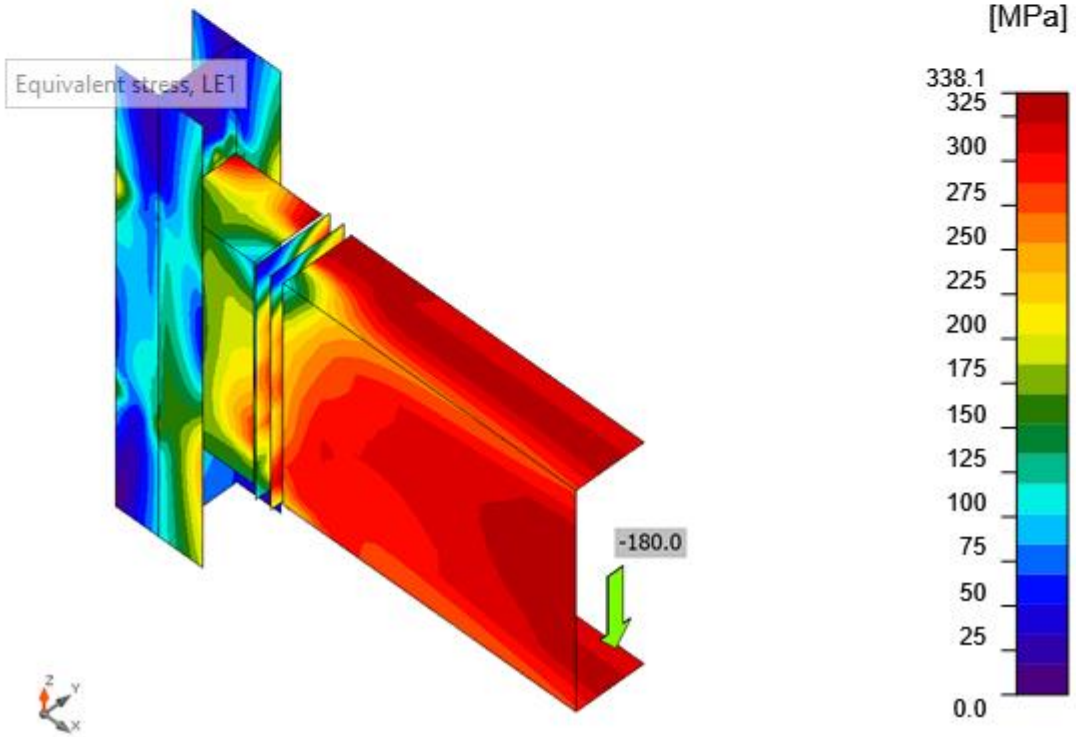
Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

Overall check, LE1



Strain check, LE1



Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Status
	B1	M22 10.9 - 1	LE1	4.8	47.6	299.4	2.2	39.2	40.8	OK
	B2	M22 10.9 - 1	LE1	3.7	46.8	287.5	1.7	38.6	39.8	OK
	B3	M22 10.9 - 1	LE1	154.9	47.1	299.4	71.0	38.8	89.5	OK
	B4	M22 10.9 - 1	LE1	1.9	46.6	287.5	0.9	38.5	39.1	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M22 10.9 - 1	218.2	529.9	121.2

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Status
HEA120-bfl 1	STIFF1a	◢ 6.0 ◣	47	LE1	88.3	0.0	-28.3	5.1	-48.0	20.3	18.0	OK
		◢ 6.0 ◣	47	LE1	63.4	0.0	31.8	7.6	-30.7	14.6	12.7	OK
HEA120-w 1	STIFF1a	◢ 6.0 ◣	77	LE1	340.8	0.0	249.3	133.8	10.5	78.3	47.5	OK
		◢ 6.0 ◣	77	LE1	181.1	0.0	-106.2	84.7	-1.1	41.6	26.4	OK
HEA120-tfl 1	STIFF1a	◢ 6.0 ◣	47	LE1	71.4	0.0	17.3	19.9	-34.7	16.4	12.9	OK
		◢ 6.0 ◣	47	LE1	63.4	0.0	10.0	-7.4	35.4	14.6	12.4	OK
HEA120-bfl 1	STIFF1b	◢ 6.0 ◣	47	LE1	46.1	0.0	-28.7	16.5	-12.7	10.6	10.6	OK
		◢ 6.0 ◣	47	LE1	93.1	0.0	33.2	5.0	-50.0	21.4	19.2	OK
HEA120-w 1	STIFF1b	◢ 6.0 ◣	77	LE1	193.3	0.0	175.5	32.7	33.4	49.8	20.6	OK
		◢ 6.0 ◣	77	LE1	386.7	0.0	-290.0	147.2	11.4	88.8	51.5	OK
HEA120-tfl 1	STIFF1b	◢ 6.0 ◣	47	LE1	46.3	0.0	-8.3	-2.1	26.2	10.6	7.5	OK
		◢ 6.0 ◣	47	LE1	51.9	0.0	-11.1	17.3	-23.6	11.9	9.7	OK
STUB1-EPa	UPN320-bfl 1	-	93	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPa	UPN320-tfl 1	-	93	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPa	UPN320-w 1	-	303	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPb	STUB1-bfl 1	-	93	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPb	STUB1-tfl 1	-	93	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPb	STUB1-w 1	-	303	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
HEA120-w 1	STUB1-bfl 1	-	93	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
HEA120-w 1	STUB1-tfl 1	-	93	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
HEA120-w 1	STUB1-w 1	-	303	-	-	-	-	-	-	-	-	OK

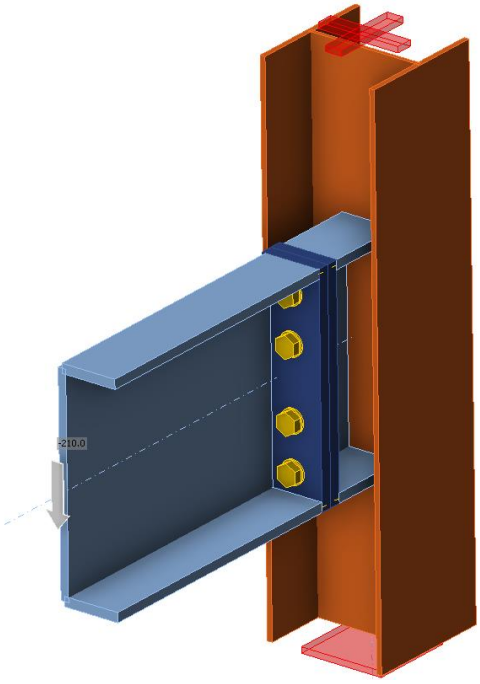
Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	490.0	0.90	435.6	352.8

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

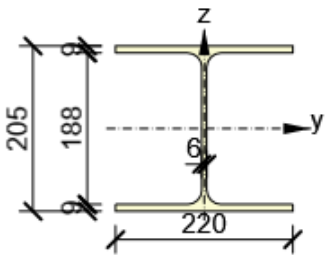
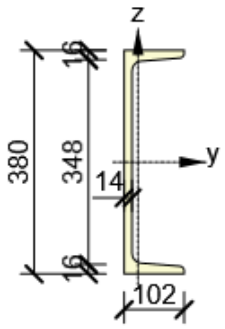
11.1.5 Verifica giunto profilo di bordo UPN380/UPN 400 (dett. M21)



Cross-sections

Name	Material
23 - HEA220A	S 235
6 - UNP380	S 355

Cross-sections

Name	Material	Drawing
23 - HEA220A	S 235	
6 - UNP380	S 355	

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M22 10.9	M22 10.9	22	1000.0	380

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	HEAA220 / Begin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HEAA220 / End	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	UPN320 / End	0.0	0.0	-225.0	0.0	0.0	0.0

Unbalanced forces

Name	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	0.0	0.0	-225.0	5.6	0.0	0.0

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.9 < 5.0%	OK
Bolts	95.7 < 100%	OK
Welds	93.7 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

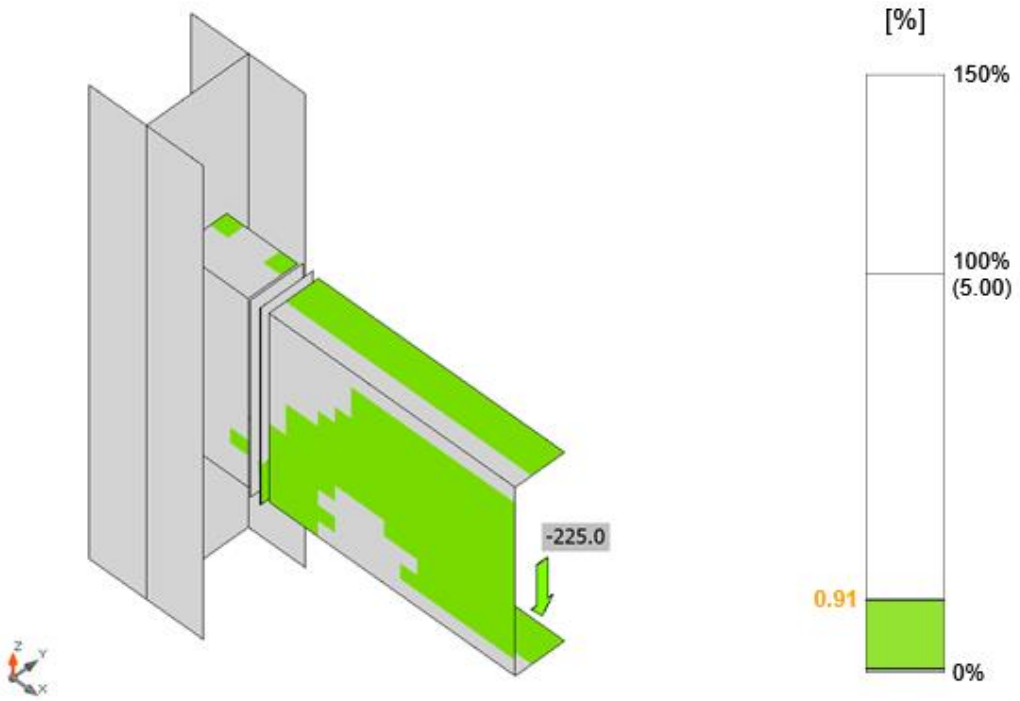
Name	Material	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
HEAA220-bfl 1	S 235	8.5	LE1	153.6	0.0	0.0	OK
HEAA220-tfl 1	S 235	8.5	LE1	130.5	0.0	0.0	OK
HEAA220-w 1	S 235	6.0	LE1	171.3	0.0	0.0	OK
UPN320-bfl 1	S 355	16.0	LE1	340.0	0.9	0.0	OK
UPN320-tfl 1	S 355	16.0	LE1	338.6	0.2	0.0	OK
UPN320-w 1	S 355	13.5	LE1	338.3	0.1	0.0	OK
STUB1-bfl 1	S 355	16.0	LE1	254.5	0.0	0.0	OK
STUB1-tfl 1	S 355	16.0	LE1	288.8	0.0	0.0	OK
STUB1-w 1	S 355	13.5	LE1	325.3	0.0	0.0	OK
STIFF1a	S 355	17.0	LE1	143.1	0.0	0.0	OK
STIFF1b	S 355	17.0	LE1	159.7	0.0	0.0	OK
STUB1-EPa	S 355	20.0	LE1	339.5	0.7	245.2	OK
STUB1-EPb	S 355	20.0	LE1	338.8	0.3	245.2	OK

Design data

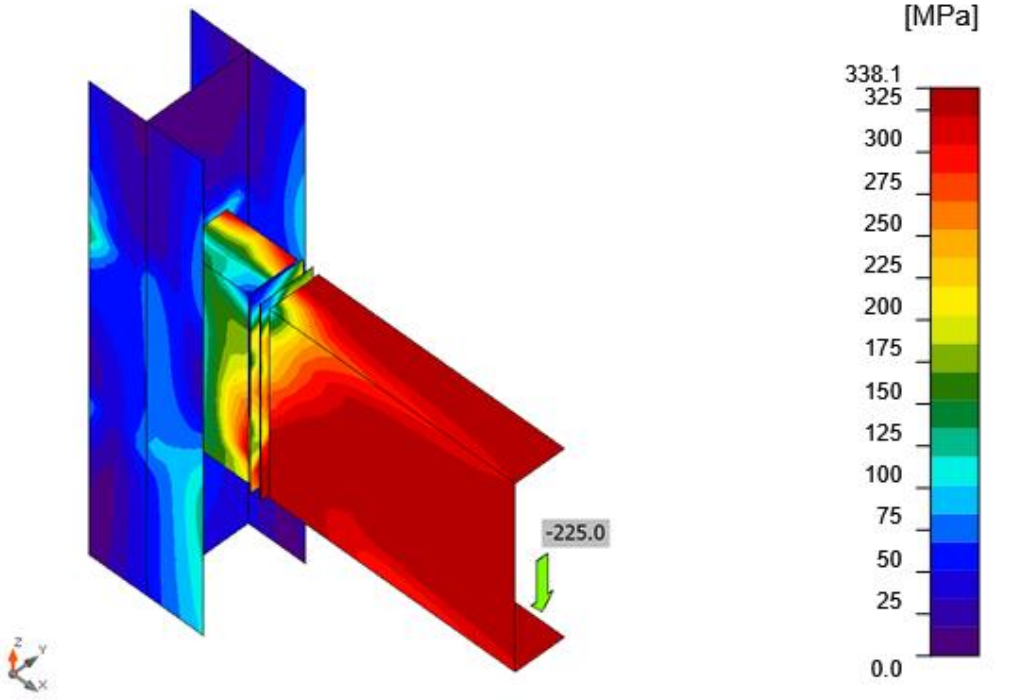
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235.0	5.0
S 355	355.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

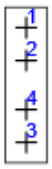


Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Status
	B1	M22 10.9 - 1	LE1	17.0	63.9	299.4	7.8	52.7	58.2	OK
	B2	M22 10.9 - 1	LE1	13.5	63.6	371.3	6.2	52.4	56.9	OK
	B3	M22 10.9 - 1	LE1	188.9	41.0	299.4	86.6	33.8	95.7	OK
	B4	M22 10.9 - 1	LE1	22.2	64.6	371.3	10.2	53.3	60.5	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M22 10.9 - 1	218.2	529.9	121.2

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Status
HEAA220-bfl 1	STIFF1a	◢ 6.0 ◣	97	LE1	108.7	0.0	7.8	14.0	-61.0	25.0	21.5	OK
		◢ 6.0 ◣	97	LE1	80.1	0.0	14.6	-8.4	44.7	18.4	15.3	OK
HEAA220-w 1	STIFF1a	◢ 6.0 ◣	167	LE1	360.5	0.0	-185.7	-167.9	-60.2	82.8	48.6	OK
		◢ 6.0 ◣	167	LE1	408.1	0.0	-174.2	191.7	92.9	93.7	51.4	OK
HEAA220-tfl 1	STIFF1a	◢ 6.0 ◣	97	LE1	107.6	0.0	3.5	-3.6	-62.0	24.7	19.1	OK
		◢ 6.0 ◣	97	LE1	106.0	0.0	-13.4	6.3	60.4	24.3	18.6	OK
HEAA220-bfl 1	STIFF1b	◢ 6.0 ◣	97	LE1	88.6	0.0	-16.8	-3.7	50.1	20.3	15.8	OK
		◢ 6.0 ◣	97	LE1	128.2	0.0	-1.0	14.1	-72.7	29.4	23.6	OK
HEAA220-w 1	STIFF1b	◢ 6.0 ◣	167	LE1	368.1	0.0	142.4	176.6	84.9	84.5	46.6	OK
		◢ 6.0 ◣	167	LE1	369.5	0.0	200.4	-166.2	-67.2	84.8	50.5	OK
HEAA220-tfl 1	STIFF1b	◢ 6.0 ◣	97	LE1	88.4	0.0	14.3	5.8	50.1	20.3	16.7	OK
		◢ 6.0 ◣	97	LE1	80.5	0.0	-6.7	-1.8	-46.3	18.5	16.6	OK
STUB1-EPa	UPN320-bfl 1	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPa	UPN320-tfl 1	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPa	UPN320-w 1	-	364	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPb	STUB1-bfl 1	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPb	STUB1-tfl 1	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
STUB1-EPb	STUB1-w 1	-	364	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
HEAA220-w 1	STUB1-bfl 1	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
HEAA220-w 1	STUB1-tfl 1	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	OK
HEAA220-w 1	STUB1-w 1	-	364	-	-	-	-	-	-	-	-	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	490.0	0.90	435.6	352.8

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

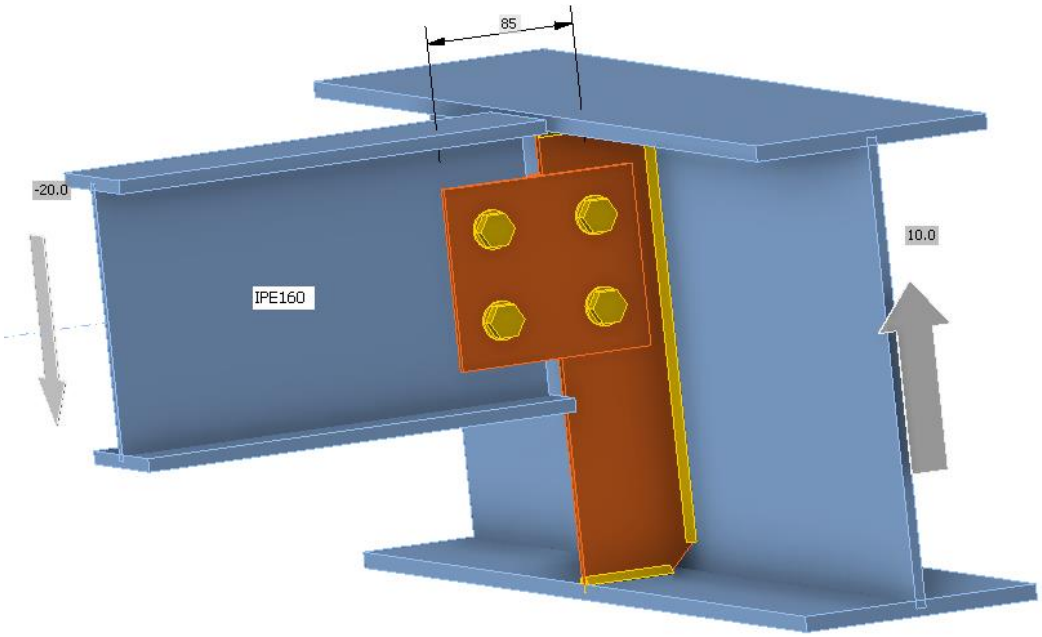
11.2 Dettagli di collegamento nell'impalcato di Copertura Maniche

La tabella di sintesi seguente riporta la reazione all'appoggio delle travi degli impalcati di nuova realizzazione:

Posizione	Profilo	Vsd [kN]	Nsd [kN]	Verifica
Arcareccio interno	IPE 160	21	0	Par. 11.2.1
Arcareccio interno	HEAA 200	27	0	Par. 11.2.2
Arcareccio bordo	IPE 160	9	+/- 113	Par. 11.2.3
Arcareccio bordo	HEAA 200	14	+/- 100	Par. 11.2.3
Diagonale controvento di falda	2 x 150x10	0	2 x 50	Par. 11.2.3

11.2.1 Verifica connessione a taglio tra IPE 160 e 2xIPEA 270

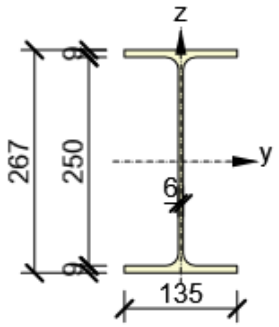
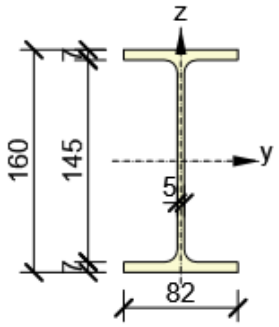
Questa tipologia di nodo può sostituire (solo per gli arcarecci IPE 160 NON di bordo) quella a flangia prevista del dettaglio M31.



Sezioni

Nome	Materiale
12 - IPE270A	S 235
15 - IPE160	S 235

Sezioni

Nome	Materiale	Disegno
12 - IPE270A	S 235	
15 - IPE160	S 235	

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm^2]
M12 10.9	M12 10.9	12	1000.0	113

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	IPEA270 / Inizio	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0
	IPEA270 / Fine	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0
	IPE160 / Fine	0.0	0.0	-20.0	0.0	0.0	0.0

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Verifica Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	1.1 < 5.0%	OK
Bulloni	91.8 < 100%	OK
Saldature	29.5 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

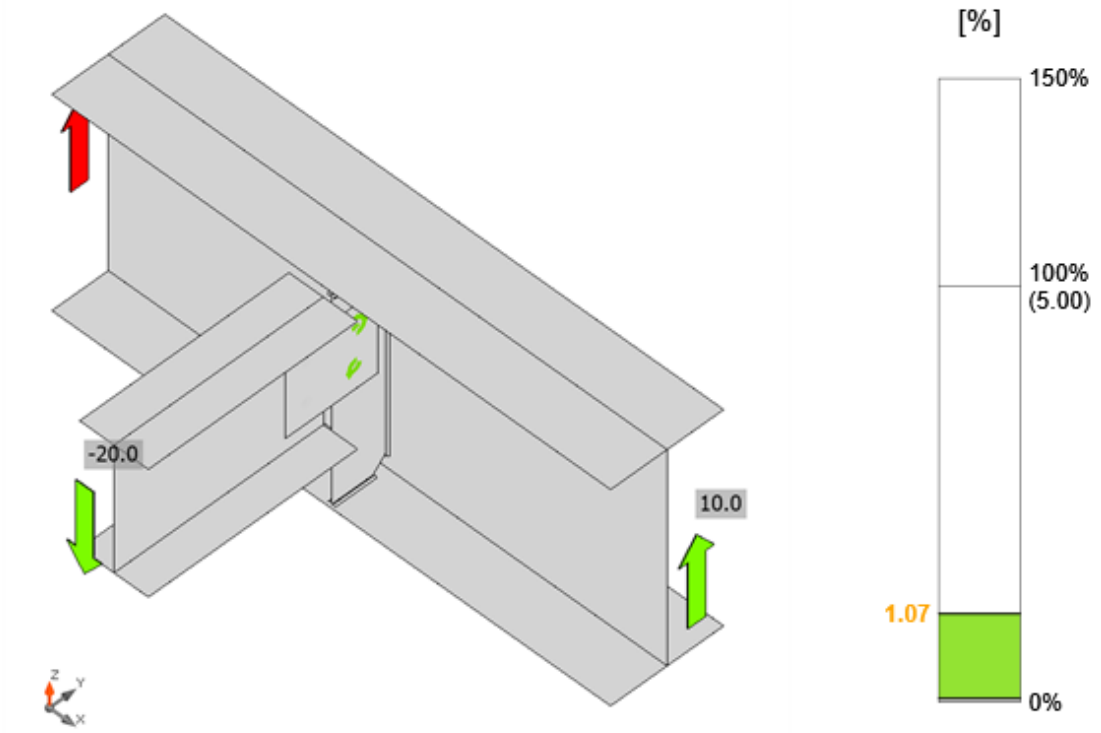
Nome	t_p [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
IPEA270-bfl 1	8.7	LE1	118.3	0.0	0.0	OK
IPEA270-tfl 1	8.7	LE1	118.9	0.0	0.0	OK
IPEA270-w 1	5.5	LE1	71.0	0.0	0.0	OK
IPE160-bfl 1	7.4	LE1	42.3	0.0	0.0	OK
IPE160-tfl 1	7.4	LE1	42.3	0.0	0.0	OK
IPE160-w 1	5.0	LE1	155.1	0.0	11.1	OK
STIFF1	5.0	LE1	226.1	1.1	25.7	OK
SP1	4.0	LE1	223.9	0.1	22.5	OK
SP3	4.0	LE1	223.9	0.1	25.7	OK

Dati Progetto

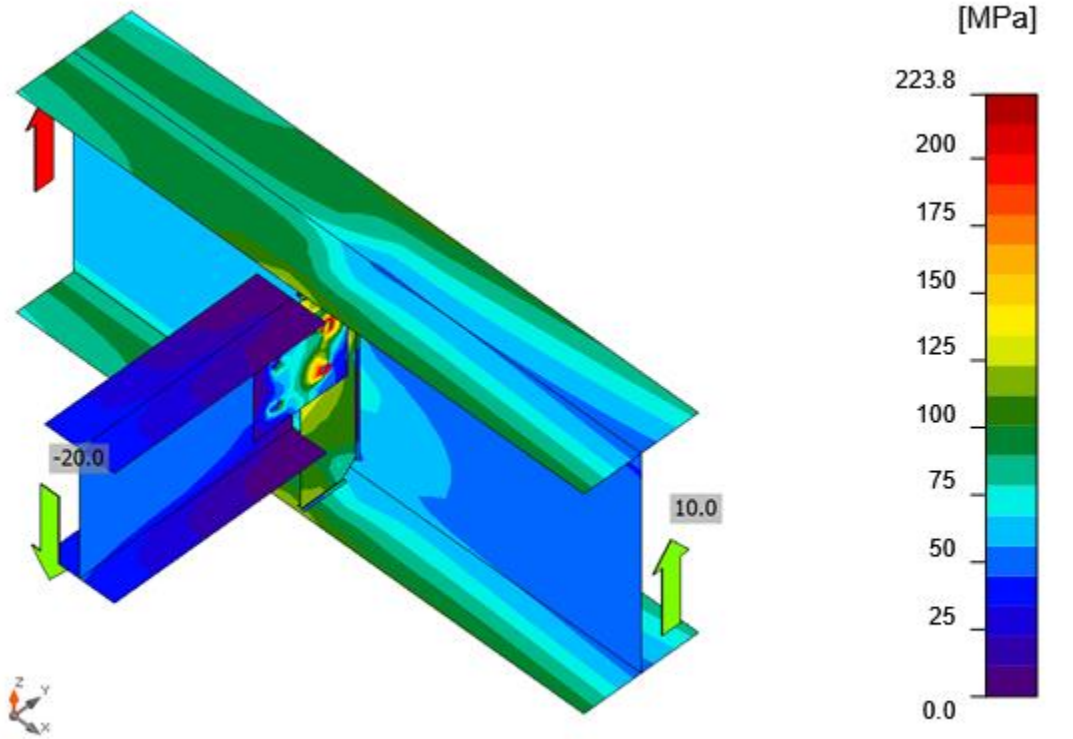
Materiale	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235.0	5.0

Spiegazione dei simboli

t_p	Spessore piastra
σ_{Ed}	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ε_{lim}	Limite di deformazione plastica

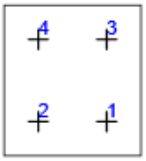


Verifica deformazione, LE1



Sforzo equivalente, LE1

Bulloni

Forma	Elemento	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	M12 10.9 - 1	LE1	1.5	5.0	43.2	3.6	23.1	16.7	OK	OK
	B2	M12 10.9 - 1	LE1	0.9	5.1	43.2	2.2	23.2	16.1	OK	OK
	B3	M12 10.9 - 1	LE1	2.5	13.2	43.2	6.0	60.3	42.0	OK	OK
	B4	M12 10.9 - 1	LE1	3.6	13.1	28.2	8.8	91.8	43.1	OK	OK

Dati Progetto

Classe	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M12 10.9 - 1	60.7	41.3	33.7

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$F_{v,Ed}$	Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilizzo in trazione
Ut_s	Utilizzo a taglio
Ut_{ts}	Interazione di trazione e taglio EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Saldature

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
IPEA270-bfl 1	STIFF1	◢ 3.0 ◣	50	LE1	65.8	0.0	-10.8	-30.8	-21.3	18.3	17.5	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	50	LE1	84.3	0.0	0.6	-20.6	44.0	23.4	21.2	OK	OK
IPEA270-w 1	STIFF1	◢ 3.0 ◣	219	LE1	102.4	0.0	-0.4	-0.9	59.1	28.4	23.0	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	219	LE1	106.3	0.0	12.1	-14.5	59.2	29.5	17.2	OK	OK
IPEA270-tfl 1	STIFF1	◢ 3.0 ◣	50	LE1	69.9	0.0	11.7	32.1	-23.5	19.4	16.4	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	50	LE1	84.9	0.0	8.6	11.8	47.3	23.6	20.0	OK	OK

Dati Progetto

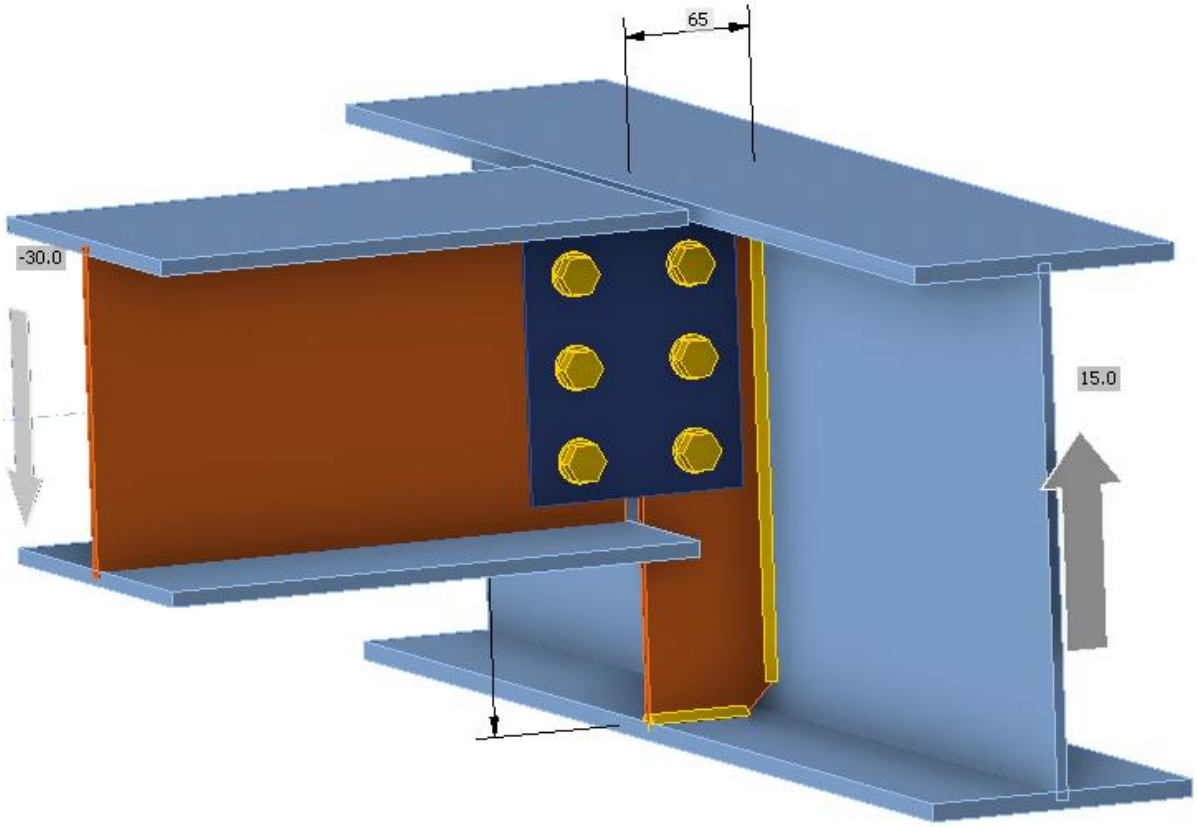
Materiale	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Spiegazione dei simboli

T_w	Spessore della gola a
L	Lunghezza
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
Ut	Utilizzo
Ut_c	Stima della capacità della saldatura
◢	Saldatura riempita
f_u	Resistenza ultima della saldatura
β_w	Fattore di correlazione EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
0.9 σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare: 0.9*fu/γM2

11.2.2 Verifica connessione a taglio tra HEAA 180 (o HEAA 200) e 2xIPEA 270

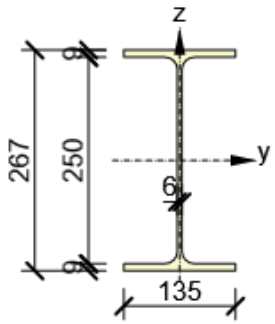
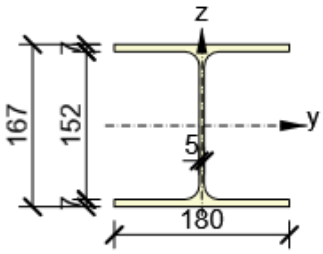
Questa tipologia di nodo può sostituire (solo per gli arcarecci HEAA 200 NON di bordo) quella a flangia prevista del dettaglio M31.



Sezioni

Nome	Materiale
12 - IPE270A	S 235
16 - HEA180A	S 235

Sezioni

Nome	Materiale	Disegno
12 - IPE270A	S 235	
16 - HEA180A	S 235	

Bulloni

Nome	Assieme bullone	Diametro [mm]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm^2]
M12 10.9	M12 10.9	12	1000.0	113

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	IPEA270 / Inizio	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0
	IPEA270 / Fine	0.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0
	IPE160 / Fine	0.0	0.0	-30.0	0.0	0.0	0.0

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Verifica Stato
Analisi	100.0%	OK
Piastre	0.4 < 5.0%	OK
Bulloni	77.9 < 100%	OK
Saldature	40.4 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

Piastre

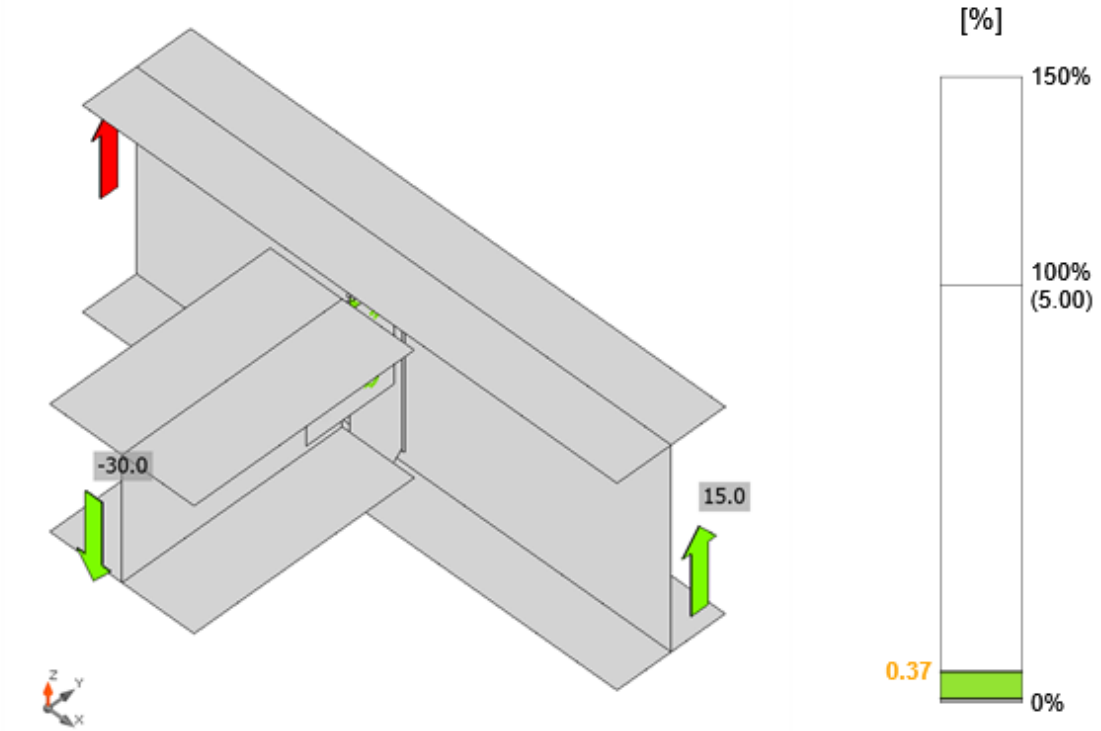
Nome	t_p [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
IPEA270-bfl 1	8.7	LE1	177.8	0.0	0.0	OK
IPEA270-tfl 1	8.7	LE1	180.8	0.0	0.0	OK
IPEA270-w 1	5.5	LE1	104.2	0.0	0.0	OK
IPE160-bfl 1	7.5	LE1	37.0	0.0	0.0	OK
IPE160-tfl 1	7.5	LE1	37.0	0.0	0.0	OK
IPE160-w 1	5.0	LE1	168.6	0.0	12.1	OK
STIFF1	5.0	LE1	224.6	0.4	27.5	OK
SP1	4.0	LE1	207.4	0.0	22.6	OK
SP3	4.0	LE1	213.0	0.0	27.5	OK

Dati Progetto

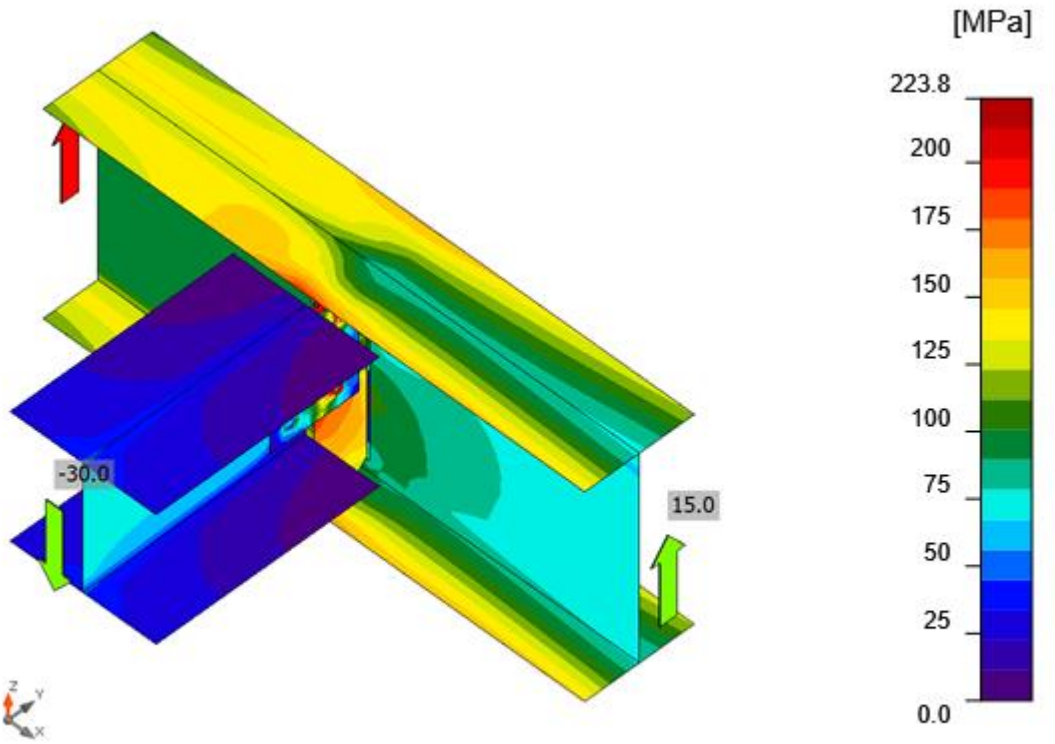
Materiale	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235.0	5.0

Spiegazione dei simboli

t_p	Spessore piastra
σ_{Ed}	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ε_{lim}	Limite di deformazione plastica

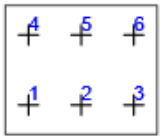


Verifica deformazione, LE1



Sforzo equivalente, LE1

Bulloni

Forma	Elemento	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	M12 10.9 - 1	LE1	0.9	5.1	38.5	2.1	26.0	16.2	OK	OK
	B2	M12 10.9 - 1	LE1	0.8	5.1	39.0	1.9	25.7	16.2	OK	OK
	B3	M12 10.9 - 1	LE1	1.6	5.1	17.7	3.9	28.8	17.1	OK	OK
	B4	M12 10.9 - 1	LE1	3.6	11.3	28.2	8.8	77.9	37.7	OK	OK
	B5	M12 10.9 - 1	LE1	0.9	5.2	39.0	2.2	25.9	16.4	OK	OK
	B6	M12 10.9 - 1	LE1	2.4	11.6	43.2	5.7	52.5	37.2	OK	OK

Dati Progetto

Classe	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M12 10.9 - 1	60.7	41.3	33.7

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$F_{v,Ed}$	Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilizzo in trazione
Ut_s	Utilizzo a taglio
Ut_{ts}	Interazione di trazione e taglio EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Saldature

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
IPEA270-bfl 1	STIFF1	◢ 3.0 ◣	50	LE1	97.0	0.0	-16.6	-46.2	-30.2	27.0	24.5	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	50	LE1	129.0	0.0	1.6	-31.2	67.6	35.8	31.5	OK	OK
IPEA270-w 1	STIFF1	◢ 3.0 ◣	219	LE1	145.5	0.0	8.1	24.5	80.2	40.4	34.3	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	219	LE1	110.9	0.0	6.0	-8.3	63.4	30.8	19.1	OK	OK
IPEA270-tfl 1	STIFF1	◢ 3.0 ◣	50	LE1	88.3	0.0	12.2	39.0	-32.1	26.5	25.2	OK	OK
		◢ 3.0 ◣	50	LE1	117.9	0.0	6.7	20.0	64.9	32.7	29.0	OK	OK

Dati Progetto

Materiale	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Spiegazione dei simboli

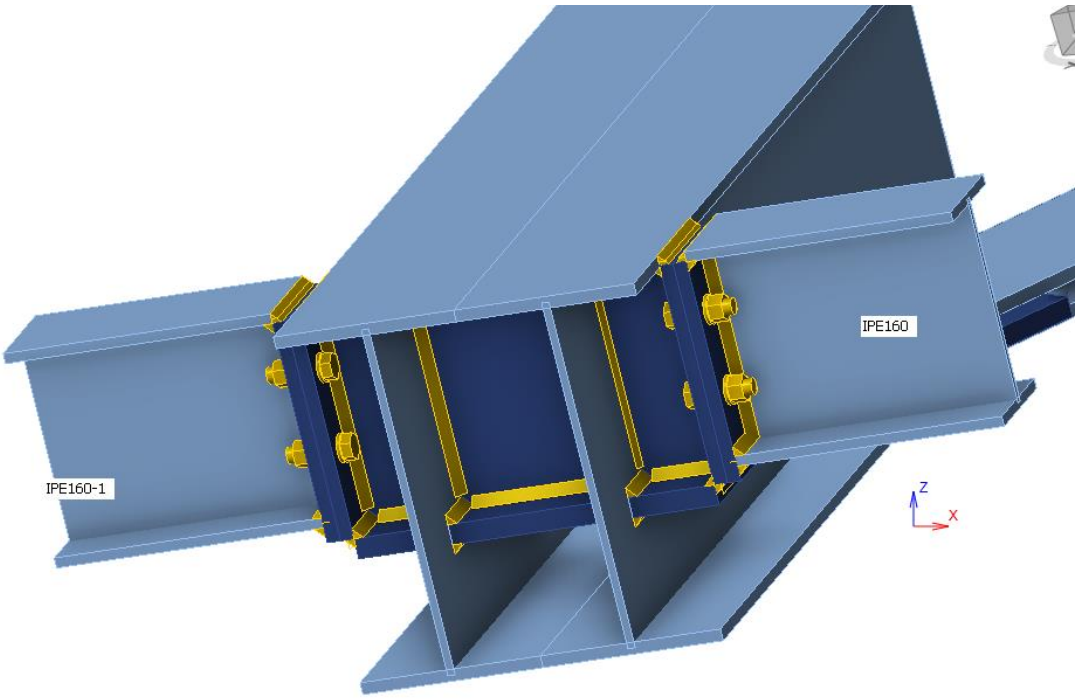
T_w	Spessore della gola a
L	Lunghezza
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
Ut	Utilizzo
Ut_c	Stima della capacità della saldatura
◢	Saldatura riempita
f_u	Resistenza ultima della saldatura
β_w	Fattore di correlazione EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
0.9 σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare: 0.9*fu/γM2

11.2.3 Verifica nodo di testa IPE 160 - 2xIPEA 270 – Controvento di falda (dett. M31)

Il modello del dettaglio analizza 2 casi:

1) Controvento teso e arcareccio compresso
2) Arcarecci tesi

Il caso 2, a favor di sicurezza, considera la connessione a flangia “minima” (quella associata all’arcareccio IPE 160) con il massimo dello sforzo assiale di trazione per tutti i casi di arcarecci (IPE 160, HEAA 200).



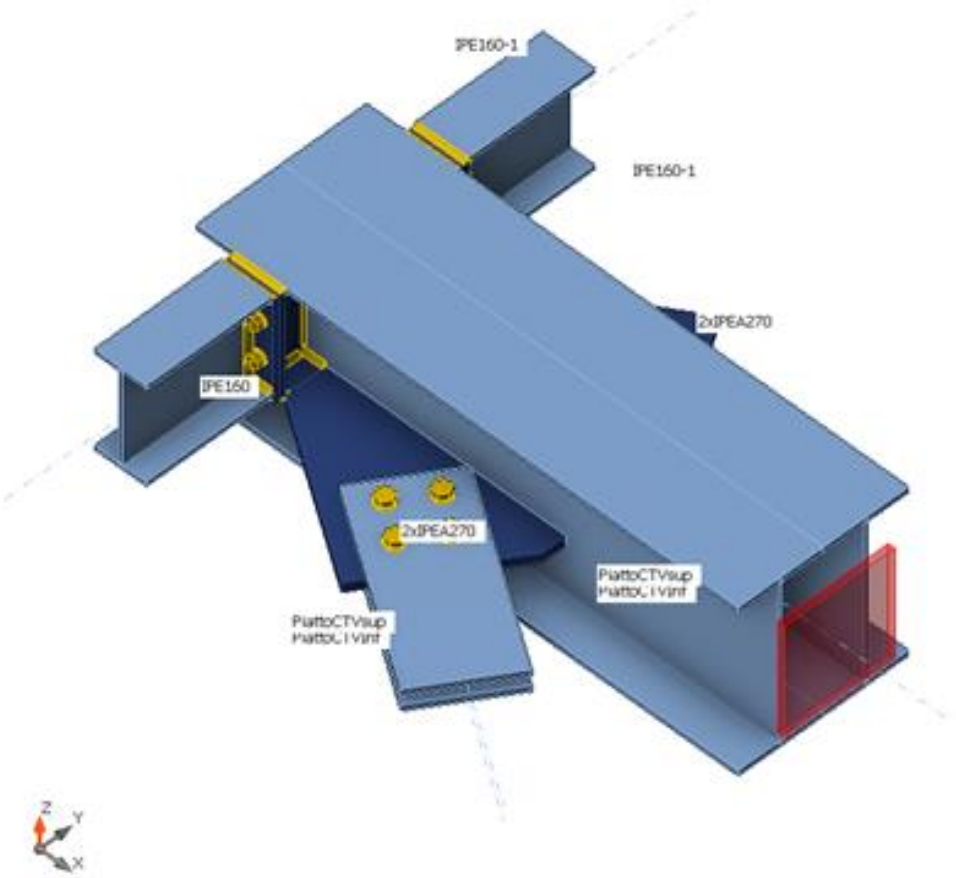
Members

Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
2xIPEA270	19 - Box2I(IPE270A)	0.0	0.0	0.0	-100	0	0
IPE160	15 - IPE160	-90.0	0.0	0.0	77	0	54
PiattoCTVInf	17 - Piastra 10, 150	-33.0	0.0	0.0	270	12	-58
PiattoCTVsup	17 - Piastra 10, 150	-33.0	0.0	0.0	270	12	-33
IPE160-1	15 - IPE160	90.0	0.0	0.0	154	0	54

Supports and forces

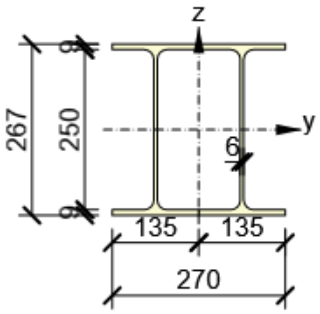
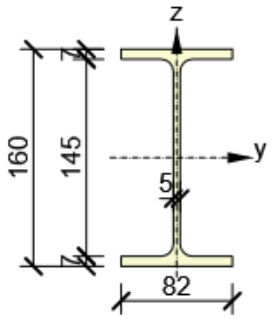
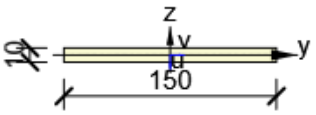
Name	Support	Forces in	X [mm]
2xIPEA270 / end	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
IPE160 / end		Node	0
PiattoCTVInf / end		Node	0
PiattoCTVsup / end		Node	0
IPE160-1 / end		Node	0



Cross-sections

Name	Material
19 - Box2I(IPE270A)	S 235
15 - IPE160	S 235
17 - Piastra 10, 150	S 235

Cross-sections

Name	Material	Drawing
19 - Box2I(IPE270A)	S 235	
15 - IPE160	S 235	
17 - Piastra 10, 150	S 235	

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M16 10.9	M16 10.9	16	1000.0	201
M12 8.8	M12 8.8	12	800.0	113

Load effects (Equilibrium not required)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Con diagonale	IPE160 / End	-81.7	0.0	-20.0	0.0	0.0	0.0
	PiattoCTVInf / End	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	PiattoCTVsup / End	75.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	IPE160-1 / End	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trazione	IPE160 / End	125.0	0.0	-20.0	0.0	0.0	0.0
	PiattoCTVInf / End	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	PiattoCTVsup / End	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	IPE160-1 / End	125.0	0.0	-20.0	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.3 < 5.0%	OK
Bolts	85.7 < 100%	OK
Welds	73.2 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

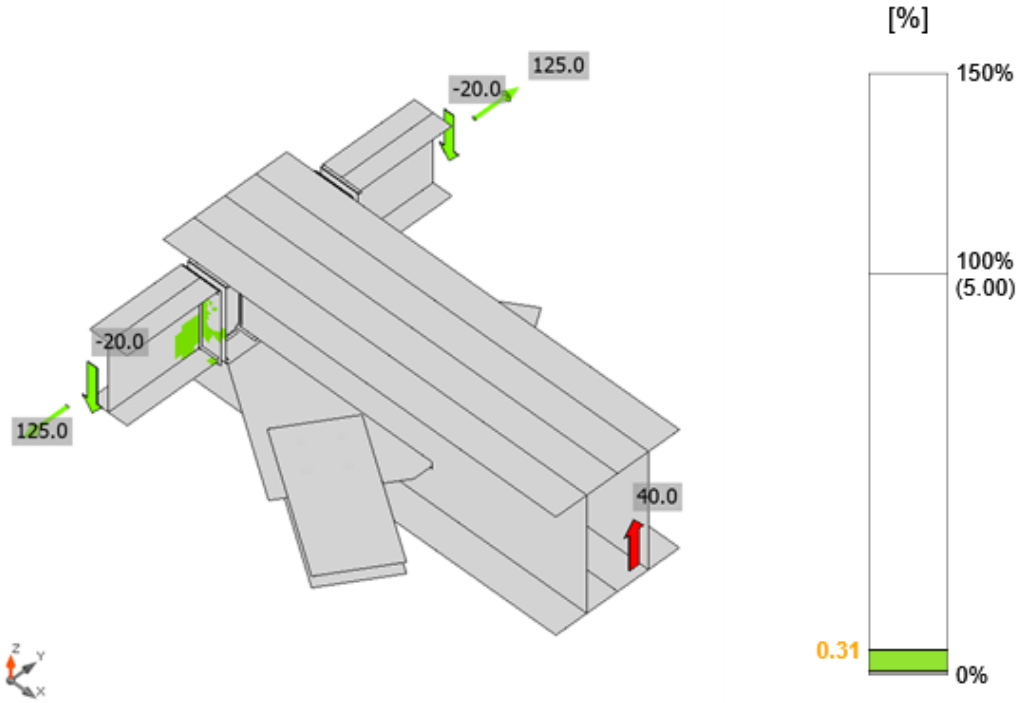
Name	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
2xIPEA270-bfl 1	8.7	Con diagonale	55.0	0.0	0.0	OK
2xIPEA270-tfl 1	8.7	Trazione	69.1	0.0	0.0	OK
2xIPEA270-w 1	5.5	Con diagonale	112.0	0.0	0.0	OK
2xIPEA270-bfl 2	8.7	Con diagonale	49.7	0.0	0.0	OK
2xIPEA270-tfl 2	8.7	Con diagonale	56.7	0.0	0.0	OK
2xIPEA270-w 2	5.5	Con diagonale	94.9	0.0	0.0	OK
IPE160-bfl 1	7.4	Trazione	211.2	0.0	0.0	OK
IPE160-tfl 1	7.4	Con diagonale	111.8	0.0	0.0	OK
IPE160-w 1	5.0	Trazione	224.5	0.3	0.0	OK
PiattoCTVInf-bfl 1	10.0	Con diagonale	127.9	0.0	9.9	OK
PiattoCTVsup-bfl 1	10.0	Con diagonale	125.7	0.0	10.6	OK
IPE160-1-bfl 1	7.4	Trazione	126.3	0.0	0.0	OK
IPE160-1-tfl 1	7.4	Trazione	124.0	0.0	0.0	OK
IPE160-1-w 1	5.0	Trazione	216.5	0.0	0.0	OK
PiattoCTV1	15.0	Con diagonale	144.2	0.0	10.1	OK
Flangia1a	10.0	Trazione	224.0	0.1	50.4	OK
Flangia1b	10.0	Trazione	224.3	0.2	50.4	OK
PiattoCTV2	15.0	Con diagonale	61.4	0.0	0.0	OK
Flangia2a	10.0	Trazione	223.9	0.0	62.2	OK
Flangia2b	10.0	Trazione	223.9	0.1	62.2	OK
Stiff_Interno Alto	10.0	Trazione	76.7	0.0	0.0	OK
Irrigidim Flangia1	10.0	Trazione	160.3	0.0	0.0	OK
Irrigidim Flangia2	10.0	Trazione	141.5	0.0	0.0	OK

Design data

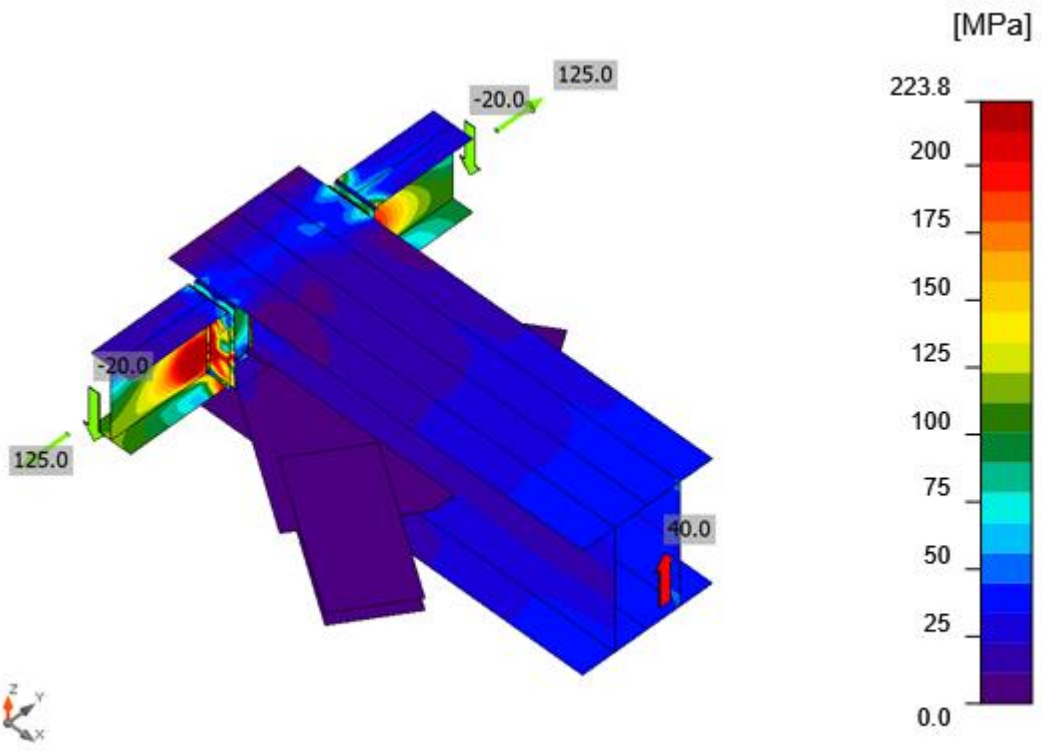
Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ε_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ε_{lim}	Limit of plastic strain

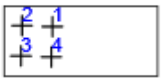
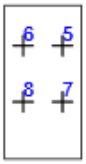
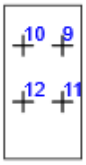


Strain check, Trazione



Equivalent stress, Trazione

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Detailing	Status
	B1	M16 10.9 - 1	Con diagonale	1.7	18.8	122.1	1.5	30.8	31.0	OK	OK
	B2	M16 10.9 - 1	Con diagonale	5.1	18.7	82.4	4.5	29.8	33.1	OK	OK
	B3	M16 10.9 - 1	Con diagonale	5.2	18.7	77.6	4.6	29.7	33.0	OK	OK
	B4	M16 10.9 - 1	Con diagonale	1.7	18.8	129.1	1.5	30.0	31.0	OK	OK
	B5	M12 8.8 - 2	Trazione	30.2	6.0	86.4	62.3	18.6	63.0	OK	OK
	B6	M12 8.8 - 2	Trazione	30.2	6.0	86.4	62.2	18.6	63.0	OK	OK
	B7	M12 8.8 - 2	Trazione	41.6	4.0	86.4	85.7	12.3	73.5	OK	OK
	B8	M12 8.8 - 2	Trazione	41.6	4.0	86.4	85.7	12.3	73.6	OK	OK
	B9	M12 8.8 - 2	Trazione	38.2	4.9	86.4	78.7	15.2	71.4	OK	OK
	B10	M12 8.8 - 2	Trazione	38.2	4.9	86.4	78.7	15.2	71.4	OK	OK
	B11	M12 8.8 - 2	Trazione	35.1	5.1	86.4	72.4	15.8	67.4	OK	OK
	B12	M12 8.8 - 2	Trazione	35.2	5.1	86.4	72.4	15.7	67.4	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M16 10.9 - 1	113.0	137.8	62.8
M12 8.8 - 2	48.6	103.2	32.4

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$	Tension force
$F_{v,Ed}$	Resultant of bolt shear forces Vy and Vz in shear planes
$F_{b,Rd}$	Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilization in tension
Ut_s	Utilization in shear
Ut_{ts}	Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Detailing	Status
Flangia1a	2xIPEA270-tfl 2	◢ 5.0 ◣	82	Con diagonale	73.6	0.0	-44.6	33.5	4.5	20.5	20.5	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	82	Trazione	65.9	0.0	60.0	-15.7	1.7	23.1	18.1	OK	OK
Flangia1b	IPE160-bfl 1	◢ 5.0 ◣	82	Trazione	113.7	0.0	67.0	31.0	43.1	31.6	30.2	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	81	Trazione	108.6	0.0	-49.7	49.4	25.7	30.2	15.7	OK	OK
Flangia1b	IPE160-tfl 1	◢ 5.0 ◣	81	Con diagonale	69.3	0.0	-46.5	26.7	13.0	19.3	19.3	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	81	Con diagonale	46.0	0.0	-19.1	23.7	-4.7	12.8	12.8	OK	OK
Flangia1b	IPE160-w 1	◢ 5.0 ◣	147	Trazione	225.6	0.0	112.6	112.8	4.6	62.7	24.5	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	147	Trazione	225.3	0.0	112.9	-112.4	-5.3	62.6	24.6	OK	OK
Flangia2a	2xIPEA270-tfl 1	◢ 5.0 ◣	81	Trazione	42.4	0.0	-23.0	16.4	12.4	11.8	11.8	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	81	Trazione	107.3	0.0	92.7	-31.0	2.7	35.8	24.8	OK	OK
Flangia2b	IPE160-1-bfl 1	◢ 5.0 ◣	82	Trazione	62.5	0.0	37.1	18.5	22.5	17.4	17.4	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	81	Trazione	58.1	0.0	-28.1	23.8	17.2	16.1	10.2	OK	OK
Flangia2b	IPE160-1-tfl 1	◢ 5.0 ◣	81	Trazione	36.3	0.0	-25.2	4.4	14.4	10.1	7.7	OK	OK
		◢ 5.0 ◣	82	Trazione	62.3	0.0	53.6	-7.9	16.5	20.7	18.4	OK	OK

Flangia2b	IPE160-1-w 1	5.0	147	Trazione	217.8	0.0	104.4	105.1	-33.8	60.5	24.1	OK	OK
		5.0	147	Trazione	218.1	0.0	105.2	-104.6	35.1	60.6	24.0	OK	OK
2xIPEA270-w 2	Stiff_Interno Alto	5.0	140	Trazione	212.2	0.0	104.5	-104.2	22.4	58.9	42.1	OK	OK
2xIPEA270-w 1	Stiff_Interno Alto	5.0	140	Trazione	204.1	0.0	102.1	-102.0	-0.5	56.7	40.8	OK	OK
PiattoCTV2	Stiff_Interno Alto	5.0	109	Con diagonale	142.6	0.0	-24.2	25.3	-77.1	39.6	35.8	OK	OK
2xIPEA270-tfl 1	Stiff_Interno Alto	5.0	55	Con diagonale	54.9	0.0	5.2	-8.7	-30.3	15.2	14.8	OK	OK
2xIPEA270-tfl 2	Stiff_Interno Alto	5.0	55	Con diagonale	94.1	0.0	-8.2	11.7	-52.8	26.1	19.3	OK	OK
PiattoCTV2	2xIPEA270-w 1	5.0	82	Con diagonale	48.6	0.0	-18.6	-16.8	-19.7	13.5	12.8	OK	OK
		5.0	82	Con diagonale	32.7	0.0	11.5	-3.1	17.4	9.1	9.1	OK	OK
PiattoCTV2	2xIPEA270-w 1	5.0	81	Con diagonale	23.9	0.0	-3.8	-1.5	-13.5	6.6	6.6	OK	OK
		5.0	82	Con diagonale	20.4	0.0	-1.3	1.0	-11.7	5.7	5.7	OK	OK
PiattoCTV2	2xIPEA270-w 2	5.0	82	Con diagonale	25.7	0.0	-17.8	-10.5	2.2	7.1	7.1	OK	OK
		5.0	82	Con diagonale	31.7	0.0	18.2	-10.8	10.4	8.8	8.6	OK	OK
PiattoCTV2	2xIPEA270-w 2	5.0	81	Con diagonale	18.2	0.0	-9.2	9.0	-1.1	5.1	5.1	OK	OK
		5.0	81	Con diagonale	23.4	0.0	12.0	6.2	-9.8	6.5	6.3	OK	OK
PiattoCTV2	Irrigidim Flangia1	5.0	45	Con diagonale	76.4	0.0	11.2	7.6	43.0	21.2	18.8	OK	OK
		5.0	45	Con diagonale	77.3	0.0	3.6	-7.3	-44.0	21.5	19.4	OK	OK
2xIPEA270-w 2	Irrigidim Flangia1	5.0	141	Trazione	141.6	0.0	36.0	36.9	-69.9	39.3	29.7	OK	OK

		5.0	141	Trazione	141.5	0.0	37.5	-36.5	69.9	39.3	29.8	OK	OK
2xIPEA270-tfl 2	Irrigidim Flangia1	5.0	45	Trazione	165.0	0.0	12.2	10.7	94.4	45.8	37.1	OK	OK
		5.0	45	Trazione	165.0	0.0	8.5	-9.9	-94.6	45.8	37.1	OK	OK
Flangia1a	Irrigidim Flangia1	5.0	140	Trazione	263.6	0.0	131.6	131.8	-4.5	73.2	28.5	OK	OK
		5.0	140	Trazione	263.4	0.0	132.0	-131.4	6.5	73.2	28.3	OK	OK
PiattoCTV2	Irrigidim Flangia2	5.0	45	Trazione	49.4	0.0	-5.8	-2.6	28.2	13.7	11.5	OK	OK
		5.0	45	Trazione	51.6	0.0	1.2	2.1	-29.7	14.3	12.1	OK	OK
2xIPEA270-w 1	Irrigidim Flangia2	5.0	141	Trazione	146.8	0.0	42.1	43.6	68.5	40.8	31.6	OK	OK
		5.0	141	Trazione	145.3	0.0	44.3	-42.8	-67.4	40.4	31.3	OK	OK
2xIPEA270-tfl 1	Irrigidim Flangia2	5.0	45	Trazione	175.8	0.0	14.6	11.2	-100.6	48.8	34.1	OK	OK
		5.0	45	Trazione	173.6	0.0	6.8	-10.2	99.6	48.2	33.3	OK	OK
Flangia2a	Irrigidim Flangia2	5.0	140	Trazione	211.5	0.0	90.5	90.9	62.6	58.8	30.5	OK	OK
		5.0	140	Trazione	212.2	0.0	91.7	-91.3	-62.2	58.9	30.4	OK	OK
PiattoCTV2	Flangia1a	5.0	81	Trazione	50.2	0.0	-46.9	-3.4	-9.7	18.1	14.9	OK	OK
		5.0	81	Trazione	100.5	0.0	97.1	6.4	-13.5	37.5	23.1	OK	OK
PiattoCTV2	Flangia2a	5.0	82	Trazione	37.6	0.0	-36.0	-5.9	-2.3	13.9	11.2	OK	OK

		◢ 5.0 ◣	82	Trazione	46.5	0.0	40.6	-6.0	-11.6	16.1	13.6	OK	OK
PiattoCTV1	2xIPEA270-w 1	-	380	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
PiattoCTV1	2xIPEA270-w 1	-	380	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
PiattoCTV1	2xIPEA270-w 2	-	380	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
PiattoCTV1	2xIPEA270-w 2	-	380	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
PiattoCTV2	PiattoCTV1	-	265	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w	Throat thickness a
L	Length
$\sigma_{w,Ed}$	Equivalent stress
ε_{Pl}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
Ut	Utilization
Ut_c	Weld capacity estimation
◢	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9 σ	Perpendicular stress resistance: 0.9*fu/γM2

11.2.4 Verifica connessione bullonata a taglio del diagonale di controvento di falda (2 piatti 150x10)

ULS/SLS Action (referred to bolt axe)			
☐ Bilateral			
Connection category [A,B,C]	A	Bearing type	
ULS Shear action V_{Sd} [kN]	150		
~~SLS Shear action $V_{Sd,ser}$ [kN]~~	~~0~~		
Axial action N_{Sd} or $N_{Sd,ser}$ [kN]	0	<-- Only if tension	
~~$V_{Rd,ser}$ [kN], $\varepsilon = V_{Rd,ser}/V_{Sd,ser}$~~	--	--	--
Plate 1 Nrd [kN]	295	1.97	OK
Plate 2 Nrd [kN]	591	3.94	OK
Plate 1 Bearing Nrd [kN]	388	2.10	OK
Plate 2 Bearing Nrd [kN]	482	3.22	OK
Bolts	482	3.22	OK

Materials	
Plate "1"	
Steel class	S235
ε	1.000
Plate/s "2"	
Steel class	S235
ε	1.000
γ_{M0}	1.05
γ_{M2}	1.25

Bolts	
Class	8.8
f_{ub} [N/mm²]	800
f_{yb} [N/mm²]	640
γ_{Mb}	1.25
Reduction factor x N	1.0
Diameter d	16
Area [mm²]	201
Net area [mm²]	157
equiv. D [mm]	14.14

Geometry				
Plate "1"				
Thickness t_1 [mm]	10		Hole	Normal
Width L_1 [mm]	150	OK	Clearance hole [mm]	2.0
Min length Ls_min [mm]	112	from 1st bolt	Hole diam. d_0 [mm]	18.0
			Slipping factor k_s	1.00
Plate/s "2"				
Thickness t_2 [mm]	10		Hole	Normal
Width L_2 [mm]	150	OK	Clearance hole [mm]	2.0
Min length Ls_min [mm]	112	from 1st bolt	Hole diam. d_0 [mm]	18.0
			Slipping factor k_s	1.00

From Tab. 3.3		limit	min	limit (**)	max (**)
e1 Plate 1 [mm]	37	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	80
e2 Plate 1 [mm]	40	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	80
e1 Plate 2 [mm]	37	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	80
e2 Plate 2 [mm]	40	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	80
p_1 [mm] (*)	75	>= 2.2 d0	40	<= 200mm, 14 t_min	140
p_2 [mm] (Tab. 3.3 5)	70	>= 2.4 d0	44	<= 200mm, 14 t_min	140
L [mm] (for staggered bolts)	--	--	--	t_min [mm] (Tab. 3.3, 3)	10
Lj distance between centers of the end fasteners	75	p. no. 3.8			
s (= p_1 / 2) [mm] (for staggered case)	--	6.2.2.2(4)			

(*) for tension connection and inner bolt rows
p_1 max is doubled

(**) limits valid for compressed or exposed member

Bolts shear check		
Shear resistance		
☑ Consider threaded portion		
--		
α_v	0.6	Tab. 3.4
β_p (for packing plate)	1.000	3.6.1(12)
β_{Lf} (for long joints)	1.00	3.5
$F_{v,Rd}$ [kN/bolt/plane]	60.3	$F_{t,Sd}$ = 0
k_2	0.9	Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$ [kN/bolt]	90	
$F_{v,Sd}$ [kN/bolt/plane]	18.8	
$F_{t,Sd}$ [kN/bolt]	0	
$F_{v,Rd}$ [kN/bolt/plane]	60	$F_{t,Sd} \neq 0$
s = $F_{v,Rd}$ / $F_{v,Sd}$	3.22	OK

	Plate "1" check			
	f_u [N/mm²]	360		
	f_y [N/mm²]	235		
	F_{Sd} [kN]	150		
				--
	Tension check			
	Area $L_1 \times t_1$ [mm²]	1500		
	$N_{pl,Rd}$ [kN]	336		
	$s = N_{pl,Rd} / F_{Sd}$	2.24	OK	
	deducted ΔL for holes [mm]	36.0	EN1993-1-16.2.2.2(4)	
	max allowable ΔL for net area [mm]	20.5	(to have $N_{pl,Rd} > N_{u,Rd}$)	
	Net area [mm²]	1140		
	$N_{u,Rd}$ [kN]	295		
	$s = N_{u,Rd} / F_{Sd}$	1.97	OK	
	Bearing resistance check	(special rules for countersunk bolt)		
	☐ Simplified method			
	α_d (end bolts Tab. 3.4)	0.685	--	(e1)
	α_d (inner bolts Tab. 3.4)	1.139		(p1)
	k_1 (edges bolts Tab. 3.4)	2.500		(e2)
	k_1 (inner bolts Tab. 3.4)	2.500		(p2)
	(*) = min($F_{b,Rd}$, n_{sp} $F_{v,Rd}$)		$F_{b,Rd}$ (*)	R_d/S_d
nr.			kN/bolt	
2	α_b k_1 end+edge bolts (e-e) (e_o-e)	1.713	79	2.10
2	α_b k_1 inner+edge bolts (i-e)	2.500	115	3.07
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e-i) (e_o-i)~~	~~1.713~~	~~79~~	--
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e_o-i)~~	~~2.500~~	~~115~~	--
0	~~α_b k_1 inner+inner bolts (i-i)~~	~~2.500~~	~~115~~	--
0	α_b k_1 3.6.1(10) (***)	--	--	--
	Hole reduction fact.	1.00		
	$F_{b,Rd}$ [kN]		388	
	$s = \min(R_d / S_d)$	2.10	OK	
	(*) =min ($F_{b,Rd}$, n_{sp} $F_{v,Rd}$)			

	Plate/s "2" check			
	f_u [N/mm²]	360		
	f_y [N/mm²]	235		
	F_{Sd} [kN]	75		
				--
	Tension check			
	Area $L_2 \times t_2$ [mm²]	1500		
	$N_{pl,Rd}$ [kN]	336		
	$s = N_{pl,Rd} / F_{Sd}$	4.48	OK	
	deducted ΔL for holes [mm]	36.0	EN1993-1-16.2.2.2(4)	
	max allowable ΔL for net area [mm]	41.0	(to have $N_{pl,Rd} > N_{u,Rd}$)	
	Net area [mm²]	1140		
	$N_{u,Rd}$ [kN]	295		
	$s = N_{u,Rd} / F_{Sd}$	3.94	OK	
	Bearing resistance check	(special rules for countersunk bolt)		
	--			
	α_d (end bolts Tab. 3.4)	0.685	--	(e1)
	α_d (inner bolts Tab. 3.4)	1.139		(p1)
	k_1 (edges bolts Tab. 3.4)	2.500		(e2)
	k_1 (inner bolts Tab. 3.4)	2.500		(p2)
	(*) = min($F_{b,Rd}$, $F_{v,Rd}$)		$F_{b,Rd}$ (*)	R_d/S_d
nr.			kN/bolt	
2	α_b k_1 end+edge bolts (e-e) (e_o-e)	1.713	60	3.22
2	α_b k_1 inner+edge bolts (i-e)	2.500	60	3.22
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e-i) (e_o-1)~~	~~1.713~~	~~60~~	--
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e_o-i)~~	~~2.500~~	~~60~~	--
0	~~α_b k_1 inner+inner bolts (i-i)~~	~~2.500~~	~~60~~	--
0	α_b k_1 3.6.1(10) (***)	--	--	--
	Hole reduction fact.	1.00		
	$F_{b,Rd}$ [kN]		241	
	s = min(Rd / Sd)	3.22	OK	
	(*) =min ($F_{b,Rd}$, $F_{v,Rd}$)			

11.2.5 Verifica giunto del diagonale di controvento di parete longitudinale (CHS 139.7x4.0)

Connessione bullonata

ULS/SLS Action (referred to bolt axe)			
☐ Bilateral			
Connection category [A,B,C]	A	Bearing type	
ULS Shear action V_{Sd} [kN]	220		
~~SLS Shear action $V_{Sd,ser}$ [kN]~~	~~0~~		
Axial action N_{Sd} or $N_{Sd,ser}$ [kN]	0	<-- Only if tension	
~~$V_{Rd,ser}$ [kN], $\varepsilon = V_{Rd,ser}/V_{Sd,ser}$~~	--	--	--
Plate 1 Nrd [kN]	295	1.34	OK
Plate 2 Nrd [kN]	591	2.69	OK
Plate 1 Bearing Nrd [kN]	388	1.44	OK
Plate 2 Bearing Nrd [kN]	482	2.19	OK
Bolts	482	2.19	OK

Materials	
Plate "1"	
Steel class	S235
ε	1.000
Plate/s "2"	
Steel class	S235
ε	1.000
γ_{M0}	1.05
γ_{M2}	1.25

Bolts	
Class	8.8
f_{ub} [N/mm²]	800
f_{yb} [N/mm²]	640
γ_{Mb}	1.25
Reduction factor x N	1.0
Diameter d	16
Area [mm²]	201
Net area [mm²]	157
equiv. D [mm]	14.14

Geometry				
Plate "1"				
Thickness t_1 [mm]	10		Hole	Normal
Width L_1 [mm]	150	OK	Clearance hole [mm]	2.0
Min length Ls_min [mm]	112	from 1st bolt	Hole diam. d_0 [mm]	18.0
			Slipping factor k_s	1.00
Plate/s "2"				
Thickness t_2 [mm]	10		Hole	Normal
Width L_2 [mm]	150	OK	Clearance hole [mm]	2.0
Min length Ls_min [mm]	112	from 1st bolt	Hole diam. d_0 [mm]	18.0
			Slipping factor k_s	1.00

From Tab. 3.3		limit	min	limit (**)	max (**)
e1 Plate 1 [mm]	37	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	80
e2 Plate 1 [mm]	40	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	80
e1 Plate 2 [mm]	37	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	80
e2 Plate 2 [mm]	40	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	80
p_1 [mm] (*)	75	>= 2.2 d0	40	<= 200mm, 14 t_min	140
p_2 [mm] (Tab. 3.3 5)	70	>= 2.4 d0	44	<= 200mm, 14 t_min	140
L [mm] (for staggered bolts)	--	--	--	t_min [mm] (Tab. 3.3, 3)	10
Lj distance between centers of the end fasteners	75	p. no. 3.8	(*) for tension connection and inner bolt rows p_1 max is doubled		
s (= p_1 / 2) [mm] (for staggered case)	--	6.2.2.2(4)	(**) limits valid for compressed or exposed member		

Bolts shear check		
Shear resistance		
☑ Consider threaded portion		
--		
α_v	0.6	Tab. 3.4
β_p (for packing plate)	1.000	3.6.1(12)
β_{Lf} (for long joints)	1.00	3.5
$F_{v,Rd}$ [kN/bolt/plane]	60.3	$F_{t,Sd}$ = 0
k_2	0.9	Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$ [kN/bolt]	90	
$F_{v,Sd}$ [kN/bolt/plane]	27.5	
$F_{t,Sd}$ [kN/bolt]	0	
$F_{v,Rd}$ [kN/bolt/plane]	60	$F_{t,Sd} \neq 0$
s = $F_{v,Rd}$ / $F_{v,Sd}$	2.19	OK

Plate "1" check			
f_u [N/mm²]	360		
f_y [N/mm²]	235		
F_{Sd} [kN]	220		
			--
Tension check			
Area $L_1 \times t_1$ [mm²]	1500		
$N_{pl,Rd}$ [kN]	336		
$s = N_{pl,Rd} / F_{Sd}$	1.53	OK	
deducted ΔL for holes [mm]	36.0	EN1993-1-16.2.2.2(4)	
max allowable ΔL for net area [mm]	20.5	(to have $N_{pl,Rd} > N_{u,Rd}$)	
Net area [mm²]	1140		
$N_{u,Rd}$ [kN]	295		
$s = N_{u,Rd} / F_{Sd}$	1.34	OK	
Bearing resistance check	(special rules for countersunk bolt)		
☐ Simplified method			
α_d (end bolts Tab. 3.4)	0.685	--	(e1)
α_d (inner bolts Tab. 3.4)	1.139		(p1)
k_1 (edges bolts Tab. 3.4)	2.500		(e2)
k_1 (inner bolts Tab. 3.4)	2.500		(p2)
(*) = min($F_{b,Rd}$, n_{sp} $F_{v,Rd}$)		$F_{b,Rd}$ (*)	R_d/S_d
nr.		kN/bolt	
2	α_b k_1 end+edge bolts (e-e) (e_o-e)	1.713	79	1.44
2	α_b k_1 inner+edge bolts (i-e)	2.500	115	2.09
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e-i) (e_o-i)~~	~~1.713~~	~~79~~	--
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e_o-i)~~	~~2.500~~	~~115~~	--
0	~~α_b k_1 inner+inner bolts (i-i)~~	~~2.500~~	~~115~~	--
0	α_b k_1 3.6.1(10) (***)	--	--	--
	Hole reduction fact.	1.00		
	$F_{b,Rd}$ [kN]		388	
	$s = \min(R_d / S_d)$	1.44	OK	
	(*) =min ($F_{b,Rd}$, n_{rp} $F_{v,Rd}$)			

Plate/s "2" check			
f_u [N/mm²]	360		
f_y [N/mm²]	235		
F_{Sd} [kN]	110		
			--
Tension check			
Area $L_2 \times t_2$ [mm²]	1500		
$N_{pl,Rd}$ [kN]	336		
$s = N_{pl,Rd} / F_{Sd}$	3.05	OK	
deducted ΔL for holes [mm]	36.0	EN1993-1-16.2.2.2(4)	
max allowable ΔL for net area [mm]	41.0	(to have $N_{pl,Rd} > N_{u,Rd}$)	
Net area [mm²]	1140		
$N_{u,Rd}$ [kN]	295		
$s = N_{u,Rd} / F_{Sd}$	2.69	OK	
Bearing resistance check	(special rules for countersunk bolt)		
--			
α_d (end bolts Tab. 3.4)	0.685	--	(e1)
α_d (inner bolts Tab. 3.4)	1.139		(p1)
k_1 (edges bolts Tab. 3.4)	2.500		(e2)
k_1 (inner bolts Tab. 3.4)	2.500		(p2)
(*) = min($F_{b,Rd}$, $F_{v,Rd}$)		$F_{b,Rd}$ (*)	R_d/S_d
nr.		kN/bolt	
2	α_b k_1 end+edge bolts (e-e) (e_o-e)	1.713	60	2.19
2	α_b k_1 inner+edge bolts (i-e)	2.500	60	2.19
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e-i) (e_o-i)~~	~~1.713~~	~~60~~	--
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e_o-i)~~	~~2.500~~	~~60~~	--
0	~~α_b k_1 inner+inner bolts (i-i)~~	~~2.500~~	~~60~~	--
0	α_b k_1 3.6.1(10) (***)	--	--	--
	Hole reduction fact.	1.00		
	$F_{b,Rd}$ [kN]		241	
	s = min(Rd / Sd)	2.19	OK	
	(*) =min ($F_{b,Rd}$, $F_{v,Rd}$)			

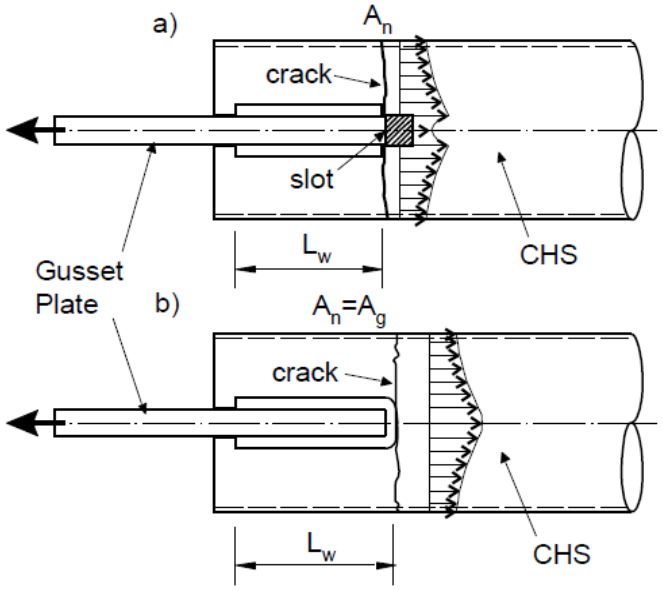
Connessione saldata piatti-tubo

GUSSET PLATE TO SLOTTED CHS JOINTS

Design guide for circular hollow section joints under predominantly static loading - CIDECT 2nd edition

CHS data				
Steel class	S235	Weld return [Y/N]	N	
ε	1.000	Number of gusset plate n (1,2)	2	
		Gusset plate thickness tp [mm]	10	
f_u [N/mm²]	360	Clearance between gusset plates tc [mm]	11	--
f_y [N/mm²]	235	Circumferential cut length s [mm]	31	s = n tp + tc
		Semi-circumferential net length w [mm]	188	w = 0.5 π d - s
Diameter d [mm]	139.7			
Thickness t [mm]	4.0	Suggested weld length Lw [mm]	182	
Gross area Ag [mm2]	1705	Weld length Lw [mm]	130	
Nrd = Ag fyd [kN]	382	Ratio Lw / w	0.69	
				referred to CHS
		Net area An = Ag - 2 s t [mm2]	1457	85%
γ_{M0}	1.05	Circumferential failure Nrd(CF) [kN]	361	94%
γ_{M2}	1.25			
		Longitudinal cut length not welded L' [mm] (>= 0)	0	
		Total longitudinal cut length Lc [mm] (= Lw + L')	130	
		Gross area in shear: Agv = 4 Lc t [mm2]	2080	
		Tear out net area in tension Ant [mm2]	0	
		Tear out failure Nrd(TO) [kN]	286	75%
		Axial design resistance [kN]	**286**	75%
				Sr/Sd
		Design axial force [kN]	220	**1.30**

$$N_i^* = 0.9\, A_n f_{ui} \left(1 - \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{L_w}{w} \right)^{2.4} \right]^{5.7}} \right) \qquad N_i^* = 0.9 \left(A_{nt} f_{ui} + 0.58 A_{gv} \left(\frac{f_{yi} + f_{ui}}{2} \right) \right)$$



WELDED CONNECTIONS - EN1993-1-8

Fillet welds and partial penetration butt welds

				Fusion faces L1 and L2:
Plate "1"			**Straight welds**	◉ L1 = L2
Steel class	S235			
ε	1.000		Throat thickness a [mm]	4.0
			Fusion face 1 length L1	5.7
Thickness t_1 [mm]	10.0		Fusion face 1 length L2	5.7
f_u [N/mm²]	360		Outer face length L3	8.0
f_y [N/mm²]	235		Angle θ between fusion faces [deg]	90.0
βw	0.80		Angle between L1 and L3 [deg]	45.0
			Angle between L2 and L3 [deg]	45.0
Plate "2"			Angle α between throat and L1 [deg]	45.0
Steel class	S235		Min fusion face length (=0.5* tmin) [mm]	5
ε	1.000		Max fusion face length (= tmin) [mm]	10.0
Thickness t_2 [mm]	10.0		Fillet weld length L [mm]	130
f_u [N/mm²]	360		Effective fillet weld length Leff [mm]	122
f_y [N/mm²]	235			
βw	0.80			☑ Incl.
				1
γ_{M0}	1.05			**Fsd // [kN]**
γ_{M2}	1.25		Design value (for 1 fillet weld)	55

Steel	βw	
S235	0.80	
S275	0.85	
S355	0.90	
S420	1.00	
S450	1.00	(*)
S460	1.00	

(*) Case not considered. 1 for analogy

Directional method	
τ // [N/mm2]	112.7
τ ⊥ [N/mm2]	0.0
σ ⊥ [N/mm2]	0.0
Limit σ ⊥ [N/mm2]	259.2
Ideal stress [N/mm2]	195.2
Limit stress [N/mm2]	360.0
Check	OK
Limit design value	101
Sr/Sd	1.84

11.2.6 Verifica giunto del diagonale di controvento di parete trasversale (CHS 177.8x6.0)

Connessione bullonata

ULS/SLS Action (referred to bolt axe)			
☐ Bilateral			
Connection category [A,B,C]	A	Bearing type	
ULS Shear action V_{Sd} [kN]	130		
~~SLS Shear action $V_{Sd,ser}$ [kN]~~	~~0~~		
Axial action N_{Sd} or $N_{Sd,ser}$ [kN]	0	<-- Only if tension	
~~$V_{Rd,ser}$ [kN], $\varepsilon = V_{Rd,ser}/V_{Sd,ser}$~~	--	--	--
Plate 1 Nrd [kN]	153	1.18	OK
Plate 2 Nrd [kN]	307	2.36	OK
Plate 1 Bearing Nrd [kN]	210	1.31	OK
Plate 2 Bearing Nrd [kN]	412	2.63	OK
Bolts	482	3.71	OK

Materials	
Plate "1"	
Steel class	S235
ε	1.000
Plate/s "2"	
Steel class	S235
ε	1.000
γ_{M0}	1.05
γ_{M2}	1.25

Bolts	
Class	8.8
f_{ub} [N/mm²]	800
f_{yb} [N/mm²]	640
γ_{Mb}	1.25
Reduction factor x N	1.0
Diameter d	16
Area [mm²]	201
Net area [mm²]	157
equiv. D [mm]	14.14

Geometry				
Plate "1"				
Thickness t_1 [mm]	8		Hole	Normal
Width L_1 [mm]	110	OK	Clearance hole [mm]	2.0
Min length Ls_min [mm]	75	from 1st bolt	Hole diam. d_0 [mm]	18.0
			Slipping factor k_s	1.00
Plate/s "2"				
Thickness t_2 [mm]	8		Hole	Normal
Width L_2 [mm]	110	OK	Clearance hole [mm]	2.0
Min length Ls_min [mm]	75	from 1st bolt	Hole diam. d_0 [mm]	18.0
			Slipping factor k_s	1.00

From Tab. 3.3		limit	min	limit (**)	max (**)
e1 Plate 1 [mm]	25	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	72
e2 Plate 1 [mm]	30	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	72
e1 Plate 2 [mm]	25	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	72
e2 Plate 2 [mm]	30	>= 1.2 d0	22	<= $4t_{min}$ + 40mm	72
p_1 [mm] (*)	50	>= 2.2 d0	40	<= 200mm, 14 t_min	112
p_2 [mm] (Tab. 3.3 5)	50	>= 2.4 d0	44	<= 200mm, 14 t_min	112
L [mm] (for staggered bolts)	--	--	--	t_min [mm] (Tab. 3.3, 3)	8
Lj distance between centers of the end fasteners	50	p. no. 3.8		(*) for tension connection and inner bolt rows p_1 max is doubled	
s (= p_1 / 2) [mm] (for staggered case)	--	6.2.2.2(4)		(**) limits valid for compressed or exposed member	

Bolts shear check		
Shear resistance		
☑ Consider threaded portion		
--		
α_v	0.6	Tab. 3.4
β_p (for packing plate)	1.000	3.6.1(12)
β_{Lf} (for long joints)	1.00	3.5
$F_{v,Rd}$ [kN/bolt/plane]	60.3	$F_{t,Sd}$ = 0
k_2	0.9	Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$ [kN/bolt]	90	
$F_{v,Sd}$ [kN/bolt/plane]	16.3	
$F_{t,Sd}$ [kN/bolt]	0	
$F_{v,Rd}$ [kN/bolt/plane]	60	$F_{t,Sd} \neq 0$
s = $F_{v,Rd}$ / $F_{v,Sd}$	3.71	OK

Plate "1" check			
f_u [N/mm²]	360		
f_y [N/mm²]	235		
F_{Sd} [kN]	130		
			--
Tension check			
Area $L_1 \times t_1$ [mm²]	880		
$N_{pl,Rd}$ [kN]	197		
$s = N_{pl,Rd} / F_{Sd}$	1.52	OK	
deducted ΔL for holes [mm]	36.0	EN1993-1-16.2.2.2(4)	
max allowable ΔL for net area [mm]	15.0	(to have $N_{pl,Rd} > N_{u,Rd}$)	
Net area [mm²]	592		
$N_{u,Rd}$ [kN]	153		
$s = N_{u,Rd} / F_{Sd}$	1.18	OK	
Bearing resistance check	(special rules for countersunk bolt)		
☐ Simplified method			
α_d (end bolts Tab. 3.4)	0.463	--	(e1)
α_d (inner bolts Tab. 3.4)	0.676		(p1)
k_1 (edges bolts Tab. 3.4)	2.500		(e2)
k_1 (inner bolts Tab. 3.4)	2.189		(p2)
(*) = min($F_{b,Rd}$, n_{sp} $F_{v,Rd}$)		$F_{b,Rd}$ (*)	R_d/S_d
nr.		kN/bolt	
2	α_b k_1 end+edge bolts (e-e) (e_o-e)	1.157	43	1.31
2	α_b k_1 inner+edge bolts (i-e)	1.690	62	1.92
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e-i) (e_o-i)~~	~~1.013~~	~~37~~	--
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e-i) (e_o-i)~~	~~2.189~~	~~81~~	--
0	~~α_b k_1 inner+inner bolts (i-i)~~	~~1.480~~	~~55~~	--
0	α_b k_1 3.6.1(10) (***)	--	--	--
	Hole reduction fact.	1.00		
	$F_{b,Rd}$ [kN]		210	
	$s = \min(R_d / S_d)$	1.31	OK	
	(*) =min ($F_{b,Rd}$, n_{rp} $F_{v,Rd}$)			

Plate/s "2" check			
f_u [N/mm²]	360		
f_y [N/mm²]	235		
F_{Sd} [kN]	65		
			--
Tension check			
Area $L_2 \times t_2$ [mm²]	880		
$N_{pl,Rd}$ [kN]	197		
$s = N_{pl,Rd} / F_{Sd}$	3.03	OK	
deducted ΔL for holes [mm]	36.0	EN1993-1-16.2.2.2(4)	
max allowable ΔL for net area [mm]	30.0	(to have $N_{pl,Rd} > N_{u,Rd}$)	
Net area [mm²]	592		
$N_{u,Rd}$ [kN]	153		
$s = N_{u,Rd} / F_{Sd}$	2.36	OK	
Bearing resistance check	(special rules for countersunk bolt)		
--			
α_d (end bolts Tab. 3.4)	0.463	--	(e1)
α_d (inner bolts Tab. 3.4)	0.676		(p1)
k_1 (edges bolts Tab. 3.4)	2.500		(e2)
k_1 (inner bolts Tab. 3.4)	2.189		(p2)
(*) = min($F_{b,Rd}$, $F_{v,Rd}$)		$F_{b,Rd}$ (*)	R_d/S_d
nr.		kN/bolt	
2	α_b k_1 end+edge bolts (e-e) (e_o-e)	1.157	43	2.63
2	α_b k_1 inner+edge bolts (i-e)	1.690	60	3.71
0	α_b k_1 end+inner bolts (e-i) (e_o-1)	~~1.013~~	~~37~~	--
0	~~α_b k_1 end+inner bolts (e-i) (e_o-i)~~	~~2.189~~	~~60~~	--
0	~~α_b k_1 inner+inner bolts (i-i)~~	~~1.480~~	~~55~~	--
0	α_b k_1 3.6.1(10) (***)	--	--	--
	Hole reduction fact.	1.00		
	$F_{b,Rd}$ [kN]		206	
	$s = \min(Rd / Sd)$	2.63	OK	
	(*) =min ($F_{b,Rd}$, $F_{v,Rd}$)			

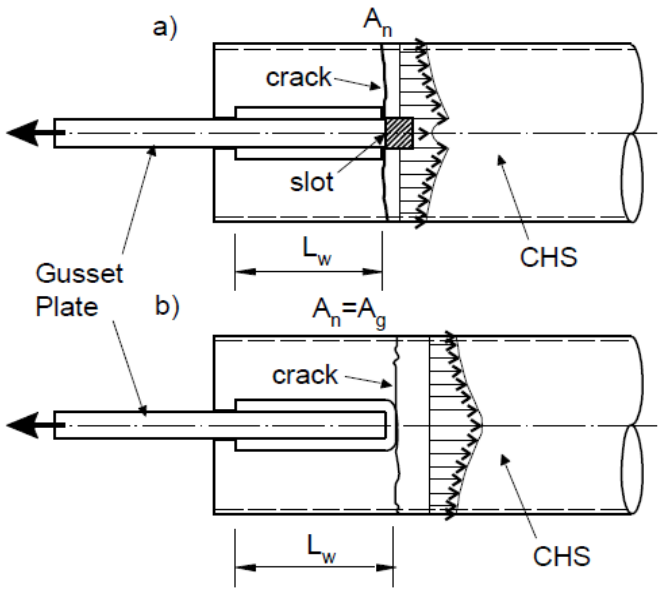
Connessione saldata piatti-tubo

GUSSET PLATE TO SLOTTED CHS JOINTS

Design guide for circular hollow section joints under predominantly static loading - CIDECT 2nd edition

CHS data				
Steel class	S235	Weld return [Y/N]	N	
ε	1.000	Number of gusset plate n (1,2)	2	
		Gusset plate thickness tp [mm]	8	
		Clearance between gusset plates tc [mm]	9	--
f_u [N/mm²]	360	Circumferential cut length s [mm]	25	s = n tp + tc
f_y [N/mm²]	235	Semi-circumferential net length w [mm]	254	w = 0.5 π d - s
Diameter d [mm]	177.8	Suggested weld length Lw [mm]	231	
Thickness t [mm]	6.0	Weld length Lw [mm]	100	
Gross area Ag [mm2]	3238	Ratio Lw / w	0.39	
Nrd = Ag fyd [kN]	725			referred to CHS
		Net area An = Ag - 2 s t [mm2]	2938	91%
γ_{M0}	1.05	Circumferential failure Nrd(CF) [kN]	371	51%
γ_{M2}	1.25			
		Longitudinal cut length not welded L' [mm] (>= 0)	0	
		Total longitudinal cut length Lc [mm] (= Lw + L')	100	
		Gross area in shear: Agv = 4 Lc t [mm2]	2400	
		Tear out net area in tension Ant [mm2]	0	
		Tear out failure Nrd(TO) [kN]	330	46%
		Axial design resistance [kN]	**330**	46%
				Sr/Sd
		Design axial force [kN]	130	**2.54**

$$N_i^* = 0.9\, A_n f_{ui} \left(1 - \frac{1}{\left[1 + \left(\frac{L_w}{w} \right)^{2.4} \right]^{5.7}} \right) \qquad N_i^* = 0.9 \left(A_{nt} f_{ui} + 0.58 A_{gv} \left(\frac{f_{yi} + f_{ui}}{2} \right) \right)$$



WELDED CONNECTIONS - EN1993-1-8
Fillet welds and partial penetration butt welds

				Fusion faces L1 and L2:
Plate "1"			**Straight welds**	◉ L1 = L2
Steel class	S235			
ε	1.000		Throat thickness a [mm]	4.0
			Fusion face 1 length L1	5.7
Thickness t_1 [mm]	6.0		Fusion face 1 length L2	5.7
f_u [N/mm²]	360		Outer face length L3	8.0
f_y [N/mm²]	235		Angle θ between fusion faces [deg]	90.0
βw	0.80		Angle between L1 and L3 [deg]	45.0
			Angle between L2 and L3 [deg]	45.0
Plate "2"			Angle α between throat and L1 [deg]	45.0
Steel class	S235		Min fusion face length (=0.5* tmin) [mm]	3
ε	1.000		Max fusion face length (= tmin) [mm]	6.0
Thickness t_2 [mm]	8.0		Fillet weld length L [mm]	100
f_u [N/mm²]	360		Effective fillet weld length Leff [mm]	92
f_y [N/mm²]	235			
βw	0.80			☑ Incl.
				1
γ_{M0}	1.05			**Fsd // [kN]**
γ_{M2}	1.25		Design value (for 1 fillet weld)	35
			Directional method	

Steel	βw	
S235	0.80	
S275	0.85	
S355	0.90	
S420	1.00	
S450	1.00	(*)
S460	1.00	

(*) Case not considered. 1 for analogy

τ // [N/mm2]	95.1
τ ⊥ [N/mm2]	0.0
σ ⊥ [N/mm2]	0.0
Limit σ ⊥ [N/mm2]	259.2
Ideal stress [N/mm2]	164.7
Limit stress [N/mm2]	360.0
Check	OK
Limit design value	76
Sr/Sd	2.19

12 CONNESSIONI ORIZZONTALI TRA IMPALCATI MANICHE E STRUTTURE ESISTENTI

Nell concezione strutturale dell'opera ai 6 corpi scale (A, B, C, D, E e F) e agli impalcati metallici (P.1 e P.2) di nuova realizzazione delle Maniche è affidato il ruolo rispettivamente di elementi verticali controventanti e di diaframmi rigidi orizzontali.

A tali elementi devono quindi ancorarsi orizzontalmente le strutture esistenti che è possibile sinteticamente sintetizzare in:

1) Struttura di copertura della Platea Teatro;
2) Facciate murarie longitudinali lato Petrarca e lato BCC;
3) Telai in c.a. longitudinali posti tra le Maniche e la Platea;
4) Galleria.

L'ancoraggio orizzontale viene realizzato in corrispondenza del contatto longitudinale tra ciascun impalcato (P.1 e P.2) e le strutture sopra elencate tenendo conto della differenti situazioni al contorno che è possibile riscontrare e che costringono ad adottare soluzioni differenti.

Nel passaggio dall'impalcato di P.2 di ciascuna Manica al corrispondente impalcato di copertura dei "Ridotti" dell'Atrio si ha un salto di quota di circa 60cm in corrispondenza di una trave 50cm x 60m in c.a. esistente. La trasmissione delle componenti trasversale e longitudinale dell'azione tagliante avviene mediante l'interfaccia di un profilo metallico ancorato all'intradosso della trave in c.a..

In termini di confronto tra Domanda e Capacità:

- la prima viene dedotta dalle soluzioni adottate nel rispetto delle condizioni al contorno;
- la seconda sarà determinata con procedura semplificata ma a favore di sicurezza assumendo l'imput sismico al 100%.

determinando quindi il grado di miglioramento ottenuto.

12.1 Cucitura tra impalcato P.1 e trave del telaio longitudinale esistente in corrispondenza dell'impalcato della galleria

Lungo il contatto longitudinale tra la soletta di nuova realizzazione dell'impalcato P.1 e la trave dei due telai longitudinali esistenti perimetrali è prevista una connessione/cucitura avente lo scopo di trasferire le azioni sismiche orizzontali generate dalle masse della Galleria ai corpi scala delle Maniche BCC e Petrarca.

L'azione tagliante trasmessa nello scenario sismico vale (vedere 22044D02_3_0_P_ST_00_CD__512_0-All3 anche per le semplificazioni a favore di sicurezza):

Fhor = 765 kN

Con lunghezza di contatto tra soletta di nuova realizzazione della Galleria vale L = 14m da cui

Vsd = Fhor / L = 55 kN/m

Dalle indagini strutturali la resistenza del cls della trave esistente vale

fcm = 24.6 N/mm2 da cui, posto FC = 1.0 e γm = 1.5

fcd = fcm / FC / γm = 24.6 / 1.0 / 1.5 = 16.4 N/mm2

La connessione viene realizzata mediante barre ϕ8 B450C inghisate nella trave laterale esistente.

Trascurando, a favor di sicurezza, le maggiori prestazioni di ancoraggio garantite dalla resina, la lunghezza di ancoraggio necessaria per permettere alla barra di attingere al 100% delle sue risorse è di 280mm:

Classe cls	User	
fck (MAX C60/75)		--
fck (User)	N/mm2	24.6
fck	N/mm2	24.6
fctk 0.05	N/mm2	1.78
γc		1.5
FC	[1.0, 1.2, 1.35]	1.0
αcc		1.00
fcd	N/mm2	16.4
αct		1.0
fctd	N/mm2	1.18

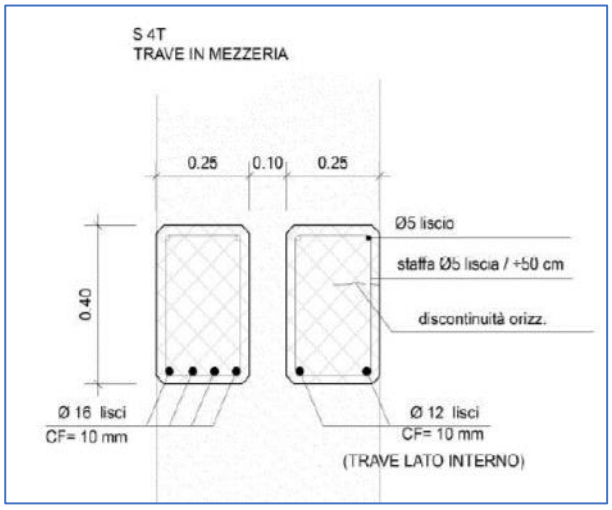
Tensione ultima di aderenza fbd		
Barra	[L/AM]	AM
Aderenza	[B/A]	B
η1	[0.7/1.0]	1.0
Diametro		
ϕ ($\leq$ 40)	mm	10
η2 (<1 se ϕ > 32)		1.00
Area barra As	mm2	79
fbd	**N/mm2**	**2.66**

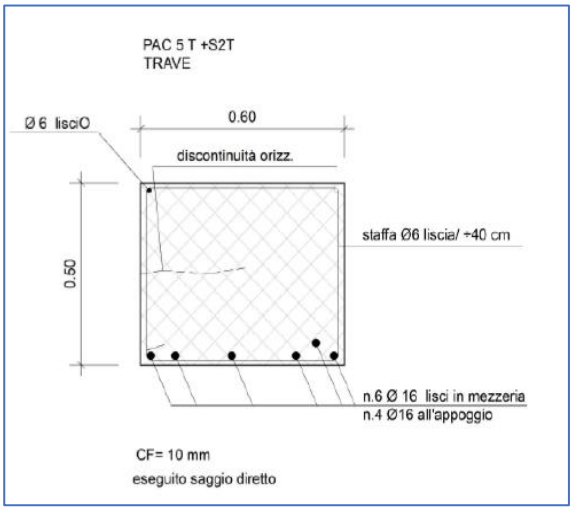
Tasso di lavoro barre		
As,req	cm2	1.00
As,prov	cm2	1.00
Lunghezza di ancoraggio di base		
lb,rqd	cm	37
lb,rqd / ϕ		37 ϕ
Ancoraggio	[T/C]	T
Ferro	[D/P]	D
interferro a	mm	150
copriferro c	mm	25
copriferro laterale c1	mm	150

Ancoraggio		
α1		1.000
α2		0.775
α3		1.000
α4		1.000
α5		1.000
α2 α3 α5	>= 0.7	0.775
Lunghezza minima di ancoraggio		
lb,min	cm	11
		12 ϕ
Lunghezza di ancoraggio di progetto		
lbd	cm	28
		29

La profondita d'inghisaggio viene assunta pari a 30cm.

Le figure seguenti mostrano la tipologia delle travi esistenti lato BCC e lato Petrarca rispettivamente:





Sul lato Petrarca si prevede di effettuare una connessione orizzontale tra le due travi mediante saturazione della fessura di 10cm tra le stesse con cls e l'inserimento di barre ϕ20 filettate con passo 50cm.

L'azione tagliante orizzontale viene contrastata dall'armatura con riferimento a EN1992-1-1 p. 6.2.5:

v_{Rdi} è la resistenza di progetto a taglio all'interfaccia ed è data da:

$$v_{Rdi} = c\, f_{ctd} + \mu\, \sigma_n + \rho\, f_{yd}\, (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0{,}5\, \nu\, f_{cd} \qquad (6.25)$$

dove:

c e μ sono fattori che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia [vedere punto (2)];

f_{ctd} come definito nel punto 3.1.6 (2)P;

σ_n tensione prodotta dalla forza esterna minima agente nell'interfaccia che può agire simultaneamente alla forza di taglio, positiva se di compressione, ma tale che $\sigma_n < 0{,}6\, f_{cd}$ e negativa se di trazione. Se σ_n è di trazione si raccomanda di assumere $c\, f_{ctd}$ pari a 0;

ρ $= A_s / A_i$.

A_s è l'area di armatura che attraversa l'interfaccia, compresa l'ordinaria armatura a taglio (se presente), adeguatamente ancorata ad entrambi i lati dell'interfaccia;

A_i è l'area del giunto;

α è definito nella figura 6.9 e si raccomanda che sia limitato a $45° \leq \alpha \leq 90°$;

ν è un coefficiente di riduzione della resistenza [vedere punto 6.2.2 (6)].

Per il caso in oggetto:

CLS - Resistenza	
f_{ck} [MPa]	24.6
γ_c	1.5
α_{cc}	1.00
f_{cd} [MPa]	16.40
f_{ctk} [MPa]	1.78
f_{ctd} [MPa]	1.18
EC2/NTC	NTC
ν	0.5

Nr. Ferri	Diametro barra		Filettata [S/N]	Area barra	Passo	Area metallica
nb	Db [mm]			Ab [mm2]	s [mm]	As [mm2/m]
1	10		N	79	150	524

Si considera la concomitante componente sismica trasversale che determina una tensione di trazione di

σ = Fhor / L / s con s = spessore soletta = 55mm

σ = 765 kN / 14m / 55mm = 1.0 N/mm2

				+ compres.				
spess.	**Tipo interfaccia**	**c**	**μ**	**σ**	**ρ**	**α**	**Acciaio**	
[mm]		[-]	[-]	[MPa]	[-]	[deg]	fyd [MPa]	
55	scabra	0.45	0.7	-1	0.00952	90	391	
		c fctd	**μσ**	**ρ fyd**	**tot**	**vrd max**	**vrd**	**Vrd**
		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN/m]
		0.0	-0.7	2.6	1.9	4.1	1.9	104.8

Tasso di lavoro:

Scenario SLV: Vsd / Vrd = 55.0 / 104.8 = 52% → verifica soddisfatta

12.2 Collegamento delle facciate murarie esterne longitudinali

12.2.1 Domanda sismica

Si determina il peso "sismico" della facciata composta da:

Maschi murari aventi sezione 48cm x 138cm, di altezza 8.66m e passo tipico 2.50m

Cordoli (P.1 e P.2) in c.a. aventi sezioni 45cm x 25cm

Finestrature

Maschi murari

Peso: 0.48m x 1.38m x 8.66m x 18 kN/m3 / 2.5m =	41 kN/m
Cordoli: 0.48m x 0.25m x 25 kN/m3 =	6 kN/ml
Finestrature	
Si assume un peso di 0.50 kN/m2	
(2.5m -1.38m)/2.5m x 0.50 kN/m2 x 8.66m =	2 kN/ml
TOTALE	49 kN/ml

Lunghezza della facciata: 58m

Peso sismico: 58m x 49 kN/m = 2842 kN suddiviso in 3 fascie

Fascia afferente a P.T. (z = 0m)	H = 5.04m / 2 = 2.52m	→ 857 kN
Fascia afferente a P.1. (z = 5.04m)	H = (3.62m + 5.04m) / 2 = 4.33m	→ 1370 kN
Fascia afferente a P.2. (z = 8.36m)	H = 3.62m/ 2 = 1.82m	→ 615 kN

I pesi sismici in elevazione (P.1 e P.2) sommano a Wtot 1985 kN

Operando con il criterio dell'analisi sismica equivalente ed assumendo l'ordinata spettrale del plateau Sd = 0.204 si ottengono le seguenti forzanti sismiche di piano:

Hi = Sd Wtot zi Wi / SUM(Wj zj)

con SUM(Wj zj) = 615 x 8.36 + 1370 x 5.04 = 12046 kNm

P.2 → H2 = 0.204 x 1985 x 8.36 x 615 / 12046 = 173 kN

P.1 → H1 = 0.204 x 1985 x 5.04 x 1370 / 12046 = 232 kN

12.2.2 Capacità dell'ancoraggio

Si ipotizza l'impiego di barre ϕ14 in acciaio B450C inghisate nel cordolo in c.a. e ancorate alla schiena del profilo di bordo longitudinale UPN (quest'ultimo con foro avente asolatura verticale per scorrelare i movimenti verticali del profilo inflesso).

Si assume passo 2000mm.

L'azione orizzontale parallela alla facciata si configura come taglio. La resistenza viene determinata come resistenza di spinotto in accordo con NTC 2018 p.to 7.4.4.5.1:

CLS - Resistenza	
f_{ck} [MPa]	24.6
γ_c	1.5
α_{cc}	1.00
f_{cd} [MPa]	16.40

												L [m]
Nr. Ferri	Diametro barra		Filettata [S/N]	Area barra	Passo	Area metallica	Acciaio	CLS	(acciaio e cls)	(acciaio)		58.0
nb	Db [mm]			Ab [mm2]	s [mm]	As [mm2/m]	fyd [N/mm2]	fcd [N/mm2]	Vdd1 [kN/m]	Vdd2 [kN/m]	**Vdd [kN/m]**	Vdd [kN]
1	14		S	115	2000	58	557	16.7	7.2	8.0	**7.2**	417.6

Per la facciata di lunghezza 58m la resistenza complessiva vale Vrd = 418 kN > Hi → miglioramento 100%

L'azione orizzontale perpendicolare alla facciata si configura come trazione nelle barre. La resistenza viene determinata come resistenza all'ancoraggio:

Materiali		
Classe cls	User	
fck (MAX C60/75)		--
fck (User)	N/mm2	24.6
fck	N/mm2	24.6
fctk 0.05	N/mm2	1.78
γc		1.5
FC	[1.0, 1.2, 1.35]	1.0
αcc		1.00
fcd	N/mm2	16.4
αct		1.0
fctd	N/mm2	1.18
Acciaio barre		
fyk	N/mm2	450
γs	[1.15]	1.15
FC	[1.0, 1.2, 1.35]	1.00
fyd	N/mm2	391
rete elettrosaldata	[S/N]	N

Tensione ultima di aderenza fbd		
Barra	[L/AM]	AM
Aderenza	[B/A]	B
$\eta 1$	[0.7/1.0]	1.0
Diametro		
ϕ (≤ 40)	mm	14
$\eta 2$ (<1 se ϕ > 32)		1.00
Area barra As	mm2	154
fbd	**N/mm2**	**2.66**

Considerando un ancoraggio con profondità 175mm:

Resistenza dell'ancoraggio:

vrd = ϕ π L fbd = 14mm x 3.14 x 175mm x 2.66 N/mm2 = 20.5 kN/barra → 10.2 kN/m

Per la facciata di lunghezza 58m la resistenza complessiva vale Vrd = 592 kN > Hi → miglioramento 100%

12.3 Collegamento del telaio in c.a.

12.3.1 Domanda sismica

Si determina il peso "sismico" afferenti al telaio in c.a.:

Copertura Platea (z = 11.0m)

Lunghezza L = 58m, larghezza B = 25m

Travi principali	3600 kN
Solaio e pesi permanenti 4.40 kN/m2	6400 kN
Totale	10000 kN

Per 1 telaio:		5000 kN / telaio
Telaio c.a. (z = 5.5m)		2000 kN / telaio
Galleria (z = 5.05m):	7500 kN	
Per 1 telaio:		3750 kN / telaio
Totale:		10750 kN / telaio

Operando con il criterio dell'analisi sismica equivalente ed assumendo l'ordinata spettrale del plateau Sd = 0.204 si ottengono le seguenti forzanti sismiche di piano:

Hi = Sd Wtot zi Wi / SUM(Wj zj)

con SUM(Wj zj) = 5000 x 11.0 + 2000 x 5.5 + 3750 x 5.05 = 85000 kNm

P.2 → H2 = 0.204 x 10750 x 8.36 x (5000 + 2000 / 2) / 85000 = 1295 kN → 22.3 kN/m

P.1 → H1 = 0.204 x 10750 x 5.05 x (3750 + 2000 / 2) / 85000 = 618 kN → 10.7 kN/m

12.3.2 Capacità dell'ancoraggio

Si ipotizza l'impiego di barre ϕ14 in acciaio B450C annegate nella soletta in cls dell'impalcato, inserite nelle colonne in c.a. e ancorate sulla faccia opposta di queste ultime.

Si assume di inserire 4 barre per ogni colonna scelte tra quelle che sono accostate alle colonne in acciaio (in modo da mimizzare lo spostamento verticale della soletta). Totale 7 colonne per telaio.

L'azione orizzontale parallela alla facciata si configura come taglio. La resistenza viene determinata per taglio tra getti differenti in accordo con NTC 2018 p.to 6.2.5:

CLS - Resistenza	
f_{ck} [MPa]	24.6
γ_c	1.5
α_{cc}	0.85
f_{cd} [MPa]	13.94
f_{ctk} [MPa]	1.78
f_{ctd} [MPa]	1.18
EC2/NTC	NTC
ν	0.5

Nr. Ferri	Diametro barra		Filettata [S/N]	Area barra	Passo	Area metallica
nb	Db [mm]			Ab [mm2]	s [mm]	As [mm2/m]
1	14		N	154	150	1026

Operando per larghezze d'influenza,l'interasse massimo della colonna è i = 15.36m / 2 = 7.68m

Con riferimento a P.2, si assume una forzante sismica al 65%

Sx = 65% 22.3 kN/m x 7.68m = 111 kN

Sy = 30% Sx = 33.4 kN (trazione) a cui corrisponde una tensione nell'interfaccia

σ= 33.4 kN / (55mm x 660mm) = 0.92 N/mm2

spess.	Tipo interfaccia	c	μ	σ	ρ	α	Acciaio		Lunghezza
[mm]		[-]	[-]	[MPa]	[-]	[deg]	fyd [MPa]		[m]
55	scabra	0.45	0.7	-0.92	0.01866	90	391		0.6
		c fctd	μσ	ρ fyd	tot	vrd max	vrd	Vrd	Vrd
		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN/m]	[kN]
		0.0	-0.6	5.1	4.5	3.5	3.5	191.7	115.0

La resistenza vale Vrd = 115 kN/colonna < Sx → si conferma l'ipotesi di miglioramento 65%.

12.4 Collegamento trasversale tra l'impalcato P.2 delle Maniche e l'impalcato copertura "ridotti" dell'Atrio

12.4.1 Domanda sismica

Dal modello matematico del Corpo Basso l'azione tagliante trasmessa in corripondenza dell'interfaccia vale (per sisma al 100%)

Sx = 162 kN (parallelo all'asse longitdinale teatro)

Sy = 151 kN (trasversale).

12.4.2 Capacità dell'ancoraggio

Si ipotizza l'impiego di barre ϕ10 in acciaio B450C con passo 300mm annegate nella soletta di P.2 e ancorate all'anima del profilo di interfaccia in HEA 240.

L'azione orizzontale Sx si configura come sforzo assiale:

Sx_rd = Area(ϕ10) fyd Lunghezza contatto / passo =

154 mm2 x 391 N/mm2 x 7600mm / 300mm = 1525 kN > Sx → miglioramento 100%

L'azione orizzontale Sy si configura come taglio. La resistenza viene determinata come resistenza di spinotto in accordo con NTC 2018 p.to 7.4.4.5.1:

CLS - Resistenza	
f_{ck} [MPa]	24.6
γ_c	1.5
α_{cc}	1.00
f_{cd} [MPa]	16.40

Nr. Ferri	Diametro barra	Filettata [S/N]	Area barra	Passo	Area metallica	Acciaio	CLS			
nb	Db [mm]		Ab [mm2]	s [mm]	As [mm2/m]	fyd [N/mm2]	fcd [N/mm2]	Vdd1 [kN/m]	Vdd2 [kN/m]	Vdd [kN/m]
2	10	N	79	300	524	391	16.4	54.5	51.2	51.2

Per una lunghezza d'interfaccia L = 7.6m resistenza complessiva vale Vrd = 389 kN > Sy → miglioramento 100%.

COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Strutture Corpo Basso

Allegato 2

Progetto dei corpi scala A, B, C, D, E, F di Manica BCC e Manica Petrarca

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in CdS	S.Pinardi	S.Pinardi	M. Majowiecki

SOMMARIO

1 Premessa 6
2 Verifica pareti verticali 6
2.1 Criterio di progettazione 6
2.2 Corpi scala A, B (Atrio) 7
2.2.1 Esito verifiche (sintetico) 9
2.2.2 Esito verifiche (dettagliato) 11
2.3 Corpi scala C, D (Maniche) 33
2.3.1 Esito verifiche (sintetico) 35
2.3.2 Esito verifiche (dettagliato) 40
2.4 Corpi scala E, F (Maniche) 233
2.4.1 Esito verifiche (sintetico) 235
3.1.1 Esito verifiche (dettagliato) 245
4 Connessione tra i corpi scala e le solette degli impalcati P.1 e P.2 delle Maniche 417
4.1 Corpi scala A, B (Atrio) 417
4.2 Corpi scala C, D (Maniche) 421
4.3 Corpi scala E, F (Maniche) 424
5 Verifica di rampe e pianerottoli 427
5.1 Scale A e B Atrio 428
5.1.1 Analisi carichi 428
5.1.2 Schema statico 429
5.1.3 Sollecitazioni 430
5.1.4 Rampa 430
5.1.4.1 Verifica a taglio 431
5.1.4.2 Verifica a flessione 431
5.1.4.3 Verifica a fessurazione 431
5.1.4.4 Verifica di deformabilità 434
5.1.5 Pianerottolo 435
5.1.5.1 Verifica a taglio 435
5.1.5.2 Verifica a flessione 436
5.1.5.3 Verifica a fessurazione 436

5.1.5.4 Verifica di deformabilità 439

5.2 Scale C e D 440

5.2.1 Analisi carichi 440

5.2.2 Schema statico 441

5.2.3 Sollecitazioni 441

5.2.4 Rampa a doppio ginocchio 441

5.2.4.1 Verifica a taglio 442

5.2.4.2 Verifica a flessione 443

5.2.4.3 Verifica a fessurazione 443

5.2.4.4 Verifica di deformabilità 446

5.3 Scale E e F 447

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1 Premessa

Il presente documento contiene la verifica di pareti, rampe e pianerottoli dei corpi scala in c.a. di nuova realizzazione delle Maniche BCC e Petrarca e delle connessioni tra queste e gli impalcati.

Le fondazioni di tali corpi scala sono trattate nell'elaborato 22044D02_3_0_P_ST_00_CD__514 – All. 1.

2 Verifica pareti verticali

2.1 Criterio di progettazione

Le armature delle pareti sono state dimensionate facendo riferimento alle azioni sismiche derivanti dallo spettro di normativa. Ad esclusione delle pareti interessate da aperture l'armatura tipica è costituita da:

armatura orizzontale: 1+1ϕ8 passo 15cm

armatura verticale: 1+1ϕ12 passo 15cm

a cui corrisponde, per uno spessore tipico della parete di 25cm, una incidenza di

armatura orizzontale: ρ = 0.27%

armatura verticale: ρ = 0.6 %

(Nota: l'armatura minima richiesta dal p.to 7.4.6.2.4 delle NTC 2018 per pareti in strutture non dissipative è ρ = 0.2%).

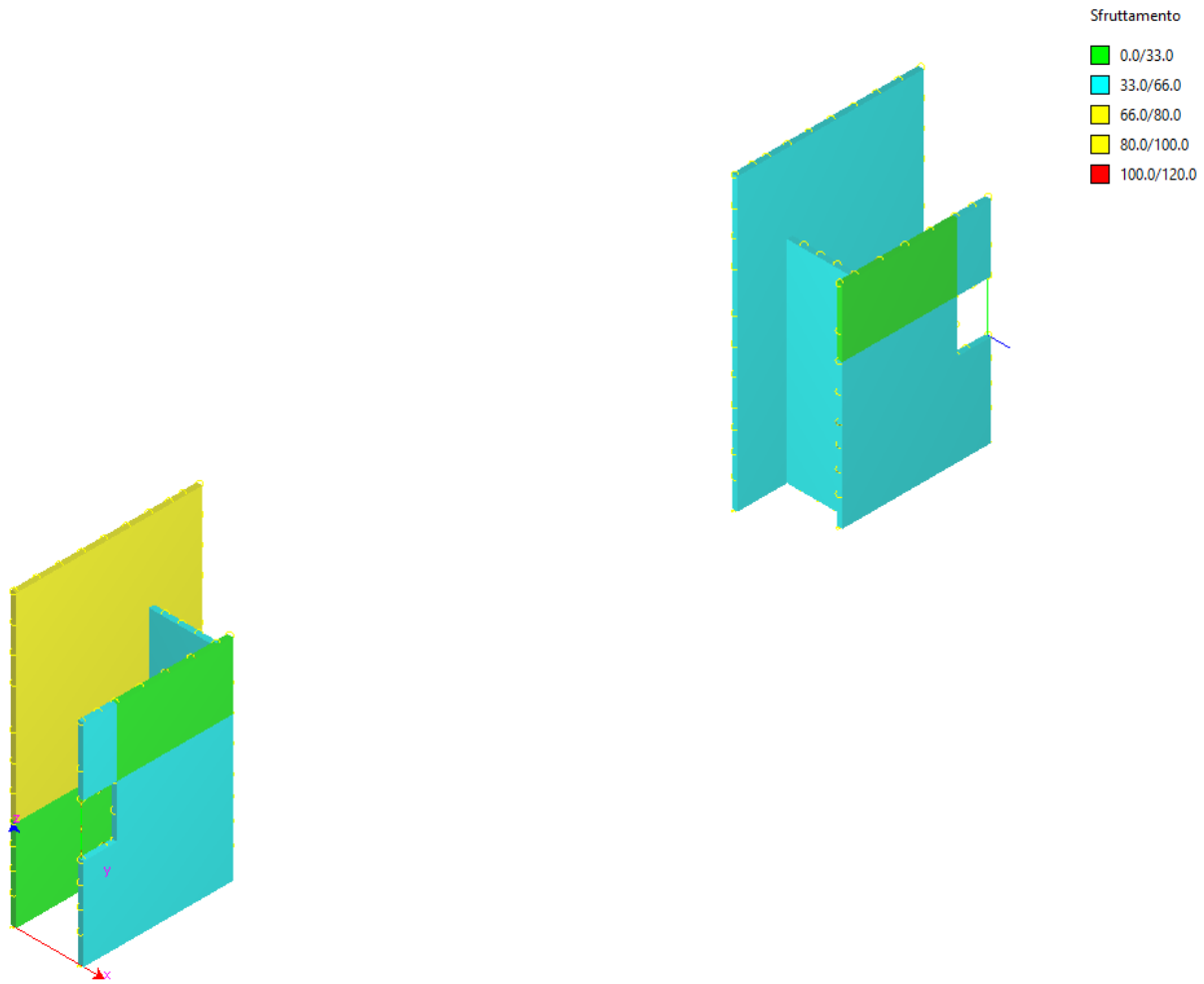
Modello matematico: Modello Corpo Basso R12.dt

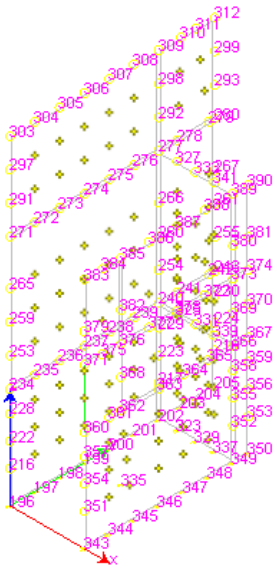
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

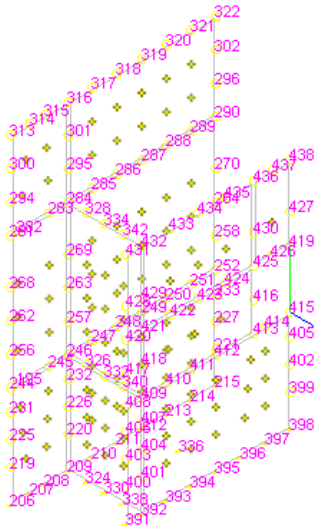
2.2 Corpi scala A, B (Atrio)

L'immagine seguente riporta la sintesi dell'esito delle verifiche delle pareti in c.a. che compongono le scale A e B.

La verifica è condotta assumendo il 100% del sisma da Normativa.







Numerazione nodale

2.2.1 Esito verifiche (sintetico)

Sezioni Impiegate:

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
300	Muro ATR - Scale	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
301	Muro ATR - Scale	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00

Criteri di progetto dei nuclei.

Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
criterio base	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.0	1.00

Impostazioni di verifica delle sezioni delle pareti

Sezione	Info	Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
300	Muro ATR - Scale s 25 sF 25 [cm]				x	
301	Muro ATR - Scale s 25 sF 25 [cm]				x	

Verifiche Setti:

Nuclei

Diaframma					Armature					Verifiche SLU					Verifiche Taglio			Verifiche SLE				
$Base_S$ x	Top_S x	Top_D x	$Base_D$ x	Sezione	B [cm]	H [cm]	Anima V	Anima H	Bordo Sx	Bordo Dx	Inclinata	Comb.	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Sd/Sr	Comp.	Taglio Trazione	Scorrimento	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\sigma_{c,Med}$ [MPa]	$\sigma_{f,+}$ [MPa]	$\sigma_{f,-}$ [MPa]	Note
55 z=-0.300 [m] / Nodi: 196 202 205 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																								

196	234	243	205	301	839	414	ø 12 15	ø 8 15	9	281.1	338.1	48.1	0.18	0.06	0.23	-0.69	-0.41	-2.20	-10.00
234	271	280	243	301	839	541	ø 12 15	ø 8 15	9	37.6	-194.6	320.5	0.68	0.04	0.18	-0.31	-0.26	-2.38	-4.49
271	303	312	280	301	839	357	ø 12 15	ø 8 15	11	-175.2	583.7	-406.0	0.84	0.03	0.12	-0.18	-0.08	-0.17	-2.28
60 z=-0.300 [m] / Nodi: 202 349 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
202	240	366	349	300	304	414	ø 12 15	ø 10 15	11	40.9	2.2	-643.8	0.46	0.15	0.39	-0.56	-0.38	-0.75	-8.30
240	277	389	366	300	304	541	ø 12 15	ø 10 15	15	303.9	-1.5	-310.8	0.43	0.14	0.37	-0.32	-0.22	-0.49	-4.84
56 z=-0.300 [m] / Nodi: 206 209 215 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
215	252	244	206	301	841	414	ø 12 15	ø 8 15	9	492.6	-2182.3	45.8	0.39	0.04	0.17	-0.67	-0.42	-2.03	-9.82
252	290	281	244	301	841	541	ø 12 15	ø 8 15	13	-102.2	-863.0	-212.5	0.46	0.03	0.13	-0.32	-0.26	-2.20	-4.58
290	322	313	281	301	841	357	ø 12 15	ø 8 15	13	-132.2	-785.5	-261.9	0.55	0.03	0.11	-0.18	-0.08	-0.14	-2.31
59 z=-0.300 [m] / Nodi: 209 392 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
209	246	409	392	300	304	414	ø 12 15	ø 10 15	13	260.1	4.4	-310.1	0.41	0.20	0.51	-0.53	-0.38	-1.08	-7.90
246	284	432	409	300	304	541	ø 12 15	ø 10 15	9	35.1	0.3	-556.9	0.39	0.20	0.53	-0.30	-0.22	-0.90	-4.54
57 z=-0.300 [m] / Nodi: 343 349 350 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
343	360	367	350	300	672	414	ø 12 15	ø 8 15	13	-524.8	-4464.8	30.4	0.49	0.09	0.37	-0.57	-0.49	-1.95	-8.24

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

362	376	374	367	300	522	238	ø 12 15	ø 8 15		15	-245.6	2453.6	-12.4	0.48	0.11	0.44		-0.52	-0.25	0.70	-7.51
376	385	390	374	300	522	303	ø 12 15	ø 8 15		15	-86.4	1120.3	-5.8	0.23	0.10	0.40		-0.33	-0.18	6.12	-4.78
58 z=-0.300 [m] / Nodi: 392 391 398 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																					
398	415	408	391	300	672	414	ø 12 15	ø 8 15		15	92.0	4005.9	3.3	0.60	0.11	0.46		-0.55	-0.48	-2.11	-8.01
408	420	425	413	300	522	238	ø 12 15	ø 8 15		15	-49.8	1942.9	17.6	0.46	0.13	0.51		-0.48	-0.25	0.14	-6.97
420	431	436	425	300	522	303	ø 12 15	ø 8 15		11	199.3	-567.4	-3.0	0.22	0.12	0.47		-0.31	-0.19	5.71	-4.62

Setti isolati

Diaframma							Armature					Verifiche SLU					Verifiche Taglio			Verifiche SLE				
$Base_S$ x	Top_S x	Top_D x	$Base_D$ x	Sezione	B [cm]	H [cm]	Anima V	Anima H	Bordo Sx	Bordo Dx	Inclinata	Comb.	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Sd/Sr	Comp.	Taglio Trazione	Scorrimento	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\sigma_{c,Med}$ [MPa]	$\sigma_{f,+}$ [MPa]	$\sigma_{f,-}$ [MPa]	Note
371	383	385	376	300	150	303	ø 12 15	ø 8 15				13	69.0	3.1	86.2	0.39	0.03	0.13		-0.34	-0.19	0.97	-4.61	
419	438	436	425	300	150	303	ø 12 15	ø 8 15				15	98.5	-0.4	108.1	0.49	0.04	0.15		-0.30	-0.18	1.33	-4.14	

2.2.2 Esito verifiche (dettagliato)

- **Sezioni Impiegate:**

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
300	Muro ATR - Scale	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00

301	Muro ATR - Scale	s 25 sF 25 [cm]		Verset	C30/37		1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5		1.00

- **Criteri di progetto dei nuclei.**

Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
criterio base	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.0	1.00

Taglio di progetto pari al taglio di calcolo
V_{Rdc}=0.90 lw bw α_cv f_{cd} (cotg(α)+cotg(θ))/(1+cotg(θ)²)

- **Impostazioni di verifica delle sezioni delle pareti**

Sezione	Info	Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
300	Muro ATR - Scale s 25 sF 25 [cm]				x	
301	Muro ATR - Scale s 25 sF 25 [cm]				x	

- **Verifiche Setti:**
- **NUCLEO 55 z=-0.300 [m] / Nodi: 196 202 205 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
196-202-205	301	839	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	281.1	338.1	48.1	0.18
Sommità	9	120.3	3.2	21.8	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-943.8	670.2	6.7	-0.69
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-946.0	654.4	6.6	-0.41
$\sigma_{s,t}$	32	-614.2	546.1	6.8	-0.78
$\sigma_{s,c}$	37	-943.8	670.2	6.7	-10.00

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-719.0	194.1	-5.3	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-719.0	194.1	-5.3	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-461.7	70.2	-4.7	-2.20
$\sigma_{s,c}$	34	-719.0	194.1	-5.3	-6.18

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
196-202-205	8.390	4.140	14	1.00	-450.2	8022.9	0.06	14	1.00	-450.2	2.00	0.0	0.0	1980.3		0.23	0.23

- **NUCLEO 60 z=-0.300 [m] / Nodi: 202 349 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
202-349	300	304	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	11	40.9	2.2	-643.8	0.46
Sommità	15	221.6	-2.3	-391.3	0.42

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-313.4	0.1	74.8	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-314.6	0.1	73.9	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-192.7	0.1	76.8	-0.75
$\sigma_{s,c}$	37	-313.4	0.1	74.8	-8.30

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-207.1	-0.3	-60.3	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-207.9	-0.3	-59.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32		-110.9	-0.2	-65.2	0.40
$\sigma_{s,c}$	37		-207.1	-0.3	-60.3	-5.94

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
202-349	3.040	4.140	9	1.00	438.0	2907.0	0.15	9	1.00	438.0	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.39	0.39

- **NUCLEO 56 z=-0.300 [m] / Nodi: 206 209 215 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
215-209-206	301	841	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	9	492.6	-2182.3	45.8	0.39
Sommità	9	267.6	-1326.1	-24.0	0.22

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-952.6	-655.4	5.5	-0.67
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-953.3	-639.6	5.4	-0.42
$\sigma_{s,t}$	32	-616.0	-534.6	5.8	-0.96
$\sigma_{s,c}$	37	-952.6	-655.4	5.5	-9.82
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-713.3	-245.6	-4.4	-0.43

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	34	-713.3	-245.6	-4.4	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-454.8	-116.8	-3.9	-2.03
$\sigma_{s,c}$	34	-713.3	-245.6	-4.4	-6.26

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
215-209-206	8.410	4.140	12	1.00	-338.2	8042.1	0.04	12	1.00	-338.2	2.00	0.0	0.0	1985.0		0.17	0.17

- **NUCLEO 59 z=-0.300 [m] / Nodi: 209 392 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
209-392	300	304	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	275.6	-5.1	191.1	0.35
Sommità	13	260.1	4.4	-310.1	0.41

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-315.7	-0.1	62.3	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-316.4	-0.1	62.0	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-193.9	-0.1	68.2	-1.08
$\sigma_{s,c}$	37	-315.7	-0.1	62.3	-7.90
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-211.5	0.3	-47.9	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-211.8	0.3	-47.8	-0.25

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32		-113.1	0.2	-54.7	-0.08
$\sigma_{s,c}$	37		-211.5	0.3	-47.9	-5.58

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
209-392	3.040	4.140	9	1.00	570.8	2907.0	0.20	9	1.00	570.8	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.51	0.51

- **NUCLEO 55.1 z=3.840 [m] / Nodi: 234 240 243 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
234-240-243	301	839	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	77.1	-421.7	26.2	0.09
Sommità	9	37.6	-194.6	320.5	0.68

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-603.6	7.5	-4.6	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-603.6	7.5	-4.6	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-470.5	53.2	-4.3	-2.38
$\sigma_{s,c}$	34	-603.6	7.5	-4.6	-4.49
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-178.4	-25.5	-6.6	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	32	-183.6	37.7	-4.3	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-178.4	-25.5	-6.6	-0.34
$\sigma_{s,c}$	38	-178.4	-25.5	-6.6	-2.00

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione						taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R		Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
234-240-243	8.390	5.410	14	1.00	-354.8	8022.9	0.04		14	1.00	-354.8	2.00	0.0	0.0	1980.3		0.18	0.18

- **NUCLEO 60.1 z=3.840 [m] / Nodi: 240 366 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
240-366	300	304	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	303.9	-1.5	-310.8	0.43
Sommità	11	70.7	0.7	531.8	0.40

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-182.1	-0.1	-43.6	-0.32
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-182.1	-0.1	-43.6	-0.22
$\sigma_{s,t}$	32	-109.1	-0.0	-42.0	-0.49
$\sigma_{s,c}$	34	-182.1	-0.1	-43.6	-4.84
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-33.5	0.1	-1.3	-0.05
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-34.1	0.1	-0.2	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-6.9	0.0	-1.4	-0.07
$\sigma_{s,c}$	37	-33.5	0.1	-1.3	-0.67

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
240-366	3.040	5.410	10	1.00	-410.4	2907.0	0.14	10	1.00	-410.4	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.37	0.37

- **NUCLEO 56.1 z=3.840 [m] / Nodi: 244 246 252 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
252-246-244	301	841	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-254.7	-2390.9	-9.0	0.16
Sommità	13	-102.2	-863.0	-212.5	0.46

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-598.4	-57.7	-3.7	-0.32
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-598.4	-57.7	-3.7	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-463.5	-100.7	-3.5	-2.20
$\sigma_{s,c}$	34	-598.4	-57.7	-3.7	-4.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-177.9	26.4	-6.8	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	32	-183.0	-46.6	-5.0	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-177.9	26.4	-6.8	-0.32
$\sigma_{s,c}$	38	-177.9	26.4	-6.8	-2.01

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
252-246-244	8.410	5.410	12	1.00	-265.4	8042.1	0.03	12	1.00	-265.4	2.00	0.0	0.0	1985.0		0.13	0.13

- **NUCLEO 59.1 z=3.840 [m] / Nodi: 246 409 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
246-409	300	304	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	277.3	2.6	-70.7	0.23
Sommità	9	35.1	0.3	-556.9	0.39

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-185.8	0.1	-33.2	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-185.8	0.1	-33.2	-0.22
$\sigma_{s,t}$	32	-111.4	0.0	-31.7	-0.90
$\sigma_{s,c}$	34	-185.8	0.1	-33.2	-4.54
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-33.8	-0.1	-5.4	-0.06
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-34.0	-0.1	-5.0	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-5.4	-0.0	-6.9	0.50
$\sigma_{s,c}$	37	-33.8	-0.1	-5.4	-0.82

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	
246-409	3.040	5.410	10	1.00	-589.2	2907.0	0.20	10	1.00	-589.2	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.53	0.53

- **NUCLEO 55.2 z=9.250 [m] / Nodi: 271 277 280 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
271-277-280	301	839	357	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-175.2	583.7	-406.0	0.84
Sommità	18	3.4	-2.6	-0.0	0.00

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-0.17
$\sigma_{s,c}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-2.28
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	33	-0.0	0.0	-0.0	-0.00
$\sigma_{Cls,Med}$	33	-0.0	0.0	-0.0	-0.00
$\sigma_{s,t}$	33	-0.0	0.0	-0.0	0.00
$\sigma_{s,c}$	33	-0.0	0.0	-0.0	-0.00

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R

271-277-280	8.390	3.570	12		1.00	244.3	8022.9	0.03	12		1.00	244.3	2.00	0.0	0.0	1980.3		0.12	0.12

- **NUCLEO 56.2 z=9.250 [m] / Nodi: 281 284 290 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
290-284-281	301	841	357	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-132.2	-785.5	-261.9	0.55
Sommità	19	3.1	2.3	-0.0	0.00

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-0.14
$\sigma_{s,c}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-2.31
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	0.0	-0.0	0.0	-0.00
$\sigma_{Cls,Med}$	32	0.0	-0.0	-0.0	0.00
$\sigma_{s,t}$	38	0.0	-0.0	0.0	0.00
$\sigma_{s,c}$	33	0.0	-0.0	-0.0	-0.00

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
290-284-281	8.410	3.570	14	1.00	211.1	8042.1	0.03	14	1.00	211.1	2.00	0.0	0.0	1985.0		0.11	0.11

- **NUCLEO 57 z=-0.300 [m] / Nodi: 343 349 350 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
343-349-350	300	672	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-524.8	-4464.8	30.4	0.49
Sommità	11	206.3	1818.5	6.4	0.33

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-891.5	17.7	6.1	-0.57
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-891.5	17.7	6.1	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-445.4	-126.8	5.9	-1.95
$\sigma_{s,c}$	37	-891.5	17.7	6.1	-8.24
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-529.1	238.2	-4.5	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-529.1	238.2	-4.5	-0.29
$\sigma_{s,t}$	32	-210.1	97.9	-4.6	-0.40
$\sigma_{s,c}$	37	-529.1	238.2	-4.5	-6.64

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
343-349-350	6.720	4.140	12	1.00	582.3	6426.0	0.09	12	1.00	582.3	2.00	0.0	0.0	1586.1		0.37	0.37

- **NUCLEO 57.1 z=3.840 [m] / Nodi: 362 366 367 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
362-366-367	300	522	238	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-245.6	2453.6	-12.4	0.48
Sommità	11	197.1	773.2	-1.3	0.27

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-351.3	269.2	-3.6	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-351.3	269.2	-3.6	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-175.8	157.1	-3.4	0.70
$\sigma_{s,c}$	37	-351.3	269.2	-3.6	-7.51
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-283.3	243.1	-1.2	-0.41
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-283.3	243.1	-1.2	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-99.3	92.6	-1.1	0.26
$\sigma_{s,c}$	37	-283.3	243.1	-1.2	-6.07

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
362-366-367	5.218	2.380	15	1.00	-541.3	4990.0	0.11	15	1.00	-541.3	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.44	0.44

- **NUCLEO 57.2 z=6.220 [m] / Nodi: 373 374 376 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x

376-373-374	300		522	303	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-86.4	1120.3	-5.8	0.23
Sommità	11	185.3	347.0	-2.4	0.17

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-263.0	151.6	-1.2	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-263.0	151.6	-1.2	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-90.8	68.4	-1.0	0.02
$\sigma_{s,c}$	37	-263.0	151.6	-1.2	-4.78
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	17.6	33.4	0.0	-0.05
$\sigma_{Cls,Med}$	32	7.0	-4.5	-0.1	0.00
$\sigma_{s,t}$	34	17.6	33.4	0.0	6.12
$\sigma_{s,c}$	34	17.6	33.4	0.0	-0.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
376-373-374	5.218	3.030	15	1.00	-492.8	4990.0	0.10	15	1.00	-492.8	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.40	0.40

- **NUCLEO 58 z=-0.300 [m] / Nodi: 392 391 398 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
398-392-391	300	672	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	92.0	4005.9	3.3	0.60
Sommità	15	25.8	2217.7	23.1	0.35

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-879.8	-16.3	5.2	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-879.8	-16.3	5.2	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-445.2	118.3	5.1	-2.11
$\sigma_{s,c}$	37	-879.8	-16.3	5.2	-8.01
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-528.4	-192.3	-3.5	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-528.4	-192.3	-3.5	-0.29
$\sigma_{s,t}$	32	-217.0	-65.1	-3.7	-0.81
$\sigma_{s,c}$	37	-528.4	-192.3	-3.5	-6.17

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
398-392-391	6.720	4.140	15	1.00	731.8	6426.0	0.11	15	1.00	731.8	2.00	0.0	0.0	1586.1		0.46	0.46

- **NUCLEO 58.1 z=3.840 [m] / Nodi: 408 409 413 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
408-409-413	300	522	238	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base	15	-49.8	1942.9	17.6	0.46
Sommità	11	275.0	-330.8	4.1	0.21

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-355.4	-231.3	-2.8	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-355.4	-231.3	-2.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-184.3	-135.2	-2.7	0.14
$\sigma_{s,c}$	37	-355.4	-231.3	-2.8	-6.97
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-286.8	-229.2	-0.9	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-286.8	-229.2	-0.9	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-106.2	-82.4	-0.8	0.00
$\sigma_{s,c}$	37	-286.8	-229.2	-0.9	-5.89

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
408-409-413	5.218	2.380	13	1.00	628.3	4990.0	0.13	13	1.00	628.3	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.51	0.51

- **NUCLEO 58.2 z=6.220 [m] / Nodi: 420 421 425 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
420-421-425	300	522	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-255.9	-1063.9	-5.3	0.15
Sommità	11	199.3	-567.4	-3.0	0.22

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-266.4	-138.3	-1.0	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-266.4	-138.3	-1.0	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-96.9	-60.2	-0.8	-0.18
$\sigma_{s,c}$	37	-266.4	-138.3	-1.0	-4.62
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	14.3	-34.8	0.1	-0.06
$\sigma_{Cls,Med}$	32	3.2	5.6	-0.0	0.00
$\sigma_{s,t}$	34	14.3	-34.8	0.1	5.71
$\sigma_{s,c}$	34	14.3	-34.8	0.1	-0.85

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
420-421-425	5.218	3.030	13	1.00	578.1	4990.0	0.12	13	1.00	578.1	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.47	0.47

- **SETTI ISOLATI**
- **Setto : 371 383 385 376 / Sezione 300**

B = 150.2 H = 303.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	69.0	3.1	86.2	0.39
Sommità	13	60.6	-0.1	29.3	0.19

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-75.3	0.0	-15.1	-0.34
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-75.3	0.0	-15.1	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-31.9	0.0	-10.3	0.19
$\sigma_{s,c}$	37	-75.3	0.0	-15.1	-4.61
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-2.7	0.0	-1.8	-0.04
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-2.7	0.0	-1.8	-0.02
$\sigma_{s,t}$	37	-0.6	0.0	-1.1	0.97
$\sigma_{s,c}$	38	-2.7	0.0	-1.8	-0.41

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
371 385	1.502	3.030	15	1.00	45.5	1436.0	0.03	15	1.00	45.5	2.00	0.0	0.0	354.4		0.13										0.13

- **Setto : 419 438 436 425 / Sezione 300**

B = 150.2 H = 303.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	98.5	-0.4	108.1	0.49
Sommità	15	74.7	0.4	35.8	0.24

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-71.3	-0.0	-12.4	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-71.3	-0.0	-12.4	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-29.3	-0.0	-8.6	0.01
$\sigma_{s,c}$	37	-71.3	-0.0	-12.4	-4.14
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-0.8	-0.0	-1.1	-0.02
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-0.8	-0.0	-1.1	-0.01
$\sigma_{s,t}$	37	1.3	-0.0	-0.4	1.33
$\sigma_{s,c}$	32	-2.5	-0.0	-1.2	-0.28

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
419 436	1.502	3.030	13	1.00	54.4	1436.0	0.04	13	1.00	54.4	2.00	0.0	0.0	354.4		0.15										0.15

Verifiche pilastri

Modalità di verifica
Presso-tenso flessione deviata.
Le verifiche vengono effettuate nella sezione di sommità e in quella di base in tutte le combinazioni di carico.
Nelle stampe si riportano (per le due sezioni di verifica succitate) le sollecitazioni relative alla combinazione di carico critica. Le sollecitazioni di verifica alle estremità sono valutate ad una ascissa di spunto definita dall'utente.

Sezioni Impiegate:

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copr. [cm]	Verifica	cotg θ
302	Rett. Atrio Scale	B 25 H 34 [cm]	Verpil	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	Deviata	1.00

Verifiche Pilastri:
Impostazioni di verifica delle sezioni dei pilastri

Sezione	Info	Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
302	Rett. Atrio Scale B 25 H 34 [cm]					

L'area complessiva dei bracci di staffa A_{st} è l'area totale delle staffe in entrambe le direzioni.

Pilastro: 360/371 / L 2.130[m] / Sezione 302 B 25 H 34 [cm]
Af: 4 ø 14 =6.16 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 0f14 x 2 H >
Staffe: ø 8/15.0 x 213.0

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
360	13	79.2	2.3	-2.5	0.42
371	13	84.3	3.5	2.0	0.45

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}

0.125	2.255	1.00	3.4	68.4	0.05	1.00	2.5	47.2	0.05	ø 8/15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
360	Ft. 22	-34.3	-1.7	0.6	-0.76
	$\sigma_{s,c}25$	-34.5	-1.7	0.6	-10.17
	$\sigma_{cls,Max}25$	-34.5	-1.7	0.6	-0.83
	$\sigma_{cls,Med}25$	-34.5	-1.7	0.6	-0.38
371	Ft. 20	-18.4	-0.8	-0.0	-1.42
	$\sigma_{s,c}25$	-29.4	0.1	0.0	-4.86
	$\sigma_{cls,Max}20$	-18.4	-0.8	-0.0	-0.34
	$\sigma_{cls,Med}25$	-29.4	0.1	0.0	-0.31

Pilastro: 415/419 / L 2.130[m] / Sezione 302 B 25 H 34 [cm]
Af: 4 ø 14 =6.16 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 0f14 x 2 H >
Staffe: ø 8/15.0 x 213.0

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
415	15	85.2	-1.3	-1.0	0.39
419	15	90.3	-4.1	0.6	0.48

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	2.255	1.00	2.4	68.4	0.04	1.00	1.7	47.2	0.04	ø 8/15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

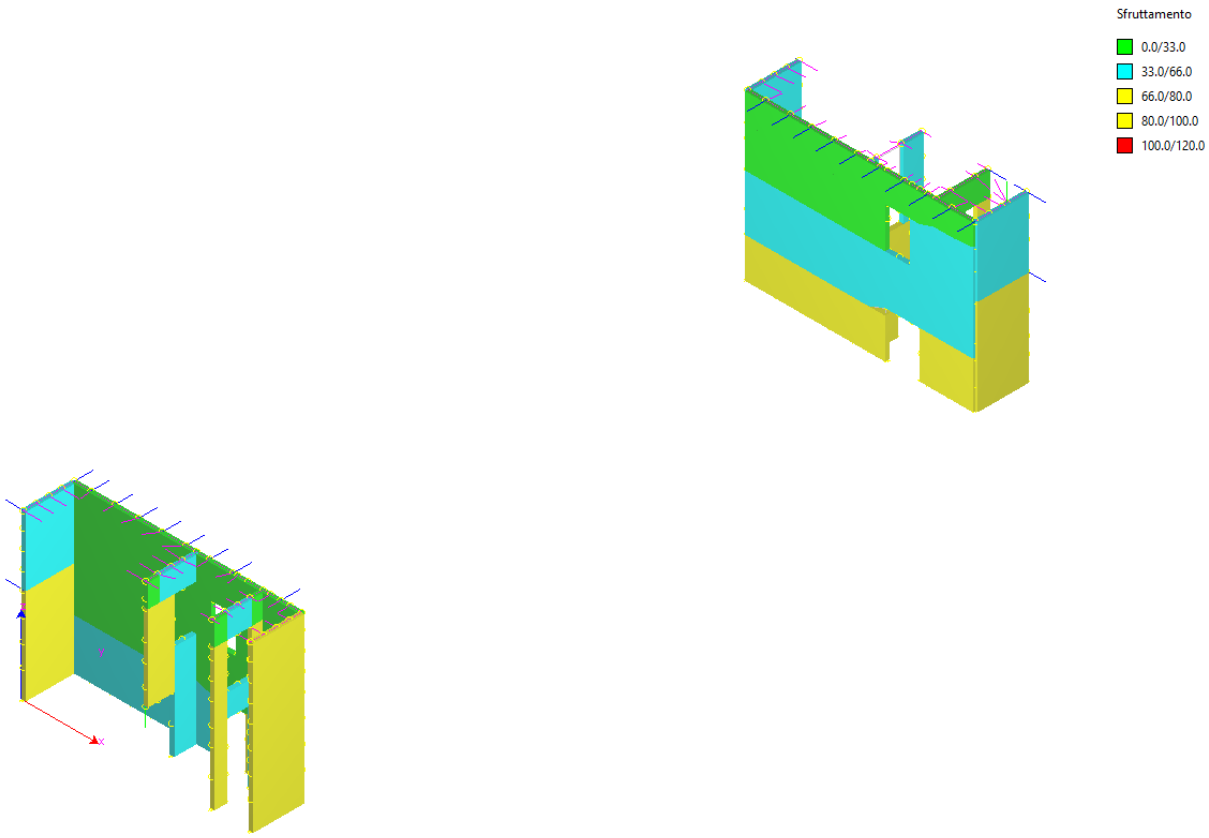
Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
415	Ft. 22	-36.1	1.7	0.7	-1.00
	$\sigma_{s,c}25$	-36.6	1.7	0.7	-10.57
	$\sigma_{cls,Max}25$	-36.6	1.7	0.7	-0.86
	$\sigma_{cls,Med}25$	-36.6	1.7	0.7	-0.40
419	Ft. 20	-19.0	0.9	-0.0	-1.35
	$\sigma_{s,c}25$	-31.6	0.0	-0.0	-5.10
	$\sigma_{cls,Max}20$	-19.0	0.9	-0.0	-0.36
	$\sigma_{cls,Med}25$	-31.6	0.0	-0.0	-0.33

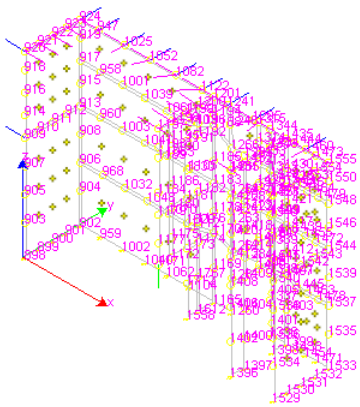
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

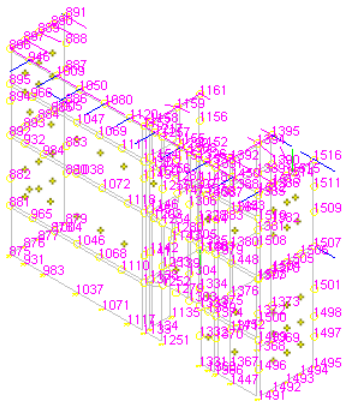
2.3 Corpi scala C, D (Maniche)

L'immagine seguente riporta la sintesi dell'esito delle verifiche delle pareti in c.a. che compongono le scale C e D.

La verifica è condotta assumendo il 100% del sisma da Normativa.







Numerazione nodale

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2.3.1 Esito verifiche (sintetico)

Sezioni Impiegate:

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
200	Muro MAN - Scale centrali- Trasv.	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
201	Muro MAN - Scale centrali- Long.	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00

Criteri di progetto dei nuclei.

Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
criterio base	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.0	1.00

Impostazioni di verifica delle sezioni delle pareti

Sezione	Info	Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
200	Muro MAN - Scale centrali- Trasv. s 25 sF 25 [cm]				x	
201	Muro MAN - Scale centrali- Long. s 25 sF 25 [cm]				x	

Verifiche Setti:

Nuclei

Diaframma					Armature					Verifiche SLU					Verifiche Taglio			Verifiche SLE				
$Base_S$ x	Top_S x	Top_D x	$Base_D$ x	Sezione	B [cm]	H [cm]	Anima V	Anima H	Bordo Sx	Bordo Dx	Inclinata	Comb.	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Sd/Sr	Comp.	Taglio Trazione	Scorrimento	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\sigma_{c,Med}$ [MPa]	$\sigma_{f,+}$ [MPa]	$\sigma_{f,-}$ [MPa]	Note
3 z=-0.300 [m] / Nodi: 875 1133 1251 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																								

875	881	1252	1251	201	737	222	ø 12 15	ø 8 15	13	1340.8	-50.2	1389.6	0.67	0.18	0.75	-0.53	-0.46	-2.87	-7.73
17 z=-0.300 [m] / Nodi: 875 879 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
875	892	886	879	200	271	504	ø 16 10	ø 8 15	15	573.3	1590.3	-1.5	0.75	0.16	0.64	-0.70	-0.51	-3.30	-10.08
892	896	891	886	200	271	362	ø 14 10	ø 8 15	15	286.4	657.1	1.8	0.42	0.14	0.56	-1.60	-0.64	34.86	-16.29
9 z=2.062 [m] / Nodi: 881 1137 1252 1303 1333 1374 1499 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
881	892	1503	1499	201	1201	269	ø 12 15	ø 8 15	13	1429.9	-31.7	1294.7	0.34	0.16	0.63	-0.45	-0.33	-1.54	-6.61
13 z=-0.300 [m] / Nodi: 898 902 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
898	909	913	902	200	268	504	ø 16 10	ø 8 15	13	1014.1	-1539.3	2.7	0.87	0.17	0.68	-0.71	-0.49	-2.51	-10.24
909	920	924	913	200	268	362	ø 14 10	ø 8 15	13	439.4	-873.8	-2.6	0.59	0.18	0.75	-1.67	-0.70	38.17	-15.39
1 z=-0.300 [m] / Nodi: 902 1165 1260 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
902	906	1262	1260	201	732	276	ø 12 15	ø 8 15	15	1179.9	50.7	-303.6	0.46	0.18	0.71	-0.56	-0.51	-3.19	-8.30
2 z=2.370 [m] / Nodi: 906 1170 1262 1309 1338 1407 1537 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
906	913	1544	1537	201	1200	229	ø 12 15	ø 8 15	15	1147.9	20.4	-490.0	0.23	0.14	0.55	-0.49	-0.33	-1.31	-7.25
5 z=4.740 [m] / Nodi: 913 1183 1264 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
913	917	1266	1264	201	732	206	ø 12 15	ø 8 15	15	456.6	56.1	641.6	0.30	0.09	0.35	-0.48	-0.21	2.66	-6.01
7 z=6.630 [m] / Nodi: 1342 1425 1548 1313 1266 1188 917 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
917	924	1555	1548	201	1200	166	ø 12 15	ø 8 15	7	-270.2	92.9	-265.1	0.10	0.06	0.24	-1.02	-0.47	29.48	-8.34
12 z=6.961 [m] / Nodi: 1153 895 1256 1307 1327 1387 1510 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			
895	896	1512	1510	201	1201	138	ø 12 15	ø 8 15	7	-272.1	-80.2	-174.5	0.08	0.07	0.28	-0.86	-0.40	23.59	-6.99
10 z=4.740 [m] / Nodi: 1145 1254 892 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																			

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1254	1256	895	892	201	737	215	ø 12 15	ø 8 15		13	430.2	-28.5	449.5	0.23	0.08	0.33		-0.33	-0.18	-1.13	-4.21
25 z=-0.300 [m] / Nodi: 1133 1134 1135 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1133	1137	1139	1135	200	135	210	ø 14 10	ø 8 15		15	112.5	474.8	-1.3	0.91	0.22	0.89		-1.29	-0.64	4.39	-18.92
26 z=1.800 [m] / Nodi: 1137 1138 1139 1140 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1137	1145	1148	1140	200	271	294	ø 12 15	ø 8 15		15	282.3	699.0	-0.2	0.84	0.12	0.50		-0.81	-0.42	-2.32	-11.64
1145	**1157**	**1158**	**1146**	200	31	362	ø 12 15	ø 10 15		15	204.9	318.5	-2.0	0.57	0.20	0.51		-0.48	-0.31	3.31	-6.99
1147	1159	1161	1148	200	110	362	ø 12 15	ø 10 15							0.18	0.46					
15 z=-0.300 [m] / Nodi: 1612 1165 1558 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1165	1170	1173	1558	200	130	295	ø 14 10	ø 8 15	ø 16/14 20	ø 16/14 20	13	186.5	-361.4	1.2	0.56	0.19	0.77		-1.29	-0.65	3.26	-18.76
27 z=2.650 [m] / Nodi: 1171 1172 1173 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1171	1179	1181	1173	200	138	209	ø 12 10	ø 8 15			13	120.2	-314.0	-0.4	0.83	0.10	0.40		-1.12	-0.53	-2.12	-16.01
1179	1189	1191	1181	200	138	240	ø 12 10	ø 8 15			12	127.9	-293.7	-2.1	0.80	0.15	0.62		-1.17	-0.54	12.39	-16.38
1189	1197	1198	1190	200	62	122	ø 12 15	ø 8 15			15	-14.9	-13.5	0.0	0.15	0.04	0.16		-0.69	-0.40	-2.41	-9.12
16 z=2.650 [m] / Nodi: 1173 1174 1170 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1173	1181	1183	1170	200	130	209	ø 12 15	ø 8 15			15	60.7	-101.3	-0.0	0.45	0.10	0.42		-0.48	-0.44	-2.37	-7.09
28 z=7.140 [m] / Nodi: 1190 1192 1188 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1190	1198	1201	1188	200	206	122	ø 12 15	ø 8 15			13	128.4	-168.5	1.5	0.38	0.13	0.51		-1.05	-0.35	16.57	-12.31
11 z=4.740 [m] / Nodi: 1305 1335 1379 1503 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1305	1307	1510	1503	201	333	230	ø 12 15	ø 8 15			13	384.9	-16.9	247.7	0.45	0.09	0.37		-0.24	-0.15	-0.98	-3.52

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

6 z=4.740 [m] / Nodi: 1417 1544 1340 1311 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1311	1313	1548	1544	201	338	189	ø 12 15	ø 8 15	15	481.7	10.4	41.2	0.33	0.05	0.22	-0.18	-0.14	-0.76	-2.60

8 z=-0.300 [m] / Nodi: 1331 1366 1491 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1331	1333	1499	1491	201	283	245	ø 14 15	ø 8 15	13	973.2	-31.4	223.1	0.78	0.17	0.69	-0.47	-0.40	-2.43	-6.91

4 z=-0.300 [m] / Nodi: 1336 1399 1533 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1336	1338	1537	1533	201	283	276	ø 14 15	ø 8 15	15	1072.4	27.6	-86.5	0.68	0.13	0.53	-0.53	-0.38	-2.47	-7.64

19 z=-0.300 [m] / Nodi: 1366 1367 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1366	1375	1376	1367	200	74	295	ø 16 10	ø 8 15	15	-55.2	116.2	-2.3	0.45	0.15	0.61	-0.53	-0.42	-2.64	-7.78

20 z=-0.300 [m] / Nodi: 1368 1369 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1368	1377	1378	1369	200	68	295	ø 16 10	ø 8 15	15	406.9	86.7	-1.6	0.92	0.09	0.36	-0.89	-0.63	-3.50	-12.93

21 z=2.650 [m] / Nodi: 1375 1376 1377 1378 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1375	1379	1382	1378	200	271	209	ø 12 10	ø 8 15	15	123.2	527.5	1.4	0.39	0.07	0.27	-0.41	-0.25	-1.07	-5.98

22 z=4.740 [m] / Nodi: 1379 1380 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1379	1387	1388	1380	200	74	240	ø 12 10	ø 8 15	15	50.4	114.9	-0.7	0.90	0.20	0.80	-0.79	-0.38	4.75	-11.32

23 z=4.740 [m] / Nodi: 1381 1382 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1381	1389	1390	1382	200	68	240	ø 12 10	ø 8 15	15	138.6	67.2	-1.5	0.88	0.08	0.33	-0.45	-0.26	-1.75	-6.27

24 z=7.140 [m] / Nodi: 1387 1388 1389 1390 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1387	1391	1395	1390	200	271	122	ø 12 10	ø 8 15	13	-38.9	-271.4	-2.1	0.15	0.07	0.30	-0.19	-0.07	1.54	-2.34

18 z=-0.300 [m] / Nodi: 1491 1495 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1491	1503	1507	1495	200	271	504	ø 14 10	ø 8 15	15	781.4	1352.4	-7.6	0.95	0.18	0.71	-0.69	-0.49	-2.43	-10.13
1503	1512	1516	1507	200	271	362	ø 12 15	ø 8 15	15	110.2	445.3	-0.0	0.47	0.10	0.39	-0.48	-0.31	1.33	-6.88

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

14 z=-0.300 [m] / Nodi: 1529 1533 / Non sisma resistente / Criterio criterio base

1529	1540	1544	1533	200	268	504	ø 14 10	ø 8 15			13	576.3	-1409.7	-2.1	0.89	0.15	0.62		-0.58	-0.38	-2.46	-8.52
1540	1551	1555	1544	200	268	362	ø 12 15	ø 8 15			13	264.0	-605.7	-2.7	0.75	0.12	0.50		-0.22	-0.13	2.00	-3.19

Setti isolati

Diaframma							Armature					Verifiche SLU					Verifiche Taglio			Verifiche SLE				
Bases x	Tops x	Top$_D$ x	Base$_D$ x	Sezione	B [cm]	H [cm]	Anima V	Anima H	Bordo Sx	Bordo Dx	Inclinata	Comb.	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Sd/Sr	Comp.	Taglio Trazione	Scorrimento	$\sigma_{c,MAX}$ [MPa]	$\sigma_{c,Med}$ [MPa]	$\sigma_{f,+}$ [MPa]	$\sigma_{f,-}$ [MPa]	Note
1154	1158	1159	1155	200	130	147	ø 12 20	ø 8 15				15	25.6	-0.4	-213.6	0.95	0.19	0.77		-0.37	-0.13	8.64	-4.47	
1396	1408	1409	1397	200	69	385	ø 16 10	ø 8 15				13	282.7	0.1	80.7	0.73	0.05	0.22		-0.65	-0.56	-3.91	-9.47	
1408	1413	1414	1409	200	69	118	ø 12 10	ø 8 15				13	184.7	-0.3	-34.8	0.68	0.07	0.30		-0.95	-0.46	-1.68	-13.04	
1413	1426	1427	1414	200	69	240	ø 12 10	ø 8 15				13	136.4	0.4	80.7	0.97	0.09	0.38		-0.55	-0.25	-1.18	-7.35	
1426	1431	1432	1427	200	69	122	ø 12 10	ø 8 15				13	18.0	0.1	-14.5	0.16	0.01	0.05		-0.60	-0.27	6.04	-6.30	
1398	1411	1412	1399	200	69	385	ø 16 10	ø 8 15				15	185.4	-0.2	-54.0	0.48	0.09	0.36		-0.40	-0.39	-3.14	-5.96	
1411	1416	1417	1412	200	69	118	ø 12 10	ø 8 15				15	43.6	-0.1	33.6	0.37	0.07	0.30		-0.36	-0.23	-1.24	-5.05	
1416	1429	1430	1417	200	69	240	ø 12 10	ø 8 15				15	166.8	-0.7	-57.5	0.84	0.14	0.55		-0.35	-0.21	-1.04	-5.00	
1429	1434	1435	1430	200	69	122	ø 12 10	ø 8 15				15	38.5	0.2	9.4	0.16	0.01	0.04		-0.31	-0.11	3.98	-3.56	
1409	1414	1416	1411	200	130	118	ø 12 10	ø 8 15				13	3.1	-0.1	156.2	0.40	0.19	0.77		-0.10	-0.06	-0.42	-1.41	

1427	1432	1434	1429	200		130	122	ø 12 10	ø 8 15				14	-17.1	0.6	-163.0	0.40	0.14	0.58			-0.40	-0.20	10.38	-2.81

2.3.2 Esito verifiche (dettagliato)

- **Sezioni Impiegate:**

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
100	Muro MAN - Canna Ascensore	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
101	Muro MAN - Scale con ascensore	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
102	Muro MAN - Scale con ascensore	s 48 sF 48 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
103	Muro MAN - Scale con ascensore	s 48 sF 48 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
200	Muro MAN - Scale centrali-Trasv.	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
201	Muro MAN - Scale centrali-Long.	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
300	Muro ATR - Scale	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
301	Muro ATR - Scale	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00

- **Criteri di progetto dei nuclei.**

Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ

criterio base C30/37 1.50 1.00 30.00 17.00 18.00 30.00 13.50 B 450 C 1.15 1.00 450.00 391.30 360.00 450.00 450.00 3.0 1.00

- **Impostazioni di verifica delle sezioni delle pareti**

Sezione	Info	Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
100	Muro MAN - Canna Ascensore s 25 sF 25 [cm]				x	
101	Muro MAN - Scale con ascensore s 25 sF 25 [cm]				x	
102	Muro MAN - Scale con ascensore s 48 sF 48 [cm]				x	
103	Muro MAN - Scale con ascensore s 48 sF 48 [cm]				x	
200	Muro MAN - Scale centrali- Trasv. s 25 sF 25 [cm]				x	
201	Muro MAN - Scale centrali- Long. s 25 sF 25 [cm]				x	
300	Muro ATR - Scale s 25 sF 25 [cm]				x	
301	Muro ATR - Scale s 25 sF 25 [cm]				x	

- **Verifiche Setti:**
- **NUCLEO 55 z=-0.300 [m] / Nodi: 196 202 205 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
196-202-205	301	839	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	281.1	338.1	48.1	0.18
Sommità	9	120.3	3.2	21.8	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-943.8	670.2	6.7	-0.69
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-946.0	654.4	6.6	-0.41
$\sigma_{s,t}$	32	-614.2	546.1	6.8	-0.78
$\sigma_{s,c}$	37	-943.8	670.2	6.7	-10.00
Sommita					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	34		-719.0	194.1	-5.3	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-719.0	194.1	-5.3	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32		-461.7	70.2	-4.7	-2.20
$\sigma_{s,c}$	34		-719.0	194.1	-5.3	-6.18

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
196-202-205	8.390	4.140	14	1.00	-450.2	8022.9	0.06	14	1.00	-450.2	2.00	0.0	0.0	1980.3		0.23	0.23

- **NUCLEO 60 z=-0.300 [m] / Nodi: 202 349 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
202-349	300	304	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	40.9	2.2	-643.8	0.46
Sommità	15	221.6	-2.3	-391.3	0.42

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-313.4	0.1	74.8	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-314.6	0.1	73.9	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-192.7	0.1	76.8	-0.75
$\sigma_{s,c}$	37	-313.4	0.1	74.8	-8.30
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-207.1	-0.3	-60.3	-0.40

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	34		-207.9	-0.3	-59.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32		-110.9	-0.2	-65.2	0.40
$\sigma_{s,c}$	37		-207.1	-0.3	-60.3	-5.94

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
202-349	3.040	4.140	9	1.00	438.0	2907.0	0.15	9	1.00	438.0	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.39	0.39

- **NUCLEO 56 z=-0.300 [m] / Nodi: 206 209 215 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
215-209-206	301	841	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	492.6	-2182.3	45.8	0.39
Sommità	9	267.6	-1326.1	-24.0	0.22

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-952.6	-655.4	5.5	-0.67
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-953.3	-639.6	5.4	-0.42
$\sigma_{s,t}$	32	-616.0	-534.6	5.8	-0.96
$\sigma_{s,c}$	37	-952.6	-655.4	5.5	-9.82
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-713.3	-245.6	-4.4	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-713.3	-245.6	-4.4	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-454.8	-116.8	-3.9	-2.03
$\sigma_{s,c}$	34	-713.3	-245.6	-4.4	-6.26

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
215-209-206	8.410	4.140	12	1.00	-338.2	8042.1	0.04	12	1.00	-338.2	2.00	0.0	0.0	1985.0		0.17	0.17

- **NUCLEO 59 z=-0.300 [m] / Nodi: 209 392 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
209-392	300	304	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	275.6	-5.1	191.1	0.35
Sommità	13	260.1	4.4	-310.1	0.41

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-315.7	-0.1	62.3	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-316.4	-0.1	62.0	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-193.9	-0.1	68.2	-1.08
$\sigma_{s,c}$	37	-315.7	-0.1	62.3	-7.90
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-211.5	0.3	-47.9	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-211.8	0.3	-47.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-113.1	0.2	-54.7	-0.08
$\sigma_{s,c}$	37	-211.5	0.3	-47.9	-5.58

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
209-392	3.040	4.140	9	1.00	570.8	2907.0	0.20	9	1.00	570.8	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.51	0.51

- **NUCLEO 55.1 z=3.840 [m] / Nodi: 234 240 243 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
234-240-243	301	839	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	77.1	-421.7	26.2	0.09
Sommità	9	37.6	-194.6	320.5	0.68

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-603.6	7.5	-4.6	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-603.6	7.5	-4.6	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-470.5	53.2	-4.3	-2.38
$\sigma_{s,c}$	34	-603.6	7.5	-4.6	-4.49
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-178.4	-25.5	-6.6	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	32	-183.6	37.7	-4.3	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-178.4	-25.5	-6.6	-0.34
$\sigma_{s,c}$	38	-178.4	-25.5	-6.6	-2.00

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

234-240-243 8.390 5.410 14 1.00 -354.8 8022.9 0.04 14 1.00 -354.8 2.00 0.0 0.0 1980.3 0.18 0.18

- **NUCLEO 60.1 z=3.840 [m] / Nodi: 240 366 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
240-366	300	304	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	303.9	-1.5	-310.8	0.43
Sommità	11	70.7	0.7	531.8	0.40

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-182.1	-0.1	-43.6	-0.32
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-182.1	-0.1	-43.6	-0.22
$\sigma_{s,t}$	32	-109.1	-0.0	-42.0	-0.49
$\sigma_{s,c}$	34	-182.1	-0.1	-43.6	-4.84
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-33.5	0.1	-1.3	-0.05
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-34.1	0.1	-0.2	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-6.9	0.0	-1.4	-0.07
$\sigma_{s,c}$	37	-33.5	0.1	-1.3	-0.67

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
240-366	3.040	5.410	10	1.00	-410.4	2907.0	0.14	10	1.00	-410.4	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.37	0.37

- **NUCLEO 56.1 z=3.840 [m] / Nodi: 244 246 252 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**

- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
252-246-244	301	841	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-254.7	-2390.9	-9.0	0.16
Sommità	13	-102.2	-863.0	-212.5	0.46

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-598.4	-57.7	-3.7	-0.32
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-598.4	-57.7	-3.7	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-463.5	-100.7	-3.5	-2.20
$\sigma_{s,c}$	34	-598.4	-57.7	-3.7	-4.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-177.9	26.4	-6.8	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	32	-183.0	-46.6	-5.0	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-177.9	26.4	-6.8	-0.32
$\sigma_{s,c}$	38	-177.9	26.4	-6.8	-2.01

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
252-246-244	8.410	5.410	12	1.00	-265.4	8042.1	0.03	12	1.00	-265.4	2.00	0.0	0.0	1985.0		0.13	0.13

- **NUCLEO 59.1 z=3.840 [m] / Nodi: 246 409 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x

246-409	300	304	541	25	2x ø 12 15'		2x ø 10 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	277.3	2.6	-70.7	0.23
Sommità	9	35.1	0.3	-556.9	0.39

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-185.8	0.1	-33.2	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-185.8	0.1	-33.2	-0.22
$\sigma_{s,t}$	32	-111.4	0.0	-31.7	-0.90
$\sigma_{s,c}$	34	-185.8	0.1	-33.2	-4.54
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-33.8	-0.1	-5.4	-0.06
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-34.0	-0.1	-5.0	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-5.4	-0.0	-6.9	0.50
$\sigma_{s,c}$	37	-33.8	-0.1	-5.4	-0.82

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
246-409	3.040	5.410	10	1.00	-589.2	2907.0	0.20	10	1.00	-589.2	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.53	0.53

- **NUCLEO 55.2 z=9.250 [m] / Nodi: 271 277 280 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
271-277-280	301	839	357	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-175.2	583.7	-406.0	0.84
Sommità	18	3.4	-2.6	-0.0	0.00

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-0.17
$\sigma_{s,c}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-2.28
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	33	-0.0	0.0	-0.0	-0.00
$\sigma_{Cls,Med}$	33	-0.0	0.0	-0.0	-0.00
$\sigma_{s,t}$	33	-0.0	0.0	-0.0	0.00
$\sigma_{s,c}$	33	-0.0	0.0	-0.0	-0.00

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
271-277-280	8.390	3.570	12	1.00	244.3	8022.9	0.03	12	1.00	244.3	2.00	0.0	0.0	1980.3		0.12	0.12

- **NUCLEO 56.2 z=9.250 [m] / Nodi: 281 284 290 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
290-284-281	301	841	357	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-132.2	-785.5	-261.9	0.55

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	19	3.1	2.3	-0.0	0.00

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-0.14
$\sigma_{s,c}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-2.31
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	0.0	-0.0	0.0	-0.00
$\sigma_{Cls,Med}$	32	0.0	-0.0	-0.0	0.00
$\sigma_{s,t}$	38	0.0	-0.0	0.0	0.00
$\sigma_{s,c}$	33	0.0	-0.0	-0.0	-0.00

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
290-284-281	8.410	3.570	14	1.00	211.1	8042.1	0.03	14	1.00	211.1	2.00	0.0	0.0	1985.0		0.11	0.11

- **NUCLEO 57 z=-0.300 [m] / Nodi: 343 349 350 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
343-349-350	300	672	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-524.8	-4464.8	30.4	0.49
Sommità	11	206.3	1818.5	6.4	0.33

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-891.5	17.7	6.1	-0.57
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-891.5	17.7	6.1	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-445.4	-126.8	5.9	-1.95
$\sigma_{s,c}$	37	-891.5	17.7	6.1	-8.24
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-529.1	238.2	-4.5	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-529.1	238.2	-4.5	-0.29
$\sigma_{s,t}$	32	-210.1	97.9	-4.6	-0.40
$\sigma_{s,c}$	37	-529.1	238.2	-4.5	-6.64

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
343-349-350	6.720	4.140	12	1.00	582.3	6426.0	0.09	12	1.00	582.3	2.00	0.0	0.0	1586.1		0.37	0.37

- **NUCLEO 57.1 z=3.840 [m] / Nodi: 362 366 367 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
362-366-367	300	522	238	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-245.6	2453.6	-12.4	0.48
Sommità	11	197.1	773.2	-1.3	0.27

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37	-351.3	269.2	-3.6	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-351.3	269.2	-3.6	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-175.8	157.1	-3.4	0.70
$\sigma_{s,c}$	37	-351.3	269.2	-3.6	-7.51
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-283.3	243.1	-1.2	-0.41
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-283.3	243.1	-1.2	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-99.3	92.6	-1.1	0.26
$\sigma_{s,c}$	37	-283.3	243.1	-1.2	-6.07

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
362-366-367	5.218	2.380	15	1.00	-541.3	4990.0	0.11	15	1.00	-541.3	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.44	0.44

- **NUCLEO 57.2 z=6.220 [m] / Nodi: 373 374 376 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
376-373-374	300	522	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-86.4	1120.3	-5.8	0.23
Sommità	11	185.3	347.0	-2.4	0.17

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-263.0	151.6	-1.2	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-263.0	151.6	-1.2	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-90.8	68.4	-1.0	0.02

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37	-263.0	151.6	-1.2	-4.78
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	17.6	33.4	0.0	-0.05
$\sigma_{Cls,Med}$	32	7.0	-4.5	-0.1	0.00
$\sigma_{s,t}$	34	17.6	33.4	0.0	6.12
$\sigma_{s,c}$	34	17.6	33.4	0.0	-0.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
376-373-374	5.218	3.030	15	1.00	-492.8	4990.0	0.10	15	1.00	-492.8	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.40	0.40

- **NUCLEO 58 z=-0.300 [m] / Nodi: 392 391 398 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
398-392-391	300	672	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	92.0	4005.9	3.3	0.60
Sommità	15	25.8	2217.7	23.1	0.35

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-879.8	-16.3	5.2	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-879.8	-16.3	5.2	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-445.2	118.3	5.1	-2.11
$\sigma_{s,c}$	37	-879.8	-16.3	5.2	-8.01
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-528.4	-192.3	-3.5	-0.43

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	37	-528.4	-192.3	-3.5	-0.29
$\sigma_{s,t}$	32	-217.0	-65.1	-3.7	-0.81
$\sigma_{s,c}$	37	-528.4	-192.3	-3.5	-6.17

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
398-392-391	6.720	4.140	15	1.00	731.8	6426.0	0.11	15	1.00	731.8	2.00	0.0	0.0	1586.1		0.46	0.46

- **NUCLEO 58.1 z=3.840 [m] / Nodi: 408 409 413 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
408-409-413	300	522	238	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-49.8	1942.9	17.6	0.46
Sommità	11	275.0	-330.8	4.1	0.21

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-355.4	-231.3	-2.8	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-355.4	-231.3	-2.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-184.3	-135.2	-2.7	0.14
$\sigma_{s,c}$	37	-355.4	-231.3	-2.8	-6.97
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-286.8	-229.2	-0.9	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-286.8	-229.2	-0.9	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-106.2	-82.4	-0.8	0.00
$\sigma_{s,c}$	37	-286.8	-229.2	-0.9	-5.89

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	
408-409-413	5.218	2.380	13	1.00	628.3	4990.0	0.13	13	1.00	628.3	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.51	0.51

- **NUCLEO 58.2 z=6.220 [m] / Nodi: 420 421 425 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
420-421-425	300	522	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-255.9	-1063.9	-5.3	0.15
Sommità	11	199.3	-567.4	-3.0	0.22

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-266.4	-138.3	-1.0	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-266.4	-138.3	-1.0	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-96.9	-60.2	-0.8	-0.18
$\sigma_{s,c}$	37	-266.4	-138.3	-1.0	-4.62
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	14.3	-34.8	0.1	-0.06
$\sigma_{Cls,Med}$	32	3.2	5.6	-0.0	0.00
$\sigma_{s,t}$	34	14.3	-34.8	0.1	5.71
$\sigma_{s,c}$	34	14.3	-34.8	0.1	-0.85

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
420-421-425	5.218	3.030	13	1.00	578.1	4990.0	0.12	13	1.00	578.1	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.47	0.47

- **NUCLEO 3 z=-0.300 [m] / Nodi: 875 1133 1251 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
875-1133-1251	201	737	222	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	1340.8	-50.2	1389.6	0.67
Sommità	13	1446.9	-16.7	871.4	0.54

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-923.0	-0.9	-73.8	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-923.0	-0.9	-73.8	-0.46
$\sigma_{s,t}$	32	-498.9	-0.8	-128.0	-2.87
$\sigma_{s,c}$	37	-923.0	-0.9	-73.8	-7.45
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-825.3	-2.5	211.8	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-825.3	-2.5	211.8	-0.41
$\sigma_{s,t}$	32	-401.2	-0.7	101.0	-2.31
$\sigma_{s,c}$	37	-825.3	-2.5	211.8	-7.73

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
875-1133-1251	7.370	2.216	10	1.00	-1302.1	7047.6	0.18	10	1.00	-1302.1	2.00	0.0	0.0	1739.5		0.75	0.75

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 17 z=-0.300 [m] / Nodi: 875 879 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
875-879	200	271	504	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	573.3	1590.3	-1.5	0.75
Sommità	15	469.5	150.6	0.2	0.19

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-424.4	-20.8	-0.7	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-424.4	-20.8	-0.7	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32	-209.5	-7.4	-0.6	-3.30
$\sigma_{s,c}$	37	-424.4	-20.8	-0.7	-8.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-312.7	-104.9	-1.9	-0.70
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-312.7	-104.9	-1.9	-0.37
$\sigma_{s,t}$	38	-238.5	-75.8	-2.3	-0.74
$\sigma_{s,c}$	37	-312.7	-104.9	-1.9	-10.08

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
875-879	2.710	5.040	14	1.00	-410.9	2591.4	0.16	14	1.00	-410.9	2.00	0.0	0.0	639.6		0.64	0.64

- **NUCLEO 9 z=2.062 [m] / Nodi: 881 1137 1252 1303 1333 1374 1499 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
881-1137-1252-1303-1333-1374-1499	201	1201	269	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	1429.9	-31.7	1294.7	0.34
Sommità	13	1338.3	-35.5	-211.0	0.26

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1084.0	-3.0	-623.9	-0.45
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1084.0	-3.0	-623.9	-0.33
$\sigma_{s,t}$	32	-533.1	-1.0	-366.8	-1.54
$\sigma_{s,c}$	37	-1084.0	-3.0	-623.9	-6.61
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-680.0	5.2	-307.7	-0.29
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-680.0	5.2	-307.7	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-334.8	4.7	-94.7	-0.96
$\sigma_{s,c}$	37	-680.0	5.2	-307.7	-4.21

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
881-1137-1252-1303-1333-1374-1499	12.005	2.690	10	1.00	-1790.0	11479.9	0.16	10	1.00	-1790.0	2.00	0.0	0.0	2833.6		0.63	0.63

- **NUCLEO 17.1 z=4.740 [m] / Nodi: 892 886 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
892-886	200	271	362	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	286.4	657.1	1.8	0.42
Sommità	7	-83.0	-74.8	38.6	0.12

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-165.8	6.5	-1.9	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-165.8	6.5	-1.9	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-92.6	-15.8	-0.9	-0.85
$\sigma_{s,c}$	37	-165.8	6.5	-1.9	-3.93
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-62.2	-55.8	28.4	-1.60
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-62.2	-55.8	28.4	-0.64
$\sigma_{s,t}$	38	-62.2	-55.8	28.4	34.86
$\sigma_{s,c}$	37	-79.7	-75.4	25.2	-16.29

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
892-886	2.710	3.620	14	1.00	-360.7	2591.4	0.14	14	1.00	-360.7	2.00	0.0	0.0	639.6		0.56	0.56

- **NUCLEO 13 z=-0.300 [m] / Nodi: 898 902 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
898-902	200	268	504	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	1014.1	-1539.3	2.7	0.87

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	13	657.9	-312.4	-4.5	0.32

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-411.7	-15.8	-0.9	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-411.7	-15.8	-0.9	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-194.5	-20.0	-0.8	-2.51
$\sigma_{s,c}$	37	-411.7	-15.8	-0.9	-8.28
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-307.5	103.6	-2.5	-0.71
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-307.5	103.6	-2.5	-0.37
$\sigma_{s,t}$	38	-237.3	80.7	-2.9	-0.33
$\sigma_{s,c}$	37	-307.5	103.6	-2.5	-10.24

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
898-902	2.685	5.040	12	1.00	432.8	2567.5	0.17	12	1.00	432.8	2.00	0.0	0.0	633.7		0.68	0.68

- **NUCLEO 1 z=-0.300 [m] / Nodi: 902 1165 1260 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
902-1165-1260	201	732	276	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	1179.9	50.7	-303.6	0.46
Sommità	15	930.9	11.8	951.5	0.42

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1023.6	-3.0	-38.4	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1023.6	-3.0	-38.4	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32	-527.4	-0.6	-115.7	-3.19
$\sigma_{s,c}$	37	-1023.6	-3.0	-38.4	-8.30
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-841.8	2.8	98.1	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-841.8	2.8	98.1	-0.42
$\sigma_{s,t}$	32	-387.8	0.5	38.6	-2.62
$\sigma_{s,c}$	37	-841.8	2.8	98.1	-7.27

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
902-1165-1260	7.320	2.763	10	1.00	-1230.9	6999.7	0.18	10	1.00	-1230.9	2.00	0.0	0.0	1727.7		0.71	0.71

- **NUCLEO 2 z=2.370 [m] / Nodi: 906 1170 1262 1309 1338 1407 1537 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
906-1170-1262-1309-1338-1407-1537	201	1200	229	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	1147.9	20.4	-490.0	0.23
Sommità	15	1092.7	36.1	43.5	0.21

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1080.4	4.5	-866.4	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1080.4	4.5	-866.4	-0.33
$\sigma_{s,t}$	32	-504.2	1.4	-394.4	-1.31
$\sigma_{s,c}$	37	-1080.4	4.5	-866.4	-7.25
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-711.2	-8.8	-655.3	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-711.2	-8.8	-655.3	-0.22
$\sigma_{s,t}$	32	-341.9	-5.9	-210.0	-0.65
$\sigma_{s,c}$	37	-711.2	-8.8	-655.3	-5.40

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
906-1170-1262-1309-1338-1407-1537	12.000	2.290	10	1.00	-1550.9	11475.0	0.14	10	1.00	-1550.9	2.00	0.0	0.0	2832.4		0.55	0.55

- **NUCLEO 13.1 z=4.740 [m] / Nodi: 909 913 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
909-913	200	268	362	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	439.4	-873.8	-2.6	0.59
Sommità	7	-77.4	59.1	42.8	0.14

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-167.3	-26.4	-2.6	-0.36
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-167.3	-26.4	-2.6	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-91.8	14.8	-1.1	-0.79

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37		-167.3	-26.4	-2.6	-4.99
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-57.7	43.6	31.4	-1.67
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-57.7	43.6	31.4	-0.70
$\sigma_{s,t}$	38		-57.7	43.6	31.4	38.17
$\sigma_{s,c}$	38		-57.7	43.6	31.4	-15.39

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
909-913	2.685	3.620	12	1.00	473.2	2567.5	0.18	12	1.00	473.2	2.00	0.0	0.0	633.7		0.75	0.75

- **NUCLEO 5 z=4.740 [m] / Nodi: 913 1183 1264 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
913-1183-1264	201	732	206	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	456.6	56.1	641.6	0.30
Sommità	15	307.6	-26.0	815.5	0.23

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-425.0	-5.9	32.4	-0.29
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-425.0	-5.9	32.4	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-258.9	-4.9	17.1	-1.24
$\sigma_{s,c}$	37	-425.0	-5.9	32.4	-4.11
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-270.4	18.8	176.2	-0.48

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	38	-270.4	18.8	176.2	-0.19
$\sigma_{s,t}$	38	-270.4	18.8	176.2	2.66
$\sigma_{s,c}$	38	-270.4	18.8	176.2	-6.01

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
913-1183-1264	7.320	2.059	10	1.00	-606.3	6999.7	0.09	10	1.00	-606.3	2.00	0.0	0.0	1727.7		0.35	0.35

- **NUCLEO 7 z=6.630 [m] / Nodi: 1342 1425 1548 1313 1266 1188 917 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
917-1188-1266-1313-1342-1425-1548	201	1200	166	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	20.7	-27.1	-123.5	0.05
Sommità	7	-270.2	92.9	-265.1	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-444.6	7.9	-270.0	-0.23
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-444.6	7.9	-270.0	-0.14
$\sigma_{s,t}$	32	-209.0	5.5	-134.0	-0.25
$\sigma_{s,c}$	37	-444.6	7.9	-270.0	-3.24
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-205.0	68.5	-196.8	-1.02
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-205.0	68.5	-196.8	-0.47
$\sigma_{s,t}$	38	-205.0	68.5	-196.8	29.48
$\sigma_{s,c}$	37	-313.6	61.2	-221.0	-8.34

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	
917-1188-1266-1313-1342-1425-1548	12.000	1.657	10	1.00	-691.0	11475.0	0.06	10	1.00	-691.0	2.00	0.0	0.0	2832.4		0.24	0.24

- **NUCLEO 12 z=6.961 [m] / Nodi: 1153 895 1256 1307 1327 1387 1510 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
895-1153-1256-1307-1327-1387-1510	201	1201	138	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-600.8	-34.7	-646.1	0.02
Sommità	7	-272.1	-80.2	-174.5	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-421.7	-11.9	-108.8	-0.23
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-421.7	-11.9	-108.8	-0.13
$\sigma_{s,t}$	32	-185.8	-8.3	-118.7	0.07
$\sigma_{s,c}$	37	-421.7	-11.9	-108.8	-3.07
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-206.5	-59.1	-127.1	-0.86
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-206.5	-59.1	-127.1	-0.40
$\sigma_{s,t}$	38	-206.5	-59.1	-127.1	23.59
$\sigma_{s,c}$	38	-206.5	-59.1	-127.1	-6.99

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	
895-1153-1256-1307-1327-1387-1510	12.005	1.385	10	1.00	-780.8	11479.9	0.07	10	1.00	-780.8	2.00	0.0	0.0	2833.6		0.28	0.28

- **NUCLEO 10 z=4.740 [m] / Nodi: 1145 1254 892 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1254-1145-892	201	737	215	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	430.2	-28.5	449.5	0.23
Sommità	13	195.1	15.9	355.0	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-365.0	4.9	37.8	-0.25
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-365.0	4.9	37.8	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-245.1	4.6	23.6	-1.13
$\sigma_{s,c}$	37	-365.0	4.9	37.8	-3.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-223.9	-14.6	78.1	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-223.9	-14.6	78.1	-0.15
$\sigma_{s,t}$	38	-223.9	-14.6	78.1	1.12
$\sigma_{s,c}$	37	-286.3	-11.7	103.9	-4.21

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1254-1145-892	7.370	2.150	10	1.00	571.8	7047.6	0.08	10	1.00	571.8	2.00	0.0	0.0	1739.5		0.33	0.33

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 25 z=-0.300 [m] / Nodi: 1133 1134 1135 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1133-1134-1135	200	135	210	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	112.5	474.8	-1.3	0.91
Sommità	15	197.4	-109.0	0.2	0.34

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-238.7	34.9	-0.2	-0.99
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-238.7	34.9	-0.2	-0.59
$\sigma_{s,t}$	38	-199.4	35.5	-0.2	-1.70
$\sigma_{s,c}$	37	-238.7	34.9	-0.2	-14.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-221.0	-65.5	0.1	-1.29
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-221.0	-65.5	0.1	-0.64
$\sigma_{s,t}$	38	-181.7	-61.2	0.0	4.39
$\sigma_{s,c}$	37	-221.0	-65.5	0.1	-18.92

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1133-1134-1135	1.350	2.100	14	1.00	-284.2	1290.9	0.22	14	1.00	-284.2	2.00	0.0	0.0	318.6		0.89	0.89

- **NUCLEO 26 z=1.800 [m] / Nodi: 1137 1138 1139 1140 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
1137-1138-1139-1140	200	271	294	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	282.3	699.0	-0.2	0.84
Sommità	15	209.7	146.2	-1.6	0.31

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-310.2	9.0	-0.0	-0.45
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-310.2	9.0	-0.0	-0.42
$\sigma_{s,t}$	32	-134.5	9.7	-0.0	-2.32
$\sigma_{s,c}$	37	-310.2	9.0	-0.0	-6.69
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-252.3	-144.7	0.6	-0.81
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-252.3	-144.7	0.6	-0.39
$\sigma_{s,t}$	38	-212.6	-133.0	0.4	2.19
$\sigma_{s,c}$	37	-252.3	-144.7	0.6	-11.64

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
1137-1138-1139-1140	2.710	2.943	14	1.00	-317.5	2591.4	0.12	14	1.00	-317.5	2.00	0.0	0.0	639.6		0.50	0.50

- **NUCLEO 26.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1145 1146 1147 1148 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1145-1146	200	31	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1147-1148	200		110	362	25	2x ø 12 15'	2x ø 10 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	204.9	318.5	-2.0	0.57
Sommità	8	-16.6	-18.5	-11.6	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-115.2	26.1	0.6	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-120.3	8.8	0.4	-0.31
$\sigma_{s,t}$	34	-103.9	29.7	0.6	-2.20
$\sigma_{s,c}$	37	-115.2	26.1	0.6	-6.99
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-57.2	-20.2	-3.1	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-66.8	-25.1	-2.4	-0.19
$\sigma_{s,t}$	34	-47.9	-17.1	-3.3	3.31
$\sigma_{s,c}$	37	-57.2	-20.2	-3.1	-5.55

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1145-1146	0.310	3.620	12	1.00	58.1	296.4	0.20	12	1.00	58.1	2.00	0.0	0.0	114.3		0.51	0.51
1147-1148	1.100	3.620	14	1.00	-184.9	1051.9	0.18	14	1.00	-184.9	2.00	0.0	0.0	405.7		0.46	0.46

- **NUCLEO 15 z=-0.300 [m] / Nodi: 1612 1165 1558 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1165-1612-1558	200	130	295	25	2x ø 14 10'	ø 16/14 20'	ø 16/14 20'	2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	186.5	-361.4	1.2	0.56
Sommità	13	-20.6	83.6	-0.4	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-193.9	-43.3	-0.2	-0.95
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-193.9	-43.3	-0.2	-0.47
$\sigma_{s,t}$	38	-161.7	-40.7	-0.2	0.35
$\sigma_{s,c}$	37	-193.9	-43.3	-0.2	-13.74
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-230.7	67.1	-0.0	-1.29
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-230.7	67.1	-0.0	-0.65
$\sigma_{s,t}$	38	-196.3	63.2	-0.0	3.26
$\sigma_{s,c}$	37	-230.7	67.1	-0.0	-18.76

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1165-1612-1558	1.300	2.950	12	1.00	-237.9	1243.6	0.19	12	1.00	-237.9	2.00	0.0	0.0	307.0		0.77	0.77

- **NUCLEO 27 z=2.650 [m] / Nodi: 1171 1172 1173 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1171-1172-1173	200	138	209	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	120.2	-314.0	-0.4	0.83

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	13	146.4	-79.5	-1.8	0.34

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-169.0	-2.4	-0.1	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-169.0	-2.4	-0.1	-0.43
$\sigma_{s,t}$	32	-63.5	1.9	0.0	-2.12
$\sigma_{s,c}$	37	-169.0	-2.4	-0.1	-6.87
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-204.3	49.1	-1.0	-1.12
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-204.3	49.1	-1.0	-0.53
$\sigma_{s,t}$	34	-189.4	48.1	-0.6	0.65
$\sigma_{s,c}$	37	-204.3	49.1	-1.0	-16.01

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1171-1172-1173	1.385	2.090	12	1.00	130.8	1323.9	0.10	12	1.00	130.8	2.00	0.0	0.0	326.8		0.40	0.40

- **NUCLEO 16 z=2.650 [m] / Nodi: 1173 1174 1170 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1173-1174-1170	200	130	209	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-83.3	58.5	0.4	0.09
Sommità	15	60.7	-101.3	-0.0	0.45

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-155.0	-2.6	-0.1	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-155.0	-2.6	-0.1	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-67.2	-2.5	-0.0	-2.37
$\sigma_{s,c}$	37	-155.0	-2.6	-0.1	-7.09
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-51.1	13.6	-0.1	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-60.9	6.9	-0.1	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-23.8	9.0	0.0	1.31
$\sigma_{s,c}$	38	-51.1	13.6	-0.1	-4.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1173-1174-1170	1.300	2.090	13	1.00	129.9	1243.6	0.10	13	1.00	129.9	2.00	0.0	0.0	307.0		0.42	0.42

- **NUCLEO 27.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1179 1180 1181 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1179-1180-1181	200	138	240	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	127.9	-293.7	-2.1	0.80
Sommità	13	149.8	192.2	2.9	0.60

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37	-124.7	-56.7	-1.1	-1.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-124.7	-56.7	-1.1	-0.54
$\sigma_{s,t}$	34	-105.4	-54.4	-0.6	12.39
$\sigma_{s,c}$	37	-124.7	-56.7	-1.1	-16.38
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-116.5	17.8	2.8	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-116.5	17.8	2.8	-0.30
$\sigma_{s,t}$	38	-116.5	17.8	2.8	0.04
$\sigma_{s,c}$	38	-116.5	17.8	2.8	-8.91

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1179-1180-1181	1.385	2.400	12	1.00	203.4	1323.9	0.15	12	1.00	203.4	2.00	0.0	0.0	326.8		0.62	0.62

- **NUCLEO 27.2 z=7.140 [m] / Nodi: 1189 1190 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1189-1190	200	62	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-14.9	-13.5	0.0	0.15
Sommità	12	-61.9	-5.0	2.6	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-67.0	1.8	1.4	-0.69
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-67.0	1.8	1.4	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-35.2	0.8	-0.1	-2.41

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	38		-67.0	1.8	1.4	-9.12
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-56.7	-0.7	2.3	-0.68
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-56.7	-0.7	2.3	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32		-28.1	0.7	-1.0	-0.55
$\sigma_{s,c}$	38		-56.7	-0.7	2.3	-8.76

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1189-1190	0.621	1.220	12	1.00	-24.0	594.1	0.04	12	1.00	-24.0	2.00	0.0	0.0	146.6		0.16	0.16

- **NUCLEO 28 z=7.140 [m] / Nodi: 1190 1192 1188 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1190-1192-1188	200	206	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	128.4	-168.5	1.5	0.38
Sommità	12	48.4	70.2	5.8	0.18

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-61.5	27.4	1.3	-0.32
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-61.5	27.4	1.3	-0.13
$\sigma_{s,t}$	38	-61.5	27.4	1.3	1.28
$\sigma_{s,c}$	38	-61.5	27.4	1.3	-4.39
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-65.5	43.0	7.8	-1.05

$\sigma_{Cls,Med}$	38		-65.5	43.0	7.8	-0.35
$\sigma_{s,t}$	38		-65.5	43.0	7.8	16.57
$\sigma_{s,c}$	38		-65.5	43.0	7.8	-12.31

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1190-1192-1188	2.064	1.220	12	1.00	250.5	1973.5	0.13	12	1.00	250.5	2.00	0.0	0.0	487.1		0.51	0.51

- **NUCLEO 11 z=4.740 [m] / Nodi: 1305 1335 1379 1503 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1305-1335-1379-1503	201	333	230	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	384.9	-16.9	247.7	0.45
Sommità	13	17.0	13.9	-262.3	0.19

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-136.5	-1.1	32.8	-0.24
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-136.5	-1.1	32.8	-0.15
$\sigma_{s,t}$	37	-136.5	-1.1	32.8	-0.98
$\sigma_{s,c}$	37	-136.5	-1.1	32.8	-3.52
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-112.7	0.7	-32.2	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-112.7	0.7	-32.2	-0.12
$\sigma_{s,t}$	32	-40.6	-0.3	-11.3	-0.25

$\sigma_{s,c}$	37	-112.7	0.7	-32.2	-2.98	

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1305-1335-1379-1503	3.330	2.300	8	1.00	291.5	3184.3	0.09	8	1.00	291.5	2.00	0.0	0.0	786.0		0.37	0.37

- **NUCLEO 6 z=4.740 [m] / Nodi: 1417 1544 1340 1311 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1311-1340-1417-1544	201	338	189	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	481.7	10.4	41.2	0.33
Sommità	15	285.9	-11.6	-152.0	0.31

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-123.9	0.3	-5.9	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-125.6	0.2	-4.1	-0.14
$\sigma_{s,t}$	32	-88.8	-0.2	-22.3	-0.76
$\sigma_{s,c}$	37	-123.9	0.3	-5.9	-2.26
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-98.5	0.4	-31.6	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-99.2	0.4	-28.6	-0.11
$\sigma_{s,t}$	38	-67.1	0.6	-27.8	-0.14
$\sigma_{s,c}$	37	-98.5	0.4	-31.6	-2.60

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R	S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$		
1311-1340-1417-1544	3.380	1.893	8	1.00	173.5	3232.1	0.05	8	1.00	173.5	2.00	0.0	0.0	797.8		0.22	0.22

- **NUCLEO 8 z=-0.300 [m] / Nodi: 1331 1366 1491 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1331-1366-1491	201	283	245	25	2x ø 14 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	973.2	-31.4	223.1	0.78
Sommità	13	620.0	-0.7	-350.1	0.57

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-321.0	0.2	-9.7	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-321.0	0.2	-9.7	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-178.5	0.3	-22.3	-2.43
$\sigma_{s,c}$	37	-321.0	0.2	-9.7	-6.48
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-270.7	-0.7	-41.4	-0.47
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-270.7	-0.7	-41.4	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32	-128.8	-0.4	-12.0	-1.87
$\sigma_{s,c}$	37	-270.7	-0.7	-41.4	-6.91

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	
1331-1366-1491	2.830	2.450	8	1.00	462.7	2706.2	0.17	8	1.00	462.7	2.00	0.0	0.0	668.0		0.69	0.69

- **NUCLEO 4 z=-0.300 [m] / Nodi: 1336 1399 1533 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1336-1399-1533	201	283	276	25	2x ø 14 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	1072.4	27.6	-86.5	0.68
Sommità	15	837.4	-1.1	-202.9	0.55

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-301.3	-0.3	-0.5	-0.39
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-301.3	-0.3	-0.5	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-170.6	-0.1	-19.0	-2.47
$\sigma_{s,c}$	34	-301.3	-0.3	-0.5	-5.79
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-248.8	0.9	-70.1	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-250.2	0.9	-67.8	-0.31
$\sigma_{s,t}$	38	-185.5	0.9	-53.6	-1.18
$\sigma_{s,c}$	37	-248.8	0.9	-70.1	-7.64

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1336-1399-1533	2.830	2.763	8	1.00	350.9	2706.2	0.13	8	1.00	350.9	2.00	0.0	0.0	668.0		0.53	0.53

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 19 z=-0.300 [m] / Nodi: 1366 1367 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1366-1367	200	74	295	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-55.2	116.2	-2.3	0.45
Sommità	13	127.1	72.7	-0.8	0.43

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-98.0	-0.0	0.1	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-98.0	-0.0	0.1	-0.42
$\sigma_{s,t}$	32	-52.4	1.4	-0.1	-2.64
$\sigma_{s,c}$	37	-98.0	-0.0	0.1	-6.41
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-87.4	-4.3	-0.0	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-87.4	-4.3	-0.0	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-43.7	-3.5	0.0	-1.10
$\sigma_{s,c}$	37	-87.4	-4.3	-0.0	-7.78

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1366-1367	0.735	2.950	14	1.00	-106.6	702.8	0.15	14	1.00	-106.6	2.00	0.0	0.0	173.5		0.61	0.61

- **NUCLEO 20 z=-0.300 [m] / Nodi: 1368 1369 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
1368-1369	200	68	295	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	406.9	86.7	-1.6	0.92
Sommità	15	416.5	-64.9	1.1	0.81

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-132.0	-6.1	-0.1	-0.89
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-132.0	-6.1	-0.1	-0.63
$\sigma_{s,t}$	32	-67.2	-2.0	-0.1	-3.50
$\sigma_{s,c}$	37	-132.0	-6.1	-0.1	-12.93
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-119.5	6.8	-0.0	-0.85
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-119.5	6.8	-0.0	-0.57
$\sigma_{s,t}$	32	-54.7	2.3	0.0	-2.56
$\sigma_{s,c}$	37	-119.5	6.8	-0.0	-12.28

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1368-1369	0.675	2.950	12	1.00	57.0	645.5	0.09	12	1.00	57.0	2.00	0.0	0.0	159.3		0.36	0.36

- **NUCLEO 21 z=2.650 [m] / Nodi: 1375 1376 1377 1378 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1375-1376-1377-1378	200	271	209	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	123.2	527.5	1.4	0.39
Sommità	15	150.1	229.9	-1.4	0.23

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-191.6	-54.0	-0.0	-0.41
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-191.6	-54.0	-0.0	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-95.0	-18.5	0.1	-1.07
$\sigma_{s,c}$	37	-191.6	-54.0	-0.0	-5.98
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-156.2	-46.1	0.4	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-156.2	-46.1	0.4	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-59.6	-20.5	0.3	-0.22
$\sigma_{s,c}$	37	-156.2	-46.1	0.4	-5.09

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R	S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$		
1375-1376-1377-1378	2.710	2.090	12	1.00	171.6	2591.4	0.07	12	1.00	171.6	2.00	0.0	0.0	639.6		0.27	0.27

- **NUCLEO 22 z=4.740 [m] / Nodi: 1379 1380 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1379-1380	200	74	240	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	50.4	114.9	-0.7	0.90

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	13	130.7	83.3	-0.8	0.82

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-55.2	-11.8	0.1	-0.79
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-55.2	-11.8	0.1	-0.38
$\sigma_{s,t}$	37	-55.2	-11.8	0.1	4.75
$\sigma_{s,c}$	37	-55.2	-11.8	0.1	-11.32
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-22.5	4.9	-0.1	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-22.5	4.9	-0.1	-0.16
$\sigma_{s,t}$	37	-22.5	4.9	-0.1	2.16
$\sigma_{s,c}$	37	-22.5	4.9	-0.1	-4.76

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1379-1380	0.735	2.400	12	1.00	139.4	702.8	0.20	12	1.00	139.4	2.00	0.0	0.0	173.5		0.80	0.80

- **NUCLEO 23 z=4.740 [m] / Nodi: 1381 1382 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1381-1382	200	68	240	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	138.6	67.2	-1.5	0.88
Sommità	15	146.6	-59.5	1.1	0.82

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-49.9	3.1	0.4	-0.45
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-49.9	3.1	0.4	-0.26
$\sigma_{s,t}$	33	-44.1	3.3	0.4	-0.98
$\sigma_{s,c}$	37	-49.9	3.1	0.4	-6.27
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-39.7	1.4	-0.4	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-39.7	1.4	-0.4	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-29.0	0.1	-0.4	-1.75
$\sigma_{s,c}$	37	-39.7	1.4	-0.4	-4.40

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1381-1382	0.675	2.400	14	1.00	-53.2	645.5	0.08	14	1.00	-53.2	2.00	0.0	0.0	159.3		0.33	0.33

- **NUCLEO 24 z=7.140 [m] / Nodi: 1387 1388 1389 1390 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1387-1388-1389-1390	200	271	122	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-38.9	-271.4	-2.1	0.15
Sommità	9	-14.7	-0.3	-6.7	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37	-52.8	-24.0	-0.4	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-52.8	-24.0	-0.4	-0.07
$\sigma_{s,t}$	37	-52.8	-24.0	-0.4	0.10
$\sigma_{s,c}$	37	-52.8	-24.0	-0.4	-2.16
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-31.7	-14.3	-2.5	-0.19
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-31.7	-14.3	-2.5	-0.07
$\sigma_{s,t}$	38	-31.7	-14.3	-2.5	1.54
$\sigma_{s,c}$	38	-31.7	-14.3	-2.5	-2.34

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R		Comb ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1387-1388-1389-1390	2.710	1.220	12	1.00	193.3	2591.4	0.07	12	1.00	193.3	2.00	0.0	0.0	639.6		0.30	0.30

- **NUCLEO 18 z=-0.300 [m] / Nodi: 1491 1495 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1491-1495	200	271	504	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	781.4	1352.4	-7.6	0.95
Sommità	11	-6.2	-350.8	3.9	0.17

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-389.7	-41.9	0.0	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-389.7	-41.9	0.0	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-179.5	-21.0	-0.3	-2.43

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37		-389.7	-41.9	0.0	-8.96
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-314.9	-101.0	0.8	-0.69
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-314.9	-101.0	0.8	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32		-97.6	-14.5	0.4	-1.12
$\sigma_{s,c}$	37		-314.9	-101.0	0.8	-10.13

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
1491-1495	2.710	5.040	14	1.00	-453.9	2591.4	0.18	14	1.00	-453.9	2.00	0.0	0.0	639.6		0.71	0.71

- **NUCLEO 18.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1503 1507 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale Parete**	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**	**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata Base 2x**	**Top 2x**
1503-1507	200	271	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	15	110.2	445.3	-0.0	0.47
Sommità	15	-21.2	-140.7	0.1	0.10

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-227.0	-2.9	0.8	-0.34
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-227.0	-2.9	0.8	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-94.8	-13.7	0.4	-1.20
$\sigma_{s,c}$	37	-227.0	-2.9	0.8	-5.01
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-146.9	-84.1	-0.6	-0.48

$\sigma_{Cls,Med}$	37	-146.9	-84.1	-0.6	-0.23
$\sigma_{s,t}$	34	-130.4	-78.7	-0.8	1.33
$\sigma_{s,c}$	37	-146.9	-84.1	-0.6	-6.88

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1503-1507	2.710	3.620	14	1.00	-250.9	2591.4	0.10	14	1.00	-250.9	2.00	0.0	0.0	639.6		0.39	0.39

- **NUCLEO 14 z=-0.300 [m] / Nodi: 1529 1533 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1529-1533	200	268	504	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	576.3	-1409.7	-2.1	0.89
Sommità	13	342.2	-209.7	-0.3	0.24

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-301.0	6.1	0.4	-0.41
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-301.0	6.1	0.4	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-167.3	16.0	-0.1	-2.46
$\sigma_{s,c}$	37	-301.0	6.1	0.4	-6.03
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-218.2	105.4	0.4	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-218.2	105.4	0.4	-0.29
$\sigma_{s,t}$	37	-218.2	105.4	0.4	0.31
$\sigma_{s,c}$	37	-218.2	105.4	0.4	-8.52

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1529-1533	2.685	5.040	12	1.00	392.1	2567.5	0.15	12	1.00	392.1	2.00	0.0	0.0	633.7		0.62	0.62

- **NUCLEO 14.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1540 1544 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1540-1544	200	268	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	264.0	-605.7	-2.7	0.75
Sommità	13	2.3	31.5	-4.1	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-95.5	-27.5	-0.1	-0.22
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-95.5	-27.5	-0.1	-0.13
$\sigma_{s,t}$	34	-94.9	-28.6	0.0	-0.70
$\sigma_{s,c}$	34	-94.9	-28.6	0.0	-3.19
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-15.6	-7.4	-1.3	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	32	-10.1	1.3	-1.6	-0.05
$\sigma_{s,t}$	32	-10.1	1.3	-1.6	2.00
$\sigma_{s,c}$	34	-15.6	-7.4	-1.3	-1.31

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
1540-1544	2.685	3.620	14	1.00	-317.1	2567.5	0.12	14	1.00	-317.1	2.00	0.0	0.0	633.7		0.50	0.50

- **NUCLEO 45 z=-7.700 [m] / Nodi: 1876 1878 1883 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1876-1878-1883	101	778	336	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-930.5	-2336.1	1.5	0.07
Sommità	12	-942.0	-2294.2	-2.6	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1089.3	-220.1	-1.0	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1089.3	-220.1	-1.0	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32	-625.0	18.9	-1.1	-4.19
$\sigma_{s,c}$	37	-1089.3	-220.1	-1.0	-9.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1014.3	-561.0	-1.9	-0.70
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1014.3	-561.0	-1.9	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-495.4	-60.8	-0.4	-3.13
$\sigma_{s,c}$	37	-1014.3	-561.0	-1.9	-10.41

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1876-1878-1883	7.775	3.358	14	1.00	-366.1	7434.9	0.05	14	1.00	-366.1	2.00	0.0	0.0	1835.1		0.20	0.20

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 44 z=-7.700 [m] / Nodi: 1876 2572 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1876-2572	101	639	318	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	133.8	-7.5	257.6	0.10
Sommità	13	131.1	-1.7	214.9	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-380.3	0.8	-87.4	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-380.3	0.8	-87.4	-0.22
$\sigma_{s,t}$	37	-380.3	0.8	-87.4	-2.41
$\sigma_{s,c}$	37	-380.3	0.8	-87.4	-4.14
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-183.7	-0.1	-44.7	-0.13
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-183.7	-0.1	-44.7	-0.11
$\sigma_{s,t}$	34	-183.0	-0.1	-44.1	-1.21
$\sigma_{s,c}$	37	-183.7	-0.1	-44.7	-1.95

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1876-2572	6.385	3.180	8	1.00	102.5	6105.7	0.02	8	1.00	102.5	2.00	0.0	0.0	1507.1		0.07	0.07

- **NUCLEO 47 z=-7.700 [m] / Nodi: 2523 2575 1878 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
1878-2523-2575	101	638	318	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	10	-684.5	3.5	-1357.3	0.06
Sommità	14	-1070.7	1.6	-510.2	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-804.0	0.8	-86.9	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-804.0	0.8	-86.9	-0.46
$\sigma_{s,t}$	32	-562.1	0.6	-43.0	-4.42
$\sigma_{s,c}$	37	-804.0	0.8	-86.9	-7.73
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-654.6	-0.8	-228.3	-0.51
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-654.6	-0.8	-228.3	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-428.9	-0.2	-107.2	-2.80
$\sigma_{s,c}$	37	-654.6	-0.8	-228.3	-7.57

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1878-2523-2575	6.385	3.180	11	1.00	-394.1	6105.6	0.06	11	1.00	-394.1	2.00	0.0	0.0	1507.0		0.26	0.26

- **NUCLEO 46 z=-7.700 [m] / Nodi: 1883 2580 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1883-2580	101	638	495	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	117.8	6.2	-85.8	0.07
Sommità	15	84.8	-0.7	-131.3	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-608.4	-1.4	-16.1	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-608.4	-1.4	-16.1	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-351.4	-0.8	19.6	-2.76
$\sigma_{s,c}$	37	-608.4	-1.4	-16.1	-5.57
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-204.8	0.6	80.6	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-204.8	0.6	80.6	-0.12
$\sigma_{s,t}$	32	-68.2	0.5	58.9	-0.05
$\sigma_{s,c}$	37	-204.8	0.6	80.6	-2.50

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1883-2580	6.385	4.950	11	1.00	-84.0	6105.6	0.01	11	1.00	-84.0	2.00	0.0	0.0	1507.0		0.06	0.06

- **NUCLEO 44.1 z=-4.520 [m] / Nodi: 1890 2597 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1890-2597	101	639	177	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	56.2	-5.4	74.5	0.04

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	13	125.9	3.1	87.8	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	36	-147.3	2.4	27.5	-0.13
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-147.4	2.4	27.5	-0.08
$\sigma_{s,t}$	32	-131.9	2.2	45.0	-0.49
$\sigma_{s,c}$	37	-147.4	2.4	27.5	-1.82
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-76.7	-2.8	27.4	-0.10
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-76.7	-2.8	27.4	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-61.2	-2.2	46.1	0.22
$\sigma_{s,c}$	37	-76.7	-2.8	27.4	-1.29

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1890-2597	6.385	1.770	11	1.00	-18.6	6105.7	0.00	11	1.00	-18.6	2.00	0.0	0.0	1507.1		0.01	0.01

- **NUCLEO 45.1 z=-4.387 [m] / Nodi: 1890 1892 1897 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1890-1892-1897	101	779	159	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-1042.6	-3127.9	-2.0	0.10
Sommità	13	-974.3	-2670.7	7.4	0.09

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1088.9	-653.0	-1.3	-0.77
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1088.9	-653.0	-1.3	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32	-523.2	-92.2	-0.3	-3.17
$\sigma_{s,c}$	37	-1088.9	-653.0	-1.3	-11.36
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1004.8	-771.8	-1.3	-0.77
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1004.8	-771.8	-1.3	-0.47
$\sigma_{s,t}$	32	-439.1	-114.2	-0.1	-2.48
$\sigma_{s,c}$	37	-1004.8	-771.8	-1.3	-11.40

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1890-1892-1897	7.793	1.592	14	1.00	-399.5	7452.3	0.05	14	1.00	-399.5	2.00	0.0	0.0	1839.4		0.22	0.22

- **NUCLEO 47.1 z=-4.520 [m] / Nodi: 1892 2526 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1892-2526	101	476	198	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	-419.0	-1.0	845.4	0.08
Sommità	14	-986.1	-3.8	195.5	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

$\sigma_{Cls,Max}$	37		-619.2	-0.2	92.1	-0.57
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-619.2	-0.2	92.1	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32		-408.7	0.1	79.7	-3.57
$\sigma_{s,c}$	37		-619.2	-0.2	92.1	-8.49
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-565.4	-0.6	138.1	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-565.4	-0.6	138.1	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32		-354.8	-0.2	152.8	-1.89
$\sigma_{s,c}$	37		-565.4	-0.6	138.1	-8.62

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
1892-2526	4.760	1.985	10	1.00	-383.4	4551.7	0.08	10	1.00	-383.4	2.00	0.0	0.0	1123.5		0.34	0.34

- **NUCLEO 45.2 z=-2.750 [m] / Nodi: 1898 1900 1905 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
1898-1900-1905	101	778	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	-1004.3	-3494.4	19.0	0.14
Sommità	12	-946.0	-2639.4	-3.4	0.08

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1009.8	-847.3	3.8	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1009.8	-847.3	3.8	-0.48
$\sigma_{s,t}$	38	-814.8	-610.6	2.9	-2.15

$\sigma_{s,c}$	37		-1009.8	-847.3	3.8	-12.13
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-850.3	-1059.4	0.4	-0.79
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-850.3	-1059.4	0.4	-0.40
$\sigma_{s,t}$	37		-850.3	-1059.4	0.4	-0.29
$\sigma_{s,c}$	37		-850.3	-1059.4	0.4	-11.75

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1898-1900-1905	7.775	3.030	14	1.00	-358.9	7434.9	0.05	14	1.00	-358.9	2.00	0.0	0.0	1835.1		0.20	0.20

- **NUCLEO 48 z=-2.428 [m] / Nodi: 2528 2618 1900 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1900-2528-2618	101	640	274	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-1066.1	-1.3	-657.6	0.05
Sommità	13	97.9	3.0	490.7	0.11

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-590.1	-2.5	-208.6	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-590.1	-2.5	-208.6	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32	-394.6	-0.9	-114.3	-2.36
$\sigma_{s,c}$	37	-590.1	-2.5	-208.6	-7.10
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-508.8	-0.6	-94.2	-0.35

$\sigma_{Cls,Med}$	37		-508.8	-0.6	-94.2	-0.29
$\sigma_{s,t}$	32		-313.5	-0.1	-17.8	-2.54
$\sigma_{s,c}$	37		-508.8	-0.6	-94.2	-5.22

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1900-2528-2618	6.399	2.743	10	1.00	-448.8	6119.5	0.07	10	1.00	-448.8	2.00	0.0	0.0	1510.5		0.30	0.30

- **NUCLEO 48.1 z=0.280 [m] / Nodi: 1914 2647 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1914-2647	101	638	446	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	139.0	-1.1	673.5	0.16
Sommità	9	16.1	-3.3	209.7	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-488.3	0.1	-94.6	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-492.4	0.0	-90.2	-0.28
$\sigma_{s,t}$	32	-330.0	0.4	-67.7	-2.24
$\sigma_{s,c}$	34	-488.3	0.1	-94.6	-4.97
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-258.5	-2.6	-28.2	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-258.5	-2.6	-28.2	-0.15
$\sigma_{s,t}$	32	-137.0	-0.6	42.6	-0.76
$\sigma_{s,c}$	37	-258.5	-2.6	-28.2	-2.82

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1914-2647	6.385	4.460	10	1.00	-375.2	6105.6	0.06	10	1.00	-375.2	2.00	0.0	0.0	1507.0		0.25	0.25

- **NUCLEO 45.3 z=0.280 [m] / Nodi: 1914 1917 1918 1919 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1914-1917	101	287	215	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
1918-1919	101	94	215	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-393.4	1096.0	2.7	0.16
Sommità	12	-804.5	-1446.2	-0.8	0.12

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-726.7	-496.0	0.6	-1.21
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-726.7	-496.0	0.6	-0.70
$\sigma_{s,t}$	32	-289.3	-77.3	-0.0	-3.38
$\sigma_{s,c}$	37	-726.7	-496.0	0.6	-17.99
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-684.2	-609.6	-0.2	-1.27
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-684.2	-609.6	-0.2	-0.66
$\sigma_{s,t}$	32	-239.5	-91.9	-0.2	-2.47
$\sigma_{s,c}$	37	-684.2	-609.6	-0.2	-18.96

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1914-1917	2.865	2.150	14	1.00	-290.9	2739.7	0.11	14	1.00	-290.9	2.00	0.0	0.0	676.2		0.43	0.43
1918-1919	0.935	2.150	14	1.00	-41.5	894.1	0.05	14	1.00	-41.5	2.00	0.0	0.0	220.7		0.19	0.19

- **NUCLEO 45.4 z=2.430 [m] / Nodi: 1924 1928 1930 1925 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1924-1928-1930-1925	101	570	231	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-725.1	-1318.8	-1.8	0.08
Sommità	13	-526.1	-1185.3	1.9	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-679.7	-292.1	-0.1	-0.64
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-679.7	-292.1	-0.1	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-238.0	19.4	-0.1	-2.08
$\sigma_{s,c}$	37	-679.7	-292.1	-0.1	-9.47
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-587.6	-466.0	-2.4	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-587.6	-466.0	-2.4	-0.38
$\sigma_{s,t}$	37	-587.6	-466.0	-2.4	-0.69
$\sigma_{s,c}$	37	-587.6	-466.0	-2.4	-10.66

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
1924-1928-1930-1925	5.700	2.310	14	1.00	-331.6	5450.6	0.06	14	1.00	-331.6	2.00	0.0	0.0	1345.4		0.25	0.25

- **NUCLEO 45.5 z=4.740 [m] / Nodi: 1935 1941 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1935-1941	101	570	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-332.3	-965.2	-0.5	0.08
Sommità	9	-86.9	-552.2	-1.1	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-411.1	-82.5	-2.3	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-411.1	-82.5	-2.3	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-160.6	24.4	-0.2	-1.28
$\sigma_{s,c}$	37	-411.1	-82.5	-2.3	-5.15
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-226.4	-393.4	-0.3	-0.47
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-226.4	-393.4	-0.3	-0.23
$\sigma_{s,t}$	37	-226.4	-393.4	-0.3	3.89
$\sigma_{s,c}$	37	-226.4	-393.4	-0.3	-6.95

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1935-1941	5.700	3.620	14	1.00	-301.6	5450.6	0.06	14	1.00	-301.6	2.00	0.0	0.0	1345.4		0.22	0.22

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 49 z=6.985 [m] / Nodi: 2070 2694 1944 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1944-2070-2694	101	639	139	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	10	-145.4	3.1	-270.1	0.01
Sommità	9	-52.1	10.5	-555.2	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-152.7	4.8	-53.2	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-152.7	4.8	-53.2	-0.09
$\sigma_{s,t}$	34	-151.7	4.7	-55.2	-0.20
$\sigma_{s,c}$	37	-152.7	4.8	-53.2	-2.42
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-66.2	12.0	-2.8	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-67.2	12.0	0.4	-0.15
$\sigma_{s,t}$	34	-66.2	12.0	-2.8	6.43
$\sigma_{s,c}$	34	-66.2	12.0	-2.8	-2.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1944-2070-2694	6.385	1.388	10	1.00	-651.9	6105.7	0.11	10	1.00	-651.9	2.00	0.0	0.0	1507.1		0.43	0.43

- **NUCLEO 36 z=-7.300 [m] / Nodi: 1952 1958 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
1952-1958	101	572	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-785.3	-1141.7	6.1	0.07
Sommità	12	-673.3	-1120.6	1.2	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-878.8	-279.1	-0.5	-0.76
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-879.6	-274.4	-0.5	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-511.0	-106.5	-0.9	-3.74
$\sigma_{s,c}$	37	-878.8	-279.1	-0.5	-11.26
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-833.2	-351.1	-1.7	-0.80
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-834.3	-346.9	-1.7	-0.53
$\sigma_{s,t}$	32	-437.2	-153.4	-0.8	-2.58
$\sigma_{s,c}$	37	-833.2	-351.1	-1.7	-11.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1952-1958	5.724	2.820	15	1.00	-312.2	5473.6	0.06	15	1.00	-312.2	2.00	0.0	0.0	1351.0		0.23	0.23

- **NUCLEO 35 z=-7.300 [m] / Nodi: 1952 2050 2563 2715 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2050-2563	103	415	282	48	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1952-2050	103	106	282	48	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'
2563-2715	103	106	282	48	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-33.6	-45.2	579.6	0.08
Sommità	13	-28.5	16.7	427.1	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1114.1	-2.6	77.3	-0.39
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1114.3	-2.5	66.2	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-819.5	-0.0	72.3	-3.58
$\sigma_{s,c}$	37	-1114.1	-2.6	77.3	-5.83
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-869.6	-19.3	76.8	-0.41
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-869.6	-19.3	76.8	-0.28
$\sigma_{s,t}$	32	-592.0	-4.9	64.8	-2.39
$\sigma_{s,c}$	37	-869.6	-19.3	76.8	-5.87

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2050-2563	4.148	2.820	8	1.00	153.6	7615.7	0.02	8	1.00	153.6	2.00	0.0	0.0	979.0		0.16	0.16
1952-2050	1.064	2.820	14	1.00	83.2	1954.3	0.04	14	1.00	83.2	2.00	0.0	0.0	251.2		0.33	0.33
2563-2715	1.064	2.820	14	1.00	-77.1	1954.3	0.04	14	1.00	-77.1	2.00	0.0	0.0	251.2		0.31	0.31

- **NUCLEO 36.1 z=-4.480 [m] / Nodi: 1965 1971 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1965-1971	101		572	311	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-607.9	-1438.9	8.1	0.09
Sommità	13	-268.5	-1179.3	1.8	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-809.3	-381.1	2.7	-0.82
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-810.4	-375.8	2.7	-0.52
$\sigma_{s,t}$	32	-459.6	-199.0	0.6	-2.38
$\sigma_{s,c}$	37	-809.3	-381.1	2.7	-11.94
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-698.0	-241.8	-1.1	-0.63
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-700.2	-236.4	-1.1	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-347.5	-155.9	-0.9	-1.68
$\sigma_{s,c}$	37	-698.0	-241.8	-1.1	-9.25

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1965-1971	5.724	3.110	15	1.00	-301.7	5473.6	0.06	15	1.00	-301.7	2.00	0.0	0.0	1351.0		0.22	0.22

- **NUCLEO 37 z=-1.370 [m] / Nodi: 1980 1984 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1980-1984	101	407	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base	9	56.2	-257.6	16.4	0.17
Sommità	9	39.3	122.4	-9.5	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-586.8	124.4	1.1	-0.72
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-586.8	124.4	1.1	-0.53
$\sigma_{s,t}$	32	-328.2	29.7	-0.6	-3.75
$\sigma_{s,c}$	34	-586.8	124.4	1.1	-10.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-432.5	42.6	-0.4	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-432.5	42.6	-0.4	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32	-214.5	-0.7	-0.1	-2.87
$\sigma_{s,c}$	34	-432.5	42.6	-0.4	-6.77

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1980-1984	4.066	3.080	14	1.00	-308.3	3888.1	0.08	14	1.00	-308.3	2.00	0.0	0.0	959.7		0.32	0.32

- **NUCLEO 38 z=1.710 [m] / Nodi: 1997 2003 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1997-2003	101	572	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-54.9	-759.1	-9.7	0.14
Sommità	13	-162.2	-648.1	8.8	0.08

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-478.1	38.8	-0.1	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-478.1	38.8	-0.1	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-250.7	-31.0	-0.3	-2.07
$\sigma_{s,c}$	34	-478.1	38.8	-0.1	-4.99
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-356.3	50.8	-1.0	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-356.3	50.8	-1.0	-0.23
$\sigma_{s,t}$	32	-134.0	-36.9	-0.4	-0.86
$\sigma_{s,c}$	34	-356.3	50.8	-1.0	-4.09

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1997-2003	5.724	3.030	14	1.00	-300.2	5473.6	0.05	14	1.00	-300.2	2.00	0.0	0.0	1351.0		0.22	0.22

- **NUCLEO 40 z=1.710 [m] / Nodi: 2003 2794 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2003-2794	101	622	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-874.8	3.7	465.9	0.04
Sommità	8	-229.3	2.9	454.5	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37		-463.8	1.2	259.9	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-463.8	1.2	259.9	-0.27
$\sigma_{s,t}$	32		-258.0	0.3	133.4	-1.11
$\sigma_{s,c}$	37		-463.8	1.2	259.9	-6.46
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-282.3	-0.4	173.6	-0.27
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-282.3	-0.4	173.6	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32		-131.1	-0.1	91.2	-0.38
$\sigma_{s,c}$	37		-282.3	-0.4	173.6	-4.01

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2003-2794	6.222	3.030	10	1.00	-339.2	5949.8	0.06	10	1.00	-339.2	2.00	0.0	0.0	1468.6		0.23	0.23

- **NUCLEO 38.1 z=4.740 [m] / Nodi: 2010 2016 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale Parete**	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**	**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata Base 2x**	**Top 2x**
2010-2016	101	572	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	9	24.4	-426.1	29.0	0.15
Sommità	9	102.4	567.6	0.9	0.15

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-259.3	-91.9	-0.2	-0.23
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-260.5	-83.9	-0.3	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-139.6	-53.1	-0.1	-0.81

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37	-259.3	-91.9	-0.2	-3.42
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-98.1	77.7	-0.1	-0.12
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-98.4	76.9	-0.1	-0.06
$\sigma_{s,t}$	32	-2.4	-6.9	0.0	0.20
$\sigma_{s,c}$	37	-98.1	77.7	-0.1	-1.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
2010-2016	5.724	3.620	12	1.00	338.8	5473.6	0.06	12	1.00	338.8	2.00	0.0	0.0	1351.0		0.25	0.25

- **NUCLEO 33 z=-7.700 [m] / Nodi: 2071 2075 2412 2413 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2071-2412	100	268	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2071-2075	100	215	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2075-2413	100	268	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1318.3	-636.9	214.3	0.06
Sommità	12	-1207.9	-527.9	220.7	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1452.0	-96.5	11.6	-0.78
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1452.0	-96.5	11.6	-0.71
$\sigma_{s,t}$	32	-792.5	-11.4	4.4	-5.67
$\sigma_{s,c}$	37	-1452.0	-96.5	11.6	-11.69

Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1334.7	-93.0	56.0	-0.77
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1334.7	-93.0	56.0	-0.65
$\sigma_{s,t}$	32	-676.6	-12.7	28.6	-4.58
$\sigma_{s,c}$	37	-1334.7	-93.0	56.0	-11.45

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2071-2412	2.680	2.400	10	1.00	-46.1	2562.8	0.02	10	1.00	-46.1	2.00	0.0	0.0	632.6		0.07	0.07
2071-2075	2.150	2.400	12	1.00	51.8	2055.9	0.03	12	1.00	51.8	2.00	0.0	0.0	507.5		0.10	0.10
2075-2413	2.680	2.400	10	1.00	-62.6	2562.8	0.02	10	1.00	-62.6	2.00	0.0	0.0	632.6		0.10	0.10

- **NUCLEO 33.1 z=-5.300 [m] / Nodi: 2080 2084 2418 2419 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2080-2418	100	268	90	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2080-2084	100	215	90	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2084-2419	100	268	90	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1200.7	-528.2	209.5	0.06
Sommità	12	-1159.2	-494.7	216.4	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1325.3	-92.9	39.9	-0.75
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1325.3	-89.1	39.9	-0.65
$\sigma_{s,t}$	32	-669.1	-12.9	15.9	-4.64

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37		-1325.3	-92.9	39.9	-11.14
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-1283.0	-91.5	59.2	-0.75
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-1283.1	-87.8	59.0	-0.63
$\sigma_{s,t}$	32		-626.8	-13.2	26.9	-4.22
$\sigma_{s,c}$	37		-1283.0	-91.5	59.2	-11.10

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2080-2418	2.680	0.900	10	1.00	-43.2	2562.8	0.02	10	1.00	-43.2	2.00	0.0	0.0	632.6		0.07	0.07
2080-2084	2.150	0.900	12	1.00	52.0	2055.9	0.03	12	1.00	52.0	2.00	0.0	0.0	507.5		0.10	0.10
2084-2419	2.680	0.900	10	1.00	-56.1	2562.8	0.02	10	1.00	-56.1	2.00	0.0	0.0	632.6		0.09	0.09

- **NUCLEO 33.2 z=-4.400 [m] / Nodi: 2085 2089 2420 2421 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2085-2420	100	268	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2085-2089	100	215	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2089-2421	100	268	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1154.6	-490.8	209.8	0.05
Sommità	6	-1588.6	-122.3	80.8	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1276.2	-91.7	47.6	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1276.3	-88.0	47.4	-0.62

$\sigma_{s,t}$	32		-624.2	-13.4	22.4	-4.25
$\sigma_{s,c}$	37		-1276.2	-91.7	47.6	-10.89
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-1186.8	-89.6	61.9	-0.70
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-1186.9	-86.0	61.3	-0.58
$\sigma_{s,t}$	32		-545.0	-14.3	39.9	-3.49
$\sigma_{s,c}$	37		-1186.8	-89.6	61.9	-10.42

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione						taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R		Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2085-2420	2.680	1.650	10	1.00	-44.7	2562.8	0.02		10	1.00	-44.7	2.00	0.0	0.0	632.6		0.07	0.07
2085-2089	2.150	1.650	12	1.00	51.4	2055.9	0.03		12	1.00	51.4	2.00	0.0	0.0	507.5		0.10	0.10
2089-2421	2.680	1.650	10	1.00	-56.4	2562.8	0.02		10	1.00	-56.4	2.00	0.0	0.0	632.6		0.09	0.09

- **NUCLEO 33.3 z=-2.750 [m] / Nodi: 2092 2096 2424 2425 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2092-2424	100	268	76	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2092-2096	100	215	76	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2096-2425	100	268	76	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-946.0	-432.7	207.1	0.05
Sommità	12	-898.3	-398.7	228.0	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1042.9	-94.4	69.3	-0.64

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	34		-1043.0	-90.7	68.8	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32		-543.6	-14.4	37.5	-3.50
$\sigma_{s,c}$	37		-1042.9	-94.4	69.3	-9.52
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-1007.3	-93.2	84.6	-0.64
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-1007.5	-89.6	83.8	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32		-508.0	-14.7	46.8	-3.15
$\sigma_{s,c}$	37		-1007.3	-93.2	84.6	-9.47

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2092-2424	2.680	0.757	10	1.00	-38.9	2562.8	0.02	10	1.00	-38.9	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06
2092-2096	2.150	0.757	12	1.00	44.2	2055.9	0.02	12	1.00	44.2	2.00	0.0	0.0	507.5		0.09	0.09
2096-2425	2.680	0.757	10	1.00	-51.2	2562.8	0.02	10	1.00	-51.2	2.00	0.0	0.0	632.6		0.08	0.08

- **NUCLEO 33.4 z=-1.993 [m] / Nodi: 2097 2101 2426 2427 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
2097-2426	100	268	62	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2097-2101	100	215	62	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2101-2427	100	268	62	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	12	-903.4	-409.8	194.1	0.04
Sommità	12	-862.8	-393.3	213.9	0.04

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37	-995.0	-93.7	63.9	-0.61
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-995.2	-90.1	63.2	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-504.4	-14.8	40.8	-3.18
$\sigma_{s,c}$	37	-995.0	-93.7	63.9	-9.08
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-965.8	-92.9	77.1	-0.61
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-966.0	-89.2	76.2	-0.47
$\sigma_{s,t}$	32	-475.2	-15.1	48.5	-2.89
$\sigma_{s,c}$	37	-965.8	-92.9	77.1	-9.05

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2097-2426	2.680	0.623	10	1.00	-37.4	2562.8	0.01	10	1.00	-37.4	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06
2097-2101	2.150	0.623	12	1.00	42.0	2055.9	0.02	12	1.00	42.0	2.00	0.0	0.0	507.5		0.08	0.08
2101-2427	2.680	0.623	10	1.00	-49.7	2562.8	0.02	10	1.00	-49.7	2.00	0.0	0.0	632.6		0.08	0.08

- **NUCLEO 33.5 z=-1.370 [m] / Nodi: 2102 2106 2428 2429 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2102-2428	100	268	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2102-2106	100	215	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2106-2429	100	268	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-871.7	-406.3	193.8	0.04
Sommità	6	-1174.2	-123.4	121.6	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

Base						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-960.9	-93.0	68.8	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-961.1	-89.4	68.0	-0.47
$\sigma_{s,t}$	32		-474.7	-15.1	47.7	-2.89
$\sigma_{s,c}$	37		-960.9	-93.0	68.8	-8.89
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-876.8	-90.6	92.7	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-877.0	-87.1	91.5	-0.43
$\sigma_{s,t}$	32		-397.0	-15.8	67.7	-2.13
$\sigma_{s,c}$	37		-876.8	-90.6	92.7	-8.61

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2102-2428	2.680	1.650	10	1.00	-35.6	2562.8	0.01	10	1.00	-35.6	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06
2102-2106	2.150	1.650	12	1.00	44.5	2055.9	0.02	12	1.00	44.5	2.00	0.0	0.0	507.5		0.09	0.09
2106-2429	2.680	1.650	10	1.00	-48.2	2562.8	0.02	10	1.00	-48.2	2.00	0.0	0.0	632.6		0.08	0.08

- **NUCLEO 33.6 z=0.280 [m] / Nodi: 2109 2432 2113 2433 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
2109-2432	100	268	75	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2113-2433	100	268	75	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	6	-885.1	-100.2	-41.3	0.04
Sommità	12	-601.8	-319.1	73.0	0.04

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base						
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-663.0	-73.3	-30.3	-0.55	
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-663.0	-70.1	-31.2	-0.45	
$\sigma_{s,t}$	32	-340.3	-7.5	-12.8	-3.13	
$\sigma_{s,c}$	37	-663.0	-73.3	-30.3	-8.22	
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-637.9	-72.3	-13.2	-0.51	
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-637.9	-69.1	-14.3	-0.44	
$\sigma_{s,t}$	32	-315.2	-7.5	-3.4	-3.08	
$\sigma_{s,c}$	37	-637.9	-72.3	-13.2	-7.58	

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2109-2432	2.680	0.750	10	1.00	-29.7	2562.8	0.01	10	1.00	-29.7	2.00	0.0	0.0	632.6		0.05	0.05
2113-2433	2.680	0.750	10	1.00	-41.9	2562.8	0.02	10	1.00	-41.9	2.00	0.0	0.0	632.6		0.07	0.07

- **NUCLEO 33.7 z=1.030 [m] / Nodi: 2114 2434 2115 2438 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
2114-2434	100	268	135	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2434-2438	100	215	135	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2115-2438	100	268	135	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	6	-943.5	-113.9	-225.4	0.04
Sommità	6	-861.1	-111.1	-185.6	0.03

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**

Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-706.7	-83.3	-168.1	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-706.7	-83.3	-168.1	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-361.3	-8.4	-82.8	-1.78
$\sigma_{s,c}$	37	-706.7	-83.3	-168.1	-8.39
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-643.4	-81.4	-138.4	-0.51
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-643.4	-81.4	-138.4	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-297.9	-8.7	-65.7	-1.48
$\sigma_{s,c}$	37	-643.4	-81.4	-138.4	-7.48

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2114-2434	2.680	1.350	10	1.00	-29.3	2562.8	0.01	10	1.00	-29.3	2.00	0.0	0.0	632.6		0.05	0.05
2434-2438	2.150	1.350	14	1.00	16.3	2055.9	0.01	14	1.00	16.3	2.00	0.0	0.0	507.5		0.03	0.03
2115-2438	2.680	1.350	10	1.00	-40.0	2562.8	0.02	10	1.00	-40.0	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06

- **NUCLEO 33.8 z=2.380 [m] / Nodi: 2116 2439 2120 2443 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
2116-2439	100	268	236	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2439-2443	100	215	236	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2120-2443	100	268	236	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	6	-870.8	-120.6	-202.2	0.04
Sommità	6	-704.6	-118.7	-94.5	0.03

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-650.6	-88.5	-150.8	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-650.6	-88.5	-150.8	-0.32
$\sigma_{s,t}$	32	-302.3	-13.0	-73.2	-1.40
$\sigma_{s,c}$	37	-650.6	-88.5	-150.8	-7.78
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-523.1	-87.1	-70.0	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-523.1	-87.1	-70.0	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-181.0	-12.6	-25.2	-0.98
$\sigma_{s,c}$	37	-523.1	-87.1	-70.0	-5.65

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2116-2439	2.680	2.360	10	1.00	-28.5	2562.8	0.01	10	1.00	-28.5	2.00	0.0	0.0	632.6		0.05	0.05
2439-2443	2.150	2.360	14	1.00	17.9	2055.9	0.01	14	1.00	17.9	2.00	0.0	0.0	507.5		0.04	0.04
2120-2443	2.680	2.360	10	1.00	-38.4	2562.8	0.01	10	1.00	-38.4	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06

- **NUCLEO 61 z=2.380 [m] / Nodi: 2116 2117 2119 2120 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2116-2117-2119-2120	100	215	236	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-58.5	-53.2	0.0	0.02
Sommità	9	-9.4	-21.2	0.2	0.02

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-83.0	-12.6	-0.0	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-83.3	-12.3	-0.0	-0.14
$\sigma_{s,t}$	32	-39.3	-2.9	-0.0	-0.80
$\sigma_{s,c}$	37	-83.0	-12.6	-0.0	-3.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-68.5	-9.6	-0.1	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-68.5	-9.6	-0.1	-0.12
$\sigma_{s,t}$	32	-18.1	-4.3	-0.0	-0.16
$\sigma_{s,c}$	34	-68.5	-9.6	-0.1	-2.45

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2116-2117-2119-2120	2.150	2.360	13	1.00	24.1	2055.9	0.01	13	1.00	24.1	2.00	0.0	0.0	507.5		0.05	0.05

- **NUCLEO 33.9 z=4.740 [m] / Nodi: 2125 2446 2129 2450 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2125-2446	100	268	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2446-2450	100	215	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2129-2450	100	268	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-333.0	-284.8	107.8	0.02
Sommità	3	-316.1	-47.4	-92.4	0.01

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-359.4	-81.7	-41.3	-0.27
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-359.7	-85.2	-39.0	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-176.0	-10.5	-16.7	-1.04
$\sigma_{s,c}$	37	-359.7	-85.2	-39.0	-3.98
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-233.4	-35.4	-67.8	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-233.5	-36.6	-67.0	-0.11
$\sigma_{s,t}$	32	-61.5	-1.8	-9.4	-0.35
$\sigma_{s,c}$	34	-233.4	-35.4	-67.8	-3.02

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2125-2446	2.680	2.400	8	1.00	73.1	2562.8	0.03	8	1.00	73.1	2.00	0.0	0.0	632.6		0.12	0.12
2446-2450	2.150	2.400	12	1.00	55.4	2055.9	0.03	12	1.00	55.4	2.00	0.0	0.0	507.5		0.11	0.11
2129-2450	2.680	2.400	12	1.00	28.8	2562.8	0.01	12	1.00	28.8	2.00	0.0	0.0	632.6		0.05	0.05

- **NUCLEO 33.10 z=7.140 [m] / Nodi: 2132 2453 2136 2457 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2132-2453	100	268	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2453-2457	100	215	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2136-2457	100	268	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	3	-317.6	-42.3	-94.2	0.01
Sommità	3	-217.8	-48.2	-118.4	0.01

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-234.3	-31.8	-68.9	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-234.3	-31.8	-68.9	-0.11
$\sigma_{s,t}$	32	-60.0	-3.1	-6.6	-0.35
$\sigma_{s,c}$	34	-234.3	-31.8	-68.9	-3.01
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-159.0	-35.4	-86.8	-0.19
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-159.0	-35.4	-86.8	-0.08
$\sigma_{s,t}$	32	-2.7	1.3	-4.5	0.14
$\sigma_{s,c}$	34	-159.0	-35.4	-86.8	-2.76

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2132-2453	2.680	1.220	8	1.00	73.8	2562.8	0.03	8	1.00	73.8	2.00	0.0	0.0	632.6		0.12	0.12
2453-2457	2.150	1.220	12	1.00	45.2	2055.9	0.02	12	1.00	45.2	2.00	0.0	0.0	507.5		0.09	0.09
2136-2457	2.680	1.220	14	1.00	28.0	2562.8	0.01	14	1.00	28.0	2.00	0.0	0.0	632.6		0.04	0.04

- **NUCLEO 62 z=7.140 [m] / Nodi: 2132 2133 2135 2136 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2132-2133-2135-2136	100	215	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-54.1	-49.8	-1.2	0.02
Sommità	8	-44.1	-15.2	-1.7	0.01

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-42.4	-16.1	-0.4	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-42.4	-16.1	-0.4	-0.08
$\sigma_{s,t}$	37	-42.4	-16.1	-0.4	0.23
$\sigma_{s,c}$	37	-42.4	-16.1	-0.4	-2.39
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-25.9	-7.5	-1.0	-0.12
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-25.9	-7.5	-1.0	-0.05
$\sigma_{s,t}$	32	2.7	-1.3	-0.2	2.18
$\sigma_{s,c}$	34	-25.9	-7.5	-1.0	-1.62

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2132-2133-2135-2136	2.150	1.220	12	1.00	31.4	2055.9	0.02	12	1.00	31.4	2.00	0.0	0.0	507.5		0.06	0.06

- **NUCLEO 40.1 z=4.740 [m] / Nodi: 2144 2816 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2144-2816	101	437	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-205.7	-4.5	-686.2	0.14
Sommità	11	-46.2	0.4	69.9	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

$\sigma_{Cls,Max}$	34		-206.3	0.4	-32.6	-0.22
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-209.7	0.4	-27.7	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32		-121.3	0.1	-17.1	-1.23
$\sigma_{s,c}$	34		-206.3	0.4	-32.6	-3.22
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-49.9	-0.2	4.0	-0.05
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-49.9	-0.2	4.0	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32		-2.9	0.0	4.1	0.08
$\sigma_{s,c}$	37		-49.9	-0.2	4.0	-0.74

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2144-2816	4.368	3.620	10	1.00	-649.0	4176.9	0.16	10	1.00	-649.0	2.00	0.0	0.0	1031.0		0.63	0.63

- **NUCLEO 32 z=-7.300 [m] / Nodi: 2463 2467 2152 2151 2149 2150 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2149-2463	100	250	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2149-2150	100	70	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2463-2467	100	270	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2152-2151	100	70	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2152-2467	100	250	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	10	-1833.0	293.4	-1092.8	0.08
Sommità	10	-1658.7	186.6	-843.7	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1907.8	-132.2	6.9	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1907.8	-127.4	5.2	-0.77
$\sigma_{s,t}$	32	-945.9	-67.5	3.0	-5.25
$\sigma_{s,c}$	37	-1907.8	-132.2	6.9	-12.42
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1747.1	-105.4	-41.2	-0.78
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1747.1	-101.4	-43.2	-0.70
$\sigma_{s,t}$	32	-785.3	-51.2	-14.0	-4.31
$\sigma_{s,c}$	37	-1747.1	-105.4	-41.2	-11.62

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2149-2463	2.501	2.820	8	1.00	84.4	2391.6	0.04	8	1.00	84.4	2.00	0.0	0.0	590.3		0.14	0.14
2149-2150	0.705	2.820	12	1.00	11.1	674.2	0.02	12	1.00	11.1	2.00	0.0	0.0	166.4		0.07	0.07
2463-2467	2.704	2.820	12	1.00	84.1	2585.7	0.03	12	1.00	84.1	2.00	0.0	0.0	638.2		0.13	0.13
2152-2151	0.705	2.820	14	1.00	14.1	674.2	0.02	14	1.00	14.1	2.00	0.0	0.0	166.4		0.08	0.08
2152-2467	2.501	2.820	8	1.00	54.2	2391.6	0.02	8	1.00	54.2	2.00	0.0	0.0	590.3		0.09	0.09

- **NUCLEO 32.1 z=-4.480 [m] / Nodi: 2474 2478 2168 2167 2166 2165 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale Parete**	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**	**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata Base 2x**	**Top 2x**
2165-2474	100	250	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2166-2165	100	70	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2474-2478	100	270	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2167-2168	100	70	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2168-2478	100	250	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**

Base	10	-1503.2	183.7	-802.6	0.06
Sommità	10	-1271.3	-30.2	-588.8	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1562.9	-101.9	-4.4	-0.68
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1562.9	-97.9	-6.4	-0.63
$\sigma_{s,t}$	32	-781.9	-51.2	-9.2	-4.33
$\sigma_{s,c}$	37	-1562.9	-101.9	-4.4	-10.13
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-1385.7	-69.2	-59.8	-0.63
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1385.7	-69.2	-59.8	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-604.7	-33.3	-28.0	-3.23
$\sigma_{s,c}$	34	-1385.7	-69.2	-59.8	-9.38

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2165-2474	2.501	3.110	8	1.00	86.1	2391.6	0.04	8	1.00	86.1	2.00	0.0	0.0	590.3		0.15	0.15
2166-2165	0.705	3.110	12	1.00	10.2	674.2	0.02	12	1.00	10.2	2.00	0.0	0.0	166.4		0.06	0.06
2474-2478	2.704	3.110	12	1.00	79.7	2585.7	0.03	12	1.00	79.7	2.00	0.0	0.0	638.2		0.12	0.12
2167-2168	0.705	3.110	14	1.00	13.7	674.2	0.02	14	1.00	13.7	2.00	0.0	0.0	166.4		0.08	0.08
2168-2478	2.501	3.110	8	1.00	46.3	2391.6	0.02	8	1.00	46.3	2.00	0.0	0.0	590.3		0.08	0.08

- **NUCLEO 32.2 z=-1.370 [m] / Nodi: 2485 2489 2184 2183 2181 2182 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x

2181-2485	100	250	308	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'
2181-2182	100	70	308	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'
2485-2489	100	270	308	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'
2183-2184	100	70	308	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'
2184-2489	100	250	308	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	10	-1111.7	-28.6	-543.6	0.04
Sommità	10	-972.5	-137.4	-418.7	0.04

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-1198.9	-65.7	-19.2	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1198.9	-65.7	-19.2	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-598.6	-33.3	-19.3	-3.26
$\sigma_{s,c}$	34	-1198.9	-65.7	-19.2	-7.84
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-1023.4	-37.2	-72.1	-0.47
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1023.4	-37.2	-72.1	-0.41
$\sigma_{s,t}$	32	-423.1	-15.5	-37.9	-2.18
$\sigma_{s,c}$	34	-1023.4	-37.2	-72.1	-7.10

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**compressione**					**taglio - trazione**									**S/R**	**S/R**
			Comb	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**		
2181-2485	2.501	3.080	8	1.00	73.9	2391.6	0.03	8	1.00	73.9	2.00	0.0	0.0	590.3		0.13	0.13
2181-2182	0.705	3.080	14	1.00	-16.1	674.2	0.02	14	1.00	-16.1	2.00	0.0	0.0	166.4		0.10	0.10

2485-2489	2.704	3.080	8	1.00	65.4	2585.7	0.03	8	1.00	65.4	2.00	0.0	0.0	638.2	0.10	0.10
2183-2184	0.705	3.080	12	1.00	-17.1	674.2	0.03	12	1.00	-17.1	2.00	0.0	0.0	166.4	0.10	0.10
2184-2489	2.501	3.080	8	1.00	33.9	2391.6	0.01	8	1.00	33.9	2.00	0.0	0.0	590.3	0.06	0.06

- **NUCLEO 32.3 z=1.710 [m] / Nodi: 2496 2500 2201 2200 2197 2199 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2200-2496	100	250	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2200-2197-2199-2201	100	270	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2496-2500	100	270	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2201-2500	100	250	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-831.6	469.8	113.0	0.03
Sommità	8	-651.5	188.2	344.2	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-876.0	17.3	119.6	-0.37
$\sigma_{Cls,Med}$	36	-876.0	17.9	118.9	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-417.1	-15.5	44.8	-1.81
$\sigma_{s,c}$	37	-876.0	17.3	119.6	-5.52
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-678.8	46.2	67.9	-0.29
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-678.8	47.5	65.0	-0.24
$\sigma_{s,t}$	32	-219.9	2.0	26.5	-0.97
$\sigma_{s,c}$	37	-678.8	46.2	67.9	-4.32

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	
2200-2496	2.501	3.030	8	1.00	61.2	2391.6	0.03	8	1.00	61.2	2.00	0.0	0.0	590.3		0.10	0.10
2200-2197-2199-2201	2.704	3.030	9	1.00	32.4	2585.7	0.01	9	1.00	32.4	2.00	0.0	0.0	638.2		0.05	0.05
2496-2500	2.704	3.030	8	1.00	51.3	2585.7	0.02	8	1.00	51.3	2.00	0.0	0.0	638.2		0.08	0.08
2201-2500	2.501	3.030	8	1.00	31.1	2391.6	0.01	8	1.00	31.1	2.00	0.0	0.0	590.3		0.05	0.05

- **NUCLEO 32.4 z=4.740 [m] / Nodi: 2507 2511 2218 2217 2214 2215 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2214-2507	100	250	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2214-2215	100	70	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2507-2511	100	270	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2217-2218	100	70	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2218-2511	100	250	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-487.7	-268.1	-113.6	0.02
Sommità	6	-333.5	-4.5	0.0	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-498.1	51.6	-23.6	-0.24
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-498.1	51.6	-23.6	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-219.9	2.0	-12.6	-1.22
$\sigma_{s,c}$	34	-498.1	51.6	-23.6	-3.56
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-243.6	-3.2	-0.0	-0.10
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-243.6	-3.2	-0.0	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32	-1.2	-0.5	-1.8	0.03

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37		-243.6	-3.2	-0.0	-1.49

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2214-2507	2.501	3.620	14	1.00	50.7	2391.6	0.02	14	1.00	50.7	2.00	0.0	0.0	590.3		0.09	0.09
2214-2215	0.705	3.620	14	1.00	-46.3	674.2	0.07	14	1.00	-46.3	2.00	0.0	0.0	166.4		0.28	0.28
2507-2511	2.704	3.620	8	1.00	-64.3	2585.7	0.02	8	1.00	-64.3	2.00	0.0	0.0	638.2		0.10	0.10
2217-2218	0.705	3.620	12	1.00	-40.8	674.2	0.06	12	1.00	-40.8	2.00	0.0	0.0	166.4		0.25	0.25
2218-2511	2.501	3.620	8	1.00	110.4	2391.6	0.05	8	1.00	110.4	2.00	0.0	0.0	590.3		0.19	0.19

- **NUCLEO 39 z=-7.300 [m] / Nodi: 2237 2721 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2237-2721	101	434	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	-740.4	-3.1	1139.2	0.11
Sommità	12	-1178.6	2.0	241.6	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-837.8	-0.9	34.1	-0.76
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-837.8	-0.9	34.1	-0.71
$\sigma_{s,t}$	32	-534.7	-0.5	-3.2	-6.62
$\sigma_{s,c}$	37	-837.8	-0.9	34.1	-11.38
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-725.2	-0.2	52.6	-0.68
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-725.2	-0.2	52.6	-0.61

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32		-435.4	0.0	13.4	-5.28
$\sigma_{s,c}$	37		-725.2	-0.2	52.6	-10.12

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
2237-2721	4.342	2.820	10	1.00	-337.0	4152.0	0.08	10	1.00	-337.0	2.00	0.0	0.0	1024.8		0.33	0.33

- **NUCLEO 39.1 z=-4.480 [m] / Nodi: 2241 2747 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2241-2747	101	434	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	10	-665.6	-1.7	-775.7	0.08
Sommità	12	-1059.2	1.5	12.9	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-714.7	0.4	-68.0	-0.69
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-714.7	0.4	-68.0	-0.60
$\sigma_{s,t}$	32	-440.6	0.1	-39.8	-4.89
$\sigma_{s,c}$	37	-714.7	0.4	-68.0	-10.28
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-596.6	-0.1	19.9	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-596.6	-0.1	19.9	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-334.7	0.0	7.8	-4.10
$\sigma_{s,c}$	37	-596.6	-0.1	19.9	-7.92

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\underline{\rho_h}$ $\rho_v+\rho_N$	S/R	
2241-2747	4.342	3.110	10	1.00	-355.4	4152.0	0.09	10	1.00	-355.4	2.00	0.0	0.0	1024.8		0.35	0.35

- **NUCLEO 39.2 z=-1.370 [m] / Nodi: 2245 2768 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2245-2768	101	434	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	8	-774.1	1.1	432.5	0.06
Sommità	15	35.9	-3.5	203.9	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-597.6	-0.2	-35.4	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-597.6	-0.2	-35.4	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-346.2	-0.2	-5.0	-4.26
$\sigma_{s,c}$	37	-597.6	-0.2	-35.4	-8.21
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-453.2	-0.1	37.7	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-453.2	-0.1	37.7	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-233.7	-0.0	30.7	-2.44
$\sigma_{s,c}$	37	-453.2	-0.1	37.7	-6.40

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2245-2768	4.342	3.080	10	1.00	-336.1	4152.0	0.08	10	1.00	-336.1	2.00	0.0	0.0	1024.8		0.33	0.33

- **NUCLEO 48.2 z=4.740 [m] / Nodi: 2674 2068 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2674-2068	101	479	225	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	-62.6	-5.0	739.6	0.18
Sommità	9	-56.7	4.4	-258.3	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-190.7	-2.6	-117.2	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-190.7	-2.6	-117.2	-0.15
$\sigma_{s,t}$	37	-190.7	-2.6	-117.2	-0.06
$\sigma_{s,c}$	37	-190.7	-2.6	-117.2	-4.33
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-130.8	5.1	-14.4	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-130.8	5.1	-14.4	-0.10
$\sigma_{s,t}$	34	-129.2	4.9	-18.5	-0.30
$\sigma_{s,c}$	34	-129.2	4.9	-18.5	-2.67

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
2674-2068	4.785	2.250	10	1.00	559.1	4575.7	0.12	10	1.00	559.1	2.00	0.0	0.0	1129.4		0.50	0.50

- **NUCLEO 50 z=-7.700 [m] / Nodi: 2576 2580 2572 2575 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2572-2575	101	210	235	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2576-2580	101	420	235	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1044.0	-1775.6	0.6	0.06
Sommità	12	-1059.0	-1428.0	3.0	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-828.4	-351.7	-0.1	-0.61
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-828.4	-351.7	-0.1	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-551.2	-61.6	0.0	-4.44
$\sigma_{s,c}$	37	-828.4	-351.7	-0.1	-9.12
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-769.6	-305.6	1.9	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-769.6	-305.6	1.9	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-475.6	-34.2	1.1	-3.79
$\sigma_{s,c}$	37	-769.6	-305.6	1.9	-8.61

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
2572-2575	2.100	2.350	14	1.00	-108.4	2008.1	0.05	14	1.00	-108.4	2.00	0.0	0.0	495.7		0.22	0.22
2576-2580	4.195	2.350	12	1.00	267.4	4011.5	0.07	12	1.00	267.4	2.00	0.0	0.0	990.1		0.27	0.27

- **NUCLEO 50.1 z=-5.350 [m] / Nodi: 2588 2590 2594 2585 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2585-2588-2590-2594	101	780	83	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1141.8	-2042.4	2.0	0.06
Sommità	12	-1079.6	-1793.2	5.2	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-859.0	-452.4	0.6	-0.57
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-859.0	-452.4	0.6	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-532.0	-87.8	0.3	-3.25
$\sigma_{s,c}$	37	-859.0	-452.4	0.6	-8.54
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-818.5	-418.2	2.2	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-818.5	-418.2	2.2	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-491.5	-75.7	1.3	-2.91
$\sigma_{s,c}$	37	-818.5	-418.2	2.2	-8.26

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2585-2588-2590-2594	7.800	0.830	12	1.00	316.2	7458.8	0.04	12	1.00	316.2	2.00	0.0	0.0	1841.0		0.17	0.17

- **NUCLEO 50.2 z=-4.520 [m] / Nodi: 2600 2602 2596 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x

2600-2602-2596	101		570	177	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-207.1	839.8	-6.2	0.10
Sommità	12	-1107.6	-451.0	5.1	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-758.6	-75.8	-0.5	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-758.6	-75.8	-0.5	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-433.9	79.5	-0.7	-3.29
$\sigma_{s,c}$	37	-758.6	-75.8	-0.5	-8.15
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-695.5	9.5	0.7	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-695.5	9.5	0.7	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-370.8	114.0	0.1	-2.44
$\sigma_{s,c}$	37	-695.5	9.5	0.7	-6.92

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2600-2602-2596	5.700	1.770	12	1.00	320.2	5450.6	0.06	12	1.00	320.2	2.00	0.0	0.0	1345.4		0.24	0.24

- **NUCLEO 51 z=-2.750 [m] / Nodi: 2612 2614 2608 2610 2605 2611 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2605-2608-2610-2611	101	419	56	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2612-2614	101	191	69	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-357.8	1733.1	-9.7	0.13
Sommità	12	-1123.1	-3008.6	1.4	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-828.0	-844.9	-3.8	-0.91
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-828.0	-844.9	-3.8	-0.50
$\sigma_{s,t}$	37	-828.0	-844.9	-3.8	-2.40
$\sigma_{s,c}$	37	-828.0	-844.9	-3.8	-13.35
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-806.4	-811.4	-0.3	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-806.4	-811.4	-0.3	-0.48
$\sigma_{s,t}$	34	-789.4	-784.9	-0.3	-2.89
$\sigma_{s,c}$	37	-806.4	-811.4	-0.3	-12.43

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2605-2608-2610-2611	4.190	0.560	12	1.00	205.5	4006.7	0.05	12	1.00	205.5	2.00	0.0	0.0	989.0		0.21	0.21
2612-2614	1.910	0.690	12	1.00	103.3	1826.4	0.06	12	1.00	103.3	2.00	0.0	0.0	450.8		0.23	0.23

- **NUCLEO 51.1 z=-2.158 [m] / Nodi: 2618 2620 2615 2622 2623 2621 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2615-2618-2620-2621	101	420	82	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2622-2623	101	191	69	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-357.3	1637.4	-1.8	0.11
Sommità	12	-1154.3	-2738.8	-1.5	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-817.2	-808.2	-0.4	-0.84
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-817.2	-808.2	-0.4	-0.49
$\sigma_{s,t}$	34	-800.0	-781.3	-0.4	-3.00
$\sigma_{s,c}$	37	-817.2	-808.2	-0.4	-12.51
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-786.3	-781.4	-0.9	-0.82
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-786.3	-781.4	-0.9	-0.47
$\sigma_{s,t}$	34	-769.1	-756.6	-0.8	-2.79
$\sigma_{s,c}$	37	-786.3	-781.4	-0.9	-12.13

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2615-2618-2620-2621	4.198	0.820	15	1.00	-176.7	4014.4	0.04	15	1.00	-176.7	2.00	0.0	0.0	990.9		0.18	0.18
2622-2623	1.910	0.690	12	1.00	103.2	1826.4	0.06	12	1.00	103.2	2.00	0.0	0.0	450.8		0.23	0.23

- **NUCLEO 52 z=-1.370 [m] / Nodi: 2624 2627 2631 2633 2629 2630 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2624-2627-2629-2630	101	419	83	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2631-2633	101	191	94	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1085.7	-2807.6	-0.6	0.10
Sommità	12	-1043.4	-2474.7	-5.4	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-772.2	-801.7	-0.3	-0.81
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-772.2	-801.7	-0.3	-0.46
$\sigma_{s,t}$	34	-755.0	-776.9	-0.3	-2.63
$\sigma_{s,c}$	37	-772.2	-801.7	-0.3	-12.05
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-740.8	-749.2	-1.2	-0.78
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-740.8	-749.2	-1.2	-0.45
$\sigma_{s,t}$	34	-723.7	-726.8	-1.2	-2.48
$\sigma_{s,c}$	37	-740.8	-749.2	-1.2	-11.58

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2624-2627-2629-2630	4.190	0.830	12	1.00	201.3	4006.7	0.05	12	1.00	201.3	2.00	0.0	0.0	989.0		0.20	0.20
2631-2633	1.910	0.942	12	1.00	102.9	1826.4	0.06	12	1.00	102.9	2.00	0.0	0.0	450.8		0.23	0.23

- **NUCLEO 52.1 z=-0.470 [m] / Nodi: 2642 2637 2641 2636 2639 2634 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2634-2639-2636-2641-2642-2637	101	780	139	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base	15	-297.7	1542.8	6.7	0.09
Sommità	11	104.9	25.8	18.7	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-696.3	-402.8	-0.3	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-696.3	-402.8	-0.3	-0.33
$\sigma_{s,t}$	33	-588.9	-285.2	-0.2	-2.62
$\sigma_{s,c}$	37	-696.3	-402.8	-0.3	-7.09
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-602.9	-399.0	-0.3	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-602.9	-399.0	-0.3	-0.28
$\sigma_{s,t}$	33	-504.9	-285.8	-0.2	-2.02
$\sigma_{s,c}$	37	-602.9	-399.0	-0.3	-6.41

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2634-2639-2636-2641-2642-2637	7.801	1.392	12	1.00	399.7	7459.4	0.05	12	1.00	399.7	2.00	0.0	0.0	1841.2		0.22	0.22

- **NUCLEO 53 z=0.890 [m] / Nodi: 2656 2658 2655 2654 2652 2649 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2649-2652-2654-2655-2656-2658	101	780	385	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-251.3	1174.7	6.4	0.06
Sommità	11	-1.7	-63.7	-27.1	0.06

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-601.7	-401.0	-0.2	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-601.7	-401.0	-0.2	-0.28
$\sigma_{s,t}$	34	-583.5	-388.4	-0.2	-2.02
$\sigma_{s,c}$	37	-601.7	-401.0	-0.2	-6.40
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-422.2	-230.3	0.2	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-422.2	-230.3	0.2	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-191.1	11.9	0.3	-1.25
$\sigma_{s,c}$	37	-422.2	-230.3	0.2	-4.22

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2649-2652-2654-2655-2656-2658	7.800	3.850	12	1.00	305.9	7458.8	0.04	12	1.00	305.9	2.00	0.0	0.0	1841.0		0.17	0.17

- **NUCLEO 53.1 z=4.740 [m] / Nodi: 2678 2680 2677 2676 2674 2671 2672 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2671-2672	101	67	226	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2674-2676-2677-2678-2680	101	570	231	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	3.5	178.7	-28.6	0.09
Sommità	11	20.3	-79.4	5.1	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-271.2	-63.1	0.2	-0.19
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-271.2	-63.1	0.2	-0.16
$\sigma_{s,t}$	32	-163.6	-2.9	0.3	-1.35
$\sigma_{s,c}$	37	-271.2	-63.1	0.2	-2.77
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-173.3	-20.5	0.3	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-173.3	-20.5	0.3	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32	-74.1	19.7	0.0	-0.51
$\sigma_{s,c}$	37	-173.3	-20.5	0.3	-1.66

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2671-2672	0.675	2.260	12	1.00	19.7	645.5	0.03	12	1.00	19.7	2.00	0.0	0.0	159.3		0.12	0.12
2674-2676-2677-2678-2680	5.700	2.308	12	1.00	278.8	5450.6	0.05	12	1.00	278.8	2.00	0.0	0.0	1345.4		0.21	0.21

- **NUCLEO 54 z=7.020 [m] / Nodi: 2692 2691 2689 2698 2697 2694 2696 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2696-2697-2694-2692-2691-2689-2698	101	780	134	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-182.3	-579.1	-0.6	0.02
Sommità	11	19.4	-167.0	0.2	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-185.0	-101.3	-0.0	-0.12

$\sigma_{Cls,Med}$	37	-185.0	-101.3	-0.0	-0.09
$\sigma_{s,t}$	32	-82.9	-7.4	-0.2	-0.53
$\sigma_{s,c}$	37	-185.0	-101.3	-0.0	-1.85
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-108.8	-102.8	0.2	-0.09
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-108.8	-102.8	0.2	-0.05
$\sigma_{s,t}$	34	-88.4	-111.2	0.2	-0.01
$\sigma_{s,c}$	37	-108.8	-102.8	0.2	-1.34

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2696-2697-2694-2692-2691-2689-2698	7.804	1.336	12	1.00	289.3	7462.3	0.04	12	1.00	289.3	2.00	0.0	0.0	1841.9		0.16	0.16

- **NUCLEO 34 z=-7.300 [m] / Nodi: 2721 2722 2715 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2715-2721-2722	101	602	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	8	-1838.0	-957.2	11.0	0.09
Sommità	8	-1510.1	-620.1	-3.7	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-964.9	-326.4	1.2	-0.80
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-964.9	-326.4	1.2	-0.59
$\sigma_{s,t}$	32	-618.2	-159.7	0.8	-4.11
$\sigma_{s,c}$	37	-964.9	-326.4	1.2	-11.88

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-855.6	-237.7	1.1	-0.68
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-855.6	-237.7	1.1	-0.52
$\sigma_{s,t}$	32		-506.0	-120.7	0.2	-3.53
$\sigma_{s,c}$	37		-855.6	-237.7	1.1	-10.08

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	
2715-2721-2722	6.024	2.820	15	1.00	-180.4	5760.4	0.03	15	1.00	-180.4	2.00	0.0	0.0	1421.8		0.13	0.13

- **NUCLEO 41 z=-4.480 [m] / Nodi: 2747 2751 2741 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2741-2747-2751	101	764	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1243.5	-1272.1	-3.2	0.05
Sommità	14	-659.8	1552.9	-1.1	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-931.5	62.2	-1.0	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-931.5	62.2	-1.0	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-588.1	57.9	-0.4	-3.87
$\sigma_{s,c}$	37	-931.5	62.2	-1.0	-7.17
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-847.6	239.7	0.7	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-847.6	239.7	0.7	-0.41

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32		-478.1	133.9	0.5	-2.64
$\sigma_{s,c}$	37		-847.6	239.7	0.7	-7.52

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\underline{\rho_h}$ $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2741-2747-2751	7.643	3.110	14	1.00	-191.0	7308.6	0.03	14	1.00	-191.0	2.00	0.0	0.0	1804.0		0.11	0.11

- **NUCLEO 42 z=-1.370 [m] / Nodi: 2762 2768 2769 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2762-2768-2769	101	602	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-759.5	1184.0	-9.4	0.07
Sommità	8	-993.1	93.2	-12.6	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-744.5	-19.1	-2.1	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-744.5	-19.1	-2.1	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-463.2	-4.0	-0.2	-4.17
$\sigma_{s,c}$	37	-744.5	-19.1	-2.1	-7.29
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-617.2	0.3	0.6	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-617.2	0.3	0.6	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-339.2	5.7	-0.8	-2.93
$\sigma_{s,c}$	37	-617.2	0.3	0.6	-5.74

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2762-2768-2769	6.024	3.080	14	1.00	-196.2	5760.4	0.03	14	1.00	-196.2	2.00	0.0	0.0	1421.8		0.14	0.14

- **NUCLEO 43 z=1.710 [m] / Nodi: 2788 2794 2797 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2788-2794-2797	101	764	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-592.1	1272.0	3.0	0.04
Sommità	8	-828.4	92.0	15.7	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-641.7	125.1	-0.4	-0.36
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-641.7	125.1	-0.4	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-383.9	60.2	0.2	-2.41
$\sigma_{s,c}$	37	-641.7	125.1	-0.4	-5.36
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-524.3	37.9	0.7	-0.27
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-524.3	37.9	0.7	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-256.5	-1.3	-0.4	-1.79
$\sigma_{s,c}$	37	-524.3	37.9	0.7	-4.07

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2788-2794-2797	7.643	3.030	15	1.00	-194.8	7308.6	0.03	15	1.00	-194.8	2.00	0.0	0.0	1804.0		0.11	0.11

- **NUCLEO 43.1 z=4.740 [m] / Nodi: 2810 2816 2818 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2810-2816-2818	101	764	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-37.9	-131.9	-18.3	0.04
Sommità	10	-135.7	252.0	-0.2	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-354.2	65.2	1.4	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-354.2	65.2	1.4	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-194.9	81.2	1.8	-0.75
$\sigma_{s,c}$	37	-354.2	65.2	1.4	-3.08
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-190.3	46.8	0.0	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-190.3	46.8	0.0	-0.09
$\sigma_{s,t}$	32	-35.3	24.4	-1.3	0.04
$\sigma_{s,c}$	37	-190.3	46.8	0.0	-1.63

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
2810-2816-2818	7.643	3.620	10	1.00	217.7	7308.6	0.03	10	1.00	217.7	2.00	0.0	0.0	1804.0		0.12	0.12

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **SETTI ISOLATI**
- **Setto : 1 63 77 3 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-324.0	0.8	-5.0	0.08
Sommità	7	-353.1	1.7	165.2	0.15

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-234.2	0.5	-4.7	-1.16
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-234.2	0.5	-4.7	-0.96
$\sigma_{s,t}$	32	-165.6	0.5	2.6	-9.11
$\sigma_{s,c}$	38	-234.2	0.5	-4.7	-15.79
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-252.0	1.2	113.2	-2.90
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-252.0	1.2	113.2	-1.26
$\sigma_{s,t}$	32	-185.2	1.2	107.1	15.26
$\sigma_{s,c}$	38	-252.0	1.2	113.2	-36.99

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1 77	2.000	4.140	1	1.00	-16.7	765.0	0.02	1	1.00	-16.7	2.00	0.0	0.0	472.1		0.04										0.04

- **Setto : 3 77 67 7 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 414.0 [cm]

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-550.4	0.2	-63.0	0.05
Sommità	7	-454.9	0.2	48.1	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-407.2	0.1	-43.8	-0.78
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-407.2	0.1	-43.8	-0.68
$\sigma_{s,t}$	32	-239.3	0.1	-40.3	-4.70
$\sigma_{s,c}$	38	-407.2	0.1	-43.8	-11.53
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-338.3	0.2	33.8	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-338.3	0.2	33.8	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-172.2	0.2	35.5	-3.16
$\sigma_{s,c}$	38	-338.3	0.2	33.8	-9.52

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	scorrimento Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
3 67	4.894	4.140	1	1.00	-50.3	1872.0	0.03	1	1.00	-50.3	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.04										0.04

- **Setto : 7 67 69 9 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

				Sx	Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]				
Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	7	-184.6	-0.0	3.3	0.04
Sommità	7	-163.2	0.0	-1.7	0.04

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-138.5	-0.0	2.4	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-138.5	-0.0	2.4	-0.57
$\sigma_{s,t}$	32	-65.6	-0.0	3.4	-3.45
$\sigma_{s,c}$	38	-138.5	-0.0	2.4	-8.92
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-122.3	0.0	-1.1	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-122.3	0.0	-1.1	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-51.5	0.0	0.2	-3.12
$\sigma_{s,c}$	38	-122.3	0.0	-1.1	-7.71

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					**taglio - trazione**									**scorrimento**							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
7 69	2.000	4.140	12	1.00	-11.4	765.0	0.01	12	1.00	-11.4	2.00	0.0	0.0	472.1		0.02										0.02

- **Setto : 9 81 82 10 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 133.6 H = 523.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

		Integrative	
Verticali	**Orizzontali**	**Sx**	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-119.5	-0.0	8.6	0.05
Sommità	9	-44.8	-5.1	-11.0	0.18

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-89.9	-0.0	6.4	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-89.9	-0.0	6.4	-0.55
$\sigma_{s,t}$	32	-39.6	-0.0	4.2	-2.05
$\sigma_{s,c}$	38	-89.9	-0.0	6.4	-10.59
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-52.0	0.0	-11.6	-0.64
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-52.0	0.0	-11.6	-0.32
$\sigma_{s,t}$	35	-50.9	0.0	-11.3	-0.46
$\sigma_{s,c}$	38	-52.0	0.0	-11.6	-9.04

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
9 82	1.336	5.230	7	1.00	-10.6	511.0	0.02	7	1.00	-10.6	2.00	0.0	0.0	315.3		0.03										0.03

- **Setto : 11 85 86 12 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 133.6 H = 523.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

Base	8	-85.5	-2.2	11.2	0.07
Sommità	7	-97.9	-0.0	3.7	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-97.1	-0.0	12.6	-0.94
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-97.1	-0.0	12.6	-0.59
$\sigma_{s,t}$	32	-35.1	-0.0	3.8	-1.80
$\sigma_{s,c}$	38	-97.1	-0.0	12.6	-13.51
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-73.6	-0.0	2.7	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-73.6	-0.0	2.7	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-20.9	-0.0	0.1	-1.85
$\sigma_{s,c}$	38	-73.6	-0.0	2.7	-7.76

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento								
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
11 86	1.336	5.230	12	1.00	-17.9	511.0	0.04	12	1.00	-17.9	2.00	0.0	0.0	315.3		0.06										0.06

- **Setto : 13 87 88 14 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 133.6 H = 523.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-70.0	2.4	-23.7	0.09
Sommità	14	-76.7	1.1	-10.8	0.05

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-96.4	-0.0	-12.9	-0.94
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-96.4	-0.0	-12.9	-0.59
$\sigma_{s,t}$	32	-34.6	-0.0	-4.1	-1.65
$\sigma_{s,c}$	38	-96.4	-0.0	-12.9	-13.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-73.6	-0.0	-2.8	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-73.6	-0.0	-2.8	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-20.9	-0.0	-0.1	-1.83
$\sigma_{s,c}$	38	-73.6	-0.0	-2.8	-7.79

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
13 88	1.336	5.230	14	1.00	20.9	511.0	0.04	14	1.00	20.9	2.00	0.0	0.0	315.3		0.07										0.07

- **Setto : 15 91 92 16 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 133.6 H = 523.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-119.8	-0.0	-8.7	0.05
Sommità	15	-37.7	7.6	-8.7	0.29

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-90.1	-0.0	-6.5	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-90.1	-0.0	-6.5	-0.55
$\sigma_{s,t}$	32	-39.8	-0.0	-4.3	-2.05
$\sigma_{s,c}$	38	-90.1	-0.0	-6.5	-10.64
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-51.6	0.0	9.9	-0.59
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-51.6	0.0	9.9	-0.31
$\sigma_{s,t}$	35	-50.5	0.0	9.7	-1.05
$\sigma_{s,c}$	38	-51.6	0.0	9.9	-8.38

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento								
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
15 92	1.336	5.230	14	1.00	11.2	511.0	0.02	14	1.00	11.2	2.00	0.0	0.0	315.3		0.04										0.04

- **Setto : 16 70 72 18 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-120.9	-1.8	-11.0	0.04
Sommità	12	-113.2	1.9	-4.0	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

Base						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-138.6	0.0	-2.5	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-138.6	0.0	-2.5	-0.57
$\sigma_{s,t}$	32		-65.6	-0.0	-3.5	-3.43
$\sigma_{s,c}$	38		-138.6	0.0	-2.5	-8.94
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-122.1	0.0	1.3	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-122.1	0.0	1.3	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32		-51.4	0.0	-0.1	-3.13
$\sigma_{s,c}$	38		-122.1	0.0	1.3	-7.74

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					**taglio - trazione**									**scorrimento**								
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
16 72	2.000	4.140	14	1.00	14.1	765.0	0.02	14	1.00	14.1	2.00	0.0	0.0	472.1		0.03											0.03

- **Setto : 18 72 80 22 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	7	-551.1	0.2	62.8	0.05
Sommità	7	-455.5	0.2	-48.7	0.04

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-407.7	0.1	43.7	-0.78

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	38	-407.7	0.1	43.7	-0.68
$\sigma_{s,t}$	32	-239.5	0.1	40.1	-4.70
$\sigma_{s,c}$	38	-407.7	0.1	43.7	-11.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-338.7	0.2	-34.2	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-338.7	0.2	-34.2	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-172.3	0.2	-35.7	-3.15
$\sigma_{s,c}$	38	-338.7	0.2	-34.2	-9.55

- **Verifiche a Taglio**

			compressione				**taglio - trazione**								**scorrimento**							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
18 80	4.894	4.140	1	1.00	51.1	1872.0	0.03	1	1.00	51.1	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.04										0.04

- **Setto : 22 80 64 24 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	7	-324.5	0.8	4.7	0.08
Sommità	7	-354.1	1.7	-166.0	0.15

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-234.5	0.5	4.5	-1.17
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-234.5	0.5	4.5	-0.96
$\sigma_{s,t}$	32	-165.7	0.5	-2.8	-9.08

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	38		-234.5	0.5	4.5	-15.79
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-252.7	1.2	-113.6	-2.92
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-252.7	1.2	-113.6	-1.27
$\sigma_{s,t}$	32		-185.7	1.2	-107.6	15.41
$\sigma_{s,c}$	38		-252.7	1.2	-113.6	-37.15

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento								
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
22 64	2.000	4.140	1	1.00	16.9	765.0	0.02	1	1.00	16.9	2.00	0.0	0.0	472.1		0.04										0.04

- **Setto : 53 82 85 56 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 400.8 H = 123.3 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative Sx**	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	7	-120.2	0.0	-27.1	0.02
Sommità	11	-66.9	6.0	-9.6	0.07

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-90.3	0.0	-20.1	-0.24
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-90.3	0.0	-20.1	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-27.2	0.0	-5.5	-0.58
$\sigma_{s,c}$	38	-90.3	0.0	-20.1	-3.64
Sommita					

$\sigma_{Cls,Max}$	38		-81.4	-0.0	-12.9	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-81.4	-0.0	-12.9	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32		-18.3	-0.0	-3.4	-0.40
$\sigma_{s,c}$	38		-81.4	-0.0	-12.9	-3.05

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento								
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
53 85	4.008	1.233	14	1.00	38.5	1533.1	0.03	14	1.00	38.5	2.00	0.0	0.0	946.0		0.04										0.04

- **Setto : 59 88 91 62 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 400.8 H = 123.3 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	12	-74.2	0.7	59.3	0.02
Sommità	13	-64.0	-7.0	-1.4	0.08

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-89.7	0.0	18.3	-0.24
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-89.7	0.0	18.3	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-26.7	0.0	4.0	-0.63
$\sigma_{s,c}$	38	-89.7	0.0	18.3	-3.54
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-80.8	-0.0	13.4	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-80.8	-0.0	13.4	-0.16

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32	-17.8	-0.0	3.9	-0.37
$\sigma_{s,c}$	38	-80.8	-0.0	13.4	-3.06

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
59 91	4.008	1.233	12	1.00	-47.6	1533.1	0.03	12	1.00	-47.6	2.00	0.0	0.0	946.0		0.05											0.05

- **Setto : 63 131 133 77 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	1	32.0	1.3	144.4	0.19
Sommità	9	-53.3	3.7	12.6	0.08

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	32	15.1	0.9	97.6	-2.83
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-37.5	0.9	92.3	-1.02
$\sigma_{s,t}$	32	15.1	0.9	97.6	77.98
$\sigma_{s,c}$	32	15.1	0.9	97.6	-28.12
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-91.5	0.1	20.6	-0.67
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-91.5	0.1	20.6	-0.37
$\sigma_{s,t}$	32	-25.5	0.1	14.7	2.00
$\sigma_{s,c}$	38	-91.5	0.1	20.6	-9.24

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
63 133	2.000	5.410	1	1.00	-78.4	765.0	0.10	1	1.00	-78.4	2.00	0.0	0.0	472.1		0.17										0.17

- **Setto : 67 137 119 69 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-162.0	-0.0	1.7	0.04
Sommità	11	-79.6	-2.6	12.7	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-121.5	-0.0	1.3	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-121.5	-0.0	1.3	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-51.9	-0.0	3.1	-2.66
$\sigma_{s,c}$	38	-121.5	-0.0	1.3	-7.69
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-90.2	-0.1	8.4	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-90.2	-0.1	8.4	-0.37
$\sigma_{s,t}$	32	-29.9	-0.1	9.1	-0.21
$\sigma_{s,c}$	38	-90.2	-0.1	8.4	-7.06

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione										scorrimento							S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	
67 119	2.000	5.410	12	1.00	-16.6	765.0	0.02	12	1.00	-16.6	2.00	0.0	0.0	472.1		0.04										0.04

- **Setto : 70 130 140 72 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 525.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-104.0	2.2	-24.8	0.05
Sommità	11	-77.2	-2.7	-3.8	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-121.6	-0.0	-2.8	-0.54
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-121.6	-0.0	-2.8	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-52.0	-0.0	-4.4	-2.45
$\sigma_{s,c}$	38	-121.6	-0.0	-2.8	-7.96
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-90.1	-0.1	-7.8	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-90.1	-0.1	-7.8	-0.37
$\sigma_{s,t}$	32	-29.8	-0.1	-8.6	-0.31
$\sigma_{s,c}$	38	-90.1	-0.1	-7.8	-6.94

- **Verifiche a Taglio**

Parete	compressione	taglio - trazione	scorrimento	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R
70 140	2.000	5.250	14	1.00	40.4	765.0	0.05	14	1.00	40.4	2.00	0.0	0.0	472.1		0.09									0.09

- **Setto : 72 140 144 80 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-445.6	-0.0	17.0	0.04
Sommità	7	-320.0	0.0	-56.8	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-332.0	-0.0	12.2	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-332.0	-0.0	12.2	-0.55
$\sigma_{s,t}$	32	-166.2	-0.0	9.0	-3.86
$\sigma_{s,c}$	38	-332.0	-0.0	12.2	-8.66
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-241.2	-0.0	-42.2	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-241.2	-0.0	-42.2	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-78.2	-0.0	-33.3	-0.95
$\sigma_{s,c}$	38	-241.2	-0.0	-42.2	-7.28

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione										scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R

72	144	4.894	5.410	14	1.00	46.6	1872.0	0.02	14	1.00	46.6	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.04				0.04

- **Setto : 77 133 137 67 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-444.3	-0.0	-18.3	0.04
Sommità	14	-243.1	-4.1	69.3	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-331.1	-0.0	-13.1	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-331.1	-0.0	-13.1	-0.55
$\sigma_{s,t}$	32	-165.7	-0.0	-9.8	-3.82
$\sigma_{s,c}$	38	-331.1	-0.0	-13.1	-8.67
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-240.7	-0.0	42.9	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-240.7	-0.0	42.9	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-78.1	-0.0	34.3	-0.91
$\sigma_{s,c}$	38	-240.7	-0.0	42.9	-7.30

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
77	137	4.894	5.410	12	1.00	-34.3	1872.0	0.02	12	1.00	-34.3	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.03									0.03

- **Setto : 80 144 146 64 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	1	31.9	1.3	-144.4	0.19
Sommità	8	-71.9	2.4	-18.4	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	32	15.1	0.9	-97.6	-2.83
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-37.7	0.9	-92.3	-1.02
$\sigma_{s,t}$	32	15.1	0.9	-97.6	77.95
$\sigma_{s,c}$	32	15.1	0.9	-97.6	-28.12
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-91.4	0.1	-20.3	-0.67
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-91.4	0.1	-20.3	-0.37
$\sigma_{s,t}$	32	-25.1	0.1	-14.2	1.87
$\sigma_{s,c}$	38	-91.4	0.1	-20.3	-9.18

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	scorrimento Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
80 146	2.000	5.410	1	1.00	78.3	765.0	0.10	1	1.00	78.3	2.00	0.0	0.0	472.1		0.17										0.17

- **Setto : 81 119 124 86 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 668.0 H = 416.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-246.1	-11.8	-70.4	0.07
Sommità	7	-380.8	-0.1	-206.9	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-293.0	-0.0	-39.8	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-293.0	-0.0	-39.8	-0.36
$\sigma_{s,t}$	32	-133.1	0.0	-22.4	-2.07
$\sigma_{s,c}$	38	-293.0	-0.0	-39.8	-6.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-286.1	-0.1	-156.2	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-286.1	-0.1	-156.2	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-91.7	-0.1	-31.1	-1.15
$\sigma_{s,c}$	38	-286.1	-0.1	-156.2	-7.79

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	scorrimento Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
81 124	6.680	4.160	12	1.00	83.2	2555.1	0.03	12	1.00	83.2	2.00	0.0	0.0	1576.7		0.05										0.05

- **Setto : 87 125 130 92 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 668.0 H = 416.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

ø 12 15' [cm] ø 8 15' [cm]

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-233.3	14.6	114.8	0.09
Sommità	14	-271.7	-4.3	173.4	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-292.0	0.0	42.8	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-292.0	0.0	42.8	-0.36
$\sigma_{s,t}$	32	-132.5	0.0	24.5	-2.02
$\sigma_{s,c}$	38	-292.0	0.0	42.8	-6.03
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-285.9	-0.1	157.5	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-285.9	-0.1	157.5	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-91.9	-0.0	32.3	-1.14
$\sigma_{s,c}$	38	-285.9	-0.1	157.5	-7.80

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
87 130	6.680	4.160	14	1.00	-103.4	2555.1	0.04	14	1.00	-103.4	2.00	0.0	0.0	1576.7		0.07										0.07

- **Setto : 119 175 180 124 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 668.0 H = 373.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-378.2	0.1	103.7	0.03
Sommità	14	-117.1	4.9	-131.4	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-284.3	0.1	77.9	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-284.3	0.1	77.9	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-88.2	0.1	22.7	-1.22
$\sigma_{s,c}$	38	-284.3	0.1	77.9	-6.49
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-169.8	0.4	-106.9	-0.36
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-169.8	0.4	-106.9	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-25.5	0.4	-20.8	0.07
$\sigma_{s,c}$	38	-169.8	0.4	-106.9	-4.96

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
119 180	6.680	3.730	14	1.00	128.7	2555.1	0.05	14	1.00	128.7	2.00	0.0	0.0	1576.7		0.08										0.08

- **Setto : 125 181 186 130 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 668.0 H = 373.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base	14	-267.2	4.2	-135.8	0.03
Sommità	12	-121.1	3.1	129.8	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-284.2	0.1	-77.7	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-284.2	0.1	-77.7	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-88.4	0.1	-23.3	-1.22
$\sigma_{s,c}$	38	-284.2	0.1	-77.7	-6.48
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-169.6	0.4	107.0	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-169.6	0.4	107.0	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-25.4	0.4	20.5	0.06
$\sigma_{s,c}$	38	-169.6	0.4	107.0	-4.96

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} / $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
125 186	6.680	3.730	12	1.00	-129.3	2555.1	0.05	12	1.00	-129.3	2.00	0.0	0.0	1576.7		0.08										0.08

- **Setto : 130 186 188 140 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.6 H = 373.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	15	-65.1	2.7	-17.7	0.06
Sommità	13	-51.7	1.6	-1.5	0.03

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-82.5	0.1	-6.2	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-82.5	0.1	-6.2	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32	-26.3	0.1	-7.0	-0.35
$\sigma_{s,c}$	38	-82.5	0.1	-6.2	-6.22
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-59.1	0.2	-10.7	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-59.1	0.2	-10.7	-0.24
$\sigma_{s,t}$	32	-10.0	0.2	-7.1	2.06
$\sigma_{s,c}$	38	-59.1	0.2	-10.7	-5.65

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
130 188	2.006	3.730	14	1.00	37.0	767.4	0.05	14	1.00	37.0	2.00	0.0	0.0	473.6		0.08										0.08

- **Setto : 131 167 169 133 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	8	-66.7	-3.7	-1.0	0.08
Sommità	10	-144.1	4.2	48.1	0.10

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-107.0	-0.1	-5.0	-0.54
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-107.0	-0.1	-5.0	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-40.4	-0.1	0.4	-2.26
$\sigma_{s,c}$	38	-107.0	-0.1	-5.0	-7.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-116.2	0.2	23.7	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-116.2	0.2	23.7	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-50.1	0.3	25.0	2.36
$\sigma_{s,c}$	38	-116.2	0.2	23.7	-11.37

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento							
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
131 169	2.000	3.570	1	1.00	-9.7	765.0	0.01	1	1.00	-9.7	2.00	0.0	0.0	472.1		0.02										0.02

- **Setto : 133 169 173 137 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-231.5	4.2	-6.2	0.04
Sommità	15	-186.2	8.6	30.2	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-235.7	0.0	20.6	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-235.7	0.0	20.6	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32		-72.6	0.0	24.9	-1.06
$\sigma_{s,c}$	38		-235.7	0.0	20.6	-6.51
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-206.2	0.5	47.8	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-206.2	0.5	47.8	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32		-36.0	0.5	28.2	0.43
$\sigma_{s,c}$	38		-206.2	0.5	47.8	-6.82

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} / $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
133 173	4.894	3.570	12	1.00	-84.0	1872.0	0.04	12	1.00	-84.0	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.07											0.07

- **Setto : 137 173 175 119 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.6 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	11	-72.7	2.7	3.9	0.06
Sommità	11	-49.9	2.9	5.2	0.06

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-82.5	0.1	6.1	-0.44

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	38	-82.5	0.1	6.1	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32	-26.3	0.1	6.7	-0.40
$\sigma_{s,c}$	38	-82.5	0.1	6.1	-6.21
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-59.1	0.2	10.9	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-59.1	0.2	10.9	-0.24
$\sigma_{s,t}$	32	-10.0	0.2	7.0	2.08
$\sigma_{s,c}$	38	-59.1	0.2	10.9	-5.69

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					**taglio - trazione**									**scorrimento**							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
137 175	2.006	3.570	12	1.00	-37.0	767.4	0.05	12	1.00	-37.0	2.00	0.0	0.0	473.6		0.08										0.08

- **Setto : 140 188 192 144 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	7	-312.8	-0.0	-31.0	0.03
Sommità	12	-187.2	4.5	-27.9	0.04

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-236.1	0.0	-20.5	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-236.1	0.0	-20.5	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32	-72.7	0.0	-25.4	-1.05

$\sigma_{s,c}$	38		-236.1	0.0	-20.5	-6.50
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-206.4	0.5	-47.7	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-206.4	0.5	-47.7	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32		-36.0	0.5	-28.6	0.42
$\sigma_{s,c}$	38		-206.4	0.5	-47.7	-6.79

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} / $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
140 192	4.894	3.570	14	1.00	87.5	1872.0	0.05	14	1.00	87.5	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.08											0.08

- **Setto : 144 192 194 146 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	8	-84.9	-2.4	6.2	0.05
Sommità	12	-129.9	2.2	-41.5	0.06

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-106.9	-0.1	4.8	-0.54
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-106.9	-0.1	4.8	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-39.9	-0.1	-0.8	-2.16
$\sigma_{s,c}$	38	-106.9	-0.1	4.8	-7.54
Sommita					

$\sigma_{Cls,Max}$	38		-116.1	0.2	-23.8	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-116.1	0.2	-23.8	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32		-50.0	0.3	-25.2	2.44
$\sigma_{s,c}$	38		-116.1	0.2	-23.8	-11.36

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento								
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
144 194	2.000	3.570	14	1.00	11.1	765.0	0.01	14	1.00	11.1	2.00	0.0	0.0	472.1		0.02										0.02

- **Setto : 371 383 385 376 / Sezione 300**

B = 150.2 H = 303.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	69.0	3.1	86.2	0.39
Sommità	13	60.6	-0.1	29.3	0.19

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-75.3	0.0	-15.1	-0.34
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-75.3	0.0	-15.1	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-31.9	0.0	-10.3	0.19
$\sigma_{s,c}$	37	-75.3	0.0	-15.1	-4.61
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-2.7	0.0	-1.8	-0.04
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-2.7	0.0	-1.8	-0.02

$\sigma_{s,t}$	37	-0.6	0.0	-1.1	0.97
$\sigma_{s,c}$	38	-2.7	0.0	-1.8	-0.41

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
371 385	1.502	3.030	15	1.00	45.5	1436.0	0.03	15	1.00	45.5	2.00	0.0	0.0	354.4		0.13										0.13

- **Setto : 419 438 436 425 / Sezione 300**

B = 150.2 H = 303.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	98.5	-0.4	108.1	0.49
Sommità	15	74.7	0.4	35.8	0.24

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-71.3	-0.0	-12.4	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-71.3	-0.0	-12.4	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-29.3	-0.0	-8.6	0.01
$\sigma_{s,c}$	37	-71.3	-0.0	-12.4	-4.14
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-0.8	-0.0	-1.1	-0.02
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-0.8	-0.0	-1.1	-0.01
$\sigma_{s,t}$	37	1.3	-0.0	-0.4	1.33
$\sigma_{s,c}$	32	-2.5	-0.0	-1.2	-0.28

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
419 436	1.502	3.030	13	1.00	54.4	1436.0	0.04	13	1.00	54.4	2.00	0.0	0.0	354.4		0.15										0.15

- **Setto : 1154 1158 1159 1155 / Sezione 200**

B = 130.0 H = 147.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 20' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	25.6	-0.4	-213.6	0.95
Sommità	14	37.4	3.7	-133.0	0.66

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	32	-17.2	0.2	3.4	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-21.9	0.3	1.0	-0.06
$\sigma_{s,t}$	32	-17.2	0.2	3.4	0.00
$\sigma_{s,c}$	32	-17.2	0.2	3.4	-1.48
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-10.0	0.8	-8.6	-0.37
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-10.0	0.8	-8.6	-0.13
$\sigma_{s,t}$	38	-10.0	0.8	-8.6	8.64
$\sigma_{s,c}$	38	-10.0	0.8	-8.6	-4.47

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	scorrimento Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1154 1159	1.300	1.470	14	1.00	235.5	1243.1	0.19	14	1.00	235.5	2.00	0.0	0.0	306.8		0.77										0.77

- **Setto : 1396 1408 1409 1397 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 385.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 16 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	282.7	0.1	80.7	0.73
Sommità	13	299.1	0.3	56.6	0.63

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-119.8	0.2	-1.9	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-119.8	0.2	-1.9	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-65.6	0.1	-1.0	-3.91
$\sigma_{s,c}$	37	-119.8	0.2	-1.9	-9.47
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-103.1	0.1	-1.3	-0.54
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-103.1	0.1	-1.3	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-48.9	0.1	-0.8	-2.93
$\sigma_{s,c}$	37	-103.1	0.1	-1.3	-7.98

- **Verifiche a Taglio**

Parete	compressione	taglio - trazione	scorrimento	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R
1396 1409	0.694	3.855	14	1.00	35.8	663.4	0.05	14	1.00	35.8	2.00	0.0	0.0	163.7		0.22									0.22

- **Setto : 1398 1411 1412 1399 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 385.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 16 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-40.4	0.5	84.2	0.39
Sommità	15	185.4	-0.2	-54.0	0.48

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-83.5	-0.1	0.0	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-83.5	-0.1	0.0	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32	-47.3	0.1	0.2	-3.14
$\sigma_{s,c}$	37	-83.5	-0.1	0.0	-5.96
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-66.0	0.0	1.7	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-66.0	0.0	1.7	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-31.3	0.1	1.4	-1.41
$\sigma_{s,c}$	37	-66.0	0.0	1.7	-5.55

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione										scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R

1398	1412	0.694	3.855	12		1.00	-58.3	663.4	0.09	12		1.00	-58.3	2.00	0.0	0.0	163.7		0.36				0.36

- **Setto : 1408 1413 1414 1409 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 118.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	179.5	-0.2	-10.1	0.42
Sommità	13	184.7	-0.3	-34.8	0.68

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-91.1	-0.1	-2.0	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-91.1	-0.1	-2.0	-0.46
$\sigma_{s,t}$	32	-41.0	-0.0	-2.4	-1.68
$\sigma_{s,c}$	37	-91.1	-0.1	-2.0	-8.15
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-85.9	0.6	10.2	-0.95
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-85.9	0.6	10.2	-0.45
$\sigma_{s,t}$	37	-85.9	0.6	10.2	-0.01
$\sigma_{s,c}$	37	-85.9	0.6	10.2	-13.04

- **Verifiche a Taglio**

Parete	**B [m]**	**H [m]**	**compressione**					**taglio - trazione**									**scorrimento**							
			Comb	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} / $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
1408	1414	0.694	1.185	14		1.00	-49.3	663.4	0.07	14		1.00	-49.3	2.00	0.0	0.0	163.7		0.30								0.30

- **Setto : 1409 1414 1416 1411 / Sezione 200**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

B = 129.8 H = 118.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	3.1	-0.1	156.2	0.40
Sommità	13	12.7	-0.2	104.5	0.28

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-22.5	-0.1	-2.6	-0.10
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-22.5	-0.1	-2.6	-0.06
$\sigma_{s,t}$	37	-22.5	-0.1	-2.6	-0.42
$\sigma_{s,c}$	37	-22.5	-0.1	-2.6	-1.41
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-12.9	0.1	-2.9	-0.08
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-12.9	0.1	-2.9	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-5.2	0.0	2.0	0.30
$\sigma_{s,c}$	37	-12.9	0.1	-2.9	-1.11

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1409 1416	1.298	1.185	14	1.00	234.4	1240.7	0.19	14	1.00	234.4	2.00	0.0	0.0	306.2		0.77										0.77

- **Setto : 1411 1416 1417 1412 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 118.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	38.4	-0.0	20.6	0.25
Sommità	15	43.6	-0.1	33.6	0.37

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-45.0	-0.1	-1.0	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-45.0	-0.1	-1.0	-0.23
$\sigma_{s,t}$	32	-21.2	-0.0	0.6	-1.24
$\sigma_{s,c}$	37	-45.0	-0.1	-1.0	-4.05
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-39.5	-0.1	-3.4	-0.36
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-39.8	-0.1	-3.3	-0.20
$\sigma_{s,t}$	33	-29.1	-0.1	-2.3	-0.82
$\sigma_{s,c}$	34	-39.5	-0.1	-3.4	-5.05

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1411 1417	0.694	1.185	12		1.00	49.1	663.4	0.07	12		1.00	49.1	2.00	0.0	0.0	163.7		0.30								0.30

- **Setto : 1413 1426 1427 1414 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 240.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

ø 12 10' [cm] ø 8 15' [cm]

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	136.4	0.4	80.7	0.97
Sommità	13	146.6	-0.1	68.6	0.88

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-48.9	-0.7	4.8	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-48.9	-0.7	4.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	34	-45.6	-0.6	5.1	0.21
$\sigma_{s,c}$	37	-48.9	-0.7	4.8	-7.35
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-39.3	-1.3	0.1	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-39.3	-1.3	0.1	-0.20
$\sigma_{s,t}$	33	-33.7	-0.9	0.5	-1.18
$\sigma_{s,c}$	38	-39.3	-1.3	0.1	-4.55

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1413 1427	0.694	2.400	12	1.00	-62.5	663.4	0.09	12	1.00	-62.5	2.00	0.0	0.0	163.7		0.38										0.38

- **Setto : 1416 1429 1430 1417 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 240.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	16.7	0.5	66.3	0.60
Sommità	15	166.8	-0.7	-57.5	0.84

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-42.3	0.0	-3.0	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-42.3	0.0	-3.0	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-20.8	0.1	0.8	-1.04
$\sigma_{s,c}$	37	-42.3	0.0	-3.0	-5.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-23.1	-0.4	1.5	-0.22
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-26.5	-0.3	0.8	-0.13
$\sigma_{s,t}$	32	-19.3	-0.1	2.5	0.10
$\sigma_{s,c}$	38	-23.1	-0.4	1.5	-3.02

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1416 1430	0.694	2.400	14	1.00	90.6	663.4	0.14	14	1.00	90.6	2.00	0.0	0.0	163.7		0.55										0.55

- **Setto : 1426 1431 1432 1427 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 122.1 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base	13	18.0	0.1	-14.5	0.16
Sommità	13	23.3	-3.2	4.9	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-29.6	1.0	-3.4	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-29.6	1.0	-3.4	-0.17
$\sigma_{s,t}$	38	-29.6	1.0	-3.4	1.22
$\sigma_{s,c}$	38	-29.6	1.0	-3.4	-5.56
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-24.3	-2.7	-0.8	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-24.3	-2.7	-0.8	-0.27
$\sigma_{s,t}$	38	-24.3	-2.7	-0.8	6.04
$\sigma_{s,c}$	38	-24.3	-2.7	-0.8	-6.30

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1426 1432	0.694	1.221	12	1.00	7.9	663.4	0.01	12	1.00	7.9	2.00	0.0	0.0	163.7		0.05										0.05

- **Setto : 1427 1432 1434 1429 / Sezione 200**

B = 129.8 H = 122.1 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-17.1	0.6	-163.0	0.40
Sommità	13	-6.3	-4.4	53.3	0.15

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-18.4	0.4	-1.3	-0.09
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-18.4	0.4	-1.3	-0.05
$\sigma_{s,t}$	37	-17.5	0.4	-1.5	-0.22
$\sigma_{s,c}$	38	-18.4	0.4	-1.3	-1.21
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-8.5	-3.6	-0.0	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-8.5	-3.6	-0.0	-0.20
$\sigma_{s,t}$	38	-8.5	-3.6	-0.0	10.38
$\sigma_{s,c}$	37	-7.6	-3.4	-0.5	-2.81

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1427 1434	1.298	1.221	14	1.00	177.3	1240.7	0.14	14	1.00	177.3	2.00	0.0	0.0	306.2		0.58										0.58

- **Setto : 1429 1434 1435 1430 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 122.1 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	38.5	0.2	9.4	0.16
Sommità	15	43.8	-1.1	-3.6	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-17.9	-0.0	2.1	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-17.9	-0.0	2.1	-0.09
$\sigma_{s,t}$	32	-11.1	0.1	1.7	0.27
$\sigma_{s,c}$	34	-17.9	-0.0	2.1	-2.57
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-9.0	-0.7	2.0	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-12.6	-1.0	1.4	-0.11
$\sigma_{s,t}$	32	-5.9	-0.2	2.3	3.98
$\sigma_{s,c}$	38	-9.0	-0.7	2.0	-3.56

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1429	1435	0.694	1.221	10	1.00	-7.1	663.4	0.01	10	1.00	-7.1	2.00	0.0	0.0	163.7		0.04									0.04

- **Setto : 1958 1971 2034 2030 / Sezione 101**

B = 58.0 H = 282.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-3.6	-0.6	-11.8	0.24
Sommità	12	-91.6	0.6	17.2	0.11

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

Base						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-115.4	0.5	1.5	-0.92
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-115.4	0.5	1.5	-0.74
$\sigma_{s,t}$	32		-57.6	0.3	-0.5	-4.90
$\sigma_{s,c}$	37		-115.4	0.5	1.5	-12.67
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-58.1	-0.1	11.3	-1.47
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-58.1	-0.1	11.3	-0.73
$\sigma_{s,t}$	37		-58.1	-0.1	11.3	9.04
$\sigma_{s,c}$	37		-58.1	-0.1	11.3	-12.26

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					**taglio - trazione**									**scorrimento**							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} / $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
1958 2034	0.580	2.820	8	1.00	-36.6	554.6	0.07	8	1.00	-36.6	2.00	0.0	0.0	136.9		0.27										0.27

- **Setto : 1965 1978 2058 2054 / Sezione 102**

B = 106.4 H = 311.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	90.4	4.9	-12.1	0.28
Sommità	13	52.7	2.9	-40.7	0.33

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-127.6	2.4	13.3	-0.43

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	34		-127.6	2.4	13.3	-0.24
$\sigma_{s,t}$	37		-126.4	2.4	13.2	-1.12
$\sigma_{s,c}$	34		-127.6	2.4	13.3	-6.01
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	34		-76.8	0.9	43.4	-1.11
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-76.8	0.9	43.4	-0.53
$\sigma_{s,t}$	34		-76.8	0.9	43.4	28.81
$\sigma_{s,c}$	34		-76.8	0.9	43.4	-12.79

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1965 2058	1.064	3.110	14	1.00	-99.9	1954.3	0.05	14	1.00	-99.9	2.00	0.0	0.0	392.6		0.25										0.25

- **Setto : 1976 1984 2245 2244 / Sezione 101**

B = 188.0 H = 93.8 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	-28.8	0.4	47.1	0.05
Sommità	9	-17.7	0.1	59.8	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-52.1	-0.3	-3.2	-0.14
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-52.1	-0.3	-3.2	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32	-26.2	-0.2	-0.3	-0.66

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37	-52.1	-0.3	-3.2	-1.95
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-41.1	-0.3	13.3	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-41.1	-0.3	13.3	-0.08
$\sigma_{s,t}$	34	-40.8	-0.3	13.3	0.15
$\sigma_{s,c}$	37	-41.1	-0.3	13.3	-2.54

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1976 2245	1.880	0.938	8	1.00	-112.8	1797.8	0.06	8	1.00	-112.8	2.00	0.0	0.0	443.7		0.25										0.25

- **Setto : 1978 1993 1994 1979 / Sezione 101**

B = 35.4 H = 216.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 14 15' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	157.9	-0.1	10.5	0.73
Sommità	13	162.6	-2.2	9.4	0.78

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-95.8	-0.6	0.1	-1.08
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-95.8	-0.6	0.1	-0.94
$\sigma_{s,t}$	32	-45.4	-0.1	-0.7	-5.15
$\sigma_{s,c}$	34	-95.8	-0.6	0.1	-15.54
Sommita					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	34	-91.1	-0.0	-1.0	-1.05
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-91.1	-0.0	-1.0	-0.89
$\sigma_{s,t}$	32	-40.7	0.0	-1.0	-3.89
$\sigma_{s,c}$	34	-91.1	-0.0	-1.0	-15.39

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1978 1994	0.354	2.160	14	1.00	10.2	338.5	0.03	14	1.00	10.2	2.00	0.0	0.0	130.6		0.08										0.08

- **Setto : 1993 1997 1998 1994 / Sezione 101**

B = 35.4 H = 92.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	95.4	1.1	5.3	0.61
Sommità	13	97.4	-1.4	3.3	0.56

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-63.9	0.0	-2.4	-1.04
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-63.9	0.0	-2.4	-0.65
$\sigma_{s,t}$	32	-25.8	0.0	-1.7	-0.34
$\sigma_{s,c}$	34	-63.9	0.0	-2.4	-14.69
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-61.8	-0.0	0.6	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-61.8	-0.0	0.6	-0.63

$\sigma_{s,t}$	32	-23.8	-0.0	-0.8	-1.87
$\sigma_{s,c}$	34	-61.8	-0.0	0.6	-10.69

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1993 1998	0.354	0.920	14	1.00	13.4	338.5	0.04	14	1.00	13.4	2.00	0.0	0.0	83.6		0.16										0.16

- **Setto : 1994 1998 1999 1995 / Sezione 101**

B = 130.4 H = 92.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	42.6	1.7	64.8	0.30
Sommità	13	50.1	-3.8	-8.1	0.14

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-74.5	-0.1	5.2	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-74.5	-0.1	5.2	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-32.6	-0.0	-0.7	-1.25
$\sigma_{s,c}$	34	-74.5	-0.1	5.2	-4.09
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-67.0	-0.0	7.3	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-67.0	-0.0	7.3	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-25.1	-0.0	1.7	-0.75
$\sigma_{s,c}$	34	-67.0	-0.0	7.3	-4.11

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\underline{\rho_h}$ $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1994 1999	1.304	0.920	12	1.00	-67.9	1247.0	0.05	12	1.00	-67.9	2.00	0.0	0.0	307.8		0.22										0.22

- **Setto : 1996 2003 2249 2248 / Sezione 101**

B = 188.0 H = 92.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	12.1	-1.3	-161.0	0.29
Sommità	11	22.9	-1.5	15.6	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-64.2	-0.3	5.1	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-64.2	-0.3	5.1	-0.12
$\sigma_{s,t}$	32	-32.2	-0.2	-3.2	-0.57
$\sigma_{s,c}$	37	-64.2	-0.3	5.1	-2.48
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-53.3	-0.3	5.7	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-53.3	-0.3	5.7	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32	-21.4	-0.1	1.3	-0.46
$\sigma_{s,c}$	37	-53.3	-0.3	5.7	-2.22

- **Verifiche a Taglio**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1996 2249	1.880	0.920	8	1.00	-177.0	1797.8	0.10	8	1.00	-177.0	2.00	0.0	0.0	443.7		0.40										0.40

- **Setto : 2020 2029 2148 2146 / Sezione 101**

B = 185.4 H = 146.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	10	99.5	-1.1	-192.2	0.44
Sommità	11	156.5	-1.4	-179.4	0.49

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-23.5	-0.1	1.4	-0.06
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-23.5	-0.1	1.4	-0.05
$\sigma_{s,t}$	32	-7.9	-0.1	-0.5	-0.16
$\sigma_{s,c}$	37	-23.5	-0.1	1.4	-0.88
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-11.2	-0.3	0.6	-0.04
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-11.2	-0.3	0.6	-0.02
$\sigma_{s,t}$	32	3.0	-0.0	-1.7	2.56
$\sigma_{s,c}$	37	-11.2	-0.3	0.6	-0.52

- **Verifiche a Taglio**

Parete	compressione	taglio - trazione	scorrimento	S/R

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R
2020 2148	1.854	1.460	9		1.00	-283.3	1772.9	0.16	9		1.00	-283.3	2.00	0.0	0.0	437.6		0.65								0.65

- **Setto : 2033 2034 2241 2240 / Sezione 101**

B = 130.0 H = 50.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	34.0	0.3	31.5	0.17
Sommità	9	38.1	0.1	6.7	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-21.5	-0.0	4.4	-0.12
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-21.5	-0.0	4.4	-0.06
$\sigma_{s,t}$	34	-21.3	-0.0	4.3	-0.10
$\sigma_{s,c}$	37	-21.5	-0.0	4.4	-1.71
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-17.4	0.0	-16.8	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-17.4	0.0	-16.8	-0.22
$\sigma_{s,t}$	37	-17.4	0.0	-16.8	12.36
$\sigma_{s,c}$	37	-17.4	0.0	-16.8	-5.86

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione									scorrimento									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R

2033 2241 1.300 0.505 10 1.00 114.4 1243.1 0.09 10 1.00 114.4 2.00 0.0 0.0 306.8 0.37 0.37

- **Setto : 2054 2058 2571 2567 / Sezione 102**

B = 414.8 H = 311.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	8	-612.1	3.7	232.5	0.02
Sommità	14	-405.3	23.6	-73.2	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-495.4	4.6	15.7	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-495.4	4.6	15.7	-0.24
$\sigma_{s,t}$	32	-385.3	2.0	12.1	-2.51
$\sigma_{s,c}$	37	-495.4	4.6	15.7	-4.05
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-304.0	2.4	10.0	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-304.6	2.4	9.4	-0.15
$\sigma_{s,t}$	32	-265.0	0.7	35.1	-1.51
$\sigma_{s,c}$	34	-304.0	2.4	10.0	-2.46

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2054 2571	4.148	3.110	8	1.00	-94.5	7615.7	0.01	8	1.00	-94.5	2.00	0.0	0.0	1529.8		0.06										0.06

- **Setto : 2224 2233 2235 2226 / Sezione 100**

B = 129.4 H = 169.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-1.2	-0.1	43.9	0.15
Sommità	14	-37.6	0.2	-11.5	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-24.1	0.0	-2.7	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-24.1	0.0	-2.7	-0.07
$\sigma_{s,t}$	32	-6.7	0.0	1.8	0.07
$\sigma_{s,c}$	34	-24.1	0.0	-2.7	-1.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-34.8	0.2	-1.0	-0.12
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-34.8	0.2	-1.0	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32	1.2	0.0	0.5	1.48
$\sigma_{s,c}$	34	-34.8	0.2	-1.0	-1.79

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2224 2235	1.294	1.690	14		1.00	63.0	1237.4	0.05	14		1.00	63.0	2.00	0.0	0.0	305.4		0.21								0.21

- **Setto : 2567 2571 2762 2741 / Sezione 102**

B = 106.4 H = 311.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-18.1	-1.4	-36.0	0.15
Sommità	14	-141.9	-1.4	-78.9	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-148.0	1.9	-12.9	-0.45
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-148.0	1.9	-12.9	-0.28
$\sigma_{s,t}$	34	-146.7	1.9	-12.9	-1.87
$\sigma_{s,c}$	37	-148.0	1.9	-12.9	-6.40
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-71.8	1.0	-35.6	-0.87
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-71.8	1.0	-35.6	-0.41
$\sigma_{s,t}$	37	-71.8	1.0	-35.6	18.47
$\sigma_{s,c}$	37	-71.8	1.0	-35.6	-10.33

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento							
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2567 2762	1.064	3.110	14	1.00	88.3	1954.3	0.05	14	1.00	88.3	2.00	0.0	0.0	392.6		0.22										0.22

- **Setto : 2723 2750 2751 2724 / Sezione 101**

B = 31.9 H = 282.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

ø 12 14' [cm] ø 10 15' [cm]

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	52.7	0.8	-1.5	0.30
Sommità	15	41.7	0.1	-0.2	0.17

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-87.9	-0.0	1.3	-1.24
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-87.9	-0.0	1.3	-0.98
$\sigma_{s,t}$	32	-53.8	-0.0	0.7	-7.13
$\sigma_{s,c}$	37	-87.9	-0.0	1.3	-18.07
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-57.8	-0.0	0.5	-0.74
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-57.8	-0.0	0.5	-0.64
$\sigma_{s,t}$	32	-33.8	-0.0	0.3	-4.84
$\sigma_{s,c}$	37	-57.8	-0.0	0.5	-10.92

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2723 2751	0.319	2.820	12	1.00	-4.2	305.0	0.01	12	1.00	-4.2	2.00	0.0	0.0	117.6		0.04										0.04

- **Setto : 2737 2748 2750 2739 / Sezione 101**

B = 130.0 H = 61.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	19.3	-0.0	-10.6	0.07
Sommità	15	24.3	-0.0	4.6	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-66.0	-0.1	-9.0	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-66.0	-0.1	-9.0	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-40.7	-0.0	-6.7	-0.51
$\sigma_{s,c}$	37	-66.0	-0.1	-9.0	-4.44
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-61.0	-0.1	1.7	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-61.0	-0.1	1.7	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-35.7	-0.1	0.5	-1.38
$\sigma_{s,c}$	37	-61.0	-0.1	1.7	-2.95

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2737 2750	1.300	0.615	12	1.00	18.1	1243.1	0.01	12	1.00	18.1	2.00	0.0	0.0	306.8		0.06										0.06

- **Setto : 2761 2798 2797 2771 / Sezione 101**

B = 31.9 H = 308.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 14' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

Base	15	31.8	-0.2	-1.1	0.17
Sommità	15	26.3	0.1	-0.3	0.12

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-62.1	0.0	-0.7	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-62.1	0.0	-0.7	-0.69
$\sigma_{s,t}$	32	-37.1	0.0	-0.5	-4.83
$\sigma_{s,c}$	37	-62.1	0.0	-0.7	-12.13
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-39.1	-0.0	1.1	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-39.1	-0.0	1.1	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-21.7	0.0	0.6	-1.97
$\sigma_{s,c}$	37	-39.1	-0.0	1.1	-9.34

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2761 2797	0.319	3.080	10	1.00	0.9	305.0	0.00	10	1.00	0.9	2.00	0.0	0.0	117.6		0.01										0.01

- **Setto : 2784 2795 2798 2786 / Sezione 101**

B = 130.0 H = 77.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	1.3	-0.1	-18.2	0.07
Sommità	15	7.5	0.4	5.7	0.03

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-53.6	-0.1	-11.4	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-53.6	-0.1	-11.4	-0.15
$\sigma_{s,t}$	32	-31.8	-0.0	-7.7	0.07
$\sigma_{s,c}$	37	-53.6	-0.1	-11.4	-4.33
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-47.3	-0.0	-2.0	-0.16
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-47.3	-0.0	-2.0	-0.13
$\sigma_{s,t}$	32	-25.5	0.0	-1.7	-0.77
$\sigma_{s,c}$	37	-47.3	-0.0	-2.0	-2.38

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2784 2798	1.300	0.770	6	1.00	24.0	1243.1	0.02	6	1.00	24.0	2.00	0.0	0.0	306.8		0.08										0.08

NUCLEO 25 z=-0.300 [m] / Nodi: 1133 1134 1135 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1133-1134-1135	200	135	210	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	189.8	332.0	-8.2	0.75
Sommità	15	198.1	9.1	7.1	0.19

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-235.4	20.1	-0.2	-0.82
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-235.4	20.1	-0.2	-0.59
$\sigma_{s,t}$	20	-120.6	10.7	-0.1	-2.75
$\sigma_{s,c}$	25	-235.4	20.1	-0.2	-12.09
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-217.7	-51.0	0.3	-1.12
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-217.7	-51.0	0.3	-0.55
$\sigma_{s,t}$	26	-174.6	-44.9	0.2	0.80
$\sigma_{s,c}$	25	-217.7	-51.0	0.3	-16.34

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1133-1134-1135	1.350	2.100	14	1.00	187.9	1290.9	0.15	14	1.00	187.9	2.00	0.0	0.0	318.6		0.59	0.59

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 26 z=1.800 [m] / Nodi: 1137 1138 1139 1140 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1137-1138-1139-1140	200	271	294	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	344.6	748.0	-0.6	0.93
Sommità	15	312.4	284.0	3.8	0.52

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-310.7	5.0	-0.1	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-310.7	5.0	-0.1	-0.42
$\sigma_{s,t}$	20	-142.3	9.4	-0.1	-2.46
$\sigma_{s,c}$	25	-310.7	5.0	-0.1	-6.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-277.3	-83.9	0.4	-0.64
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-277.3	-83.9	0.4	-0.38
$\sigma_{s,t}$	20	-95.9	-38.8	0.6	-0.11
$\sigma_{s,c}$	25	-277.3	-83.9	0.4	-9.33

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1137-1138-1139-1140	2.710	2.940	14	1.00	272.5	2591.4	0.11	14	1.00	272.5	2.00	0.0	0.0	639.6		0.43	0.43

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 26.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1145 1146 1147 1148 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1147-1148	200	136	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		
1145-1146	200	31	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	279.3	423.5	-2.7	0.74
Sommità	15	18.6	-76.8	5.1	0.20

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-135.9	-4.9	0.0	-0.32
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-135.9	-4.9	0.0	-0.30
$\sigma_{s,t}$	20	-98.9	-2.2	0.5	-2.84
$\sigma_{s,c}$	26	-135.9	-4.9	0.0	-4.74
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	20	-43.4	-18.5	-2.7	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-78.1	-28.0	-1.3	-0.18
$\sigma_{s,t}$	20	-43.4	-18.5	-2.7	3.10
$\sigma_{s,c}$	26	-78.1	-28.0	-1.3	-4.68

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1147-1148	1.360	3.620	14	1.00	206.2	1300.5	0.16	14	1.00	206.2	2.00	0.0	0.0	501.6		0.41	0.41
1145-1146	0.310	3.620	14	1.00	85.2	296.4	0.29	14	1.00	85.2	2.00	0.0	0.0	114.3		0.75	0.75

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 16 z=-0.300 [m] / Nodi: 1162 1163 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1162-1163	200	62	295	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	433.1	-60.4	1.3	0.98
Sommità	13	444.4	41.6	-0.8	0.86

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-142.5	-2.2	0.2	-0.88
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-142.5	-2.2	0.2	-0.74
$\sigma_{s,t}$	20	-67.1	-0.5	-0.0	-4.90
$\sigma_{s,c}$	25	-142.5	-2.2	0.2	-12.78
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-131.0	0.8	-0.2	-0.75
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-131.0	0.8	-0.2	-0.68
$\sigma_{s,t}$	20	-55.6	-0.1	-0.0	-4.29
$\sigma_{s,c}$	25	-131.0	0.8	-0.2	-10.99

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1162-1163	0.621	2.950	12	1.00	42.3	594.1	0.07	12	1.00	42.3	2.00	0.0	0.0	146.6		0.29	0.29

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 27 z=-0.300 [m] / Nodi: 1164 1165 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1164-1165	200	76	281	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	42.7	-115.6	1.2	0.87
Sommità	13	-212.8	107.1	1.4	0.41

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-92.1	-14.6	-0.4	-1.01
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-92.1	-14.6	-0.4	-0.48
$\sigma_{s,t}$	26	-74.5	-12.5	-0.3	1.92
$\sigma_{s,c}$	25	-92.1	-14.6	-0.4	-14.23
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-131.2	27.1	0.3	-1.72
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-131.2	27.1	0.3	-0.84
$\sigma_{s,t}$	26	-106.3	23.2	0.3	8.44
$\sigma_{s,c}$	25	-131.2	27.1	0.3	-24.25

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1164-1165	0.761	2.810	12	1.00	122.6	727.9	0.17	12	1.00	122.6	2.00	0.0	0.0	179.7		0.68	0.68

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 28 z=2.603 [m] / Nodi: 1174 1170 1172 1171 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1171-1172-1174-1170	200	270	216	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	126.3	-740.4	-1.4	0.75
Sommità	13	249.1	-236.8	-0.7	0.42

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-276.9	9.0	-0.4	-0.42
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-276.9	9.0	-0.4	-0.38
$\sigma_{s,t}$	20	-117.0	3.4	-0.1	-2.23
$\sigma_{s,c}$	25	-276.9	9.0	-0.4	-6.19
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-245.3	77.3	-0.4	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-245.3	77.3	-0.4	-0.34
$\sigma_{s,t}$	20	-79.2	32.3	0.4	-0.08
$\sigma_{s,c}$	25	-245.3	77.3	-0.4	-8.51

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1171-1172-1174-1170	2.700	2.160	12	1.00	252.7	2581.5	0.10	12	1.00	252.7	2.00	0.0	0.0	637.2		0.40	0.40

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 29 z=4.740 [m] / Nodi: 1179 1180 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1179-1180	200	62	240	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	196.9	-65.7	-1.6	0.70
Sommità	13	205.8	66.2	1.7	0.72

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-89.7	-7.9	-0.9	-0.98
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-89.7	-7.9	-0.9	-0.47
$\sigma_{s,t}$	22	-68.4	-7.8	-0.6	0.31
$\sigma_{s,c}$	26	-89.7	-7.9	-0.9	-13.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-80.4	5.4	1.3	-0.85
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-80.4	5.4	1.3	-0.42
$\sigma_{s,t}$	22	-59.0	5.6	0.8	-0.15
$\sigma_{s,c}$	26	-80.4	5.4	1.3	-11.21

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1179-1180	0.621	2.400	12	1.00	55.7	594.1	0.09	12	1.00	55.7	2.00	0.0	0.0	146.6		0.38	0.38

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 30 z=4.740 [m] / Nodi: 1182 1183 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1182-1183	200	76	214	25	2x ø 16 10'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	205.1	-145.0	-2.1	0.80
Sommità	12	-116.9	158.5	4.1	0.56

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-25.2	-14.5	-1.3	-0.97
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-25.2	-14.5	-1.3	-0.39
$\sigma_{s,t}$	25	-25.2	-14.5	-1.3	16.51
$\sigma_{s,c}$	25	-25.2	-14.5	-1.3	-12.49
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-60.8	24.5	1.5	-1.52
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-60.8	24.5	1.5	-0.66
$\sigma_{s,t}$	25	-60.8	24.5	1.5	20.93
$\sigma_{s,c}$	25	-60.8	24.5	1.5	-20.28

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1182-1183	0.761	2.142	12	1.00	170.7	727.9	0.23	12	1.00	170.7	2.00	0.0	0.0	280.7		0.61	0.61

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 31 z=7.054 [m] / Nodi: 1192 1188 1190 1189 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1189-1190-1192-1188	200	273	159	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-108.6	-467.6	-0.4	0.32
Sommità	10	-135.1	59.3	16.4	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-154.7	20.7	0.5	-0.29
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-154.7	20.7	0.5	-0.21
$\sigma_{s,t}$	20	-85.6	16.7	-0.0	-1.02
$\sigma_{s,c}$	26	-154.7	20.7	0.5	-4.23
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-132.9	65.1	7.0	-0.68
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-132.9	65.1	7.0	-0.25
$\sigma_{s,t}$	26	-132.9	65.1	7.0	4.22
$\sigma_{s,c}$	26	-132.9	65.1	7.0	-8.81

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1189-1190-1192-1188	2.734	1.589	12	1.00	310.6	2614.5	0.12	12	1.00	310.6	2.00	0.0	0.0	645.3		0.48	0.48

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 11 z=4.740 [m] / Nodi: 1305 1335 1379 1503 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1305-1335-1379-1503	201	333	230	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	202.5	-6.4	371.5	0.35
Sommità	11	24.7	-9.1	345.2	0.23

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-139.6	-2.0	17.4	-0.24
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-139.6	-2.0	17.4	-0.15
$\sigma_{s,t}$	25	-139.6	-2.0	17.4	-1.25
$\sigma_{s,c}$	25	-139.6	-2.0	17.4	-3.35
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-114.2	0.6	-43.9	-0.23
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-114.2	0.6	-43.9	-0.13
$\sigma_{s,t}$	20	-48.1	0.2	-25.0	-0.02
$\sigma_{s,c}$	25	-114.2	0.6	-43.9	-3.31

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1305-1335-1379-1503	3.330	2.300	8	1.00	362.0	3184.3	0.11	8	1.00	362.0	2.00	0.0	0.0	786.0		0.46	0.46

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 6 z=4.740 [m] / Nodi: 1417 1544 1340 1311 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1311-1340-1417-1544	201	338	189	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	333.6	14.3	-267.8	0.42
Sommità	11	299.3	-5.7	114.9	0.27

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-147.0	0.1	-11.2	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	22	-148.4	-0.0	-9.9	-0.16
$\sigma_{s,t}$	20	-105.8	-0.4	-5.2	-1.46
$\sigma_{s,c}$	25	-147.0	0.1	-11.2	-2.73
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-112.8	0.7	-61.2	-0.26
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-112.8	0.7	-61.2	-0.12
$\sigma_{s,t}$	26	-84.3	0.7	-50.2	0.24
$\sigma_{s,c}$	25	-112.8	0.7	-61.2	-3.73

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1311-1340-1417-1544	3.380	1.893	8	1.00	238.3	3232.1	0.07	8	1.00	238.3	2.00	0.0	0.0	797.8		0.30	0.30

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 8 z=-0.300 [m] / Nodi: 1331 1366 1491 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1331-1366-1491	201	283	245	25	2x ø 14 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	869.3	-54.9	174.3	0.78
Sommità	13	502.7	6.5	-300.9	0.49

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-312.3	1.4	20.4	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-312.3	1.4	20.4	-0.39
$\sigma_{s,t}$	20	-192.2	1.1	7.6	-3.00
$\sigma_{s,c}$	25	-312.3	1.4	20.4	-7.09
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-268.4	-0.3	-50.5	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-268.4	-0.3	-50.5	-0.34
$\sigma_{s,t}$	20	-147.5	-0.2	-25.1	-1.78
$\sigma_{s,c}$	25	-268.4	-0.3	-50.5	-7.09

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1331-1366-1491	2.830	2.450	8	1.00	403.6	2706.2	0.15	8	1.00	403.6	2.00	0.0	0.0	668.0		0.60	0.60

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 4 z=-0.300 [m] / Nodi: 1336 1399 1533 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1336-1399-1533	201	283	276	25	2x ø 14 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	984.0	43.1	-72.1	0.71
Sommità	15	753.5	-10.5	-163.4	0.52

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-311.9	-2.2	16.8	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	22	-312.3	-2.2	15.9	-0.39
$\sigma_{s,t}$	20	-201.5	-1.2	5.3	-3.23
$\sigma_{s,c}$	25	-311.9	-2.2	16.8	-7.19
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-264.9	1.4	-78.9	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	22	-265.3	1.3	-76.4	-0.33
$\sigma_{s,t}$	26	-207.2	1.3	-60.4	-1.22
$\sigma_{s,c}$	25	-264.9	1.4	-78.9	-8.42

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1336-1399-1533	2.830	2.763	8	1.00	390.5	2706.2	0.14	8	1.00	390.5	2.00	0.0	0.0	668.0		0.58	0.58

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 19 z=-0.300 [m] / Nodi: 1366 1367 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1366-1367	200	74	295	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-47.8	95.6	-6.5	0.64
Sommità	13	110.7	71.5	0.3	0.70

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-94.3	-0.8	1.2	-0.61
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-94.3	-0.8	1.2	-0.45
$\sigma_{s,t}$	20	-53.2	1.3	0.6	-2.44
$\sigma_{s,c}$	25	-94.3	-0.8	1.2	-8.53
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-84.3	-4.3	-0.2	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-84.3	-4.3	-0.2	-0.40
$\sigma_{s,t}$	20	-46.2	-3.9	-0.1	-1.11
$\sigma_{s,c}$	25	-84.3	-4.3	-0.2	-8.52

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1366-1367	0.735	2.950	14	1.00	102.6	702.8	0.15	14	1.00	102.6	2.00	0.0	0.0	173.5		0.59	0.59

NUCLEO 20 z=-0.300 [m] / Nodi: 1368 1369 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1368-1369	200	68	295	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	361.8	74.9	-1.5	0.80
Sommità	15	373.5	-55.4	0.9	0.71

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-124.6	-6.3	0.0	-0.85
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-124.6	-6.3	0.0	-0.59
$\sigma_{s,t}$	20	-65.5	-1.9	-0.0	-3.58
$\sigma_{s,c}$	25	-124.6	-6.3	0.0	-12.37
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-112.1	6.7	-0.1	-0.82
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-112.1	6.7	-0.1	-0.53
$\sigma_{s,t}$	20	-53.0	2.3	-0.0	-2.48
$\sigma_{s,c}$	25	-112.1	6.7	-0.1	-11.81

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1368-1369	0.675	2.950	12	1.00	52.4	645.5	0.08	12	1.00	52.4	2.00	0.0	0.0	159.3		0.33	0.33

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 21 z=2.650 [m] / Nodi: 1375 1376 1377 1378 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1375-1376-1377-1378	200	271	209	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	84.9	536.7	1.1	0.53
Sommità	15	120.8	183.9	-2.6	0.27

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-190.7	-36.3	0.4	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-190.7	-36.3	0.4	-0.26
$\sigma_{s,t}$	20	-96.3	-13.5	0.3	-1.28
$\sigma_{s,c}$	25	-190.7	-36.3	0.4	-5.56
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-155.3	-28.2	-0.2	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-155.3	-28.2	-0.2	-0.21
$\sigma_{s,t}$	20	-60.9	-18.4	0.0	-0.44
$\sigma_{s,c}$	25	-155.3	-28.2	-0.2	-4.40

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1375-1376-1377-1378	2.710	2.090	12	1.00	185.1	2591.4	0.07	12	1.00	185.1	2.00	0.0	0.0	639.6		0.29	0.29

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 22 z=4.740 [m] / Nodi: 1379 1380 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1379-1380	200	74	240	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	37.9	82.4	-2.7	0.66
Sommità	13	111.0	69.2	-2.7	0.70

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-48.8	-8.5	0.5	-0.63
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-48.8	-8.5	0.5	-0.29
$\sigma_{s,t}$	25	-48.8	-8.5	0.5	2.31
$\sigma_{s,c}$	25	-48.8	-8.5	0.5	-8.92
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-20.8	3.9	-0.2	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-20.8	3.9	-0.2	-0.13
$\sigma_{s,t}$	25	-20.8	3.9	-0.2	1.24
$\sigma_{s,c}$	25	-20.8	3.9	-0.2	-3.97

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1379-1380	0.735	2.400	12	1.00	105.1	702.8	0.15	12	1.00	105.1	2.00	0.0	0.0	173.5		0.61	0.61

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 23 z=4.740 [m] / Nodi: 1381 1382 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1381-1382	200	68	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	111.9	54.8	-1.9	0.95
Sommità	15	120.4	-48.7	1.5	0.90

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-53.7	-1.3	0.3	-0.39
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-53.7	-1.3	0.3	-0.29
$\sigma_{s,t}$	20	-38.8	1.7	0.3	-1.66
$\sigma_{s,c}$	25	-53.7	-1.3	0.3	-5.57
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-43.5	3.5	-0.3	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-43.5	3.5	-0.3	-0.23
$\sigma_{s,t}$	25	-43.5	3.5	-0.3	-0.91
$\sigma_{s,c}$	25	-43.5	3.5	-0.3	-6.12

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1381-1382	0.675	2.400	12	1.00	46.2	645.5	0.07	12	1.00	46.2	2.00	0.0	0.0	159.3		0.29	0.29

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 24 z=7.140 [m] / Nodi: 1387 1388 1389 1390 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1387-1388-1389-1390	200	271	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-45.7	-246.6	-2.2	0.18
Sommità	13	-23.6	-33.0	-8.1	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-56.2	-26.1	-0.3	-0.16
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-56.2	-26.1	-0.3	-0.08
$\sigma_{s,t}$	25	-56.2	-26.1	-0.3	0.08
$\sigma_{s,c}$	25	-56.2	-26.1	-0.3	-2.36
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-34.2	-16.0	-2.6	-0.22
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-34.2	-16.0	-2.6	-0.08
$\sigma_{s,t}$	26	-34.2	-16.0	-2.6	1.95
$\sigma_{s,c}$	26	-34.2	-16.0	-2.6	-2.72

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1387-1388-1389-1390	2.710	1.220	12	1.00	175.7	2591.4	0.07	12	1.00	175.7	2.00	0.0	0.0	639.6		0.27	0.27

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 18 z=-0.300 [m] / Nodi: 1491 1495 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1491-1495	200	271	504	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	637.8	1237.6	-11.3	0.85
Sommità	11	68.3	-271.6	6.9	0.17

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-397.6	-40.3	1.6	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-397.6	-40.3	1.6	-0.50
$\sigma_{s,t}$	20	-200.2	-15.6	0.8	-2.88
$\sigma_{s,c}$	25	-397.6	-40.3	1.6	-9.52
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-303.2	-94.5	-0.2	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-303.2	-94.5	-0.2	-0.38
$\sigma_{s,t}$	20	-101.9	-5.8	0.1	-1.64
$\sigma_{s,c}$	25	-303.2	-94.5	-0.2	-9.50

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1491-1495	2.710	5.040	14	1.00	408.0	2591.4	0.16	14	1.00	408.0	2.00	0.0	0.0	639.6		0.64	0.64

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 18.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1503 1507 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1503-1507	200	271	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	72.6	223.0	-6.6	0.27
Sommità	15	-40.7	-126.0	4.8	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-208.3	-5.1	0.2	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-208.3	-5.1	0.2	-0.28
$\sigma_{s,t}$	20	-94.9	-10.3	0.1	-1.45
$\sigma_{s,c}$	25	-208.3	-5.1	0.2	-4.51
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-123.8	-75.4	0.6	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-123.8	-75.4	0.6	-0.20
$\sigma_{s,t}$	22	-109.2	-70.8	0.3	1.39
$\sigma_{s,c}$	25	-123.8	-75.4	0.6	-6.08

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1503-1507	2.710	3.620	14	1.00	192.7	2591.4	0.07	14	1.00	192.7	2.00	0.0	0.0	639.6		0.30	0.30

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

NUCLEO 14 z=-0.300 [m] / Nodi: 1529 1533 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1529-1533	200	268	504	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	521.0	-1292.8	-2.8	0.81
Sommità	13	269.9	-210.6	3.6	0.22

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-241.4	-8.2	1.7	-0.37
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-241.4	-8.2	1.7	-0.30
$\sigma_{s,t}$	20	-179.2	0.3	0.7	-3.16
$\sigma_{s,c}$	24	-240.5	-8.7	1.7	-5.38
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-115.1	15.0	0.1	-0.19
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-131.8	7.5	-0.0	-0.17
$\sigma_{s,t}$	20	-88.5	6.7	0.3	-1.30
$\sigma_{s,c}$	26	-115.1	15.0	0.1	-2.82

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1529-1533	2.685	5.040	15	1.00	341.2	2567.5	0.13	15	1.00	341.2	2.00	0.0	0.0	633.7		0.54	0.54

NUCLEO 14.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1540 1544 / Non sisma resistente / Criterio criterio base
Armature Nucleo

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1540-1544	200	268	386	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	135.5	-389.9	-1.0	0.45
Sommità	13	8.4	30.1	-2.8	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-116.2	24.3	0.4	-0.25
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-116.2	24.3	0.4	-0.16
$\sigma_{s,t}$	26	-104.7	26.8	0.4	-0.85
$\sigma_{s,c}$	25	-116.2	24.3	0.4	-3.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	22	-16.9	-8.1	-1.6	-0.13
$\sigma_{Cls,Med}$	20	-10.6	1.4	-2.0	-0.06
$\sigma_{s,t}$	20	-10.6	1.4	-2.0	2.77
$\sigma_{s,c}$	22	-16.9	-8.1	-1.6	-1.61

Verifiche a taglio dei diaframmi

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1540-1544	2.685	3.860	14	1.00	216.8	2567.5	0.08	14	1.00	216.8	2.00	0.0	0.0	633.7		0.34	0.34

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

SETTI ISOLATI
Setto : 1150 1158 1159 1151 / Sezione 200
B = 104.0 H = 218.0 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-12.4	-1.1	-140.1	0.75
Sommità	15	16.1	2.2	-96.6	0.57

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-24.9	-0.0	-2.3	-0.14
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-24.9	-0.0	-1.1	-0.09
$\sigma_{s,t}$	21	-21.0	-0.1	-1.6	-0.61
$\sigma_{s,c}$	26	-24.9	-0.0	-2.3	-1.93
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-21.7	1.9	-5.9	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-21.7	1.9	-5.9	-0.17
$\sigma_{s,t}$	26	-21.7	1.9	-5.9	5.76
$\sigma_{s,c}$	26	-21.7	1.9	-5.9	-5.68

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1150 1159	1.040	2.180	14	1.00	208.2	994.5	0.21	14	1.00	208.2	2.00	0.0	0.0	245.5		0.85										0.85

Setto : 1396 1408 1409 1397 / Sezione 200
B = 69.4 H = 385.5 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 14 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	300.3	0.2	73.2	0.92
Sommità	13	316.7	0.3	49.5	0.79

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-97.3	0.1	-0.7	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-97.3	0.1	-0.7	-0.47
$\sigma_{s,t}$	20	-62.4	0.1	-0.0	-4.48
$\sigma_{s,c}$	25	-97.3	0.1	-0.7	-7.62
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-80.6	0.1	-1.3	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-80.6	0.1	-1.3	-0.39
$\sigma_{s,t}$	20	-45.7	0.1	-0.1	-3.22
$\sigma_{s,c}$	25	-80.6	0.1	-1.3	-6.74

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1396 1409	0.694	3.855	14	1.00	34.0	663.4	0.05	14	1.00	34.0	2.00	0.0	0.0	163.7		0.21										0.21

Setto : 1398 1411 1412 1399 / Sezione 200
B = 69.4 H = 385.5 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-37.0	2.4	69.9	0.69
Sommità	15	162.8	-0.3	-47.6	0.98

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-76.0	-0.7	2.5	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-76.0	-0.7	2.5	-0.40
$\sigma_{s,t}$	20	-48.6	-0.2	1.1	-2.91
$\sigma_{s,c}$	25	-76.0	-0.7	2.5	-8.34
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-75.2	0.1	5.2	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-75.2	0.1	5.2	-0.39
$\sigma_{s,t}$	20	-38.4	0.1	2.7	-1.34
$\sigma_{s,c}$	25	-75.2	0.1	5.2	-9.14

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1398 1412	0.694	3.855	12	1.00	76.0	663.4	0.11	12	1.00	76.0	2.00	0.0	0.0	163.7		0.46										0.46

Setto : 1408 1413 1414 1409 / Sezione 200
B = 69.4 H = 118.5 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 14 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	202.6	-0.2	-10.1	0.33
Sommità	13	207.8	-0.4	-34.6	0.54

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-65.3	-0.1	-4.3	-0.51
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-65.3	-0.1	-4.3	-0.32
$\sigma_{s,t}$	20	-39.4	-0.1	-2.4	-1.50
$\sigma_{s,c}$	25	-65.3	-0.1	-4.3	-7.26
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-60.1	0.5	1.0	-0.39
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-60.1	0.5	1.0	-0.29
$\sigma_{s,t}$	20	-34.3	0.2	1.0	-1.73
$\sigma_{s,c}$	25	-60.1	0.5	1.0	-5.49

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1408 1414	0.694	1.185	12	1.00	38.2	663.4	0.06	12	1.00	38.2	2.00	0.0	0.0	163.7		0.23										0.23

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Setto : 1409 1414 1416 1411 / Sezione 200
B = 129.8 H = 118.5 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-10.6	-0.2	146.4	0.49
Sommità	13	-1.0	-0.3	100.8	0.35

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-36.8	-0.1	2.9	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-36.8	-0.1	2.9	-0.10
$\sigma_{s,t}$	20	-16.0	-0.0	1.7	-0.35
$\sigma_{s,c}$	25	-36.8	-0.1	2.9	-2.12
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-27.2	0.2	3.2	-0.13
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-27.2	0.2	3.2	-0.08
$\sigma_{s,t}$	20	-6.4	0.1	3.0	0.90
$\sigma_{s,c}$	25	-27.2	0.2	3.2	-1.84

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1409 1416	1.298	1.185	12	1.00	207.8	1240.7	0.17	12	1.00	207.8	2.00	0.0	0.0	306.2		0.68										0.68

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Setto : 1411 1416 1417 1412 / Sezione 200
B = 69.4 H = 118.5 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	32.2	-1.0	15.6	0.27
Sommità	15	37.3	-0.9	25.5	0.39

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-48.2	-0.5	2.6	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-48.2	-0.5	2.6	-0.25
$\sigma_{s,t}$	20	-24.8	-0.2	0.6	-1.34
$\sigma_{s,c}$	25	-48.2	-0.5	2.6	-5.95
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-43.1	-0.5	0.5	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-43.1	-0.5	0.5	-0.23
$\sigma_{s,t}$	20	-19.7	-0.2	-0.6	-0.99
$\sigma_{s,c}$	25	-43.1	-0.5	0.5	-4.24

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1411 1417	0.694	1.185	14	1.00	34.6	663.4	0.05	14	1.00	34.6	2.00	0.0	0.0	163.7		0.21										0.21

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Setto : 1413 1426 1427 1414 / Sezione 200
B = 69.4 H = 240.0 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 14 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	146.0	0.9	72.1	0.69
Sommità	13	156.2	0.3	63.2	0.64

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-47.9	-0.7	0.7	-0.34
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-47.9	-0.7	0.7	-0.23
$\sigma_{s,t}$	20	-39.8	-0.3	1.4	-1.79
$\sigma_{s,c}$	26	-47.9	-0.7	0.7	-4.67
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-37.5	-0.9	-0.2	-0.29
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-37.5	-0.9	-0.2	-0.18
$\sigma_{s,t}$	20	-29.4	-0.4	0.4	-1.47
$\sigma_{s,c}$	26	-37.5	-0.9	-0.2	-3.86

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1413 1427	0.694	2.400	13	1.00	56.6	663.4	0.09	13	1.00	56.6	2.00	0.0	0.0	163.7		0.35										0.35

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Setto : 1416 1429 1430 1417 / Sezione 200 NON VERIFICATO SLU top S_D/S_D 1.0 > 1
B = 69.4 H = 240.0 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	19.1	0.8	65.3	0.78
Sommità	15	163.0	-0.8	-51.9	1.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	22	-29.0	-0.2	2.3	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-29.7	-0.2	2.1	-0.16
$\sigma_{s,t}$	22	-29.0	-0.2	2.3	-0.67
$\sigma_{s,c}$	22	-29.0	-0.2	2.3	-3.89
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-32.4	-0.2	3.3	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-32.4	-0.2	3.3	-0.17
$\sigma_{s,t}$	20	-22.7	-0.1	2.9	0.10
$\sigma_{s,c}$	25	-32.4	-0.2	3.3	-4.77

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1416 1430	0.694	2.400	12	1.00	101.0	663.4	0.15	12	1.00	101.0	2.00	0.0	0.0	163.7		0.62										0.62

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Setto : 1426 1431 1432 1427 / Sezione 200
B = 69.4 H = 146.1 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 14 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	27.6	1.4	-7.1	0.10
Sommità	13	33.9	-0.5	5.7	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-28.0	1.0	-2.7	-0.37
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-28.0	1.0	-2.7	-0.15
$\sigma_{s,t}$	26	-28.0	1.0	-2.7	0.76
$\sigma_{s,c}$	26	-28.0	1.0	-2.7	-4.76
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-21.7	-2.4	-0.5	-0.47
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-21.7	-2.4	-0.5	-0.22
$\sigma_{s,t}$	26	-21.7	-2.4	-0.5	3.99
$\sigma_{s,c}$	26	-21.7	-2.4	-0.5	-4.97

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1426 1432	0.694	1.461	10	1.00	3.0	663.4	0.00	10	1.00	3.0	2.00	0.0	0.0	163.7		0.02										0.02

Setto : 1427 1432 1434 1429 / Sezione 200
B = 129.8 H = 146.1 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-25.0	-0.4	164.6	0.53
Sommità	15	-4.9	-4.1	-66.7	0.25

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	22	-21.2	0.2	2.8	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-22.0	0.2	2.1	-0.06
$\sigma_{s,t}$	22	-21.2	0.2	2.8	-0.24
$\sigma_{s,c}$	22	-21.2	0.2	2.8	-1.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	26	-9.9	-3.7	1.0	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	26	-9.9	-3.7	1.0	-0.24
$\sigma_{s,t}$	26	-9.9	-3.7	1.0	15.10
$\sigma_{s,c}$	25	-10.1	-3.6	1.2	-3.54

Verifiche a Taglio

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1427 1434	1.298	1.461	12	1.00	160.4	1240.7	0.13	12	1.00	160.4	2.00	0.0	0.0	306.2		0.52										0.52

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Setto : 1429 1434 1435 1430 / Sezione 200
B = 69.4 H = 146.1 [cm]
Armature per ogni faccia

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	36.8	-1.1	-0.4	0.12
Sommità	15	43.1	-2.0	-9.8	0.26

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-19.3	-0.6	2.1	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-19.3	-0.6	2.1	-0.11
$\sigma_{s,t}$	20	-12.3	-0.1	2.2	0.70
$\sigma_{s,c}$	25	-19.3	-0.6	2.1	-3.65
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	25	-13.0	-1.4	2.1	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	25	-13.0	-1.4	2.1	-0.18
$\sigma_{s,t}$	26	-9.1	-1.1	2.5	7.51
$\sigma_{s,c}$	25	-13.0	-1.4	2.1	-5.41

Verifiche a Taglio

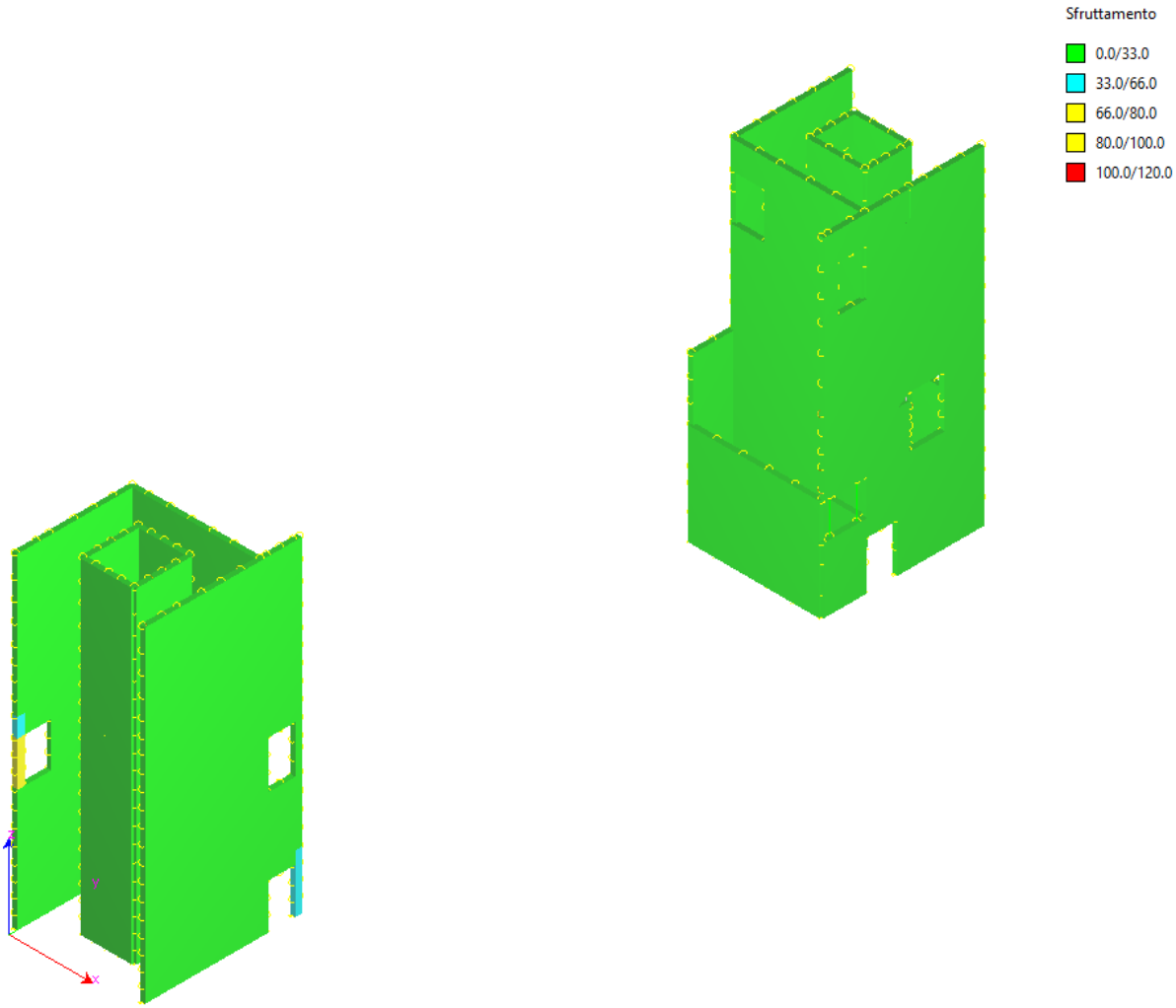
Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1429 1435	0.694	1.461	12	1.00	13.0	663.4	0.02	12	1.00	13.0	2.00	0.0	0.0	163.7		0.08										0.08

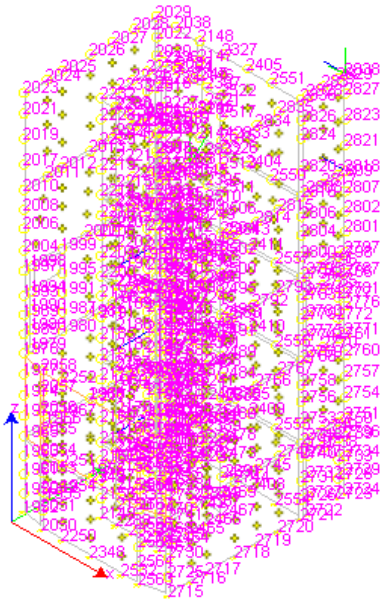
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

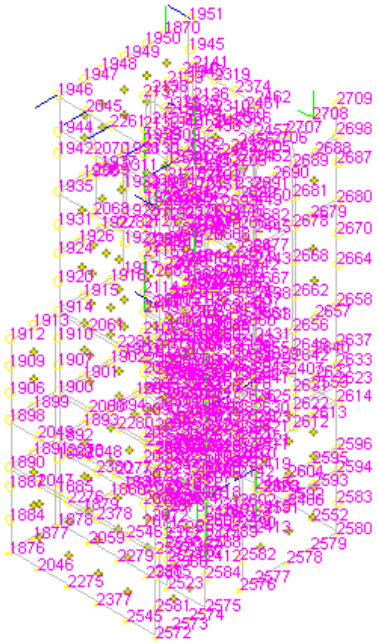
2.4 Corpi scala E, F (Maniche)

L'immagine seguente riporta la sintesi dell'esito delle verifiche delle pareti in c.a. che compongono le scale E e F.

La verifica è condotta assumendo il 100% del sisma da Normativa.







Numerazione nodale

2.4.1 Esito verifiche (sintetico)

Sezioni Impiegate:

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
100	Muro MAN - Canna Ascensore	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
101	Muro MAN - Scale con ascensore	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
102	Muro MAN - Scale con ascensore	s 48 sF 48 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
103	Muro MAN - Scale con ascensore	s 48 sF 48 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00

Criteri di progetto dei nuclei.

Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
criterio base	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.0	1.00

3 Impostazioni di verifica delle sezioni delle pareti

Sezione	Info	Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
100	Muro MAN - Canna Ascensore s 25 sF 25 [cm]				x	
101	Muro MAN - Scale con ascensore s 25 sF 25 [cm]				x	
102	Muro MAN - Scale con ascensore s 48 sF 48 [cm]				x	
103	Muro MAN - Scale con ascensore s 48 sF 48 [cm]				x	

Verifiche Setti:

Nuclei

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Diaframma							Armature					Verifiche SLU					Verifiche Taglio			Verifiche SLE				
$Base_S$ x	Top_S x	Top_D x	$Base_D$ x	Sezione	B [cm]	H [cm]	Anima V	Anima H	Bordo Sx	Bordo Dx	Inclinata	Comb.	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Sd/Sr	Comp.	Taglio Trazione	Scorrimento	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\sigma_{c,Med}$ [MPa]	$\sigma_{f,+}$ [MPa]	$\sigma_{f,-}$ [MPa]	Note
45 z=-7.700 [m] / Nodi: 1876 1878 1883 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																								
1876	1890	1897	1883	101	778	336	ø 12 15	ø 8 15				13	-930.5	-2336.1	1.5	0.07	0.05	0.20		-0.70	-0.51	-4.19	-10.41	
1890	1898	1905	1897	101	779	159	ø 12 15	ø 8 15				13	-1042.6	-3127.9	-2.0	0.10	0.05	0.22		-0.77	-0.51	-3.17	-11.40	
1898	1912	1919	1905	101	778	303	ø 12 15	ø 8 15				13	-1004.3	-3494.4	19.0	0.14	0.05	0.20		-0.83	-0.48	-2.15	-12.13	
1914	**1924**	**1928**	**1917**	101	287	215	ø 12 15	ø 8 15				15	-393.4	1096.0	2.7	0.16	0.11	0.43		-1.27	-0.70	-3.38	-18.96	
1918	1930	1925	1919	101	94	215	ø 12 15	ø 8 15									0.05	0.19						
1924	1935	1941	1925	101	570	231	ø 12 15	ø 8 15				12	-725.1	-1318.8	-1.8	0.08	0.06	0.25		-0.73	-0.44	-2.08	-10.66	
1935	1946	1951	1941	101	570	362	ø 12 15	ø 8 15				9	-86.9	-552.2	-1.1	0.08	0.06	0.22		-0.47	-0.26	3.89	-6.95	
44 z=-7.700 [m] / Nodi: 1876 2572 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																								
1876	1890	2597	2572	101	639	318	ø 12 15	ø 8 15				13	133.8	-7.5	257.6	0.10	0.02	0.07		-0.28	-0.22	-2.41	-4.14	
1890	1898	2605	2597	101	639	177	ø 12 15	ø 8 15				13	125.9	3.1	87.8	0.06	0.00	0.01		-0.13	-0.08	-0.49	-1.82	
47 z=-7.700 [m] / Nodi: 2523 2575 1878 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																								
1878	1892	2600	2575	101	638	318	ø 12 15	ø 8 15				10	-684.5	3.5	-1357.3	0.06	0.06	0.26		-0.52	-0.46	-4.42	-7.73	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1892	1900	2528	2526	101	476	198	ø 12 15	ø 8 15	9	-419.0	-1.0	845.4	0.08	0.08	0.34		-0.58	-0.48	-3.57	-8.62
46 z=-7.700 [m] / Nodi: 1883 2580 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1883	1905	2614	2580	101	638	495	ø 12 15	ø 8 15	15	117.8	6.2	-85.8	0.07	0.01	0.06		-0.38	-0.35	-2.76	-5.57
48 z=-2.428 [m] / Nodi: 2528 2618 1900 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1900	1914	2647	2618	101	640	274	ø 12 15	ø 8 15	13	97.9	3.0	490.7	0.11	0.07	0.30		-0.48	-0.34	-2.54	-7.10
1914	1935	2674	2647	101	638	446	ø 12 15	ø 8 15	13	139.0	-1.1	673.5	0.16	0.06	0.25		-0.33	-0.28	-2.24	-4.97
2674	2694	2070	2068	101	479	225	ø 12 15	ø 8 15	9	-62.6	-5.0	739.6	0.18	0.12	0.50		-0.30	-0.15	-0.30	-4.33
49 z=6.985 [m] / Nodi: 2070 2694 1944 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1944	1946	2702	2694	101	639	139	ø 12 15	ø 8 15	9	-52.1	10.5	-555.2	0.08	0.11	0.43		-0.30	-0.15	6.43	-2.71
36 z=-7.300 [m] / Nodi: 1952 1958 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1952	1965	1971	1958	101	572	282	ø 12 15	ø 8 15	12	-785.3	-1141.7	6.1	0.07	0.06	0.23		-0.80	-0.56	-3.74	-11.71
1965	1978	1984	1971	101	572	311	ø 12 15	ø 8 15	13	-268.5	-1179.3	1.8	0.13	0.06	0.22		-0.82	-0.52	-2.38	-11.94
35 z=-7.300 [m] / Nodi: 1952 2050 2563 2715 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2050	**2054**	**2567**	**2563**	103	415	282	ø 12 15	ø 8 15	13	-33.6	-45.2	579.6	0.08	0.02	0.16		-0.41	-0.35	-3.58	-5.87
1952	1965	2054	2050	103	106	282	ø 12 15	ø 8 15						0.04	0.33					
2563	2567	2741	2715	103	106	282	ø 12 15	ø 8 15						0.04	0.31					
37 z=-1.370 [m] / Nodi: 1980 1984 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
1980	1999	2003	1984	101	407	308	ø 12 15	ø 8 15	9	56.2	-257.6	16.4	0.17	0.08	0.32		-0.72	-0.53	-3.75	-10.58
38 z=1.710 [m] / Nodi: 1997 2003 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1997	2010	2016	2003	101	572	303	ø 12 15	ø 8 15	13	-54.9	-759.1	-9.7	0.14	0.05	0.22	-0.33	-0.31	-2.07	-4.99
2010	2023	2029	2016	101	572	362	ø 12 15	ø 8 15	9	102.4	567.6	0.9	0.15	0.06	0.25	-0.23	-0.17	-0.81	-3.42
40 z=1.710 [m] / Nodi: 2003 2794 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2003	2016	2816	2794	101	622	303	ø 12 15	ø 8 15	12	-874.8	3.7	465.9	0.04	0.06	0.23	-0.44	-0.27	-1.11	-6.46
2144	2148	2836	2816	101	437	362	ø 12 15	ø 8 15	11	-205.7	-4.5	-686.2	0.14	0.16	0.63	-0.22	-0.18	-1.23	-3.22
33 z=-7.700 [m] / Nodi: 2071 2075 2412 2413 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2071	**2080**	**2418**	**2412**	100	268	240	ø 12 15	ø 8 15	12	-1318.3	-636.9	214.3	0.06	0.02	0.07	-0.78	-0.71	-5.67	-11.69
2071	2080	2084	2075	100	215	240	ø 12 15	ø 8 15						0.03	0.10				
2075	2084	2419	2413	100	268	240	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.10				
2080	**2085**	**2420**	**2418**	100	268	90	ø 12 15	ø 8 15	12	-1200.7	-528.2	209.5	0.06	0.02	0.07	-0.75	-0.65	-4.64	-11.14
2080	2085	2089	2084	100	215	90	ø 12 15	ø 8 15						0.03	0.10				
2084	2089	2421	2419	100	268	90	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.09				
2085	**2092**	**2424**	**2420**	100	268	165	ø 12 15	ø 8 15	12	-1154.6	-490.8	209.8	0.05	0.02	0.07	-0.73	-0.62	-4.25	-10.89
2085	2092	2096	2089	100	215	165	ø 12 15	ø 8 15						0.03	0.10				
2089	2096	2425	2421	100	268	165	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.09				
2092	**2097**	**2426**	**2424**	100	268	76	ø 12 15	ø 8 15	12	-946.0	-432.7	207.1	0.05	0.02	0.06	-0.64	-0.51	-3.50	-9.52

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2092	2097	2101	2096	100	215	76	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.09				
2096	2101	2427	2425	100	268	76	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.08				
2097	**2102**	**2428**	**2426**	100	268	62	ø 12 15	ø 8 15	12	-903.4	-409.8	194.1	0.04	0.01	0.06	-0.61	-0.49	-3.18	-9.08
2097	2102	2106	2101	100	215	62	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.08				
2101	2106	2429	2427	100	268	62	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.08				
2102	**2109**	**2432**	**2428**	100	268	165	ø 12 15	ø 8 15	12	-871.7	-406.3	193.8	0.04	0.01	0.06	-0.60	-0.47	-2.89	-8.89
2102	2109	2113	2106	100	215	165	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.09				
2106	2113	2433	2429	100	268	165	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.08				
2109	**2114**	**2434**	**2432**	100	268	75	ø 12 15	ø 8 15	6	-885.1	-100.2	-41.3	0.04	0.01	0.05	-0.55	-0.45	-3.13	-8.22
2113	2115	2438	2433	100	268	75	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.07				
2114	**2116**	**2439**	**2434**	100	268	135	ø 12 15	ø 8 15	6	-943.5	-113.9	-225.4	0.04	0.01	0.05	-0.58	-0.35	-1.78	-8.39
2434	2439	2443	2438	100	215	135	ø 12 15	ø 8 15						0.01	0.03				
2115	2120	2443	2438	100	268	135	ø 12 15	ø 8 15						0.02	0.06				
2116	**2125**	**2446**	**2439**	100	268	236	ø 12 15	ø 8 15	6	-870.8	-120.6	-202.2	0.04	0.01	0.05	-0.53	-0.32	-1.40	-7.78
2439	2446	2450	2443	100	215	236	ø 12 15	ø 8 15						0.01	0.04				
2120	2129	2450	2443	100	268	236	ø 12 15	ø 8 15						0.01	0.06				

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2125	**2132**	**2453**	**2446**	100	268	240	ø 12 15	ø 8 15		13	-333.0	-284.8	107.8	0.02	0.03	0.12		-0.27	-0.18	-1.04	-3.98
2446	2453	2457	2450	100	215	240	ø 12 15	ø 8 15							0.03	0.11					
2129	2136	2457	2450	100	268	240	ø 12 15	ø 8 15							0.01	0.05					
2132	**2137**	**2458**	**2453**	100	268	122	ø 12 15	ø 8 15		3	-317.6	-42.3	-94.2	0.01	0.03	0.12		-0.21	-0.11	-0.35	-3.01
2453	2458	2462	2457	100	215	122	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.09					
2136	2141	2462	2457	100	268	122	ø 12 15	ø 8 15							0.01	0.04					
61 z=2.380 [m] / Nodi: 2116 2117 2119 2120 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																					
2116	2125	2129	2120	100	215	236	ø 12 15	ø 8 15		13	-58.5	-53.2	0.0	0.02	0.01	0.05		-0.20	-0.14	-0.80	-3.00
62 z=7.140 [m] / Nodi: 2132 2133 2135 2136 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																					
2132	2137	2141	2136	100	215	122	ø 12 15	ø 8 15		13	-54.1	-49.8	-1.2	0.02	0.02	0.06		-0.17	-0.08	2.18	-2.39
32 z=-7.300 [m] / Nodi: 2463 2467 2152 2151 2149 2150 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																					
2149	**2165**	**2474**	**2463**	100	250	282	ø 12 15	ø 8 15		10	-1833.0	293.4	-1092.8	0.08	0.04	0.14		-0.83	-0.77	-5.25	-12.42
2149	2165	2166	2150	100	70	282	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.07					
2463	2474	2478	2467	100	270	282	ø 12 15	ø 8 15							0.03	0.13					
2152	2168	2167	2151	100	70	282	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.08					
2152	2168	2478	2467	100	250	282	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.09					
2165	**2181**	**2485**	**2474**	100	250	311	ø 12 15	ø 8 15		10	-1503.2	183.7	-802.6	0.06	0.04	0.15		-0.68	-0.63	-4.33	-10.13

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2166	2182	2181	2165	100	70	311	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.06			
2474	2485	2489	2478	100	270	311	ø 12 15	ø 8 15							0.03	0.12			
2167	2183	2184	2168	100	70	311	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.08			
2168	2184	2489	2478	100	250	311	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.08			
2181	**2200**	**2496**	**2485**	100	250	308	ø 12 15	ø 8 15	10	-1111.7	-28.6	-543.6	0.04		0.03	0.13	-0.52	-0.48	-3.26	-7.84
2181	2200	2197	2182	100	70	308	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.10			
2485	2496	2500	2489	100	270	308	ø 12 15	ø 8 15							0.03	0.10			
2183	2199	2201	2184	100	70	308	ø 12 15	ø 8 15							0.03	0.10			
2184	2201	2500	2489	100	250	308	ø 12 15	ø 8 15							0.01	0.06			
2200	**2214**	**2507**	**2496**	100	250	303	ø 12 15	ø 8 15	14	-831.6	469.8	113.0	0.03		0.03	0.10	-0.37	-0.31	-1.81	-5.52
2200	2214	2218	2201	100	270	303	ø 12 15	ø 8 15							0.01	0.05			
2496	2507	2511	2500	100	270	303	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.08			
2201	2218	2511	2500	100	250	303	ø 12 15	ø 8 15							0.01	0.05			
2214	**2232**	**2518**	**2507**	100	250	362	ø 12 15	ø 8 15	12	-487.7	-268.1	-113.6	0.02		0.02	0.09	-0.24	-0.20	-1.22	-3.56
2214	2232	2233	2215	100	70	362	ø 12 15	ø 8 15							0.07	0.28			
2507	2518	2522	2511	100	270	362	ø 12 15	ø 8 15							0.02	0.10			

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2217	2235	2236	2218	100	70	362	ø 12 15	ø 8 15						0.06	0.25					
2218	2236	2522	2511	100	250	362	ø 12 15	ø 8 15						0.05	0.19					
39 z=-7.300 [m] / Nodi: 2237 2721 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2237	2241	2747	2721	101	434	282	ø 12 15	ø 8 15	9	-740.4	-3.1	1139.2	0.11	0.08	0.33	-0.76	-0.71	-6.62	-11.38	
2241	2245	2768	2747	101	434	311	ø 12 15	ø 8 15	10	-665.6	-1.7	-775.7	0.08	0.09	0.35	-0.69	-0.60	-4.89	-10.28	
2245	2249	2794	2768	101	434	308	ø 12 15	ø 8 15	15	35.9	-3.5	203.9	0.09	0.08	0.33	-0.55	-0.50	-4.26	-8.21	
50 z=-7.700 [m] / Nodi: 2576 2580 2572 2575 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2572	**2585**	**2588**	**2575**	101	210	235	ø 12 15	ø 8 15	12	-1044.0	-1775.6	0.6	0.06	0.05	0.22	-0.61	-0.48	-4.44	-9.12	
2576	2590	2594	2580	101	420	235	ø 12 15	ø 8 15						0.07	0.27					
2585	2597	2596	2594	101	780	83	ø 12 15	ø 8 15	12	-1141.8	-2042.4	2.0	0.06	0.04	0.17	-0.57	-0.40	-3.25	-8.54	
2600	2608	2614	2596	101	570	177	ø 12 15	ø 8 15	15	-207.1	839.8	-6.2	0.10	0.06	0.24	-0.55	-0.49	-3.29	-8.15	
51 z=-2.750 [m] / Nodi: 2612 2614 2608 2610 2605 2611 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2605	**2615**	**2621**	**2611**	101	419	56	ø 12 15	ø 8 15	15	-357.8	1733.1	-9.7	0.13	0.05	0.21	-0.91	-0.50	-2.89	-13.35	
2612	2622	2623	2614	101	191	69	ø 12 15	ø 8 15						0.06	0.23					
2615	**2624**	**2630**	**2621**	101	420	82	ø 12 15	ø 8 15	15	-357.3	1637.4	-1.8	0.11	0.04	0.18	-0.84	-0.49	-3.00	-12.51	
2622	2631	2633	2623	101	191	69	ø 12 15	ø 8 15						0.06	0.23					
52 z=-1.370 [m] / Nodi: 2624 2627 2631 2633 2629 2630 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				

2624	**2634**	**2641**	**2630**	101	419	83	ø 12 15	ø 8 15		12	-1085.7	-2807.6	-0.6	0.10	0.05	0.20	-0.81	-0.46	-2.63	-12.05
2631	2642	2637	2633	101	191	94	ø 12 15	ø 8 15							0.06	0.23				
2634	2649	2658	2637	101	780	139	ø 12 15	ø 8 15		15	-297.7	1542.8	6.7	0.09	0.05	0.22	-0.48	-0.33	-2.62	-7.09
53 z=0.890 [m] / Nodi: 2656 2658 2655 2654 2652 2649 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2649	2671	2680	2658	101	780	385	ø 12 15	ø 8 15		11	-1.7	-63.7	-27.1	0.06	0.04	0.17	-0.43	-0.28	-2.02	-6.40
2671	**2696**	**2697**	**2672**	101	67	226	ø 12 15	ø 8 15		11	3.5	178.7	-28.6	0.09	0.03	0.12	-0.19	-0.16	-1.35	-2.77
2674	2694	2698	2680	101	570	231	ø 12 15	ø 8 15							0.05	0.21				
54 z=7.020 [m] / Nodi: 2692 2691 2689 2698 2697 2694 2696 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2696	2998	2709	2698	101	780	134	ø 12 15	ø 8 15		11	19.4	-167.0	0.2	0.02	0.04	0.16	-0.12	-0.09	-0.53	-1.85
34 z=-7.300 [m] / Nodi: 2721 2722 2715 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2715	2741	2748	2722	101	602	282	ø 12 15	ø 8 15		8	-1838.0	-957.2	11.0	0.09	0.03	0.13	-0.80	-0.59	-4.11	-11.88
41 z=-4.480 [m] / Nodi: 2747 2751 2741 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2741	2762	2771	2751	101	764	311	ø 12 15	ø 8 15		12	-1243.5	-1272.1	-3.2	0.05	0.03	0.11	-0.50	-0.45	-3.87	-7.52
42 z=-1.370 [m] / Nodi: 2762 2768 2769 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2762	2788	2795	2769	101	602	308	ø 12 15	ø 8 15		14	-759.5	1184.0	-9.4	0.07	0.03	0.14	-0.50	-0.45	-4.17	-7.29
43 z=1.710 [m] / Nodi: 2788 2794 2797 / Non sisma resistente / Criterio criterio base																				
2788	2810	2818	2797	101	764	303	ø 12 15	ø 8 15		14	-592.1	1272.0	3.0	0.04	0.03	0.11	-0.36	-0.31	-2.41	-5.36
2810	2830	2838	2818	101	764	362	ø 12 15	ø 8 15		11	-37.9	-131.9	-18.3	0.04	0.03	0.12	-0.21	-0.17	-0.75	-3.08

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Setti isolati

Diaframma							Armature					Verifiche SLU					Verifiche Taglio			Verifiche SLE				
Base$_{Sx}$	Top$_{Sx}$	Top$_{Dx}$	Base$_{Dx}$	Sezione	B [cm]	H [cm]	Anima V	Anima H	Bordo Sx	Bordo Dx	Inclinata	Comb.	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Sd/Sr	Comp.	Taglio Trazione	Scorrimento	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\sigma_{c,Med}$ [MPa]	$\sigma_{f,+}$ [MPa]	$\sigma_{f,-}$ [MPa]	Note
1958	1971	2034	2030	101	58	282	ø 12 15	ø 8 15				15	-3.6	-0.6	-11.8	0.24	0.07	0.27		-1.47	-0.74	9.04	-12.67	
1965	1978	2058	2054	102	106	311	ø 12 15	ø 10 15				13	52.7	2.9	-40.7	0.33	0.05	0.25		-1.11	-0.53	28.81	-12.79	
1976	1984	2245	2244	101	188	94	ø 12 15	ø 8 15				9	-17.7	0.1	59.8	0.08	0.06	0.25		-0.18	-0.10	-0.66	-2.54	
1978	1993	1994	1979	101	35	216	ø 14 15	ø 10 15				13	162.6	-2.2	9.4	0.78	0.03	0.08		-1.08	-0.94	-5.15	-15.54	
1993	1997	1998	1994	101	35	92	ø 12 15	ø 8 15				13	95.4	1.1	5.3	0.61	0.04	0.16		-1.04	-0.65	-1.87	-14.69	
1994	1998	1999	1995	101	130	92	ø 12 15	ø 8 15				13	42.6	1.7	64.8	0.30	0.05	0.22		-0.28	-0.21	-1.25	-4.11	
1996	2003	2249	2248	101	188	92	ø 12 15	ø 8 15				11	12.1	-1.3	-161.0	0.29	0.10	0.40		-0.17	-0.12	-0.57	-2.48	
2020	2029	2148	2146	101	185	146	ø 12 15	ø 8 15				11	156.5	-1.4	-179.4	0.49	0.16	0.65		-0.06	-0.05	2.56	-0.88	
2033	2034	2241	2240	101	130	51	ø 12 15	ø 8 15				9	34.0	0.3	31.5	0.17	0.09	0.37		-0.44	-0.22	12.36	-5.86	
2054	2058	2571	2567	102	415	311	ø 12 15	ø 10 15				8	-612.1	3.7	232.5	0.02	0.01	0.06		-0.28	-0.24	-2.51	-4.05	
2224	2233	2235	2226	100	129	169	ø 12 15	ø 8 15				13	-1.2	-0.1	43.9	0.15	0.05	0.21		-0.12	-0.10	1.48	-1.79	
2567	2571	2762	2741	102	106	311	ø 12 15	ø 10 15				11	-18.1	-1.4	-36.0	0.15	0.05	0.22		-0.87	-0.41	18.47	-10.33	
2723	2750	2751	2724	101	32	282	ø 12 14	ø 10 15				15	52.7	0.8	-1.5	0.30	0.01	0.04		-1.24	-0.98	-7.13	-18.07	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2737	2748	2750	2739	101	130	61	ø 12 15	ø 8 15		15	19.3	-0.0	-10.6	0.07	0.01	0.06		-0.31	-0.19	-1.38	-4.44
2761	2798	2797	2771	101	32	308	ø 12 14	ø 10 15		15	31.8	-0.2	-1.1	0.17	0.00	0.01		-0.83	-0.69	-4.83	-12.13
2784	2795	2798	2786	101	130	77	ø 12 15	ø 8 15		15	1.3	-0.1	-18.2	0.07	0.02	0.08		-0.30	-0.15	-0.77	-4.33

3.1.1 Esito verifiche (dettagliato)

- **Sezioni Impiegate:**

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
100	Muro MAN - Canna Ascensore	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
101	Muro MAN - Scale con ascensore	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
102	Muro MAN - Scale con ascensore	s 48 sF 48 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
103	Muro MAN - Scale con ascensore	s 48 sF 48 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
200	Muro MAN - Scale centrali-Trasv.	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
201	Muro MAN - Scale centrali-Long.	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
300	Muro ATR - Scale	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00
301	Muro ATR - Scale	s 25 sF 25 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	1.00

310	Muro ATRIO - Pilastri muratura	s 10 sF 10 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.0	1.00
311	Muro ATRIO - Pilastri muratura	s 10 sF 10 [cm]	Verset	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.0	1.00

- **Criteri di progetto dei nuclei.**

Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copriferro [cm]	cotg θ
criterio base	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.0	1.00

- **Impostazioni di verifica delle sezioni delle pareti**

Sezione	Info	Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
100	Muro MAN - Canna Ascensore s 25 sF 25 [cm]				x	
101	Muro MAN - Scale con ascensore s 25 sF 25 [cm]				x	
102	Muro MAN - Scale con ascensore s 48 sF 48 [cm]				x	
103	Muro MAN - Scale con ascensore s 48 sF 48 [cm]				x	
200	Muro MAN - Scale centrali- Trasv. s 25 sF 25 [cm]				x	
201	Muro MAN - Scale centrali- Long. s 25 sF 25 [cm]				x	
300	Muro ATR - Scale s 25 sF 25 [cm]				x	
301	Muro ATR - Scale s 25 sF 25 [cm]				x	
310	Muro ATRIO - Pilastri muratura s 10 sF 10 [cm]					
311	Muro ATRIO - Pilastri muratura s 10 sF 10 [cm]					

- **Verifiche Setti:**
- **NUCLEO 55 z=-0.300 [m] / Nodi: 196 202 205 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
196-202-205	301	839	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	281.1	338.1	48.1	0.18
Sommità	9	120.3	3.2	21.8	0.07

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-943.8	670.2	6.7	-0.69
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-946.0	654.4	6.6	-0.41
$\sigma_{s,t}$	32	-614.2	546.1	6.8	-0.78
$\sigma_{s,c}$	37	-943.8	670.2	6.7	-10.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-719.0	194.1	-5.3	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-719.0	194.1	-5.3	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-461.7	70.2	-4.7	-2.20
$\sigma_{s,c}$	34	-719.0	194.1	-5.3	-6.18

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
196-202-205	8.390	4.140	14	1.00	-450.2	8022.9	0.06	14	1.00	-450.2	2.00	0.0	0.0	1980.3		0.23	0.23

- **NUCLEO 60 z=-0.300 [m] / Nodi: 202 349 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
202-349	300	304	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	40.9	2.2	-643.8	0.46
Sommità	15	221.6	-2.3	-391.3	0.42

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-313.4	0.1	74.8	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-314.6	0.1	73.9	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-192.7	0.1	76.8	-0.75
$\sigma_{s,c}$	37	-313.4	0.1	74.8	-8.30
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-207.1	-0.3	-60.3	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-207.9	-0.3	-59.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-110.9	-0.2	-65.2	0.40
$\sigma_{s,c}$	37	-207.1	-0.3	-60.3	-5.94

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
202-349	3.040	4.140	9	1.00	438.0	2907.0	0.15	9	1.00	438.0	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.39	0.39

- **NUCLEO 56 z=-0.300 [m] / Nodi: 206 209 215 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
215-209-206	301	841	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	492.6	-2182.3	45.8	0.39
Sommità	9	267.6	-1326.1	-24.0	0.22

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37	-952.6	-655.4	5.5	-0.67
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-953.3	-639.6	5.4	-0.42
$\sigma_{s,t}$	32	-616.0	-534.6	5.8	-0.96
$\sigma_{s,c}$	37	-952.6	-655.4	5.5	-9.82
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-713.3	-245.6	-4.4	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-713.3	-245.6	-4.4	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-454.8	-116.8	-3.9	-2.03
$\sigma_{s,c}$	34	-713.3	-245.6	-4.4	-6.26

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
215-209-206	8.410	4.140	12	1.00	-338.2	8042.1	0.04	12	1.00	-338.2	2.00	0.0	0.0	1985.0		0.17	0.17

- **NUCLEO 59 z=-0.300 [m] / Nodi: 209 392 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
209-392	300	304	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	275.6	-5.1	191.1	0.35
Sommità	13	260.1	4.4	-310.1	0.41

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-315.7	-0.1	62.3	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-316.4	-0.1	62.0	-0.38

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32		-193.9	-0.1	68.2	-1.08
$\sigma_{s,c}$	37		-315.7	-0.1	62.3	-7.90
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-211.5	0.3	-47.9	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-211.8	0.3	-47.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32		-113.1	0.2	-54.7	-0.08
$\sigma_{s,c}$	37		-211.5	0.3	-47.9	-5.58

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
209-392	3.040	4.140	9	1.00	570.8	2907.0	0.20	9	1.00	570.8	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.51	0.51

- **NUCLEO 55.1 z=3.840 [m] / Nodi: 234 240 243 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale Parete**	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**	**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata Base 2x**	**Top 2x**
234-240-243	301	839	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	9	77.1	-421.7	26.2	0.09
Sommità	9	37.6	-194.6	320.5	0.68

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-603.6	7.5	-4.6	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-603.6	7.5	-4.6	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-470.5	53.2	-4.3	-2.38
$\sigma_{s,c}$	34	-603.6	7.5	-4.6	-4.49
Sommita					

$\sigma_{Cls,Max}$	38		-178.4	-25.5	-6.6	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	32		-183.6	37.7	-4.3	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38		-178.4	-25.5	-6.6	-0.34
$\sigma_{s,c}$	38		-178.4	-25.5	-6.6	-2.00

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$**	**S/R**	**S/R**
234-240-243	8.390	5.410	14	1.00	-354.8	8022.9	0.04	14	1.00	-354.8	2.00	0.0	0.0	1980.3		0.18	0.18

- **NUCLEO 60.1 z=3.840 [m] / Nodi: 240 366 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale Parete**	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**	**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata Base 2x**	**Top 2x**
240-366	300	304	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	15	303.9	-1.5	-310.8	0.43
Sommità	11	70.7	0.7	531.8	0.40

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-182.1	-0.1	-43.6	-0.32
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-182.1	-0.1	-43.6	-0.22
$\sigma_{s,t}$	32	-109.1	-0.0	-42.0	-0.49
$\sigma_{s,c}$	34	-182.1	-0.1	-43.6	-4.84
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-33.5	0.1	-1.3	-0.05
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-34.1	0.1	-0.2	-0.04

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32		-6.9	0.0	-1.4	-0.07
$\sigma_{s,c}$	37		-33.5	0.1	-1.3	-0.67

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
240-366	3.040	5.410	10	1.00	-410.4	2907.0	0.14	10	1.00	-410.4	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.37	0.37

- **NUCLEO 56.1 z=3.840 [m] / Nodi: 244 246 252 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
252-246-244	301	841	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-254.7	-2390.9	-9.0	0.16
Sommità	13	-102.2	-863.0	-212.5	0.46

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-598.4	-57.7	-3.7	-0.32
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-598.4	-57.7	-3.7	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-463.5	-100.7	-3.5	-2.20
$\sigma_{s,c}$	34	-598.4	-57.7	-3.7	-4.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-177.9	26.4	-6.8	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	32	-183.0	-46.6	-5.0	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-177.9	26.4	-6.8	-0.32
$\sigma_{s,c}$	38	-177.9	26.4	-6.8	-2.01

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	
252-246-244	8.410	5.410	12	1.00	-265.4	8042.1	0.03	12	1.00	-265.4	2.00	0.0	0.0	1985.0		0.13	0.13

- **NUCLEO 59.1 z=3.840 [m] / Nodi: 246 409 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
246-409	300	304	541	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	277.3	2.6	-70.7	0.23
Sommità	9	35.1	0.3	-556.9	0.39

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-185.8	0.1	-33.2	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-185.8	0.1	-33.2	-0.22
$\sigma_{s,t}$	32	-111.4	0.0	-31.7	-0.90
$\sigma_{s,c}$	34	-185.8	0.1	-33.2	-4.54
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-33.8	-0.1	-5.4	-0.06
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-34.0	-0.1	-5.0	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-5.4	-0.0	-6.9	0.50
$\sigma_{s,c}$	37	-33.8	-0.1	-5.4	-0.82

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
246-409	3.040	5.410	10	1.00	-589.2	2907.0	0.20	10	1.00	-589.2	2.00	0.0	0.0	1121.1		0.53	0.53

- **NUCLEO 55.2 z=9.250 [m] / Nodi: 271 277 280 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
271-277-280	301	839	357	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-175.2	583.7	-406.0	0.84
Sommità	18	3.4	-2.6	-0.0	0.00

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-0.17
$\sigma_{s,c}$	38	-187.2	-41.8	-8.0	-2.28
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	33	-0.0	0.0	-0.0	-0.00
$\sigma_{Cls,Med}$	33	-0.0	0.0	-0.0	-0.00
$\sigma_{s,t}$	33	-0.0	0.0	-0.0	0.00
$\sigma_{s,c}$	33	-0.0	0.0	-0.0	-0.00

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
271-277-280	8.390	3.570	12	1.00	244.3	8022.9	0.03	12	1.00	244.3	2.00	0.0	0.0	1980.3		0.12	0.12

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 56.2 z=9.250 [m] / Nodi: 281 284 290 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
290-284-281	301	841	357	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-132.2	-785.5	-261.9	0.55
Sommità	19	3.1	2.3	-0.0	0.00

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-0.08
$\sigma_{s,t}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-0.14
$\sigma_{s,c}$	38	-187.6	44.1	-8.2	-2.31
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	0.0	-0.0	0.0	-0.00
$\sigma_{Cls,Med}$	32	0.0	-0.0	-0.0	0.00
$\sigma_{s,t}$	38	0.0	-0.0	0.0	0.00
$\sigma_{s,c}$	33	0.0	-0.0	-0.0	-0.00

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\rho_h / (\rho_v+\rho_N)$	S/R	S/R
290-284-281	8.410	3.570	14	1.00	211.1	8042.1	0.03	14	1.00	211.1	2.00	0.0	0.0	1985.0		0.11	0.11

- **NUCLEO 57 z=-0.300 [m] / Nodi: 343 349 350 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
343-349-350	300	672	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-524.8	-4464.8	30.4	0.49
Sommità	11	206.3	1818.5	6.4	0.33

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-891.5	17.7	6.1	-0.57
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-891.5	17.7	6.1	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-445.4	-126.8	5.9	-1.95
$\sigma_{s,c}$	37	-891.5	17.7	6.1	-8.24
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-529.1	238.2	-4.5	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-529.1	238.2	-4.5	-0.29
$\sigma_{s,t}$	32	-210.1	97.9	-4.6	-0.40
$\sigma_{s,c}$	37	-529.1	238.2	-4.5	-6.64

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
343-349-350	6.720	4.140	12	1.00	582.3	6426.0	0.09	12	1.00	582.3	2.00	0.0	0.0	1586.1		0.37	0.37

- **NUCLEO 57.1 z=3.840 [m] / Nodi: 362 366 367 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
362-366-367	300	522	238	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-245.6	2453.6	-12.4	0.48
Sommità	11	197.1	773.2	-1.3	0.27

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-351.3	269.2	-3.6	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-351.3	269.2	-3.6	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-175.8	157.1	-3.4	0.70
$\sigma_{s,c}$	37	-351.3	269.2	-3.6	-7.51
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-283.3	243.1	-1.2	-0.41
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-283.3	243.1	-1.2	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-99.3	92.6	-1.1	0.26
$\sigma_{s,c}$	37	-283.3	243.1	-1.2	-6.07

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
362-366-367	5.218	2.380	15	1.00	-541.3	4990.0	0.11	15	1.00	-541.3	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.44	0.44

- **NUCLEO 57.2 z=6.220 [m] / Nodi: 373 374 376 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
376-373-374	300	522	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-86.4	1120.3	-5.8	0.23

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	11	185.3	347.0	-2.4	0.17

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-263.0	151.6	-1.2	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-263.0	151.6	-1.2	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-90.8	68.4	-1.0	0.02
$\sigma_{s,c}$	37	-263.0	151.6	-1.2	-4.78
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	17.6	33.4	0.0	-0.05
$\sigma_{Cls,Med}$	32	7.0	-4.5	-0.1	0.00
$\sigma_{s,t}$	34	17.6	33.4	0.0	6.12
$\sigma_{s,c}$	34	17.6	33.4	0.0	-0.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
376-373-374	5.218	3.030	15	1.00	-492.8	4990.0	0.10	15	1.00	-492.8	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.40	0.40

- **NUCLEO 58 z=-0.300 [m] / Nodi: 392 391 398 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
398-392-391	300	672	414	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	92.0	4005.9	3.3	0.60
Sommità	15	25.8	2217.7	23.1	0.35

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-879.8	-16.3	5.2	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-879.8	-16.3	5.2	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-445.2	118.3	5.1	-2.11
$\sigma_{s,c}$	37	-879.8	-16.3	5.2	-8.01
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-528.4	-192.3	-3.5	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-528.4	-192.3	-3.5	-0.29
$\sigma_{s,t}$	32	-217.0	-65.1	-3.7	-0.81
$\sigma_{s,c}$	37	-528.4	-192.3	-3.5	-6.17

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
398-392-391	6.720	4.140	15	1.00	731.8	6426.0	0.11	15	1.00	731.8	2.00	0.0	0.0	1586.1		0.46	0.46

- **NUCLEO 58.1 z=3.840 [m] / Nodi: 408 409 413 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
408-409-413	300	522	238	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-49.8	1942.9	17.6	0.46
Sommità	11	275.0	-330.8	4.1	0.21

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37	-355.4	-231.3	-2.8	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-355.4	-231.3	-2.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-184.3	-135.2	-2.7	0.14
$\sigma_{s,c}$	37	-355.4	-231.3	-2.8	-6.97
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-286.8	-229.2	-0.9	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-286.8	-229.2	-0.9	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-106.2	-82.4	-0.8	0.00
$\sigma_{s,c}$	37	-286.8	-229.2	-0.9	-5.89

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
408-409-413	5.218	2.380	13	1.00	628.3	4990.0	0.13	13	1.00	628.3	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.51	0.51

- **NUCLEO 58.2 z=6.220 [m] / Nodi: 420 421 425 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
420-421-425	300	522	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-255.9	-1063.9	-5.3	0.15
Sommità	11	199.3	-567.4	-3.0	0.22

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-266.4	-138.3	-1.0	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-266.4	-138.3	-1.0	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-96.9	-60.2	-0.8	-0.18

$\sigma_{s,c}$	37	-266.4	-138.3	-1.0	-4.62
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	14.3	-34.8	0.1	-0.06
$\sigma_{Cls,Med}$	32	3.2	5.6	-0.0	0.00
$\sigma_{s,t}$	34	14.3	-34.8	0.1	5.71
$\sigma_{s,c}$	34	14.3	-34.8	0.1	-0.85

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
420-421-425	5.218	3.030	13	1.00	578.1	4990.0	0.12	13	1.00	578.1	2.00	0.0	0.0	1231.7		0.47	0.47

- **NUCLEO 3 z=-0.300 [m] / Nodi: 875 1133 1251 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
875-1133-1251	201	737	222	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	1340.8	-50.2	1389.6	0.67
Sommità	13	1446.9	-16.7	871.4	0.54

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-923.0	-0.9	-73.8	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-923.0	-0.9	-73.8	-0.46
$\sigma_{s,t}$	32	-498.9	-0.8	-128.0	-2.87
$\sigma_{s,c}$	37	-923.0	-0.9	-73.8	-7.45
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-825.3	-2.5	211.8	-0.53

$\sigma_{Cls,Med}$	37		-825.3	-2.5	211.8	-0.41
$\sigma_{s,t}$	32		-401.2	-0.7	101.0	-2.31
$\sigma_{s,c}$	37		-825.3	-2.5	211.8	-7.73

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
875-1133-1251	7.370	2.216	10	1.00	-1302.1	7047.6	0.18	10	1.00	-1302.1	2.00	0.0	0.0	1739.5		0.75	0.75

- **NUCLEO 17 z=-0.300 [m] / Nodi: 875 879 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
875-879	200	271	504	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	573.3	1590.3	-1.5	0.75
Sommità	15	469.5	150.6	0.2	0.19

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-424.4	-20.8	-0.7	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-424.4	-20.8	-0.7	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32	-209.5	-7.4	-0.6	-3.30
$\sigma_{s,c}$	37	-424.4	-20.8	-0.7	-8.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-312.7	-104.9	-1.9	-0.70
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-312.7	-104.9	-1.9	-0.37
$\sigma_{s,t}$	38	-238.5	-75.8	-2.3	-0.74
$\sigma_{s,c}$	37	-312.7	-104.9	-1.9	-10.08

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R	S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$		
875-879	2.710	5.040	14	1.00	-410.9	2591.4	0.16	14	1.00	-410.9	2.00	0.0	0.0	639.6		0.64	0.64

- **NUCLEO 9 z=2.062 [m] / Nodi: 881 1137 1252 1303 1333 1374 1499 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
881-1137-1252-1303-1333-1374-1499	201	1201	269	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	1429.9	-31.7	1294.7	0.34
Sommità	13	1338.3	-35.5	-211.0	0.26

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1084.0	-3.0	-623.9	-0.45
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1084.0	-3.0	-623.9	-0.33
$\sigma_{s,t}$	32	-533.1	-1.0	-366.8	-1.54
$\sigma_{s,c}$	37	-1084.0	-3.0	-623.9	-6.61
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-680.0	5.2	-307.7	-0.29
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-680.0	5.2	-307.7	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-334.8	4.7	-94.7	-0.96
$\sigma_{s,c}$	37	-680.0	5.2	-307.7	-4.21

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
881-1137-1252-1303-1333-1374-1499	12.005	2.690	10	1.00	-1790.0	11479.9	0.16	10	1.00	-1790.0	2.00	0.0	0.0	2833.6		0.63	0.63

- **NUCLEO 17.1 z=4.740 [m] / Nodi: 892 886 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
892-886	200	271	362	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	286.4	657.1	1.8	0.42
Sommità	7	-83.0	-74.8	38.6	0.12

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-165.8	6.5	-1.9	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-165.8	6.5	-1.9	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-92.6	-15.8	-0.9	-0.85
$\sigma_{s,c}$	37	-165.8	6.5	-1.9	-3.93
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-62.2	-55.8	28.4	-1.60
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-62.2	-55.8	28.4	-0.64
$\sigma_{s,t}$	38	-62.2	-55.8	28.4	34.86
$\sigma_{s,c}$	37	-79.7	-75.4	25.2	-16.29

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
892-886	2.710	3.620	14	1.00	-360.7	2591.4	0.14	14	1.00	-360.7	2.00	0.0	0.0	639.6		0.56	0.56

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 13 z=-0.300 [m] / Nodi: 898 902 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
898-902	200	268	504	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	1014.1	-1539.3	2.7	0.87
Sommità	13	657.9	-312.4	-4.5	0.32

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-411.7	-15.8	-0.9	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-411.7	-15.8	-0.9	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-194.5	-20.0	-0.8	-2.51
$\sigma_{s,c}$	37	-411.7	-15.8	-0.9	-8.28
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-307.5	103.6	-2.5	-0.71
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-307.5	103.6	-2.5	-0.37
$\sigma_{s,t}$	38	-237.3	80.7	-2.9	-0.33
$\sigma_{s,c}$	37	-307.5	103.6	-2.5	-10.24

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
898-902	2.685	5.040	12	1.00	432.8	2567.5	0.17	12	1.00	432.8	2.00	0.0	0.0	633.7		0.68	0.68

- **NUCLEO 1 z=-0.300 [m] / Nodi: 902 1165 1260 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
902-1165-1260	201	732	276	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	1179.9	50.7	-303.6	0.46
Sommità	15	930.9	11.8	951.5	0.42

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1023.6	-3.0	-38.4	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1023.6	-3.0	-38.4	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32	-527.4	-0.6	-115.7	-3.19
$\sigma_{s,c}$	37	-1023.6	-3.0	-38.4	-8.30
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-841.8	2.8	98.1	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-841.8	2.8	98.1	-0.42
$\sigma_{s,t}$	32	-387.8	0.5	38.6	-2.62
$\sigma_{s,c}$	37	-841.8	2.8	98.1	-7.27

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
902-1165-1260	7.320	2.763	10	1.00	-1230.9	6999.7	0.18	10	1.00	-1230.9	2.00	0.0	0.0	1727.7		0.71	0.71

- **NUCLEO 2 z=2.370 [m] / Nodi: 906 1170 1262 1309 1338 1407 1537 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
906-1170-1262-1309-1338-1407-1537	201	1200	229	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	1147.9	20.4	-490.0	0.23
Sommità	15	1092.7	36.1	43.5	0.21

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1080.4	4.5	-866.4	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1080.4	4.5	-866.4	-0.33
$\sigma_{s,t}$	32	-504.2	1.4	-394.4	-1.31
$\sigma_{s,c}$	37	-1080.4	4.5	-866.4	-7.25
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-711.2	-8.8	-655.3	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-711.2	-8.8	-655.3	-0.22
$\sigma_{s,t}$	32	-341.9	-5.9	-210.0	-0.65
$\sigma_{s,c}$	37	-711.2	-8.8	-655.3	-5.40

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
906-1170-1262-1309-1338-1407-1537	12.000	2.290	10	1.00	-1550.9	11475.0	0.14	10	1.00	-1550.9	2.00	0.0	0.0	2832.4		0.55	0.55

- **NUCLEO 13.1 z=4.740 [m] / Nodi: 909 913 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
909-913	200	268	362	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	439.4	-873.8	-2.6	0.59

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	7	-77.4	59.1	42.8	0.14

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-167.3	-26.4	-2.6	-0.36
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-167.3	-26.4	-2.6	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-91.8	14.8	-1.1	-0.79
$\sigma_{s,c}$	37	-167.3	-26.4	-2.6	-4.99
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-57.7	43.6	31.4	-1.67
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-57.7	43.6	31.4	-0.70
$\sigma_{s,t}$	38	-57.7	43.6	31.4	38.17
$\sigma_{s,c}$	38	-57.7	43.6	31.4	-15.39

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
909-913	2.685	3.620	12	1.00	473.2	2567.5	0.18	12	1.00	473.2	2.00	0.0	0.0	633.7		0.75	0.75

- **NUCLEO 5 z=4.740 [m] / Nodi: 913 1183 1264 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
913-1183-1264	201	732	206	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	456.6	56.1	641.6	0.30
Sommità	15	307.6	-26.0	815.5	0.23

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-425.0	-5.9	32.4	-0.29
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-425.0	-5.9	32.4	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-258.9	-4.9	17.1	-1.24
$\sigma_{s,c}$	37	-425.0	-5.9	32.4	-4.11
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-270.4	18.8	176.2	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-270.4	18.8	176.2	-0.19
$\sigma_{s,t}$	38	-270.4	18.8	176.2	2.66
$\sigma_{s,c}$	38	-270.4	18.8	176.2	-6.01

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
913-1183-1264	7.320	2.059	10	1.00	-606.3	6999.7	0.09	10	1.00	-606.3	2.00	0.0	0.0	1727.7		0.35	0.35

- **NUCLEO 7 z=6.630 [m] / Nodi: 1342 1425 1548 1313 1266 1188 917 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
917-1188-1266-1313-1342-1425-1548	201	1200	166	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	20.7	-27.1	-123.5	0.05
Sommità	7	-270.2	92.9	-265.1	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

$\sigma_{Cls,Max}$	37	-444.6	7.9	-270.0	-0.23
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-444.6	7.9	-270.0	-0.14
$\sigma_{s,t}$	32	-209.0	5.5	-134.0	-0.25
$\sigma_{s,c}$	37	-444.6	7.9	-270.0	-3.24
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-205.0	68.5	-196.8	-1.02
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-205.0	68.5	-196.8	-0.47
$\sigma_{s,t}$	38	-205.0	68.5	-196.8	29.48
$\sigma_{s,c}$	37	-313.6	61.2	-221.0	-8.34

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
917-1188-1266-1313-1342-1425-1548	12.000	1.657	10	1.00	-691.0	11475.0	0.06	10	1.00	-691.0	2.00	0.0	0.0	2832.4		0.24	0.24

- **NUCLEO 12 z=6.961 [m] / Nodi: 1153 895 1256 1307 1327 1387 1510 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
895-1153-1256-1307-1327-1387-1510	201	1201	138	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-600.8	-34.7	-646.1	0.02
Sommità	7	-272.1	-80.2	-174.5	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-421.7	-11.9	-108.8	-0.23
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-421.7	-11.9	-108.8	-0.13
$\sigma_{s,t}$	32	-185.8	-8.3	-118.7	0.07

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37	-421.7	-11.9	-108.8	-3.07
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-206.5	-59.1	-127.1	-0.86
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-206.5	-59.1	-127.1	-0.40
$\sigma_{s,t}$	38	-206.5	-59.1	-127.1	23.59
$\sigma_{s,c}$	38	-206.5	-59.1	-127.1	-6.99

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								
			Comb ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
895-1153-1256-1307-1327-1387-1510	12.005	1.385	10 1.00	-780.8	11479.9	0.07	10 1.00	-780.8	2.00	0.0	0.0	2833.6		0.28	0.28

- **NUCLEO 10 z=4.740 [m] / Nodi: 1145 1254 892 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1254-1145-892	201	737	215	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	430.2	-28.5	449.5	0.23
Sommità	13	195.1	15.9	355.0	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-365.0	4.9	37.8	-0.25
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-365.0	4.9	37.8	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-245.1	4.6	23.6	-1.13
$\sigma_{s,c}$	37	-365.0	4.9	37.8	-3.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-223.9	-14.6	78.1	-0.33

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	38		-223.9	-14.6	78.1	-0.15
$\sigma_{s,t}$	38		-223.9	-14.6	78.1	1.12
$\sigma_{s,c}$	37		-286.3	-11.7	103.9	-4.21

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1254-1145-892	7.370	2.150	10	1.00	571.8	7047.6	0.08	10	1.00	571.8	2.00	0.0	0.0	1739.5		0.33	0.33

- **NUCLEO 25 z=-0.300 [m] / Nodi: 1133 1134 1135 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1133-1134-1135	200	135	210	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	112.5	474.8	-1.3	0.91
Sommità	15	197.4	-109.0	0.2	0.34

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-238.7	34.9	-0.2	-0.99
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-238.7	34.9	-0.2	-0.59
$\sigma_{s,t}$	38	-199.4	35.5	-0.2	-1.70
$\sigma_{s,c}$	37	-238.7	34.9	-0.2	-14.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-221.0	-65.5	0.1	-1.29
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-221.0	-65.5	0.1	-0.64
$\sigma_{s,t}$	38	-181.7	-61.2	0.0	4.39
$\sigma_{s,c}$	37	-221.0	-65.5	0.1	-18.92

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	
1133-1134-1135	1.350	2.100	14	1.00	-284.2	1290.9	0.22	14	1.00	-284.2	2.00	0.0	0.0	318.6		0.89	0.89

- **NUCLEO 26 z=1.800 [m] / Nodi: 1137 1138 1139 1140 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1137-1138-1139-1140	200	271	294	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	282.3	699.0	-0.2	0.84
Sommità	15	209.7	146.2	-1.6	0.31

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-310.2	9.0	-0.0	-0.45
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-310.2	9.0	-0.0	-0.42
$\sigma_{s,t}$	32	-134.5	9.7	-0.0	-2.32
$\sigma_{s,c}$	37	-310.2	9.0	-0.0	-6.69
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-252.3	-144.7	0.6	-0.81
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-252.3	-144.7	0.6	-0.39
$\sigma_{s,t}$	38	-212.6	-133.0	0.4	2.19
$\sigma_{s,c}$	37	-252.3	-144.7	0.6	-11.64

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
1137-1138-1139-1140	2.710	2.943	14	1.00	-317.5	2591.4	0.12	14	1.00	-317.5	2.00	0.0	0.0	639.6		0.50	0.50

- **NUCLEO 26.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1145 1146 1147 1148 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1145-1146	200	31	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		
1147-1148	200	110	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 10 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	204.9	318.5	-2.0	0.57
Sommità	8	-16.6	-18.5	-11.6	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-115.2	26.1	0.6	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-120.3	8.8	0.4	-0.31
$\sigma_{s,t}$	34	-103.9	29.7	0.6	-2.20
$\sigma_{s,c}$	37	-115.2	26.1	0.6	-6.99
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-57.2	-20.2	-3.1	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-66.8	-25.1	-2.4	-0.19
$\sigma_{s,t}$	34	-47.9	-17.1	-3.3	3.31
$\sigma_{s,c}$	37	-57.2	-20.2	-3.1	-5.55

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R

1145-1146	0.310	3.620	12	1.00	58.1	296.4	0.20	12	1.00	58.1	2.00	0.0	0.0	114.3		0.51	0.51
1147-1148	1.100	3.620	14	1.00	-184.9	1051.9	0.18	14	1.00	-184.9	2.00	0.0	0.0	405.7		0.46	0.46

- **NUCLEO 15 z=-0.300 [m] / Nodi: 1612 1165 1558 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1165-1612-1558	200	130	295	25	2x ø 14 10'	ø 16/14 20'	ø 16/14 20'	2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	186.5	-361.4	1.2	0.56
Sommità	13	-20.6	83.6	-0.4	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-193.9	-43.3	-0.2	-0.95
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-193.9	-43.3	-0.2	-0.47
$\sigma_{s,t}$	38	-161.7	-40.7	-0.2	0.35
$\sigma_{s,c}$	37	-193.9	-43.3	-0.2	-13.74
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-230.7	67.1	-0.0	-1.29
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-230.7	67.1	-0.0	-0.65
$\sigma_{s,t}$	38	-196.3	63.2	-0.0	3.26
$\sigma_{s,c}$	37	-230.7	67.1	-0.0	-18.76

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1165-1612-1558	1.300	2.950	12	1.00	-237.9	1243.6	0.19	12	1.00	-237.9	2.00	0.0	0.0	307.0		0.77	0.77

- **NUCLEO 27 z=2.650 [m] / Nodi: 1171 1172 1173 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1171-1172-1173	200	138	209	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	120.2	-314.0	-0.4	0.83
Sommità	13	146.4	-79.5	-1.8	0.34

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-169.0	-2.4	-0.1	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-169.0	-2.4	-0.1	-0.43
$\sigma_{s,t}$	32	-63.5	1.9	0.0	-2.12
$\sigma_{s,c}$	37	-169.0	-2.4	-0.1	-6.87
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-204.3	49.1	-1.0	-1.12
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-204.3	49.1	-1.0	-0.53
$\sigma_{s,t}$	34	-189.4	48.1	-0.6	0.65
$\sigma_{s,c}$	37	-204.3	49.1	-1.0	-16.01

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1171-1172-1173	1.385	2.090	12	1.00	130.8	1323.9	0.10	12	1.00	130.8	2.00	0.0	0.0	326.8		0.40	0.40

- **NUCLEO 16 z=2.650 [m] / Nodi: 1173 1174 1170 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x

1173-1174-1170	200		130	209	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-83.3	58.5	0.4	0.09
Sommità	15	60.7	-101.3	-0.0	0.45

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-155.0	-2.6	-0.1	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-155.0	-2.6	-0.1	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-67.2	-2.5	-0.0	-2.37
$\sigma_{s,c}$	37	-155.0	-2.6	-0.1	-7.09
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-51.1	13.6	-0.1	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-60.9	6.9	-0.1	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-23.8	9.0	0.0	1.31
$\sigma_{s,c}$	38	-51.1	13.6	-0.1	-4.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1173-1174-1170	1.300	2.090	13	1.00	129.9	1243.6	0.10	13	1.00	129.9	2.00	0.0	0.0	307.0		0.42	0.42

- **NUCLEO 27.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1179 1180 1181 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1179-1180-1181	200	138	240	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base	12	127.9	-293.7	-2.1	0.80
Sommità	13	149.8	192.2	2.9	0.60

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-124.7	-56.7	-1.1	-1.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-124.7	-56.7	-1.1	-0.54
$\sigma_{s,t}$	34	-105.4	-54.4	-0.6	12.39
$\sigma_{s,c}$	37	-124.7	-56.7	-1.1	-16.38
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-116.5	17.8	2.8	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-116.5	17.8	2.8	-0.30
$\sigma_{s,t}$	38	-116.5	17.8	2.8	0.04
$\sigma_{s,c}$	38	-116.5	17.8	2.8	-8.91

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1179-1180-1181	1.385	2.400	12	1.00	203.4	1323.9	0.15	12	1.00	203.4	2.00	0.0	0.0	326.8		0.62	0.62

- **NUCLEO 27.2 z=7.140 [m] / Nodi: 1189 1190 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1189-1190	200	62	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-14.9	-13.5	0.0	0.15
Sommità	12	-61.9	-5.0	2.6	0.05

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-67.0	1.8	1.4	-0.69
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-67.0	1.8	1.4	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-35.2	0.8	-0.1	-2.41
$\sigma_{s,c}$	38	-67.0	1.8	1.4	-9.12
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-56.7	-0.7	2.3	-0.68
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-56.7	-0.7	2.3	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32	-28.1	0.7	-1.0	-0.55
$\sigma_{s,c}$	38	-56.7	-0.7	2.3	-8.76

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1189-1190	0.621	1.220	12	1.00	-24.0	594.1	0.04	12	1.00	-24.0	2.00	0.0	0.0	146.6		0.16	0.16

- **NUCLEO 28 z=7.140 [m] / Nodi: 1190 1192 1188 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1190-1192-1188	200	206	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	128.4	-168.5	1.5	0.38
Sommità	12	48.4	70.2	5.8	0.18

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	38	-61.5	27.4	1.3	-0.32
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-61.5	27.4	1.3	-0.13
$\sigma_{s,t}$	38	-61.5	27.4	1.3	1.28
$\sigma_{s,c}$	38	-61.5	27.4	1.3	-4.39
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-65.5	43.0	7.8	-1.05
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-65.5	43.0	7.8	-0.35
$\sigma_{s,t}$	38	-65.5	43.0	7.8	16.57
$\sigma_{s,c}$	38	-65.5	43.0	7.8	-12.31

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1190-1192-1188	2.064	1.220	12	1.00	250.5	1973.5	0.13	12	1.00	250.5	2.00	0.0	0.0	487.1		0.51	0.51

- **NUCLEO 11 z=4.740 [m] / Nodi: 1305 1335 1379 1503 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1305-1335-1379-1503	201	333	230	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	384.9	-16.9	247.7	0.45
Sommità	13	17.0	13.9	-262.3	0.19

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-136.5	-1.1	32.8	-0.24
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-136.5	-1.1	32.8	-0.15

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	37	-136.5	-1.1	32.8	-0.98
$\sigma_{s,c}$	37	-136.5	-1.1	32.8	-3.52
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-112.7	0.7	-32.2	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-112.7	0.7	-32.2	-0.12
$\sigma_{s,t}$	32	-40.6	-0.3	-11.3	-0.25
$\sigma_{s,c}$	37	-112.7	0.7	-32.2	-2.98

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$**	**S/R**	**S/R**
1305-1335-1379-1503	3.330	2.300	8	1.00	291.5	3184.3	0.09	8	1.00	291.5	2.00	0.0	0.0	786.0		0.37	0.37

- **NUCLEO 6 z=4.740 [m] / Nodi: 1417 1544 1340 1311 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
1311-1340-1417-1544	201	338	189	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	15	481.7	10.4	41.2	0.33
Sommità	15	285.9	-11.6	-152.0	0.31

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-123.9	0.3	-5.9	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-125.6	0.2	-4.1	-0.14
$\sigma_{s,t}$	32	-88.8	-0.2	-22.3	-0.76
$\sigma_{s,c}$	37	-123.9	0.3	-5.9	-2.26

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-98.5	0.4	-31.6	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-99.2	0.4	-28.6	-0.11
$\sigma_{s,t}$	38	-67.1	0.6	-27.8	-0.14
$\sigma_{s,c}$	37	-98.5	0.4	-31.6	-2.60

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1311-1340-1417-1544	3.380	1.893	8	1.00	173.5	3232.1	0.05	8	1.00	173.5	2.00	0.0	0.0	797.8		0.22	0.22

- **NUCLEO 8 z=-0.300 [m] / Nodi: 1331 1366 1491 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1331-1366-1491	201	283	245	25	2x ø 14 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	973.2	-31.4	223.1	0.78
Sommità	13	620.0	-0.7	-350.1	0.57

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-321.0	0.2	-9.7	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-321.0	0.2	-9.7	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-178.5	0.3	-22.3	-2.43
$\sigma_{s,c}$	37	-321.0	0.2	-9.7	-6.48
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-270.7	-0.7	-41.4	-0.47
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-270.7	-0.7	-41.4	-0.34

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32		-128.8	-0.4	-12.0	-1.87
$\sigma_{s,c}$	37		-270.7	-0.7	-41.4	-6.91

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione						taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R		Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\underline{\rho_h}$ $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1331-1366-1491	2.830	2.450	8	1.00	462.7	2706.2	0.17		8	1.00	462.7	2.00	0.0	0.0	668.0		0.69	0.69

- **NUCLEO 4 z=-0.300 [m] / Nodi: 1336 1399 1533 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1336-1399-1533	201	283	276	25	2x ø 14 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	1072.4	27.6	-86.5	0.68
Sommità	15	837.4	-1.1	-202.9	0.55

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-301.3	-0.3	-0.5	-0.39
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-301.3	-0.3	-0.5	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-170.6	-0.1	-19.0	-2.47
$\sigma_{s,c}$	34	-301.3	-0.3	-0.5	-5.79
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-248.8	0.9	-70.1	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-250.2	0.9	-67.8	-0.31
$\sigma_{s,t}$	38	-185.5	0.9	-53.6	-1.18
$\sigma_{s,c}$	37	-248.8	0.9	-70.1	-7.64

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R	S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$		
1336-1399-1533	2.830	2.763	8	1.00	350.9	2706.2	0.13	8	1.00	350.9	2.00	0.0	0.0	668.0		0.53	0.53

- **NUCLEO 19 z=-0.300 [m] / Nodi: 1366 1367 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1366-1367	200	74	295	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-55.2	116.2	-2.3	0.45
Sommità	13	127.1	72.7	-0.8	0.43

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-98.0	-0.0	0.1	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-98.0	-0.0	0.1	-0.42
$\sigma_{s,t}$	32	-52.4	1.4	-0.1	-2.64
$\sigma_{s,c}$	37	-98.0	-0.0	0.1	-6.41
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-87.4	-4.3	-0.0	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-87.4	-4.3	-0.0	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-43.7	-3.5	0.0	-1.10
$\sigma_{s,c}$	37	-87.4	-4.3	-0.0	-7.78

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
1366-1367	0.735	2.950	14	1.00	-106.6	702.8	0.15	14	1.00	-106.6	2.00	0.0	0.0	173.5		0.61	0.61

- **NUCLEO 20 z=-0.300 [m] / Nodi: 1368 1369 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1368-1369	200	68	295	25	2x ø 16 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	406.9	86.7	-1.6	0.92
Sommità	15	416.5	-64.9	1.1	0.81

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-132.0	-6.1	-0.1	-0.89
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-132.0	-6.1	-0.1	-0.63
$\sigma_{s,t}$	32	-67.2	-2.0	-0.1	-3.50
$\sigma_{s,c}$	37	-132.0	-6.1	-0.1	-12.93
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-119.5	6.8	-0.0	-0.85
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-119.5	6.8	-0.0	-0.57
$\sigma_{s,t}$	32	-54.7	2.3	0.0	-2.56
$\sigma_{s,c}$	37	-119.5	6.8	-0.0	-12.28

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1368-1369	0.675	2.950	12	1.00	57.0	645.5	0.09	12	1.00	57.0	2.00	0.0	0.0	159.3		0.36	0.36

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 21 z=2.650 [m] / Nodi: 1375 1376 1377 1378 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1375-1376-1377-1378	200	271	209	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	123.2	527.5	1.4	0.39
Sommità	15	150.1	229.9	-1.4	0.23

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-191.6	-54.0	-0.0	-0.41
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-191.6	-54.0	-0.0	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-95.0	-18.5	0.1	-1.07
$\sigma_{s,c}$	37	-191.6	-54.0	-0.0	-5.98
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-156.2	-46.1	0.4	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-156.2	-46.1	0.4	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-59.6	-20.5	0.3	-0.22
$\sigma_{s,c}$	37	-156.2	-46.1	0.4	-5.09

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1375-1376-1377-1378	2.710	2.090	12	1.00	171.6	2591.4	0.07	12	1.00	171.6	2.00	0.0	0.0	639.6		0.27	0.27

- **NUCLEO 22 z=4.740 [m] / Nodi: 1379 1380 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
1379-1380	200	74	240	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	50.4	114.9	-0.7	0.90
Sommità	13	130.7	83.3	-0.8	0.82

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-55.2	-11.8	0.1	-0.79
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-55.2	-11.8	0.1	-0.38
$\sigma_{s,t}$	37	-55.2	-11.8	0.1	4.75
$\sigma_{s,c}$	37	-55.2	-11.8	0.1	-11.32
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-22.5	4.9	-0.1	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-22.5	4.9	-0.1	-0.16
$\sigma_{s,t}$	37	-22.5	4.9	-0.1	2.16
$\sigma_{s,c}$	37	-22.5	4.9	-0.1	-4.76

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1379-1380	0.735	2.400	12	1.00	139.4	702.8	0.20	12	1.00	139.4	2.00	0.0	0.0	173.5		0.80	0.80

- **NUCLEO 23 z=4.740 [m] / Nodi: 1381 1382 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1381-1382	200	68	240	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	138.6	67.2	-1.5	0.88
Sommità	15	146.6	-59.5	1.1	0.82

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-49.9	3.1	0.4	-0.45
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-49.9	3.1	0.4	-0.26
$\sigma_{s,t}$	33	-44.1	3.3	0.4	-0.98
$\sigma_{s,c}$	37	-49.9	3.1	0.4	-6.27
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-39.7	1.4	-0.4	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-39.7	1.4	-0.4	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-29.0	0.1	-0.4	-1.75
$\sigma_{s,c}$	37	-39.7	1.4	-0.4	-4.40

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1381-1382	0.675	2.400	14	1.00	-53.2	645.5	0.08	14	1.00	-53.2	2.00	0.0	0.0	159.3		0.33	0.33

- **NUCLEO 24 z=7.140 [m] / Nodi: 1387 1388 1389 1390 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1387-1388-1389-1390	200	271	122	25	2x ø 12 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-38.9	-271.4	-2.1	0.15

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	9	-14.7	-0.3	-6.7	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-52.8	-24.0	-0.4	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-52.8	-24.0	-0.4	-0.07
$\sigma_{s,t}$	37	-52.8	-24.0	-0.4	0.10
$\sigma_{s,c}$	37	-52.8	-24.0	-0.4	-2.16
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-31.7	-14.3	-2.5	-0.19
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-31.7	-14.3	-2.5	-0.07
$\sigma_{s,t}$	38	-31.7	-14.3	-2.5	1.54
$\sigma_{s,c}$	38	-31.7	-14.3	-2.5	-2.34

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	
1387-1388-1389-1390	2.710	1.220	12	1.00	193.3	2591.4	0.07	12	1.00	193.3	2.00	0.0	0.0	639.6		0.30	0.30

- **NUCLEO 18 z=-0.300 [m] / Nodi: 1491 1495 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1491-1495	200	271	504	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	781.4	1352.4	-7.6	0.95
Sommità	11	-6.2	-350.8	3.9	0.17

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-389.7	-41.9	0.0	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-389.7	-41.9	0.0	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-179.5	-21.0	-0.3	-2.43
$\sigma_{s,c}$	37	-389.7	-41.9	0.0	-8.96
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-314.9	-101.0	0.8	-0.69
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-314.9	-101.0	0.8	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32	-97.6	-14.5	0.4	-1.12
$\sigma_{s,c}$	37	-314.9	-101.0	0.8	-10.13

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1491-1495	2.710	5.040	14	1.00	-453.9	2591.4	0.18	14	1.00	-453.9	2.00	0.0	0.0	639.6		0.71	0.71

- **NUCLEO 18.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1503 1507 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1503-1507	200	271	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	110.2	445.3	-0.0	0.47
Sommità	15	-21.2	-140.7	0.1	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37		-227.0	-2.9	0.8	-0.34
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-227.0	-2.9	0.8	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32		-94.8	-13.7	0.4	-1.20
$\sigma_{s,c}$	37		-227.0	-2.9	0.8	-5.01
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-146.9	-84.1	-0.6	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-146.9	-84.1	-0.6	-0.23
$\sigma_{s,t}$	34		-130.4	-78.7	-0.8	1.33
$\sigma_{s,c}$	37		-146.9	-84.1	-0.6	-6.88

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
1503-1507	2.710	3.620	14	1.00	-250.9	2591.4	0.10	14	1.00	-250.9	2.00	0.0	0.0	639.6		0.39	0.39

- **NUCLEO 14 z=-0.300 [m] / Nodi: 1529 1533 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale Parete**	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**	**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata Base 2x**	**Top 2x**
1529-1533	200	268	504	25	2x ø 14 10'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	576.3	-1409.7	-2.1	0.89
Sommità	13	342.2	-209.7	-0.3	0.24

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-301.0	6.1	0.4	-0.41
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-301.0	6.1	0.4	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-167.3	16.0	-0.1	-2.46

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37		-301.0	6.1	0.4	-6.03
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-218.2	105.4	0.4	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-218.2	105.4	0.4	-0.29
$\sigma_{s,t}$	37		-218.2	105.4	0.4	0.31
$\sigma_{s,c}$	37		-218.2	105.4	0.4	-8.52

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\underline{\rho_h}$ $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1529-1533	2.685	5.040	12	1.00	392.1	2567.5	0.15	12	1.00	392.1	2.00	0.0	0.0	633.7		0.62	0.62

- **NUCLEO 14.1 z=4.740 [m] / Nodi: 1540 1544 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1540-1544	200	268	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	264.0	-605.7	-2.7	0.75
Sommità	13	2.3	31.5	-4.1	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-95.5	-27.5	-0.1	-0.22
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-95.5	-27.5	-0.1	-0.13
$\sigma_{s,t}$	34	-94.9	-28.6	0.0	-0.70
$\sigma_{s,c}$	34	-94.9	-28.6	0.0	-3.19
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-15.6	-7.4	-1.3	-0.11

$\sigma_{Cls,Med}$	32		-10.1	1.3	-1.6	-0.05
$\sigma_{s,t}$	32		-10.1	1.3	-1.6	2.00
$\sigma_{s,c}$	34		-15.6	-7.4	-1.3	-1.31

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1540-1544	2.685	3.620	14	1.00	-317.1	2567.5	0.12	14	1.00	-317.1	2.00	0.0	0.0	633.7		0.50	0.50

- **NUCLEO 45 z=-7.700 [m] / Nodi: 1876 1878 1883 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1876-1878-1883	101	778	336	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-930.5	-2336.1	1.5	0.07
Sommità	12	-942.0	-2294.2	-2.6	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1089.3	-220.1	-1.0	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1089.3	-220.1	-1.0	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32	-625.0	18.9	-1.1	-4.19
$\sigma_{s,c}$	37	-1089.3	-220.1	-1.0	-9.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1014.3	-561.0	-1.9	-0.70
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1014.3	-561.0	-1.9	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-495.4	-60.8	-0.4	-3.13
$\sigma_{s,c}$	37	-1014.3	-561.0	-1.9	-10.41

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
1876-1878-1883	7.775	3.358	14	1.00	-366.1	7434.9	0.05	14	1.00	-366.1	2.00	0.0	0.0	1835.1		0.20	0.20

- **NUCLEO 44 z=-7.700 [m] / Nodi: 1876 2572 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1876-2572	101	639	318	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	133.8	-7.5	257.6	0.10
Sommità	13	131.1	-1.7	214.9	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-380.3	0.8	-87.4	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-380.3	0.8	-87.4	-0.22
$\sigma_{s,t}$	37	-380.3	0.8	-87.4	-2.41
$\sigma_{s,c}$	37	-380.3	0.8	-87.4	-4.14
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-183.7	-0.1	-44.7	-0.13
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-183.7	-0.1	-44.7	-0.11
$\sigma_{s,t}$	34	-183.0	-0.1	-44.1	-1.21
$\sigma_{s,c}$	37	-183.7	-0.1	-44.7	-1.95

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
1876-2572	6.385	3.180	8	1.00	102.5	6105.7	0.02	8	1.00	102.5	2.00	0.0	0.0	1507.1		0.07	0.07

- **NUCLEO 47 z=-7.700 [m] / Nodi: 2523 2575 1878 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1878-2523-2575	101	638	318	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	10	-684.5	3.5	-1357.3	0.06
Sommità	14	-1070.7	1.6	-510.2	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-804.0	0.8	-86.9	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-804.0	0.8	-86.9	-0.46
$\sigma_{s,t}$	32	-562.1	0.6	-43.0	-4.42
$\sigma_{s,c}$	37	-804.0	0.8	-86.9	-7.73
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-654.6	-0.8	-228.3	-0.51
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-654.6	-0.8	-228.3	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-428.9	-0.2	-107.2	-2.80
$\sigma_{s,c}$	37	-654.6	-0.8	-228.3	-7.57

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1878-2523-2575	6.385	3.180	11	1.00	-394.1	6105.6	0.06	11	1.00	-394.1	2.00	0.0	0.0	1507.0		0.26	0.26

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 46 z=-7.700 [m] / Nodi: 1883 2580 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1883-2580	101	638	495	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	117.8	6.2	-85.8	0.07
Sommità	15	84.8	-0.7	-131.3	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-608.4	-1.4	-16.1	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-608.4	-1.4	-16.1	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-351.4	-0.8	19.6	-2.76
$\sigma_{s,c}$	37	-608.4	-1.4	-16.1	-5.57
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-204.8	0.6	80.6	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-204.8	0.6	80.6	-0.12
$\sigma_{s,t}$	32	-68.2	0.5	58.9	-0.05
$\sigma_{s,c}$	37	-204.8	0.6	80.6	-2.50

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1883-2580	6.385	4.950	11	1.00	-84.0	6105.6	0.01	11	1.00	-84.0	2.00	0.0	0.0	1507.0		0.06	0.06

- **NUCLEO 44.1 z=-4.520 [m] / Nodi: 1890 2597 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
1890-2597	101	639	177	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	56.2	-5.4	74.5	0.04
Sommità	13	125.9	3.1	87.8	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	36	-147.3	2.4	27.5	-0.13
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-147.4	2.4	27.5	-0.08
$\sigma_{s,t}$	32	-131.9	2.2	45.0	-0.49
$\sigma_{s,c}$	37	-147.4	2.4	27.5	-1.82
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-76.7	-2.8	27.4	-0.10
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-76.7	-2.8	27.4	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-61.2	-2.2	46.1	0.22
$\sigma_{s,c}$	37	-76.7	-2.8	27.4	-1.29

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1890-2597	6.385	1.770	11	1.00	-18.6	6105.7	0.00	11	1.00	-18.6	2.00	0.0	0.0	1507.1		0.01	0.01

- **NUCLEO 45.1 z=-4.387 [m] / Nodi: 1890 1892 1897 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1890-1892-1897	101	779	159	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-1042.6	-3127.9	-2.0	0.10
Sommità	13	-974.3	-2670.7	7.4	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1088.9	-653.0	-1.3	-0.77
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1088.9	-653.0	-1.3	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32	-523.2	-92.2	-0.3	-3.17
$\sigma_{s,c}$	37	-1088.9	-653.0	-1.3	-11.36
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1004.8	-771.8	-1.3	-0.77
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1004.8	-771.8	-1.3	-0.47
$\sigma_{s,t}$	32	-439.1	-114.2	-0.1	-2.48
$\sigma_{s,c}$	37	-1004.8	-771.8	-1.3	-11.40

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	
1890-1892-1897	7.793	1.592	14	1.00	-399.5	7452.3	0.05	14	1.00	-399.5	2.00	0.0	0.0	1839.4		0.22	0.22

- **NUCLEO 47.1 z=-4.520 [m] / Nodi: 1892 2526 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1892-2526	101	476	198	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	-419.0	-1.0	845.4	0.08

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	14	-986.1	-3.8	195.5	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-619.2	-0.2	92.1	-0.57
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-619.2	-0.2	92.1	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-408.7	0.1	79.7	-3.57
$\sigma_{s,c}$	37	-619.2	-0.2	92.1	-8.49
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-565.4	-0.6	138.1	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-565.4	-0.6	138.1	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-354.8	-0.2	152.8	-1.89
$\sigma_{s,c}$	37	-565.4	-0.6	138.1	-8.62

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
1892-2526	4.760	1.985	10	1.00	-383.4	4551.7	0.08	10	1.00	-383.4	2.00	0.0	0.0	1123.5		0.34	0.34

- **NUCLEO 45.2 z=-2.750 [m] / Nodi: 1898 1900 1905 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1898-1900-1905	101	778	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-1004.3	-3494.4	19.0	0.14
Sommità	12	-946.0	-2639.4	-3.4	0.08

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1009.8	-847.3	3.8	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1009.8	-847.3	3.8	-0.48
$\sigma_{s,t}$	38	-814.8	-610.6	2.9	-2.15
$\sigma_{s,c}$	37	-1009.8	-847.3	3.8	-12.13
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-850.3	-1059.4	0.4	-0.79
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-850.3	-1059.4	0.4	-0.40
$\sigma_{s,t}$	37	-850.3	-1059.4	0.4	-0.29
$\sigma_{s,c}$	37	-850.3	-1059.4	0.4	-11.75

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1898-1900-1905	7.775	3.030	14	1.00	-358.9	7434.9	0.05	14	1.00	-358.9	2.00	0.0	0.0	1835.1		0.20	0.20

- **NUCLEO 48 z=-2.428 [m] / Nodi: 2528 2618 1900 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1900-2528-2618	101	640	274	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-1066.1	-1.3	-657.6	0.05
Sommità	13	97.9	3.0	490.7	0.11

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37		-590.1	-2.5	-208.6	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-590.1	-2.5	-208.6	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32		-394.6	-0.9	-114.3	-2.36
$\sigma_{s,c}$	37		-590.1	-2.5	-208.6	-7.10
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-508.8	-0.6	-94.2	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-508.8	-0.6	-94.2	-0.29
$\sigma_{s,t}$	32		-313.5	-0.1	-17.8	-2.54
$\sigma_{s,c}$	37		-508.8	-0.6	-94.2	-5.22

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione				taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
1900-2528-2618	6.399	2.743	10	1.00	-448.8	6119.5	0.07	10	1.00	-448.8	2.00	0.0	0.0	1510.5		0.30	0.30

- **NUCLEO 48.1 z=0.280 [m] / Nodi: 1914 2647 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale Parete**	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**	**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata Base 2x**	**Top 2x**
1914-2647	101	638	446	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	139.0	-1.1	673.5	0.16
Sommità	9	16.1	-3.3	209.7	0.04

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-488.3	0.1	-94.6	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-492.4	0.0	-90.2	-0.28
$\sigma_{s,t}$	32	-330.0	0.4	-67.7	-2.24

$\sigma_{s,c}$	34		-488.3	0.1	-94.6	-4.97
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-258.5	-2.6	-28.2	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-258.5	-2.6	-28.2	-0.15
$\sigma_{s,t}$	32		-137.0	-0.6	42.6	-0.76
$\sigma_{s,c}$	37		-258.5	-2.6	-28.2	-2.82

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1914-2647	6.385	4.460	10	1.00	-375.2	6105.6	0.06	10	1.00	-375.2	2.00	0.0	0.0	1507.0		0.25	0.25

- **NUCLEO 45.3 z=0.280 [m] / Nodi: 1914 1917 1918 1919 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1914-1917	101	287	215	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
1918-1919	101	94	215	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-393.4	1096.0	2.7	0.16
Sommità	12	-804.5	-1446.2	-0.8	0.12

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-726.7	-496.0	0.6	-1.21
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-726.7	-496.0	0.6	-0.70
$\sigma_{s,t}$	32	-289.3	-77.3	-0.0	-3.38
$\sigma_{s,c}$	37	-726.7	-496.0	0.6	-17.99
Sommita					

$\sigma_{Cls,Max}$	37	-684.2	-609.6	-0.2	-1.27
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-684.2	-609.6	-0.2	-0.66
$\sigma_{s,t}$	32	-239.5	-91.9	-0.2	-2.47
$\sigma_{s,c}$	37	-684.2	-609.6	-0.2	-18.96

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
1914-1917	2.865	2.150	14	1.00	-290.9	2739.7	0.11	14	1.00	-290.9	2.00	0.0	0.0	676.2		0.43	0.43
1918-1919	0.935	2.150	14	1.00	-41.5	894.1	0.05	14	1.00	-41.5	2.00	0.0	0.0	220.7		0.19	0.19

- **NUCLEO 45.4 z=2.430 [m] / Nodi: 1924 1928 1930 1925 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
1924-1928-1930-1925	101	570	231	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	12	-725.1	-1318.8	-1.8	0.08
Sommità	13	-526.1	-1185.3	1.9	0.07

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-679.7	-292.1	-0.1	-0.64
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-679.7	-292.1	-0.1	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-238.0	19.4	-0.1	-2.08
$\sigma_{s,c}$	37	-679.7	-292.1	-0.1	-9.47
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-587.6	-466.0	-2.4	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-587.6	-466.0	-2.4	-0.38

$\sigma_{s,t}$	37	-587.6	-466.0	-2.4	-0.69
$\sigma_{s,c}$	37	-587.6	-466.0	-2.4	-10.66

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\underline{\rho_h}$ $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1924-1928-1930-1925	5.700	2.310	14	1.00	-331.6	5450.6	0.06	14	1.00	-331.6	2.00	0.0	0.0	1345.4		0.25	0.25

- **NUCLEO 45.5 z=4.740 [m] / Nodi: 1935 1941 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1935-1941	101	570	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-332.3	-965.2	-0.5	0.08
Sommità	9	-86.9	-552.2	-1.1	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-411.1	-82.5	-2.3	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-411.1	-82.5	-2.3	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-160.6	24.4	-0.2	-1.28
$\sigma_{s,c}$	37	-411.1	-82.5	-2.3	-5.15
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-226.4	-393.4	-0.3	-0.47
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-226.4	-393.4	-0.3	-0.23
$\sigma_{s,t}$	37	-226.4	-393.4	-0.3	3.89
$\sigma_{s,c}$	37	-226.4	-393.4	-0.3	-6.95

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\underline{\rho_h}$ $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1935-1941	5.700	3.620	14	1.00	-301.6	5450.6	0.06	14	1.00	-301.6	2.00	0.0	0.0	1345.4		0.22	0.22

- **NUCLEO 49 z=6.985 [m] / Nodi: 2070 2694 1944 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1944-2070-2694	101	639	139	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	10	-145.4	3.1	-270.1	0.01
Sommità	9	-52.1	10.5	-555.2	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-152.7	4.8	-53.2	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-152.7	4.8	-53.2	-0.09
$\sigma_{s,t}$	34	-151.7	4.7	-55.2	-0.20
$\sigma_{s,c}$	37	-152.7	4.8	-53.2	-2.42
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-66.2	12.0	-2.8	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-67.2	12.0	0.4	-0.15
$\sigma_{s,t}$	34	-66.2	12.0	-2.8	6.43
$\sigma_{s,c}$	34	-66.2	12.0	-2.8	-2.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
1944-2070-2694	6.385	1.388	10	1.00	-651.9	6105.7	0.11	10	1.00	-651.9	2.00	0.0	0.0	1507.1		0.43	0.43

- **NUCLEO 36 z=-7.300 [m] / Nodi: 1952 1958 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1952-1958	101	572	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-785.3	-1141.7	6.1	0.07
Sommità	12	-673.3	-1120.6	1.2	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-878.8	-279.1	-0.5	-0.76
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-879.6	-274.4	-0.5	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-511.0	-106.5	-0.9	-3.74
$\sigma_{s,c}$	37	-878.8	-279.1	-0.5	-11.26
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-833.2	-351.1	-1.7	-0.80
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-834.3	-346.9	-1.7	-0.53
$\sigma_{s,t}$	32	-437.2	-153.4	-0.8	-2.58
$\sigma_{s,c}$	37	-833.2	-351.1	-1.7	-11.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1952-1958	5.724	2.820	15	1.00	-312.2	5473.6	0.06	15	1.00	-312.2	2.00	0.0	0.0	1351.0		0.23	0.23

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **NUCLEO 35 z=-7.300 [m] / Nodi: 1952 2050 2563 2715 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2050-2563	103	415	282	48	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
1952-2050	103	106	282	48	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2563-2715	103	106	282	48	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-33.6	-45.2	579.6	0.08
Sommità	13	-28.5	16.7	427.1	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1114.1	-2.6	77.3	-0.39
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1114.3	-2.5	66.2	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-819.5	-0.0	72.3	-3.58
$\sigma_{s,c}$	37	-1114.1	-2.6	77.3	-5.83
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-869.6	-19.3	76.8	-0.41
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-869.6	-19.3	76.8	-0.28
$\sigma_{s,t}$	32	-592.0	-4.9	64.8	-2.39
$\sigma_{s,c}$	37	-869.6	-19.3	76.8	-5.87

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2050-2563	4.148	2.820	8	1.00	153.6	7615.7	0.02	8	1.00	153.6	2.00	0.0	0.0	979.0		0.16	0.16
1952-2050	1.064	2.820	14	1.00	83.2	1954.3	0.04	14	1.00	83.2	2.00	0.0	0.0	251.2		0.33	0.33

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2563-2715	1.064	2.820	14		1.00	-77.1	1954.3	0.04	14		1.00	-77.1	2.00	0.0	0.0	251.2	0.31	0.31

- **NUCLEO 36.1 z=-4.480 [m] / Nodi: 1965 1971 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
1965-1971	101	572	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-607.9	-1438.9	8.1	0.09
Sommità	13	-268.5	-1179.3	1.8	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-809.3	-381.1	2.7	-0.82
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-810.4	-375.8	2.7	-0.52
$\sigma_{s,t}$	32	-459.6	-199.0	0.6	-2.38
$\sigma_{s,c}$	37	-809.3	-381.1	2.7	-11.94
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-698.0	-241.8	-1.1	-0.63
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-700.2	-236.4	-1.1	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-347.5	-155.9	-0.9	-1.68
$\sigma_{s,c}$	37	-698.0	-241.8	-1.1	-9.25

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1965-1971	5.724	3.110	15	1.00	-301.7	5473.6	0.06	15	1.00	-301.7	2.00	0.0	0.0	1351.0		0.22	0.22

- **NUCLEO 37 z=-1.370 [m] / Nodi: 1980 1984 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1980-1984	101	407	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	56.2	-257.6	16.4	0.17
Sommità	9	39.3	122.4	-9.5	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-586.8	124.4	1.1	-0.72
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-586.8	124.4	1.1	-0.53
$\sigma_{s,t}$	32	-328.2	29.7	-0.6	-3.75
$\sigma_{s,c}$	34	-586.8	124.4	1.1	-10.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-432.5	42.6	-0.4	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-432.5	42.6	-0.4	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32	-214.5	-0.7	-0.1	-2.87
$\sigma_{s,c}$	34	-432.5	42.6	-0.4	-6.77

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
1980-1984	4.066	3.080	14	1.00	-308.3	3888.1	0.08	14	1.00	-308.3	2.00	0.0	0.0	959.7		0.32	0.32

- **NUCLEO 38 z=1.710 [m] / Nodi: 1997 2003 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
1997-2003	101	572	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-54.9	-759.1	-9.7	0.14
Sommità	13	-162.2	-648.1	8.8	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-478.1	38.8	-0.1	-0.33
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-478.1	38.8	-0.1	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-250.7	-31.0	-0.3	-2.07
$\sigma_{s,c}$	34	-478.1	38.8	-0.1	-4.99
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-356.3	50.8	-1.0	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-356.3	50.8	-1.0	-0.23
$\sigma_{s,t}$	32	-134.0	-36.9	-0.4	-0.86
$\sigma_{s,c}$	34	-356.3	50.8	-1.0	-4.09

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
1997-2003	5.724	3.030	14	1.00	-300.2	5473.6	0.05	14	1.00	-300.2	2.00	0.0	0.0	1351.0		0.22	0.22

- **NUCLEO 40 z=1.710 [m] / Nodi: 2003 2794 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2003-2794	101	622	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-874.8	3.7	465.9	0.04

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	8	-229.3	2.9	454.5	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-463.8	1.2	259.9	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-463.8	1.2	259.9	-0.27
$\sigma_{s,t}$	32	-258.0	0.3	133.4	-1.11
$\sigma_{s,c}$	37	-463.8	1.2	259.9	-6.46
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-282.3	-0.4	173.6	-0.27
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-282.3	-0.4	173.6	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-131.1	-0.1	91.2	-0.38
$\sigma_{s,c}$	37	-282.3	-0.4	173.6	-4.01

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2003-2794	6.222	3.030	10	1.00	-339.2	5949.8	0.06	10	1.00	-339.2	2.00	0.0	0.0	1468.6		0.23	0.23

- **NUCLEO 38.1 z=4.740 [m] / Nodi: 2010 2016 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2010-2016	101	572	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	24.4	-426.1	29.0	0.15
Sommità	9	102.4	567.6	0.9	0.15

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-259.3	-91.9	-0.2	-0.23
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-260.5	-83.9	-0.3	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-139.6	-53.1	-0.1	-0.81
$\sigma_{s,c}$	37	-259.3	-91.9	-0.2	-3.42
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-98.1	77.7	-0.1	-0.12
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-98.4	76.9	-0.1	-0.06
$\sigma_{s,t}$	32	-2.4	-6.9	0.0	0.20
$\sigma_{s,c}$	37	-98.1	77.7	-0.1	-1.71

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
2010-2016	5.724	3.620	12	1.00	338.8	5473.6	0.06	12	1.00	338.8	2.00	0.0	0.0	1351.0		0.25	0.25

- **NUCLEO 33 z=-7.700 [m] / Nodi: 2071 2075 2412 2413 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2071-2412	100	268	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2071-2075	100	215	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2075-2413	100	268	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1318.3	-636.9	214.3	0.06
Sommità	12	-1207.9	-527.9	220.7	0.06

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1452.0	-96.5	11.6	-0.78
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1452.0	-96.5	11.6	-0.71
$\sigma_{s,t}$	32	-792.5	-11.4	4.4	-5.67
$\sigma_{s,c}$	37	-1452.0	-96.5	11.6	-11.69
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1334.7	-93.0	56.0	-0.77
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-1334.7	-93.0	56.0	-0.65
$\sigma_{s,t}$	32	-676.6	-12.7	28.6	-4.58
$\sigma_{s,c}$	37	-1334.7	-93.0	56.0	-11.45

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2071-2412	2.680	2.400	10	1.00	-46.1	2562.8	0.02	10	1.00	-46.1	2.00	0.0	0.0	632.6		0.07	0.07
2071-2075	2.150	2.400	12	1.00	51.8	2055.9	0.03	12	1.00	51.8	2.00	0.0	0.0	507.5		0.10	0.10
2075-2413	2.680	2.400	10	1.00	-62.6	2562.8	0.02	10	1.00	-62.6	2.00	0.0	0.0	632.6		0.10	0.10

- **NUCLEO 33.1 z=-5.300 [m] / Nodi: 2080 2084 2418 2419 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2080-2418	100	268	90	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2080-2084	100	215	90	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2084-2419	100	268	90	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1200.7	-528.2	209.5	0.06
Sommità	12	-1159.2	-494.7	216.4	0.05

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1325.3	-92.9	39.9	-0.75
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1325.3	-89.1	39.9	-0.65
$\sigma_{s,t}$	32	-669.1	-12.9	15.9	-4.64
$\sigma_{s,c}$	37	-1325.3	-92.9	39.9	-11.14
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1283.0	-91.5	59.2	-0.75
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1283.1	-87.8	59.0	-0.63
$\sigma_{s,t}$	32	-626.8	-13.2	26.9	-4.22
$\sigma_{s,c}$	37	-1283.0	-91.5	59.2	-11.10

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2080-2418	2.680	0.900	10	1.00	-43.2	2562.8	0.02	10	1.00	-43.2	2.00	0.0	0.0	632.6		0.07	0.07
2080-2084	2.150	0.900	12	1.00	52.0	2055.9	0.03	12	1.00	52.0	2.00	0.0	0.0	507.5		0.10	0.10
2084-2419	2.680	0.900	10	1.00	-56.1	2562.8	0.02	10	1.00	-56.1	2.00	0.0	0.0	632.6		0.09	0.09

- **NUCLEO 33.2 z=-4.400 [m] / Nodi: 2085 2089 2420 2421 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2085-2420	100	268	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2085-2089	100	215	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2089-2421	100	268	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1154.6	-490.8	209.8	0.05

Sommità	6	-1588.6	-122.3	80.8	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1276.2	-91.7	47.6	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1276.3	-88.0	47.4	-0.62
$\sigma_{s,t}$	32	-624.2	-13.4	22.4	-4.25
$\sigma_{s,c}$	37	-1276.2	-91.7	47.6	-10.89
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1186.8	-89.6	61.9	-0.70
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1186.9	-86.0	61.3	-0.58
$\sigma_{s,t}$	32	-545.0	-14.3	39.9	-3.49
$\sigma_{s,c}$	37	-1186.8	-89.6	61.9	-10.42

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2085-2420	2.680	1.650	10	1.00	-44.7	2562.8	0.02	10	1.00	-44.7	2.00	0.0	0.0	632.6		0.07	0.07
2085-2089	2.150	1.650	12	1.00	51.4	2055.9	0.03	12	1.00	51.4	2.00	0.0	0.0	507.5		0.10	0.10
2089-2421	2.680	1.650	10	1.00	-56.4	2562.8	0.02	10	1.00	-56.4	2.00	0.0	0.0	632.6		0.09	0.09

- **NUCLEO 33.3 z=-2.750 [m] / Nodi: 2092 2096 2424 2425 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
2092-2424	100	268	76	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2092-2096	100	215	76	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2096-2425	100	268	76	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**

Base	12	-946.0	-432.7	207.1	0.05
Sommità	12	-898.3	-398.7	228.0	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1042.9	-94.4	69.3	-0.64
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1043.0	-90.7	68.8	-0.51
$\sigma_{s,t}$	32	-543.6	-14.4	37.5	-3.50
$\sigma_{s,c}$	37	-1042.9	-94.4	69.3	-9.52
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1007.3	-93.2	84.6	-0.64
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1007.5	-89.6	83.8	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-508.0	-14.7	46.8	-3.15
$\sigma_{s,c}$	37	-1007.3	-93.2	84.6	-9.47

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2092-2424	2.680	0.757	10	1.00	-38.9	2562.8	0.02	10	1.00	-38.9	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06
2092-2096	2.150	0.757	12	1.00	44.2	2055.9	0.02	12	1.00	44.2	2.00	0.0	0.0	507.5		0.09	0.09
2096-2425	2.680	0.757	10	1.00	-51.2	2562.8	0.02	10	1.00	-51.2	2.00	0.0	0.0	632.6		0.08	0.08

- **NUCLEO 33.4 z=-1.993 [m] / Nodi: 2097 2101 2426 2427 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2097-2426	100	268	62	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2097-2101	100	215	62	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2101-2427	100	268	62	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-903.4	-409.8	194.1	0.04
Sommità	12	-862.8	-393.3	213.9	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-995.0	-93.7	63.9	-0.61
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-995.2	-90.1	63.2	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-504.4	-14.8	40.8	-3.18
$\sigma_{s,c}$	37	-995.0	-93.7	63.9	-9.08
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-965.8	-92.9	77.1	-0.61
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-966.0	-89.2	76.2	-0.47
$\sigma_{s,t}$	32	-475.2	-15.1	48.5	-2.89
$\sigma_{s,c}$	37	-965.8	-92.9	77.1	-9.05

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2097-2426	2.680	0.623	10	1.00	-37.4	2562.8	0.01	10	1.00	-37.4	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06
2097-2101	2.150	0.623	12	1.00	42.0	2055.9	0.02	12	1.00	42.0	2.00	0.0	0.0	507.5		0.08	0.08
2101-2427	2.680	0.623	10	1.00	-49.7	2562.8	0.02	10	1.00	-49.7	2.00	0.0	0.0	632.6		0.08	0.08

- **NUCLEO 33.5 z=-1.370 [m] / Nodi: 2102 2106 2428 2429 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2102-2428	100	268	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2102-2106	100	215	165	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2106-2429	100	268	165	25	2x ø 12 15'		2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-871.7	-406.3	193.8	0.04
Sommità	6	-1174.2	-123.4	121.6	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-960.9	-93.0	68.8	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-961.1	-89.4	68.0	-0.47
$\sigma_{s,t}$	32	-474.7	-15.1	47.7	-2.89
$\sigma_{s,c}$	37	-960.9	-93.0	68.8	-8.89
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-876.8	-90.6	92.7	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-877.0	-87.1	91.5	-0.43
$\sigma_{s,t}$	32	-397.0	-15.8	67.7	-2.13
$\sigma_{s,c}$	37	-876.8	-90.6	92.7	-8.61

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2102-2428	2.680	1.650	10	1.00	-35.6	2562.8	0.01	10	1.00	-35.6	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06
2102-2106	2.150	1.650	12	1.00	44.5	2055.9	0.02	12	1.00	44.5	2.00	0.0	0.0	507.5		0.09	0.09
2106-2429	2.680	1.650	10	1.00	-48.2	2562.8	0.02	10	1.00	-48.2	2.00	0.0	0.0	632.6		0.08	0.08

- **NUCLEO 33.6 z=0.280 [m] / Nodi: 2109 2432 2113 2433 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2109-2432	100	268	75	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2113-2433	100	268	75	25	2x ø 12 15'		2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	6	-885.1	-100.2	-41.3	0.04
Sommità	12	-601.8	-319.1	73.0	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-663.0	-73.3	-30.3	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-663.0	-70.1	-31.2	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-340.3	-7.5	-12.8	-3.13
$\sigma_{s,c}$	37	-663.0	-73.3	-30.3	-8.22
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-637.9	-72.3	-13.2	-0.51
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-637.9	-69.1	-14.3	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-315.2	-7.5	-3.4	-3.08
$\sigma_{s,c}$	37	-637.9	-72.3	-13.2	-7.58

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2109-2432	2.680	0.750	10	1.00	-29.7	2562.8	0.01	10	1.00	-29.7	2.00	0.0	0.0	632.6		0.05	0.05
2113-2433	2.680	0.750	10	1.00	-41.9	2562.8	0.02	10	1.00	-41.9	2.00	0.0	0.0	632.6		0.07	0.07

- **NUCLEO 33.7 z=1.030 [m] / Nodi: 2114 2434 2115 2438 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2114-2434	100	268	135	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2434-2438	100	215	135	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2115-2438	100	268	135	25	2x ø 12 15'		2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	6	-943.5	-113.9	-225.4	0.04
Sommità	6	-861.1	-111.1	-185.6	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-706.7	-83.3	-168.1	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-706.7	-83.3	-168.1	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-361.3	-8.4	-82.8	-1.78
$\sigma_{s,c}$	37	-706.7	-83.3	-168.1	-8.39
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-643.4	-81.4	-138.4	-0.51
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-643.4	-81.4	-138.4	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-297.9	-8.7	-65.7	-1.48
$\sigma_{s,c}$	37	-643.4	-81.4	-138.4	-7.48

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2114-2434	2.680	1.350	10	1.00	-29.3	2562.8	0.01	10	1.00	-29.3	2.00	0.0	0.0	632.6		0.05	0.05
2434-2438	2.150	1.350	14	1.00	16.3	2055.9	0.01	14	1.00	16.3	2.00	0.0	0.0	507.5		0.03	0.03
2115-2438	2.680	1.350	10	1.00	-40.0	2562.8	0.02	10	1.00	-40.0	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06

- **NUCLEO 33.8 z=2.380 [m] / Nodi: 2116 2439 2120 2443 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2116-2439	100	268	236	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

2439-2443	100		215	236	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'
2120-2443	100		268	236	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	6	-870.8	-120.6	-202.2	0.04
Sommità	6	-704.6	-118.7	-94.5	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-650.6	-88.5	-150.8	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-650.6	-88.5	-150.8	-0.32
$\sigma_{s,t}$	32	-302.3	-13.0	-73.2	-1.40
$\sigma_{s,c}$	37	-650.6	-88.5	-150.8	-7.78
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-523.1	-87.1	-70.0	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-523.1	-87.1	-70.0	-0.26
$\sigma_{s,t}$	32	-181.0	-12.6	-25.2	-0.98
$\sigma_{s,c}$	37	-523.1	-87.1	-70.0	-5.65

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2116-2439	2.680	2.360	10	1.00	-28.5	2562.8	0.01	10	1.00	-28.5	2.00	0.0	0.0	632.6		0.05	0.05
2439-2443	2.150	2.360	14	1.00	17.9	2055.9	0.01	14	1.00	17.9	2.00	0.0	0.0	507.5		0.04	0.04
2120-2443	2.680	2.360	10	1.00	-38.4	2562.8	0.01	10	1.00	-38.4	2.00	0.0	0.0	632.6		0.06	0.06

- **NUCLEO 61 z=2.380 [m] / Nodi: 2116 2117 2119 2120 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2116-2117-2119-2120	100	215	236	25	2x ø 12 15'		2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-58.5	-53.2	0.0	0.02
Sommità	9	-9.4	-21.2	0.2	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-83.0	-12.6	-0.0	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-83.3	-12.3	-0.0	-0.14
$\sigma_{s,t}$	32	-39.3	-2.9	-0.0	-0.80
$\sigma_{s,c}$	37	-83.0	-12.6	-0.0	-3.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-68.5	-9.6	-0.1	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-68.5	-9.6	-0.1	-0.12
$\sigma_{s,t}$	32	-18.1	-4.3	-0.0	-0.16
$\sigma_{s,c}$	34	-68.5	-9.6	-0.1	-2.45

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
2116-2117-2119-2120	2.150	2.360	13	1.00	24.1	2055.9	0.01	13	1.00	24.1	2.00	0.0	0.0	507.5		0.05	0.05

- **NUCLEO 33.9 z=4.740 [m] / Nodi: 2125 2446 2129 2450 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2125-2446	100	268	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2446-2450	100	215	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2129-2450	100	268	240	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-333.0	-284.8	107.8	0.02
Sommità	3	-316.1	-47.4	-92.4	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-359.4	-81.7	-41.3	-0.27
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-359.7	-85.2	-39.0	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-176.0	-10.5	-16.7	-1.04
$\sigma_{s,c}$	37	-359.7	-85.2	-39.0	-3.98
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-233.4	-35.4	-67.8	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-233.5	-36.6	-67.0	-0.11
$\sigma_{s,t}$	32	-61.5	-1.8	-9.4	-0.35
$\sigma_{s,c}$	34	-233.4	-35.4	-67.8	-3.02

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2125-2446	2.680	2.400	8	1.00	73.1	2562.8	0.03	8	1.00	73.1	2.00	0.0	0.0	632.6		0.12	0.12
2446-2450	2.150	2.400	12	1.00	55.4	2055.9	0.03	12	1.00	55.4	2.00	0.0	0.0	507.5		0.11	0.11
2129-2450	2.680	2.400	12	1.00	28.8	2562.8	0.01	12	1.00	28.8	2.00	0.0	0.0	632.6		0.05	0.05

- **NUCLEO 33.10 z=7.140 [m] / Nodi: 2132 2453 2136 2457 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2132-2453	100	268	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2453-2457	100	215	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2136-2457 100 268 122 25 2x ø 12 15' 2x ø 8 15'

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	3	-317.6	-42.3	-94.2	0.01
Sommità	3	-217.8	-48.2	-118.4	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-234.3	-31.8	-68.9	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-234.3	-31.8	-68.9	-0.11
$\sigma_{s,t}$	32	-60.0	-3.1	-6.6	-0.35
$\sigma_{s,c}$	34	-234.3	-31.8	-68.9	-3.01
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-159.0	-35.4	-86.8	-0.19
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-159.0	-35.4	-86.8	-0.08
$\sigma_{s,t}$	32	-2.7	1.3	-4.5	0.14
$\sigma_{s,c}$	34	-159.0	-35.4	-86.8	-2.76

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2132-2453	2.680	1.220	8	1.00	73.8	2562.8	0.03	8	1.00	73.8	2.00	0.0	0.0	632.6		0.12	0.12
2453-2457	2.150	1.220	12	1.00	45.2	2055.9	0.02	12	1.00	45.2	2.00	0.0	0.0	507.5		0.09	0.09
2136-2457	2.680	1.220	14	1.00	28.0	2562.8	0.01	14	1.00	28.0	2.00	0.0	0.0	632.6		0.04	0.04

- **NUCLEO 62 z=7.140 [m] / Nodi: 2132 2133 2135 2136 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2132-2133-2135-2136	100	215	122	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-54.1	-49.8	-1.2	0.02
Sommità	8	-44.1	-15.2	-1.7	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-42.4	-16.1	-0.4	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-42.4	-16.1	-0.4	-0.08
$\sigma_{s,t}$	37	-42.4	-16.1	-0.4	0.23
$\sigma_{s,c}$	37	-42.4	-16.1	-0.4	-2.39
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-25.9	-7.5	-1.0	-0.12
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-25.9	-7.5	-1.0	-0.05
$\sigma_{s,t}$	32	2.7	-1.3	-0.2	2.18
$\sigma_{s,c}$	34	-25.9	-7.5	-1.0	-1.62

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
2132-2133-2135-2136	2.150	1.220	12	1.00	31.4	2055.9	0.02	12	1.00	31.4	2.00	0.0	0.0	507.5		0.06	0.06

- **NUCLEO 40.1 z=4.740 [m] / Nodi: 2144 2816 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2144-2816	101	437	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-205.7	-4.5	-686.2	0.14

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommità	11	-46.2	0.4	69.9	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-206.3	0.4	-32.6	-0.22
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-209.7	0.4	-27.7	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-121.3	0.1	-17.1	-1.23
$\sigma_{s,c}$	34	-206.3	0.4	-32.6	-3.22
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-49.9	-0.2	4.0	-0.05
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-49.9	-0.2	4.0	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-2.9	0.0	4.1	0.08
$\sigma_{s,c}$	37	-49.9	-0.2	4.0	-0.74

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2144-2816	4.368	3.620	10	1.00	-649.0	4176.9	0.16	10	1.00	-649.0	2.00	0.0	0.0	1031.0		0.63	0.63

- **NUCLEO 32 z=-7.300 [m] / Nodi: 2463 2467 2152 2151 2149 2150 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2149-2463	100	250	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2149-2150	100	70	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2463-2467	100	270	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2152-2151	100	70	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2152-2467	100	250	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

Base	10	-1833.0	293.4	-1092.8	0.08
Sommità	10	-1658.7	186.6	-843.7	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1907.8	-132.2	6.9	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1907.8	-127.4	5.2	-0.77
$\sigma_{s,t}$	32	-945.9	-67.5	3.0	-5.25
$\sigma_{s,c}$	37	-1907.8	-132.2	6.9	-12.42
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1747.1	-105.4	-41.2	-0.78
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1747.1	-101.4	-43.2	-0.70
$\sigma_{s,t}$	32	-785.3	-51.2	-14.0	-4.31
$\sigma_{s,c}$	37	-1747.1	-105.4	-41.2	-11.62

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2149-2463	2.501	2.820	8	1.00	84.4	2391.6	0.04	8	1.00	84.4	2.00	0.0	0.0	590.3		0.14	0.14
2149-2150	0.705	2.820	12	1.00	11.1	674.2	0.02	12	1.00	11.1	2.00	0.0	0.0	166.4		0.07	0.07
2463-2467	2.704	2.820	12	1.00	84.1	2585.7	0.03	12	1.00	84.1	2.00	0.0	0.0	638.2		0.13	0.13
2152-2151	0.705	2.820	14	1.00	14.1	674.2	0.02	14	1.00	14.1	2.00	0.0	0.0	166.4		0.08	0.08
2152-2467	2.501	2.820	8	1.00	54.2	2391.6	0.02	8	1.00	54.2	2.00	0.0	0.0	590.3		0.09	0.09

- **NUCLEO 32.1 z=-4.480 [m] / Nodi: 2474 2478 2168 2167 2166 2165 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2165-2474	100	250	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2166-2165	100	70	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2474-2478	100	270	311	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'
2167-2168	100	70	311	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'
2168-2478	100	250	311	25	2x ø 12 15'	2x ø 8 15'

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	10	-1503.2	183.7	-802.6	0.06
Sommità	10	-1271.3	-30.2	-588.8	0.05

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-1562.9	-101.9	-4.4	-0.68
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1562.9	-97.9	-6.4	-0.63
$\sigma_{s,t}$	32	-781.9	-51.2	-9.2	-4.33
$\sigma_{s,c}$	37	-1562.9	-101.9	-4.4	-10.13
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-1385.7	-69.2	-59.8	-0.63
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1385.7	-69.2	-59.8	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-604.7	-33.3	-28.0	-3.23
$\sigma_{s,c}$	34	-1385.7	-69.2	-59.8	-9.38

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					**taglio - trazione**									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2165-2474	2.501	3.110	8	1.00	86.1	2391.6	0.04	8	1.00	86.1	2.00	0.0	0.0	590.3		0.15	0.15
2166-2165	0.705	3.110	12	1.00	10.2	674.2	0.02	12	1.00	10.2	2.00	0.0	0.0	166.4		0.06	0.06
2474-2478	2.704	3.110	12	1.00	79.7	2585.7	0.03	12	1.00	79.7	2.00	0.0	0.0	638.2		0.12	0.12
2167-2168	0.705	3.110	14	1.00	13.7	674.2	0.02	14	1.00	13.7	2.00	0.0	0.0	166.4		0.08	0.08

2168-2478 2.501 3.110 8 1.00 46.3 2391.6 0.02 8 1.00 46.3 2.00 0.0 0.0 590.3 0.08 0.08

- **NUCLEO 32.2 z=-1.370 [m] / Nodi: 2485 2489 2184 2183 2181 2182 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2181-2485	100	250	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2181-2182	100	70	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2485-2489	100	270	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2183-2184	100	70	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2184-2489	100	250	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	10	-1111.7	-28.6	-543.6	0.04
Sommità	10	-972.5	-137.4	-418.7	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-1198.9	-65.7	-19.2	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1198.9	-65.7	-19.2	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-598.6	-33.3	-19.3	-3.26
$\sigma_{s,c}$	34	-1198.9	-65.7	-19.2	-7.84
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-1023.4	-37.2	-72.1	-0.47
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-1023.4	-37.2	-72.1	-0.41
$\sigma_{s,t}$	32	-423.1	-15.5	-37.9	-2.18
$\sigma_{s,c}$	34	-1023.4	-37.2	-72.1	-7.10

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione						taglio - trazione										
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R		Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2181-2485	2.501	3.080	8	1.00	73.9	2391.6	0.03		8	1.00	73.9	2.00	0.0	0.0	590.3		0.13	0.13
2181-2182	0.705	3.080	14	1.00	-16.1	674.2	0.02		14	1.00	-16.1	2.00	0.0	0.0	166.4		0.10	0.10
2485-2489	2.704	3.080	8	1.00	65.4	2585.7	0.03		8	1.00	65.4	2.00	0.0	0.0	638.2		0.10	0.10
2183-2184	0.705	3.080	12	1.00	-17.1	674.2	0.03		12	1.00	-17.1	2.00	0.0	0.0	166.4		0.10	0.10
2184-2489	2.501	3.080	8	1.00	33.9	2391.6	0.01		8	1.00	33.9	2.00	0.0	0.0	590.3		0.06	0.06

- **NUCLEO 32.3 z=1.710 [m] / Nodi: 2496 2500 2201 2200 2197 2199 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2200-2496	100	250	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2200-2197-2199-2201	100	270	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2496-2500	100	270	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2201-2500	100	250	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-831.6	469.8	113.0	0.03
Sommità	8	-651.5	188.2	344.2	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-876.0	17.3	119.6	-0.37
$\sigma_{Cls,Med}$	36	-876.0	17.9	118.9	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-417.1	-15.5	44.8	-1.81
$\sigma_{s,c}$	37	-876.0	17.3	119.6	-5.52
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-678.8	46.2	67.9	-0.29
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-678.8	47.5	65.0	-0.24

$\sigma_{s,t}$	32		-219.9	2.0	26.5	-0.97
$\sigma_{s,c}$	37		-678.8	46.2	67.9	-4.32

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R
2200-2496	2.501	3.030	8	1.00	61.2	2391.6	0.03	8	1.00	61.2	2.00	0.0	0.0	590.3		0.10	0.10
2200-2197-2199-2201	2.704	3.030	9	1.00	32.4	2585.7	0.01	9	1.00	32.4	2.00	0.0	0.0	638.2		0.05	0.05
2496-2500	2.704	3.030	8	1.00	51.3	2585.7	0.02	8	1.00	51.3	2.00	0.0	0.0	638.2		0.08	0.08
2201-2500	2.501	3.030	8	1.00	31.1	2391.6	0.01	8	1.00	31.1	2.00	0.0	0.0	590.3		0.05	0.05

- **NUCLEO 32.4 z=4.740 [m] / Nodi: 2507 2511 2218 2217 2214 2215 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2214-2507	100	250	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2214-2215	100	70	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2507-2511	100	270	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2217-2218	100	70	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2218-2511	100	250	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-487.7	-268.1	-113.6	0.02
Sommità	6	-333.5	-4.5	0.0	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-498.1	51.6	-23.6	-0.24
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-498.1	51.6	-23.6	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-219.9	2.0	-12.6	-1.22

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	34		-498.1	51.6	-23.6	-3.56
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-243.6	-3.2	-0.0	-0.10
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-243.6	-3.2	-0.0	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32		-1.2	-0.5	-1.8	0.03
$\sigma_{s,c}$	37		-243.6	-3.2	-0.0	-1.49

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2214-2507	2.501	3.620	14	1.00	50.7	2391.6	0.02	14	1.00	50.7	2.00	0.0	0.0	590.3		0.09	0.09
2214-2215	0.705	3.620	14	1.00	-46.3	674.2	0.07	14	1.00	-46.3	2.00	0.0	0.0	166.4		0.28	0.28
2507-2511	2.704	3.620	8	1.00	-64.3	2585.7	0.02	8	1.00	-64.3	2.00	0.0	0.0	638.2		0.10	0.10
2217-2218	0.705	3.620	12	1.00	-40.8	674.2	0.06	12	1.00	-40.8	2.00	0.0	0.0	166.4		0.25	0.25
2218-2511	2.501	3.620	8	1.00	110.4	2391.6	0.05	8	1.00	110.4	2.00	0.0	0.0	590.3		0.19	0.19

- **NUCLEO 39 z=-7.300 [m] / Nodi: 2237 2721 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2237-2721	101	434	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	-740.4	-3.1	1139.2	0.11
Sommità	12	-1178.6	2.0	241.6	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-837.8	-0.9	34.1	-0.76
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-837.8	-0.9	34.1	-0.71

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32		-534.7	-0.5	-3.2	-6.62
$\sigma_{s,c}$	37		-837.8	-0.9	34.1	-11.38
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-725.2	-0.2	52.6	-0.68
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-725.2	-0.2	52.6	-0.61
$\sigma_{s,t}$	32		-435.4	0.0	13.4	-5.28
$\sigma_{s,c}$	37		-725.2	-0.2	52.6	-10.12

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2237-2721	4.342	2.820	10	1.00	-337.0	4152.0	0.08	10	1.00	-337.0	2.00	0.0	0.0	1024.8		0.33	0.33

- **NUCLEO 39.1 z=-4.480 [m] / Nodi: 2241 2747 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale Parete**	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**	**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata Base 2x**	**Top 2x**
2241-2747	101	434	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	10	-665.6	-1.7	-775.7	0.08
Sommità	12	-1059.2	1.5	12.9	0.05

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-714.7	0.4	-68.0	-0.69
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-714.7	0.4	-68.0	-0.60
$\sigma_{s,t}$	32	-440.6	0.1	-39.8	-4.89
$\sigma_{s,c}$	37	-714.7	0.4	-68.0	-10.28

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-596.6	-0.1	19.9	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-596.6	-0.1	19.9	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32		-334.7	0.0	7.8	-4.10
$\sigma_{s,c}$	37		-596.6	-0.1	19.9	-7.92

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2241-2747	4.342	3.110	10	1.00	-355.4	4152.0	0.09	10	1.00	-355.4	2.00	0.0	0.0	1024.8		0.35	0.35

- **NUCLEO 39.2 z=-1.370 [m] / Nodi: 2245 2768 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale Parete**	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**	**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata Base 2x**	**Top 2x**
2245-2768	101	434	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	8	-774.1	1.1	432.5	0.06
Sommità	15	35.9	-3.5	203.9	0.09

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-597.6	-0.2	-35.4	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-597.6	-0.2	-35.4	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-346.2	-0.2	-5.0	-4.26
$\sigma_{s,c}$	37	-597.6	-0.2	-35.4	-8.21
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-453.2	-0.1	37.7	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-453.2	-0.1	37.7	-0.38

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32		-233.7	-0.0	30.7	-2.44
$\sigma_{s,c}$	37		-453.2	-0.1	37.7	-6.40

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2245-2768	4.342	3.080	10	1.00	-336.1	4152.0	0.08	10	1.00	-336.1	2.00	0.0	0.0	1024.8		0.33	0.33

- **NUCLEO 48.2 z=4.740 [m] / Nodi: 2674 2068 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
2674-2068	101	479	225	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	9	-62.6	-5.0	739.6	0.18
Sommità	9	-56.7	4.4	-258.3	0.05

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-190.7	-2.6	-117.2	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-190.7	-2.6	-117.2	-0.15
$\sigma_{s,t}$	37	-190.7	-2.6	-117.2	-0.06
$\sigma_{s,c}$	37	-190.7	-2.6	-117.2	-4.33
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-130.8	5.1	-14.4	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-130.8	5.1	-14.4	-0.10
$\sigma_{s,t}$	34	-129.2	4.9	-18.5	-0.30
$\sigma_{s,c}$	34	-129.2	4.9	-18.5	-2.67

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2674-2068	4.785	2.250	10	1.00	559.1	4575.7	0.12	10	1.00	559.1	2.00	0.0	0.0	1129.4		0.50	0.50

- **NUCLEO 50 z=-7.700 [m] / Nodi: 2576 2580 2572 2575 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2572-2575	101	210	235	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2576-2580	101	420	235	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1044.0	-1775.6	0.6	0.06
Sommità	12	-1059.0	-1428.0	3.0	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-828.4	-351.7	-0.1	-0.61
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-828.4	-351.7	-0.1	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-551.2	-61.6	0.0	-4.44
$\sigma_{s,c}$	37	-828.4	-351.7	-0.1	-9.12
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-769.6	-305.6	1.9	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-769.6	-305.6	1.9	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-475.6	-34.2	1.1	-3.79
$\sigma_{s,c}$	37	-769.6	-305.6	1.9	-8.61

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	compressione	taglio - trazione	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2572-2575	2.100	2.350	14	1.00	-108.4	2008.1	0.05	14	1.00	-108.4	2.00	0.0	0.0	495.7		0.22	0.22
2576-2580	4.195	2.350	12	1.00	267.4	4011.5	0.07	12	1.00	267.4	2.00	0.0	0.0	990.1		0.27	0.27

- **NUCLEO 50.1 z=-5.350 [m] / Nodi: 2588 2590 2594 2585 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2585-2588-2590-2594	101	780	83	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1141.8	-2042.4	2.0	0.06
Sommità	12	-1079.6	-1793.2	5.2	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-859.0	-452.4	0.6	-0.57
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-859.0	-452.4	0.6	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-532.0	-87.8	0.3	-3.25
$\sigma_{s,c}$	37	-859.0	-452.4	0.6	-8.54
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-818.5	-418.2	2.2	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-818.5	-418.2	2.2	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32	-491.5	-75.7	1.3	-2.91
$\sigma_{s,c}$	37	-818.5	-418.2	2.2	-8.26

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	S/R

2585-2588-2590-2594	7.800	0.830	12		1.00	316.2	7458.8	0.04	12		1.00	316.2	2.00	0.0	0.0	1841.0		0.17	0.17

- **NUCLEO 50.2 z=-4.520 [m] / Nodi: 2600 2602 2596 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2600-2602-2596	101	570	177	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-207.1	839.8	-6.2	0.10
Sommità	12	-1107.6	-451.0	5.1	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-758.6	-75.8	-0.5	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-758.6	-75.8	-0.5	-0.49
$\sigma_{s,t}$	32	-433.9	79.5	-0.7	-3.29
$\sigma_{s,c}$	37	-758.6	-75.8	-0.5	-8.15
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-695.5	9.5	0.7	-0.46
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-695.5	9.5	0.7	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-370.8	114.0	0.1	-2.44
$\sigma_{s,c}$	37	-695.5	9.5	0.7	-6.92

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2600-2602-2596	5.700	1.770	12	1.00	320.2	5450.6	0.06	12	1.00	320.2	2.00	0.0	0.0	1345.4		0.24	0.24

- **NUCLEO 51 z=-2.750 [m] / Nodi: 2612 2614 2608 2610 2605 2611 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2605-2608-2610-2611	101	419	56	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2612-2614	101	191	69	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-357.8	1733.1	-9.7	0.13
Sommità	12	-1123.1	-3008.6	1.4	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-828.0	-844.9	-3.8	-0.91
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-828.0	-844.9	-3.8	-0.50
$\sigma_{s,t}$	37	-828.0	-844.9	-3.8	-2.40
$\sigma_{s,c}$	37	-828.0	-844.9	-3.8	-13.35
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-806.4	-811.4	-0.3	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-806.4	-811.4	-0.3	-0.48
$\sigma_{s,t}$	34	-789.4	-784.9	-0.3	-2.89
$\sigma_{s,c}$	37	-806.4	-811.4	-0.3	-12.43

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2605-2608-2610-2611	4.190	0.560	12	1.00	205.5	4006.7	0.05	12	1.00	205.5	2.00	0.0	0.0	989.0		0.21	0.21
2612-2614	1.910	0.690	12	1.00	103.3	1826.4	0.06	12	1.00	103.3	2.00	0.0	0.0	450.8		0.23	0.23

- **NUCLEO 51.1 z=-2.158 [m] / Nodi: 2618 2620 2615 2622 2623 2621 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
2615-2618-2620-2621	101	420	82	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2622-2623	101	191	69	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-357.3	1637.4	-1.8	0.11
Sommità	12	-1154.3	-2738.8	-1.5	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-817.2	-808.2	-0.4	-0.84
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-817.2	-808.2	-0.4	-0.49
$\sigma_{s,t}$	34	-800.0	-781.3	-0.4	-3.00
$\sigma_{s,c}$	37	-817.2	-808.2	-0.4	-12.51
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-786.3	-781.4	-0.9	-0.82
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-786.3	-781.4	-0.9	-0.47
$\sigma_{s,t}$	34	-769.1	-756.6	-0.8	-2.79
$\sigma_{s,c}$	37	-786.3	-781.4	-0.9	-12.13

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2615-2618-2620-2621	4.198	0.820	15	1.00	-176.7	4014.4	0.04	15	1.00	-176.7	2.00	0.0	0.0	990.9		0.18	0.18
2622-2623	1.910	0.690	12	1.00	103.2	1826.4	0.06	12	1.00	103.2	2.00	0.0	0.0	450.8		0.23	0.23

- **NUCLEO 52 z=-1.370 [m] / Nodi: 2624 2627 2631 2633 2629 2630 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
2624-2627-2629-2630	101	419	83	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2631-2633	101	191	94	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	12	-1085.7	-2807.6	-0.6	0.10
Sommità	12	-1043.4	-2474.7	-5.4	0.09

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-772.2	-801.7	-0.3	-0.81
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-772.2	-801.7	-0.3	-0.46
$\sigma_{s,t}$	34	-755.0	-776.9	-0.3	-2.63
$\sigma_{s,c}$	37	-772.2	-801.7	-0.3	-12.05
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-740.8	-749.2	-1.2	-0.78
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-740.8	-749.2	-1.2	-0.45
$\sigma_{s,t}$	34	-723.7	-726.8	-1.2	-2.48
$\sigma_{s,c}$	37	-740.8	-749.2	-1.2	-11.58

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$		
2624-2627-2629-2630	4.190	0.830	12	1.00	201.3	4006.7	0.05	12	1.00	201.3	2.00	0.0	0.0	989.0		0.20	0.20
2631-2633	1.910	0.942	12	1.00	102.9	1826.4	0.06	12	1.00	102.9	2.00	0.0	0.0	450.8		0.23	0.23

- **NUCLEO 52.1 z=-0.470 [m] / Nodi: 2642 2637 2641 2636 2639 2634 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Armatura Verticale	Armatura Inclinata

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Base 2x	Top 2x
2634-2639-2636-2641-2642-2637	101	780	139	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-297.7	1542.8	6.7	0.09
Sommità	11	104.9	25.8	18.7	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-696.3	-402.8	-0.3	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-696.3	-402.8	-0.3	-0.33
$\sigma_{s,t}$	33	-588.9	-285.2	-0.2	-2.62
$\sigma_{s,c}$	37	-696.3	-402.8	-0.3	-7.09
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-602.9	-399.0	-0.3	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-602.9	-399.0	-0.3	-0.28
$\sigma_{s,t}$	33	-504.9	-285.8	-0.2	-2.02
$\sigma_{s,c}$	37	-602.9	-399.0	-0.3	-6.41

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2634-2639-2636-2641-2642-2637	7.801	1.392	12	1.00	399.7	7459.4	0.05	12	1.00	399.7	2.00	0.0	0.0	1841.2		0.22	0.22

- **NUCLEO 53 z=0.890 [m] / Nodi: 2656 2658 2655 2654 2652 2649 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2649-2652-2654-2655-2656-2658	101	780	385	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-251.3	1174.7	6.4	0.06
Sommità	11	-1.7	-63.7	-27.1	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-601.7	-401.0	-0.2	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-601.7	-401.0	-0.2	-0.28
$\sigma_{s,t}$	34	-583.5	-388.4	-0.2	-2.02
$\sigma_{s,c}$	37	-601.7	-401.0	-0.2	-6.40
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-422.2	-230.3	0.2	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-422.2	-230.3	0.2	-0.20
$\sigma_{s,t}$	32	-191.1	11.9	0.3	-1.25
$\sigma_{s,c}$	37	-422.2	-230.3	0.2	-4.22

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	
2649-2652-2654-2655-2656-2658	7.800	3.850	12	1.00	305.9	7458.8	0.04	12	1.00	305.9	2.00	0.0	0.0	1841.0		0.17	0.17

- **NUCLEO 53.1 z=4.740 [m] / Nodi: 2678 2680 2677 2676 2674 2671 2672 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx		Base 2x	Top 2x
2671-2672	101	67	226	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		
2674-2676-2677-2678-2680	101	570	231	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base	11	3.5	178.7	-28.6	0.09
Sommità	11	20.3	-79.4	5.1	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-271.2	-63.1	0.2	-0.19
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-271.2	-63.1	0.2	-0.16
$\sigma_{s,t}$	32	-163.6	-2.9	0.3	-1.35
$\sigma_{s,c}$	37	-271.2	-63.1	0.2	-2.77
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-173.3	-20.5	0.3	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-173.3	-20.5	0.3	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32	-74.1	19.7	0.0	-0.51
$\sigma_{s,c}$	37	-173.3	-20.5	0.3	-1.66

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2671-2672	0.675	2.260	12	1.00	19.7	645.5	0.03	12	1.00	19.7	2.00	0.0	0.0	159.3		0.12	0.12
2674-2676-2677-2678-2680	5.700	2.308	12	1.00	278.8	5450.6	0.05	12	1.00	278.8	2.00	0.0	0.0	1345.4		0.21	0.21

- **NUCLEO 54 z=7.020 [m] / Nodi: 2692 2691 2689 2698 2697 2694 2696 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2696-2697-2694-2692-2691-2689-2698	101	780	134	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-182.3	-579.1	-0.6	0.02
Sommità	11	19.4	-167.0	0.2	0.02

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-185.0	-101.3	-0.0	-0.12
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-185.0	-101.3	-0.0	-0.09
$\sigma_{s,t}$	32	-82.9	-7.4	-0.2	-0.53
$\sigma_{s,c}$	37	-185.0	-101.3	-0.0	-1.85
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-108.8	-102.8	0.2	-0.09
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-108.8	-102.8	0.2	-0.05
$\sigma_{s,t}$	34	-88.4	-111.2	0.2	-0.01
$\sigma_{s,c}$	37	-108.8	-102.8	0.2	-1.34

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2696-2697-2694-2692-2691-2689-2698	7.804	1.336	12	1.00	289.3	7462.3	0.04	12	1.00	289.3	2.00	0.0	0.0	1841.9		0.16	0.16

- **NUCLEO 34 z=-7.300 [m] / Nodi: 2721 2722 2715 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale			Armatura	Armatura Inclinata	
					Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Orizzontale	Base 2x	Top 2x
2715-2721-2722	101	602	282	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	8	-1838.0	-957.2	11.0	0.09
Sommità	8	-1510.1	-620.1	-3.7	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-964.9	-326.4	1.2	-0.80
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-964.9	-326.4	1.2	-0.59
$\sigma_{s,t}$	32		-618.2	-159.7	0.8	-4.11
$\sigma_{s,c}$	37		-964.9	-326.4	1.2	-11.88
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	37		-855.6	-237.7	1.1	-0.68
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-855.6	-237.7	1.1	-0.52
$\sigma_{s,t}$	32		-506.0	-120.7	0.2	-3.53
$\sigma_{s,c}$	37		-855.6	-237.7	1.1	-10.08

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2715-2721-2722	6.024	2.820	15	1.00	-180.4	5760.4	0.03	15	1.00	-180.4	2.00	0.0	0.0	1421.8		0.13	0.13

- **NUCLEO 41 z=-4.480 [m] / Nodi: 2747 2751 2741 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
2741-2747-2751	101	764	311	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	12	-1243.5	-1272.1	-3.2	0.05
Sommità	14	-659.8	1552.9	-1.1	0.05

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-931.5	62.2	-1.0	-0.48
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-931.5	62.2	-1.0	-0.45

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32	-588.1	57.9	-0.4	-3.87
$\sigma_{s,c}$	37	-931.5	62.2	-1.0	-7.17
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-847.6	239.7	0.7	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-847.6	239.7	0.7	-0.41
$\sigma_{s,t}$	32	-478.1	133.9	0.5	-2.64
$\sigma_{s,c}$	37	-847.6	239.7	0.7	-7.52

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione								
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2741-2747-2751	7.643	3.110	14	1.00	-191.0	7308.6	0.03	14	1.00	-191.0	2.00	0.0	0.0	1804.0		0.11	0.11

- **NUCLEO 42 z=-1.370 [m] / Nodi: 2762 2768 2769 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
2762-2768-2769	101	602	308	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	14	-759.5	1184.0	-9.4	0.07
Sommità	8	-993.1	93.2	-12.6	0.04

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-744.5	-19.1	-2.1	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-744.5	-19.1	-2.1	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-463.2	-4.0	-0.2	-4.17
$\sigma_{s,c}$	37	-744.5	-19.1	-2.1	-7.29
Sommita					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	37		-617.2	0.3	0.6	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-617.2	0.3	0.6	-0.38
$\sigma_{s,t}$	32		-339.2	5.7	-0.8	-2.93
$\sigma_{s,c}$	37		-617.2	0.3	0.6	-5.74

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

			compressione					taglio - trazione									
Diaframma	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**S/R**
2762-2768-2769	6.024	3.080	14	1.00	-196.2	5760.4	0.03	14	1.00	-196.2	2.00	0.0	0.0	1421.8		0.14	0.14

- **NUCLEO 43 z=1.710 [m] / Nodi: 2788 2794 2797 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	**Sezione Numero**	**B [cm]**	**H [cm]**	**Spessore [cm]**	**Armatura Verticale**			**Armatura Orizzontale**	**Armatura Inclinata**	
					Parete	**Bordo Sx**	**Bordo Dx**		**Base 2x**	**Top 2x**
2788-2794-2797	101	764	303	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	14	-592.1	1272.0	3.0	0.04
Sommità	8	-828.4	92.0	15.7	0.03

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-641.7	125.1	-0.4	-0.36
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-641.7	125.1	-0.4	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-383.9	60.2	0.2	-2.41
$\sigma_{s,c}$	37	-641.7	125.1	-0.4	-5.36
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-524.3	37.9	0.7	-0.27
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-524.3	37.9	0.7	-0.25
$\sigma_{s,t}$	32	-256.5	-1.3	-0.4	-1.79

$\sigma_{s,c}$	37		-524.3	37.9	0.7	-4.07

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2788-2794-2797	7.643	3.030	15	1.00	-194.8	7308.6	0.03	15	1.00	-194.8	2.00	0.0	0.0	1804.0		0.11	0.11

- **NUCLEO 43.1 z=4.740 [m] / Nodi: 2810 2816 2818 / Non sisma resistente / Criterio criterio base**
- **Armature Nucleo**

Nodi	Sezione Numero	B [cm]	H [cm]	Spessore [cm]	Armatura Verticale Parete	Bordo Sx	Bordo Dx	Armatura Orizzontale	Armatura Inclinata Base 2x	Top 2x
2810-2816-2818	101	764	362	25	2x ø 12 15'			2x ø 8 15'		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-37.9	-131.9	-18.3	0.04
Sommità	10	-135.7	252.0	-0.2	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-354.2	65.2	1.4	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-354.2	65.2	1.4	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-194.9	81.2	1.8	-0.75
$\sigma_{s,c}$	37	-354.2	65.2	1.4	-3.08
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-190.3	46.8	0.0	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-190.3	46.8	0.0	-0.09
$\sigma_{s,t}$	32	-35.3	24.4	-1.3	0.04
$\sigma_{s,c}$	37	-190.3	46.8	0.0	-1.63

- **Verifiche a taglio dei diaframmi**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Diaframma	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	S/R
2810-2816-2818	7.643	3.620	10	1.00	217.7	7308.6	0.03	10	1.00	217.7	2.00	0.0	0.0	1804.0		0.12	0.12

- **SETTI ISOLATI**
- **Setto : 1 63 77 3 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-324.0	0.8	-5.0	0.08
Sommità	7	-353.1	1.7	165.2	0.15

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-234.2	0.5	-4.7	-1.16
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-234.2	0.5	-4.7	-0.96
$\sigma_{s,t}$	32	-165.6	0.5	2.6	-9.11
$\sigma_{s,c}$	38	-234.2	0.5	-4.7	-15.79
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-252.0	1.2	113.2	-2.90
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-252.0	1.2	113.2	-1.26
$\sigma_{s,t}$	32	-185.2	1.2	107.1	15.26
$\sigma_{s,c}$	38	-252.0	1.2	113.2	-36.99

- **Verifiche a Taglio**

Parete	compressione	taglio - trazione	scorrimento	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	
1 77	2.000	4.140	1		1.00 -16.7	765.0	0.02	1		1.00 -16.7	2.00	0.0	0.0	472.1		0.04										0.04

- **Setto : 3 77 67 7 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-550.4	0.2	-63.0	0.05
Sommità	7	-454.9	0.2	48.1	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-407.2	0.1	-43.8	-0.78
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-407.2	0.1	-43.8	-0.68
$\sigma_{s,t}$	32	-239.3	0.1	-40.3	-4.70
$\sigma_{s,c}$	38	-407.2	0.1	-43.8	-11.53
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-338.3	0.2	33.8	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-338.3	0.2	33.8	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-172.2	0.2	35.5	-3.16
$\sigma_{s,c}$	38	-338.3	0.2	33.8	-9.52

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione										scorrimento									S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	

3 67 4.894 4.140 1 1.00 -50.3 1872.0 0.03 1 1.00 -50.3 2.00 0.0 0.0 1155.1 0.04 0.04

- **Setto : 7 67 69 9 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-184.6	-0.0	3.3	0.04
Sommità	7	-163.2	0.0	-1.7	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-138.5	-0.0	2.4	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-138.5	-0.0	2.4	-0.57
$\sigma_{s,t}$	32	-65.6	-0.0	3.4	-3.45
$\sigma_{s,c}$	38	-138.5	-0.0	2.4	-8.92
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-122.3	0.0	-1.1	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-122.3	0.0	-1.1	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-51.5	0.0	0.2	-3.12
$\sigma_{s,c}$	38	-122.3	0.0	-1.1	-7.71

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
7 69	2.000	4.140	12	1.00	-11.4	765.0	0.01	12	1.00	-11.4	2.00	0.0	0.0	472.1		0.02										0.02

- **Setto : 9 81 82 10 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

B = 133.6 H = 523.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-119.5	-0.0	8.6	0.05
Sommità	9	-44.8	-5.1	-11.0	0.18

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-89.9	-0.0	6.4	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-89.9	-0.0	6.4	-0.55
$\sigma_{s,t}$	32	-39.6	-0.0	4.2	-2.05
$\sigma_{s,c}$	38	-89.9	-0.0	6.4	-10.59
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-52.0	0.0	-11.6	-0.64
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-52.0	0.0	-11.6	-0.32
$\sigma_{s,t}$	35	-50.9	0.0	-11.3	-0.46
$\sigma_{s,c}$	38	-52.0	0.0	-11.6	-9.04

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione: Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione: Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	scorrimento: Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
9 82	1.336	5.230	7	1.00	-10.6	511.0	0.02	7	1.00	-10.6	2.00	0.0	0.0	315.3		0.03										0.03

- **Setto : 11 85 86 12 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 133.6 H = 523.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	8	-85.5	-2.2	11.2	0.07
Sommità	7	-97.9	-0.0	3.7	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-97.1	-0.0	12.6	-0.94
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-97.1	-0.0	12.6	-0.59
$\sigma_{s,t}$	32	-35.1	-0.0	3.8	-1.80
$\sigma_{s,c}$	38	-97.1	-0.0	12.6	-13.51
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-73.6	-0.0	2.7	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-73.6	-0.0	2.7	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-20.9	-0.0	0.1	-1.85
$\sigma_{s,c}$	38	-73.6	-0.0	2.7	-7.76

- **Verifiche a Taglio**

			compressione				taglio - trazione									scorrimento							
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
11 86	1.336	5.230	12	1.00	-17.9	511.0	0.04	12	1.00	-17.9	2.00	0.0	0.0	315.3		0.06										0.06

- **Setto : 13 87 88 14 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 133.6 H = 523.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx

ø 12 15' [cm] ø 8 15' [cm]

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-70.0	2.4	-23.7	0.09
Sommità	14	-76.7	1.1	-10.8	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-96.4	-0.0	-12.9	-0.94
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-96.4	-0.0	-12.9	-0.59
$\sigma_{s,t}$	32	-34.6	-0.0	-4.1	-1.65
$\sigma_{s,c}$	38	-96.4	-0.0	-12.9	-13.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-73.6	-0.0	-2.8	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-73.6	-0.0	-2.8	-0.45
$\sigma_{s,t}$	32	-20.9	-0.0	-0.1	-1.83
$\sigma_{s,c}$	38	-73.6	-0.0	-2.8	-7.79

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
13 88	1.336	5.230	14	1.00	20.9	511.0	0.04	14	1.00	20.9	2.00	0.0	0.0	315.3		0.07										0.07

- **Setto : 15 91 92 16 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 133.6 H = 523.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-119.8	-0.0	-8.7	0.05
Sommità	15	-37.7	7.6	-8.7	0.29

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-90.1	-0.0	-6.5	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-90.1	-0.0	-6.5	-0.55
$\sigma_{s,t}$	32	-39.8	-0.0	-4.3	-2.05
$\sigma_{s,c}$	38	-90.1	-0.0	-6.5	-10.64
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-51.6	0.0	9.9	-0.59
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-51.6	0.0	9.9	-0.31
$\sigma_{s,t}$	35	-50.5	0.0	9.7	-1.05
$\sigma_{s,c}$	38	-51.6	0.0	9.9	-8.38

- **Verifiche a Taglio**

			compressione				taglio - trazione								scorrimento							
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
15 92	1.336	5.230	14	1.00	11.2	511.0	0.02	14	1.00	11.2	2.00	0.0	0.0	315.3		0.04										0.04

- **Setto : 16 70 72 18 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

Base	14	-120.9	-1.8	-11.0	0.04
Sommità	12	-113.2	1.9	-4.0	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-138.6	0.0	-2.5	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-138.6	0.0	-2.5	-0.57
$\sigma_{s,t}$	32	-65.6	-0.0	-3.5	-3.43
$\sigma_{s,c}$	38	-138.6	0.0	-2.5	-8.94
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-122.1	0.0	1.3	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-122.1	0.0	1.3	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-51.4	0.0	-0.1	-3.13
$\sigma_{s,c}$	38	-122.1	0.0	1.3	-7.74

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento								
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
16 72	2.000	4.140	14	1.00	14.1	765.0	0.02	14	1.00	14.1	2.00	0.0	0.0	472.1		0.03										0.03

- **Setto : 18 72 80 22 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-551.1	0.2	62.8	0.05
Sommità	7	-455.5	0.2	-48.7	0.04

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-407.7	0.1	43.7	-0.78
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-407.7	0.1	43.7	-0.68
$\sigma_{s,t}$	32	-239.5	0.1	40.1	-4.70
$\sigma_{s,c}$	38	-407.7	0.1	43.7	-11.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-338.7	0.2	-34.2	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-338.7	0.2	-34.2	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-172.3	0.2	-35.7	-3.15
$\sigma_{s,c}$	38	-338.7	0.2	-34.2	-9.55

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento							
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
18 80	4.894	4.140	1	1.00	51.1	1872.0	0.03	1	1.00	51.1	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.04										0.04

- **Setto : 22 80 64 24 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 414.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-324.5	0.8	4.7	0.08
Sommità	7	-354.1	1.7	-166.0	0.15

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-234.5	0.5	4.5	-1.17
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-234.5	0.5	4.5	-0.96
$\sigma_{s,t}$	32	-165.7	0.5	-2.8	-9.08
$\sigma_{s,c}$	38	-234.5	0.5	4.5	-15.79
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-252.7	1.2	-113.6	-2.92
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-252.7	1.2	-113.6	-1.27
$\sigma_{s,t}$	32	-185.7	1.2	-107.6	15.41
$\sigma_{s,c}$	38	-252.7	1.2	-113.6	-37.15

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento								
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
22 64	2.000	4.140	1	1.00	16.9	765.0	0.02	1	1.00	16.9	2.00	0.0	0.0	472.1		0.04										0.04

- **Setto : 53 82 85 56 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 400.8 H = 123.3 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-120.2	0.0	-27.1	0.02
Sommità	11	-66.9	6.0	-9.6	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-90.3	0.0	-20.1	-0.24
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-90.3	0.0	-20.1	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-27.2	0.0	-5.5	-0.58
$\sigma_{s,c}$	38	-90.3	0.0	-20.1	-3.64
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-81.4	-0.0	-12.9	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-81.4	-0.0	-12.9	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-18.3	-0.0	-3.4	-0.40
$\sigma_{s,c}$	38	-81.4	-0.0	-12.9	-3.05

- **Verifiche a Taglio**

			compressione				taglio - trazione									scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
53 85	4.008	1.233	14	1.00	38.5	1533.1	0.03	14	1.00	38.5	2.00	0.0	0.0	946.0		0.04										0.04

- **Setto : 59 88 91 62 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 400.8 H = 123.3 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	12	-74.2	0.7	59.3	0.02
Sommità	13	-64.0	-7.0	-1.4	0.08

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-89.7	0.0	18.3	-0.24

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	38		-89.7	0.0	18.3	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32		-26.7	0.0	4.0	-0.63
$\sigma_{s,c}$	38		-89.7	0.0	18.3	-3.54
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-80.8	-0.0	13.4	-0.21
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-80.8	-0.0	13.4	-0.16
$\sigma_{s,t}$	32		-17.8	-0.0	3.9	-0.37
$\sigma_{s,c}$	38		-80.8	-0.0	13.4	-3.06

- **Verifiche a Taglio**

			compressione				taglio - trazione								scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
59 91	4.008	1.233	12	1.00	-47.6	1533.1	0.03	12	1.00	-47.6	2.00	0.0	0.0	946.0		0.05										0.05

- **Setto : 63 131 133 77 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	1	32.0	1.3	144.4	0.19
Sommità	9	-53.3	3.7	12.6	0.08

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	32	15.1	0.9	97.6	-2.83
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-37.5	0.9	92.3	-1.02
$\sigma_{s,t}$	32	15.1	0.9	97.6	77.98

$\sigma_{s,c}$	32		15.1	0.9	97.6	-28.12
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-91.5	0.1	20.6	-0.67
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-91.5	0.1	20.6	-0.37
$\sigma_{s,t}$	32		-25.5	0.1	14.7	2.00
$\sigma_{s,c}$	38		-91.5	0.1	20.6	-9.24

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_V+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
63 133	2.000	5.410	1	1.00	-78.4	765.0	0.10	1	1.00	-78.4	2.00	0.0	0.0	472.1		0.17										0.17

- **Setto : 67 137 119 69 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-162.0	-0.0	1.7	0.04
Sommità	11	-79.6	-2.6	12.7	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-121.5	-0.0	1.3	-0.52
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-121.5	-0.0	1.3	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-51.9	-0.0	3.1	-2.66
$\sigma_{s,c}$	38	-121.5	-0.0	1.3	-7.69
Sommita					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Max}$	38		-90.2	-0.1	8.4	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-90.2	-0.1	8.4	-0.37
$\sigma_{s,t}$	32		-29.9	-0.1	9.1	-0.21
$\sigma_{s,c}$	38		-90.2	-0.1	8.4	-7.06

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					**taglio - trazione**								**scorrimento**								
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
67 119	2.000	5.410	12	1.00	-16.6	765.0	0.02	12	1.00	-16.6	2.00	0.0	0.0	472.1		0.04											0.04

- **Setto : 70 130 140 72 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 525.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	14	-104.0	2.2	-24.8	0.05
Sommità	11	-77.2	-2.7	-3.8	0.06

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-121.6	-0.0	-2.8	-0.54
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-121.6	-0.0	-2.8	-0.50
$\sigma_{s,t}$	32	-52.0	-0.0	-4.4	-2.45
$\sigma_{s,c}$	38	-121.6	-0.0	-2.8	-7.96
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-90.1	-0.1	-7.8	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-90.1	-0.1	-7.8	-0.37

$\sigma_{s,t}$	32	-29.8	-0.1	-8.6	-0.31
$\sigma_{s,c}$	38	-90.1	-0.1	-7.8	-6.94

- **Verifiche a Taglio**

				compressione					taglio - trazione									scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
70 140	2.000	5.250	14	1.00	40.4	765.0	0.05	14	1.00	40.4	2.00	0.0	0.0	472.1		0.09											0.09

- **Setto : 72 140 144 80 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	7	-445.6	-0.0	17.0	0.04
Sommità	7	-320.0	0.0	-56.8	0.03

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-332.0	-0.0	12.2	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-332.0	-0.0	12.2	-0.55
$\sigma_{s,t}$	32	-166.2	-0.0	9.0	-3.86
$\sigma_{s,c}$	38	-332.0	-0.0	12.2	-8.66
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-241.2	-0.0	-42.2	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-241.2	-0.0	-42.2	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-78.2	-0.0	-33.3	-0.95
$\sigma_{s,c}$	38	-241.2	-0.0	-42.2	-7.28

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
72 144	4.894	5.410	14	1.00	46.6	1872.0	0.02	14	1.00	46.6	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.04										0.04

- **Setto : 77 133 137 67 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-444.3	-0.0	-18.3	0.04
Sommità	14	-243.1	-4.1	69.3	0.04

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-331.1	-0.0	-13.1	-0.58
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-331.1	-0.0	-13.1	-0.55
$\sigma_{s,t}$	32	-165.7	-0.0	-9.8	-3.82
$\sigma_{s,c}$	38	-331.1	-0.0	-13.1	-8.67
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-240.7	-0.0	42.9	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-240.7	-0.0	42.9	-0.40
$\sigma_{s,t}$	32	-78.1	-0.0	34.3	-0.91
$\sigma_{s,c}$	38	-240.7	-0.0	42.9	-7.30

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
77 137	4.894	5.410	12	1.00	-34.3	1872.0	0.02	12	1.00	-34.3	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.03										0.03

- **Setto : 80 144 146 64 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 541.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	1	31.9	1.3	-144.4	0.19
Sommità	8	-71.9	2.4	-18.4	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	32	15.1	0.9	-97.6	-2.83
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-37.7	0.9	-92.3	-1.02
$\sigma_{s,t}$	32	15.1	0.9	-97.6	77.95
$\sigma_{s,c}$	32	15.1	0.9	-97.6	-28.12
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-91.4	0.1	-20.3	-0.67
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-91.4	0.1	-20.3	-0.37
$\sigma_{s,t}$	32	-25.1	0.1	-14.2	1.87
$\sigma_{s,c}$	38	-91.4	0.1	-20.3	-9.18

- **Verifiche a Taglio**

Parete	compressione	taglio - trazione	scorrimento	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R
80 146	2.000	5.410	1	1.00	78.3	765.0	0.10	1	1.00	78.3	2.00	0.0	0.0	472.1		0.17									0.17

- **Setto : 81 119 124 86 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 668.0 H = 416.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-246.1	-11.8	-70.4	0.07
Sommità	7	-380.8	-0.1	-206.9	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-293.0	-0.0	-39.8	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-293.0	-0.0	-39.8	-0.36
$\sigma_{s,t}$	32	-133.1	0.0	-22.4	-2.07
$\sigma_{s,c}$	38	-293.0	-0.0	-39.8	-6.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-286.1	-0.1	-156.2	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-286.1	-0.1	-156.2	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-91.7	-0.1	-31.1	-1.15
$\sigma_{s,c}$	38	-286.1	-0.1	-156.2	-7.79

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione										scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R

81 124 6.680 4.160 12 1.00 83.2 2555.1 0.03 12 1.00 83.2 2.00 0.0 0.0 1576.7 0.05 0.05

- **Setto : 87 125 130 92 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 668.0 H = 416.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-233.3	14.6	114.8	0.09
Sommità	14	-271.7	-4.3	173.4	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-292.0	0.0	42.8	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-292.0	0.0	42.8	-0.36
$\sigma_{s,t}$	32	-132.5	0.0	24.5	-2.02
$\sigma_{s,c}$	38	-292.0	0.0	42.8	-6.03
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-285.9	-0.1	157.5	-0.53
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-285.9	-0.1	157.5	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-91.9	-0.0	32.3	-1.14
$\sigma_{s,c}$	38	-285.9	-0.1	157.5	-7.80

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
87 130	6.680	4.160	14	1.00	-103.4	2555.1	0.04	14	1.00	-103.4	2.00	0.0	0.0	1576.7		0.07										0.07

- **Setto : 119 175 180 124 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

B = 668.0 H = 373.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-378.2	0.1	103.7	0.03
Sommità	14	-117.1	4.9	-131.4	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-284.3	0.1	77.9	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-284.3	0.1	77.9	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-88.2	0.1	22.7	-1.22
$\sigma_{s,c}$	38	-284.3	0.1	77.9	-6.49
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-169.8	0.4	-106.9	-0.36
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-169.8	0.4	-106.9	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-25.5	0.4	-20.8	0.07
$\sigma_{s,c}$	38	-169.8	0.4	-106.9	-4.96

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	scorrimento Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
119 180	6.680	3.730	14	1.00	128.7	2555.1	0.05	14	1.00	128.7	2.00	0.0	0.0	1576.7		0.08										0.08

- **Setto : 125 181 186 130 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 668.0 H = 373.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-267.2	4.2	-135.8	0.03
Sommità	12	-121.1	3.1	129.8	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-284.2	0.1	-77.7	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-284.2	0.1	-77.7	-0.35
$\sigma_{s,t}$	32	-88.4	0.1	-23.3	-1.22
$\sigma_{s,c}$	38	-284.2	0.1	-77.7	-6.48
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-169.6	0.4	107.0	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-169.6	0.4	107.0	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-25.4	0.4	20.5	0.06
$\sigma_{s,c}$	38	-169.6	0.4	107.0	-4.96

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	scorrimento Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
125 186	6.680	3.730	12	1.00	-129.3	2555.1	0.05	12	1.00	-129.3	2.00	0.0	0.0	1576.7		0.08										0.08

- **Setto : 130 186 188 140 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.6 H = 373.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

ø 12 15' [cm] ø 8 15' [cm]

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	-65.1	2.7	-17.7	0.06
Sommità	13	-51.7	1.6	-1.5	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-82.5	0.1	-6.2	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-82.5	0.1	-6.2	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32	-26.3	0.1	-7.0	-0.35
$\sigma_{s,c}$	38	-82.5	0.1	-6.2	-6.22
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-59.1	0.2	-10.7	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-59.1	0.2	-10.7	-0.24
$\sigma_{s,t}$	32	-10.0	0.2	-7.1	2.06
$\sigma_{s,c}$	38	-59.1	0.2	-10.7	-5.65

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione								scorrimento							S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	
130 188	2.006	3.730	14	1.00	37.0	767.4	0.05	14	1.00	37.0	2.00	0.0	0.0	473.6		0.08										0.08

- **Setto : 131 167 169 133 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	8	-66.7	-3.7	-1.0	0.08
Sommità	10	-144.1	4.2	48.1	0.10

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-107.0	-0.1	-5.0	-0.54
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-107.0	-0.1	-5.0	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-40.4	-0.1	0.4	-2.26
$\sigma_{s,c}$	38	-107.0	-0.1	-5.0	-7.58
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-116.2	0.2	23.7	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-116.2	0.2	23.7	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32	-50.1	0.3	25.0	2.36
$\sigma_{s,c}$	38	-116.2	0.2	23.7	-11.37

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento								
Parete	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
131 169	2.000	3.570	1	1.00	-9.7	765.0	0.01	1	1.00	-9.7	2.00	0.0	0.0	472.1		0.02										0.02

- **Setto : 133 169 173 137 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

Base	14	-231.5	4.2	-6.2	0.04
Sommità	15	-186.2	8.6	30.2	0.07

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-235.7	0.0	20.6	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-235.7	0.0	20.6	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32	-72.6	0.0	24.9	-1.06
$\sigma_{s,c}$	38	-235.7	0.0	20.6	-6.51
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-206.2	0.5	47.8	-0.50
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-206.2	0.5	47.8	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32	-36.0	0.5	28.2	0.43
$\sigma_{s,c}$	38	-206.2	0.5	47.8	-6.82

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} / $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
133 173	4.894	3.570	12	1.00	-84.0	1872.0	0.04	12	1.00	-84.0	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.07										0.07

- **Setto : 137 173 175 119 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.6 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	11	-72.7	2.7	3.9	0.06
Sommità	11	-49.9	2.9	5.2	0.06

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-82.5	0.1	6.1	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-82.5	0.1	6.1	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32	-26.3	0.1	6.7	-0.40
$\sigma_{s,c}$	38	-82.5	0.1	6.1	-6.21
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-59.1	0.2	10.9	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-59.1	0.2	10.9	-0.24
$\sigma_{s,t}$	32	-10.0	0.2	7.0	2.08
$\sigma_{s,c}$	38	-59.1	0.2	10.9	-5.69

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
137 175	2.006	3.570	12	1.00	-37.0	767.4	0.05	12	1.00	-37.0	2.00	0.0	0.0	473.6		0.08										0.08

- **Setto : 140 188 192 144 / Sezione 311 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 489.4 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	7	-312.8	-0.0	-31.0	0.03
Sommità	12	-187.2	4.5	-27.9	0.04

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-236.1	0.0	-20.5	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-236.1	0.0	-20.5	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32	-72.7	0.0	-25.4	-1.05
$\sigma_{s,c}$	38	-236.1	0.0	-20.5	-6.50
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-206.4	0.5	-47.7	-0.49
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-206.4	0.5	-47.7	-0.34
$\sigma_{s,t}$	32	-36.0	0.5	-28.6	0.42
$\sigma_{s,c}$	38	-206.4	0.5	-47.7	-6.79

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento								
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} / $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
140 192	4.894	3.570	14	1.00	87.5	1872.0	0.05	14	1.00	87.5	2.00	0.0	0.0	1155.1		0.08										0.08

- **Setto : 144 192 194 146 / Sezione 310 NON VERIFICATO ø 12 > s/10=10.0**

B = 200.0 H = 357.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	8	-84.9	-2.4	6.2	0.05
Sommità	12	-129.9	2.2	-41.5	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

Base						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-106.9	-0.1	4.8	-0.54
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-106.9	-0.1	4.8	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32		-39.9	-0.1	-0.8	-2.16
$\sigma_{s,c}$	38		-106.9	-0.1	4.8	-7.54
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-116.1	0.2	-23.8	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-116.1	0.2	-23.8	-0.48
$\sigma_{s,t}$	32		-50.0	0.3	-25.2	2.44
$\sigma_{s,c}$	38		-116.1	0.2	-23.8	-11.36

- **Verifiche a Taglio**

			compressione				taglio - trazione								scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
144 194	2.000	3.570	14	1.00	11.1	765.0	0.01	14	1.00	11.1	2.00	0.0	0.0	472.1		0.02										0.02

- **Setto : 371 383 385 376 / Sezione 300**

B = 150.2 H = 303.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	69.0	3.1	86.2	0.39
Sommità	13	60.6	-0.1	29.3	0.19

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-75.3	0.0	-15.1	-0.34

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{Cls,Med}$	37	-75.3	0.0	-15.1	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-31.9	0.0	-10.3	0.19
$\sigma_{s,c}$	37	-75.3	0.0	-15.1	-4.61
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-2.7	0.0	-1.8	-0.04
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-2.7	0.0	-1.8	-0.02
$\sigma_{s,t}$	37	-0.6	0.0	-1.1	0.97
$\sigma_{s,c}$	38	-2.7	0.0	-1.8	-0.41

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione								scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h / $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} / $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
371 385	1.502	3.030	15		1.00 45.5	1436.0	0.03	15		1.00 45.5	2.00	0.0	0.0	354.4		0.13										0.13

- **Setto : 419 438 436 425 / Sezione 300**

B = 150.2 H = 303.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	15	98.5	-0.4	108.1	0.49
Sommità	15	74.7	0.4	35.8	0.24

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-71.3	-0.0	-12.4	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-71.3	-0.0	-12.4	-0.18
$\sigma_{s,t}$	32	-29.3	-0.0	-8.6	0.01

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,c}$	37		-71.3	-0.0	-12.4	-4.14
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	38		-0.8	-0.0	-1.1	-0.02
$\sigma_{Cls,Med}$	38		-0.8	-0.0	-1.1	-0.01
$\sigma_{s,t}$	37		1.3	-0.0	-0.4	1.33
$\sigma_{s,c}$	32		-2.5	-0.0	-1.2	-0.28

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
419 436	1.502	3.030	13	1.00	54.4	1436.0	0.04	13	1.00	54.4	2.00	0.0	0.0	354.4		0.15										0.15

- **Setto : 1154 1158 1159 1155 / Sezione 200**

B = 130.0 H = 147.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 20' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	25.6	-0.4	-213.6	0.95
Sommità	14	37.4	3.7	-133.0	0.66

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	32	-17.2	0.2	3.4	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-21.9	0.3	1.0	-0.06
$\sigma_{s,t}$	32	-17.2	0.2	3.4	0.00
$\sigma_{s,c}$	32	-17.2	0.2	3.4	-1.48
Sommita					

$\sigma_{Cls,Max}$	38	-10.0	0.8	-8.6	-0.37
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-10.0	0.8	-8.6	-0.13
$\sigma_{s,t}$	38	-10.0	0.8	-8.6	8.64
$\sigma_{s,c}$	38	-10.0	0.8	-8.6	-4.47

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1154 1159	1.300	1.470	14	1.00	235.5	1243.1	0.19	14	1.00	235.5	2.00	0.0	0.0	306.8		0.77										0.77

- **Setto : 1396 1408 1409 1397 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 385.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 16 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	282.7	0.1	80.7	0.73
Sommità	13	299.1	0.3	56.6	0.63

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-119.8	0.2	-1.9	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-119.8	0.2	-1.9	-0.56
$\sigma_{s,t}$	32	-65.6	0.1	-1.0	-3.91
$\sigma_{s,c}$	37	-119.8	0.2	-1.9	-9.47
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-103.1	0.1	-1.3	-0.54
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-103.1	0.1	-1.3	-0.48

$\sigma_{s,t}$	32		-48.9	0.1	-0.8	-2.93
$\sigma_{s,c}$	37		-103.1	0.1	-1.3	-7.98

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\underline{\rho_h}$ $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1396 1409	0.694	3.855	14	1.00	35.8	663.4	0.05	14	1.00	35.8	2.00	0.0	0.0	163.7		0.22										0.22

- **Setto : 1398 1411 1412 1399 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 385.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 16 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-40.4	0.5	84.2	0.39
Sommità	15	185.4	-0.2	-54.0	0.48

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-83.5	-0.1	0.0	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-83.5	-0.1	0.0	-0.39
$\sigma_{s,t}$	32	-47.3	0.1	0.2	-3.14
$\sigma_{s,c}$	37	-83.5	-0.1	0.0	-5.96
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-66.0	0.0	1.7	-0.38
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-66.0	0.0	1.7	-0.31
$\sigma_{s,t}$	32	-31.3	0.1	1.4	-1.41
$\sigma_{s,c}$	37	-66.0	0.0	1.7	-5.55

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1398 1412	0.694	3.855	12	1.00	-58.3	663.4	0.09	12	1.00	-58.3	2.00	0.0	0.0	163.7		0.36										0.36

- **Setto : 1408 1413 1414 1409 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 118.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	179.5	-0.2	-10.1	0.42
Sommità	13	184.7	-0.3	-34.8	0.68

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-91.1	-0.1	-2.0	-0.56
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-91.1	-0.1	-2.0	-0.46
$\sigma_{s,t}$	32	-41.0	-0.0	-2.4	-1.68
$\sigma_{s,c}$	37	-91.1	-0.1	-2.0	-8.15
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-85.9	0.6	10.2	-0.95
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-85.9	0.6	10.2	-0.45
$\sigma_{s,t}$	37	-85.9	0.6	10.2	-0.01
$\sigma_{s,c}$	37	-85.9	0.6	10.2	-13.04

- **Verifiche a Taglio**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							S/R
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	
1408 1414	0.694	1.185	14	1.00	-49.3	663.4	0.07	14	1.00	-49.3	2.00	0.0	0.0	163.7		0.30										0.30

- **Setto : 1409 1414 1416 1411 / Sezione 200**

B = 129.8 H = 118.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	3.1	-0.1	156.2	0.40
Sommità	13	12.7	-0.2	104.5	0.28

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-22.5	-0.1	-2.6	-0.10
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-22.5	-0.1	-2.6	-0.06
$\sigma_{s,t}$	37	-22.5	-0.1	-2.6	-0.42
$\sigma_{s,c}$	37	-22.5	-0.1	-2.6	-1.41
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-12.9	0.1	-2.9	-0.08
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-12.9	0.1	-2.9	-0.04
$\sigma_{s,t}$	32	-5.2	0.0	2.0	0.30
$\sigma_{s,c}$	37	-12.9	0.1	-2.9	-1.11

- **Verifiche a Taglio**

Parete	compressione	taglio - trazione	scorrimento	S/R

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	
1409 1416	1.298	1.185	14	1.00	234.4	1240.7	0.19	14	1.00	234.4	2.00	0.0	0.0	306.2		0.77										0.77

- **Setto : 1411 1416 1417 1412 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 118.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	38.4	-0.0	20.6	0.25
Sommità	15	43.6	-0.1	33.6	0.37

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-45.0	-0.1	-1.0	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-45.0	-0.1	-1.0	-0.23
$\sigma_{s,t}$	32	-21.2	-0.0	0.6	-1.24
$\sigma_{s,c}$	37	-45.0	-0.1	-1.0	-4.05
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-39.5	-0.1	-3.4	-0.36
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-39.8	-0.1	-3.3	-0.20
$\sigma_{s,t}$	33	-29.1	-0.1	-2.3	-0.82
$\sigma_{s,c}$	34	-39.5	-0.1	-3.4	-5.05

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R

1411	1417	0.694	1.185	12		1.00	49.1	663.4	0.07	12		1.00	49.1	2.00	0.0	0.0	163.7		0.30			0.30

- **Setto : 1413 1426 1427 1414 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 240.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	136.4	0.4	80.7	0.97
Sommità	13	146.6	-0.1	68.6	0.88

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-48.9	-0.7	4.8	-0.55
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-48.9	-0.7	4.8	-0.25
$\sigma_{s,t}$	34	-45.6	-0.6	5.1	0.21
$\sigma_{s,c}$	37	-48.9	-0.7	4.8	-7.35
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-39.3	-1.3	0.1	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-39.3	-1.3	0.1	-0.20
$\sigma_{s,t}$	33	-33.7	-0.9	0.5	-1.18
$\sigma_{s,c}$	38	-39.3	-1.3	0.1	-4.55

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1413	1427	0.694	2.400	12		1.00	-62.5	663.4	0.09	12		1.00	-62.5	2.00	0.0	0.0	163.7		0.38								0.38

- **Setto : 1416 1429 1430 1417 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 240.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	16.7	0.5	66.3	0.60
Sommità	15	166.8	-0.7	-57.5	0.84

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-42.3	0.0	-3.0	-0.35
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-42.3	0.0	-3.0	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-20.8	0.1	0.8	-1.04
$\sigma_{s,c}$	37	-42.3	0.0	-3.0	-5.00
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-23.1	-0.4	1.5	-0.22
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-26.5	-0.3	0.8	-0.13
$\sigma_{s,t}$	32	-19.3	-0.1	2.5	0.10
$\sigma_{s,c}$	38	-23.1	-0.4	1.5	-3.02

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1416 1430	0.694	2.400	14	1.00	90.6	663.4	0.14	14	1.00	90.6	2.00	0.0	0.0	163.7		0.55										0.55

- **Setto : 1426 1431 1432 1427 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 122.1 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	18.0	0.1	-14.5	0.16
Sommità	13	23.3	-3.2	4.9	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-29.6	1.0	-3.4	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-29.6	1.0	-3.4	-0.17
$\sigma_{s,t}$	38	-29.6	1.0	-3.4	1.22
$\sigma_{s,c}$	38	-29.6	1.0	-3.4	-5.56
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-24.3	-2.7	-0.8	-0.60
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-24.3	-2.7	-0.8	-0.27
$\sigma_{s,t}$	38	-24.3	-2.7	-0.8	6.04
$\sigma_{s,c}$	38	-24.3	-2.7	-0.8	-6.30

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1426 1432	0.694	1.221	12	1.00	7.9	663.4	0.01	12	1.00	7.9	2.00	0.0	0.0	163.7		0.05										0.05

- **Setto : 1427 1432 1434 1429 / Sezione 200**

B = 129.8 H = 122.1 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx

ø 12 10' [cm] ø 8 15' [cm]

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	14	-17.1	0.6	-163.0	0.40
Sommità	13	-6.3	-4.4	53.3	0.15

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-18.4	0.4	-1.3	-0.09
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-18.4	0.4	-1.3	-0.05
$\sigma_{s,t}$	37	-17.5	0.4	-1.5	-0.22
$\sigma_{s,c}$	38	-18.4	0.4	-1.3	-1.21
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-8.5	-3.6	-0.0	-0.40
$\sigma_{Cls,Med}$	38	-8.5	-3.6	-0.0	-0.20
$\sigma_{s,t}$	38	-8.5	-3.6	-0.0	10.38
$\sigma_{s,c}$	37	-7.6	-3.4	-0.5	-2.81

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1427 1434	1.298	1.221	14	1.00	177.3	1240.7	0.14	14	1.00	177.3	2.00	0.0	0.0	306.2		0.58										0.58

- **Setto : 1429 1434 1435 1430 / Sezione 200**

B = 69.4 H = 122.1 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 10' [cm]	ø 8 15' [cm]		

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	38.5	0.2	9.4	0.16
Sommità	15	43.8	-1.1	-3.6	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-17.9	-0.0	2.1	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-17.9	-0.0	2.1	-0.09
$\sigma_{s,t}$	32	-11.1	0.1	1.7	0.27
$\sigma_{s,c}$	34	-17.9	-0.0	2.1	-2.57
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	38	-9.0	-0.7	2.0	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-12.6	-1.0	1.4	-0.11
$\sigma_{s,t}$	32	-5.9	-0.2	2.3	3.98
$\sigma_{s,c}$	38	-9.0	-0.7	2.0	-3.56

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$\frac{V_{id}}{V_{Ed}/2}$	S/R	S/R
1429 1435	0.694	1.221	10	1.00	-7.1	663.4	0.01	10	1.00	-7.1	2.00	0.0	0.0	163.7		0.04										0.04

- **Setto : 1958 1971 2034 2030 / Sezione 101**

B = 58.0 H = 282.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base	15	-3.6	-0.6	-11.8	0.24
Sommità	12	-91.6	0.6	17.2	0.11

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-115.4	0.5	1.5	-0.92
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-115.4	0.5	1.5	-0.74
$\sigma_{s,t}$	32	-57.6	0.3	-0.5	-4.90
$\sigma_{s,c}$	37	-115.4	0.5	1.5	-12.67
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-58.1	-0.1	11.3	-1.47
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-58.1	-0.1	11.3	-0.73
$\sigma_{s,t}$	37	-58.1	-0.1	11.3	9.04
$\sigma_{s,c}$	37	-58.1	-0.1	11.3	-12.26

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
1958 2034	0.580	2.820	8	1.00	-36.6	554.6	0.07	8	1.00	-36.6	2.00	0.0	0.0	136.9		0.27										0.27

- **Setto : 1965 1978 2058 2054 / Sezione 102**

B = 106.4 H = 311.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	90.4	4.9	-12.1	0.28
Sommità	13	52.7	2.9	-40.7	0.33

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-127.6	2.4	13.3	-0.43
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-127.6	2.4	13.3	-0.24
$\sigma_{s,t}$	37	-126.4	2.4	13.2	-1.12
$\sigma_{s,c}$	34	-127.6	2.4	13.3	-6.01
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-76.8	0.9	43.4	-1.11
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-76.8	0.9	43.4	-0.53
$\sigma_{s,t}$	34	-76.8	0.9	43.4	28.81
$\sigma_{s,c}$	34	-76.8	0.9	43.4	-12.79

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1965 2058	1.064	3.110	14	1.00	-99.9	1954.3	0.05	14	1.00	-99.9	2.00	0.0	0.0	392.6		0.25										0.25

- **Setto : 1976 1984 2245 2244 / Sezione 101**

B = 188.0 H = 93.8 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	-28.8	0.4	47.1	0.05
Sommità	9	-17.7	0.1	59.8	0.08

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-52.1	-0.3	-3.2	-0.14
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-52.1	-0.3	-3.2	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32	-26.2	-0.2	-0.3	-0.66
$\sigma_{s,c}$	37	-52.1	-0.3	-3.2	-1.95
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-41.1	-0.3	13.3	-0.18
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-41.1	-0.3	13.3	-0.08
$\sigma_{s,t}$	34	-40.8	-0.3	13.3	0.15
$\sigma_{s,c}$	37	-41.1	-0.3	13.3	-2.54

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1976 2245	1.880	0.938	8	1.00	-112.8	1797.8	0.06	8	1.00	-112.8	2.00	0.0	0.0	443.7		0.25										0.25

- **Setto : 1978 1993 1994 1979 / Sezione 101**

B = 35.4 H = 216.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 14 15' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	157.9	-0.1	10.5	0.73
Sommità	13	162.6	-2.2	9.4	0.78

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Base						
$\sigma_{Cls,Max}$	34		-95.8	-0.6	0.1	-1.08
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-95.8	-0.6	0.1	-0.94
$\sigma_{s,t}$	32		-45.4	-0.1	-0.7	-5.15
$\sigma_{s,c}$	34		-95.8	-0.6	0.1	-15.54
Sommita						
$\sigma_{Cls,Max}$	34		-91.1	-0.0	-1.0	-1.05
$\sigma_{Cls,Med}$	34		-91.1	-0.0	-1.0	-0.89
$\sigma_{s,t}$	32		-40.7	0.0	-1.0	-3.89
$\sigma_{s,c}$	34		-91.1	-0.0	-1.0	-15.39

- **Verifiche a Taglio**

			compressione					taglio - trazione									scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
1978 1994	0.354	2.160	14	1.00	10.2	338.5	0.03	14	1.00	10.2	2.00	0.0	0.0	130.6		0.08										0.08

- **Setto : 1993 1997 1998 1994 / Sezione 101**

B = 35.4 H = 92.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	95.4	1.1	5.3	0.61
Sommità	13	97.4	-1.4	3.3	0.56

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-63.9	0.0	-2.4	-1.04

$\sigma_{Cls,Med}$	34	-63.9	0.0	-2.4	-0.65
$\sigma_{s,t}$	32	-25.8	0.0	-1.7	-0.34
$\sigma_{s,c}$	34	-63.9	0.0	-2.4	-14.69
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-61.8	-0.0	0.6	-0.73
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-61.8	-0.0	0.6	-0.63
$\sigma_{s,t}$	32	-23.8	-0.0	-0.8	-1.87
$\sigma_{s,c}$	34	-61.8	-0.0	0.6	-10.69

- **Verifiche a Taglio**

				compressione					taglio - trazione									scorrimento							
Parete	**B [m]**	**H [m]**		**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{Rcd} [kN]**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**α_s**	**$V_{Rd,c}$ [kN]**	**V_{Rsd} [kN]**	**V_{Rd} [kN]**	**ρ_h $\rho_v+\rho_N$**	**S/R**	**Comb**	**ε**	**V_{Ed} [kN]**	**V_{dd} [kN]**	**V_{id} [kN]**	**V_{fd} [kN]**	**$V_{Rd,s}$ [kN]**	**V_{id} $V_{Ed}/2$**	**S/R**	**S/R**
1993	1998	0.354	0.920	14	1.00	13.4	338.5	0.04	14	1.00	13.4	2.00	0.0	0.0	83.6		0.16										0.16

- **Setto : 1994 1998 1999 1995 / Sezione 101**

B = 130.4 H = 92.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	**Orizzontali**	**Integrative**	
		Sx	**Dx**
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	**Comb.**	**N_{Ed} [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**Sd/Sr**
Base	13	42.6	1.7	64.8	0.30
Sommità	13	50.1	-3.8	-8.1	0.14

S.L.E.	**Combinazione**	**N [kN]**	**M_{12} [kNm]**	**M_{13} [kNm]**	**σ [MPa]**
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-74.5	-0.1	5.2	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-74.5	-0.1	5.2	-0.21
$\sigma_{s,t}$	32	-32.6	-0.0	-0.7	-1.25

$\sigma_{s,c}$	34	-74.5	-0.1	5.2	-4.09
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-67.0	-0.0	7.3	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-67.0	-0.0	7.3	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-25.1	-0.0	1.7	-0.75
$\sigma_{s,c}$	34	-67.0	-0.0	7.3	-4.11

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1994 1999	1.304	0.920	12	1.00	-67.9	1247.0	0.05	12	1.00	-67.9	2.00	0.0	0.0	307.8		0.22										0.22

- **Setto : 1996 2003 2249 2248 / Sezione 101**

B = 188.0 H = 92.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	12.1	-1.3	-161.0	0.29
Sommità	11	22.9	-1.5	15.6	0.06

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-64.2	-0.3	5.1	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-64.2	-0.3	5.1	-0.12
$\sigma_{s,t}$	32	-32.2	-0.2	-3.2	-0.57
$\sigma_{s,c}$	37	-64.2	-0.3	5.1	-2.48
Sommita					

$\sigma_{Cls,Max}$	37		-53.3	-0.3	5.7	-0.15
$\sigma_{Cls,Med}$	37		-53.3	-0.3	5.7	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32		-21.4	-0.1	1.3	-0.46
$\sigma_{s,c}$	37		-53.3	-0.3	5.7	-2.22

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
1996 2249	1.880	0.920	8		1.00 -177.0	1797.8	0.10	8		1.00 -177.0	2.00	0.0	0.0	443.7		0.40										0.40

- **Setto : 2020 2029 2148 2146 / Sezione 101**

B = 185.4 H = 146.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	10	99.5	-1.1	-192.2	0.44
Sommità	11	156.5	-1.4	-179.4	0.49

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-23.5	-0.1	1.4	-0.06
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-23.5	-0.1	1.4	-0.05
$\sigma_{s,t}$	32	-7.9	-0.1	-0.5	-0.16
$\sigma_{s,c}$	37	-23.5	-0.1	1.4	-0.88
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-11.2	-0.3	0.6	-0.04
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-11.2	-0.3	0.6	-0.02

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

$\sigma_{s,t}$	32		3.0	-0.0	-1.7	2.56
$\sigma_{s,c}$	37		-11.2	-0.3	0.6	-0.52

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2020 2148	1.854	1.460	9	1.00	-283.3	1772.9	0.16	9	1.00	-283.3	2.00	0.0	0.0	437.6		0.65										0.65

- **Setto : 2033 2034 2241 2240 / Sezione 101**

B = 130.0 H = 50.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	9	34.0	0.3	31.5	0.17
Sommità	9	38.1	0.1	6.7	0.08

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-21.5	-0.0	4.4	-0.12
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-21.5	-0.0	4.4	-0.06
$\sigma_{s,t}$	34	-21.3	-0.0	4.3	-0.10
$\sigma_{s,c}$	37	-21.5	-0.0	4.4	-1.71
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-17.4	0.0	-16.8	-0.44
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-17.4	0.0	-16.8	-0.22
$\sigma_{s,t}$	37	-17.4	0.0	-16.8	12.36
$\sigma_{s,c}$	37	-17.4	0.0	-16.8	-5.86

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione									scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2033 2241	1.300	0.505	10	1.00	114.4	1243.1	0.09	10	1.00	114.4	2.00	0.0	0.0	306.8		0.37										0.37

- **Setto : 2054 2058 2571 2567 / Sezione 102**

B = 414.8 H = 311.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	8	-612.1	3.7	232.5	0.02
Sommità	14	-405.3	23.6	-73.2	0.02

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-495.4	4.6	15.7	-0.28
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-495.4	4.6	15.7	-0.24
$\sigma_{s,t}$	32	-385.3	2.0	12.1	-2.51
$\sigma_{s,c}$	37	-495.4	4.6	15.7	-4.05
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-304.0	2.4	10.0	-0.17
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-304.6	2.4	9.4	-0.15
$\sigma_{s,t}$	32	-265.0	0.7	35.1	-1.51
$\sigma_{s,c}$	34	-304.0	2.4	10.0	-2.46

- **Verifiche a Taglio**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2054 2571	4.148	3.110	8	1.00	-94.5	7615.7	0.01	8	1.00	-94.5	2.00	0.0	0.0	1529.8		0.06										0.06

- **Setto : 2224 2233 2235 2226 / Sezione 100**

B = 129.4 H = 169.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	13	-1.2	-0.1	43.9	0.15
Sommità	14	-37.6	0.2	-11.5	0.01

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-24.1	0.0	-2.7	-0.11
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-24.1	0.0	-2.7	-0.07
$\sigma_{s,t}$	32	-6.7	0.0	1.8	0.07
$\sigma_{s,c}$	34	-24.1	0.0	-2.7	-1.55
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	34	-34.8	0.2	-1.0	-0.12
$\sigma_{Cls,Med}$	34	-34.8	0.2	-1.0	-0.10
$\sigma_{s,t}$	32	1.2	0.0	0.5	1.48
$\sigma_{s,c}$	34	-34.8	0.2	-1.0	-1.79

- **Verifiche a Taglio**

Parete	compressione	taglio - trazione	scorrimento	S/R

	B [m]	H [m]	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	
2224	2235	1.294	1.690	14	1.00	63.0	1237.4	0.05	14	1.00	63.0	2.00	0.0	0.0	305.4		0.21									0.21

- **Setto : 2567 2571 2762 2741 / Sezione 102**

B = 106.4 H = 311.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	11	-18.1	-1.4	-36.0	0.15
Sommità	14	-141.9	-1.4	-78.9	0.13

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-148.0	1.9	-12.9	-0.45
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-148.0	1.9	-12.9	-0.28
$\sigma_{s,t}$	34	-146.7	1.9	-12.9	-1.87
$\sigma_{s,c}$	37	-148.0	1.9	-12.9	-6.40
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-71.8	1.0	-35.6	-0.87
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-71.8	1.0	-35.6	-0.41
$\sigma_{s,t}$	37	-71.8	1.0	-35.6	18.47
$\sigma_{s,c}$	37	-71.8	1.0	-35.6	-10.33

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione				taglio - trazione									scorrimento									
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	$\frac{\rho_h}{\rho_v+\rho_N}$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R

2567 2762 1.064 3.110 14 1.00 88.3 1954.3 0.05 14 1.00 88.3 2.00 0.0 0.0 392.6 0.22 0.22

- **Setto : 2723 2750 2751 2724 / Sezione 101**

B = 31.9 H = 282.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 14' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	52.7	0.8	-1.5	0.30
Sommità	15	41.7	0.1	-0.2	0.17

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-87.9	-0.0	1.3	-1.24
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-87.9	-0.0	1.3	-0.98
$\sigma_{s,t}$	32	-53.8	-0.0	0.7	-7.13
$\sigma_{s,c}$	37	-87.9	-0.0	1.3	-18.07
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-57.8	-0.0	0.5	-0.74
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-57.8	-0.0	0.5	-0.64
$\sigma_{s,t}$	32	-33.8	-0.0	0.3	-4.84
$\sigma_{s,c}$	37	-57.8	-0.0	0.5	-10.92

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	scorrimento Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2723 2751	0.319	2.820	12	1.00	-4.2	305.0	0.01	12	1.00	-4.2	2.00	0.0	0.0	117.6		0.04										0.04

- **Setto : 2737 2748 2750 2739 / Sezione 101**

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

B = 130.0 H = 61.5 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 15' [cm]	ø 8 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	19.3	-0.0	-10.6	0.07
Sommità	15	24.3	-0.0	4.6	0.05

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-66.0	-0.1	-9.0	-0.31
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-66.0	-0.1	-9.0	-0.19
$\sigma_{s,t}$	32	-40.7	-0.0	-6.7	-0.51
$\sigma_{s,c}$	37	-66.0	-0.1	-9.0	-4.44
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-61.0	-0.1	1.7	-0.20
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-61.0	-0.1	1.7	-0.17
$\sigma_{s,t}$	32	-35.7	-0.1	0.5	-1.38
$\sigma_{s,c}$	37	-61.0	-0.1	1.7	-2.95

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	taglio - trazione Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	scorrimento Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2737 2750	1.300	0.615	12	1.00	18.1	1243.1	0.01	12	1.00	18.1	2.00	0.0	0.0	306.8		0.06										0.06

- **Setto : 2761 2798 2797 2771 / Sezione 101**

B = 31.9 H = 308.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx
ø 12 14' [cm]	ø 10 15' [cm]		

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	31.8	-0.2	-1.1	0.17
Sommità	15	26.3	0.1	-0.3	0.12

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-62.1	0.0	-0.7	-0.83
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-62.1	0.0	-0.7	-0.69
$\sigma_{s,t}$	32	-37.1	0.0	-0.5	-4.83
$\sigma_{s,c}$	37	-62.1	0.0	-0.7	-12.13
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-39.1	-0.0	1.1	-0.65
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-39.1	-0.0	1.1	-0.44
$\sigma_{s,t}$	32	-21.7	0.0	0.6	-1.97
$\sigma_{s,c}$	37	-39.1	-0.0	1.1	-9.34

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento							
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2761 2797	0.319	3.080	10	1.00	0.9	305.0	0.00	10	1.00	0.9	2.00	0.0	0.0	117.6		0.01										0.01

- **Setto : 2784 2795 2798 2786 / Sezione 101**

B = 130.0 H = 77.0 [cm]

- **Armature per ogni faccia**

Verticali	Orizzontali	Integrative Sx	Integrative Dx

ø 12 15' [cm] ø 8 15' [cm]

Sezione	Comb.	N_{Ed} [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
Base	15	1.3	-0.1	-18.2	0.07
Sommità	15	7.5	0.4	5.7	0.03

S.L.E.	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Base					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-53.6	-0.1	-11.4	-0.30
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-53.6	-0.1	-11.4	-0.15
$\sigma_{s,t}$	32	-31.8	-0.0	-7.7	0.07
$\sigma_{s,c}$	37	-53.6	-0.1	-11.4	-4.33
Sommita					
$\sigma_{Cls,Max}$	37	-47.3	-0.0	-2.0	-0.16
$\sigma_{Cls,Med}$	37	-47.3	-0.0	-2.0	-0.13
$\sigma_{s,t}$	32	-25.5	0.0	-1.7	-0.77
$\sigma_{s,c}$	37	-47.3	-0.0	-2.0	-2.38

- **Verifiche a Taglio**

Parete	B [m]	H [m]	compressione					taglio - trazione								scorrimento								
			Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{Rcd} [kN]	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	α_s	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Rsd} [kN]	V_{Rd} [kN]	ρ_h / $\rho_v+\rho_N$	S/R	Comb	ε	V_{Ed} [kN]	V_{dd} [kN]	V_{id} [kN]	V_{fd} [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{id} / $V_{Ed}/2$	S/R	S/R
2784 2798	1.300	0.770	6	1.00	24.0	1243.1	0.02	6	1.00	24.0	2.00	0.0	0.0	306.8		0.08										0.08

Verifiche Pilastri:
I pilastri vengono verificati (a discrezione dell'utente) secondo una delle seguenti modalità:

Presso-tenso flessione deviata.
Sezioni Impiegate:

Sez. Num.	Info	Dimensioni	Criterio	Calcestruzzo	γ_M	F.C.	f_{ck} [MPa]	f_{cd} [MPa]	σ_{RARE} [MPa]	σ_{FREQ} [MPa]	σ_{QP} [MPa]	Acciaio	γ_M	F.C.	f_{yk} [MPa]	f_{yd} [MPa]	σ_{yRARE} [MPa]	σ_{yFREQ} [MPa]	σ_{yQP} [MPa]	Copr. [cm]	Verifica	cotg θ
104	Rett. Colonna scale	B 25 H 35 [cm]	Verpil	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	Deviata	1.00
105	Rett. Colonna scale	B 25 H 50 [cm]	Verpil	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	Deviata	1.00
106	Rett. Colonna scale	B 25 H 40 [cm]	Verpil	C30/37	1.50	1.00	30.00	17.00	18.00	30.00	13.50	B 450 C	1.15	1.00	450.00	391.30	360.00	450.00	450.00	3.5	Deviata	1.00

Verifiche Pilastri:
Impostazioni di verifica delle sezioni dei pilastri

Sezione	Info	Ausiliaria	Esistente	Secondaria	Campo Elastico	Minimi Cap. 7
104	Rett. Colonna scale B 25 H 35 [cm]					
105	Rett. Colonna scale B 25 H 50 [cm]					
106	Rett. Colonna scale B 25 H 40 [cm]					

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Pilastro: 2109/2116 / L 1.850[m] / Sezione 104 B 25 H 35 [cm]
Af: 4 ø 14 =6.16 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 0f14 x 2 H >
Staffe: ø 8/15.0 x 185.0
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2109	13	-16.2	-4.6	0.0	0.07
2114	14	-58.8	0.8	0.2	0.04
2114	14	-63.9	-1.8	-0.0	0.05
2116	14	-60.9	-3.5	0.1	0.05

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	1.975	1.00	2.9	70.8	0.04	1.00	0.8	47.2	0.02	ø 8/15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2109	Ft. 20	-22.9	-0.6	-0.0	-2.45
	$\sigma_{s,c}22$	-41.5	-1.4	-0.2	-9.45
	$\sigma_{cls,Max}22$	-41.5	-1.4	-0.2	-0.72
	$\sigma_{cls,Med}22$	-41.5	-1.4	-0.2	-0.43
2114	Ft. 20	-21.2	-0.4	0.0	-2.56
	$\sigma_{s,c}22$	-39.8	-0.9	0.1	-8.03
	$\sigma_{cls,Max}22$	-39.8	-0.9	0.1	-0.59
	$\sigma_{cls,Med}22$	-39.8	-0.9	0.1	-0.41
2114	Ft. 20	-20.9	-0.3	-0.0	-2.68
	$\sigma_{s,c}22$	-40.9	-0.6	-0.0	-7.50
	$\sigma_{cls,Max}22$	-40.9	-0.6	-0.0	-0.53
	$\sigma_{cls,Med}22$	-40.9	-0.6	-0.0	-0.42
2116	Ft. 20	-18.0	-0.3	0.0	-2.19
	$\sigma_{s,c}22$	-38.0	-0.6	0.0	-7.00
	$\sigma_{cls,Max}22$	-38.0	-0.6	0.0	-0.50
	$\sigma_{cls,Med}22$	-38.0	-0.6	0.0	-0.39

Pilastro: 2113/2120 / L 1.850[m] / Sezione 105 B 25 H 50 [cm]
Af: 8 ø 14 =12.32 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 2f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 185.0
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2113	14	-77.6	10.5	0.0	0.06
2115	14	-75.3	5.8	0.0	0.04
2115	6	-79.0	2.8	-0.0	0.04
2120	12	-32.2	7.1	0.1	0.04

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ)12	Vd12 [kN]	VRd12 [kN]	S/R12 [kN]	cotg(θ)13	Vd13 [kN]	VRd13 [kN]	S/R13 [kN]	Staffe	ωwd
0.125	1.975	1.00	6.4	106.2	0.06	1.00	1.4	94.4	0.01	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M12 [kNm]	M13 [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2113	Ft. 20	-31.2	1.6	-0.1	-1.50
	σs,c25	-59.0	3.3	-0.5	-10.17
	σcls,Max25	-59.0	3.3	-0.5	-0.76
	σcls,Med25	-59.0	3.3	-0.5	-0.41
2115	Ft. 20	-28.9	1.2	0.0	-1.82
	σs,c25	-56.7	2.5	0.1	-8.58
	σcls,Max22	-56.6	2.5	0.1	-0.62
	σcls,Med25	-56.7	2.5	0.1	-0.39
2115	Ft. 20	-28.9	0.9	-0.0	-2.10
	σs,c25	-58.9	2.1	-0.0	-8.21
	σcls,Max25	-58.9	2.1	-0.0	-0.58
	σcls,Med25	-58.9	2.1	-0.0	-0.41
2120	Ft. 20	-24.6	0.8	-0.0	-1.74
	σs,c25	-54.7	2.0	-0.0	-7.74
	σcls,Max25	-54.7	2.0	-0.0	-0.55
	σcls,Med25	-54.7	2.0	-0.0	-0.38

Pilastro: 2125/2132 / L 2.150[m] / Sezione 104 B 25 H 35 [cm]
Af: 4 ø 14 =6.16 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 0f14 x 2 H >
Staffe: ø 8/15.0 x 215.0
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M12 [kNm]	M13 [kNm]	Sd/Sr
2125	13	-3.0	-2.4	-0.4	0.06
2130	13	0.2	-1.1	0.3	0.03
2130	14	-25.5	-2.2	-0.1	0.03
2132	13	-8.3	2.9	-0.1	0.05

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	cotg(θ)12	Vd12 [kN]	VRd12 [kN]	S/R12 [kN]	cotg(θ)13	Vd13 [kN]	VRd13 [kN]	S/R13 [kN]	Staffe	ωwd
0.125	2.275	1.00	1.7	70.8	0.02	1.00	0.6	47.2	0.01	ø 8/15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M12 [kNm]	M13 [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2125	Ft. 20	-8.7	-0.2	-0.1	-0.95
	σs,c25	-17.7	-0.4	-0.2	-3.85
	σcls,Max25	-17.7	-0.4	-0.2	-0.29
	σcls,Med22	-17.9	-0.4	-0.2	-0.19

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2130	Ft. 20	-5.6	-0.1	0.1	-0.53
	$\sigma_{s,c}$22	-14.8	-0.3	0.1	-3.14
	$\sigma_{cls,Max}$25	-14.5	-0.3	0.1	-0.24
	$\sigma_{cls,Med}$22	-14.8	-0.3	0.1	-0.15
2130	Ft. 20	-6.7	-0.1	-0.0	-0.84
	$\sigma_{s,c}$22	-20.3	-0.4	-0.0	-3.93
	$\sigma_{cls,Max}$22	-20.3	-0.4	-0.0	-0.28
	$\sigma_{cls,Med}$22	-20.3	-0.4	-0.0	-0.21
2132	Ft. 20	-4.6	-0.1	0.0	-0.50
	$\sigma_{s,c}$22	-18.2	-0.5	0.0	-3.86
	$\sigma_{cls,Max}$22	-18.2	-0.5	0.0	-0.29
	$\sigma_{cls,Med}$22	-18.2	-0.5	0.0	-0.19

Pilastro: 2129/2136 / L 2.150[m] / Sezione 105 B 25 H 50 [cm]
Af: 8 ø 14 =12.32 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 2f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 215.0
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2129	13	-9.1	-6.1	-0.6	0.05
2131	14	-42.4	2.8	-0.1	0.02
2131	12	-38.2	4.2	-0.3	0.03
2136	12	-35.2	8.7	0.4	0.05

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	2.275	1.00	4.7	106.2	0.04	1.00	0.7	94.4	0.01	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2129	Ft. 20	-14.1	0.4	-0.0	-0.99
	$\sigma_{s,c}$22	-30.6	0.5	-0.2	-4.01
	$\sigma_{cls,Max}$22	-30.6	0.5	-0.2	-0.29
	$\sigma_{cls,Med}$22	-30.6	0.5	-0.2	-0.21
2131	Ft. 20	-9.6	0.3	0.0	-0.61
	$\sigma_{s,c}$22	-26.1	0.8	0.2	-3.76
	$\sigma_{cls,Max}$22	-26.1	0.8	0.2	-0.27
	$\sigma_{cls,Med}$22	-26.1	0.8	0.2	-0.18
2131	Ft. 20	-10.0	0.3	-0.0	-0.76
	$\sigma_{s,c}$25	-31.6	1.4	-0.0	-4.75
	$\sigma_{cls,Max}$25	-31.6	1.4	-0.0	-0.34

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
	$\sigma_{cls,Med}25$	-31.6	1.4	-0.0	-0.22
2136	Ft. 20	-7.0	0.3	-0.0	-0.42
	$\sigma_{s,c}25$	-28.6	2.2	-0.0	-5.23
	$\sigma_{cls,Max}25$	-28.6	2.2	-0.0	-0.39
	$\sigma_{cls,Med}25$	-28.6	2.2	-0.0	-0.20

Pilastro: 2412/2418 / L 2.150[m] / Sezione 106 B 25 H 40 [cm]
Af: 6 ø 14 =9.24 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 1f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 215.0
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2412	8	-119.5	0.3	-0.6	0.06
2414	8	-117.4	0.2	0.0	0.06
2414	8	-113.6	0.1	-0.1	0.06
2416	8	-111.5	-0.4	-0.2	0.06
2416	8	-110.1	-0.4	-0.2	0.05
2418	8	-108.2	-0.8	-0.2	0.06

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	2.275	1.00	2.1	82.6	0.03	1.00	0.8	94.4	0.01	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2412	Ft. 20	-44.1	0.1	-0.1	-5.49
	$\sigma_{s,c}22$	-77.6	0.1	-0.2	-10.69
	$\sigma_{cls,Max}22$	-77.6	0.1	-0.2	-0.73
	$\sigma_{cls,Med}22$	-77.6	0.1	-0.2	-0.68
2414	Ft. 20	-42.0	0.0	0.1	-5.35
	$\sigma_{s,c}22$	-75.6	0.0	0.1	-10.24
	$\sigma_{cls,Max}22$	-75.6	0.0	0.1	-0.69
	$\sigma_{cls,Med}22$	-75.6	0.0	0.1	-0.66
2414	Ft. 20	-42.2	-0.0	0.0	-5.46
	$\sigma_{s,c}22$	-75.8	-0.0	0.1	-10.16
	$\sigma_{cls,Max}22$	-75.8	-0.0	0.1	-0.68
	$\sigma_{cls,Med}22$	-75.8	-0.0	0.1	-0.67
2416	Ft. 20	-40.2	-0.1	-0.0	-5.14
	$\sigma_{s,c}22$	-73.8	-0.1	-0.0	-9.92
	$\sigma_{cls,Max}22$	-73.8	-0.1	-0.0	-0.67
	$\sigma_{cls,Med}22$	-73.8	-0.1	-0.0	-0.65

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2416	Ft. 20	-41.6	-0.2	0.0	-5.19
	$\sigma_{s,c}$22	-75.9	-0.2	0.0	-10.34
	$\sigma_{cls,Max}$22	-75.9	-0.2	0.0	-0.70
	$\sigma_{cls,Med}$22	-75.9	-0.2	0.0	-0.67
2418	Ft. 20	-39.7	-0.3	-0.1	-4.69
	$\sigma_{s,c}$22	-74.0	-0.3	-0.1	-10.38
	$\sigma_{cls,Max}$22	-74.0	-0.3	-0.1	-0.71
	$\sigma_{cls,Med}$22	-74.0	-0.3	-0.1	-0.65

Pilastro: 2418/2426 / L 3.057[m] / Sezione 106 B 25 H 40 [cm]
Af: 6 ø 14 =9.24 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 1f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 305.8
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2418	8	-100.9	1.1	-0.1	0.05
2420	8	-98.7	0.7	-0.2	0.05
2420	8	-96.6	0.3	-0.1	0.05
2422	8	-94.5	-0.4	-0.2	0.05
2422	3	-99.9	-0.0	0.1	0.05
2424	3	-97.2	-0.1	-0.4	0.05
2424	14	-63.1	-2.1	0.3	0.04
2426	8	-70.7	-1.1	-0.2	0.04

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	3.182	1.00	1.9	82.6	0.02	1.00	0.7	94.4	0.01	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2418	Ft. 20	-37.3	0.3	0.0	-4.46
	$\sigma_{s,c}$22	-72.4	0.2	0.0	-9.94
	$\sigma_{cls,Max}$22	-72.4	0.2	0.0	-0.67
	$\sigma_{cls,Med}$22	-72.4	0.2	0.0	-0.64
2420	Ft. 20	-35.0	0.1	-0.0	-4.32
	$\sigma_{s,c}$22	-70.2	0.1	-0.1	-9.53
	$\sigma_{cls,Max}$22	-70.2	0.1	-0.1	-0.64
	$\sigma_{cls,Med}$22	-70.2	0.1	-0.1	-0.62
2420	Ft. 20	-36.4	0.1	0.0	-4.69

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
	$\sigma_{s,c}22$	-72.8	0.0	0.0	-9.68
	$\sigma_{cls,Max}22$	-72.8	0.0	0.0	-0.65
	$\sigma_{cls,Med}22$	-72.8	0.0	0.0	-0.64
2422	Ft. 20	-34.3	0.0	-0.0	-4.45
	$\sigma_{s,c}22$	-70.8	-0.0	-0.1	-9.45
	$\sigma_{cls,Max}22$	-70.8	-0.0	-0.1	-0.64
	$\sigma_{cls,Med}22$	-70.8	-0.0	-0.1	-0.62
2422	Ft. 20	-35.2	-0.0	0.0	-4.60
	$\sigma_{s,c}22$	-74.4	-0.0	0.1	-9.97
	$\sigma_{cls,Max}22$	-74.4	-0.0	0.1	-0.67
	$\sigma_{cls,Med}22$	-74.4	-0.0	0.1	-0.65
2424	Ft. 20	-33.1	-0.1	-0.0	-4.19
	$\sigma_{s,c}22$	-72.4	-0.1	-0.3	-10.14
	$\sigma_{cls,Max}22$	-72.4	-0.1	-0.3	-0.70
	$\sigma_{cls,Med}22$	-72.4	-0.1	-0.3	-0.64
2424	Ft. 20	-33.8	-0.1	0.0	-4.23
	$\sigma_{s,c}22$	-55.5	-0.1	0.2	-7.93
	$\sigma_{cls,Max}22$	-55.5	-0.1	0.2	-0.55
	$\sigma_{cls,Med}22$	-55.5	-0.1	0.2	-0.49
2426	Ft. 20	-31.9	-0.3	-0.1	-3.72
	$\sigma_{s,c}22$	-53.6	-0.2	-0.1	-7.64
	$\sigma_{cls,Max}22$	-53.6	-0.2	-0.1	-0.53
	$\sigma_{cls,Med}22$	-53.6	-0.2	-0.1	-0.47

Pilastro: 2426/2434 / L 2.773[m] / Sezione 106 B 25 H 40 [cm]
Af: 6 ø 14 =9.24 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 1f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 277.3
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2426	14	-59.7	4.0	-0.0	0.04
2428	14	-58.2	2.7	0.0	0.04
2428	3	-70.5	0.2	0.0	0.03
2430	3	-67.6	-0.1	0.0	0.03
2430	3	-68.7	-0.4	0.1	0.03
2432	3	-66.2	-0.8	-0.1	0.03
2432	8	-54.7	-2.0	0.0	0.03
2434	12	-30.6	-4.8	-0.2	0.04

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	2.898	1.00	2.5	82.6	0.03	1.00	0.4	94.4	0.00	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2426	Ft. 20	-29.6	0.5	0.0	-3.06
	$\sigma_{s,c}22$	-53.4	0.7	0.1	-8.20
	$\sigma_{cls,Max}22$	-53.4	0.7	0.1	-0.58
	$\sigma_{cls,Med}22$	-53.4	0.7	0.1	-0.47
2428	Ft. 20	-28.1	0.3	-0.0	-3.19
	$\sigma_{s,c}22$	-51.8	0.4	-0.0	-7.48
	$\sigma_{cls,Max}22$	-51.8	0.4	-0.0	-0.51
	$\sigma_{cls,Med}22$	-51.8	0.4	-0.0	-0.46
2428	Ft. 20	-28.3	0.2	0.0	-3.50
	$\sigma_{s,c}22$	-52.7	0.1	0.0	-7.19
	$\sigma_{cls,Max}22$	-52.7	0.1	0.0	-0.49
	$\sigma_{cls,Med}22$	-52.7	0.1	0.0	-0.46
2430	Ft. 20	-26.0	-0.0	-0.0	-3.41
	$\sigma_{s,c}22$	-50.4	-0.1	0.0	-6.80
	$\sigma_{cls,Max}22$	-50.4	-0.1	0.0	-0.46
	$\sigma_{cls,Med}22$	-50.4	-0.1	0.0	-0.44
2430	Ft. 20	-26.1	-0.1	0.0	-3.20
	$\sigma_{s,c}22$	-51.2	-0.3	0.1	-7.32
	$\sigma_{cls,Max}22$	-51.2	-0.3	0.1	-0.50
	$\sigma_{cls,Med}22$	-51.2	-0.3	0.1	-0.45
2432	Ft. 20	-24.2	-0.3	-0.0	-2.73
	$\sigma_{s,c}22$	-49.4	-0.6	-0.1	-7.53
	$\sigma_{cls,Max}22$	-49.4	-0.6	-0.1	-0.53
	$\sigma_{cls,Med}22$	-49.4	-0.6	-0.1	-0.43
2432	Ft. 20	-24.6	-0.5	0.0	-2.41
	$\sigma_{s,c}22$	-43.7	-1.0	0.1	-7.48
	$\sigma_{cls,Max}22$	-43.7	-1.0	0.1	-0.54
	$\sigma_{cls,Med}22$	-43.7	-1.0	0.1	-0.38
2434	Ft. 20	-22.7	-0.8	-0.0	-1.72
	$\sigma_{s,c}22$	-41.9	-1.5	-0.1	-7.86
	$\sigma_{cls,Max}22$	-41.9	-1.5	-0.1	-0.58
	$\sigma_{cls,Med}22$	-41.9	-1.5	-0.1	-0.37

Pilastro: 2413/2419 / L 2.150[m] / Sezione 106 B 25 H 40 [cm]
Af: 6 ø 14 =9.24 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 1f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 215.0
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2413	8	-148.1	0.2	-0.8	0.08
2415	8	-146.0	0.2	0.1	0.07
2415	8	-139.1	0.1	-0.1	0.07
2417	8	-137.0	-0.3	-0.1	0.07
2417	8	-133.3	-0.1	-0.2	0.07
2419	12	-121.5	3.0	-0.2	0.07

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	2.275	1.00	2.1	82.6	0.02	1.00	1.1	94.4	0.01	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2413	Ft. 20	-45.9	-0.0	-0.1	-5.77
	$\sigma_{s,c}25$	-84.0	-0.1	-0.2	-11.57
	$\sigma_{cls,Max}25$	-84.0	-0.1	-0.2	-0.79
	$\sigma_{cls,Med}25$	-84.0	-0.1	-0.2	-0.74
2415	Ft. 20	-43.9	-0.0	0.1	-5.62
	$\sigma_{s,c}25$	-82.0	-0.0	0.2	-11.14
	$\sigma_{cls,Max}25$	-82.0	-0.0	0.2	-0.76
	$\sigma_{cls,Med}25$	-82.0	-0.0	0.2	-0.72
2415	Ft. 20	-43.9	0.0	0.0	-5.69
	$\sigma_{s,c}25$	-81.7	0.0	0.1	-10.87
	$\sigma_{cls,Max}25$	-81.7	0.0	0.1	-0.73
	$\sigma_{cls,Med}25$	-81.7	0.0	0.1	-0.72
2417	Ft. 20	-41.8	0.0	-0.0	-5.39
	$\sigma_{s,c}25$	-79.7	0.0	-0.0	-10.58
	$\sigma_{cls,Max}25$	-79.7	0.0	-0.0	-0.71
	$\sigma_{cls,Med}25$	-79.7	0.0	-0.0	-0.70
2417	Ft. 20	-43.0	0.1	0.0	-5.47
	$\sigma_{s,c}25$	-81.5	0.1	0.0	-10.89
	$\sigma_{cls,Max}25$	-81.5	0.1	0.0	-0.73
	$\sigma_{cls,Med}25$	-81.5	0.1	0.0	-0.72
2419	Ft. 20	-41.2	0.2	-0.1	-5.03
	$\sigma_{s,c}25$	-79.6	0.2	-0.1	-10.86
	$\sigma_{cls,Max}25$	-79.6	0.2	-0.1	-0.74

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
	$\sigma_{cls,Med}25$	-79.6	0.2	-0.1	-0.70

Pilastro: 2419/2427 / L 3.057[m] / Sezione 106 B 25 H 40 [cm]
Af: 6 ø 14 =9.24 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 1f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 305.8
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2419	12	-117.1	-3.2	0.1	0.07
2421	12	-114.8	-1.6	-0.1	0.06
2421	8	-118.3	0.2	-0.2	0.06
2423	12	-113.6	-0.9	-0.1	0.06
2423	12	-115.3	1.2	-0.0	0.06
2425	12	-113.3	2.0	-0.3	0.06
2425	12	-99.2	1.9	0.1	0.05
2427	12	-97.3	1.2	-0.2	0.05

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	3.182	1.00	1.9	82.6	0.02	1.00	0.6	94.4	0.01	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2419	Ft. 20	-38.8	-0.2	0.0	-4.77
	$\sigma_{s,c}25$	-78.0	-0.2	0.0	-10.61
	$\sigma_{cls,Max}25$	-78.0	-0.2	0.0	-0.72
	$\sigma_{cls,Med}25$	-78.0	-0.2	0.0	-0.68
2421	Ft. 20	-36.5	-0.1	-0.0	-4.57
	$\sigma_{s,c}25$	-75.7	-0.1	-0.1	-10.26
	$\sigma_{cls,Max}25$	-75.7	-0.1	-0.1	-0.69
	$\sigma_{cls,Med}25$	-75.7	-0.1	-0.1	-0.66
2421	Ft. 20	-37.7	-0.1	0.0	-4.87
	$\sigma_{s,c}25$	-77.9	-0.1	0.0	-10.41
	$\sigma_{cls,Max}25$	-77.9	-0.1	0.0	-0.70
	$\sigma_{cls,Med}25$	-77.9	-0.1	0.0	-0.68
2423	Ft. 20	-35.6	-0.0	-0.0	-4.61
	$\sigma_{s,c}25$	-75.9	-0.1	-0.1	-10.21
	$\sigma_{cls,Max}25$	-75.9	-0.1	-0.1	-0.69
	$\sigma_{cls,Med}25$	-75.9	-0.1	-0.1	-0.67

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2423	Ft. 20	-36.3	-0.0	0.0	-4.78
	$\sigma_{s,c}25$	-79.0	-0.1	0.1	-10.63
	$\sigma_{cls,Max}25$	-79.0	-0.1	0.1	-0.72
	$\sigma_{cls,Med}25$	-79.0	-0.1	0.1	-0.69
2425	Ft. 20	-34.2	0.0	-0.0	-4.41
	$\sigma_{s,c}25$	-77.0	-0.0	-0.3	-10.68
	$\sigma_{cls,Max}25$	-77.0	-0.0	-0.3	-0.74
	$\sigma_{cls,Med}25$	-77.0	-0.0	-0.3	-0.68
2425	Ft. 20	-34.8	0.1	0.0	-4.44
	$\sigma_{s,c}25$	-61.3	-0.0	0.2	-8.51
	$\sigma_{cls,Max}25$	-61.3	-0.0	0.2	-0.59
	$\sigma_{cls,Med}25$	-61.3	-0.0	0.2	-0.54
2427	Ft. 20	-32.9	0.2	-0.0	-3.99
	$\sigma_{s,c}25$	-59.4	0.1	-0.1	-8.16
	$\sigma_{cls,Max}25$	-59.4	0.1	-0.1	-0.56
	$\sigma_{cls,Med}25$	-59.4	0.1	-0.1	-0.52

Pilastro: 2427/2438 / L 2.773[m] / Sezione 106 B 25 H 40 [cm]
Af: 6 ø 14 =9.24 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 1f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 277.3
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2427	12	-95.0	-4.2	-0.1	0.06
2429	12	-93.4	-2.9	-0.1	0.06
2429	12	-93.8	-1.9	-0.1	0.05
2431	12	-91.5	-0.7	-0.1	0.05
2431	12	-92.3	0.7	-0.0	0.05
2433	12	-90.4	1.7	-0.2	0.05
2433	12	-85.3	3.0	0.0	0.05
2438	12	-83.5	5.1	0.0	0.06

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	2.898	1.00	2.6	82.6	0.03	1.00	0.5	94.4	0.00	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2427	Ft. 20	-30.6	-0.5	0.0	-3.27
	$\sigma_{s,c}25$	-58.9	-0.8	0.1	-8.99

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
	$\sigma_{cls,Max}25$	-58.9	-0.8	0.1	-0.63
	$\sigma_{cls,Med}25$	-58.9	-0.8	0.1	-0.52
2429	Ft. 20	-29.0	-0.3	-0.0	-3.37
	$\sigma_{s,c}25$	-57.3	-0.5	-0.0	-8.28
	$\sigma_{cls,Max}25$	-57.3	-0.5	-0.0	-0.57
	$\sigma_{cls,Med}25$	-57.3	-0.5	-0.0	-0.50
2429	Ft. 20	-29.2	-0.1	0.0	-3.63
	$\sigma_{s,c}25$	-58.0	-0.2	0.0	-7.99
	$\sigma_{cls,Max}25$	-58.0	-0.2	0.0	-0.54
	$\sigma_{cls,Med}25$	-58.0	-0.2	0.0	-0.51
2431	Ft. 20	-26.9	0.0	-0.0	-3.54
	$\sigma_{s,c}25$	-55.8	0.0	0.0	-7.41
	$\sigma_{cls,Max}25$	-55.8	0.0	0.0	-0.50
	$\sigma_{cls,Med}25$	-55.8	0.0	0.0	-0.49
2431	Ft. 20	-27.0	0.1	0.0	-3.35
	$\sigma_{s,c}25$	-56.6	0.3	0.1	-7.95
	$\sigma_{cls,Max}25$	-56.6	0.3	0.1	-0.54
	$\sigma_{cls,Med}25$	-56.6	0.3	0.1	-0.50
2433	Ft. 20	-25.1	0.3	-0.0	-2.90
	$\sigma_{s,c}25$	-54.7	0.5	-0.1	-8.17
	$\sigma_{cls,Max}25$	-54.7	0.5	-0.1	-0.57
	$\sigma_{cls,Med}25$	-54.7	0.5	-0.1	-0.48
2433	Ft. 20	-25.6	0.5	0.0	-2.62
	$\sigma_{s,c}25$	-48.5	1.0	0.1	-8.05
	$\sigma_{cls,Max}25$	-48.5	1.0	0.1	-0.58
	$\sigma_{cls,Med}25$	-48.5	1.0	0.1	-0.43
2438	Ft. 20	-23.7	0.8	-0.0	-1.95
	$\sigma_{s,c}25$	-46.6	1.5	-0.1	-8.46
	$\sigma_{cls,Max}25$	-46.6	1.5	-0.1	-0.62
	$\sigma_{cls,Med}25$	-46.6	1.5	-0.1	-0.41

Pilastro: 2598/2606 / L 1.520[m] / Sezione 103 B 25 H 40 [cm]
Af: 6 ø 14 =9.24 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 1f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 152.0
Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2598	14	-151.9	5.0	-0.7	0.09
2606	14	-147.5	-8.7	0.9	0.11

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	1.645	1.00	7.7	82.6	0.09	1.00	0.9	94.4	0.01	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2598	Ft. 20	-55.5	1.1	-0.2	-5.28
	$\sigma_{s,c}25$	-73.4	1.6	-0.3	-12.57
	$\sigma_{cls,Max}25$	-73.4	1.6	-0.3	-0.91
	$\sigma_{cls,Med}25$	-73.4	1.6	-0.3	-0.64
2606	Ft. 20	-51.1	-3.0	0.2	-1.97
	$\sigma_{s,c}25$	-69.0	-4.2	0.3	-15.76
	$\sigma_{cls,Max}25$	-69.0	-4.2	0.3	-1.21
	$\sigma_{cls,Med}25$	-69.0	-4.2	0.3	-0.61

Pilastro: 2599/2607 / L 1.520[m] / Sezione 103 B 25 H 40 [cm]
Af: 6 ø 14 =9.24 [cm²] < 1f14 x 4 V + 0f14 x 2 B + 1f14 x 2 H >
Staffe: ø 8 2br.x4br./15.0 x 152.0

Verifiche a Presso-Flessione S.L.U.

Nodo	Comb	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	Sd/Sr
2599	14	-130.9	6.4	0.2	0.09
2607	14	-126.5	-1.2	0.5	0.07

Verifiche a Taglio

Da [m]	A [m]	$cotg(\theta)_{12}$	V_{d12} [kN]	V_{Rd12} [kN]	S/R_{12} [kN]	$cotg(\theta)_{13}$	V_{d13} [kN]	V_{Rd13} [kN]	S/R_{13} [kN]	Staffe	ω_{wd}
0.125	1.645	1.00	4.2	82.6	0.05	1.00	0.9	94.4	0.01	ø 8 2br.x4br./15.0	0.000

Verifiche a Presso-Flessione S.L.E.

Nodo	Combinazione	N [kN]	M_{12} [kNm]	M_{13} [kNm]	σ [MPa]
Combinazioni Rare					
2599	Ft. 20	-59.5	2.3	0.1	-4.28
	$\sigma_{s,c}25$	-83.9	3.3	0.1	-16.03
	$\sigma_{cls,Max}25$	-83.9	3.3	0.1	-1.18
	$\sigma_{cls,Med}25$	-83.9	3.3	0.1	-0.74
2607	Ft. 20	-55.1	-0.3	0.3	-6.24
	$\sigma_{s,c}25$	-79.5	-0.7	0.4	-12.30
	$\sigma_{cls,Max}25$	-79.5	-0.7	0.4	-0.88
	$\sigma_{cls,Med}25$	-79.5	-0.7	0.4	-0.70

4 Connessione tra i corpi scala e le solette degli impalcati P.1 e P.2 delle Maniche

Dal modello globale del Corpo Basso vengono ricavate le forzanti sismiche di piano in corrispondenza dei livelli degli impalcati delle Maniche che circondano i corpi scala di nuova realizzazione.

A favor di sicurezza l'azione del sisma viene assunta pari al 100% di quella di normativa.

Le due componenti X e Y di ciascuna forzante vengono attribuite alle connessioni lungo i lati (tra soletta e parete) paralleli alla componente considerata.

L'armatura di cucitura viene verificata in accordo con NTC 2018 C.4.3.4.3.5 e EN1992-1-1 p.to 6.4 e con i seguenti dati:

Diametro barra	Db	[mm]	8
Area barra	A	[mm2]	50.3
passo	sf	[mm]	150
Acciaio	fyd	[N/mm2]	391
Spessore soletta	h	[mm]	55
	cot(theta)	[1--2]	1
	theta	[rad]	0.78540
Cls	fck		30
	ni		0.264

Vrd,s [kN/m]	131.1
Vrd,c [kN/m]	290.4
Vrd = min(Vrd,c, Vrd,s) [kN/m]	131.1

4.1 Corpi scala A, B (Atrio)

Corpo B - Lato Petrarca

Livello Copertura	Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
	8	118.1	128.7	0.4	0	0	0
	9	118.1	128.4	2.6	0	0	0
	10	-118.1	-128.4	-2.6	0	0	0
	11	-118.1	-128.7	-0.4	0	0	0
	12	70.9	136.6	0.3	0	0	0
	13	70.9	136.3	2.4	0	0	0
	14	-70.9	-136.3	-2.4	0	0	0
	15	-70.9	-136.6	-0.3	0	0	0
	16	43.7	61.7	-2.9	0	0	0
	17	-43.5	-60.6	-4.2	0	0	0
	18	43.5	60.6	4.2	0	0	0

	19	-43.7	-61.7	2.9	0	0	0

Livello P.2

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	275.1	-15.8	-26.8	4.2	6.7	3.8
9	275.7	-15.8	-14	4.1	6.7	3.8
10	-275.7	15.8	14	-4.1	-6.7	-3.8
11	-275.1	15.8	26.8	-4.2	-6.7	-3.8
12	-147.8	438.7	-64	1.3	3.4	-1.2
13	-147.2	438.7	-51.2	1.2	3.4	-1.2
14	147.2	-438.7	51.2	-1.2	-3.4	1.2
15	147.8	-438.7	64	-1.3	-3.4	1.2
16	28.5	97.5	-39.3	1.3	2.3	0.6
17	-30.6	-97.7	-3.3	-1.2	-2.3	-0.5
18	30.6	97.7	3.3	1.2	2.3	0.5
19	-28.5	-97.5	39.3	-1.3	-2.3	-0.6

Livello P.1

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	44.7	17.5	85.4	9.4	-10.3	1.3
9	44.1	20.9	90.4	9.4	-10.3	1.2
10	-44.1	-20.9	-90.4	-9.4	10.3	-1.2
11	-44.7	-17.5	-85.4	-9.4	10.3	-1.3
12	-49.8	161.8	145	4	-5.7	-0.2
13	-50.3	165.2	150	3.9	-5.7	-0.2
14	50.3	-165.2	-150	-3.9	5.7	0.2
15	49.8	-161.8	-145	-4	5.7	0.2
16	-0.3	36.5	46	3.2	-3.7	0.3
17	2.3	-47.9	-62.6	-3	3.7	-0.2
18	-2.3	47.9	62.6	3	-3.7	0.2
19	0.3	-36.5	-46	-3.2	3.7	-0.3

Corpo A -
Lato BCC

Livello Copertura

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	109.1	-84.1	0	0	0	0
9	108.9	-83.6	1.9	0	0	0
10	-108.9	83.6	-1.9	0	0	0
11	-109.1	84.1	0	0	0	0
12	-13.5	90	-1.5	0	0	0
13	-13.7	90.5	0.5	0	0	0
14	13.7	-90.5	-0.5	0	0	0

15	13.5	-90	1.5	0	0	0
16	22.3	0.6	-3.1	0	0	0
17	-21.8	-2.3	-3.3	0	0	0
18	21.8	2.3	3.3	0	0	0
19	-22.3	-0.6	3.1	0	0	0

Livello P.2

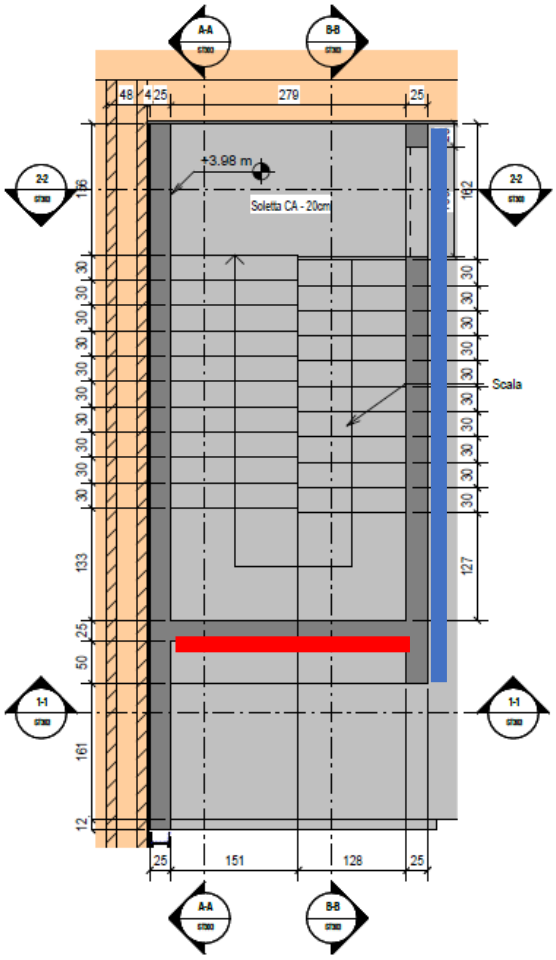
Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	369.3	323.2	9.5	15.6	5.8	-5.3
9	369.8	322.6	22	15.7	5.8	-5.3
10	-369.8	-322.6	-22	-15.7	-5.8	5.3
11	-369.3	-323.2	-9.5	-15.6	-5.8	5.3
12	229.2	538.6	63.5	17.5	0.7	-9.2
13	229.7	538	76	17.6	0.7	-9.2
14	-229.7	-538	-76	-17.6	-0.7	9.2
15	-229.2	-538.6	-63.5	-17.5	-0.7	9.2
16	137.4	199.7	-1.1	7.5	1.5	-3.4
17	-139	-197.8	-40.6	-7.8	-1.5	3.3
18	139	197.8	40.6	7.8	1.5	-3.3
19	-137.4	-199.7	1.1	-7.5	-1.5	3.4

Livello P.1

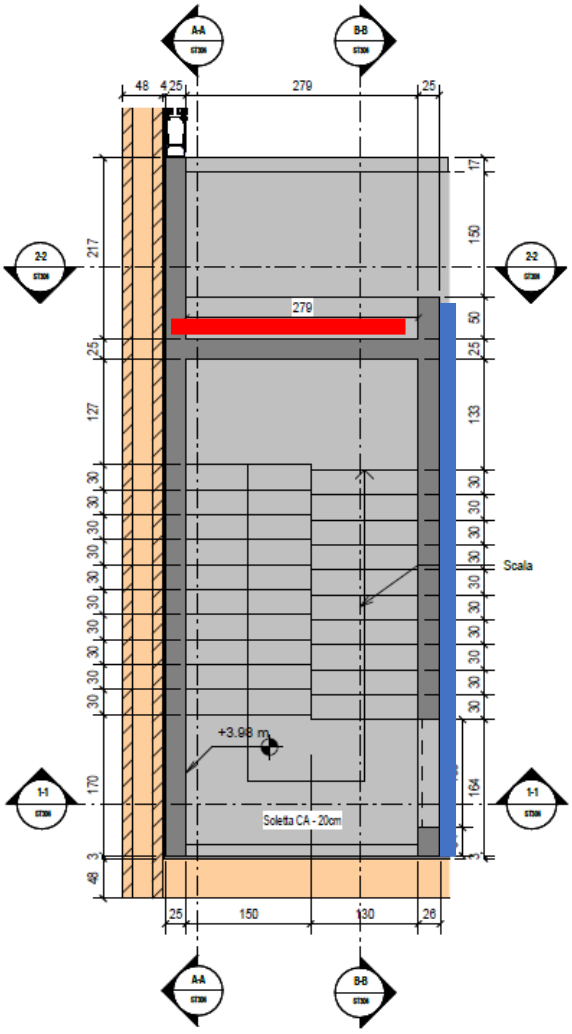
Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	81.2	18	28.8	-12	-10.9	-1.9
9	80.1	16	33.9	-12	-10.8	-1.8
10	-80.1	-16	-33.9	12	10.8	1.8
11	-81.2	-18	-28.8	12	10.9	1.9
12	79.8	174.1	-105.1	-3	0.7	-1.1
13	78.7	172	-100	-2.9	0.8	-1
14	-78.7	-172	100	2.9	-0.8	1
15	-79.8	-174.1	105.1	3	-0.7	1.1
16	38.8	47.3	-24.9	-3.5	-2.4	-0.7
17	-35.1	-40.5	8	3.4	2.3	0.6
18	35.1	40.5	-8	-3.4	-2.3	-0.6
19	-38.8	-47.3	24.9	3.5	2.4	0.7

Sintesi	Taglio [kN]	L [m]	[kN/m]	
Dir. X	369.8	3.04	121.6	Parete longitudinale
Dir. Y	538.6	6.72	80.1	Parete trasversale interna

Verifica soddisfatta



Scala A



Scala B

Parete longitudinale rossa

Parete trasversale blu

4.2 Corpi scala C, D (Maniche)

Corpo D - Lato Petrarca

Livello P.2

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	1185.1	598.3	25.6	45.5	-76.3	2.1
9	1186.1	598.1	35.4	44.4	-76.5	1.9
10	-1186.1	-598.1	-35.4	-44.4	76.5	-1.9
11	-1185.1	-598.3	-25.6	-45.5	76.3	-2.1
12	561.1	1286.7	15.5	101.5	-13	10.3
13	562.1	1286.6	25.2	100.5	-13.3	10.2
14	-562.1	-1286.6	-25.2	-100.5	13.3	-10.2
15	-561.1	-1286.7	-15.5	-101.5	13	-10.3
16	401.6	435.3	-4.6	35.5	-20.2	3.1
17	-404.8	-434.6	-28	-31.9	21.1	-2.5
18	404.8	434.6	28	31.9	-21.1	2.5
19	-401.6	-435.3	4.6	-35.5	20.2	-3.1

Livello P.1

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	666.3	-108.8	61.3	23	-4.2	0
9	669.2	-109.5	72.4	23	-4.2	-0.1
10	-669.2	109.5	-72.4	-23	4.2	0.1
11	-666.3	108.8	-61.3	-23	4.2	0
12	-78.1	261	-82.3	73.2	1	0.2
13	-75.2	260.4	-71.2	73.2	1	0.2
14	75.2	-260.4	71.2	-73.2	-1	-0.2
15	78.1	-261	82.3	-73.2	-1	-0.2
16	131.5	36.1	-20.8	22.2	-0.8	0
17	-141.3	-33.9	-16.2	-22.2	0.7	0
18	141.3	33.9	16.2	22.2	-0.7	0
19	-131.5	-36.1	20.8	-22.2	0.8	0

Corpo C -
Lato BCC

Livello P.2

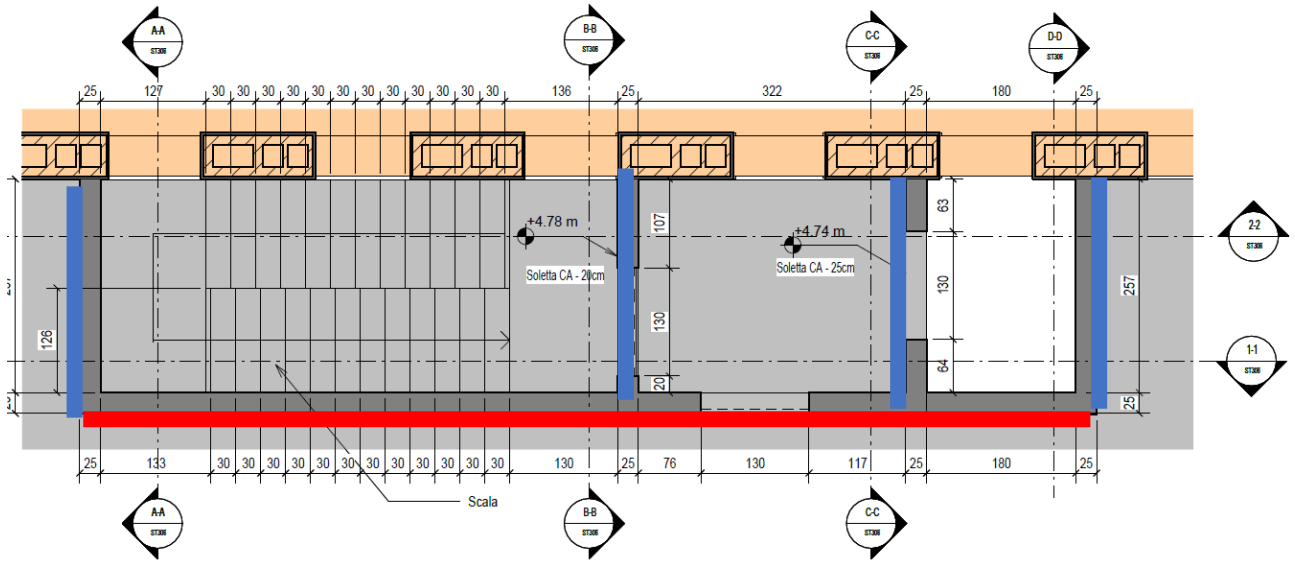
Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	1034.1	295.3	-35.8	29.6	-65	17.3
9	1035.1	296	-23.6	30.8	-64.8	17.3
10	-1035.1	-296	23.6	-30.8	64.8	-17.3
11	-1034.1	-295.3	35.8	-29.6	65	-17.3
12	351	1137.7	-85.6	90.3	-32.5	41.6
13	351.9	1138.4	-73.4	91.4	-32.3	41.7
14	-351.9	-1138.4	73.4	-91.4	32.3	-41.7
15	-351	-1137.7	85.6	-90.3	32.5	-41.6
16	318.3	329.7	-45.5	26.1	-22.7	13.5
17	-321.4	-332	4.9	-29.8	22.2	-13.7
18	321.4	332	-4.9	29.8	-22.2	13.7
19	-318.3	-329.7	45.5	-26.1	22.7	-13.5

Livello P.1

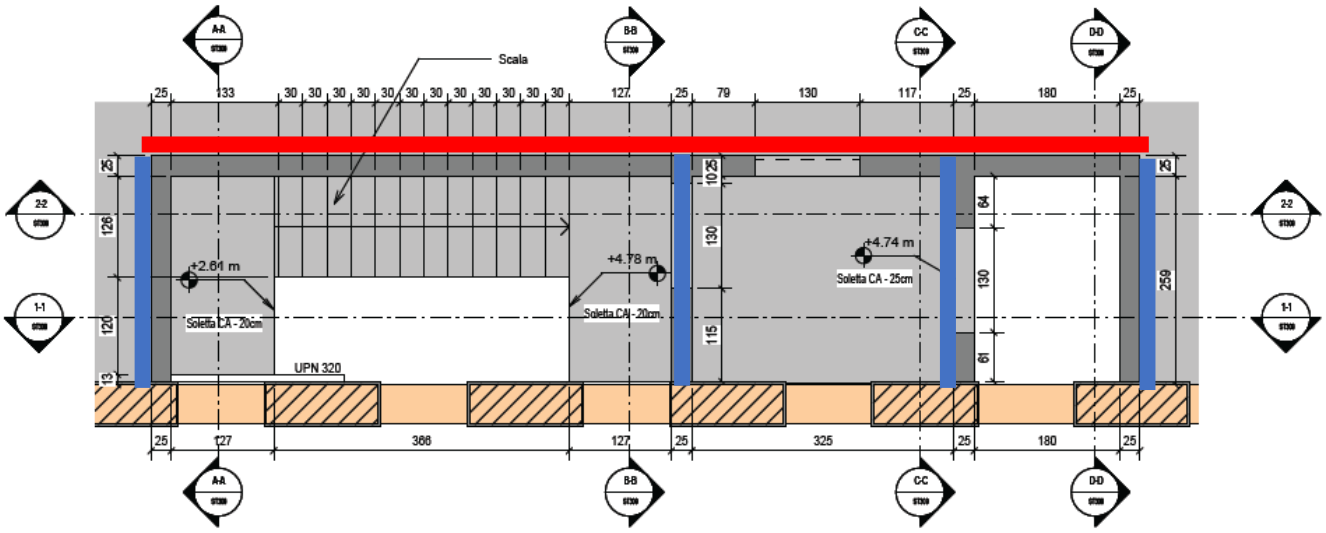
Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	540.3	343	14.7	3.4	27.2	-2.3
9	540.3	342	25.2	3.3	27.1	-2.2
10	-540.3	-342	-25.2	-3.3	-27.1	2.2
11	-540.3	-343	-14.7	-3.4	-27.2	2.3
12	121.8	519.7	53.6	-38.3	8.5	-4.8
13	121.7	518.7	64	-38.4	8.3	-4.7
14	-121.7	-518.7	-64	38.4	-8.3	4.7
15	-121.8	-519.7	-53.6	38.3	-8.5	4.8
16	152.8	200.5	0.7	-7.9	8.4	-1.7
17	-152.8	-197.2	-35.7	8.2	-8	1.6
18	152.8	197.2	35.7	-8.2	8	-1.6
19	-152.8	-200.5	-0.7	7.9	-8.4	1.7

	Sintesi	Taglio [kN]	L [m]	[kN/m]	
	Dir. X	1186.1	12.00	98.8	Parete longitudinale
Livello P.2	Dir. Y	1286.7	10.84	118.7	4 pareti trasversali
Livello P.1	Dir. Y	519.7	5.42	95.9	2 pareti trasversali esterne

Verifica soddisfatta



Scala C



Scala D

Parete longitudinale rossa

Pareti trasversali blu

4.3 Corpi scala E, F (Maniche)

Corpo F - Lato Petrarca

Livello P.2

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	121.1	24.5	-22.6	3.4	-1.5	1.6
9	122	24.1	-9.6	3.4	-1.5	1.6
10	-122	-24.1	9.6	-3.4	1.5	-1.6
11	-121.1	-24.5	22.6	-3.4	1.5	-1.6
12	52.3	614.3	-28	2.3	-1.4	-0.2
13	53.2	614	-14.9	2.4	-1.3	-0.2
14	-53.2	-614	14.9	-2.4	1.3	0.2
15	-52.3	-614.3	28	-2.3	1.4	0.2
16	38.7	148	-30.4	1.3	-0.8	0.3
17	-41.7	-146.7	-13.1	-1.4	0.6	-0.3
18	41.7	146.7	13.1	1.4	-0.6	0.3
19	-38.7	-148	30.4	-1.3	0.8	-0.3

Livello P.1

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	146.4	91.6	-60.9	2	-5.9	0.1
9	145.6	93.6	-44.8	2	-5.8	0.1
10	-145.6	-93.6	44.8	-2	5.8	-0.1
11	-146.4	-91.6	60.9	-2	5.9	-0.1
12	17.2	18.5	-46.5	0.6	-2.8	-0.3
13	16.4	20.5	-30.4	0.6	-2.7	-0.3
14	-16.4	-20.5	30.4	-0.6	2.7	0.3
15	-17.2	-18.5	46.5	-0.6	2.8	0.3
16	38.9	22.5	-47.9	0.6	-2.2	-0.1
17	-36.3	-29.2	-5.7	-0.6	1.8	0
18	36.3	29.2	5.7	0.6	-1.8	0
19	-38.9	-22.5	47.9	-0.6	2.2	0.1

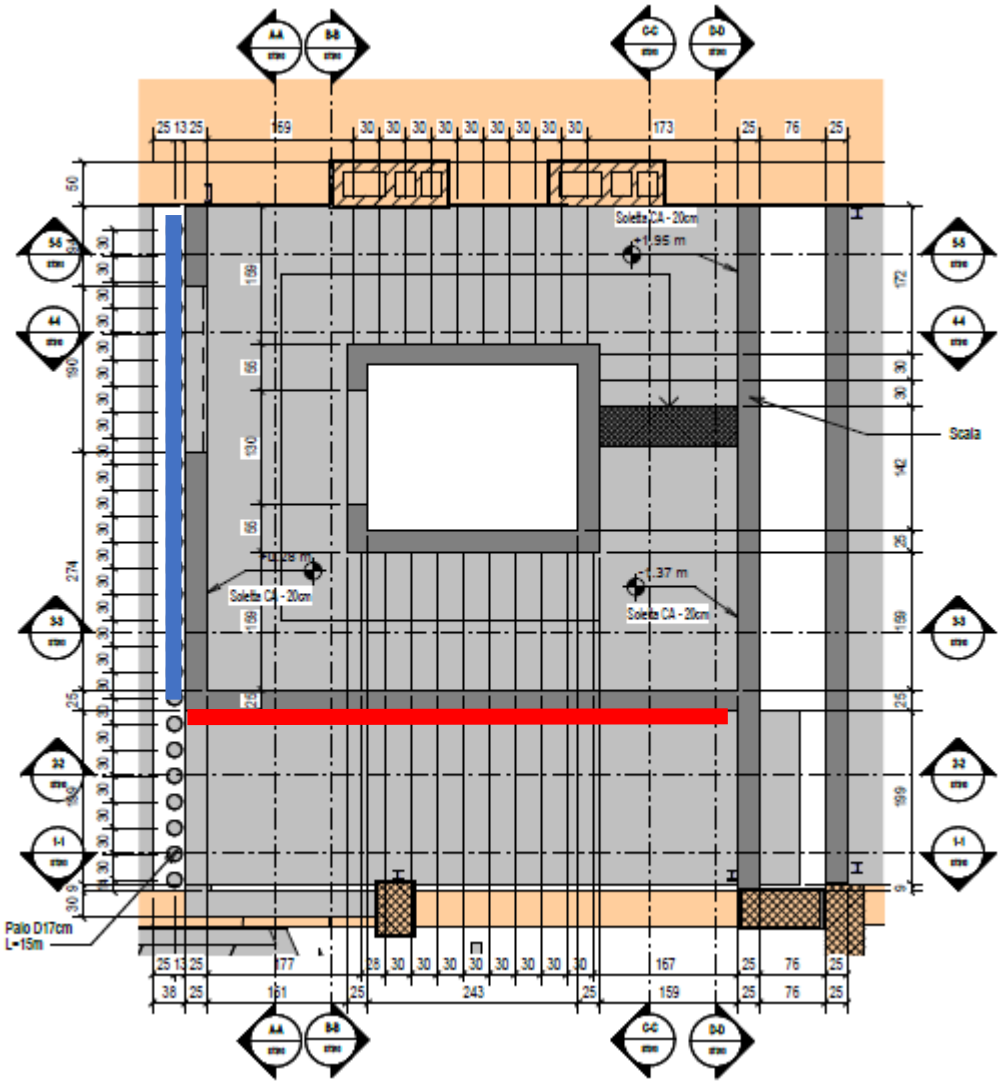
Corpo E - Lato BCC

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	394.1	259.4	0.2	1.3	-0.2	0.1
9	395.1	260.1	12.5	1.2	-0.2	0.1
10	-395.1	-260.1	-12.5	-1.2	0.2	-0.1
11	-394.1	-259.4	-0.2	-1.3	0.2	-0.1
12	182.7	659.1	8.5	1.1	-0.1	0.1
13	183.7	659.8	20.9	1	-0.1	0.1
14	-183.7	-659.8	-20.9	-1	0.1	-0.1
15	-182.7	-659.1	-8.5	-1.1	0.1	-0.1
16	131.8	210.9	-15.8	0.6	-0.1	0
17	-134.9	-213.3	-25.5	-0.4	0.1	-0.1
18	134.9	213.3	25.5	0.4	-0.1	0.1
19	-131.8	-210.9	15.8	-0.6	0.1	0

Combinazione	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
8	57	3.3	29.2	-2	-6.8	0.6
9	57.7	2.8	42.7	-2.2	-6.8	0.6
10	-57.7	-2.8	-42.7	2.2	6.8	-0.6
11	-57	-3.3	-29.2	2	6.8	-0.6
12	-12	119.3	27.1	3.7	-1.6	-1.1
13	-11.4	118.8	40.6	3.6	-1.6	-1.1
14	11.4	-118.8	-40.6	-3.6	1.6	1.1
15	12	-119.3	-27.1	-3.7	1.6	1.1
16	9.5	29	-6.4	0.6	-1.9	-0.1
17	-11.6	-27.3	-38.6	-0.2	2	0.1
18	11.6	27.3	38.6	0.2	-2	-0.1
19	-9.5	-29	6.4	-0.6	1.9	0.1

Sintesi	Taglio [kN]	L [m]	[kN/m]	
Dir. X	395.1	6.22	63.5	Parete longitudinale
Dir. Y	659.8	5.72	115.3	Parete trasversale interna

Verifica soddisfatta



Scala A

Scala B

Parete longitudinale rossa

Parete trasversale blu

5 Verifica di rampe e pianerottoli

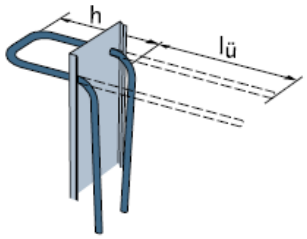
Rampe e pianerottoli sono realizzati mediante solette piene in c.a.

Il dimensionamento viene effettuato secondo schemi (a favor di sicurezza) di trave appoggiata. Eventuali momenti negativi alla confluenza delle solette con le pareti sono comunque coperti dall'armatura all'estradosso.

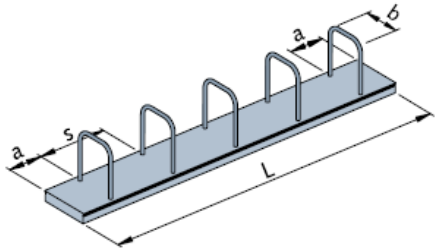
La connessione delle solette di rampe e pianerottoli alle pareti verticali in c.a. avviene mediante scatole metalliche tipo HALFEN HBT da inglobare nel getto delle pareti e diversificate in funzione dell'orditura dei ferri di ripresa:

1) scatole a doppia barra per la ripresa dei ferri dell'armatura principale

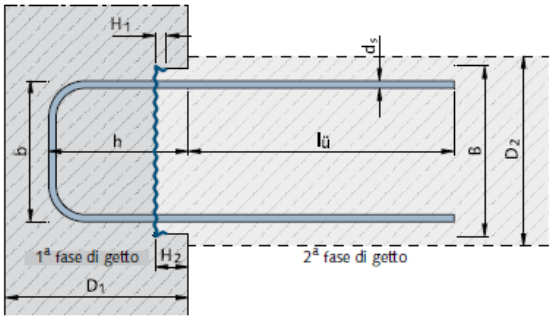
Tipo 5 **Barra doppia, sagomatura standard**



- Ripiegare attorno ad un perno con un diametro minimo $d_{BR} = 6 \times d_s$ (conformemente alla norma)
- Materiale: tondo per c.a. BSt 500 S o BSt 500 WR



Sistema:

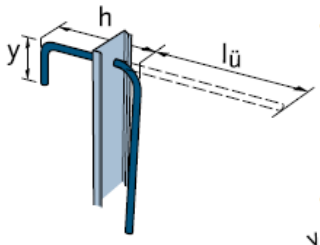


HBT Tipo 5 — Disposizione della staffa

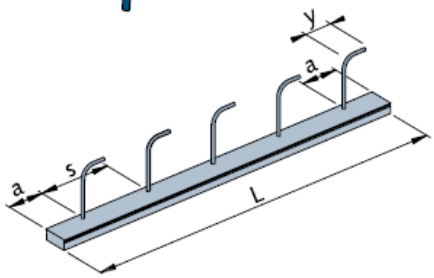
Lunghezza L	Interasse staffa s [cm]	Numero staffe	Distanza dai bordi a [cm]
Cassetta standard L = 1250 mm	10	12	7,5
	15	8	10,0
	20	6	12,5
	25	5	12,5

2) scatole a barra unica per la ripresa dei ferri dell'armatura trasversale al fine di solidarizzare pareti e solette lungo i contatti per di garantire il comportamento a scatola delle pareti verticali dei corpi in c.a. (a cui è attribuito il ruolo di elementi verticali di controventamento sismico).

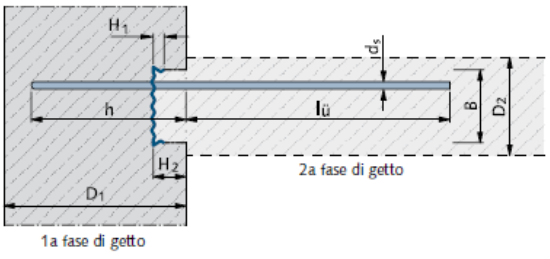
Tipo 1 **Barra singola, sagomatura standard**



- Ripiegare attorno ad un perno con un diametro minimo $d_{BR} = 6 \times d_s$ (conformemente alla norma)
- Materiale: tondo per c.a. BSt 500 S o BSt 500 WR



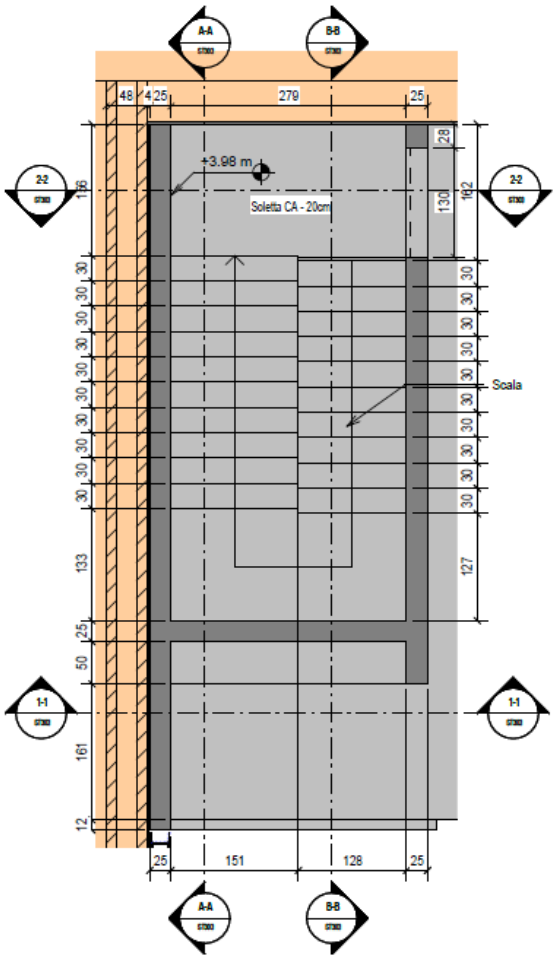
Sistema:



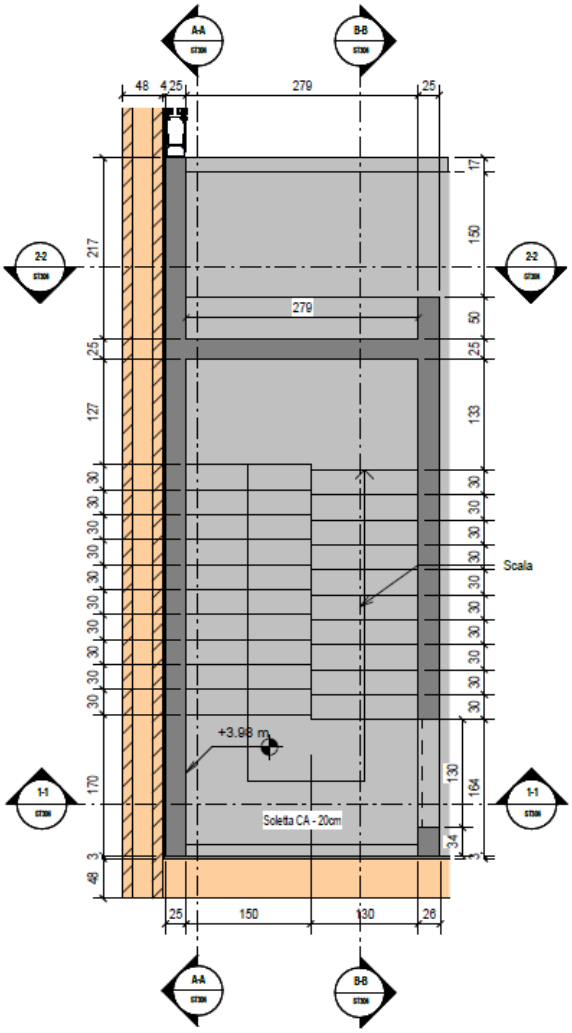
HBT Tipo 1 — Disposizione della staffa

Lunghezza L	Interasse staffa s [cm]	Numero staffe	Distanza dai bordi a [cm]
Cassetta standard L = 1250 mm	10	12	7,5
	15	8	10,0
	20	6	12,5
	25	5	12,5

5.1 Scale A e B Atrio



Scala A



Scala B

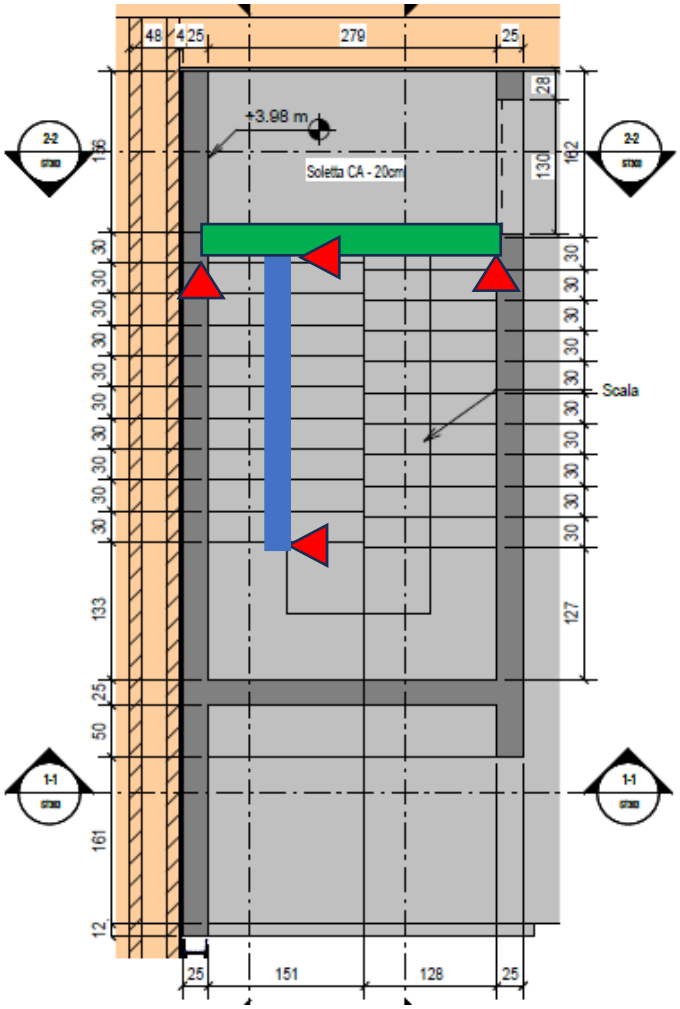
5.1.1 Analisi carichi

		Pianerottolo	Rampa
Soletta (sp. 20cm)		5.00 kN/m2	proiettato → 5.60 kN/m2
Gradino		0.00 kN/mm2	proiettato → 2.12 kN/m2
Rivestimento pedate e alzate (sp. 2cm)		0.60 kN/m2	proiettato → 0.90 kN/m2
Intonaco intradosso		0.20 kN/m2	proiettato → 0.20 kN/m2
Parapetti (2 x 0.30 kN/ml / 1.20m)		0.00 kN/m2	proiettato → 0.50 kN/m2
Totale permanenti	Gk =	5.80 kN/m2	proiettato → 9.33 kN/m2
Variabili (Cat. 3/4/5)	Qk =	5.00 kN/m2	proiettato → 5.00 kN/m2

5.1.2 Schema statico

Rampe: trave appoggiata sostenuta dai pianerottoli

Pianerottoli: trave appoggiata sostenuta da pareti. Si considera la fascia B=0.50m adiacente alle rampe soggetta anche la carico trasmesso dalle stesse.



5.1.3 Sollecitazioni

			B [m]	0.50		
		Rampe		Pianerottoli	γG	1.3
	Gk [kN/m2]	9.33		5.80	γQ	1.5
	Qk [kN/m2]	5.00		5.00	ψ1	0.7
					ψ2	0.6
	Luce [m]	3.0	Luce [m]	2.8		
SLU	qsd [kN/m2]	19.63	qsd [kN/m]	36.96		
	msd [kNm/m]	22.1	msd [kNm]	36.2		
	vsd [kN/m]	29.4	vsd [kN]	51.7		
SLE Freq.	qk [kN/m2]	12.83	qk [kN/m]	23.895		
	mk [kNm/m]	14.4	mk [kNm]	23.4		
	vk [kN/m]	19.2	vk [kN]	33.5		
SLE		12.33	qk [kN/m]	22.895		
Q.Perm.	qk [kN/m2]					
	mk [kNm/m]	13.9	mk [kNm]	22.4		
	vk [kN/m]	18.5	vk [kN]	32.1		

Per momento negativo agli estremi coperto da scatola HALFEN HBT:

Pianerottolo Msd(-) = qsd L^2 / 12 = 24.1 kNm

5.1.4 Rampa

Soletta cls C30/37 spessore 20cm

Armatura B450C, fyd = 450 N/mm2 / 1.15 = 391 N/mm2

longitudinale 1+1 ϕ10 passo 15cm

trasversale 1+1 ϕ8 passo 15cm

Copriferro 30mm (R90)

Altezza utile d = 200 – 30 – 8 – 10/2 = 157mm

5.1.4.1 Verifica a taglio

NTC 2018 p. 4.1.2.3.5.1 - Resistenza al taglio - Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck} [MPa]	30
Coefficiente di sicurezza	γ_c	1.5
	α_{cc}	0.85
	f_{cd} [MPa]	17.00
Altezza utile	d [mm]	150
Larghezza nervatura	bw [mm]	1000
Rapporto geometrico armatura tesa estesa per (lbd+d)	δ (max 2%)	0.349%
Tensione media di compressione	σcp [N/mm2]	0
$k = 1 + (200 / d)^{0.5} \leq 2$	k	2.00
$v_min = 0.035\ k^{(3/2)}\ fck^{0.5}$	v_min [N/mm2]	0.542
	k1	0.150
	Crd,c	0.180
$\tau Rd = 1/\gamma c\ Crd,c\ k\ (100\ \rho\ fck)^{1/3} + k1\ \sigma cp$	τRd [N/mm2]	0.525
Tensione tangenziale resistente	τRd [N/mm2]	0.542
Taglio resistente	**VRd [kN]**	81.33
Interasse nervatura	i [m]	1
Taglio resistente distribuito	**VRd [kN/m]**	81.33

Vrd = 81.3 kN/m > vsd = 29.4 kN/m VERIFICA SODDISFATTA

5.1.4.2 Verifica a flessione

As = 100/15 x 79 mm2 = 527 mm2/m

σs = Msd / 0.9 / d / As = (22.1 x 1000 x 1000)Nmm/m / 0.9 / 157mm / 527 mm2/m = 296 N/mm2

σs < fyd → VERIFICA SODDISFATTA

5.1.4.3 Verifica a fessurazione

Cls	C30/37	fck (User) [N/mm2]	A_s	527	mm2	Reinforcement
Mass	Cls norm		ϕ bar	10	mm	Bar diam.
			E_s	200000	N/mm2	Young modulus
Only for Mcrack calcul.						
n (Mcrack)	n =15	n = E_s / E_cm	c	38	mm	concrete cover
n (input)		Non usato	s_hor	150	mm	bar spacing

Comb. SLE Frequente

h	200	mm	height
bw	1000	mm	web width
d	157	mm	"d" height
x (=-inf. If tension)	43	mm	neutral axis position
Ms (=0 if tension)	**1.07E+01**	**kNm**	**Bending moment**
σ_s	141.5	N/mm2	Reinforc. max stress
NTC 2008			
R_ck	37	N/mm2	
f_ck	30.71	N/mm2	
f_ctm	2.942	N/mm2	=0.30 (fck)^(2/3) (η1)
f_cm	38.71	N/mm2	= f_ck + 8
E_cm	33019	N/mm2	
E_s	200000	N/mm2	
α_e	6.057		= E_cm / E_s
A_s	527	mm2	Reinforcement area
σ_s	141.5	N/mm2	Reinforcement max stress
k_t	0.4		long / short load duration (0.4/0.6)
ε_sm	0.0004245		Delta strain between steel and concr
b	1000	mm	web width
h	200	mm	height
d	157	mm	"d" height
x	43	mm	neutral axis position
h_c,ef	~~1500~~		For tension case only
h_c,ef	52.3	mm	=MIN(2.5*(h-d), (h-x)/3, h/2)
A_c,eff	52333	mm2	
ρ_eff	0.01007		reinforcement % = A_s / A_c,eff
ϕ barre	10	mm	bar diameter
c	38	mm	concrete cover
k_1	0.8		0.8 (deformed bars), 1.6 smooth bar
k_2	0.5		tension for: 0.5 (bending), 1.0 (tractio
k_3	3.4		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
k_4	0.425		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
Δsm	175	mm	
s_hor	150	mm	horizontal bar spacing
5(c+ϕ/2)	215	mm	limit horizontal bar spacing
s_hor <= 5(c+f/2)	1		
Δsmax	175	mm	max distance between cracks
w_k	**0.1265**	**mm**	Crack width

w_k = 0.13mm < w3 = 0.4mm → verifica soddisfatta

Comb. SLE Quasi permanente

h	200	mm	height
bw	1000	mm	web width
d	157	mm	"d" height
x (=-inf. If tension)	43	mm	neutral axis position
Ms (=0 if tension)	**1.02E+01**	**kNm**	**Bending moment**
σ_s	135	N/mm2	Reinforc. max stress
NTC 2008			
R_ck	37	N/mm2	
f_ck	30.71	N/mm2	
f_ctm	2.942	N/mm2	=0.30 (fck)^(2/3) (η1)
f_cm	38.71	N/mm2	= f_ck + 8
E_cm	33019	N/mm2	
E_s	200000	N/mm2	
α_e	6.057		= E_cm / E_s
A_s	527	mm2	Reinforcement area
σ_s	135	N/mm2	Reinforcement max stress
k_t	0.4		long / short load duration (0.4/0.6)
ε_sm	0.0004050		Delta strain between steel and concr
b	1000	mm	web width
h	200	mm	height
d	157	mm	"d" height
x	43	mm	neutral axis position
h_c,ef	~~1500~~		For tension case only
h_c,ef	52.3	mm	=MIN(2.5*(h-d), (h-x)/3, h/2)
A_c,eff	52333	mm2	
ρ_eff	0.01007		reinforcement % = A_s / A_c,eff
ϕ barre	10	mm	bar diameter
c	38	mm	concrete cover
k_1	0.8		0.8 (deformed bars), 1.6 smooth bar
k_2	0.5		tension for: 0.5 (bending), 1.0 (tractio
k_3	3.4		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
k_4	0.425		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
Δsm	175	mm	
s_hor	150	mm	horizontal bar spacing
5(c+ϕ/2)	215	mm	limit horizontal bar spacing
s_hor <= 5(c+f/2)	1		
Δsmax	175	mm	max distance between cracks
w_k	**0.1207**	**mm**	Crack width

w_k = 0.12mm < w2 = 0.3mm → verifica soddisfatta

5.1.4.4 Verifica di deformabilità

In accordo con NTC 2018 - Circ. P.to C4.1.2.2.2

As_calc= Msd / 0.9 / d / fyd = (19 x 1000 x 1000)Nmm/m / 0.9 / 157mm / 391 N/mm2 = 344mm2

fck [N/mm2]	30
fyk [N/mm2]	450
ρ0 (EN1992-1-1)	0.005477
Ac [mm2]	200000
As,compr [mm2]	527
As,traz [mm2]	527
ρ,compr	0.2635%
ρ,traz	0.2635%
As,eff [mm2]	527
As,calc [mm2]	343
500 / fyk (As,eff / As,calc)	1.707
K (Tabella C4.1.I)	1.0
Coefficienti correttivi di K	
Elemento in c.a.p. [S/N]	N
Kcap	1.00
Sezione T con B_ala > 3 tAnima [S/N]	N
kT	1.00
Travi/piastre NON nervate caricate da tramezzi	N
Luce l [m] (> 7m)	5.8
kTr	1.00
Piastre nervate caricate da tramezzi	N
Luce l [m] (> 8.5m)	5.8
kTr	1.00
(L/h)max (NTC)	**33.4**

L/h = 300cm / 20cm = 15 < (L/h)max → Verifica soddisfatta

5.1.5 Pianerottolo

Soletta cls C30/37 spessore 20cm

Armatura B450C, fyd = 450 N/mm2 / 1.15 = 391 N/mm2

Tipica

longitudinale 1+1 ϕ10 passo 15cm

trasversale 1+1 ϕ8 passo 15cm

Fascia B= 50cm adiacente alle rampe

longitudinale 4ϕ16

staffe ϕ8 4br. passo 10cm

Copriferro 30mm (R90), 40mm (R120)

Altezza utile d = 200 – 30 – 8 – 16/2 = 154mm

Si omettono le verifiche per la fascia tipica in quanto le sollecitazioni sono inferiori a quelli valutate per le rampe.

Si riportano le verifiche della porzione/trave "ideale" adiacente alle rampe.

5.1.5.1 Verifica a taglio

Altezza utile trave	Larghezza anima trave			CLS - Resistenza caratteristica a compressione	
d [mm]	bw [mm]			f_{ck} [MPa]	30
154	500			γ_c	1.5
				α_{cc}	0.85
				f_{cd} [MPa]	17.00
				EC2/NTC (*)	NTC

Nr. braccia	Diametro barra	Filettata	Area barra	Passo staffe	Carico appeso	Area barra ridotta eq.	Acciaio	cot(Theta)	Alfa	cot(Alfa)	CLS	(*)
nb	Db [mm]	[S/N]	Ab [mm2]	s [mm]	q [kN/ml]	Ab_red [mm2]	fyd [N/mm2]	≥ 1 e ≤ 2.5	[deg]		αcw	ν
4	8	N	50	100	25.3	48.6	391	1.00	90.00	0.00	1.00	0.5

Resistenza CLS	Resistenza ACCIAIO
Vrd,c [kN]	Vrd,s [kN]
295	105

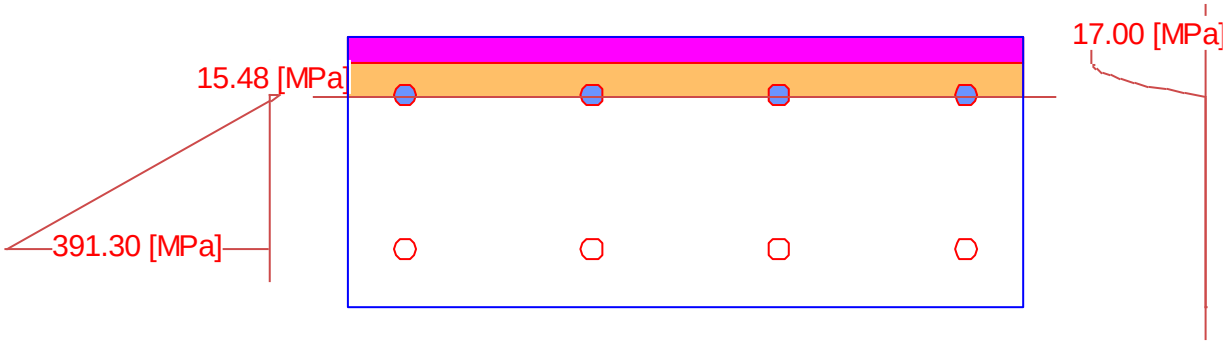
Vrd = 105 kN > Vsd = 51.7.9 kN VERIFICA SODDISFATTA

All'appoggio (scatola HALFEN HBT 190 – 10/10 - 5:

spess.	Tipo interfaccia	c	μ	σ	ρ	α	Acciaio		Lunghezza
[mm]		[-]	[-]	[MPa]	[-]	[deg]	fyd [MPa]		[m]
186	molto liscia	0.25	0.5	0	0.00422	90	391		0.5
		c fctd	μσ	ρ fyd	tot	vrd max	vrd	Vrd	Vrd
		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN/m]	[kN]
		0.3	0.0	0.8	1.2	4.3	1.2	216.4	108.2

Vrd = 108.2 kN > Vsd = 51.7 kN VERIFICA SODDISFATTA

5.1.5.2 Verifica a flessione



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
0	36.2	0	0	43.4	0	0.84

VERIFICA SODDISFATTA

All'appoggio (scatola HALFEN HBT 190 – 10/10 - 5:

d = 200 – (200 – 154) / 2 = 177mm As = 6ϕ10 = 471 mm2

σs = Msd / 0.9 / d / As = (24.1 x 1000 x 1000)Nmm/m / 0.9 / 177mm / 471mm2 = 321 N/mm2

σs < fyd → VERIFICA SODDISFATTA

5.1.5.3 Verifica a fessurazione

Cls	C30/37	fck (User) [N/mm2]	A_s	804	mm2	Reinforcement
Mass	Cls norm		ϕ bar	16	mm	Bar diam.
			E_s	200000	N/mm2	Young modulus
Only for Mcrack calcul.						
n (Mcrack)	n=15	n = E_s / E_cm	c	38	mm	concrete cover
n (input)		Non usato	s_hor	150	mm	bar spacing

Comb. SLE Frequente

h	200	mm	height
bw	500	mm	web width
d	154	mm	"d" height
x (=-inf. If tension)	61	mm	neutral axis position
Ms (=0 if tension)	**2.03E+01**	**kNm**	**Bending moment**
σ_s	190.8	N/mm2	Reinforc. max stress
NTC 2008			
R_ck	37	N/mm2	
f_ck	30.71	N/mm2	
f_ctm	2.942	N/mm2	=0.30 (fck)^(2/3) (η1)
f_cm	38.71	N/mm2	= f_ck + 8
E_cm	33019	N/mm2	
E_s	200000	N/mm2	
α_e	6.057		= E_cm / E_s
A_s	804	mm2	Reinforcement area
σ_s	190.8	N/mm2	Reinforcement max stress
k_t	0.4		long / short load duration (0.4/0.6)
ε_sm	0.0007488		Delta strain between steel and concr
b	500	mm	web width
h	200	mm	height
d	154	mm	"d" height
x	61	mm	neutral axis position
h_c,ef	~~1500~~		For tension case only
h_c,ef	46.3	mm	=MIN(2.5*(h-d), (h-x)/3, h/2)
A_c,eff	23167	mm2	
ρ_eff	0.03471		reinforcement % = A_s / A_c,eff
ϕ barre	16	mm	bar diameter
c	38	mm	concrete cover
k_1	0.8		0.8 (deformed bars), 1.6 smooth bar
k_2	0.5		tension for: 0.5 (bending), 1.0 (tractio
k_3	3.4		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
k_4	0.425		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
Δsm	122	mm	
s_hor	150	mm	horizontal bar spacing
5(c+ϕ/2)	230	mm	limit horizontal bar spacing
s_hor <= 5(c+f/2)	1		
Δsmax	122	mm	max distance between cracks
w_k	**0.1554**	**mm**	Crack width

w_k = 0.155mm < w3 = 0.4mm → verifica soddisfatta

Comb. SLE Quasi permanente

h	200	mm	height
bw	500	mm	web width
d	154	mm	"d" height
x (=-inf. If tension)	61	mm	neutral axis position
Ms (=0 if tension)	**1.93E+01**	**kNm**	**Bending moment**
σ_s	181.4	N/mm2	Reinforc. max stress
NTC 2008			
R_ck	37	N/mm2	
f_ck	30.71	N/mm2	
f_ctm	2.942	N/mm2	=0.30 (fck)^(2/3) (η1)
f_cm	38.71	N/mm2	= f_ck + 8
E_cm	33019	N/mm2	
E_s	200000	N/mm2	
α_e	6.057		= E_cm / E_s
A_s	804	mm2	Reinforcement area
σ_s	181.4	N/mm2	Reinforcement max stress
k_t	0.4		long / short load duration (0.4/0.6)
ε_sm	0.0007018		Delta strain between steel and concr
b	500	mm	web width
h	200	mm	height
d	154	mm	"d" height
x	61	mm	neutral axis position
h_c,ef	~~1500~~		For tension case only
h_c,ef	46.3	mm	=MIN(2.5*(h-d), (h-x)/3, h/2)
A_c,eff	23167	mm2	
ρ_eff	0.03471		reinforcement % = A_s / A_c,eff
ϕ barre	16	mm	bar diameter
c	38	mm	concrete cover
k_1	0.8		0.8 (deformed bars), 1.6 smooth bar
k_2	0.5		tension for: 0.5 (bending), 1.0 (tractio
k_3	3.4		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
k_4	0.425		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
Δsm	122	mm	
s_hor	150	mm	horizontal bar spacing
5(c+ϕ/2)	230	mm	limit horizontal bar spacing
s_hor <= 5(c+f/2)	1		
Δsmax	122	mm	max distance between cracks
w_k	**0.1457**	**mm**	Crack width

w_k = 0.146mm < w2 = 0.3mm → verifica soddisfatta

5.1.5.4 Verifica di deformabilità

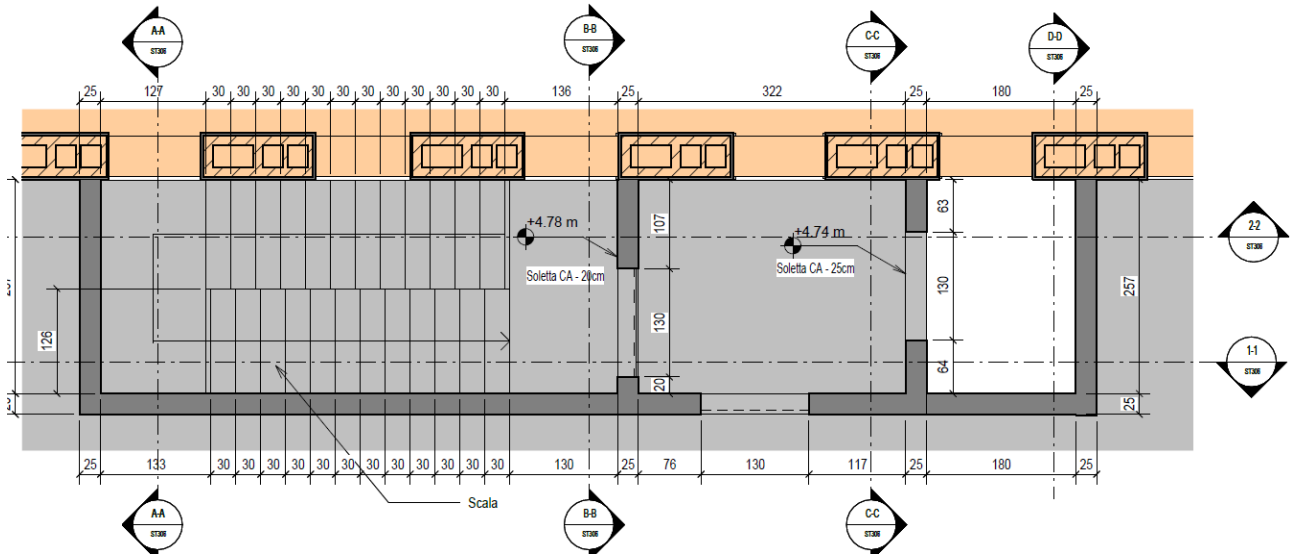
In accordo con NTC 2018 - Circ. P.to C4.1.2.2.2

As_calc= Msd / 0.9 / d / fyd = (32.2 x 1000 x 1000)Nmm/m / 0.9 / 154mm / 391 N/mm2 = 594mm2

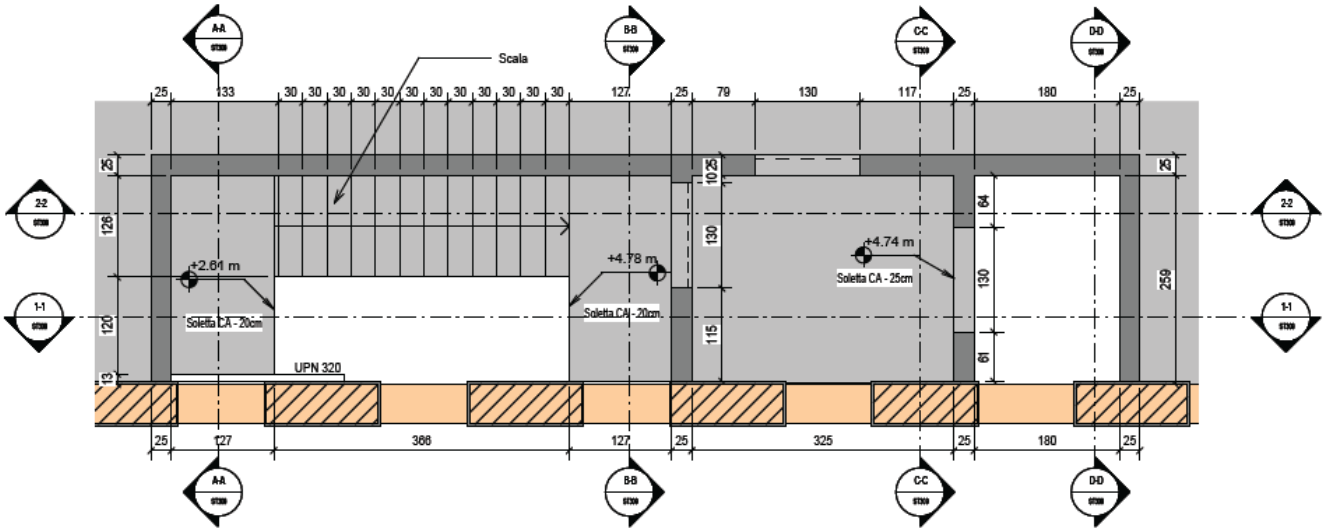
fck [N/mm2]	30
fyk [N/mm2]	450
ρ0 (EN1992-1-1)	0.005477
Ac [mm2]	100000
As,compr [mm2]	804
As,traz [mm2]	804
ρ,compr	0.8040%
ρ,traz	0.8040%
As,eff [mm2]	804
As,calc [mm2]	594
500 / fyk (As,eff / As,calc)	1.504
K (Tabella C4.1.I)	1.0
Coefficienti correttivi di K	
Elemento in c.a.p. [S/N]	N
Kcap	1.00
Sezione T con B_ala > 3 tAnima [S/N]	N
kT	1.00
Travi/piastre NON nervate caricate da tramezzi	N
Luce l [m] (> 7m)	5.8
kTr	1.00
Piastre nervate caricate da tramezzi	N
Luce l [m] (> 8.5m)	5.8
kTr	1.00
(L/h)max (NTC)	**20.8**

L/h = 280cm / 20cm = 14 < (L/h)max → Verifica soddisfatta

5.2 Scale C e D



Scala C



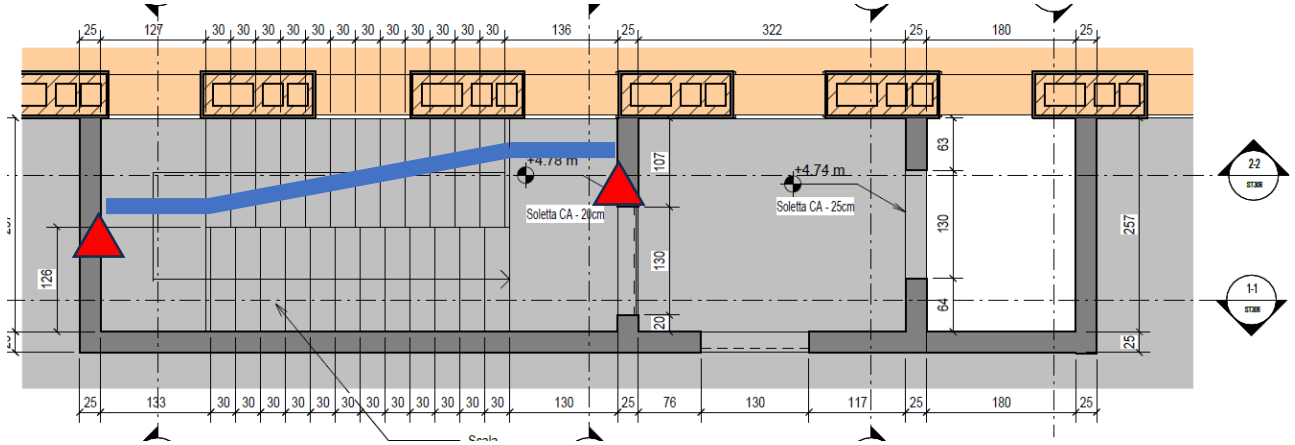
Scala D

5.2.1 Analisi carichi

		Pianerottolo	Rampa
Soletta (sp. 30cm)		7.50 kN/m2	proiettato → 8.40 kN/m2
Gradino		0.00 kN/mm2	proiettato → 2.12 kN/m2
Rivestimento pedate e alzate (sp. 2cm)		0.60 kN/m2	proiettato → 0.90 kN/m2
Intonaco intradosso		0.20 kN/m2	proiettato → 0.20 kN/m2
Parapetti (2 x 0.30 kN/ml / 1.20m)		0.00 kN/m2	proiettato → 0.50 kN/m2
Totale permanenti	Gk =	8.30 kN/m2	proiettato → 12.12 kN/m2
Variabili (Cat. 3/4/5)	Qk =	5.00 kN/m2	proiettato → 5.00 kN/m2

5.2.2 Schema statico

Rampe e pianerottoli: trave appoggiata a doppio ginocchio sostenuta dalle pareti corte



5.2.3 Sollecitazioni

		Rampe		
	Gk [kN/m2]	10.00	γG	1.3
	Qk [kN/m2]	5.00	γQ	1.5
			ψ1	0.7
			ψ2	0.6
	Luce [m]	6.2		
SLU	qsd [kN/m2]	20.5		
	msd [kNm/m]	99.5		
	vsd [kN/m]	63.9		
SLE Freq.	qk [kN/m2]	13.5		
	mk [kNm/m]	65.5		
	vk [kN/m]	42.1		
SLE Q.Perm.	qk [kN/m2]	13		
	mk [kNm/m]	63.1		
	vk [kN/m]	40.5		

Per momento negativo agli estremi coperto da scatola HALFEN HBT:

Pianerottolo msd(-) = qsd L^2 / 12 = 74.5 kNm/m

5.2.4 Rampa a doppio ginocchio

Soletta cls C30/37 spessore 30cm

Armatura B450C, fyd = 450 N/mm2 / 1.15 = 391 N/mm2

longitudinale 1+1 ϕ14 passo 10cm

trasversale 1+1 ϕ8 passo 15cm

Copriferro 30mm (R90)

Altezza utile d = 300 – 30 – 8 – 14/2 = 255mm

5.2.4.1 Verifica a taglio

NTC 2018 p. 4.1.2.3.5.1 - Resistenza al taglio - Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck} [MPa]	30
Coefficiente di sicurezza	γ_c	1.5
	α_{cc}	0.85
	f_{cd} [MPa]	17.00
Altezza utile	d [mm]	255
Larghezza nervatura	bw [mm]	1000
Rapporto geometrico armatura tesa estesa per (lbd+d)	δ (max 2%)	0.402%
Tensione media di compressione	σcp [N/mm2]	0
$k = 1 + (200 / d)^{0.5} \leq 2$	k	1.89
$v_min = 0.035\ k^{(3/2)}\ fck^{0.5}$	v_min [N/mm2]	0.496
	k1	0.150
	Crd,c	0.180
$\tau Rd = 1/\gamma c\ Crd,c\ k\ (100\ \rho\ fck)^{1/3} + k1\ \sigma cp$	τRd [N/mm2]	0.519
Tensione tangenziale resistente	τRd [N/mm2]	0.519
Taglio resistente	**VRd [kN]**	132.37
Interasse nervatura	i [m]	1
Taglio resistente distribuito	**VRd [kN/m]**	132.37

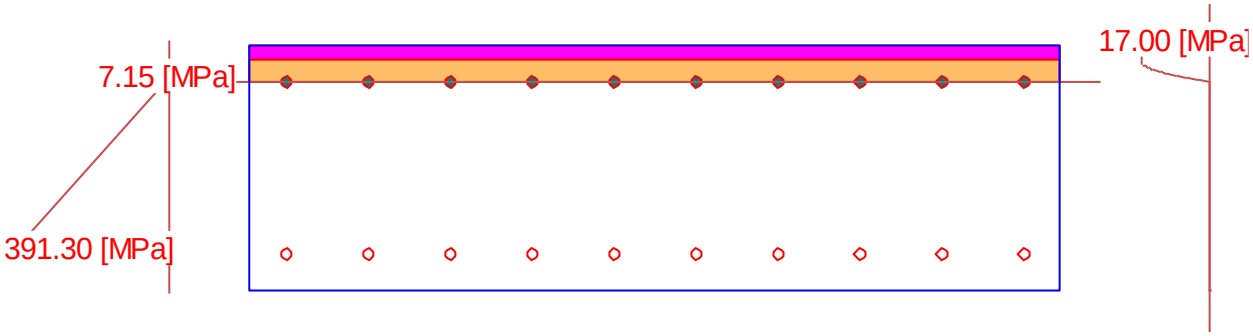
Vrd = 132.4 kN/m > vsd = 72.1 kN/m VERIFICA SODDISFATTA

All'appoggio (scatola HALFEN HBT 220 – 10/10 - 5:

Nr. Ferri nb	Diametro barra Db [mm]	Filettata [S/N]	Area barra Ab [mm2]	Passo s [mm]	Area metallica As [mm2/m]
1	10	N	79	100	785

spess.	Tipo interfaccia	c	μ	σ	ρ	α	Acciaio	
[mm]		[-]	[-]	[MPa]	[-]	[deg]	fyd [MPa]	
222	molto liscia	0.25	0.5	0	0.00354	90	391	
		c fctd	**μσ**	**ρ fyd**	**tot**	**vrd max**	**vrd**	**Vrd**
		[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[kN/m]
		0.3	0.0	0.7	1.0	4.3	1.0	228.6

5.2.4.2 *Verifica a flessione*



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
0	111.7	0	0	142.7	0	0.79

VERIFICA SODDISFATTA

All'appoggio (scatola HALFEN HBT 220 – 12/10 - 5:

d = 300 – (300 – 190) / 2 = 245mm As = 1ϕ12/100mm = 1130 mm2/m

σs = Msd / 0.9 / d / As = (74.5 x 1000 x 1000) Nmm/m / 0.9 / 245mm / 1130mm2/m = 298 N/mm2

σs < fyd → VERIFICA SODDISFATTA

5.2.4.3 *Verifica a fessurazione*

Cls	C30/37	fck (User) [N/mm2]	A_s	1540	mm2	Reinforcement
Mass	Cls norm		ϕ bar	14	mm	Bar diam.
			E_s	200000	N/mm2	Young modulus
Only for Mcrack calcul.						
n (Mcrack)	n = 15	n = E_s / E_cm	c	45	mm	concrete cover
n (input)		Non usato	s_hor	100	mm	bar spacing

Comb. SLE Frequente

h	300	mm	height
bw	1000	mm	web width
d	255	mm	"d" height
x (=-inf. If tension)	80	mm	neutral axis position
Ms (=0 if tension)	**6.55E+01**	**kNm**	**Bending moment**
σ_s	150.1	N/mm2	Reinforc. max stress
NTC 2008			
R_ck	37	N/mm2	
f_ck	30.71	N/mm2	
f_ctm	2.942	N/mm2	=0.30 (fck)^(2/3) (η1)
f_cm	38.71	N/mm2	= f_ck + 8
E_cm	33019	N/mm2	
E_s	200000	N/mm2	
α_e	6.057		= E_cm / E_s
A_s	1540	mm2	Reinforcement area
σ_s	150.1	N/mm2	Reinforcement max stress
k_t	0.4		long / short load duration (0.4/0.6)
ε_sm	0.0004503		Delta strain between steel and conc
b	1000	mm	web width
h	300	mm	height
d	255	mm	"d" height
x	80	mm	neutral axis position
h_c,ef	~~1500~~		For tension case only
h_c,ef	73.3	mm	=MIN(2.5*(h-d), (h-x)/3, h/2)
A_c,eff	73333	mm2	
ρ_eff	0.02100		reinforcement % = A_s / A_c,eff
ϕ barre	14	mm	bar diameter
c	45	mm	concrete cover
k_1	0.8		0.8 (deformed bars), 1.6 smooth bar
k_2	0.5		tension for: 0.5 (bending), 1.0 (tracti
k_3	3.4		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
k_4	0.425		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
Δsm	157	mm	
s_hor	100	mm	horizontal bar spacing
5(c+ϕ/2)	260	mm	limit horizontal bar spacing
s_hor <= 5(c+f/2)	1		
Δsmax	157	mm	max distance between cracks
w_k	**0.1199**	**mm**	Crack width

w_k = 0.12mm < w3 = 0.4mm → verifica soddisfatta

Comb. SLE Quasi permanente

h	300	mm	height
bw	1000	mm	web width
d	255	mm	"d" height
x (=-inf. If tension)	80	mm	neutral axis position
Ms (=0 if tension)	**6.31E+01**	**kNm**	**Bending moment**
σ_s	143.2	N/mm2	Reinforc. max stress
NTC 2008			
R_ck	37	N/mm2	
f_ck	30.71	N/mm2	
f_ctm	2.942	N/mm2	=0.30 (fck)^(2/3) (η1)
f_cm	38.71	N/mm2	= f_ck + 8
E_cm	33019	N/mm2	
E_s	200000	N/mm2	
α_e	6.057		= E_cm / E_s
A_s	1540	mm2	Reinforcement area
σ_s	143.2	N/mm2	Reinforcement max stress
k_t	0.4		long / short load duration (0.4/0.6)
ε_sm	0.0004296		Delta strain between steel and concr
b	1000	mm	web width
h	300	mm	height
d	255	mm	"d" height
x	80	mm	neutral axis position
h_c,ef	~~1500~~		For tension case only
h_c,ef	73.3	mm	=MIN(2.5*(h-d), (h-x)/3, h/2)
A_c,eff	73333	mm2	
ρ_eff	0.02100		reinforcement % = A_s / A_c,eff
ϕ barre	14	mm	bar diameter
c	45	mm	concrete cover
k_1	0.8		0.8 (deformed bars), 1.6 smooth bar
k_2	0.5		tension for: 0.5 (bending), 1.0 (tractic
k_3	3.4		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
k_4	0.425		Note C4.1.2.2.4.6 NTC
Δsm	157	mm	
s_hor	100	mm	horizontal bar spacing
5(c+ϕ/2)	260	mm	limit horizontal bar spacing
s_hor <= 5(c+f/2)	1		
Δsmax	157	mm	max distance between cracks
w_k	**0.1144**	**mm**	Crack width

w_k = 0.11mm < w2 = 0.3mm → verifica soddisfatta

5.2.4.4 Verifica di deformabilità

In accordo con NTC 2018 - Circ. P.to C4.1.2.2.2

As_calc= Msd / 0.9 / d / fyd = (99.5 x 1000 x 1000)Nmm/m / 0.9 / 255mm / 391 N/mm2 = 1109mm2

fck [N/mm2]	30
fyk [N/mm2]	450
ρ0 (EN1992-1-1)	0.005477
Ac [mm2]	300000
As,compr [mm2]	1540
As,traz [mm2]	1540
ρ,compr	0.5133%
ρ,traz	0.5133%
As,eff [mm2]	1540
As,calc [mm2]	1109
500 / fyk (As,eff / As,calc)	1.543
K (Tabella C4.1.I)	1.0
Coefficienti correttivi di K	
Elemento in c.a.p. [S/N]	N
Kcap	1.00
Sezione T con B_ala > 3 tAnima [S/N]	N
kT	1.00
Travi/piastre NON nervate caricate da tramezzi	N
Luce l [m] (> 7m)	5.8
kTr	1.00
Piastre nervate caricate da tramezzi	N
Luce l [m] (> 8.5m)	5.8
kTr	1.00
(L/h)max (NTC)	**23.7**

L/h = 620cm / 30cm = 20.7 < (L/h)max → Verifica soddisfatta

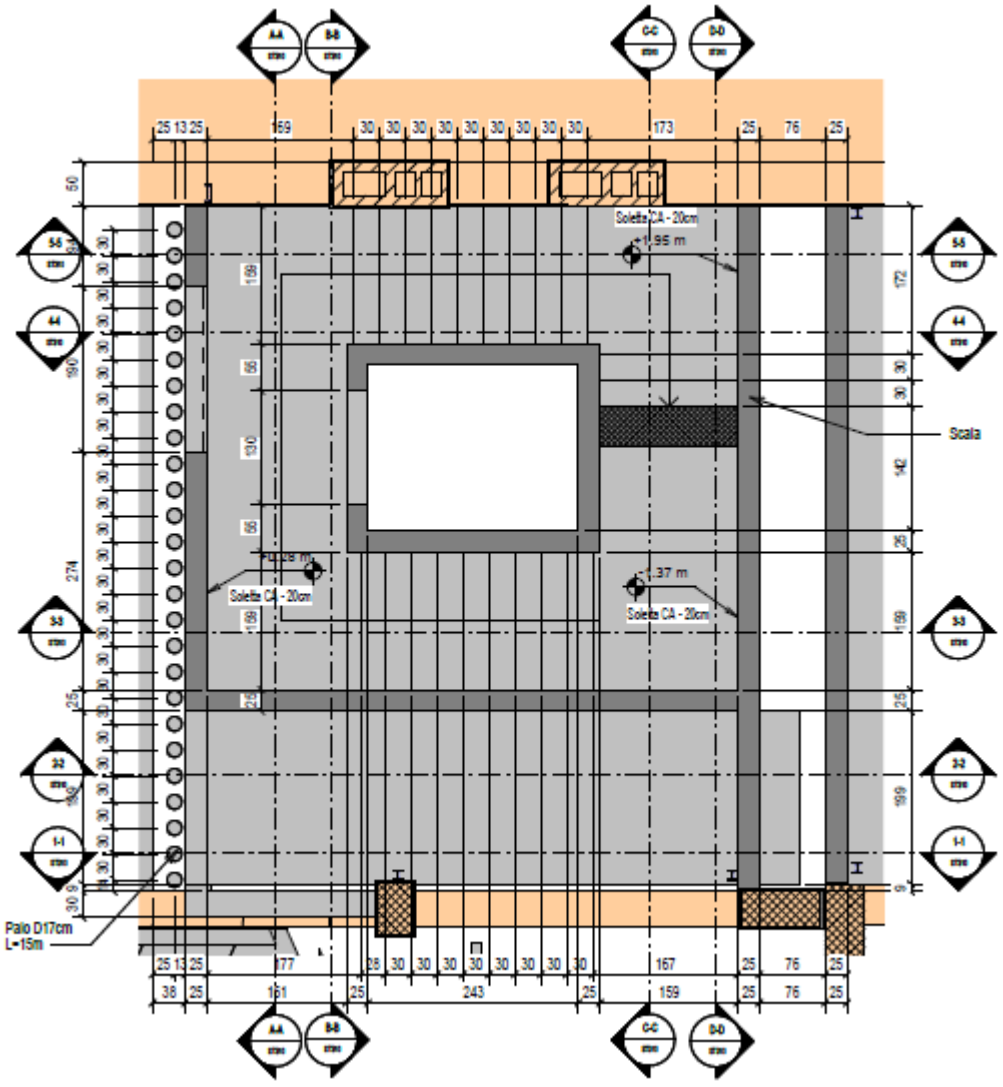
5.3 Scale E e F

Le scale E e F sono organizzate su un perimetro esterno con un lato “mancante” (al posto della parete in c.a. vi sono 2 maschi murari) e un perimetro interno rappresentato dalla canna ascensore.

Quando esiste la possibilità di usufruire dell’appoggio della parete interna ed esterna la soletta costituente rampe e pianerottoli avrà armatura principale ordita trasversalmente (da parete a parete).

In mancanza della parete esterna si prevede un collegamento ai maschi murari mediante barre inghisate.

In entrambi i casi le luci di calcolo modeste ed il comportamento bidirezionale permettono di confermare gli spessori di soletta e l’armatura delle scale A e B di cui al p.to 5.1.



COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo – Strutture Corpo Basso

Allegato 3

Progetto nuova Galleria

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in CdS	M. Fabbri	A. Fazioli	M. Majowiecki

Sommario

1 PREMESSA 7
1.1 Scopo del progetto 7
1.2 Indagini sugli elementi strutturali esistenti 7
1.3 Descrizione del progetto 7
1.4 Normativa di riferimento 9
2 ANALISI DEI CARICHI 9
2.1 Azioni sull'impalcato della galleria 9
2.2 Azioni sull'impalcato della balconata sopra il Foyer 11
2.3 Combinazione delle azioni 12
3 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI STRUTTURALI 12
3.1 Strutture nuove 12
3.1.1 Impalcato in c.a.: Conglomerato Cementizio 12
3.1.2 Pilastri in c.a.: calcestruzzo 13
3.1.3 Fondazioni in c.a.: calcestruzzo 13
3.1.4 Strutture in c.a.: Barre d'armatura 14
3.1.5 Carpenteria metallica 14
3.2 Strutture esistenti 15
3.2.1 Conglomerato Cementizio esistente 15
3.2.2 Acciaio per armatura 15
4 ANALISI DELLA STRUTTURA D'ELEVAZIONE 17
4.1 Criteri e Modello di calcolo 17
4.1.1 Modellazione Mesh FEM 17
4.1.2 Vincoli esterni 19
4.1.3 Elementi esistenti: dettagli costruttivi 20
4.2 Applicazione dei carichi sulla mesh 24
4.3 Analisi della struttura 28
4.3.1 Sollecitazioni: elementi di impalcato 28
4.3.2 Deformazioni: impalcato 37
4.3.2.1 Effetti della viscosita' 38
4.3.3 Sollecitazioni: pilastri 40
4.3.3.1 Pilastri nuovi circolari D40 filo G-Az 40
4.3.3.2 Pilastri nuovi quadrati 50x50 cm, filo G-Ai esterni 42

4.3.3.3 Pilastri filo G-Ai, esistenti da prolungare 43
4.3.3.4 PILASTRI ESISTENTI filo G-An 47
5 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLA STRUTTURA D'ELEVAZIONE 50
5.1 Impalcato 50
5.1.1 Copriferro soletta 50
5.1.2 armatura di progetto della soletta 50
5.1.3 Verifiche SLU della soletta 54
5.1.4 Verifiche SLE soletta 56
5.1.4.1 Verifiche SLE R soletta 56
5.1.4.2 Verifiche a fessurazione della soletta 59
5.1.4.3 Nervature estradossate della soletta 60
5.1.5 Travi impalcato 62
5.1.5.1 Trave sul filo G-An 62
5.1.5.2 Trave sul filo G-Ai; tratto centrale estradossato 64
5.1.5.3 Trave sul filo G-Ai; tratti laterali intradossati 65
5.1.5.4 Travi esistenti di bordo filo F-A (lato via Petrarca) 67
5.1.5.5 Travi esistenti di bordo filo F-F (lato Biblioteca) 68
5.1.6 Verifiche di Deformabilità 71
5.1.7 Progetto di rinforzo delle travi esistenti 72
5.1.7.1 Travi metalliche filo F-A (lato via Petrarca) 72
5.1.7.2 Travi metalliche filo F-F (lato Biblioteca) 76
5.1.8 Cuciture soletta travi di bordo 77
5.1.8.1 Ancoraggio della soletta alla trave di bordo G-An 77
5.1.8.2 Ancoraggio della soletta alla trave di bordo F-A (lato via Petrarca) 82
5.1.8.3 Ancoraggio della soletta alla trave di bordo F-A (lato Biblioteca) 86
5.2 Pilastri 87
5.2.1 Pilastri nuovi 87
5.2.1.1 Pilastri circolari D40 filo G-Az 87
5.2.1.2 Pilastri quadrati 50x50 filo G-Ai di bordo 89
5.2.2 Pilastri esistenti 90
5.2.2.1 Pilastri esistenti filo G-Ai: verifica 90
5.2.2.2 Pilastri filo G-Ai, estensione dei pilastri esistenti 91
5.2.2.3 Pilastri esistenti filo G-An: verifica 92
6 DIMENSIONAMENTO DELLE NUOVE FONDAZIONI 94

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

6.1 Generalità 94
6.2 Caratterizzazione geotecnica 94
6.3 Trave di fondazione filo G-Az 96
6.3.1 Trave di fondazione filo G-Az: verifica GEO 96
6.3.1.1 Parametri geotecnici di progetto 96
6.3.1.2 Verifiche GEO elementi di fondazione: portanza 98
6.3.1.3 Verifiche GEO elementi di fondazione: cedimenti 100
6.3.2 Trave di fondazione filo G-Az: verifica STR 101
6.4 Plinto di fondazione nuovi pilastri filo G-Ai 108
6.4.1 Plinto di fondazione nuovi pilastri filo G-Ai: verifica GEO 108
6.4.1.1 Parametri geotecnici di progetto 108
6.4.1.2 Verifiche GEO elementi di fondazione: portanza 108
6.4.1.3 Verifiche GEO plinti di fondazione: cedimenti 110
6.4.2 Plinto di fondazione nuovi pilastri filo G-Ai: verifica STR 111

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

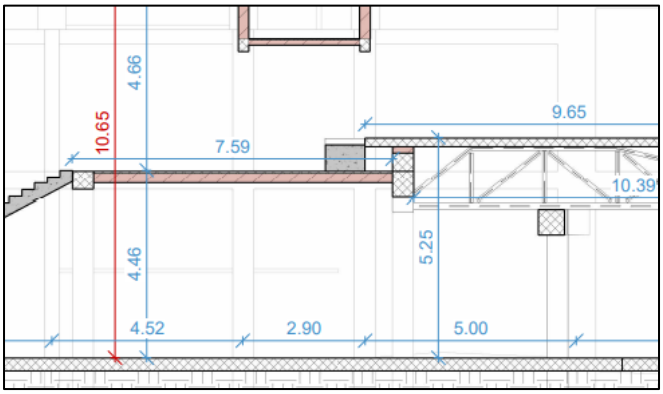
1 PREMESSA

1.1 Scopo del progetto

Scopo della presente Relazione di calcolo è il dimensionamento della nuova struttura della Galleria, così come previsto nel PFTE all'interno degli Interventi di nuova realizzazione.

La porzione di struttura denominata Galleria è situata sopra la platea all'ingresso della stessa. Nello stato di fatto l'impalcato era sostenuto da una struttura metallica composta da 8 mensole, poggianti su altrettanti pilastri 50x50 mc in c.a., con sbalzo verso il palcoscenico e con contrasto contro la trave trasversale di chiusura dell'impalcato. La struttura esistente di impalcato viene completamente demolita ed è prevista la realizzazione di nuova soletta in c.a. nervata superiormente e sostenuta dalle preesitenti colonne in c.a. 50x50 cm ed altra pilastrata interna di nuova realizzazione composta da colonne circolari in c.a. Sui bordi il nuovo impalcato poggia sulla preesistente trave trasversale posta ad ovest e sulle preesitenti travi laterali poste a Nord e a Sud che corrono tra i pilastri della struttura principale. L'estradosso di progetto della galleria è previsto alla medesima quota della Balconata limitrofa posta sopra il Foyer ciò comporta che il nuovo impalcato è traslato verso il basso rispetto a quello esistente, è cioè portato alla medesimo livello delle travi longitudinali di bordo.

Ubicazione planimetrica della galleria



Sezione stato di fatto della vecchia galleria

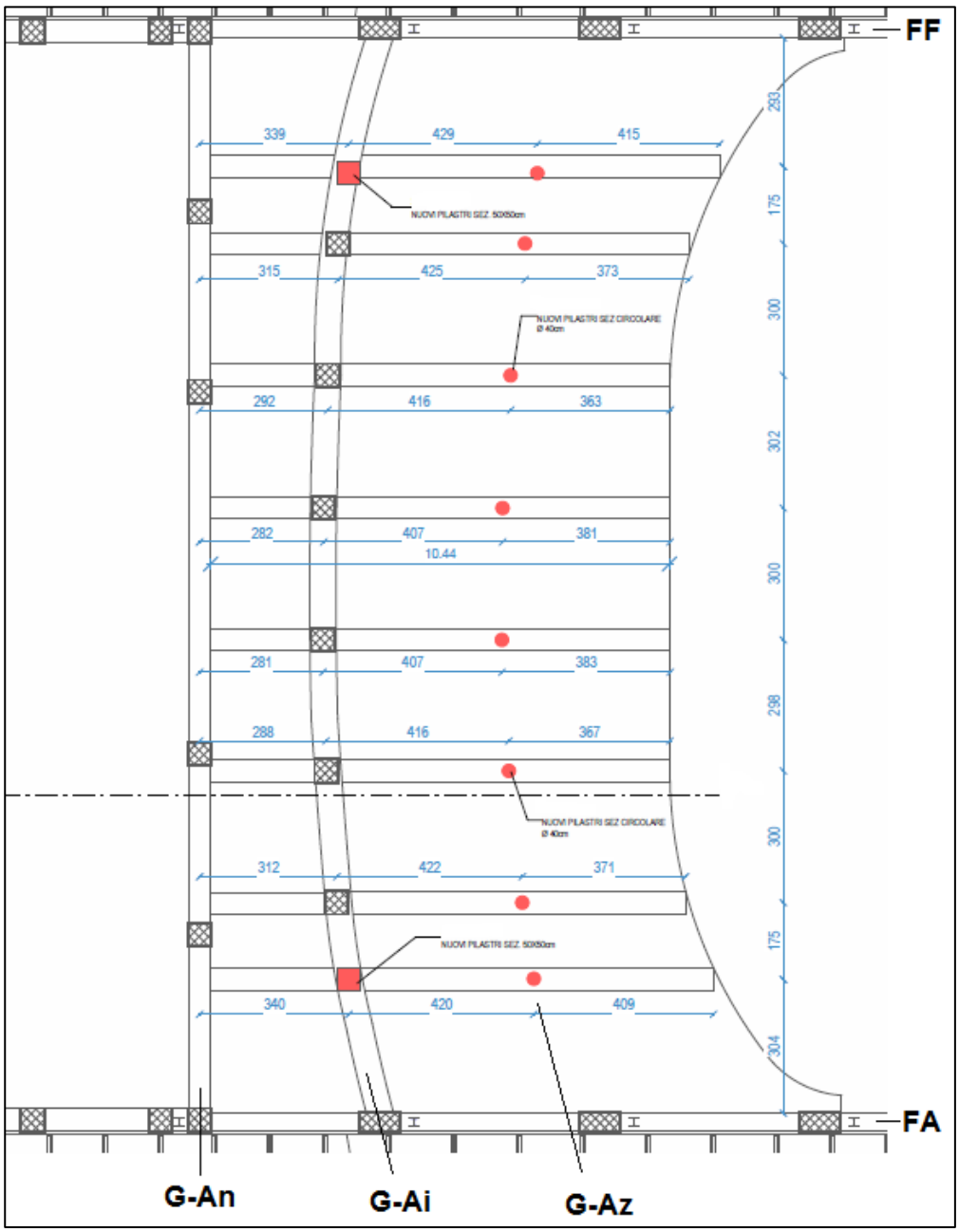
1.2 Indagini sugli elementi strutturali esistenti

Le indagini sui materiali ed elementi strutturali esistenti sono state eseguite secondo varie fasi successive: la prima campagna di indagine è illustrata nel documento redatto da P.Q.R.S. – LTM e codificato come rapporto di prova 1823/2024 emesso il 29 luglio 2024, e sue integrazioni riguardanti alcune travi di copertura. Successivamente, sulla base del piano di indagini integrative preparato dagli scriventi, sono state effettuate ulteriori indagini sull'intero edificio, svolte dalla stessa ditta che aveva eseguito la prima campagna di indagini, sotto la supervisione degli scriventi che hanno effettuato i necessari sopralluoghi durante la esecuzione delle stesse. Le indagini integrative sono illustrate nel documento codificato come rapporto di prova 2434/2024 emesso il 02 dicembre 2024. Relativamente agli elementi strutturali oggetto della presente relazione, le informazioni ricavate dalla campagne di indagini sono state ritenute complete ed esaustive al fine di poter considerare un livello di conoscenza pari a LC3 ovvero un livello di conoscenza al quale corrisponde un fattore di confidenza FC=1. Si precisa che il rilievo della carpenteria esistente è stato controllato per via diretta dagli scriventi e in collaborazione con il personale dell'impresa costruttrice che ha emesso un documento il data 29/11/2024 effettuando misure dietro richiesta degli scriventi.

1.3 Descrizione del progetto

Il progetto prevede una soletta in c.a. a pianta pressochè rettangolare di 24.5m x 10.8-13.5m, sostenuta puntuamente da due ordini di colonne e uno sbalzo verso il palcoscenico di estensione media di circa 3.8 m. Lo

spessore della soletta è costante, pari a 26 cm con armatura diffusa nelle due direzioni. La porzione di soletta a sbalzo è alleggerita con corpi cavi di polietilene. La soletta è nervata con travi estradossate ad altezza variabile a gradoni poste in corrispondenza dei pilastri interni, sui bordi è sostenuta in semplice appoggio dalle travi di bordo esistenti di cui è previsto il rinforzo strutturale. L'architettura della platea prevede la rimozione e il rifacimento di due delle colonne rettangolari interne.



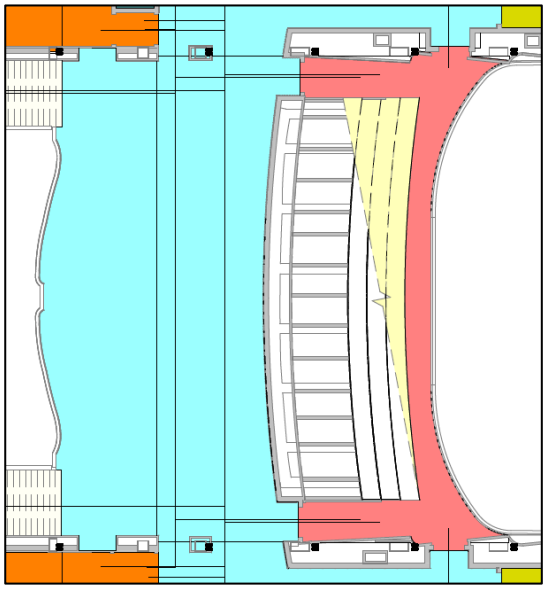
Schema planimetrico di riferimento della nuova Galleria

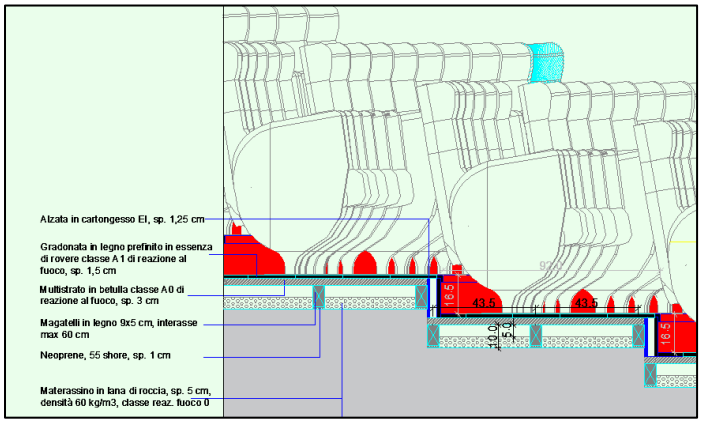
1.4 Normativa di riferimento

- NTC 2018, DM 17/01/2018
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019 n.7 C.S.LL. PP
- UNI EN 1992 1-1: 2015" Eurocodice 2 progettazione delle strutture in calcestruzzo – parte 1-1 Regole generali e regole per edifici"

2 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano i carichi adottati a progetto relativi alla Galleria e alla Balconata limitrofa, posta sopra il Foyer, il cui solaio poggia anch'esso sulla trave di chiusura della Galleria. La distribuzione dei carichi nelle varie parti della galleria è conforme a quanto riportato nel progetto architettonico del PFTE e vede tre zone distinte: la gradonata, la zona di passaggio (limitrofa alla balconata del Foyer) e le fascie laterali con il balcone della galleria, rispettivamente in giallo, in azzurro e in rosa nella seguente immagine.





2.1 Azioni sull'impalcato della galleria

Carichi permanenti G

p. p. soletta piena	650	
$G_{1k,\ peso\ proprio\ solaio}$	650	kg/m^2
p. p. soletta alleggerita	463	
$G_{1k,\ peso\ proprio\ solaio}$	463	kg/m^2

Il peso della soletta in c.a. è valutato in automatico nei modelli di calcolo.

p. p. legno struttura gradonata	50	
$G_{1k,\ peso\ gradonata}$	50	kg/m^2

p.p. muretto intermedio poroton strutturale	170	kg/m²
$G_{1k,\ muretto\ intermedio\ gradonata}$	170	kg/m²

Permanenti Portati zona gradonata

Rivestimento legno	11	kg/m²
sedie fisse	20	kg/m²
intonaco intradosso	7	kg/m²
Impianti appesi	10	kg/m²
$G_{2k,\ totale\ finiture}$	48	kg/m²

Permanenti Portati zona passaggio

pavimento marmo	52	kg/m²
massetto fibrocemento a.d.	54	kg/m²
intonaco intradosso	7	kg/m²
Impianti appesi	10	kg/m²
$G_{2k,\ totale\ finiture}$	123	kg/m²

Permanenti Portati: davanti e laterali gradonata

Parapetto	50	kg/m

Rivestimento legno	11	kg/m²
massetto fibrocemento a.d.	54	kg/m²
intonaco intradosso	7	kg/m²
Impianti appesi	10	kg/m²
$G_{2k,\ totale\ finiture}$	82	kg/m²

Azioni variabili Q_k: gradonata

Ambienti suscettibili affollamento, posti fissi teatro	400	kg/m²	(Cat. C2)
$Q_{k,C2}$	400	kg/m²	

Azioni variabili Q_k: caminamenti e balcone galleria

Ambienti suscettibili affollamento, aree prive di ostacoli	500	kg/m²	(Cat. C3)
$Q_{k,C3}$	500	kg/m²	

Azione sismica

Dall'analisi della struttura nel suo complesso, riportata nella Relazione generale, risulta sull'impalcato

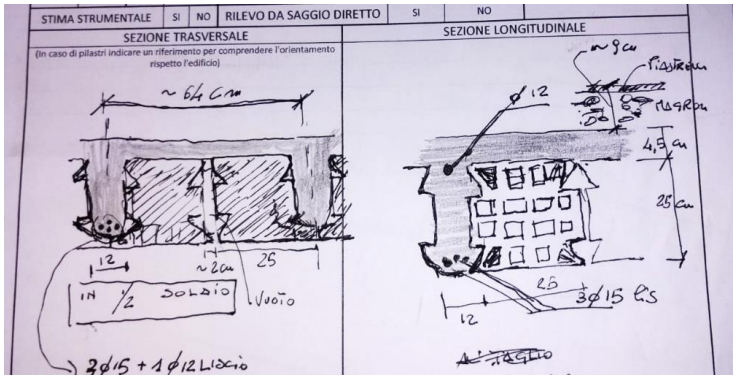
Spinta orizzontale sismica = 1530 kN

da dividere tra i due bordi posti sulle pilastrate principali.

L'azione sismica dovuta alla Galleria è trasmessa alle strutture di controvento dell'intera costruzione.

2.2 Azioni sull'impalcato della balconata sopra il Foyer

Dalle indagini svolte risulta quanto segue.



Carichi permanenti G

p. p. solaio latero cemento (esistente)	311		sp. med 0.295	m
$G_{1k,\ peso\ proprio\ solaio}$	311	kg/m²		

solaio in latero cemento balconata:

altezza travetto	0.25	m
interasse travetti	0.64	m
larghezza travetto	0.12	m
soletta solaio	0.045	m

Permanenti Portati (esistente)

pavimento in marmo	39	kg/m²	sp. 0.015	m
massetto	150	kg/m²	sp. 0.075	m
intonaco intradosso	18	kg/m²	sp. 0.01	m
controsoffitto (nuovo)	20	kg/m²		
$G_{2k,\ totale\ finiture}$	207	kg/m²		
sp. totale	0.395	m		

Azioni variabili Q_k:

Ambienti suscettibili affollamento, aree prive di ostacoli	500	kg/m²	(Cat. C3)
$Q_{k,C3}$	500	kg/m²	

Scarico del solaio balconata sulle travi trasversali

luce solaio	7.2	m
$G_{1k,\ peso\ proprio\ solaio}$	1118	kg/m
$G_{2k,\ totale\ finiture}$	745	kg/m
$Q_{k,C3}$	1800	kg/m

2.3 Combinazione delle azioni

Le combinazioni di carico di progetto sono relative agli stati limite ultimi e di servizio per le azioni statiche, come da normativa. Si osserva che le combinazioni di carico denominate SLV, che in generale contemplano sia le combinazioni statiche che sismiche, nel presente studio di fatto coincidono con le SLU, ove non diversamente esplicitato.

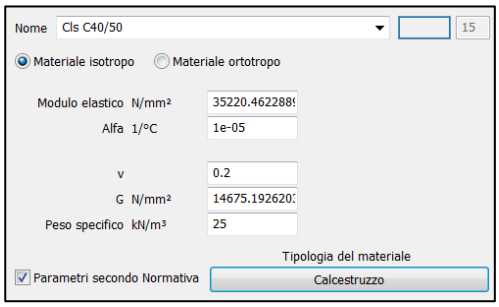
Gli inviluppi SLU – SLV sono valutati in automatico nel programma di calcolo.

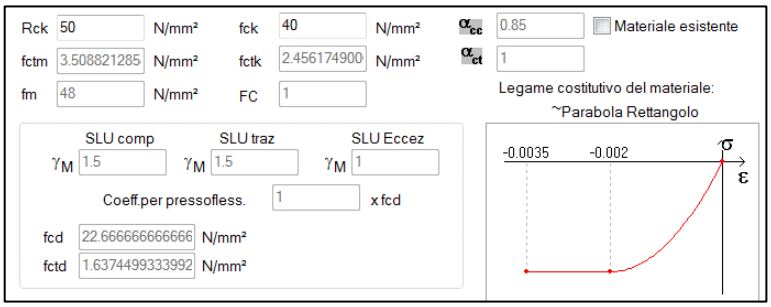
3 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI STRUTTURALI

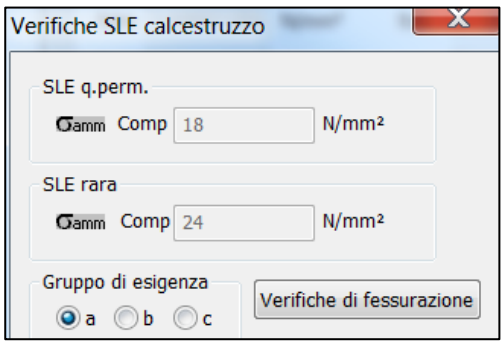
3.1 Strutture nuove

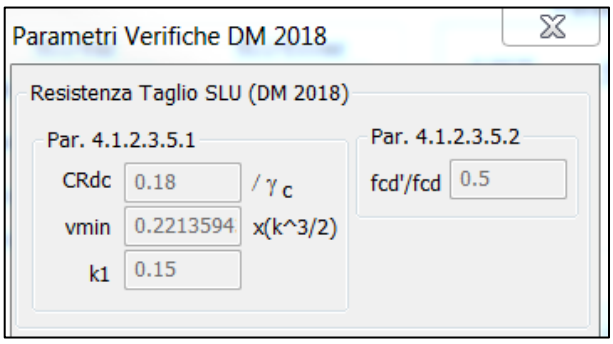
3.1.1 Impalcato in c.a.: Conglomerato Cementizio

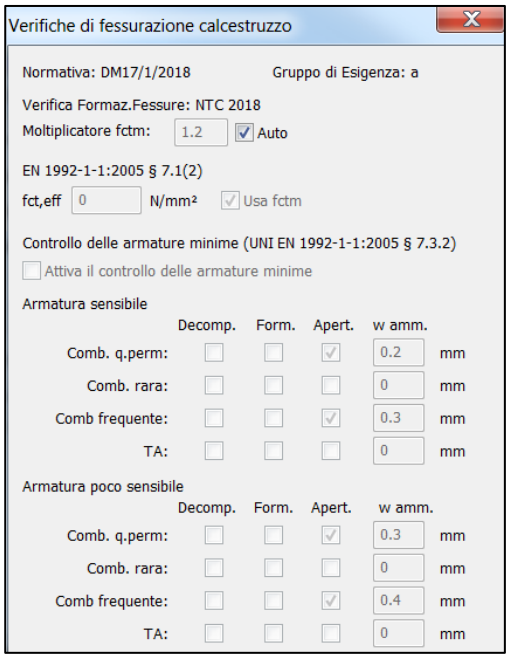
Si prevede l'utilizzo di cls C40/50 in ogni parte della soletta nervata, di cui si esplicitano di seguito le caratteristiche di calcolo e di miscela.



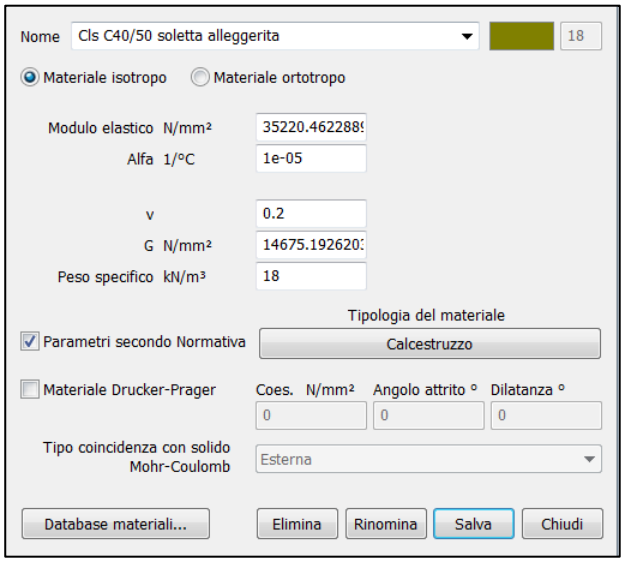








Nella mesh la soletta alleggerita viene modellata inserendo un peso specifico inferiore per tener conto della presenza dei vuoti del sistema di alleggerimento, come riportato nell'immagine seguente.



3.1.2 Pilastri in c.a.: calcestruzzo

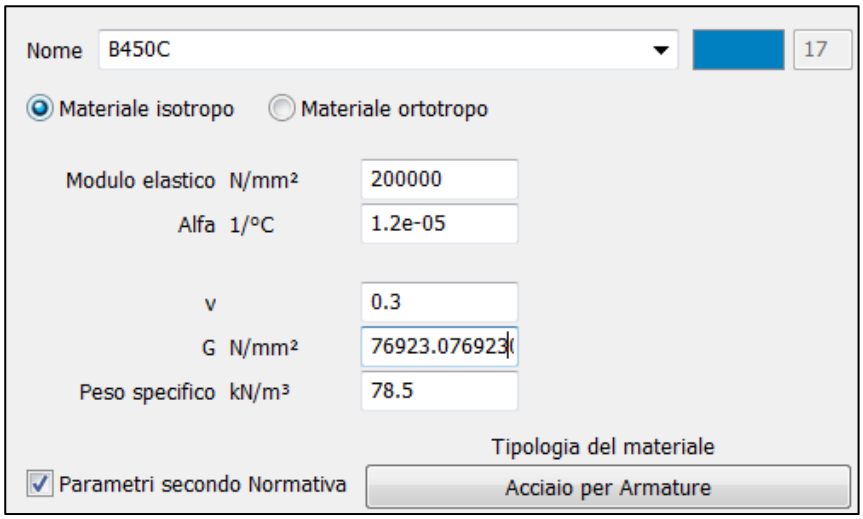
Si prevede l'utilizzo di cls C35/45 per i pilastri in c.a.

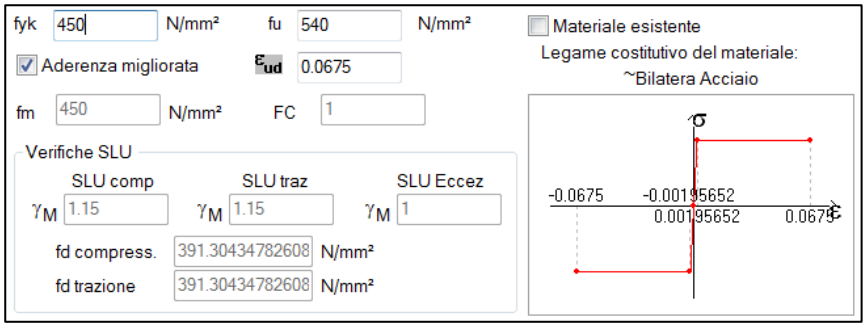
3.1.3 Fondazioni in c.a.: calcestruzzo

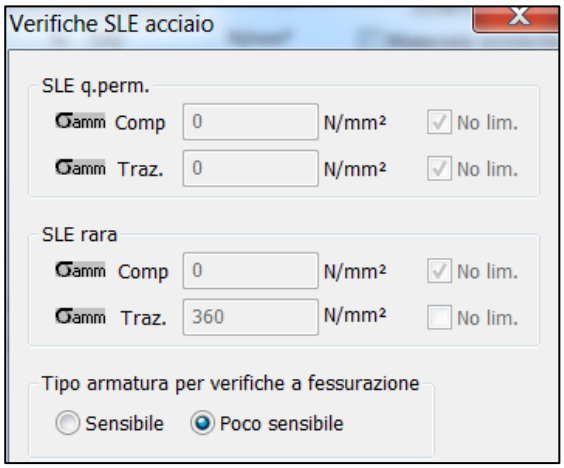
Si prevede l'utilizzo di cls C30/37 per i pilastri in c.a. e .

3.1.4 Strutture in c.a.: Barre d'armatura

Si prevede l'utilizzo di accaio per armatura B450C sia per le barre che per la rete elettrosaldata, di cui si esplicitano di seguito le caratteristiche di calcolo.







3.1.5 Carpenteria metallica

Si prevede l'utilizzo di carpenteria acciaio S275 e bulloni classe 8.8 con caratteristiche come da norma.

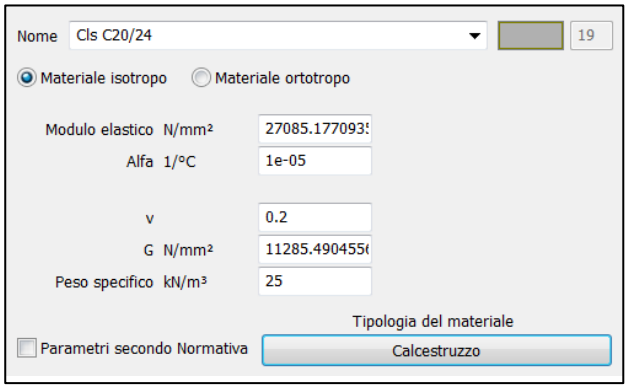
3.2 Strutture esistenti

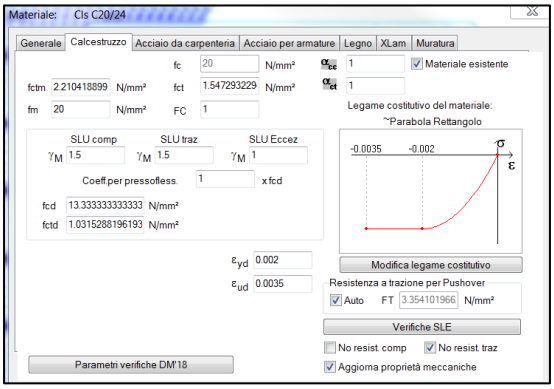
La caratterizzazione dei materiali costituenti gli elementi strutturali esistenti è riportata nella relazione tecnica dedicata, nel seguito si riportano le principali caratteristiche meccaniche che verranno utilizzate nelle verifiche degli elementi strutturali oggetto della presente relazione.

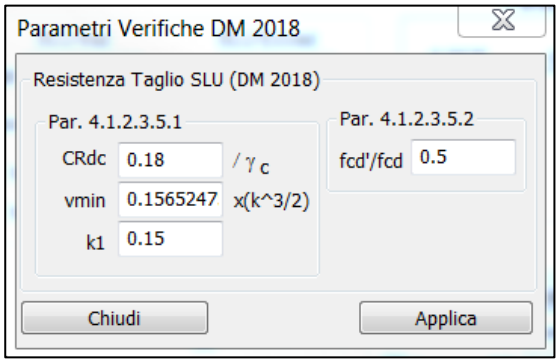
3.2.1 Conglomerato Cementizio esistente

Dalle indagini sulla struttura risulta:

f_{cm} = 20 N/mm²



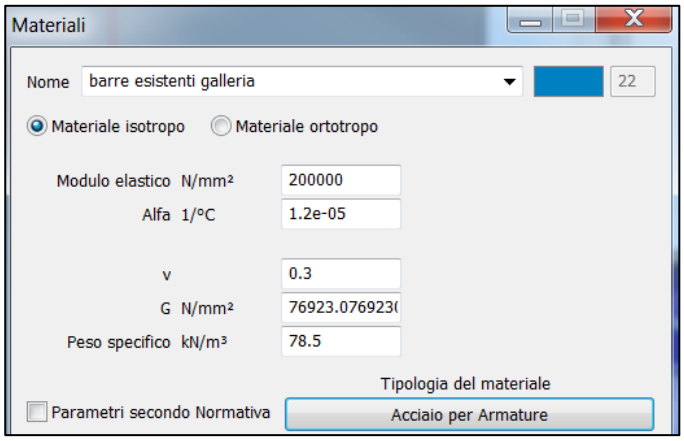


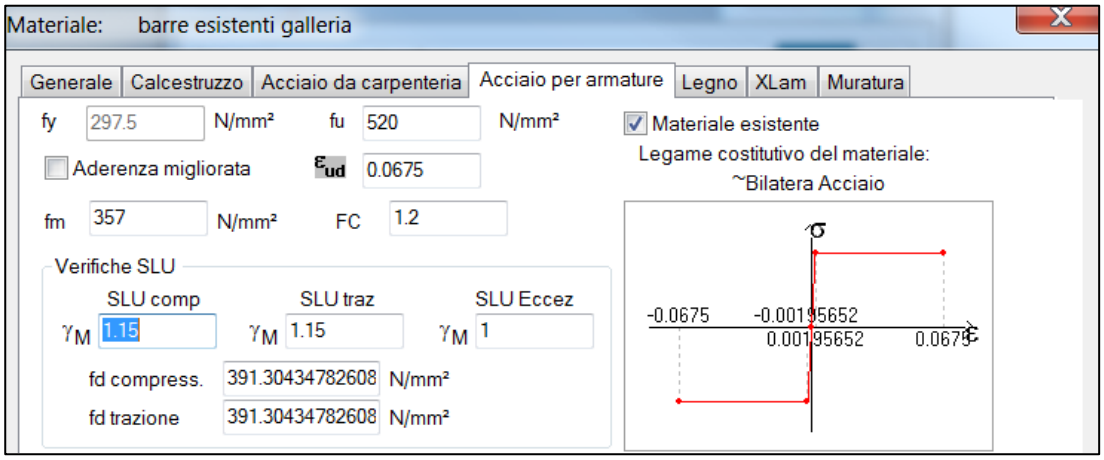


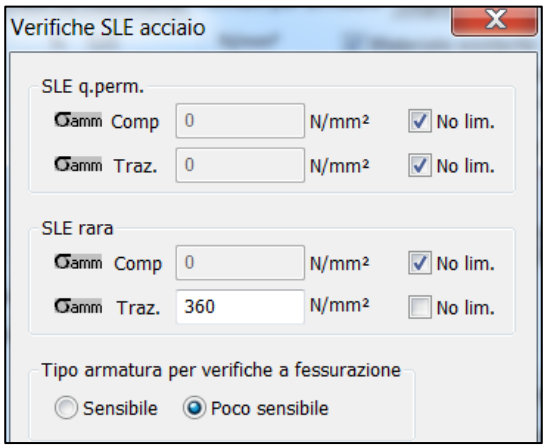
3.2.2 Acciaio per armatura

Dalle indagini sulla struttura risulta:

f_m = 357 N/mm²




Materiale: barre esistenti galleria
Generale
Calcestruzzo
Acciaio da carpenteria
Acciaio per armature
Legno
XLam
Muratura
fy 297.5 N/mm²
fu 520 N/mm²
Aderenza migliorata
εud 0.0675
fm 357 N/mm²
FC 1.2
Verifiche SLU
SLU comp
SLU traz
SLU Eccez
γM 1.15
γM 1.15
γM 1
fd compress. 391.30434782608 N/mm²
fd trazione 391.30434782608 N/mm²
Materiale esistente
Legame costitutivo del materiale:
~Bilatera Acciaio
σ
-0.0675
-0.00195652
0.00195652
0.0675
ε


Verifiche SLE acciaio
SLE q.perm.
σamm Comp 0 N/mm² No lim.
σamm Traz. 0 N/mm² No lim.
SLE rara
σamm Comp 0 N/mm² No lim.
σamm Traz. 360 N/mm² No lim.
Tipo armatura per verifiche a fessurazione
Sensibile
Poco sensibile

4 ANALISI DELLA STRUTTURA D'ELEVAZIONE

4.1 Criteri e Modello di calcolo

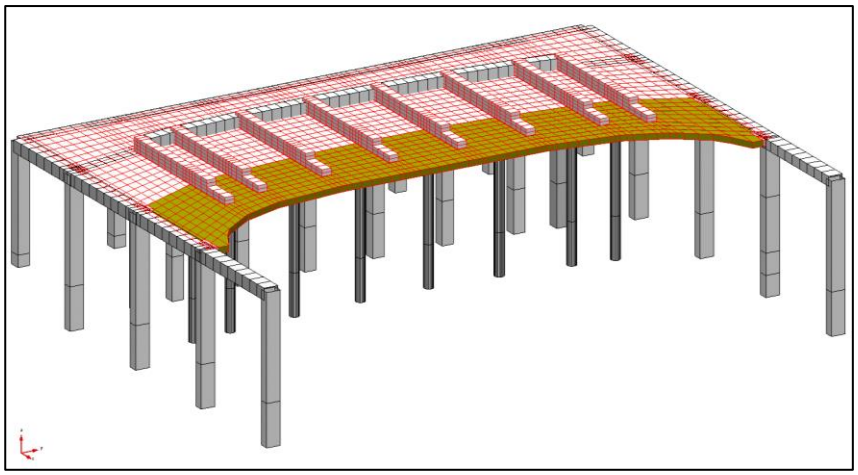
La struttura viene progettata tramite analisi di un modello FEM e l'ausilio di schemi manuali semplificati. Viene utilizzato il programma di calcolo CMP 35.0 (con solutore XFinest) della Namirial Spa, sia per l'analisi che per le verifiche principali.

La mesh 3D ricalca la geometria della struttura ed è finalizzata al dimensionamento della Nuova Galleria. La soletta e le nervature sono modellate come shell, mentre le travi di bordo e le colonne come elementi beam. Le colonne sono incastrate al piede.

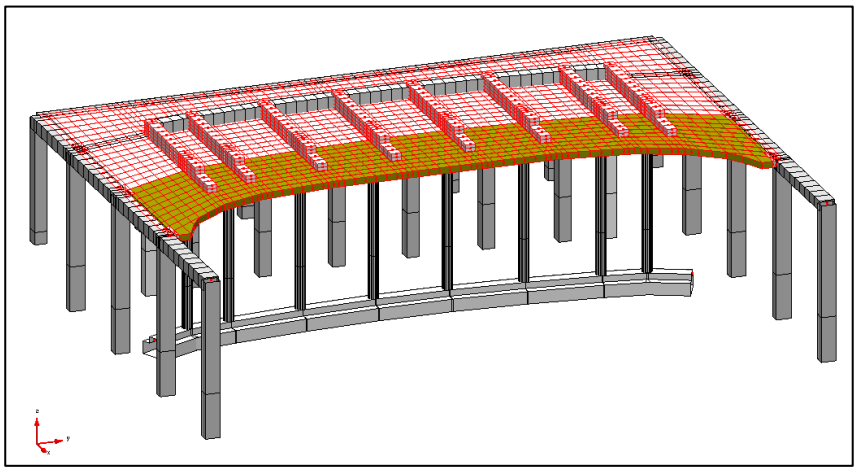
La soletta alleggerita è modellata con shell a cui è attribuito peso specifico ridotto e altezza equivalente atta ad ottenere il modulo d'inerzia corretto, di cui si riporta di seguito lo studio.

4.1.1 Modellazione Mesh FEM

Si riportano alcune immagini esplicative della modellazione adottata.

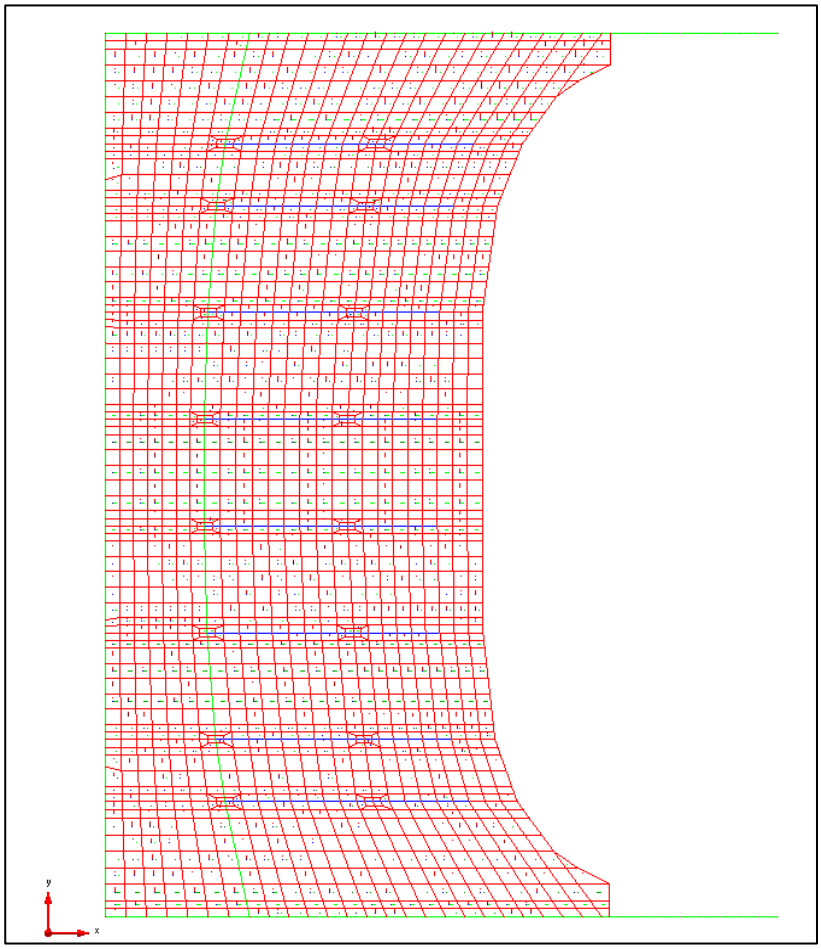


Struttura Galleria incastrata al piede: solid view

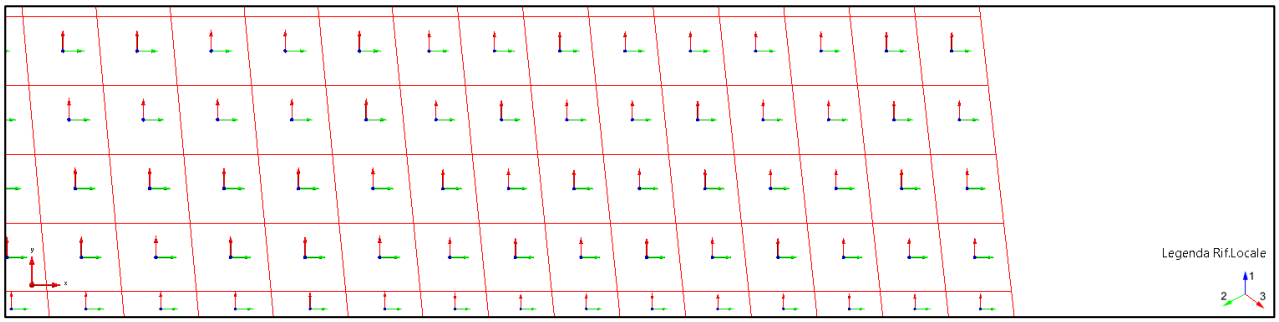


Struttura Galleria: mesh con trave nuova di fondazione. Solid view

Si riportano alcune immagini esplicative delle terne di riferimento globali e locali assunte nella mesh



Pianta impalcato: vista globale. Assi di riferiemento globale x,y



Pianta impalcato: vista particolare. Assi di riferiemento locale 1,2,3

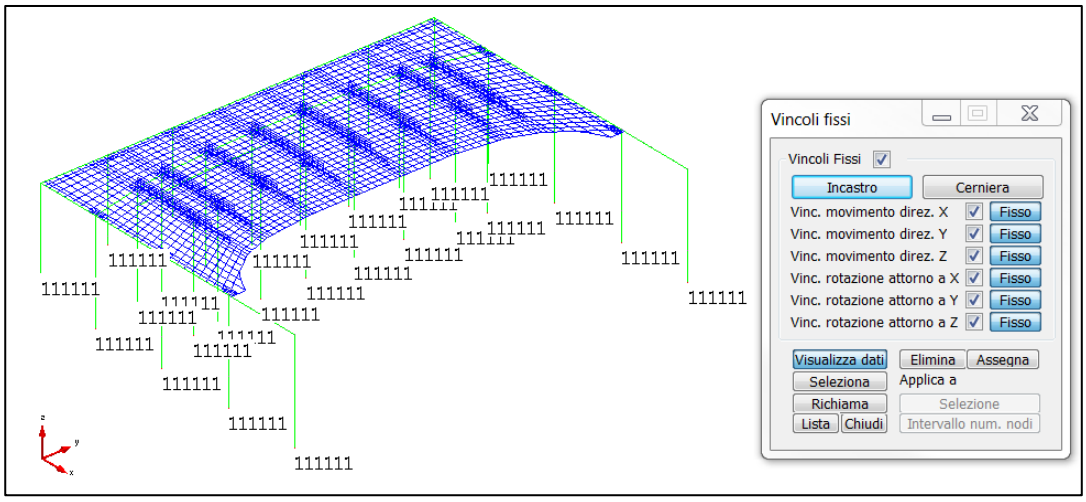
asse 2 // asseX	// gradoni e sbalzo	direzione globale longitudinale
asse 3 // asseY		direzione globale trasversale

MODELLAZIONE EQUIVALENTE DELLA SOLETTA ALLEGGERITA

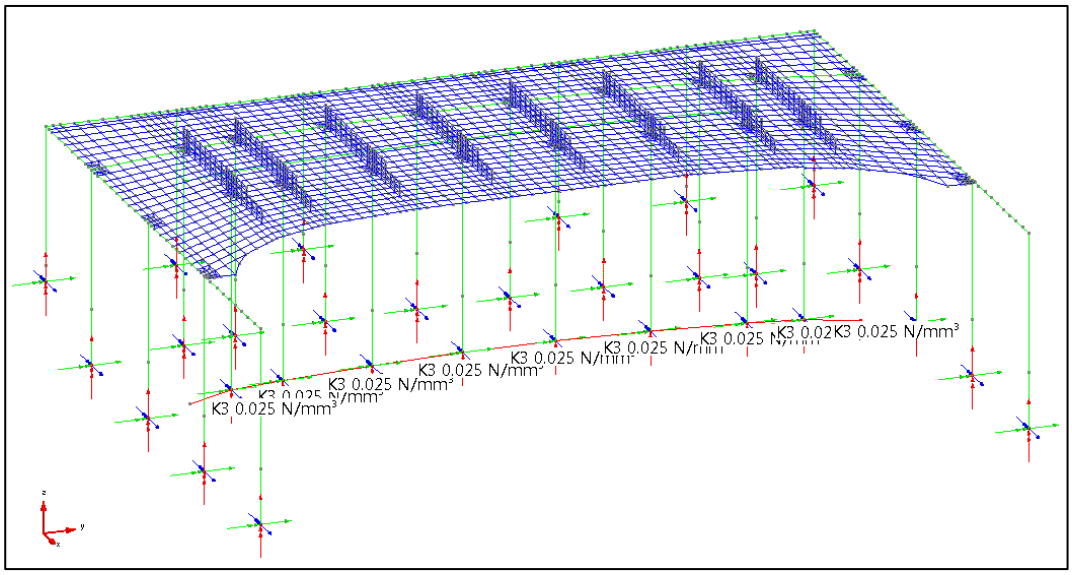
p.s. cls	2500	kg/mc		
l striscia	100	cm		
diametro elemento	29.2	cm		
h elemento	14	cm		
V elemento	9371	cmc	0.009371	mc
peso 1 di alleggerimento	23	kg		
numero elementi/mq	8			
peso n alleggerimenti	187			
sp soletta piena	**26**	**cm**		
p.p. soletta piena	650	kg/mq		
p.p. soletta alleggerita	463	kg/mq		da manuale ATLAX
J soletta piena	146467	cmc		
J soletta alleggerita	93%	J soletta piena		da manuale ATLAX
J soletta alleggerita	136653	cmc		da manuale ATLAX
hequivalente	**25.4**	**cm**		
				calcolato con
J soletta alleggerita	136653	cmc		hequivalente
p.s. cls equivalente	**1821**	**kg/mc**		
p.p. soletta alleggerita	463	kg/mq		

4.1.2 Vincoli esterni

La struttura poggia al piede delle colonne su plinti coevi con le stesse, con eccezione della nuova pilastrata che poggia su nuova trave rovescia. Nella modellazione è stato considerato sia il modello vincolamento con l'intera struttura incastrata al piede, sia il modello con trave su suolo elastico.



Struttura Galleria: mesh completamente incastrata: Vincoli al piede

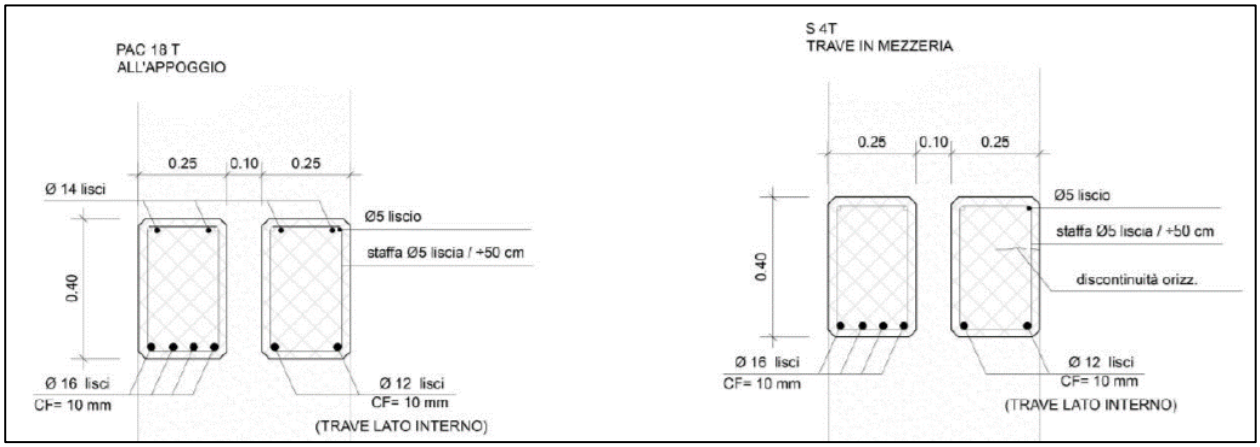


Struttura Galleria: mesh con trave nuova di fondazione: trave su suolo elastico (k Winkler verticale)

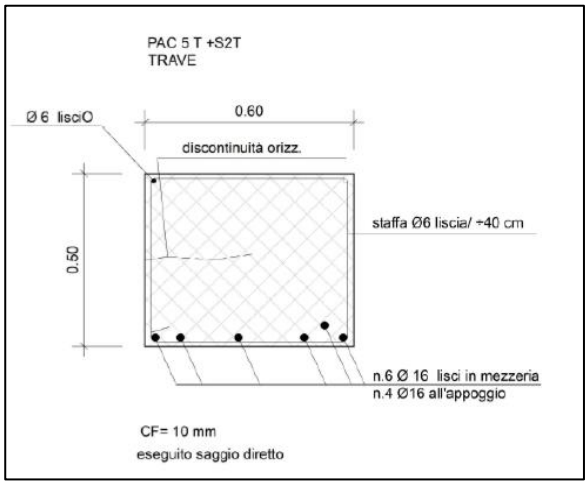
4.1.3 Elementi esistenti: dettagli costruttivi

Si riportano le geometrie e i dettagli costruttivi degli elementi esistenti di pertinenza della progettazione della galleria, con riferimento alla planimetria generale.

TRAVI LONGITUDINALI TELAIO PRINCIPALE LATO BIBLIOTECA filo F-F; altezza intermedia (quota P1)



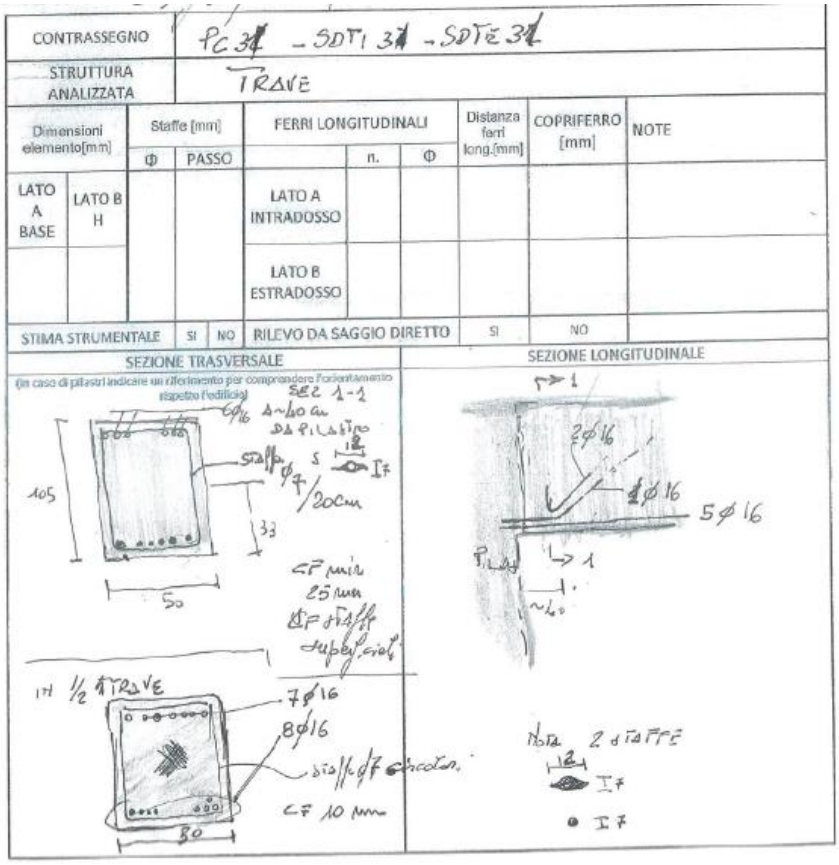
TRAVI LONGITUDINALI TELAIO PRINCIPALE LATO VIA PETRARCA filo F-A; altezza intermedia (quota P1)



TRAVE TRASVERSALE filo G-An; quota P1

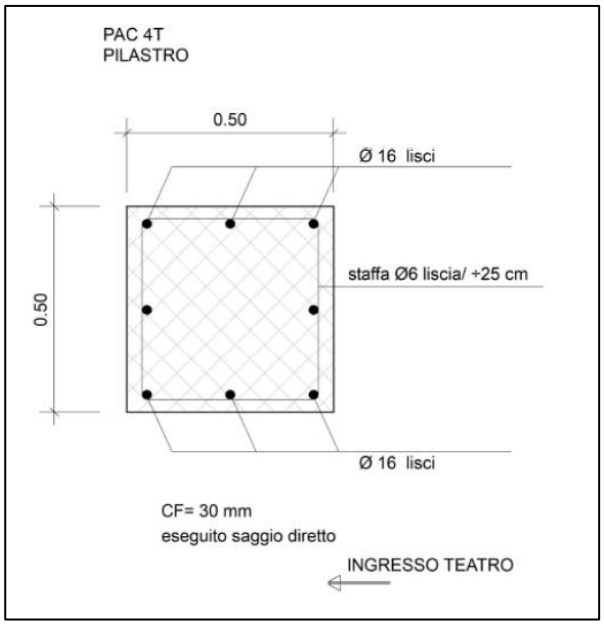
Tra l'impalcato della Balconata del Foyer e quello della Galleria corre una trave trasversale di base 50 e altezza totale 110 cm sia estradossata sia intradossata. La trave viene parzialmente demolita: si mantiene la parte inferiore e si rimuove la parte superiore ad ottenere una dimensione di 50x60 cm. Le nuove barre all'estradosso sono comunque considerate, nei calcoli di progetto, con il medesimo materiale delle barre esistenti.

Dalle indagini risulta:



PILASTRATA TRASVERSALE filo G-Ai

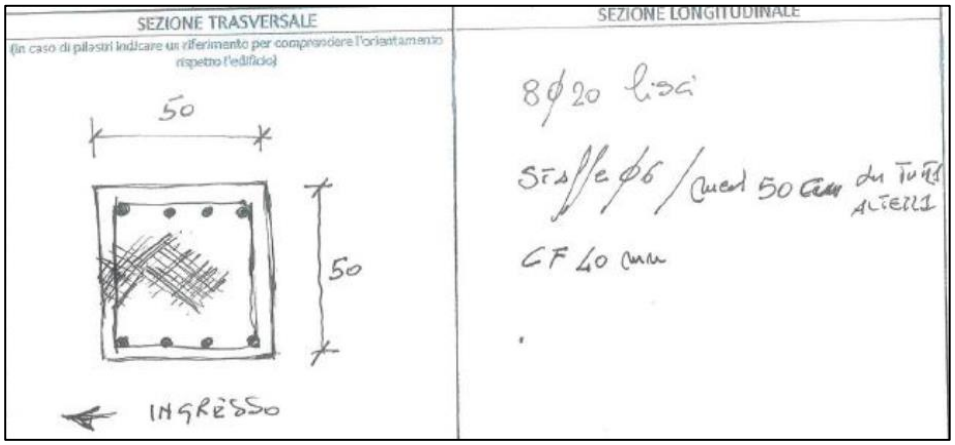
La pilastrata trasversale sul filo G-Ai, direttamente a sostegno del nuovo impalcato della Galleria è composta da colonne a base quadrata 50x50, dalle indagini risulta:



Tra le colonne corre una trave in c.a. libera, oroginariamente destinata al sostegno delle mensole metalliche a traliccio su cui posava la soletta della Galleria. Tali travi non hanno, nella configurazione attuale, alcuna valenza statica, vengono mantenute per limitare le operazioni di demolizione. A progetto vengono prese in conto al fine principale di non trascurarne il peso. Le colonne della pilastrata trasversale sul filo G-Ai vengono prolungate in altezza a reggere, in continuità la nuova soletta.

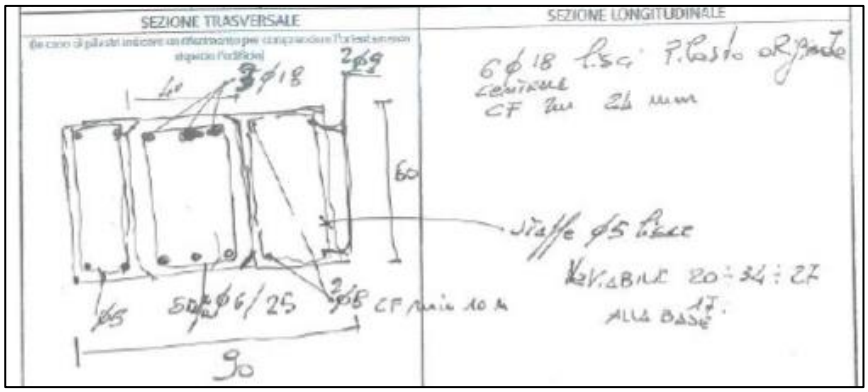
PILASTRATA TRASVERSALE filo G-An

Tra l'impalcato della Balconata del Foyer e quello della Galleria corre una trave trasversale sostenuta da 6 pilastri a base quadrata, che vengono integralmente mantenuti. Dalle indagini risulta:

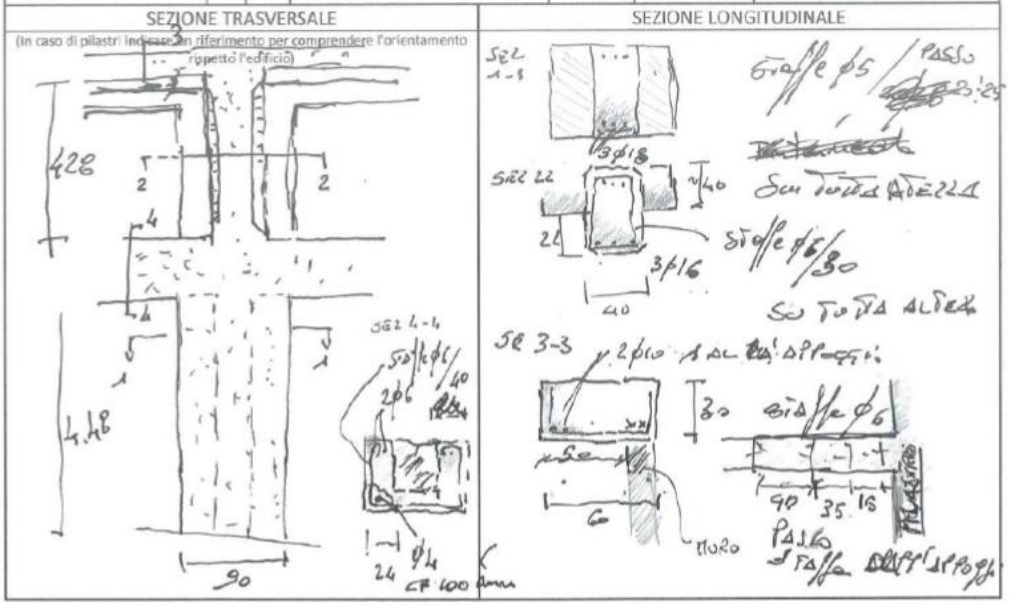


PILASTRATA PRINCIPALE LONGITUDINALE filo C-A, lato Petrarca

Dalle indagini le colonne della pilastrata principale longitudinale lato Petrarca risultano di base 90x60 cm fino al primo impalcato P1; tale sezione è composta da un'anima centrale di 40x60 con asse forte trasversale, e due rinforzi trasversali di 25x60 cm, come riportato nelle seguenti schede:



CONTRASSEGNO	PC 10 BIS - (vedere PC 10)								
STRUTTURA ANALIZZATA	PILASTRO E TRAVE ALL'ARRESTO								
Dimensioni elemento[mm]		Staffe [mm]		FERRI LONGITUDINALI			Distanza ferri long.[mm]	COPRIFERRO [mm]	NOTE
		Φ	PASSO		n.	Φ			
LATO A BASE	LATO B H			LATO A INTRADOSSO					
				LATO B ESTRADOSSO					
STIMA STRUMENTALE		SI	NO	RILEVO DA SAGGIO DIRETTO			SI	NO	



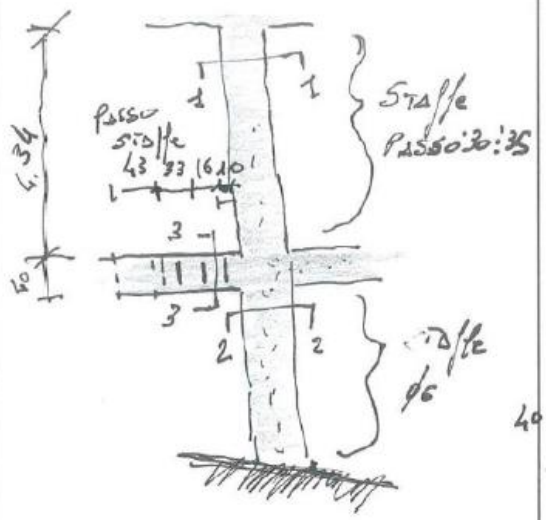
PILASTRATA PRINCIPALE LONGITUDINALE filo C-A, lato Biblioteca

Dalle indagini le colonne della pilastrata principale longitudinale lato Biblioteca risultano di base 40x60 cm con asse forte trasversale, come riportato nella seguente scheda:

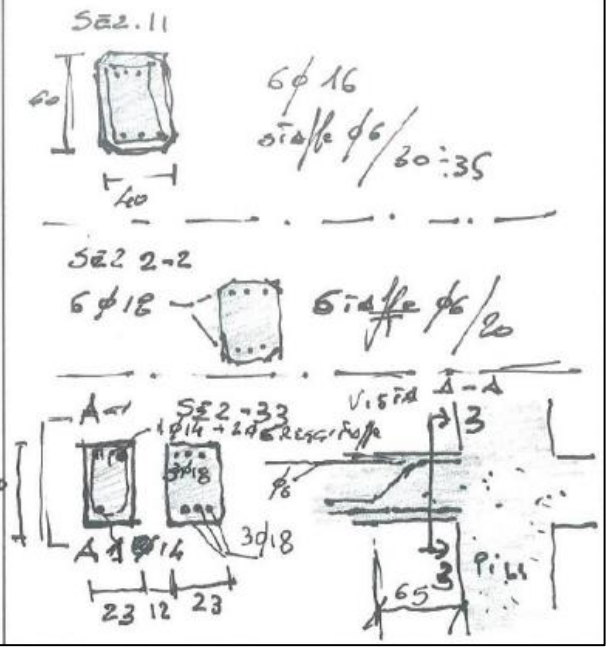
CONTRASSEGNO	Pett Bis Vedi PC 11 + SD 11							
STRUTTURA ANALIZZATA	Pilastro e TRAVE AU SAGGIO							
Dimensioni elemento[mm]		Staffe [mm]		FERRI LONGITUDINALI			Distanza ferri long.[mm]	COPRIFERRO [mm]	NOTE
		Φ	PASSO		n.	Φ			
LATO A BASE	LATO B H			LATO A INTRADOSSO					
				LATO B ESTRADOSSO					
STIMA STRUMENTALE		SI	NO	RILEVO DA SAGGIO DIRETTO			SI	NO	

SEZIONE TRASVERSALE

(In caso di pilastri indicare un riferimento per comprendere l'orientamento rispetto l'edificio)



SEZIONE LONGITUDINALE



4.2 Applicazione dei carichi sulla mesh

I carichi sono applicati sulla mesh direttamente come carichi superficiali sugli Shell.

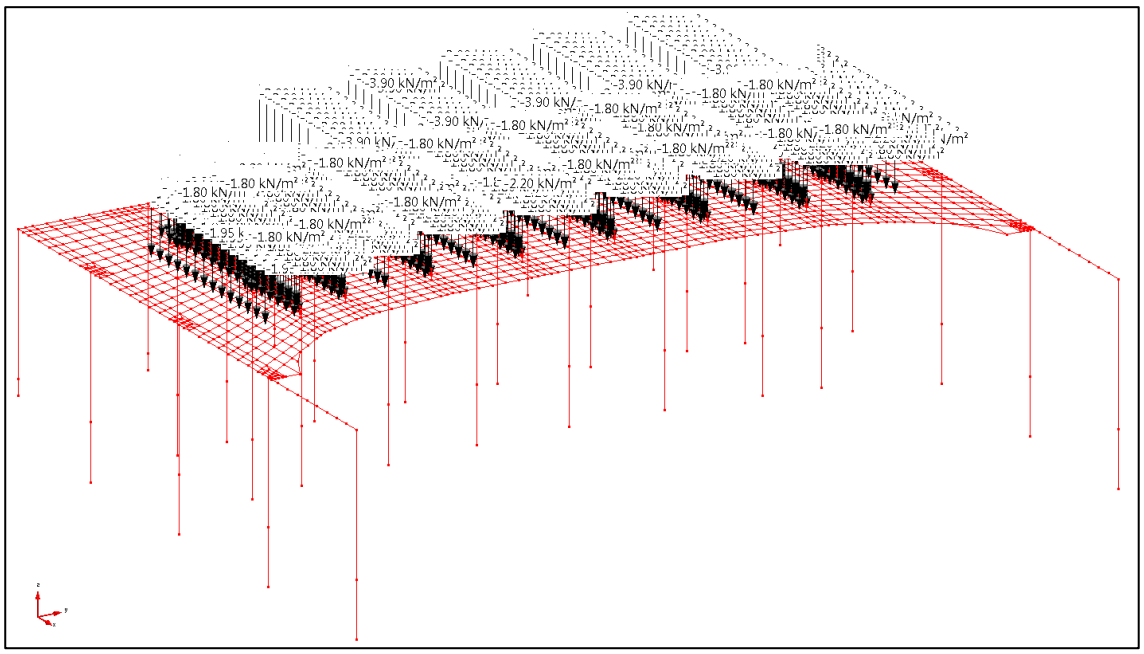
La gradonata è sorretta da muretti posti ad interasse di 1.5 m corrispondenti alle nervature in c.a. della soletta ed a muretti intermedi in laterizio portante. Tali carichi sono spalmati sugli shell su cui sono ubicati, in proporzione alla superficie di scarico.

I pesi della struttura in c.a., che è tutta modellata nella mesh, sono valutati in automatico.

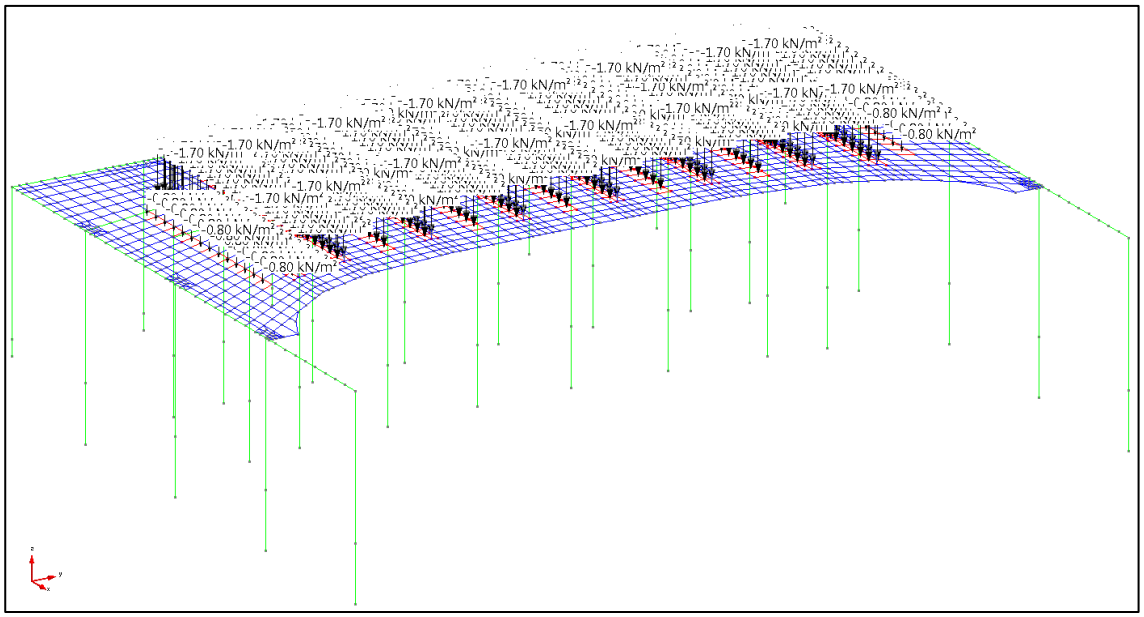
Le azioni gravanti sulle travi in comune con altri impalcati solo inserite come carichi lineari distribuiti sui beam corrispondenti.

In questa sede non sono riportate le verifiche delle colonne del telaio principale studiate nel modello globale di tutta la struttura e pertanto non vengono presi in considerazione gli scarichi sulle stesse.

Si riportano alcune immagini esplicative dell'applicazione dei carichi sulla mesh di calcolo.

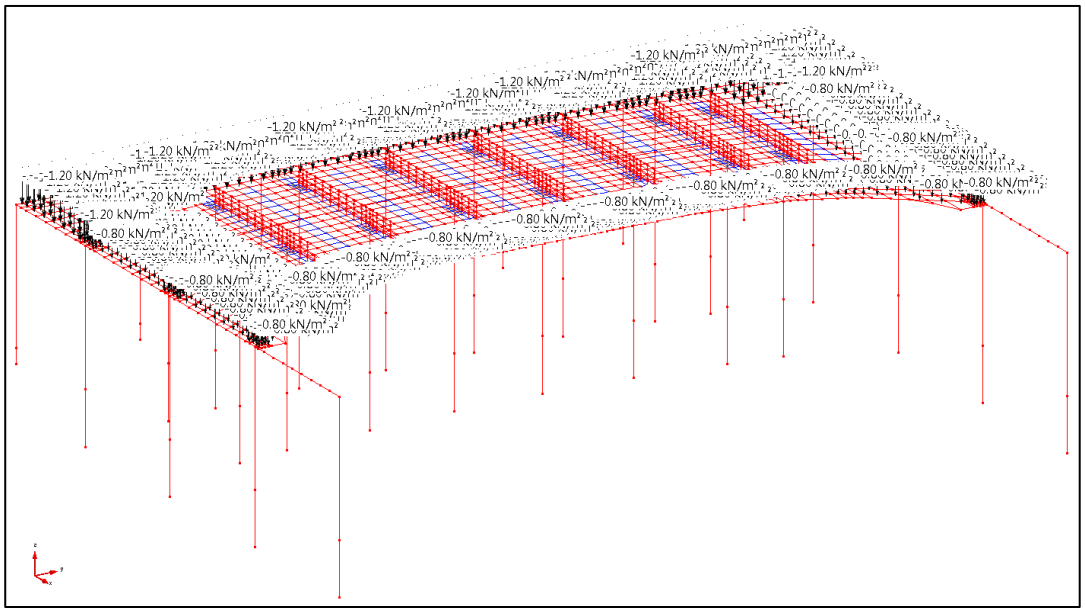


Applicazione dei carichi sulla mesh: G1k dalla gradonata

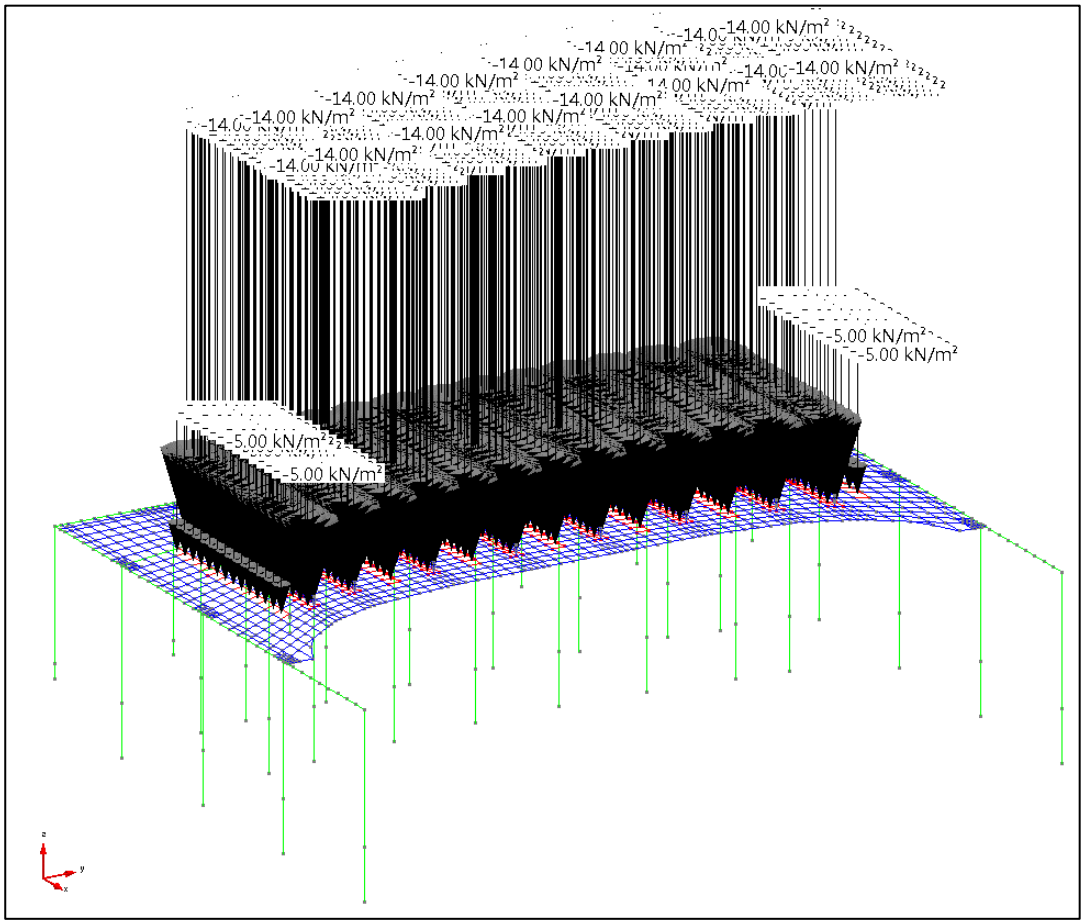


Applicazione dei carichi sulla mesh: G2k dalla gradonata

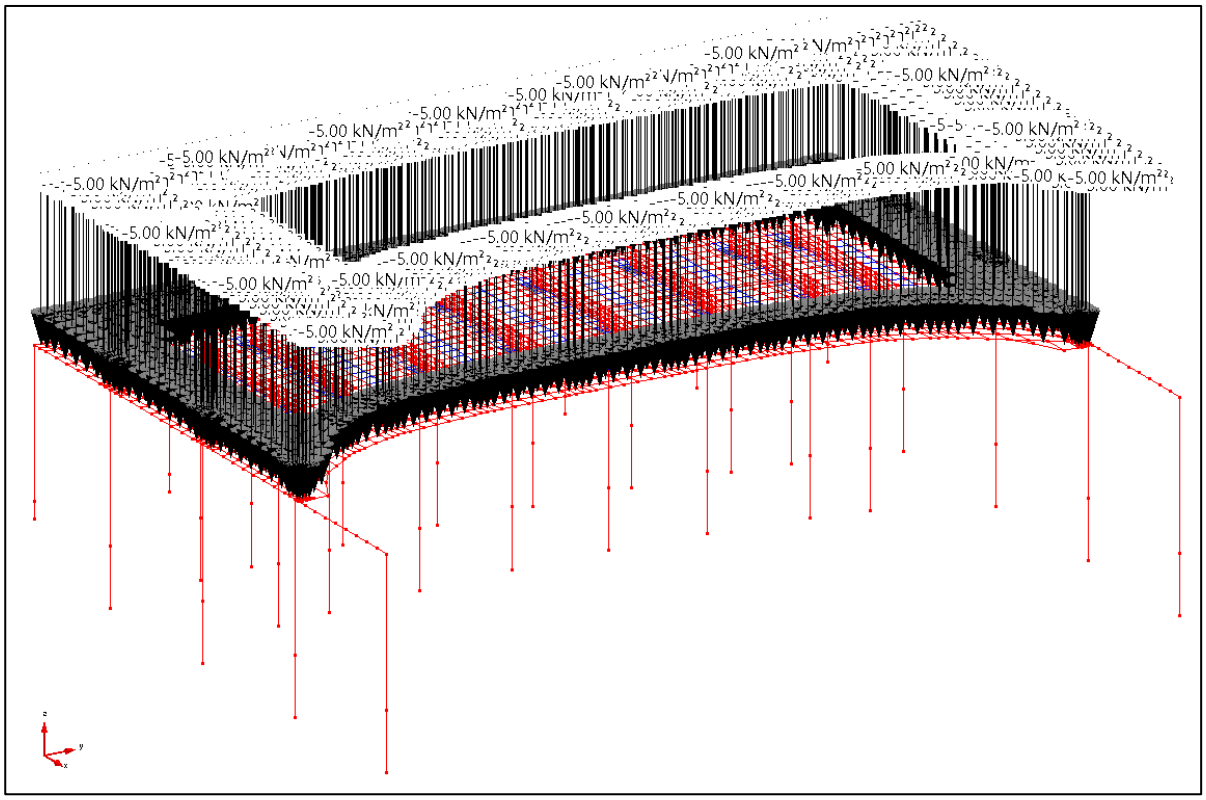
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



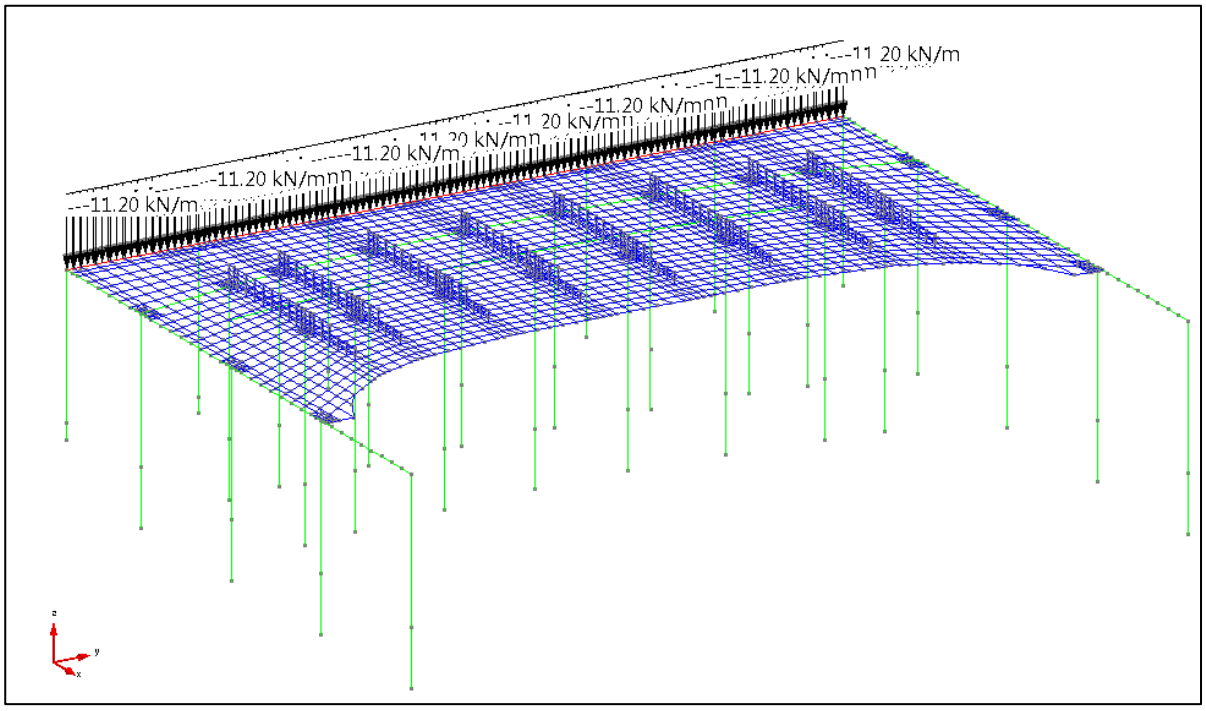
Applicazione dei carichi sulla mesh: G2k fasce esterne alla gradonata



Applicazione dei carichi sulla mesh: Qk dalla gradonata (categoria C2)



Applicazione dei carichi sulla mesh: Qk fasce esterne alla gradonata (categoria C3)



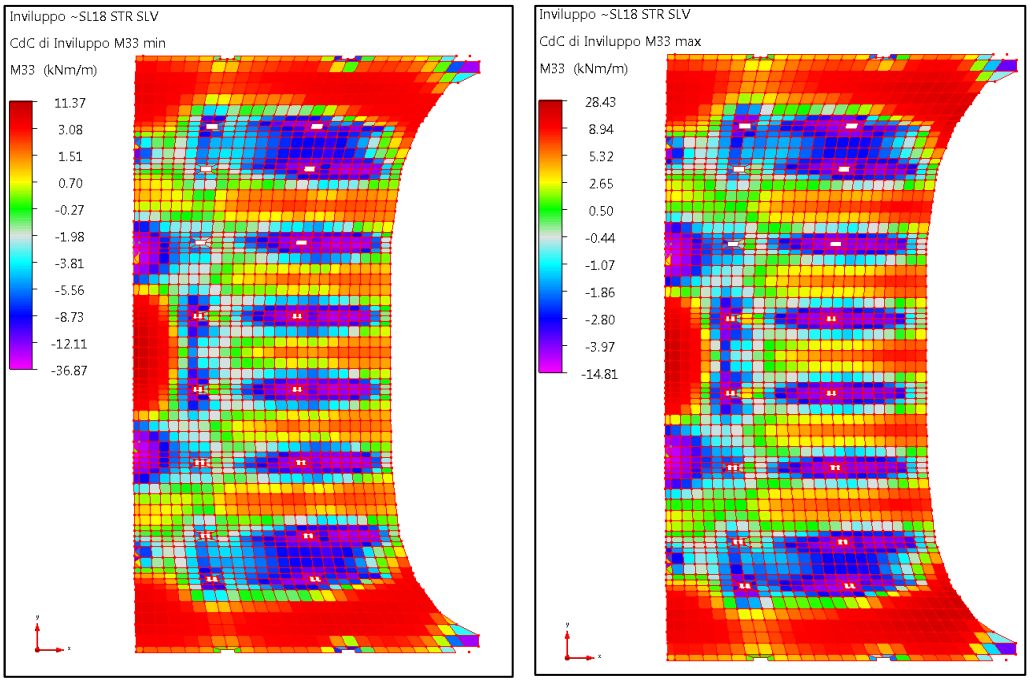
Applicazione dei carichi sulla mesh: G1k dalla Balconata del Foyer

4.3 Analisi della struttura

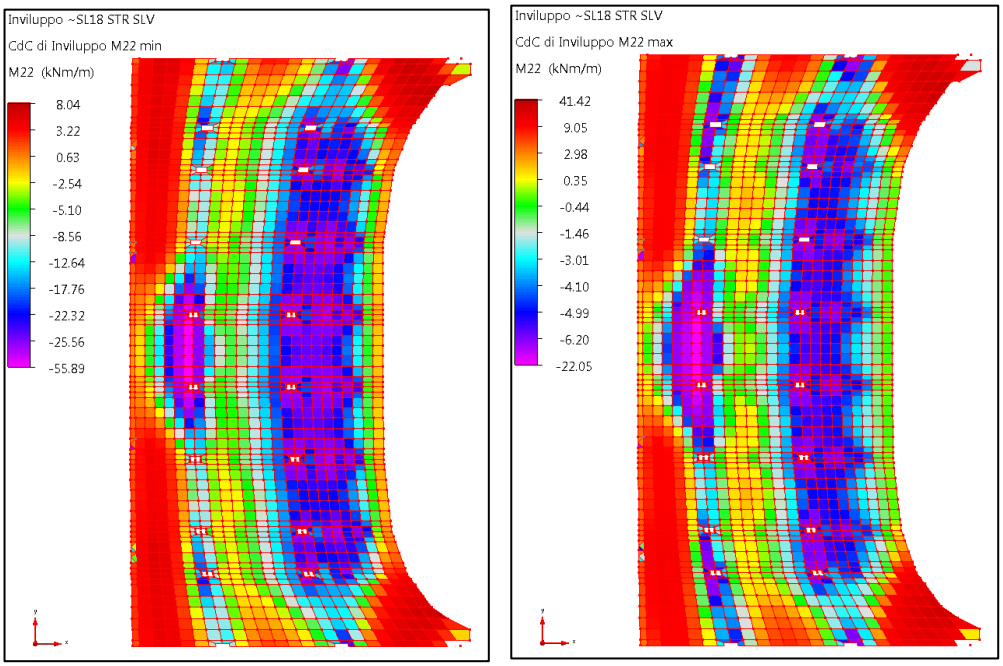
4.3.1 Sollecitazioni: elementi di impalcato

Si riportano alcune immagini esplicative dei risultati dell'analisi eseguita, relative ai quadri sollecitanti dei diversi elementi, con particolare riguardo agli Stati Limite Ultimi.

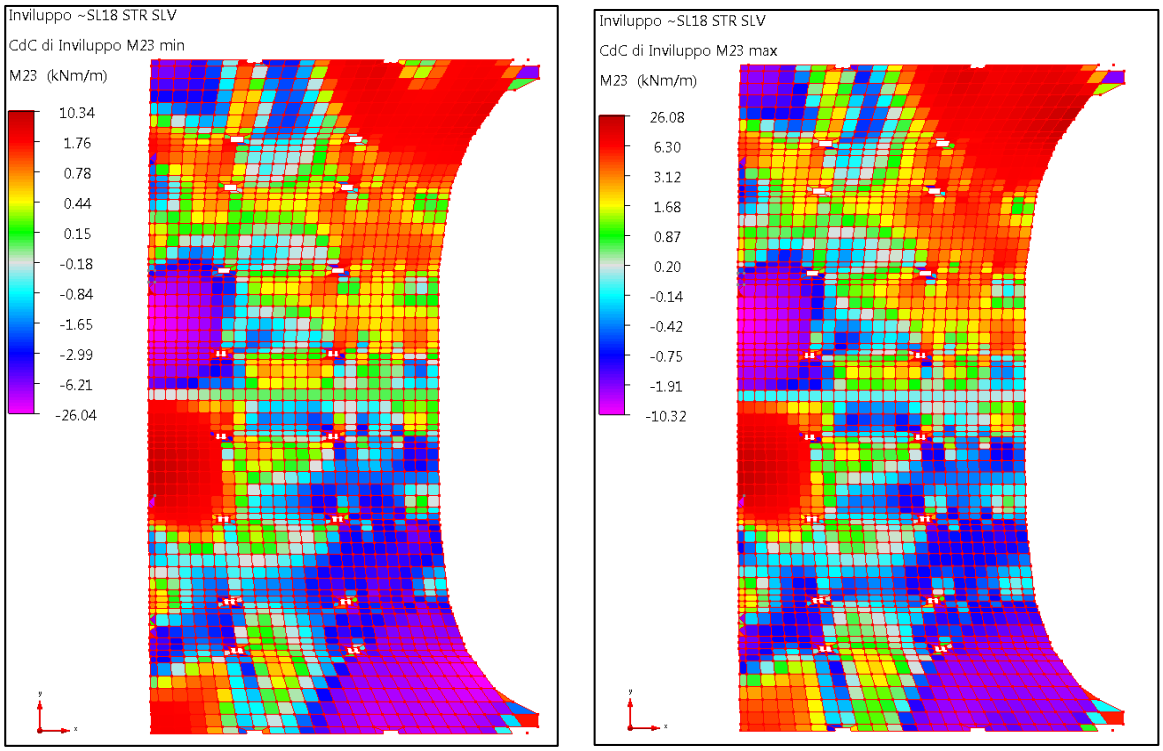
SOLLECITAZIONI SULLA SOLETTA



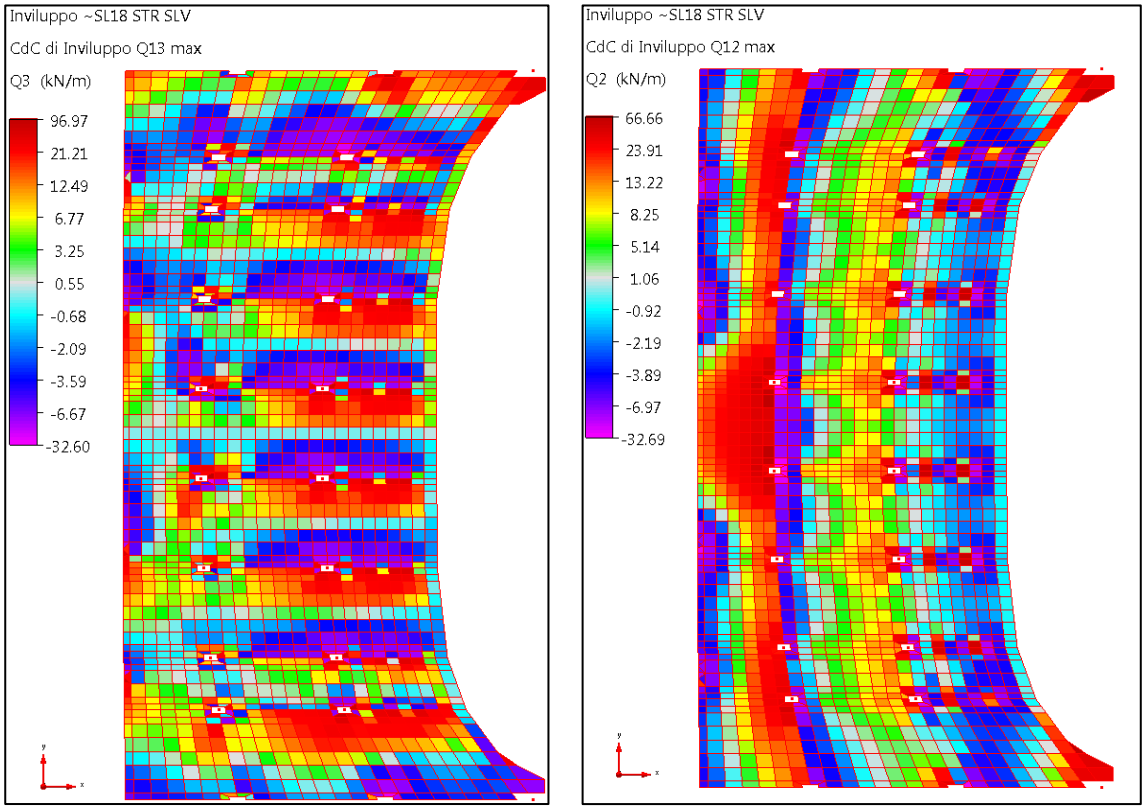
M33 (Myy) massimi all'estradosso, massimi all'intradosso



M22 (Mxx) massimi all'estradosso, massimi all'intradosso



Inviluppo sollecitazioni M23 min (Mxy) M23 max (Mxy)



Inviluppo Sollecitazioni di Taglio

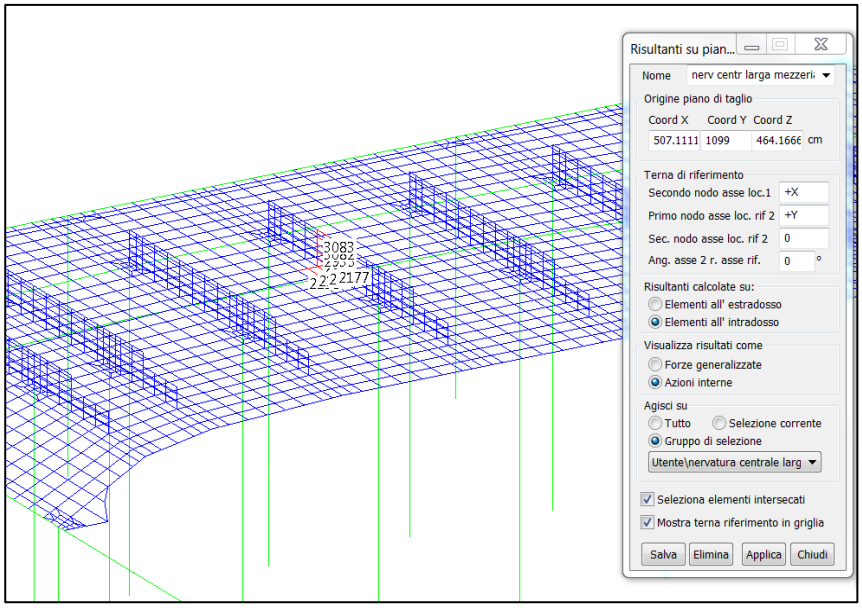
SOLLECITAZIONI SULLE NERVATURE DELLA SOLETTA

Le nervature della soletta sono modellate come shell. Le sollecitazioni sulle nervature della soletta vengono ricavate tramite l'utilizzo dei piani di taglio individuati in corrispondenza di sezioni significative: in mezzeria e all'appoggio per la nervatura interna e all'innesto per la nervatura a sbalzo.
Si considerano a favore di sicurezza due condizioni limite:

- Le sollecitazioni di progetto sono ottenute considerando la nervatura verticale e un tratto di soletta.
- Le sollecitazioni di progetto sono ottenute considerando la sola nervatura verticale.

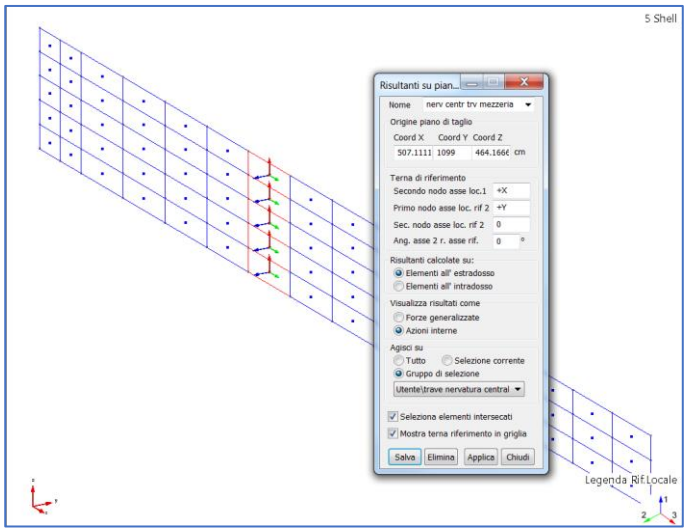
Il dimensionamento della nervatura è sempre effettuato affidando unicamente alla nervatura verticale tali sollecitazioni.

Si riportanano i quadri sollecitanti dei casi più gravosi e alcune immagini esplicative



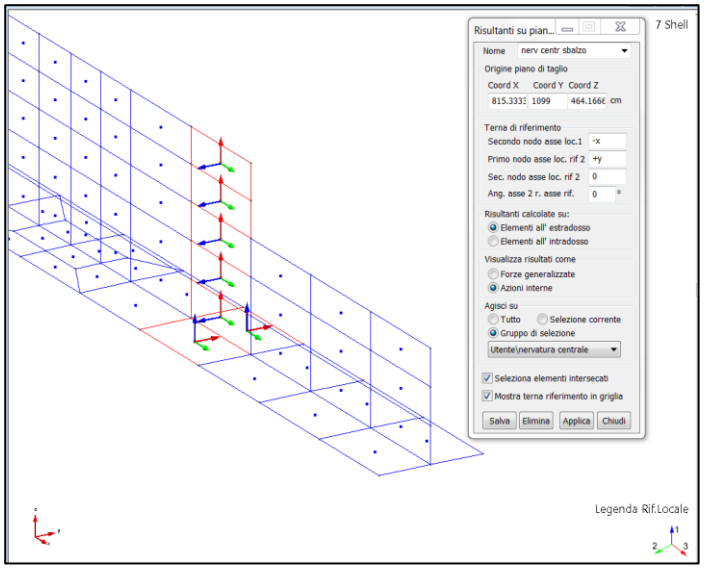
Nervatura interna - Piano di taglio in mezzeria su setto e tratto di soletta

N(kN)	M13(kNm)	T13(kN)	Nervatura Interna
142.3	-107.9	94.9	SLU1 appoggio
268.0	-196.3	162.5	SLU2 appoggio
227.2	-163.6	124.3	SLU3 appoggio
256.1	-185.5	152.9	SLU4 appoggio
68.3	68.3	68.3	SLU1 mezzeria
149.9	-62.1	-46.1	SLU2 mezzeria
121.4	-51.7	-43.9	SLU3 mezzeria
145.4	-64.5	-52.2	SLU4 mezzeria



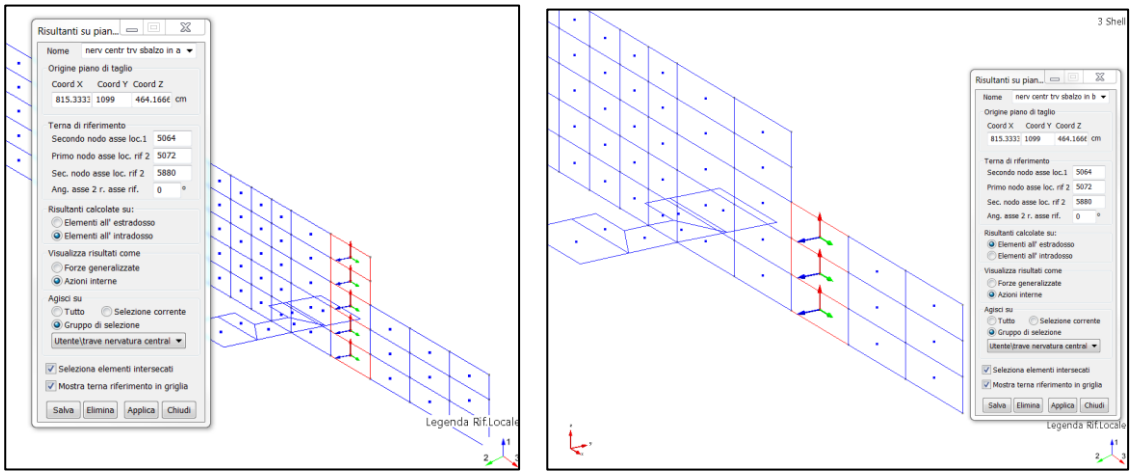
Nervatura interna - Piano di taglio in mezzeria sul solo setto

N(kN)	M13(kNm)	T13(kN)	Nervatura Interna'
244.0	-85.3	74.5	SLU1 appoggio'
450.6	-155.8	127.9	SLU2 appoggio'
378.6	-130.3	97.4	SLU3 appoggio'
428.5	-147.5	121.3	SLU4 appoggio'
108.0	108.0	108.0	SLU1 mezzeria'
239.2	-68.9	-61.7	SLU2 mezzeria'
201.0	-58.6	-54.5	SLU3 mezzeria'
242.8	-71.5	-62.1	SLU4 mezzeria'



Nervatura a sbalzo - Piano di taglio su setto e tratto di soletta

N(kN)	M13(kNm)	T13(kN)	Nervatura a sbalzo
145.6	46.4	69.9	SLU1 sbalzo trv alta
274.4	87.7	126.3	SLU2 sbalzo trv alta
238.2	76.9	102.6	SLU3 sbalzo trv alta
260.9	83.0	119.3	SLU4 sbalzo trv alta
113.0	113.0	113.0	SLU1 sbalzo trv bassa
215.2	45.8	95.6	SLU2 sbalzo trv bassa
190.4	41.8	80.0	SLU3 sbalzo trv bassa
204.6	43.5	90.0	SLU4 sbalzo trv bassa

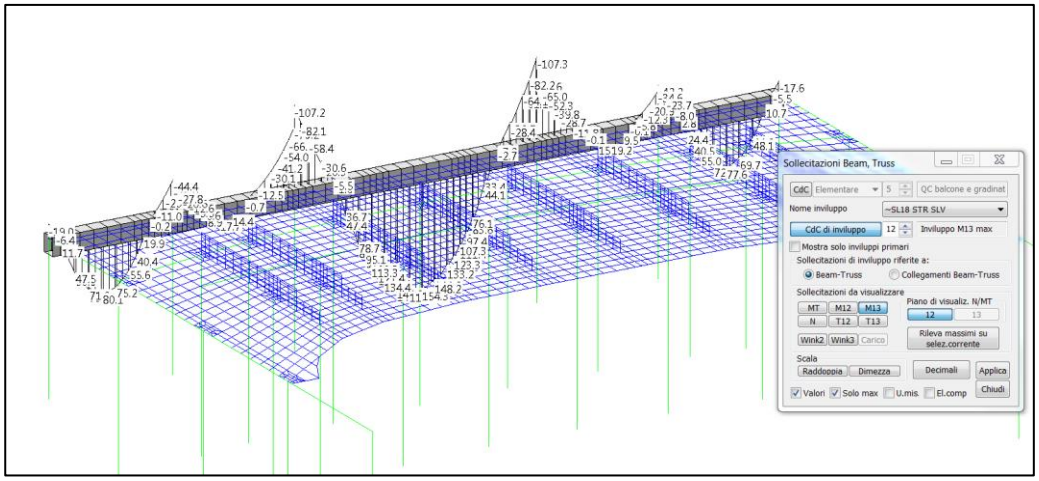


Nervatura a sbalzo - Piano di taglio sul solo setto

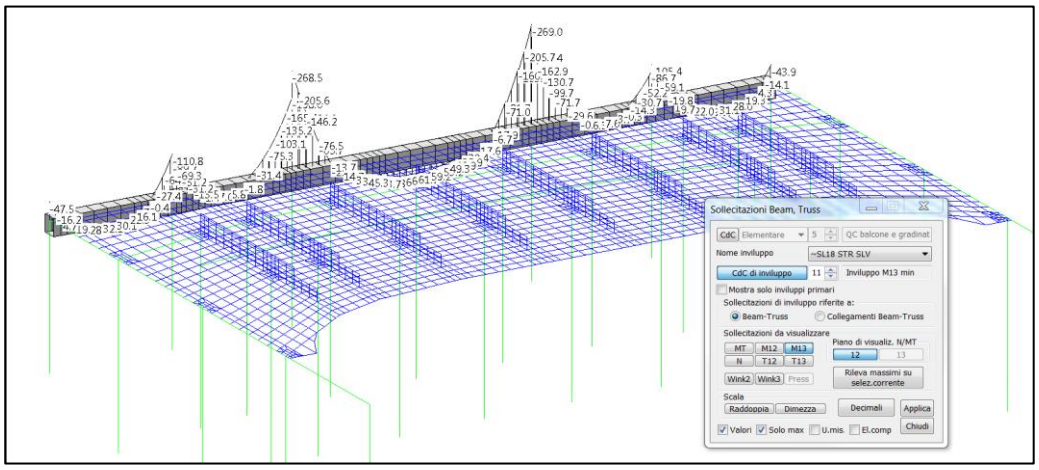
N(kN)	M13(kNm)	T13(kN)	Nervatura a sbalzo'
176.6	-38.4	76.4	SLU1 sbalzo trv alta'
333.7	-72.4	139.3	SLU2 sbalzo trv alta'
291.7	-63.2	115.0	SLU3 sbalzo trv alta'
316.8	-68.6	131.9	SLU4 sbalzo trv alta'
140.3	140.3	140.3	SLU1 sbalzo trv bassa'
269.1	-29.9	90.2	SLU2 sbalzo trv bassa'
241.4	-27.1	76.1	SLU3 sbalzo trv bassa'
255.8	-28.4	85.0	SLU4 sbalzo trv bassa'

SOLLECITAZIONI SULLE TRAVI RETTANGOLARI

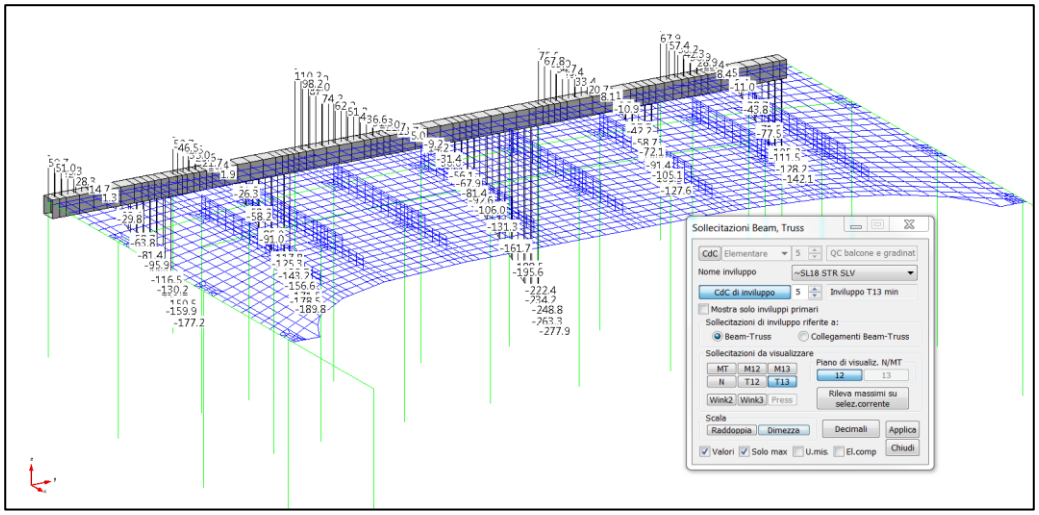
Trave filo G-An



Trave G-An Momento flettente Inviluppo SLV M13 max

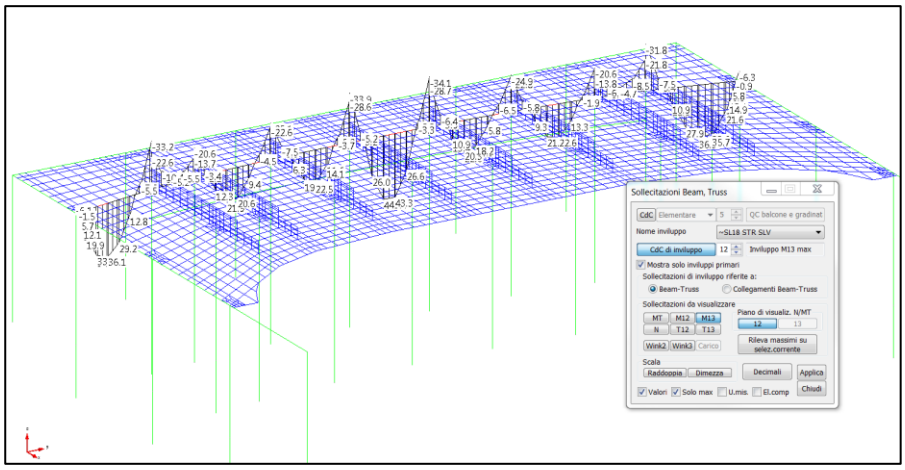


Trave G-An Momento flettente Inviluppo SLV M13 min

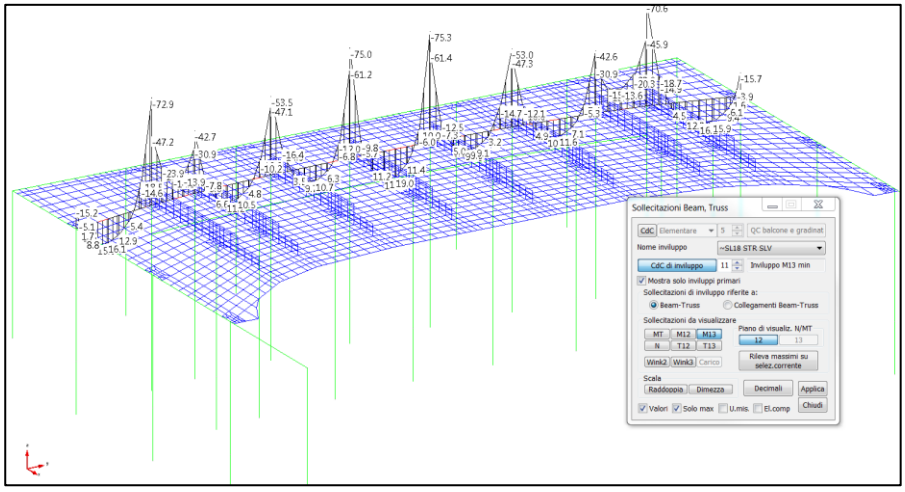


Trave G-An Taglio Inviluppo SLV

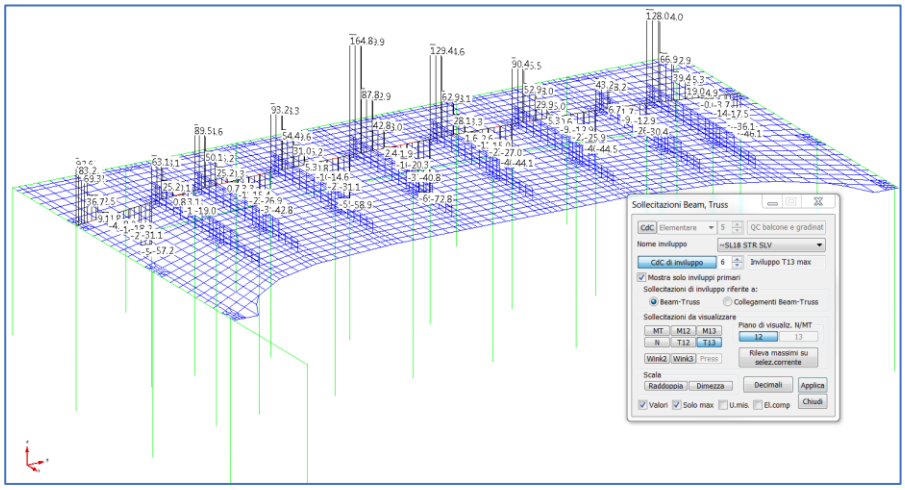
Trave filo G-Ai



Trave G-Ai Momento flettente Inviluppo SLV M13 max



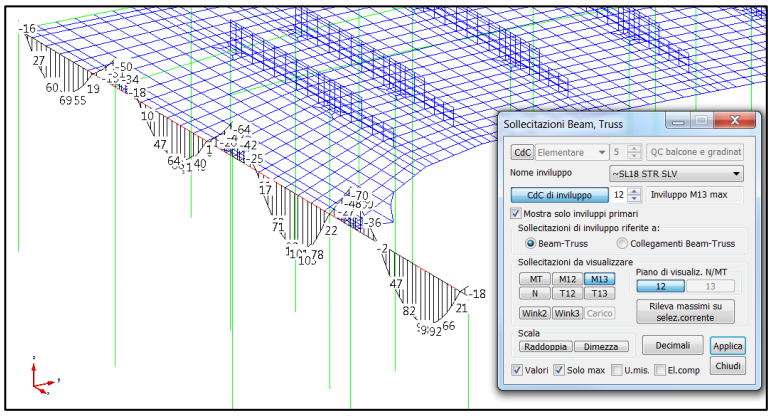
Trave G-Ai Momento flettente Inviluppo SLV M13 max



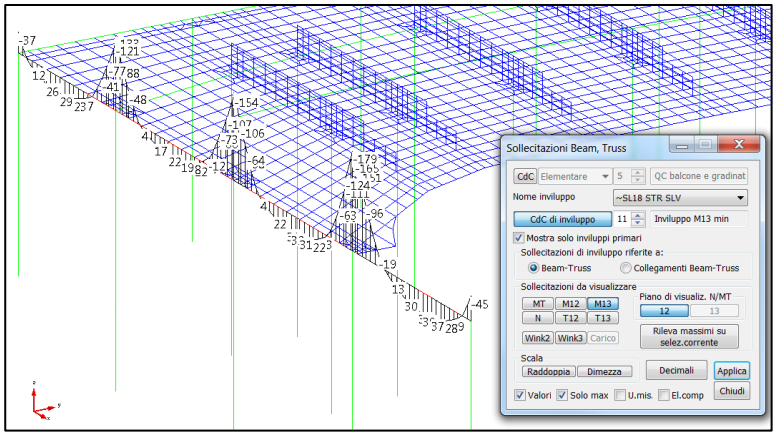
Trave G-Ai Taglio Inviluppo SLV

Travi di bordo filo F-A

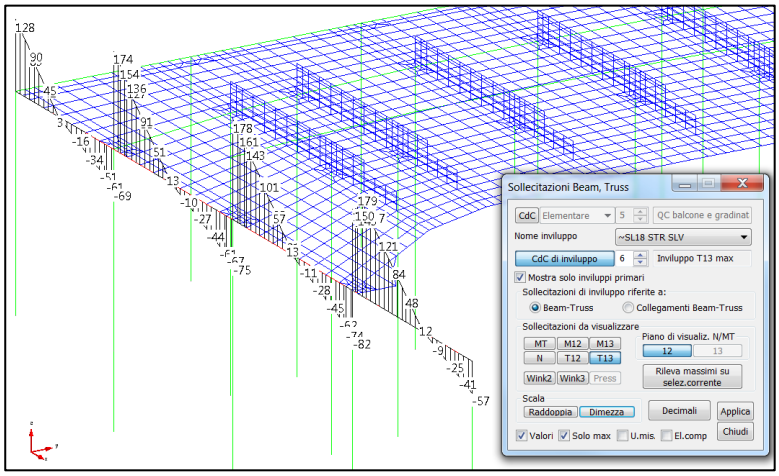
Le travi corrono tra pilastro e pilastro del telaio principale, sono travi esistenti.
Nello Stato di Fatto reggevano l'impalcato lato manica su via Petrarca e il tamponamento, non erano collegate alla soletta della galleria esitente che era posta ad una quota superiore.
Nello Stato di Progetto la travata non regge più l'impalcato lato manica ma solo la nuova soletta della Galleria.



Trave filo FA Momento flettente Inviluppo SLV M13 max



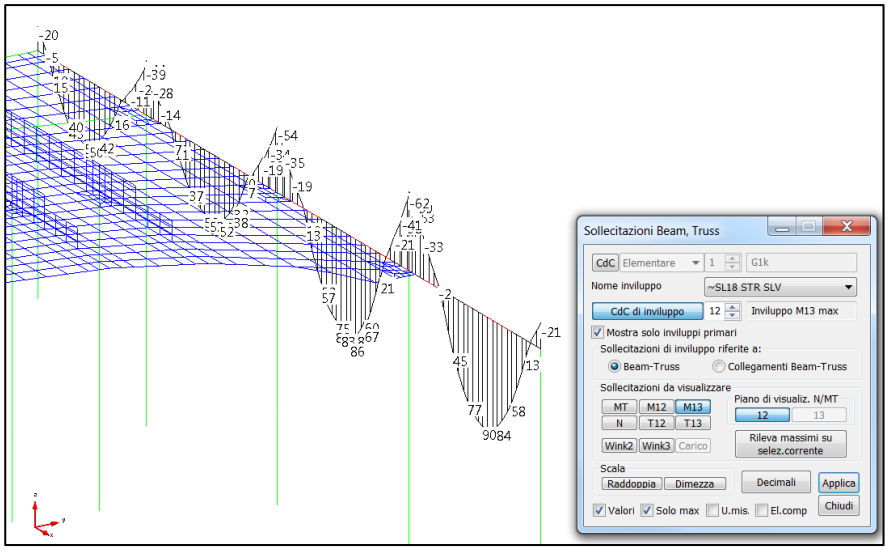
Trave filo FA Momento flettente Inviluppo SLV M13 min



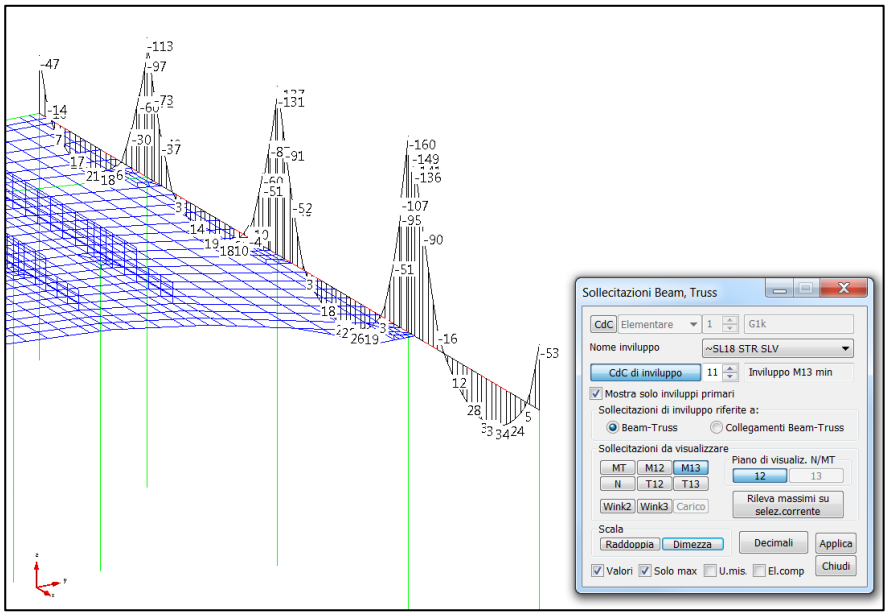
Trave filo FA Taglio Inviluppo SLV

Travi di bordo filo F-F

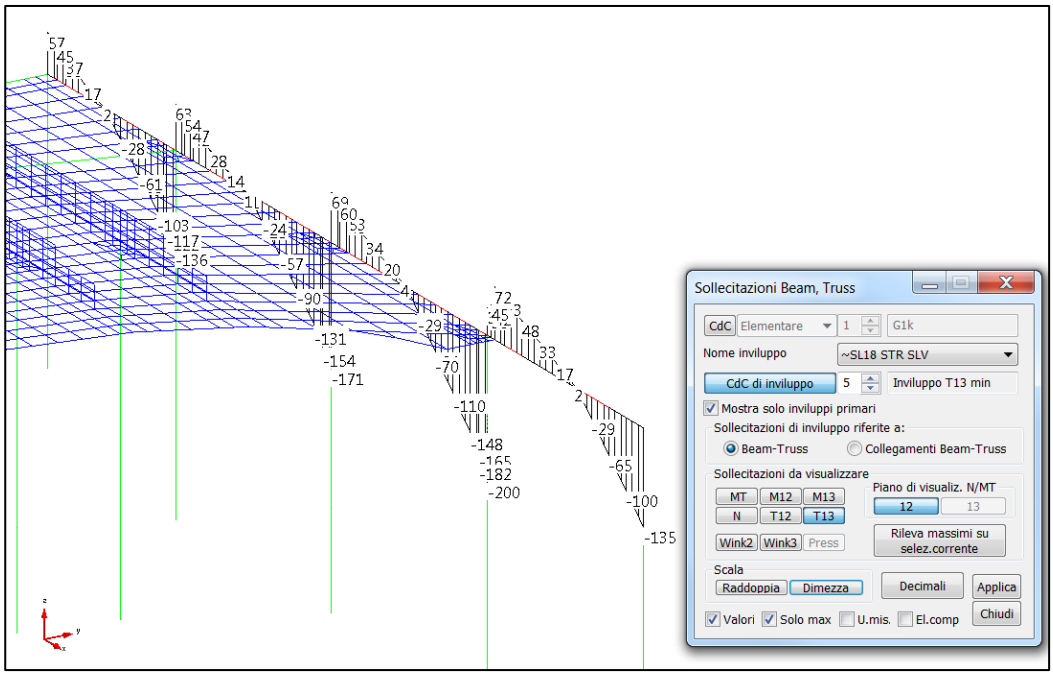
Le travi corrono tra pilastro e pilastro del telaio principale, sono travi esistenti.
Nello Stato di Fatto reggevano l'impalcato lato manica sulla Biblioteca e il tamponamento, non erano collegate alla soletta della galleria esitente che era posta ad una quota superiore.
Nello Stato di Progetto la travata non regge più l'impalcato lato manica ma solo la nuova soletta della Galleria.



Trave filo FF Momento flettente Inviluppo SLV M13 max



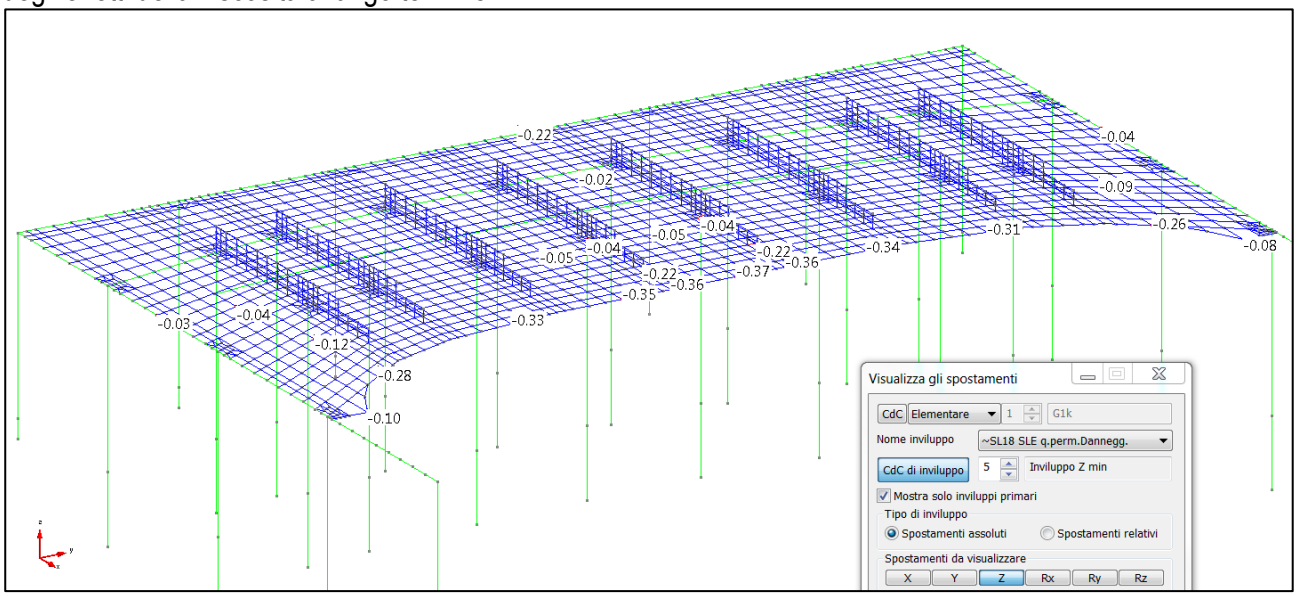
Trave filo FF Momento flettente Inviluppo SLV M13 min



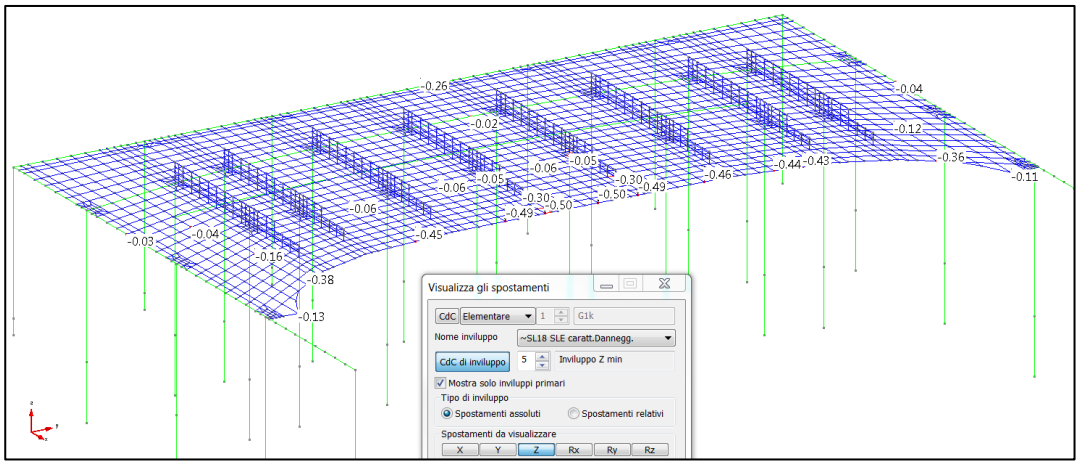
Trave filo FF Taglio Inviluppo SLV

4.3.2 Deformazioni: impalcato

Si riportano alcune immagini esplicative dei risultati dell'analisi eseguita, relative agli spostamenti verticali della soletta, con particolare riguardo agli SLE QP.
La valutazione degli spostamenti è effettuata a partire dai dati ottenuti dalla mesh di calcolo per poi tener conto degli effetti della viscosità a lungo termine.



Spostamenti verticali Z – SLE QP. Massima freccia sbalzo = -0.32 cm



Spostamenti verticali Z – SLE Rara. Massima freccia sbalzo = -0.44 cm

4.3.2.1 Effetti della viscosita'

Si riporta la valutazioni degli spostamenti a lungo termine, dovuti principalmante alla viscosità, con riferimento a quanto indicato in UNI EN 1992-1-1:2005, "sotto le combinazione di azioni Quasi Permanenti". Si sottolinea che dall'analisi risulta che la soletta non risulta mai fessurata e pertanto la valutazione degli effetti della viscosità si traduce nell'applicazione del coefficiente di viscosità a ridurre il modulo elastico da considerare sugli spostamenti sotto i carichi a lungo termine.
Si riporta di seguito la stima a lungo termine dell'abbassamento dello sbalzo della soletta, assumendo quale altezza h_0 di calcolo un'altezza equivalente pari a 195 mm.

Caratteristiche materiale soletta

resistenza caratteristica cubica, R_{ck} =	50	Mpa
essendo f_{ck} = 0,83 R_{ck}	41.5	Mpa
modulo di elasticità secante del cls, E_{cm} =	35	Gpa
resistenza media a trazione, f_{ctm} =	3.50	Mpa
modulo elasticità barre armatura, E_s =	210	Mpa

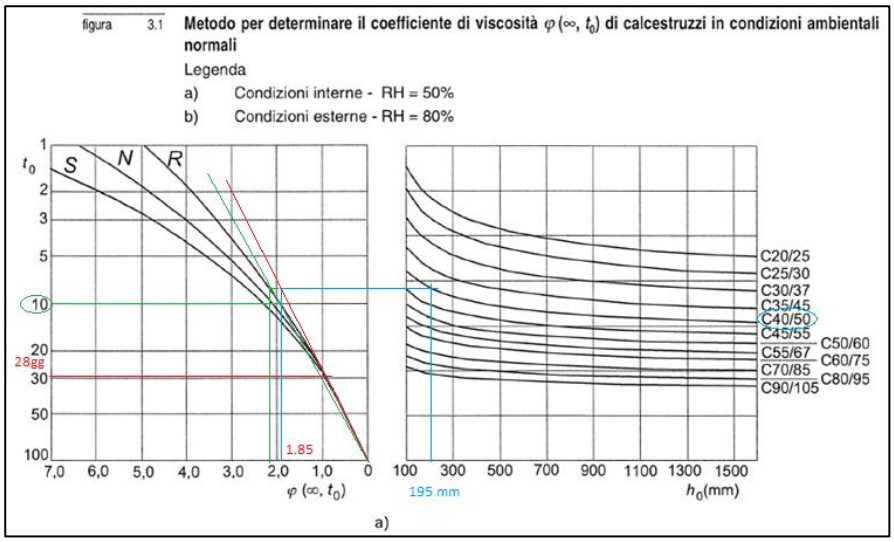
Si ricercano i coefficienti di viscosità $\varphi(t,t_0)$ del calcestruzzo per la soletta.
La struttura rientra nelle seguenti ipotesi generali previste nell'Eurocodice, per l'utilizzo della figua 3.1. del paragrafo 3.1.4:
1. "condizioni ambientali normali"
2. tensione di comprex cls < 0,45 $f_{ck}(t_0)$
3. temperature ambientali comprese tra: +/- 40°C

Condizioni specifiche:		
classe del calcestruzzo:	C40/50	
cemento di classe	R, N	(3.1.2.)
umidità relativa media RH =	50%	(ipotesi cautelativa)
età cls applicazione carico, t_0 =	n	giorni
larghezza soletta =	100	cm
altezza soletta piena =	26	cm
altezza soletta alleggerita =	19.5	cm

A_c	u	$h_0 = 2A_c/u$
[cm^2]	[cm]	[mm]
1950	200	195

Si riportano i coefficienti di viscosità $\varphi(t=\infty,t_0)$ ottenuti per i diversi tempi di applicazione del carico (scassero)

t_0	φ	t_0	φ	t_0	φ
[giorni]		[giorni]		[giorni]	
10	2.20	28	1.85	50	1.80



Nella SEZIONE 7 al Paragrafo 7.4.3. (STATI LIMITE DI SERVIZIO - Controllo dell'inflessione - Verifica inflessione mediante calcolo) si introduce il Modulo di elasticità efficace, $E_{c,eff.}$.

$E_{c,eff.} = E_{cm}/(1+\varphi_{(infinito,t0)})$

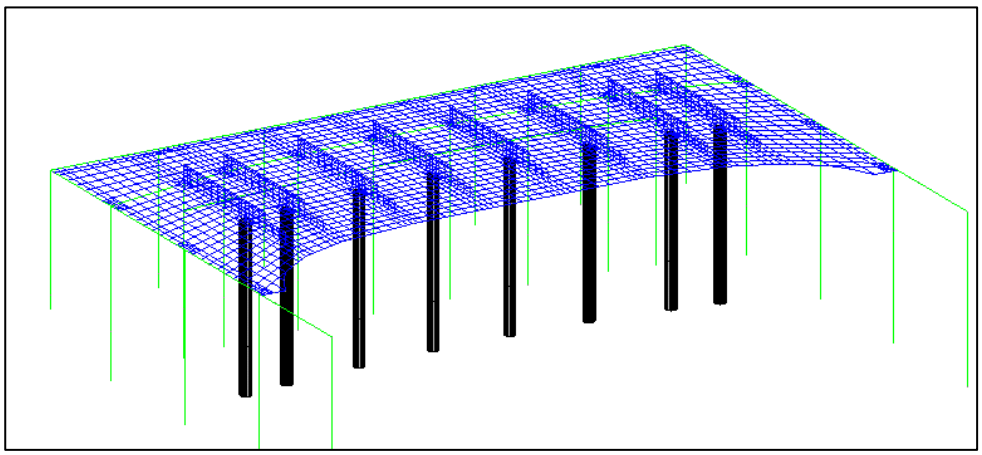
t_0	$E_{c,eff.}$	t_0	$E_{c,eff.}$	t_0	$E_{c,eff.}$
[giorni]	[Gpa]	[giorni]	[Gpa]	[giorni]	[Gpa]
10	10.94	28	12.3	50	12.5

Ipotizzando t_0 = 28 giorni si ha $E_{c,eff.} = 0.35\ E_{cm}$
si adotta quale coefficiente di amplificazione degli spostementi a lungo termine: 1/0.35 = 2.85

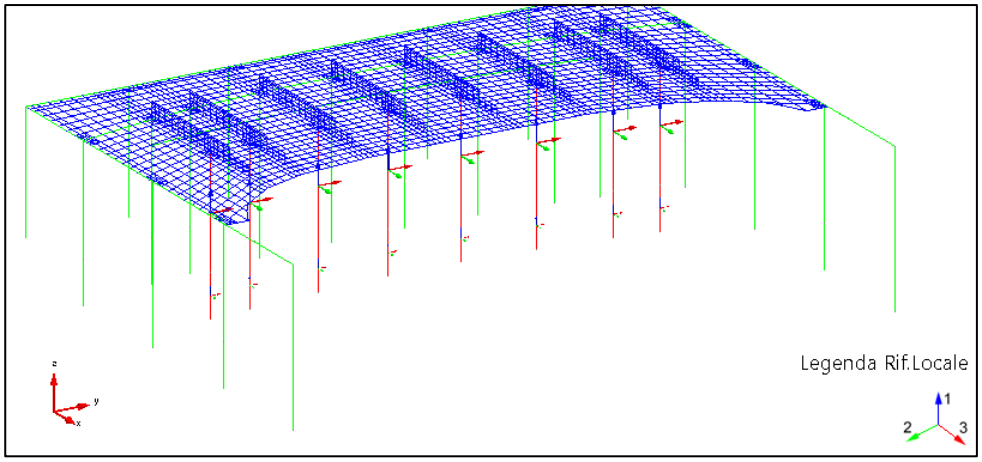
Dall'analisi sul modello con moodulo E_{cm} = 35 Gpa , risulta:
Massima freccia allo sbalzo, SLE QP, DZ_{sb} = -0.37- (-0.5) = -0.32 cm
Riduzione del modulo elatico a lungo termine = 0.35
Massima freccia allo sbalzo, a lungo termine, $DZ_{sb,\infty}$ = -32/0.35 = -0.91 cm
Essendo la lunghezza dello sbalzo; L_{sb} = 400 cm
Risulta:
$DZ_{sb,\infty}/2L_{sb}$ = 1/438 < 1/250

4.3.3 Sollecitazioni: pilastri

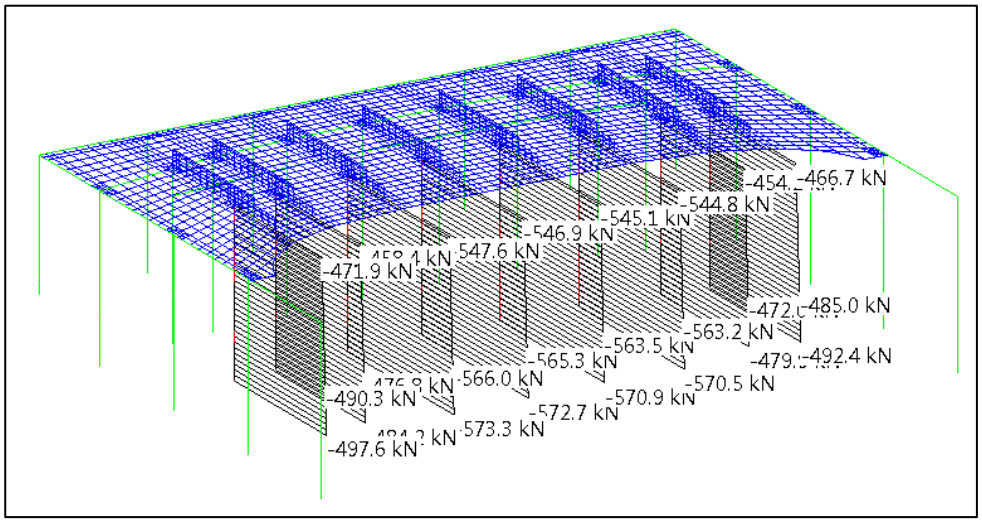
4.3.3.1 Pilastri nuovi circolari D40 filo G-Az



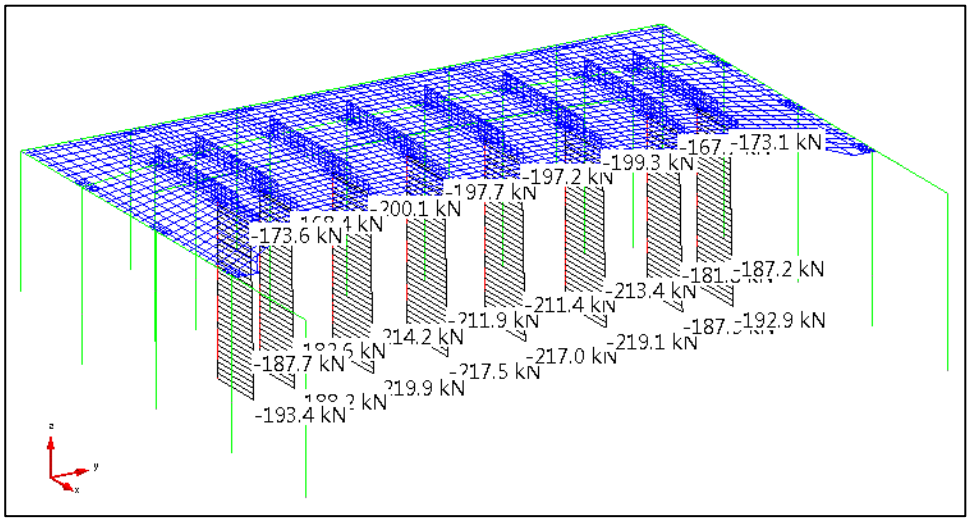
Pilastri filo G-Az: solid view



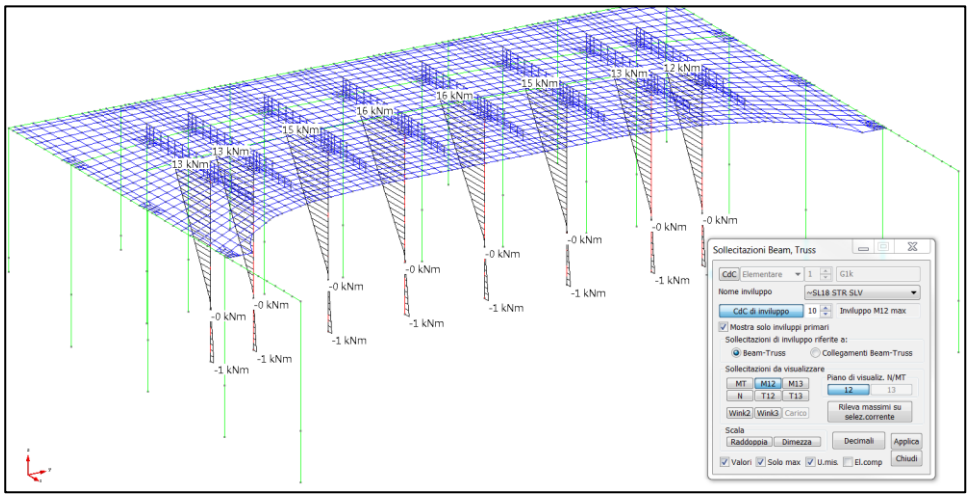
Pilastri filo G-Az: assi interni



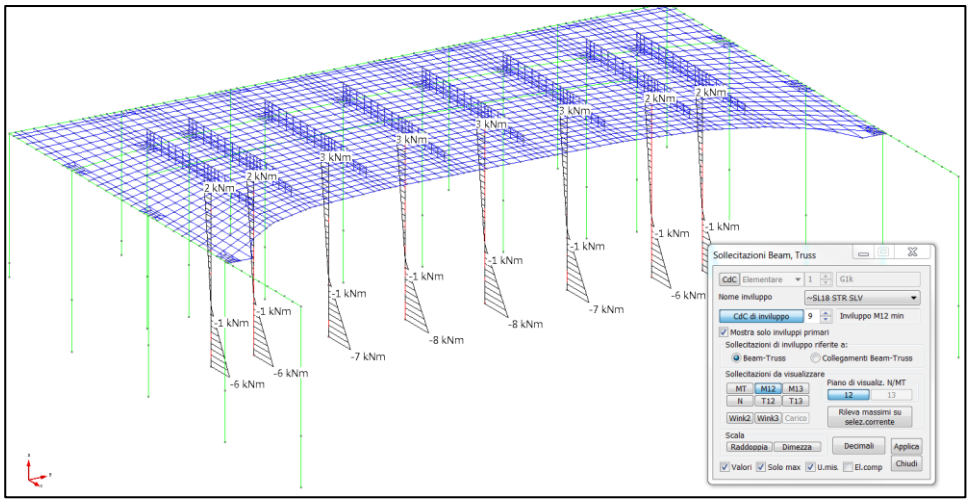
Pilastri filo G-Az: N_{min}, Inviluppo SLU



Pilastri filo G-Az: N_{max}, Inviluppo SLU

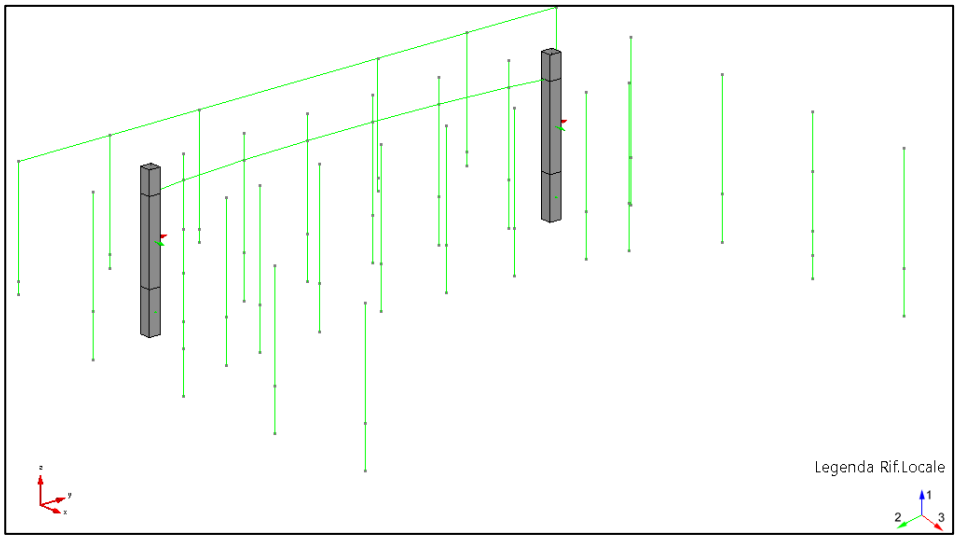


Pilastri filo G-Az: M_{min}, Inviluppo SLU

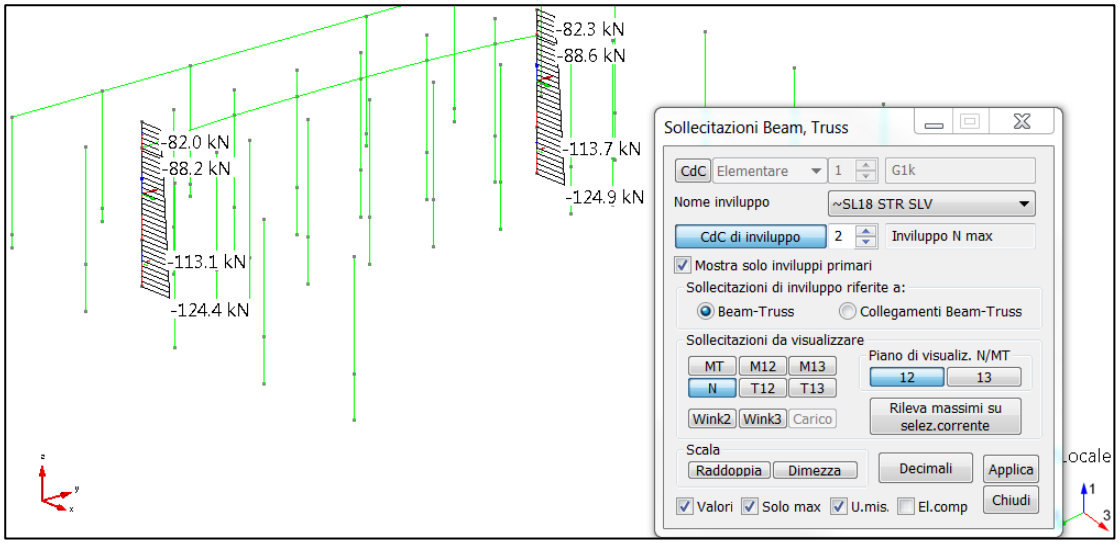


Pilastri filo G-Az: M_{max}, Inviluppo SLU

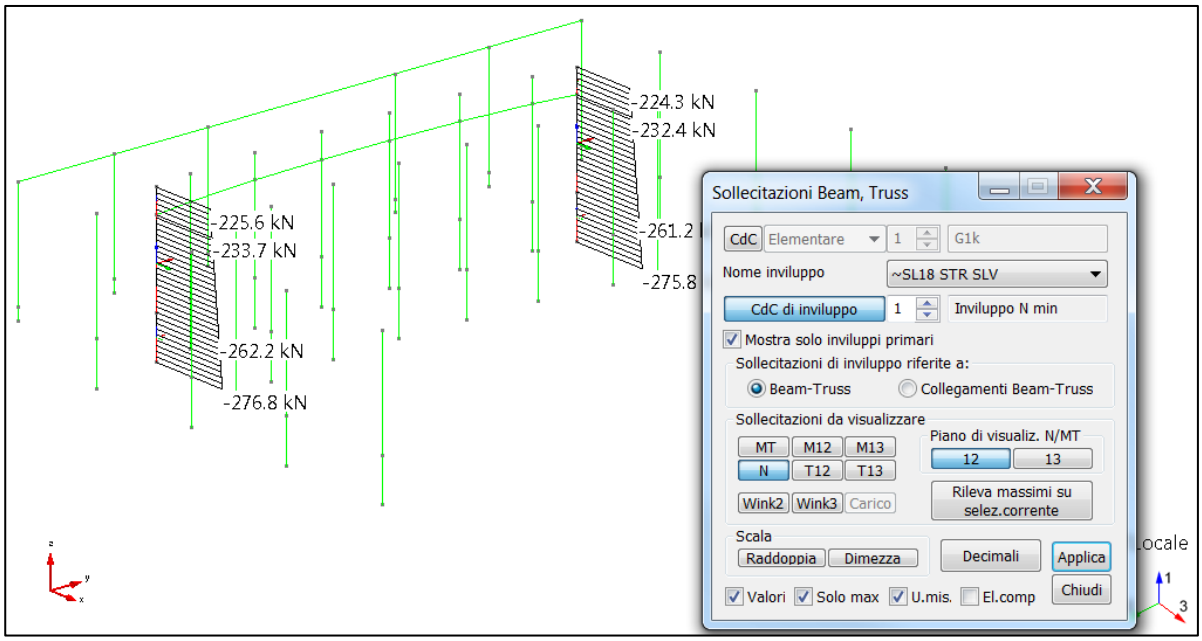
4.3.3.2 Pilastri nuovi quadrati 50x50 cm, filo G-Ai esterni



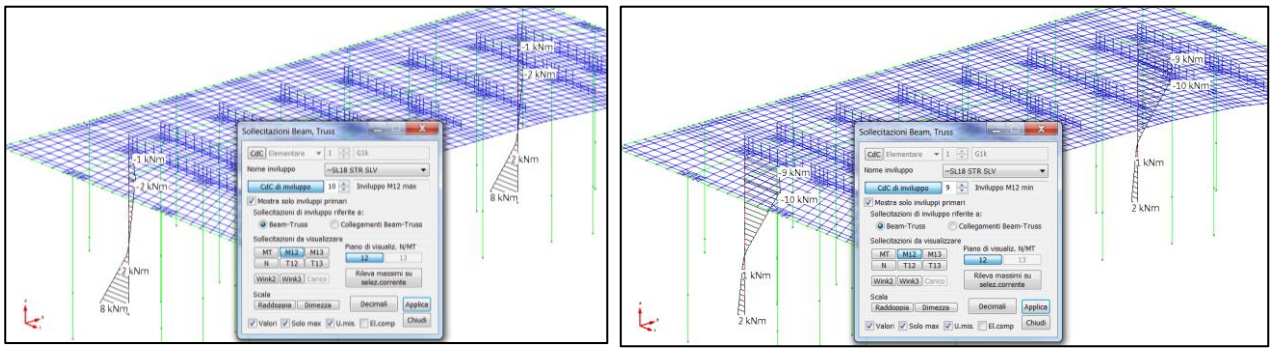
Pilastri nuovi filo G-Ai: solid view



Pilastri filo G-Az: N_{max}, Inviluppo SLU



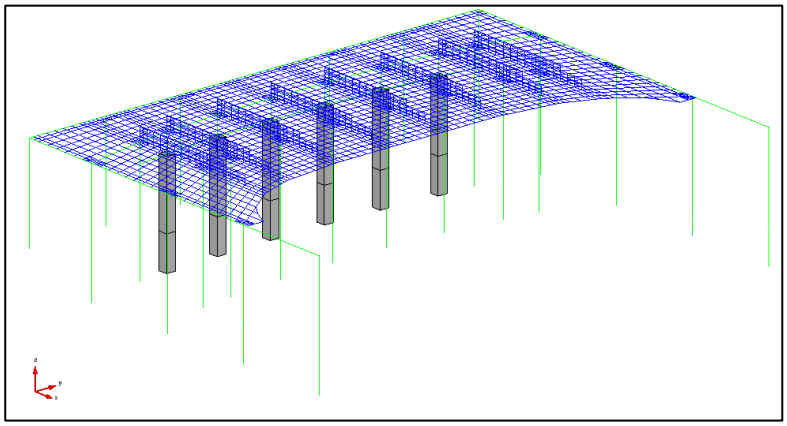
Pilastri filo G-Az: N_{min}, Inviluppo SLU



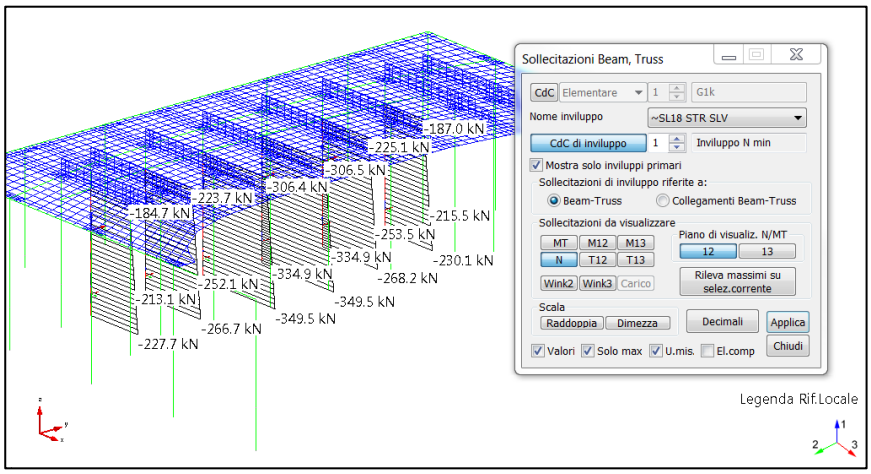
Pilastri filo G-Az: M12max, M12min - Inviluppo SLU

4.3.3.3 Pilastri filo G-Ai, esistenti da prolungare

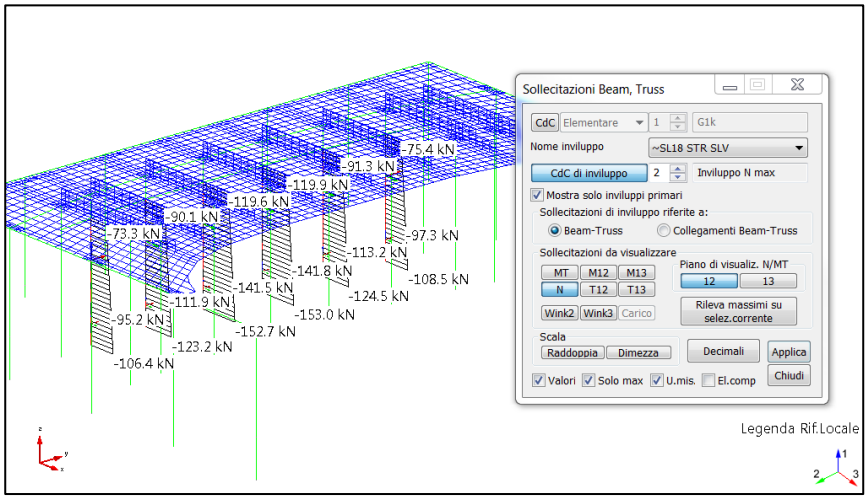
Si riporta il quadro delle sollecitazioni massime di inviluppo SLU distinto per il tratto esistente delle colonne e per le estensioni.



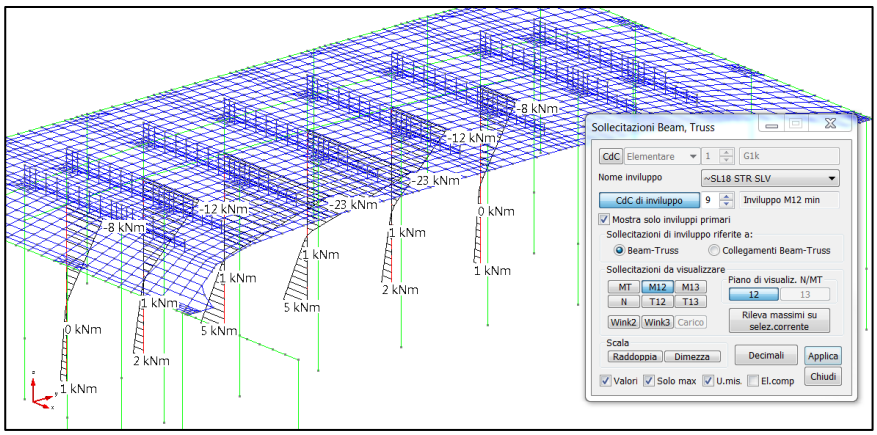
Pilastri filo G-Ai esistenti, solid view



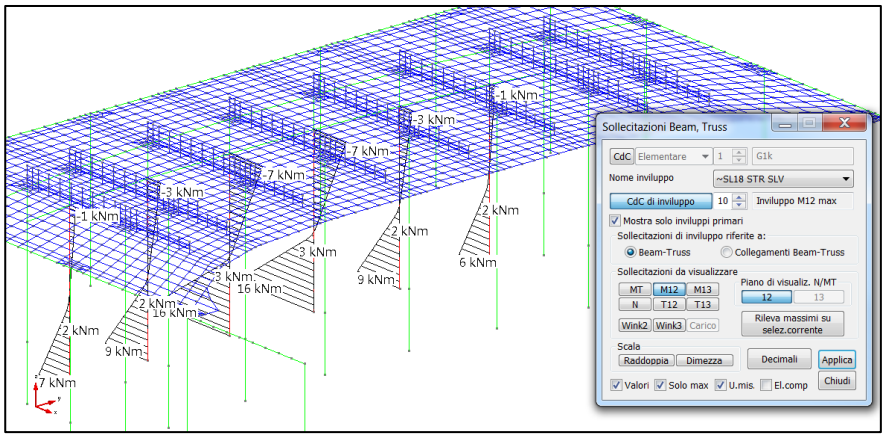
Pilastri filo G-Ai esistenti, diagramma N_{min} inviluppo SLU



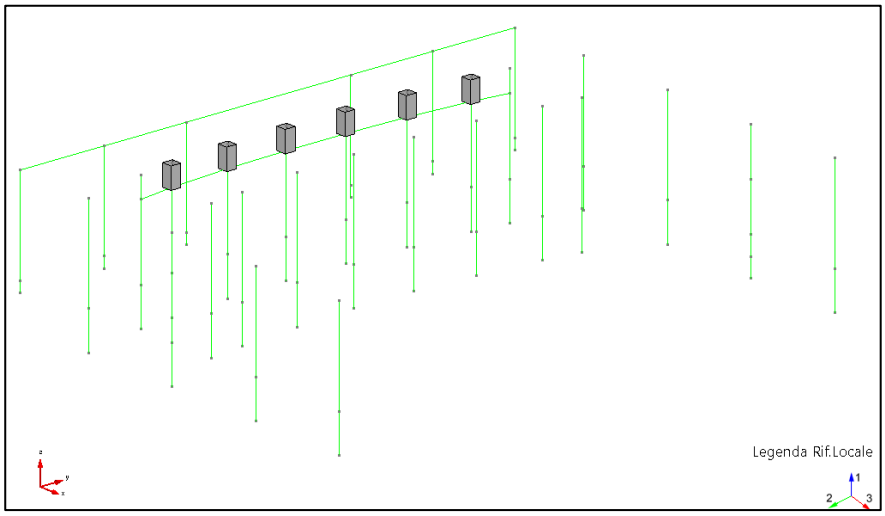
Pilastri filo G-Ai esistenti, diagramma N_{max} inviluppo SLU



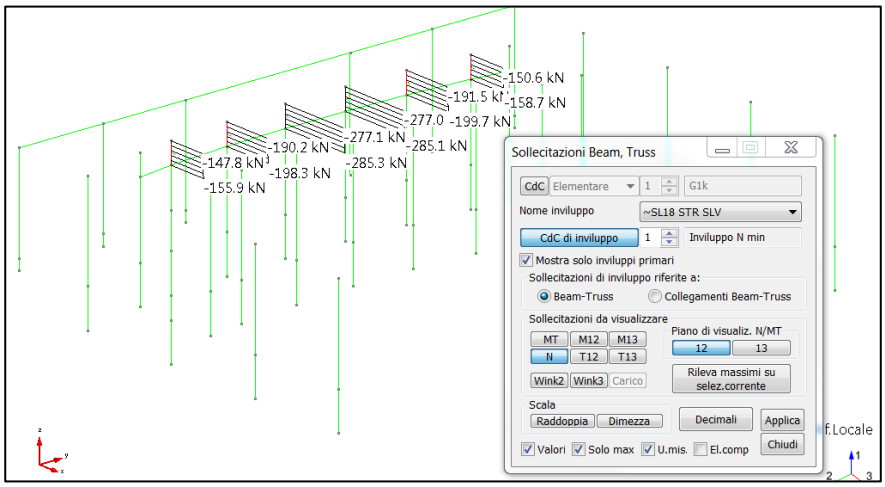
Pilastri filo G-Ai esistenti, diagramma $M12_{min}$ inviluppo SLU



Pilastri filo G-Ai esistenti, diagramma $M12_{max}$ inviluppo SLU

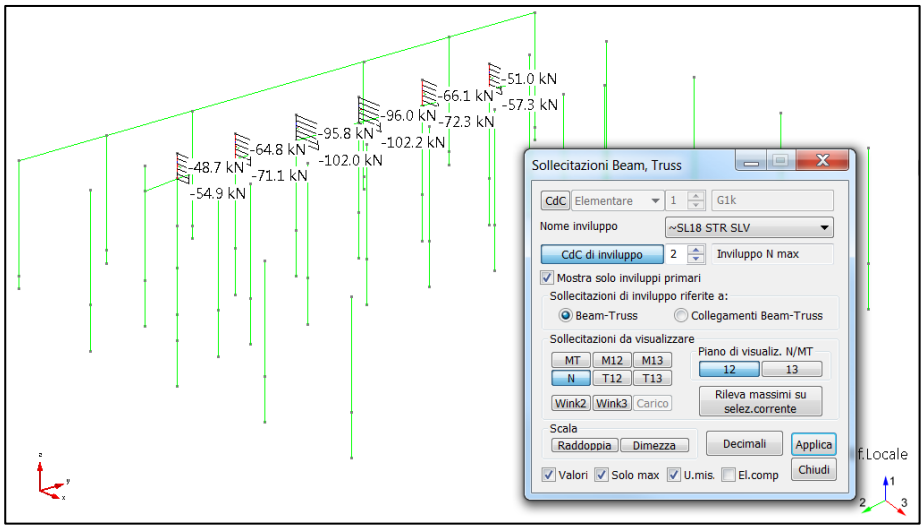


Pilastri filo G-Ai estensione, solid view

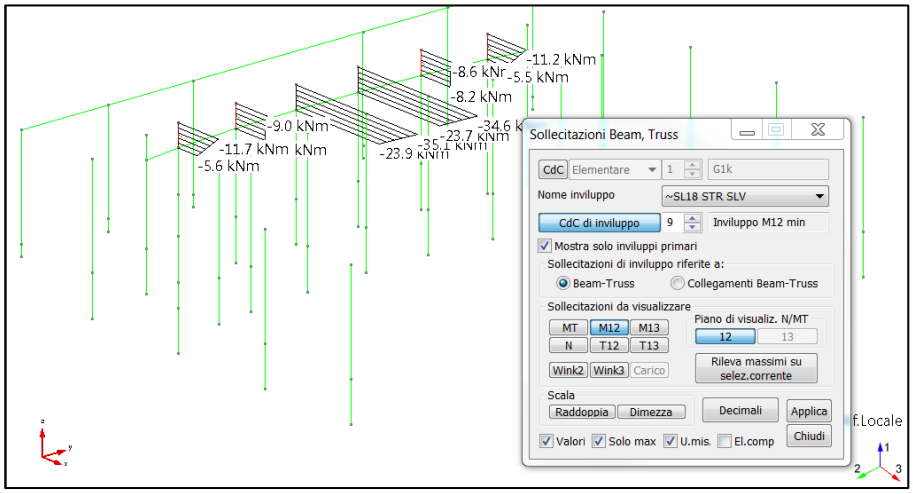


Pilastri filo G-Ai estensione, Diagramma N_{min} – Inviluppo SLU

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



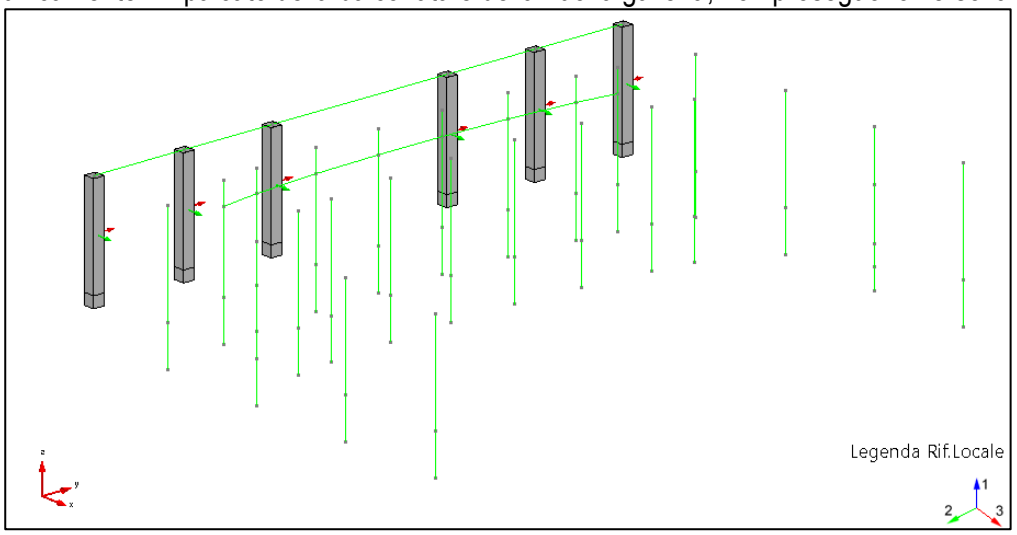
Pilastri filo G-Ai estensione, Diagramma N_{max} – Inviluppo SLU



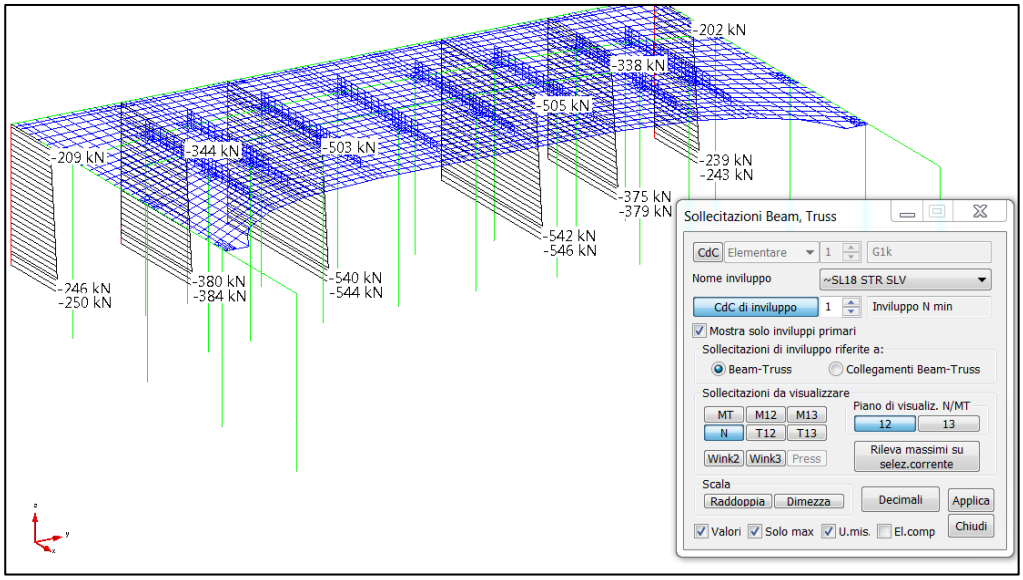
Pilastri filo G-Ai estensione, Diagramma M12 – Inviluppo SLU

4.3.3.4 PILASTRI ESISTENTI filo G-An

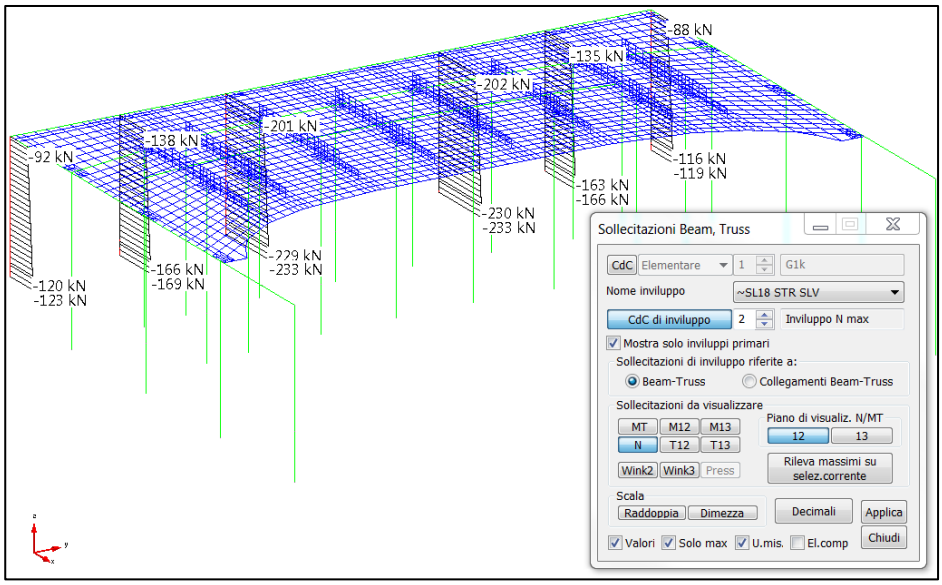
I pilastri sul filo G-An, a base quadrata 50x50cm altezza 500cm dallo spiccato delle fondazioni, reggono unicamente l'impalcato della balconata e della nuova galleria, non proseguono verso la copertura.



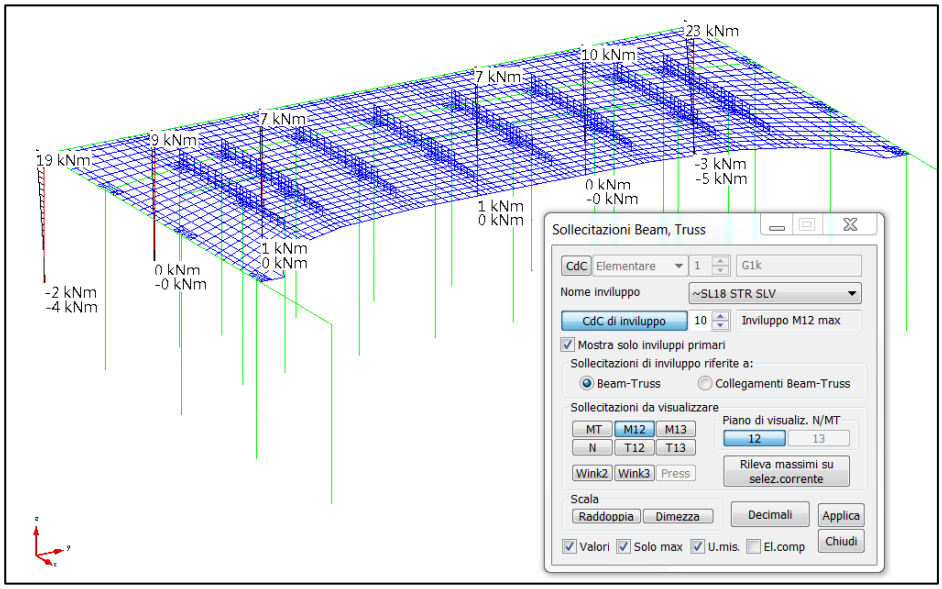
Pilastri filo G-An esistenti: solid view



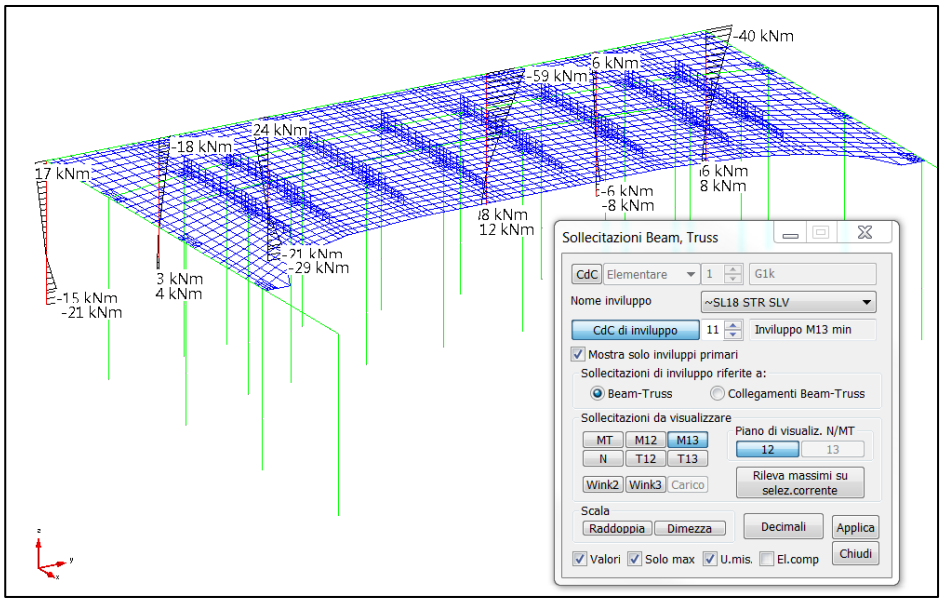
Pilastri filo G-An esistenti, Diagramma N_{min} – Inviluppo SLU



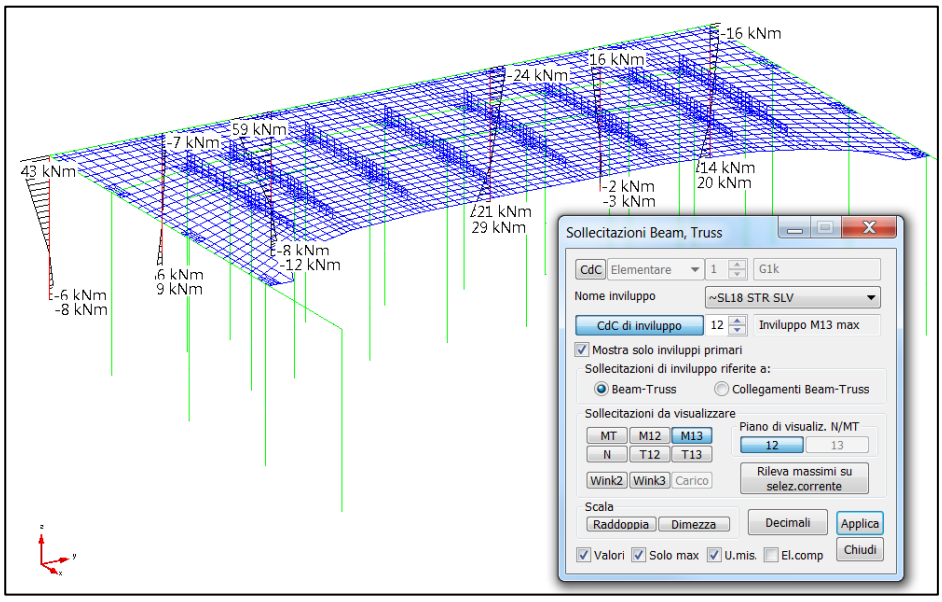
Pilastri filo G-An esistenti, Diagramma N_{max} – Inviluppo SLU



Pilastri filo G-An esistenti, Diagramma $M12_{max}$ – Inviluppo SLU



Pilastri filo G-An esistenti, Diagramma $M13_{min}$ – Inviluppo SLU



Pilastri filo G-An esistenti, Diagramma $M13_{max}$ – Inviluppo SLU

5 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLA STRUTTURA D'ELEVAZIONE

5.1 Impalcato

Si riporta lo schema di armatura diffusa della soletta e le verifiche statiche.

5.1.1 Copriferro soletta

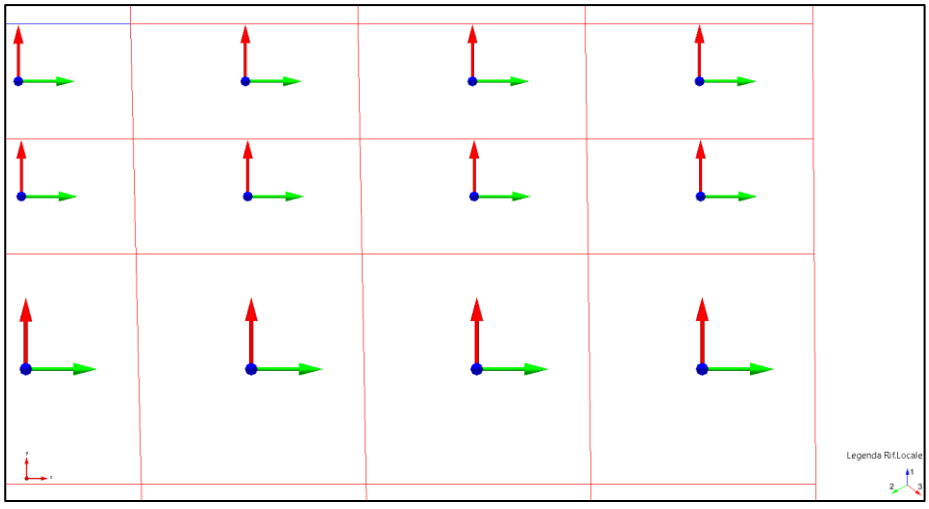
Con riferimento a quanto indicato in 4.1.6.1.3 delle NTC 2018 si ha

classe cls	C40/50
ambiente	ordinario
armatura	barre da c.a. elementi a piastra

tolleranza di posa =	7	mm
vita nominale struttura, V_N:	50 anni	
dalla tabella C4.1.IV si ottiene:		
copriferro minimo =	15	mm
copriferro =	22	mm
diametro max barra =	16	mm
copriferro di input mesh, c =	30	mm

5.1.2 armatura di progetto della soletta

Sono presenti due ordini di armatura, a cui vengono assegnati i relativi copriferri.



direzione principale //X; asse 2 c = 3.0 cm
direzione secondaria //Y; asse 3 c = 4.5 cm

Tipi di armatura adottata

Entradosso //X, **direzione 2** **barre esterne**

Tabella n° 3 Ø16/20" + Ø12/20"

Pos	Ø (m...	Passo(cm)	Coprif.(...	Colore	A Par(cm²/...	A Tot(cm²/...
1	16	20	3		10.0531	10.0531
2	12	20	3		5.65487	15.708

Estradosso //Y, **direzione 3** **barre interne**

Tabella n° 4 Ø14/20" + Ø12/20"

Pos	Ø (m...	Passo(cm)	Coprif.(...	Colore	A Par(cm²/...	A Tot(cm²/...
1	14	20	4.5		7.6969	7.6969
2	12	20	4.5		5.65487	13.3518

intradosso //X, **direzione 2** **barre esterne**

Tabella n° 1 Ø14/20" + Ø12/20"

Pos	Ø (m...	Passo(cm)	Coprif.(...	Colore	A Par(cm²/...	A Tot(cm²/...
1	14	20	3		7.6969	7.6969
2	12	20	3		5.65487	13.3518

intradosso //Y, **direzione 3** **barre interne**

Tabella n° 2 Ø12/20" + Ø12/20"

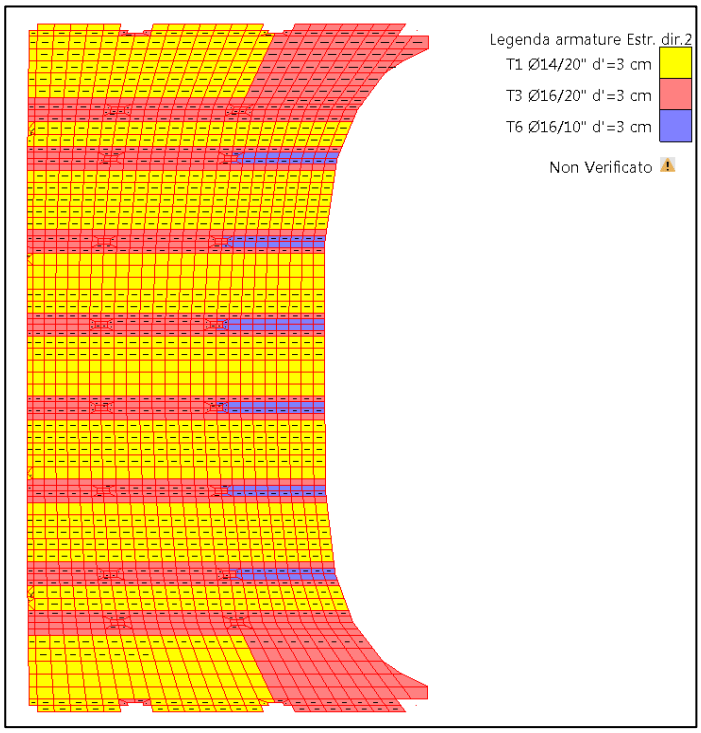
Pos	Ø (m...	Passo(cm)	Coprif.(...	Colore	A Par(cm²/...	A Tot(cm²/...
1	12	20	4.5		5.65487	5.65487
2	12	20	4.5		5.65487	11.3097

intradosso //Y, **direzione 3** **barre interne**

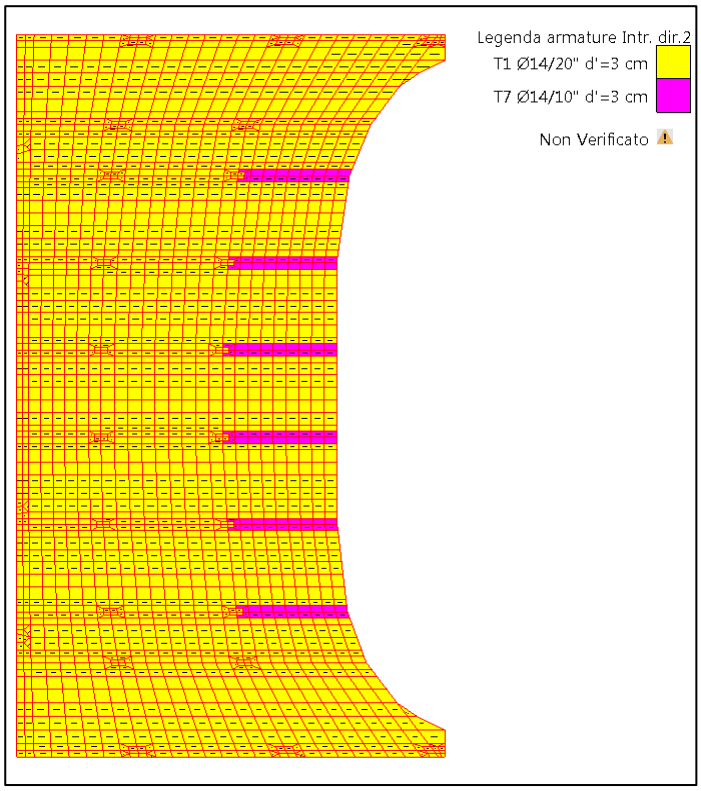
Tabella n° 5 Ø14/20" + Ø14/20"

Pos	Ø (m...	Passo(cm)	Coprif.(...	Colore	A Par(cm²/...	A Tot(cm²/...
1	14	20	4.5		7.6969	7.6969
2	14	20	4.5		7.6969	15.3938

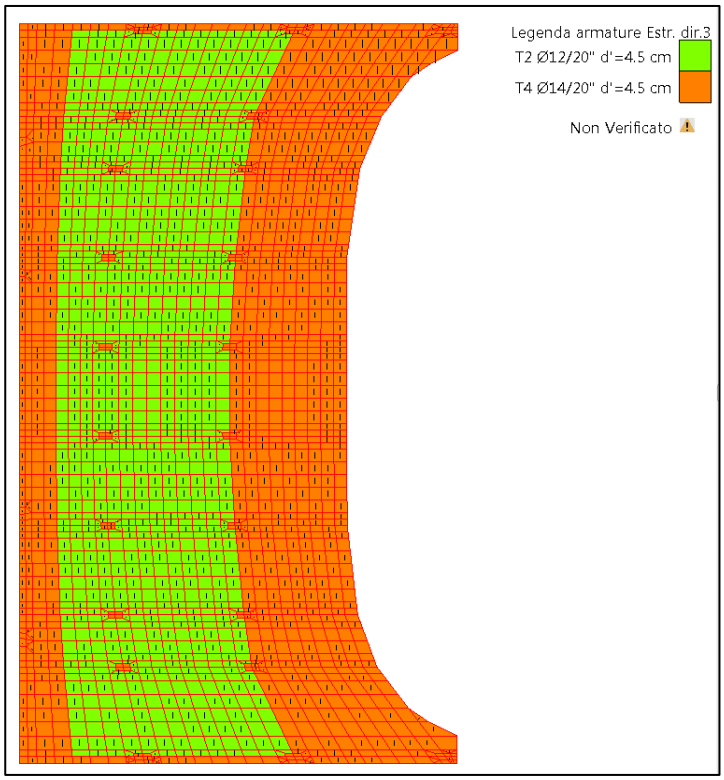
Si riportano gli schemi di distribuzione dell'armatura all'estradosso e all'intradosso in entrambe le direzioni.



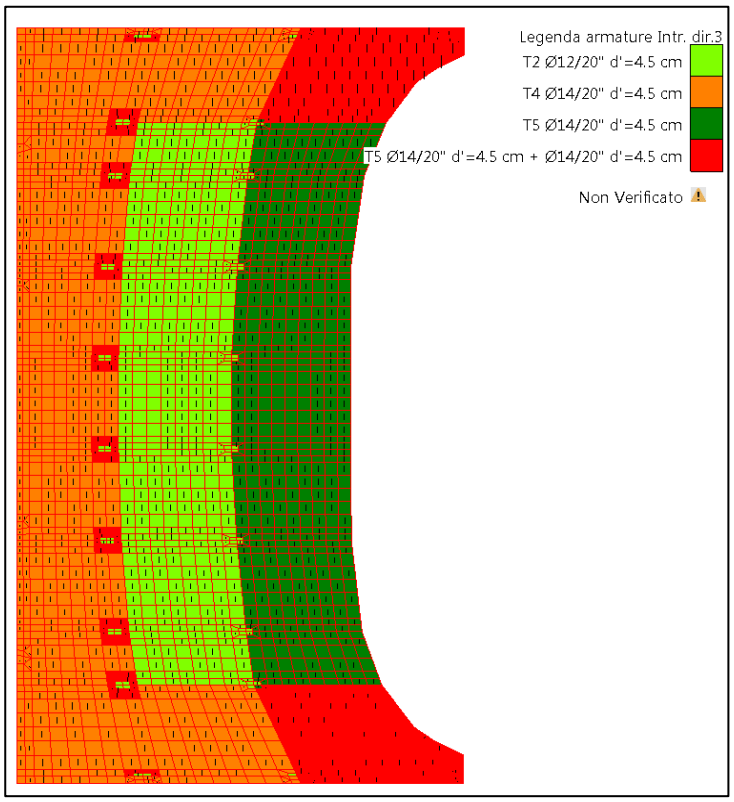
Armatura esterna all'estradosso in direzione 2 (direzione // asse x)



Armatura esterna all'intradosso in direzione 2 (direzione // asse x)



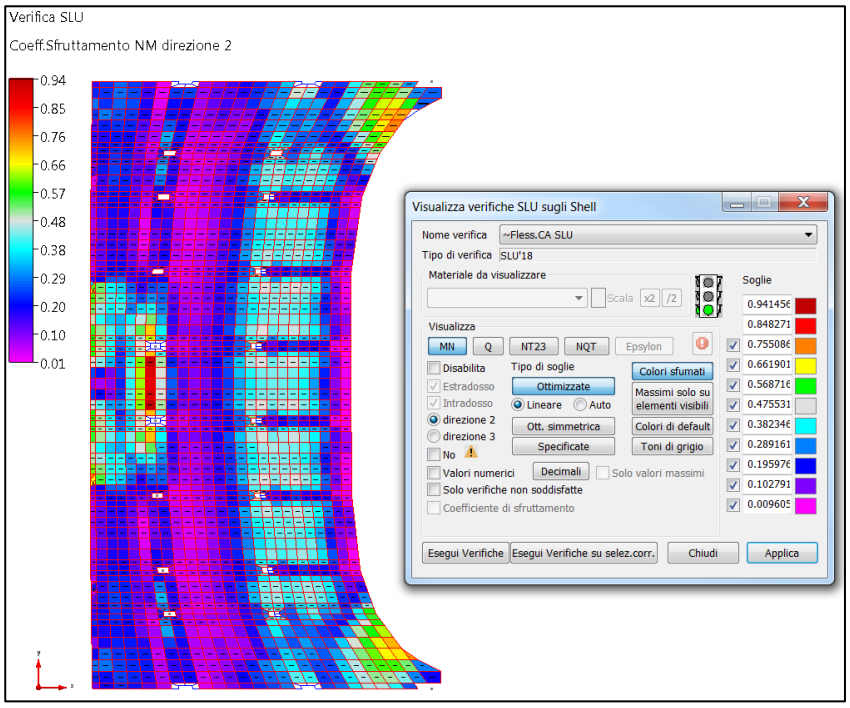
Armatura interna all'estradosso in direzione 3 (direzione // asse y)



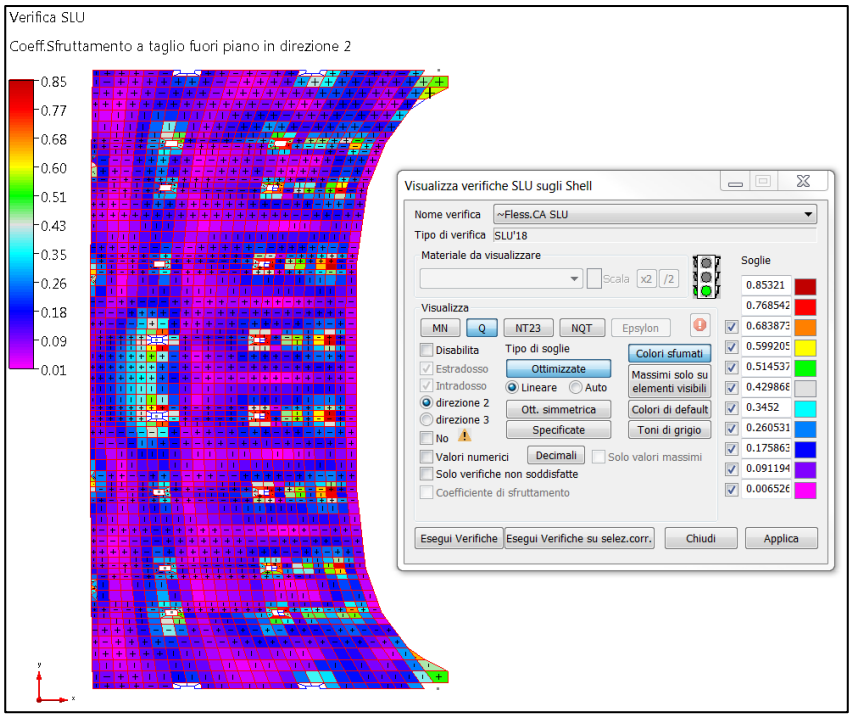
Armatura interna all'intradosso in direzione 3 (direzione // asse y)

5.1.3 Verifiche SLU della soletta

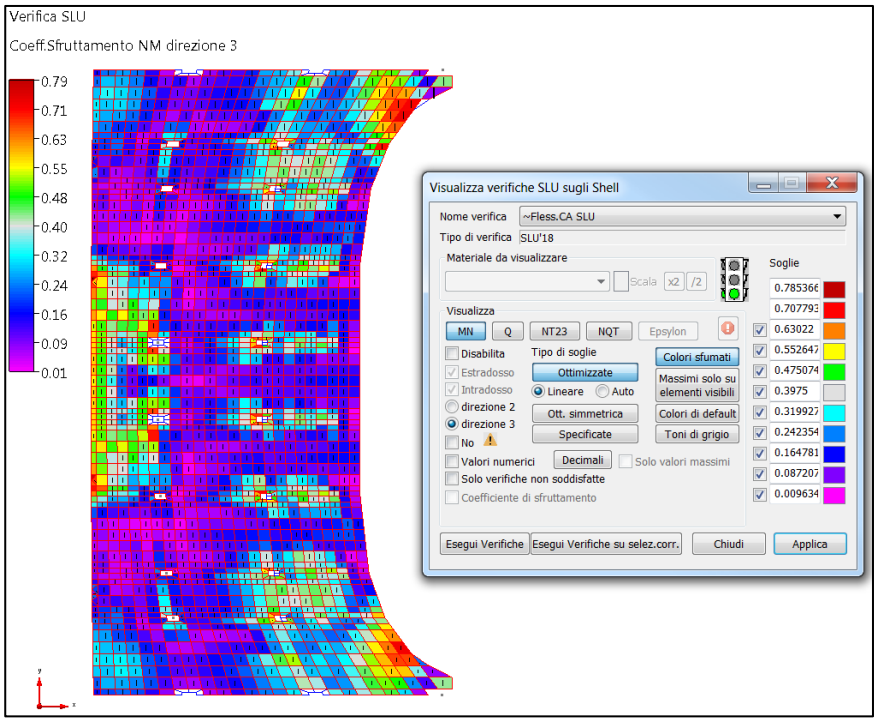
Le verifiche di resistenza della soletta risultano tutte positive, si riportano alcune immagini esplicative.



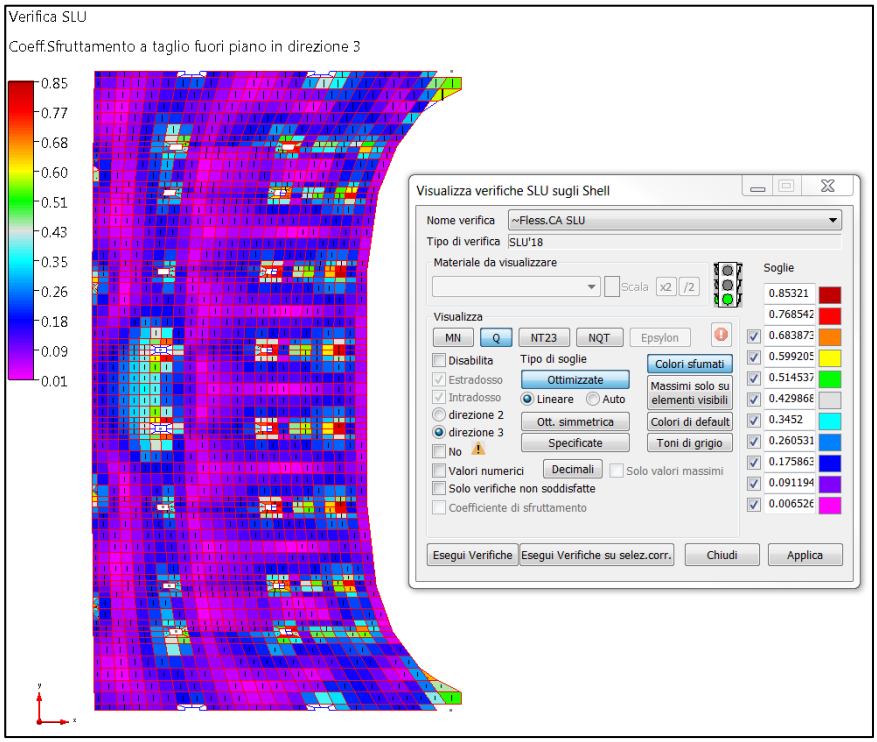
Verifica a flessione in direzione 2 (direzione // asse x)



Verifica a taglio in direzione 2 (direzione // asse x)



Verifica a flessione in direzione 3 (direzione // asse y)

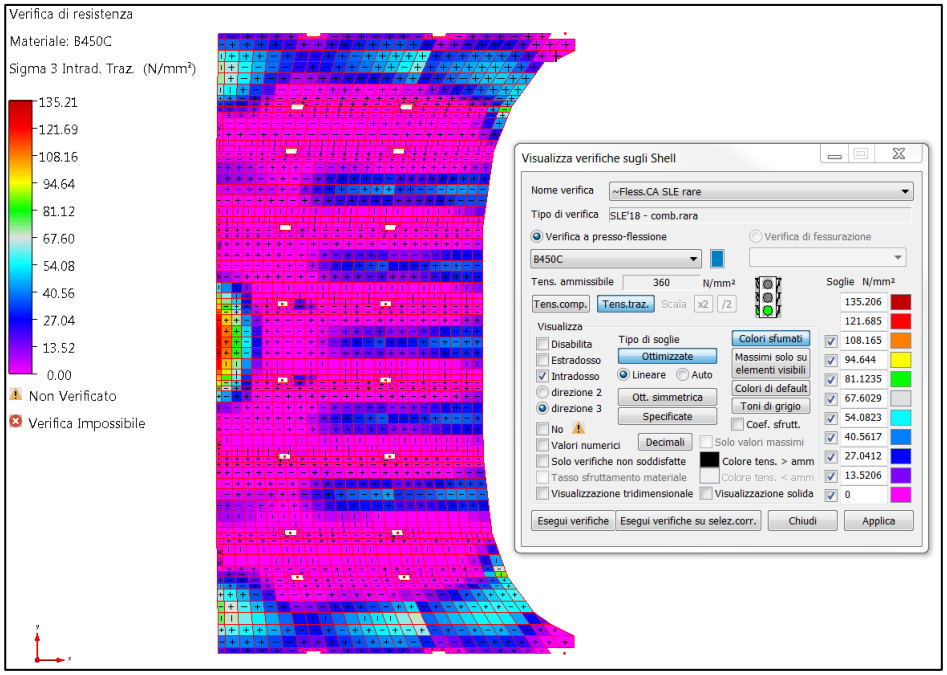


Verifica a taglio in direzione 3 (direzione // asse y)

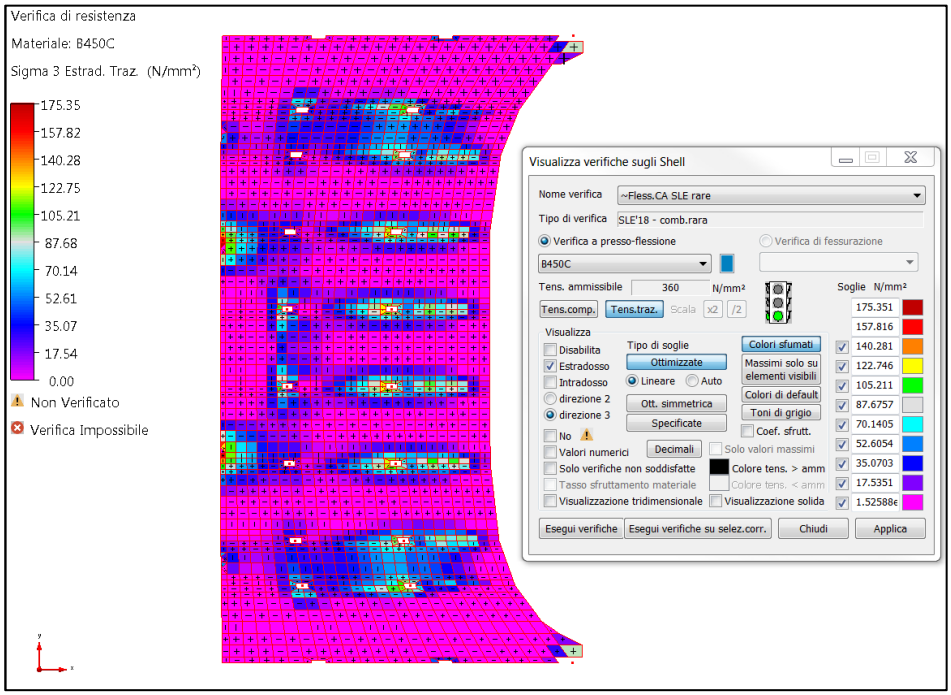
5.1.4 Verifiche SLE soletta

Le verifiche SLE di resistenza in termini tensionali su cls e barre e le verifiche di fessurazione della soletta e risultano tutte positive, si riportano alcune immagini esplicative.

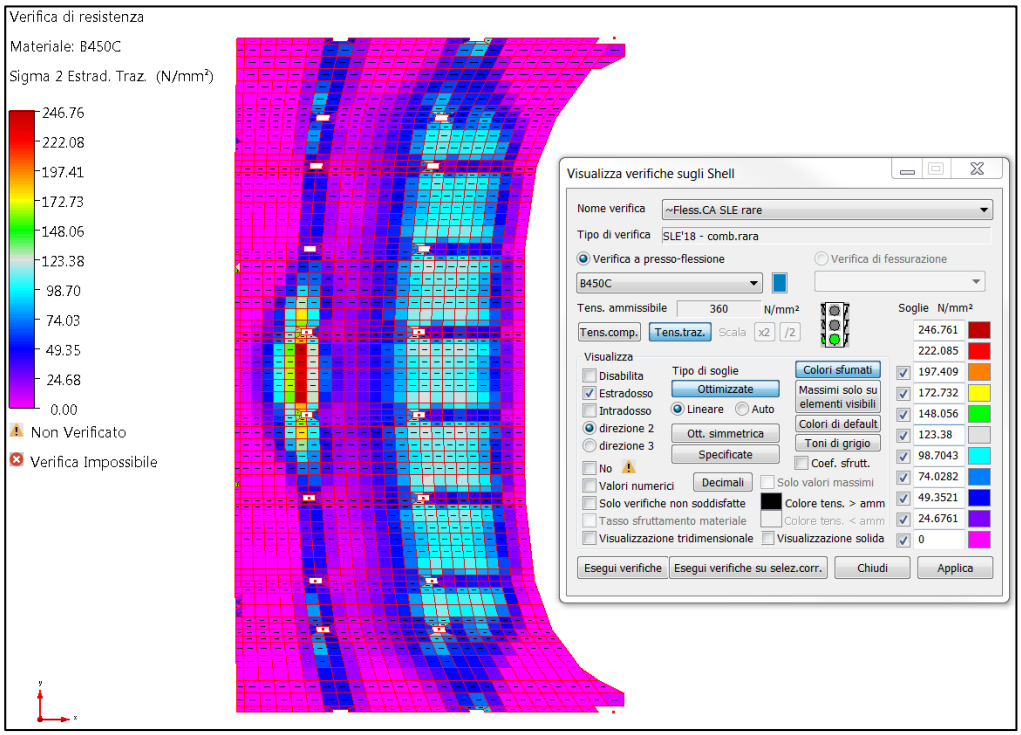
5.1.4.1 Verifiche SLE R soletta



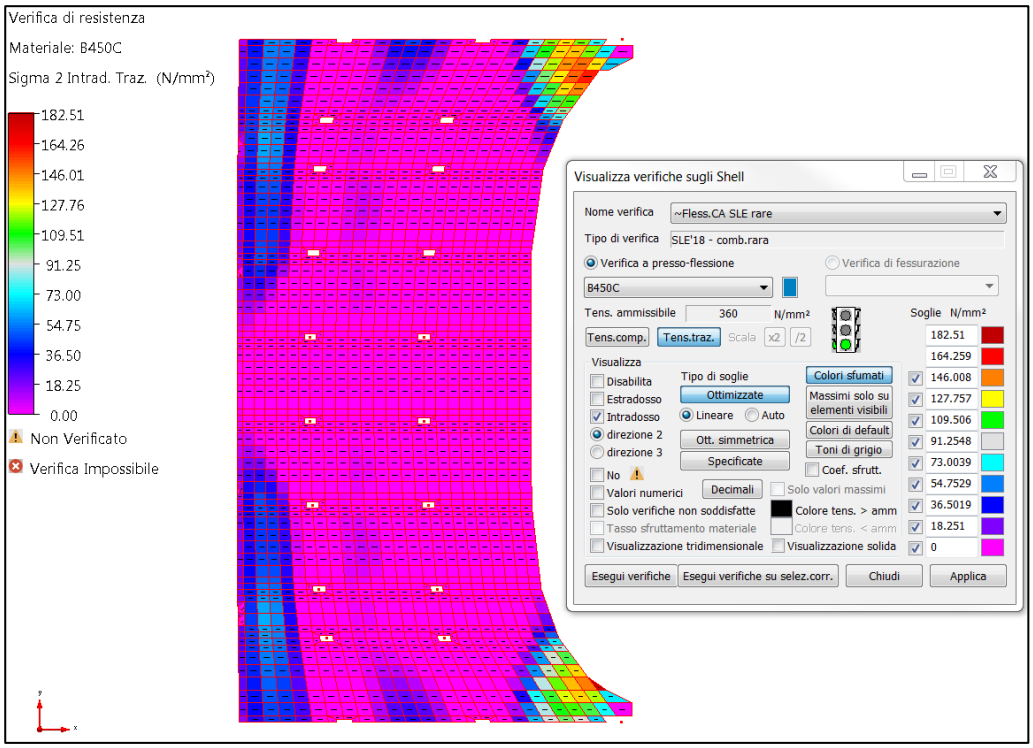
Verifica SLER a flessione – armatura intradosso in direzione 3



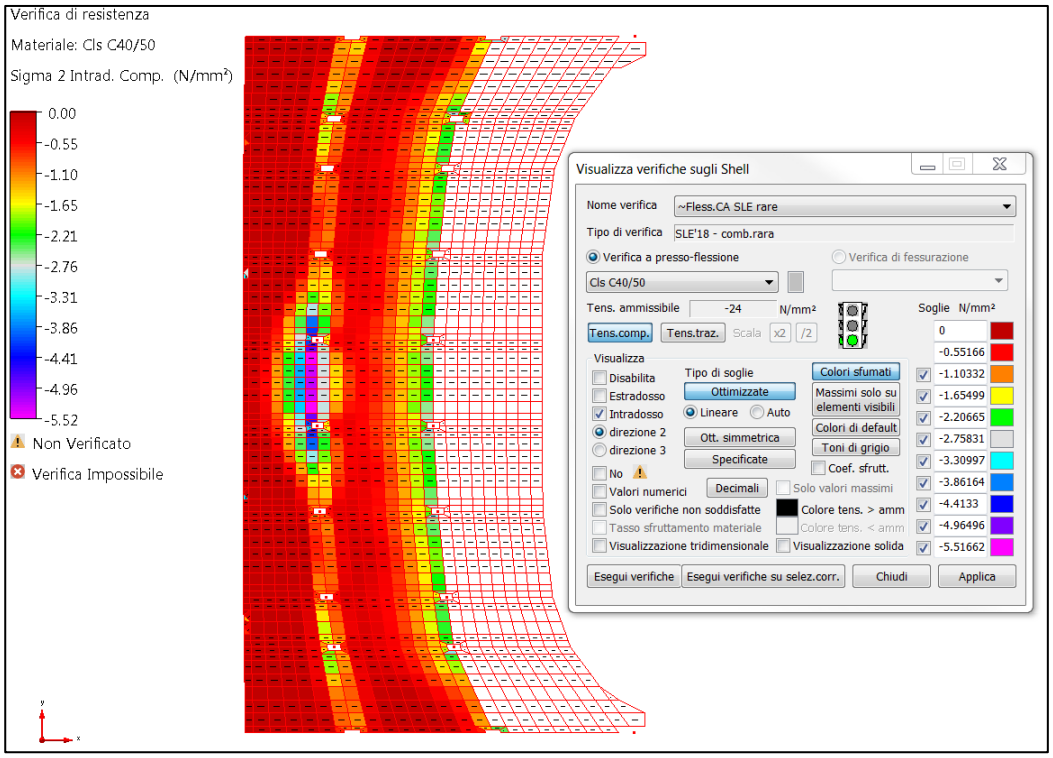
Verifica SLER a flessione – armatura estradosso in direzione 3



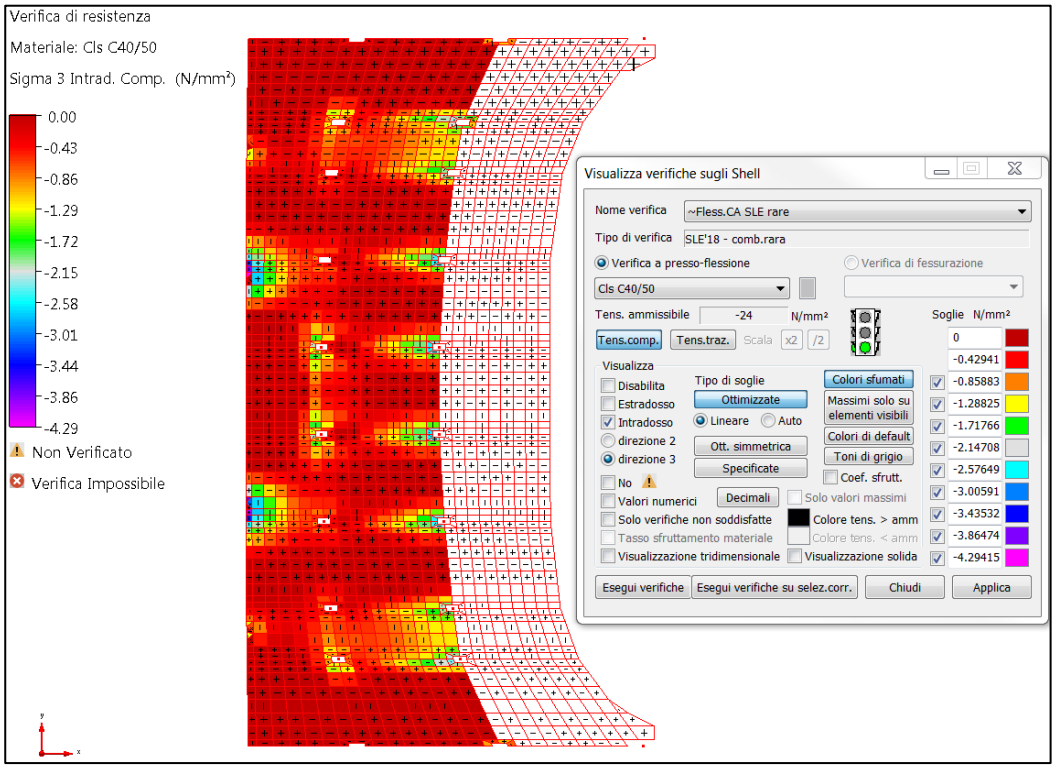
Verifica SLER a flessione – armatura estradosso in direzione 2



Verifica SLER a flessione – armatura intradosso in direzione 2



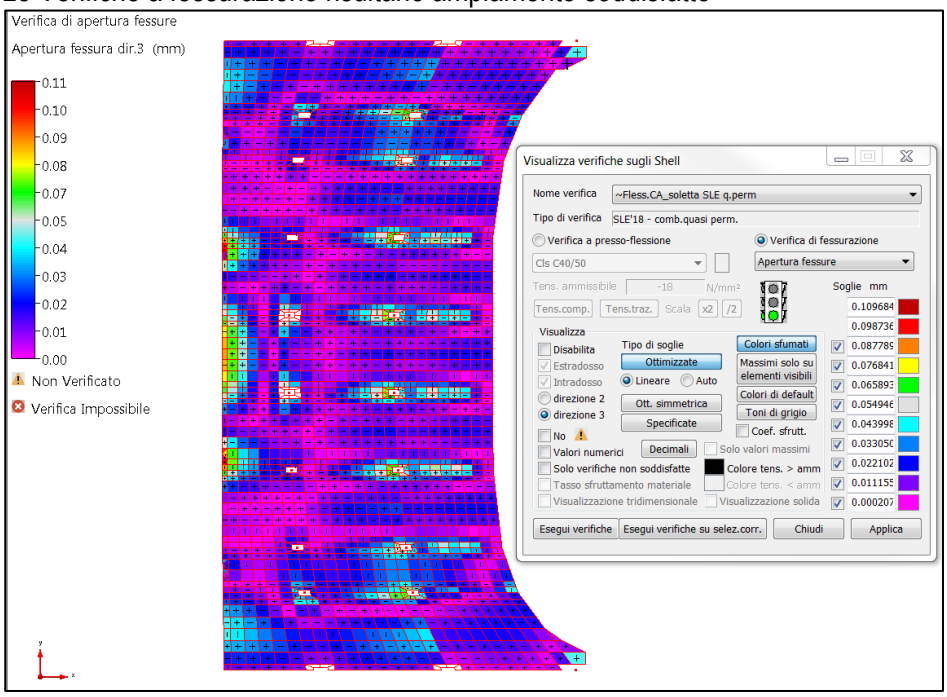
Verifica SLE R a flessione – cls - direzione 2 intradosso



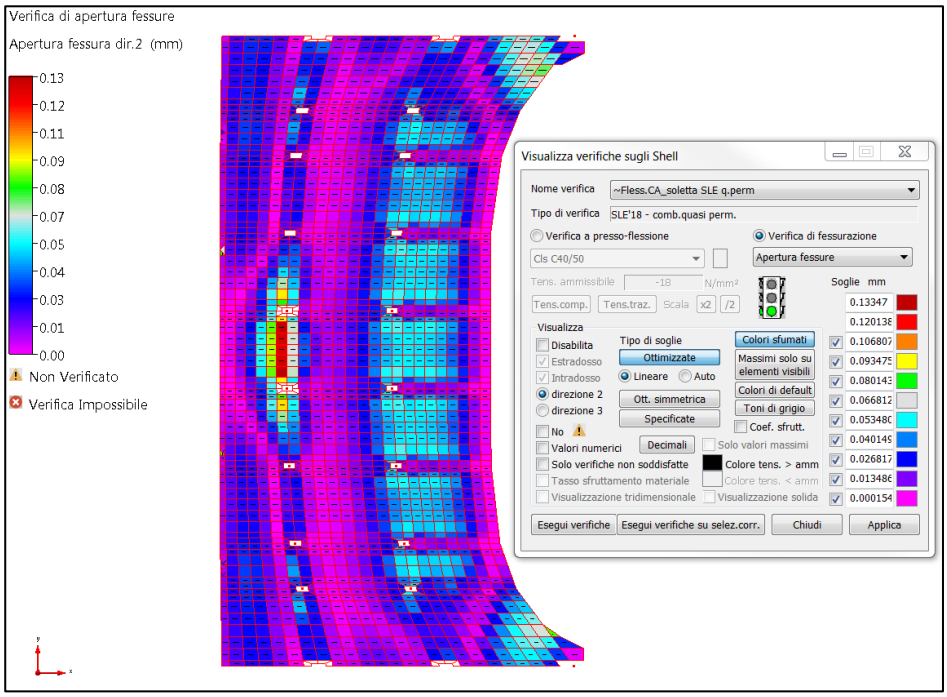
Verifica SLE R a flessione – cls - direzione 3 intradosso

5.1.4.2 Verifiche a fessurazione della soletta

Le Verifiche a fessurazione risultano ampiamente soddisfatte



Verifica SLE QP a flessione – fessurazione in direzione 3



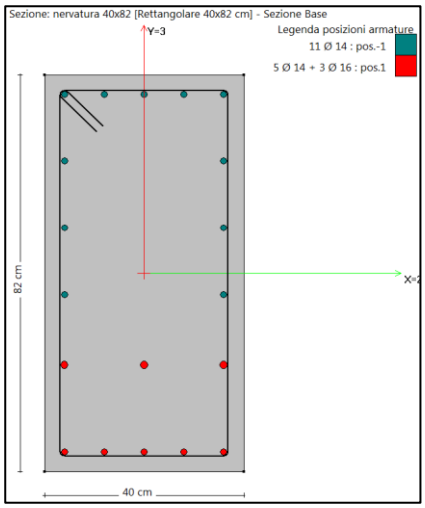
Verifica SLE QP a flessione – fessurazione in direzione 2

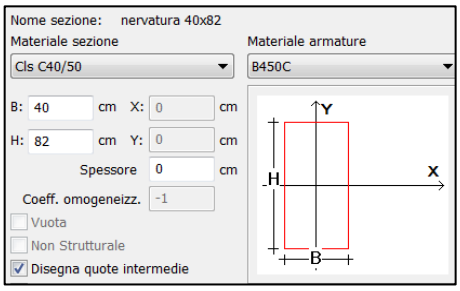
5.1.4.3 Nervature estradossate della soletta

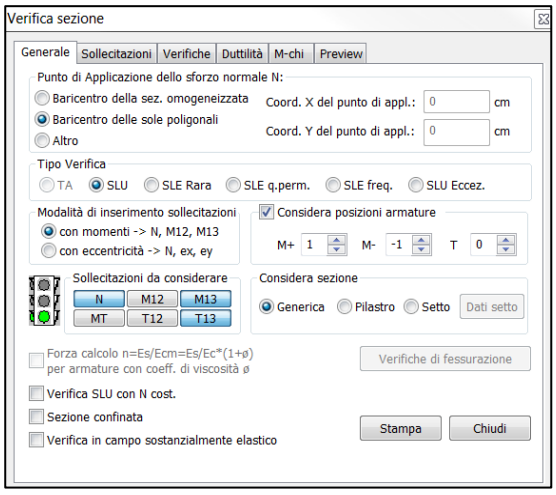
Le nervature vengono verificate sulla sezione rettangolare di altezza pari al setto verticale comprensiva di metà dello spessore della soletta.

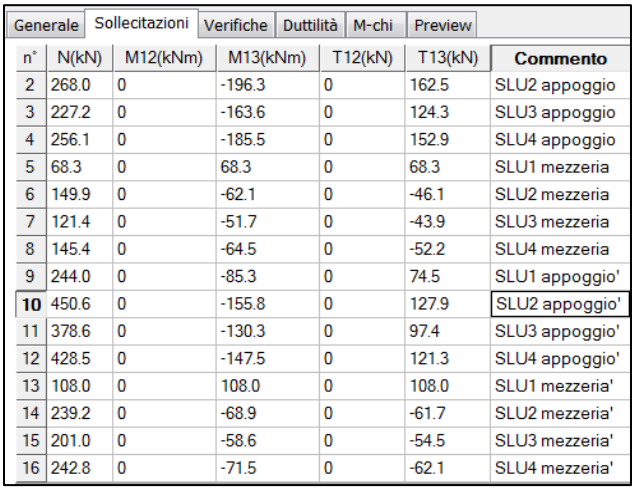
Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.

<u>Sezione nervatura 40x82 cm</u>



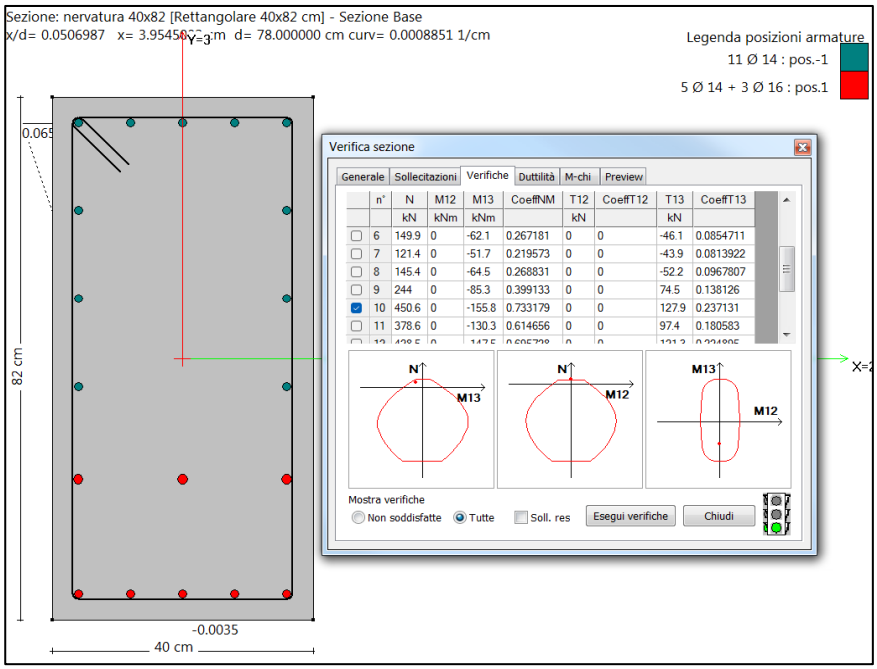




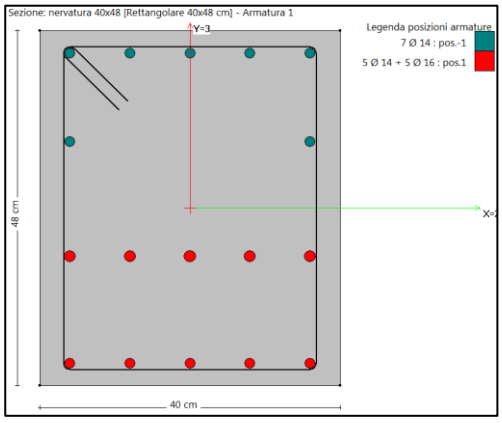


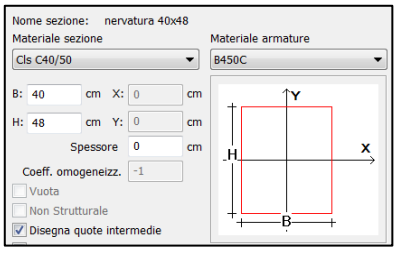
Generale | Sollecitazioni | Verifiche | Duttilità | M-chi | Preview

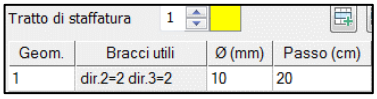
n°	N(kN)	M12(kNm)	M13(kNm)	T12(kN)	T13(kN)	Commento
2	268.0	0	-196.3	0	162.5	SLU2 appoggio
3	227.2	0	-163.6	0	124.3	SLU3 appoggio
4	256.1	0	-185.5	0	152.9	SLU4 appoggio
5	68.3	0	68.3	0	68.3	SLU1 mezzeria
6	149.9	0	-62.1	0	-46.1	SLU2 mezzeria
7	121.4	0	-51.7	0	-43.9	SLU3 mezzeria
8	145.4	0	-64.5	0	-52.2	SLU4 mezzeria
9	244.0	0	-85.3	0	74.5	SLU1 appoggio'
10	450.6	0	-155.8	0	127.9	SLU2 appoggio'
11	378.6	0	-130.3	0	97.4	SLU3 appoggio'
12	428.5	0	-147.5	0	121.3	SLU4 appoggio'
13	108.0	0	108.0	0	108.0	SLU1 mezzeria'
14	239.2	0	-68.9	0	-61.7	SLU2 mezzeria'
15	201.0	0	-58.6	0	-54.5	SLU3 mezzeria'
16	242.8	0	-71.5	0	-62.1	SLU4 mezzeria'

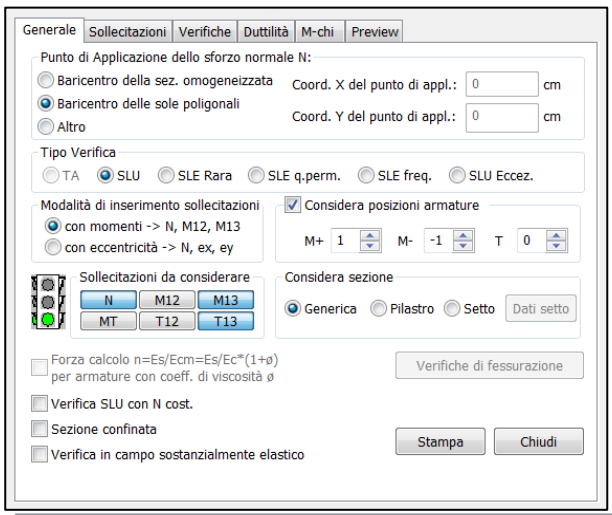


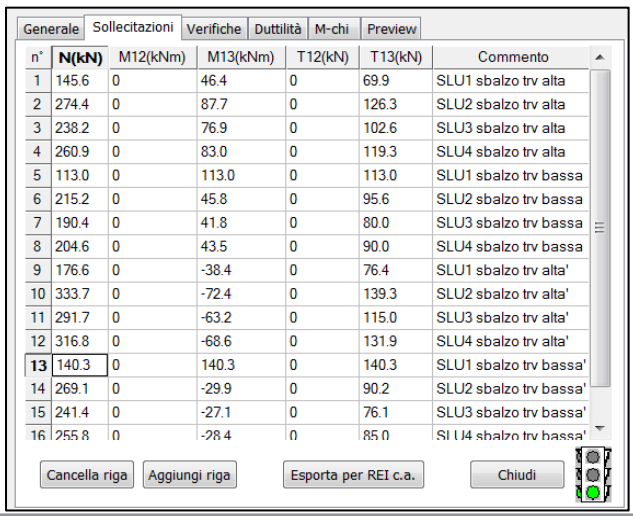
Sezione nervatura 40x48 cm



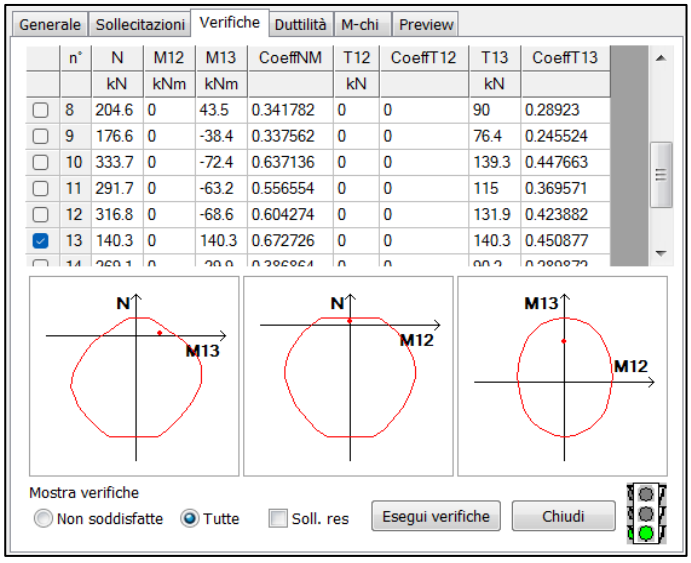




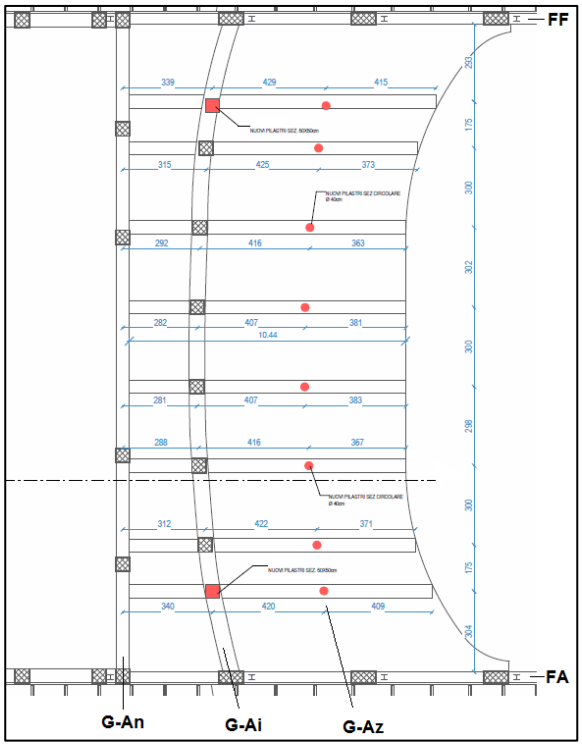




MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



5.1.5 Travi impalcato



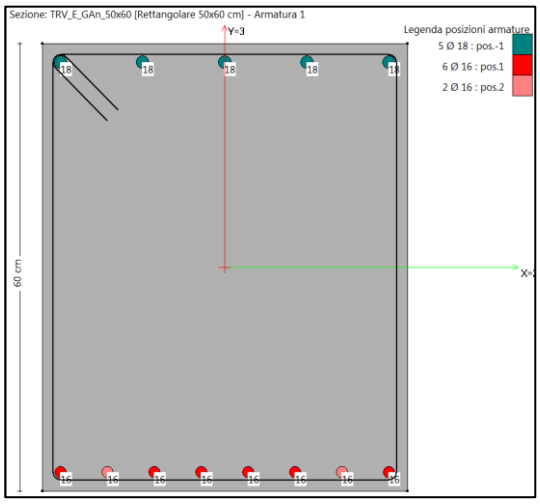
5.1.5.1 Trave sul filo G-An

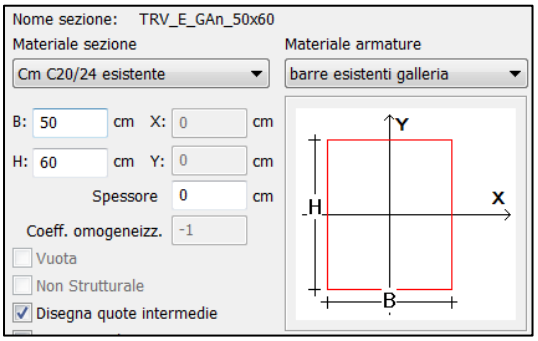
La trave è verificata come trave esistente (tutti i materiali sono considerati esistenti)

La trave regge il solaio esistente (balconata) e la nuova soletta della Galleria.

La trave è esistente e viene ricavata dalla demolizione della parte superiore: l'armatura inferiore considerata nella verifica è quella esistente individuata tramite le indagini in sito, l'armatura superiore e le staffe considerate nella verifica sono nuove.

Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.



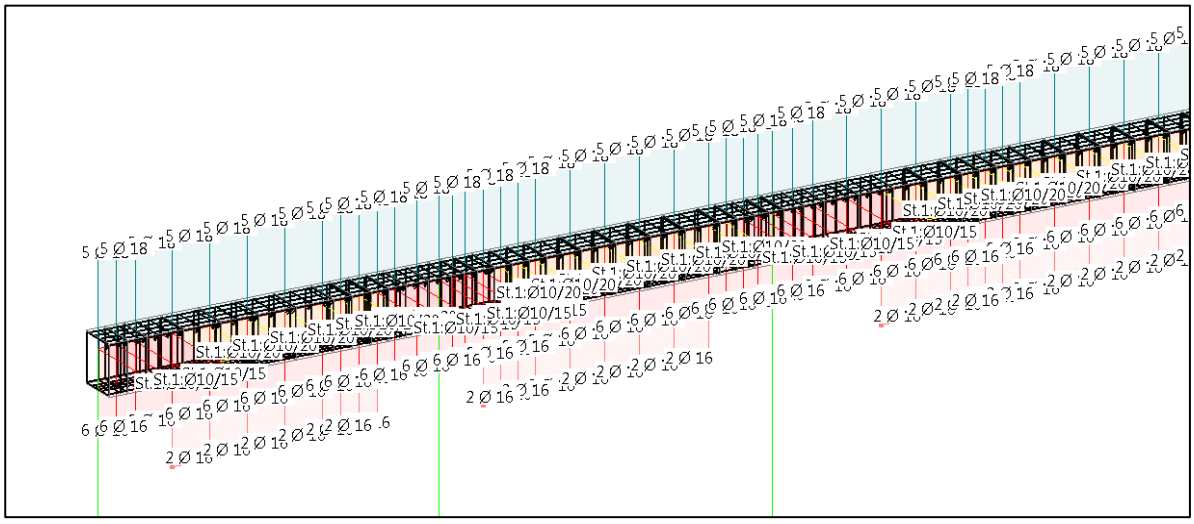


Tratto di staffatura 1

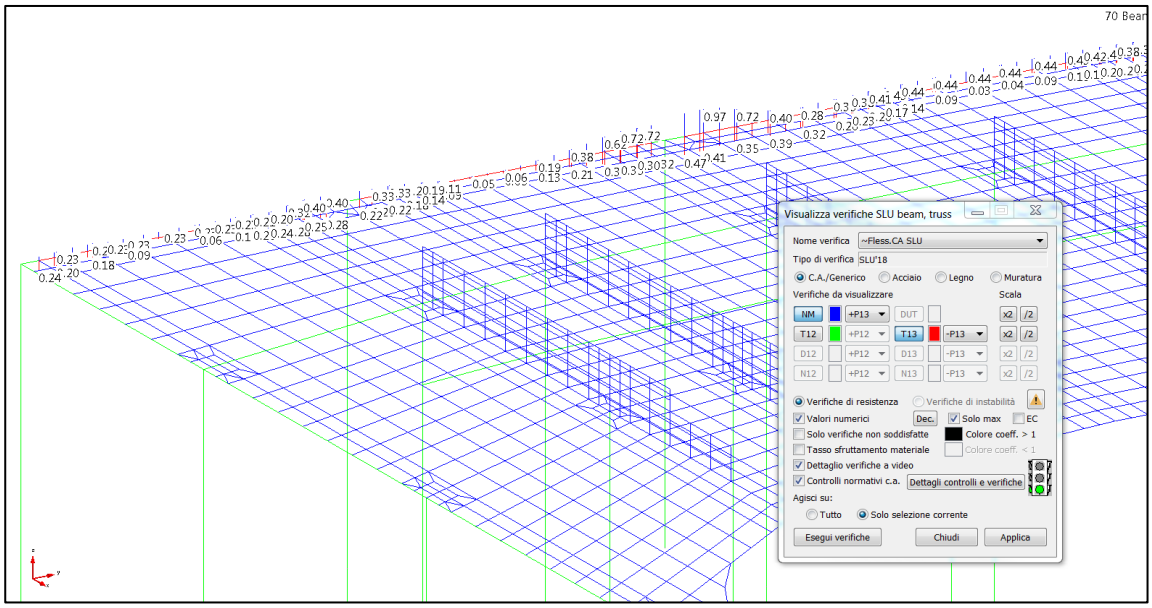
Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo (cm)
1	dir.2=2 dir.3=2	10	20

Tratto di staffatura 2

Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo
1	dir.2=2 dir.3=2	10	15



Trave filo G-An: armatura di progetto



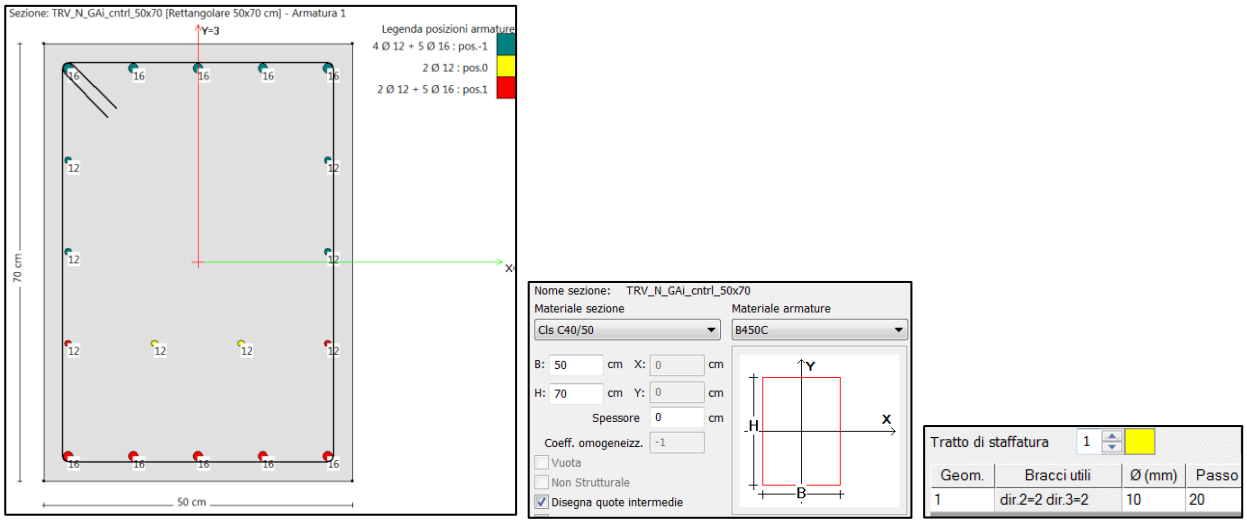
Trave filo G-An: Report verifica a flessione (blu) e a taglio (rossa) – Inviluppo SLU

5.1.5.2 Trave sul filo G-Ai; tratto centrale estradossato

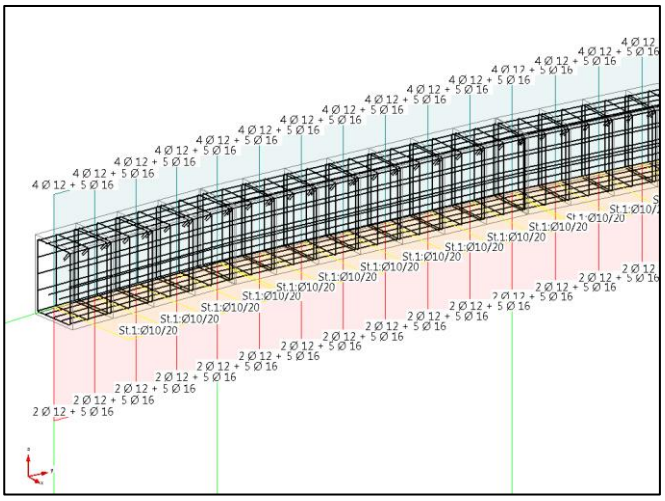
La trave è di nuova realizzazione e poggia sull'estensione dei pilastri 50x50 esistenti e sui due nuovi pilastri di bordo sempre a sezione quadrata 50x50.

La trave nel tratto centrale è estradossata a filo con la nuova soletta, ad essa si innestano le nervature della soletta.

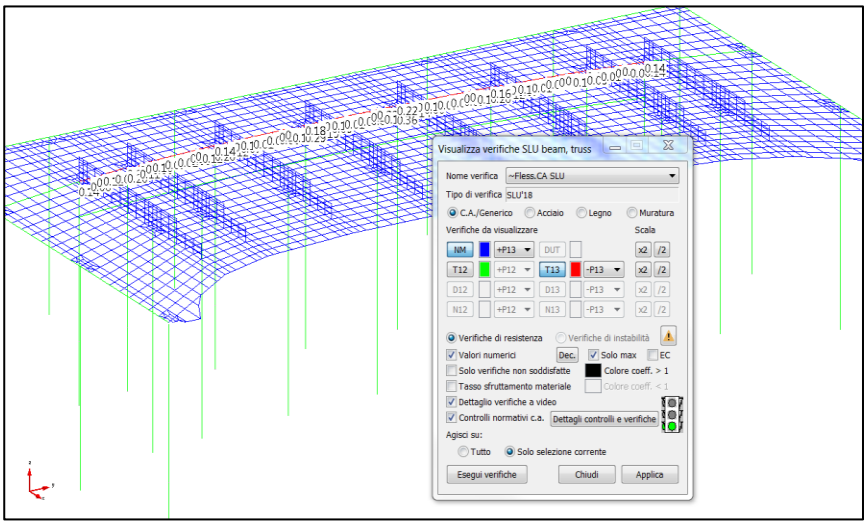
Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.



Sezione di verifica



Trave filo G-Ai, tratto centrale: armatura di progetto



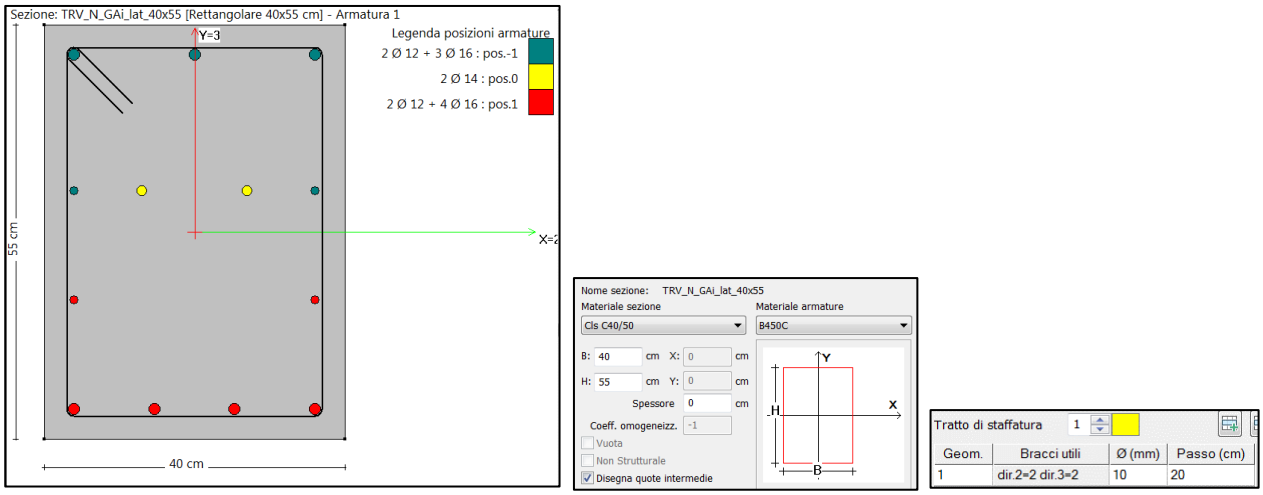
Trave centrale filo G-Ai: Report verifica a flessione (blu) e a taglio (rossa) – Inviluppo SLU

5.1.5.3 Trave sul filo G-Ai; tratti laterali intradossati

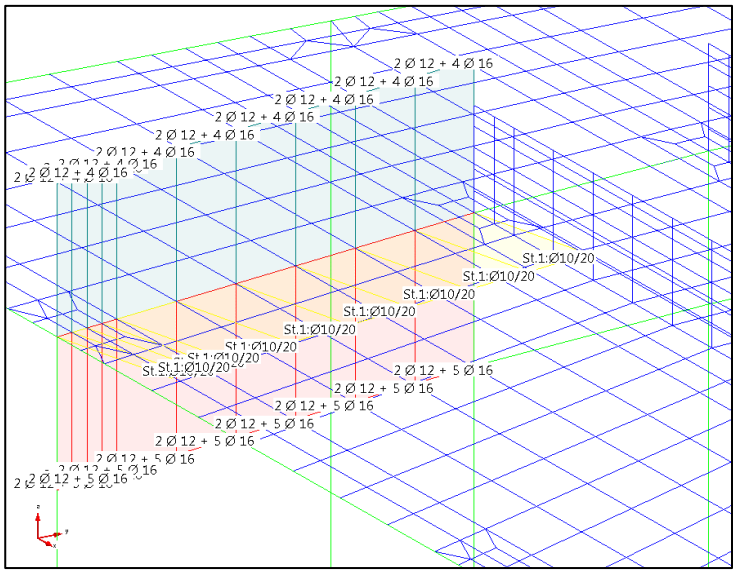
La trave è di nuova realizzazione e si appoggia sull'estensione dei pilastri 50x50 esistenti e sui due nuovi pilastri di bordo sempre a sezione quadrata 50x50.

La trave nei tratti laterali è intradossata a filo con la nuova soletta, ogni tratto si appoggia internamente su nuovo pilastro 50x50 mentre all'estremità di bordo si innesta sul pilastro esistente 40x60 (pilastro del telaio principale).

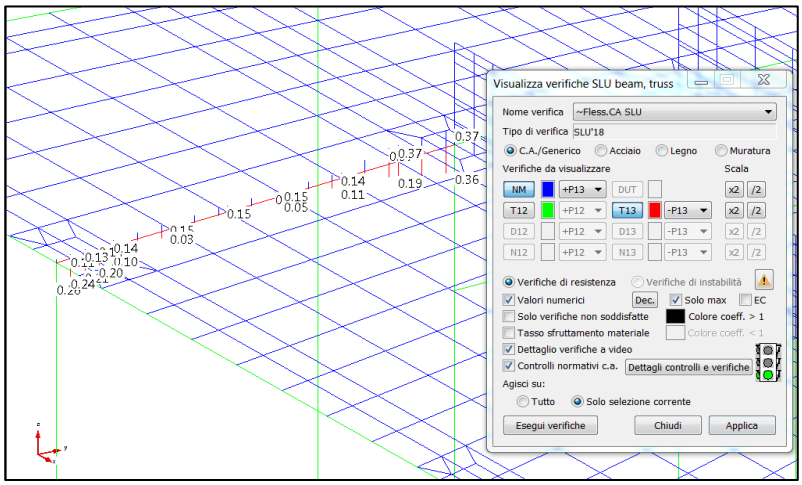
Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.



Sezione di verifica



Trave filo G-Ai, tratto laterale: armatura di progetto



Trave laterale filo G-Ai: Report verifica a flessione (blu) e a taglio (rossa) – Inviluppo SLU

5.1.5.4 Travi esistenti di bordo filo F-A (lato via Petrarca)

Le travi corrono tra pilastro e pilastro del telaio principale lato via Petrarca, sono travi esistenti.

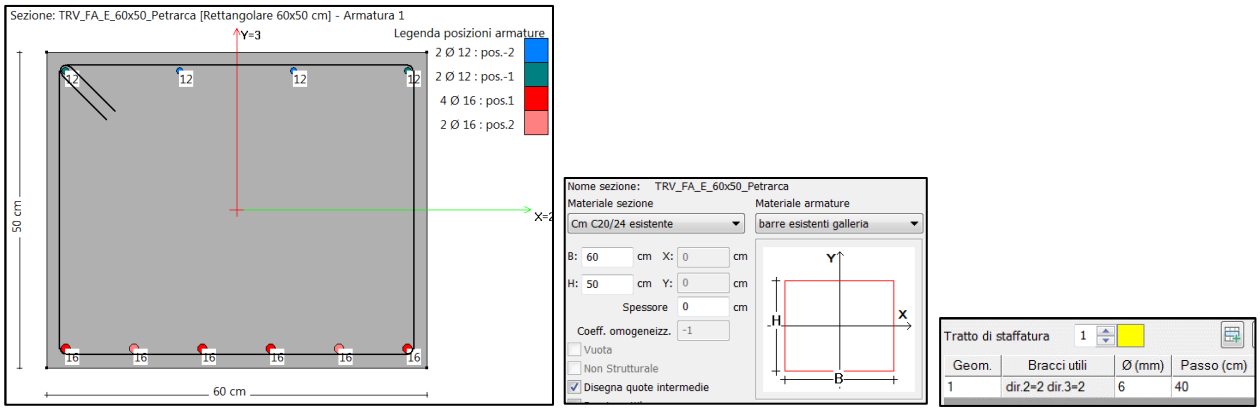
Nello Stato di Fatto reggevano l'impalcato lato manica Petrarca e il tamponamento, non erano collegate alla soletta della galleria esitente che era posta ad una quota superiore.

Nello Stato di Progetto la travata non regge più l'impalcato lato manica ma solo la nuova soletta della Galleria, innestata a taglio.

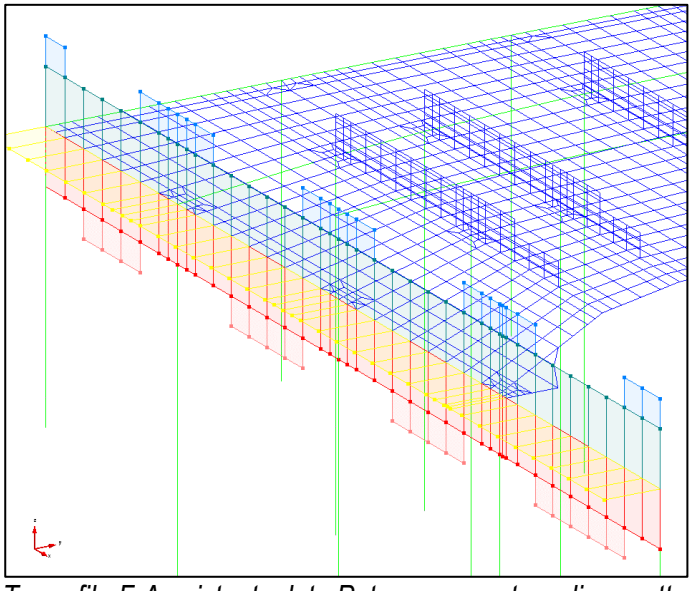
Si riporta la verifica della travata sottoposta ai carichi di progetto nelle condizioni geometriche e materiche esistenti.

Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.

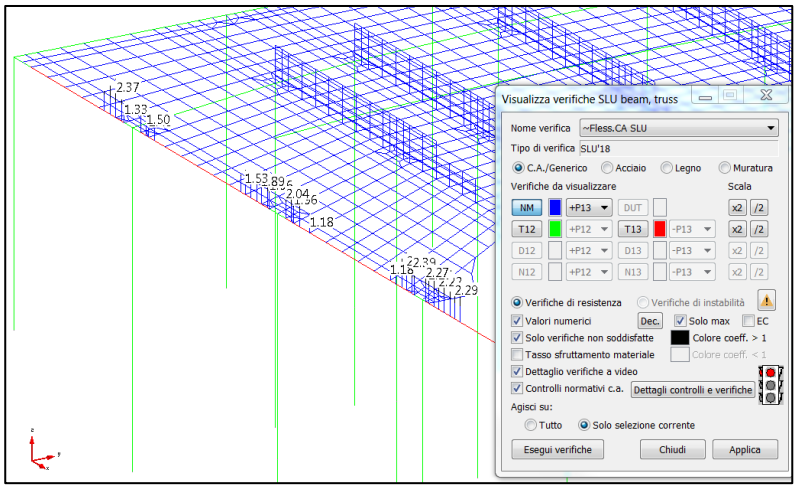
Dalle verifiche risulta che la travata esistente non risulta verificata e che necessita di intervento di rinforzo.



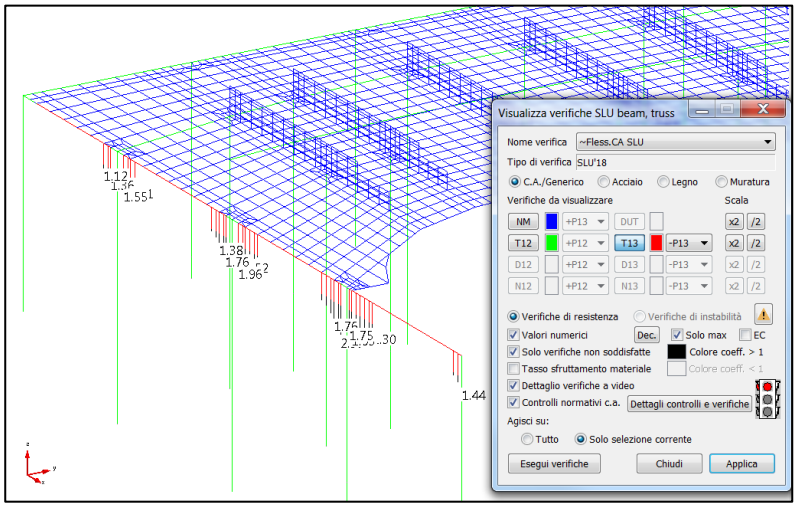
Sezione di verifica



Trave filo F-A esistente, lato Petrarca: armatura di progetto



Trave filo F-A esistente, lato Petrarca: Report di Verifica a Flessione

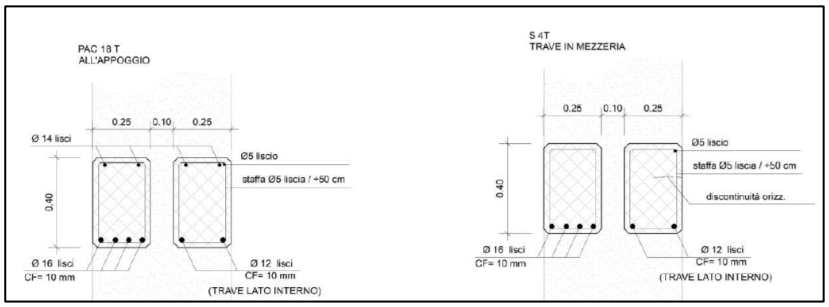


Trave filo F-A esistente, lato Petrarca: Report di Verifica a Taglio

<u>Le verifiche di resistenza non sono rispettate. La trave esistente deve essere rinforzata.</u>

5.1.5.5 Travi esistenti di bordo filo F-F (lato Biblioteca)

Le travi corrono tra pilastro e pilastro del telaio principale lato Biblioteca, sono travi esistenti composte da due travi indipendenti affiancate spaziate di circa 10 cm.



Nello Stato di Fatto reggevano l'impalcato manica lato Biblioteca e il tamponamento, non erano collegate alla soletta della Galleria esitente che era posta ad una quota superiore.

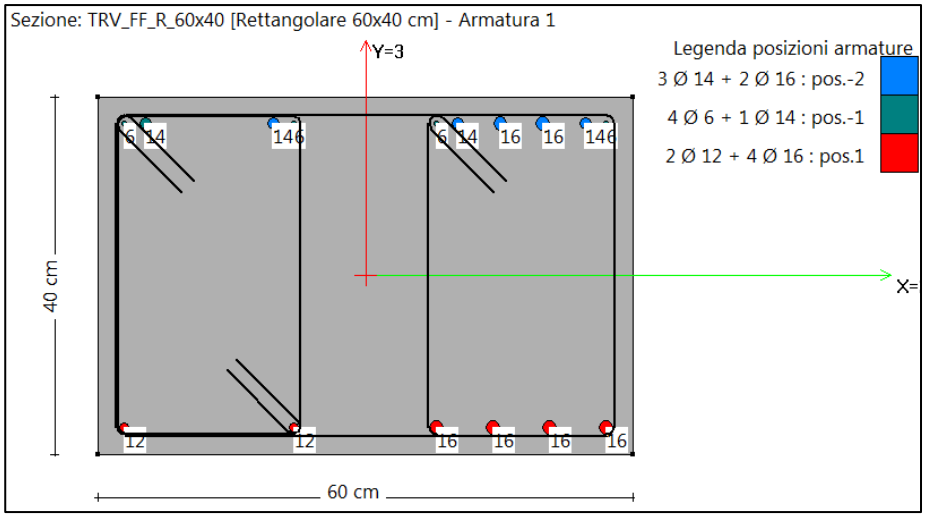
Nello Stato di Progetto la travata non regge più l'impalcato lato manica ma solo la nuova soletta della Galleria, innestata a taglio.

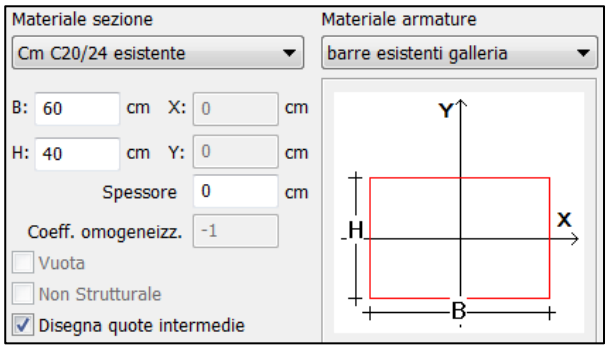
La verifica della singola trave 25x60cm è fortemente negativa.

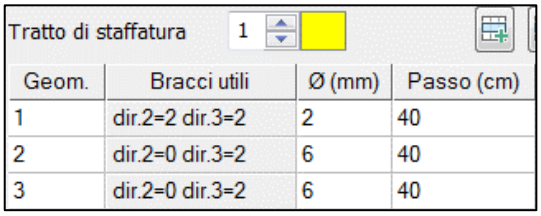
Si riporta la verifica della travata sottoposta ai carichi di progetto nelle condizioni materiche esistenti e considerando la sezione solidarizzata con le armature esistenti.

Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.

Dalle verifiche risulta che la travata esistente "unificata" non risulta verificata e che necessita di intervento di rinforzo.

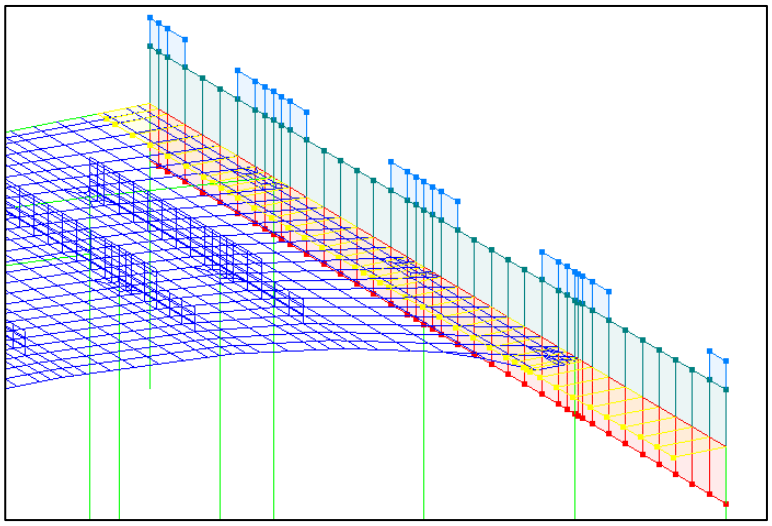




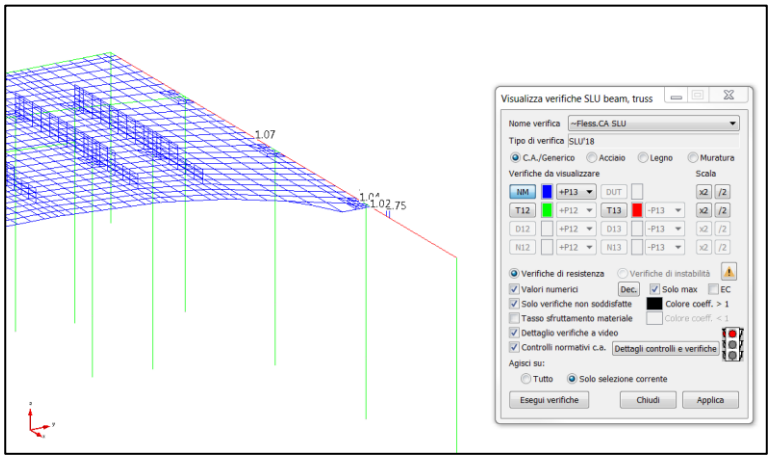


Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo (cm)
1	dir.2=2 dir.3=2	2	40
2	dir.2=0 dir.3=2	6	40
3	dir.2=0 dir.3=2	6	40

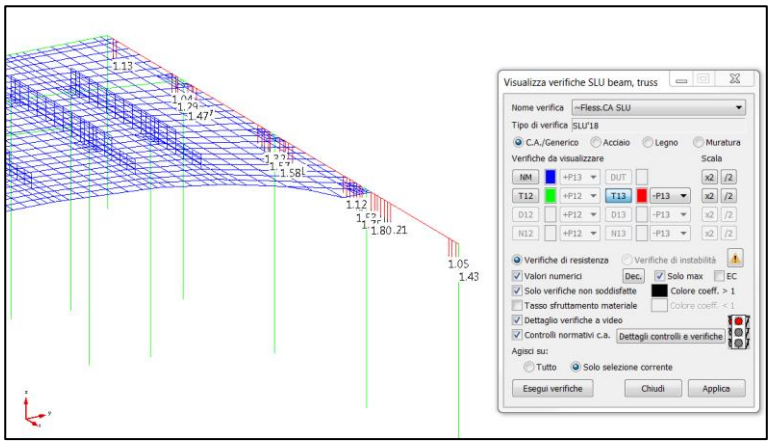
Sezione di verifica



Trave filo F-F esistente, lato Biblioteca: armatura di progetto



Trave filo F-F esistente, lato Biblioteca: Report di Verifica a Flessione



Trave filo F-F esistente, lato Biblioteca: Report di Verifica a Taglio

La travata risulta da rinforzare agli appoggi sia a Taglio che a Momento negativo. La coppia di travi deve essere solidarizzata (la trave interna 25x40 da sola non ce la farebbe anche se rinforzata)

5.1.6 Verifiche di Deformabilità

La struttura della Galleria non presenta deformazioni di rilievo ad eccezione della fascia a sbalzo.

Dall'analisi degli spostamenti a breve e lungo periodo, riportate nel paragrafo dedicato, risultano valori ampiamente ammissibili, nei termini prescritti in C4.1.2.2.2, con particolare riguardo allo sbalzo di 4.0 m dell'impalcato da considerarsi come mensola innestata sul filo della pilastrata.

Dall'analisi sul modello con moodulo E_{cm} = 35 Gpa , risulta:
Massima freccia allo sbalzo, SLE QP, DZ_{sb} = -0.37- (-0.5) = -0.32 cm
Riduzione del modulo elatico a lungo termine = 0.35
Massima freccia allo sbalzo, a lungo termine, $DZ_{sb,\infty}$ = -32/0.35 = -0.91 cm
Essendo la lunghezza dello sbalzo; L_{sb} = 400 cm
Risulta:
$DZ_{sb,\infty}/L_{sb}$ = 1/438 < 1/250

Tale abbassamento è da ritenersi ammissibile in ottemperanza al presente capoverso: "Per quanto riguerda dell'aspetto e della funzionalità dell'opera, le frecce a lungo termine di travi e solai, calcolate sotto la condizione quasi permanente dei carichi, non dovrebbero superare il limite di 1/250 della luce".

Peraltro, non risulta necessario procedere ad un calcolo analitico dell'inflessione essendo rispettati i limiti imposti dalla procedura indicata in C4.1.2.2.2 con l'espressione [C4.1.4], qui valutata con l'analoga espressione (7.16 riportata nel paragrafo 7.4.2 dell'Eurocodice EN 1992-2-1:2004.

Si riporta esempio per lo sbalzo, essendo la condizione più gravosa in quanto le luci di campata delle solette sono pari a 3.0 m.

Soletta c.a. sp. 26 – sbalzo tipico

Si considera come sezione reagente una sezione rettangolare con larghezza di 100 cm e altezza h di 26 cm e armatura longitudinale 12/20.

f_{yk} =	450	Mpa	
f_{ck} =	40	Mpa	
$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}}\ 10^{-0.3}$ =	0.63%		
altezza sezione, h =	260	mm	
base sezione, b =	1000	mm	
copriferro =	30	mm	
A_{cls} =	260000	mm^2	
armatura zona tesa, A_s =	565.00	mm^2	D12/20
armatura zona compressa, A'_s =	565.00	mm^2	D12/20
altezza utile sezione, d =	230	mm	
$A_{cls,eff.}$ = b x d =	230000	mm^2	

dall'analisi dell'impalcato si ricava:

armatura zona tesa richiesta, $A_{s,req}$ =	565.0	mm^2
armatura zona compressa richiesta, $A_{s',req}$ =	200.0	mm^2

risultano i seguenti parametri:

ρ =	0.246%	<	ρ_0
ρ' =	0.087%		
$l/d)_{lim}$ =	30.17	valido per	$\rho<\rho_0$
lunghezza campata, l =	4.0	m	
K =	0.4	mensole	

coefficiente correttivo c funzione dell'effettivo stato tensionale SLER

$c = 500/(f_{yk}\ A_{s,req}/A_s)$ =	1.11		
$c = 310/\sigma_s$ =	1.03		
σ_s =	300.0	Mpa	

si assume il minore tra i due coefficienti riportati

c=	1.03		
l/d =	17.4	≤	c $l/d)_{lim}$ = 31.2

Non è necessario il calcolo analitico dell'inflessione

Si osserva che il rispetto dell'ammissibilità degli spostamenti è strettamente connesso al materiale, al disegno della struttura e alle modalita costruttive, in particolare:

classe cla C40/50 e scassero superiore a 30 giorni dal getto.

5.1.7 Progetto di rinforzo delle travi esistenti

Si prevede di inserire all'intradosso delle travi di bordo esistenti che corrono sui fili delle pilastrate principali dei profili metallici.

5.1.7.1 Travi metalliche filo F-A (lato via Petrarca)

Verifica trave

Si riporta il dimensionamento, effettuato con schema manuale, del profilo metallico in semplice appoggio tra pilastro e pilastro, luce 470 cm.

nuova trave all'intradosso	HEA360	S275
J_z =	33090	cm^4
E =	2100000	kg/cmq
luce trave, L =	4.7	m
interasse soletta, i =	3.2	m
$G_{1k,trave\ esistente}$ =	735	kg/m
$G_{1k,soletta}$ =	650	kg/m
$G_{2k,tamponamento}$ =	640	kg/m
$G_{2k,finitura\ caminamento}$ =	123	kg/m
$G_{1k,trave\ metallica}$ =	112	kg/m
carichi distribuiti caratteristici:		
q_{G1k} =	1887	kg/m
q_{G2k} =	837	kg/m
q_{Qk} =	800	kg/m

carichi distribuiti totali fattorizzati:

q_{SLE} = 3524 kg/m

q_{SLU} = 4908 kg/m

Sollecitazioni di progetto:

T_{SLE} = 8281 kg

T_{SLU} = 11535 kg

M_{SLE} = 9730 kgm

M_{SLU} = 13553 kgm

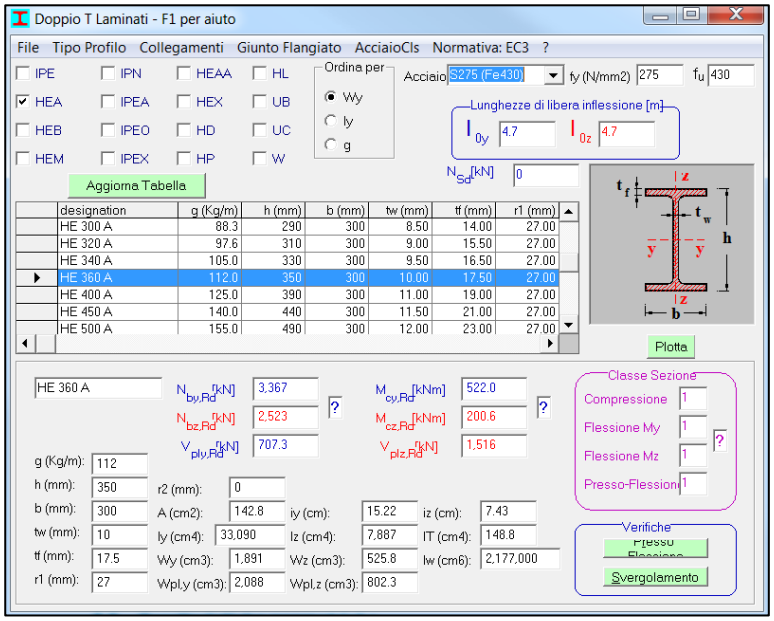
Le verifiche di resistenza risultano soddifatte.

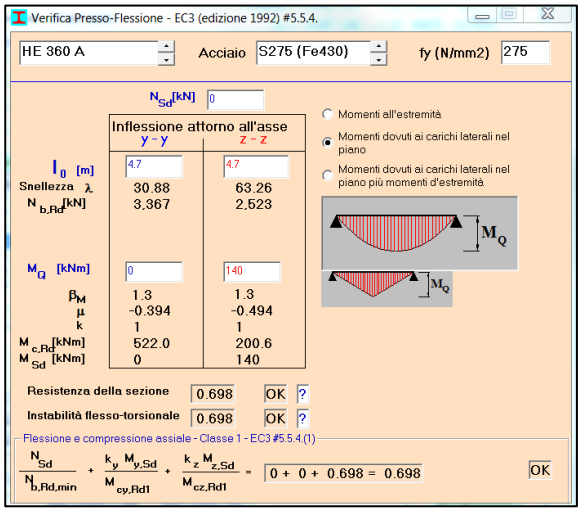
Spostamenti verticali:

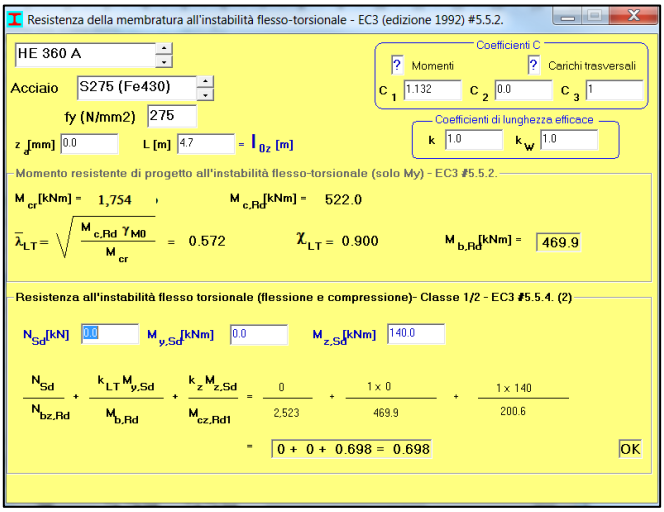
$\delta_{max,SLE}$ = 0.32 cm = L/ 1459 <L/250

δ_2 = 0.07 cm = 1/ 6425 <L/350

Gli spostamenti verticali risultano ammissibili







Fissaggio trave-colonna

Si riporta, estratto dal Report HILTI, il dimensionamento del nodo trave colonna.

Il nodo lavora a taglio:

T_{SLU} = 11535 kg

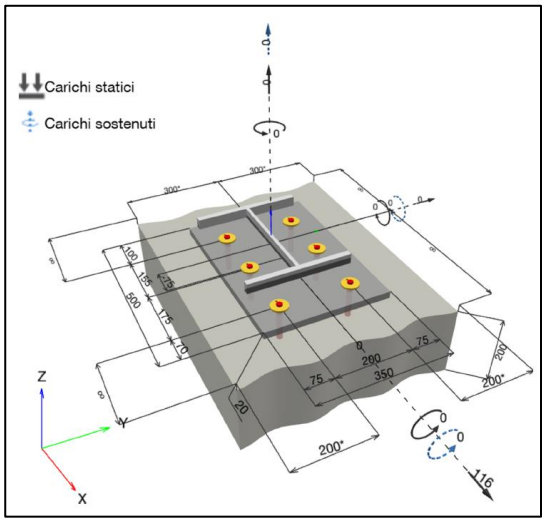
Classe cls pilastri: C20/24

Si prevedono 6 tasselli M16 8.8, lunghezza infissione 100 mm, resina ancorante HIT-RE 500 V4.

1 Dimensionamento ancorante

1.1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HIT-RE 500 V4 + HAS-U 8.8 M16**
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2237088 HAS-U 8.8 M16x150 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Insert item # alternative:	2390237 HAS 8.8 M16x150
Riempimento del vuoto con Set sismico Hilti M16	
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 or HAS barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 80 mm embedment hef, M16, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541, con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,opti}$ = 80,0 mm ($h_{ef,limit}$ = 164,0 mm)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso I Valido:	09/06/2023 | -
Prova:	SOFA based on EN 1992-4 and fib bulletin 58, Chemical
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Senza distanziamento); t = 20,0 mm
Piastra d'ancoraggio[CBFEM]:	l_x x l_y x t = 500,0 mm x 350,0 mm x 20,0 mm;
Profilo:	IPBi/HEA, IPBI 360 / HE 360 A; (L x W x T x FT) = 350,0 mm x 300,0 mm x 10,0 mm x 17,5 mm
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C20/25, $f_{c,cyl}$ = 20,00 N/mm^2; h =200,0 mm, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Hammer drilled hole, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm) senza armatura di bordo longitudinale



Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
N = 0,000; V_x = 116,000; V_y = 0,000;	no	no	86

1.4 Carico di taglio EN 1992-4, sezione 7.2.2

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	19,433	50,240	39	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	116,000	143,049	82	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y-**	58,001	67,894	86	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)
When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Ed} \le V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$ EN 1992-4, Eq. (7.35)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
62,800	1,000	62,800	1,250	50,240	19,433

1.4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Ed} \le V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$ EN 1992-4, Eq. (7.39c)

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec1,N} \cdot \Psi_{ec2,N} \cdot \Psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\Psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\Psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\Psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\Psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
250.800	57.600	120,0	240,0	2,000	20,00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\Psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\Psi_{ec2,N}$	$\Psi_{s,N}$	$\Psi_{re,N}$	$\Psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
7,700	24,640	1,500	143,049	116,000

ID gruppo ancoranti
1-6

1.4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione y-

$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$ — EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,c} = k_T \cdot V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{\alpha,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{re,V}$ — EN 1992-4, Eq. (7.40)

$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$ — EN 1992-4, Eq. (7.41)

$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$ — EN 1992-4, Eq. (7.42)

$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$ — EN 1992-4, Eq. (7.43)

$A^0_{c,V} = 4,5 \cdot c_1^2$ — EN 1992-4, Eq. (7.44)

$\Psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \le 1,00$ — EN 1992-4, Eq. (7.45)

$\Psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1,00$ — EN 1992-4, Eq. (7.46)

$\Psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1,00$ — EN 1992-4, Eq. (7.47)

$\Psi_{90°,V} = 4.0 \cdot k_4 \cdot \left(\frac{n_2 \cdot d_{nom}^2 \cdot f_{ck}}{V_{Rk,c,\perp}}\right)^{0,5} \le 4,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5f$_1$)

$\Psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{\Psi_{90°,V}}\right)^2}} \ge 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5f))

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]	c_1 [mm]
80,0	16,00	1,700	0,063	0,060	20,00	200,0
$A_{c,V}$ [mm^2]	$A^0_{c,V}$ [mm^2]	$\Psi_{s,V}$	$\Psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\Psi_{ec,V}$	
186.000	180.000	1,000	1,225	0,3	0,999	
k_4	n_2	$V_{Rk,c,\perp}$ [kN]	$\Psi_{90°,V}$	α_V [°]	$\Psi_{\alpha,V}$	$\Psi_{re,V}$
1,0	3	42,206	2,413	89,76	2,413	1,000
$V^0_{Rk,c}$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
33,381	1,0	1,500	67,894	58,001		

5.1.7.2 Travi metalliche filo F-F (lato Biblioteca)

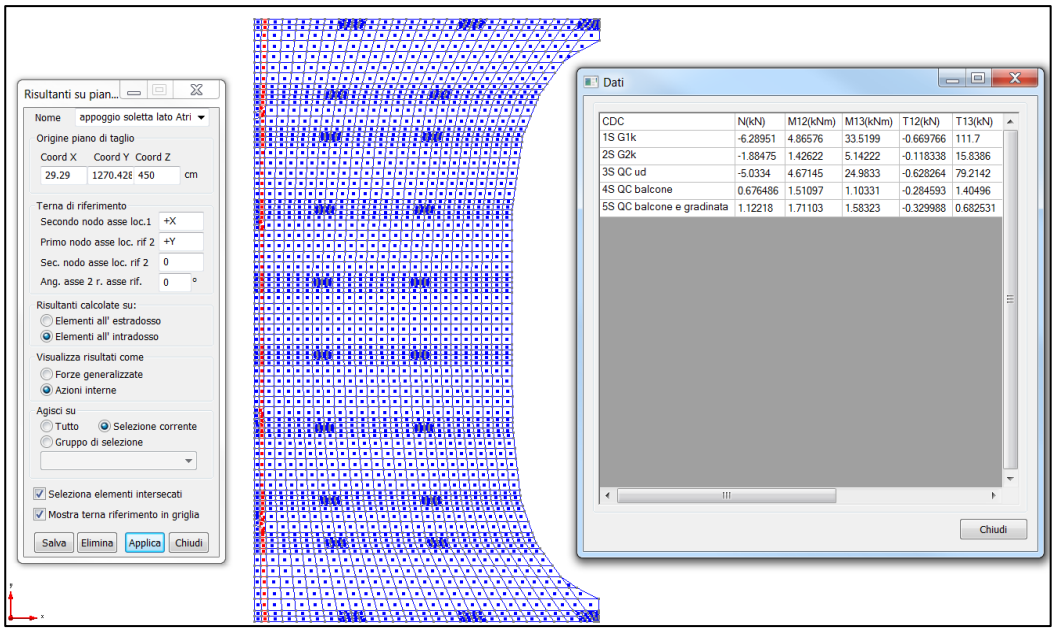
Si prevede intervento analogo a quello previsto per le travi esistenti poste sul filo F-A. Le due travi accoppiate sono da unire con staffatura D12 passo 15 e getto integrativo e rinforzate con trave HEA 360 all'intradosso, in semplice appoggio sui pilastri esistenti.

5.1.8 Cuciture soletta travi di bordo

La nuova soletta è ancorata alla trave esistente sul filo G-An e sulle travi di bordo sulla pilastrata principale, rispettivamente lato via Petrarca e lato Biblioteca, in semplice appoggio. Si riporta la verifica degli inghisaggi realizzati dando continuità all'armatura della soletta, nonché la verifica allo scorrimento della connessione.

5.1.8.1 Ancoraggio della soletta alla trave di bordo G-An

Si riportano innanzitutto le sollecitazioni sul piano di taglio sulla soletta in prossimità della trave trasversale G-An, ottenuta combinando nel modo più sfavorevole le azioni elementari, al fine determinare le sollecitazioni distribuite più gravose.



azioni di progetto

taglio, $T13_{SLU}$ = 12.0 kN/m

momento, $M13_{SLU}$ = 3.7 kNm/m

Si prevede un innesto sulla trave esistente dimensionato sotto le seguenti ipotesi:

armatura soletta //X	estradosso		intradosso	
	diametro	passo	diametro	passo
armatura da ancorare	12	20	12	20
distanza da estradosso trave, cm		5		15

lunghezza di inghisaggio per tutte le barre: 24 cm; resina HIT-RE 500 V4

trave di innesto (filo G-An)
base 50 cm
altezza 70 cm
f_{cm} = 20 N/mm^2
f_{cd} = 13.5 N/mm^2

Di seguito estratto dal Report hilti con la verifica dell'ancoraggio della cucitura.

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

https://www.hilti.it/

Azienda:		Pagina:	1
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono | Fax:	|	E-mail:	
Progetto:	SOLETTA-TRAVE CA	Data:	27. 02. 2025
Applicazione ferri di ripresa:			

Commenti del progettista:

1. Dati da inserire

Generale

Metodo di calcolo	EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
Considerare l'effetto di f ΔF_{td}	sì
Verifica dell'interfaccia di taglio	no
Considera la compressione delle armature per CSD	no
Tipo di applicazione	Estensione solaio
Continuo in X	sì
Tipo di carico	Statico
Calcolo allo snervamento	no
Durata di servizio progetto	50 anni

Prodotto

Resina	**HIT-RE 500 V4**
Codice articolo	2287552 HIT-RE 500 V4 (adesivo)
Valutazione Tecnica Europea	ETA-20/0540
Emesso	13. 12. 2023
Installazione	Foro con roto-percussione, Condizioni di installazione: Calcestruzzo asciutto
Direzione di perforazione	Viene utilizzata la guida di perforazione (questo migliora l'angolo di perforazione)

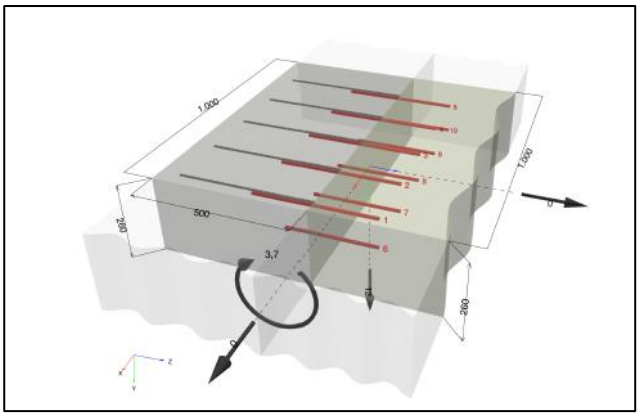
Materiale e Geometria

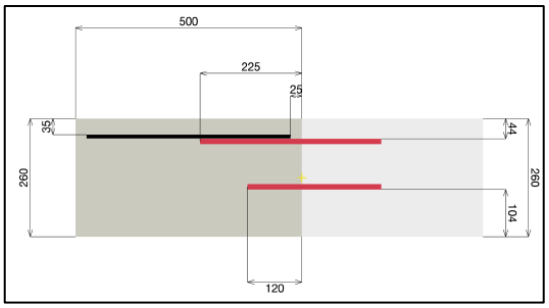
Calcestruzzo esistente	C20/25, f_{ck} = 20 N/mm²
Calcestruzzo nuovo	C40/50, f_{ck} = 40 N/mm²
Ruvidità giunto	Ruvido
Interfaccia tra calcestruzzo nuovo ed esistente	Sezione rettangolare, larghezza = 1.000 mm, altezza = 260 mm
Lunghezza del calcestruzzo esistente	500 mm
Min. copriferro del calcestruzzo	25 mm
Copriferro frontale nell'interfaccia	25 mm
Temperatura	Durante l' installazione: da 5°C a 20°C; In esercizio: 20 °C / 20 °C (breve / lungo termine)

Armature post-installate

	Diametro	Coordinata Y	Aderenza	f_{yk}	Lunghezza di perforazione (l_v)
Strato superiore 1	12mm	80 mm	Buono	450,00 N/mm²	225 mm
Strato inferiore 1	12mm	-20 mm	Buono	450,00 N/mm²	120 mm

V_x [kN]	V_y [kN]	N [kN]	M_x [kNm]	Metodo di calcolo	Lunghezza massima di perforazione l_v [mm]	Utilizzazione massima [%]
0,000	12,000	0,000	-3,700	EN1992-1-1	225,000	26





4.2. Verifica acciaio e determinazione lunghezza ancoraggio

Input

Descrizione	Variabile	Valore
Resistenza caratteristica a compressione calcestruzzo, esistente	f_{ck}	20,00 N/mm²
Forza di tensione caratteristica del calcestruzzo (5% frattile), esistente	$f_{ctk;0.05}$	1,55 N/mm²
Fattore di sicurezza materiale parziale	γ_c	1,500
Coefficient for long term effects on the tensile strength	α_{ct}	1,000
Resistenza di progettazione a trazione del calcestruzzo, esistente	f_{ctd}	1,03 N/mm²
Diametro barra, Post-installato	ϕ	12,000 mm
Snervamento dell'armatura	f_{yk}	450,000 N/mm²
Fattore di sicurezza materiale parziale	γ_s	1,150
Influenza della forma della barra ([1] Tabella 8.2)	α_1	1,000
Influenza del copriferro ([1] Tabella 8.2)	α_2	0,700
Influenza pressione trasversale ([1] Tabella 8.2)		
Pressione trasversale	p	0,00 N/mm²
	α_5	1,000

Situazione di carico predominante

I risultati presentati di seguito sono validi per la situazione di carico predominante:

Il progetto viene eseguito sulla base dei risultati dell'analisi sezione trasversale (comprese le forze di tensione supplementari dovute ai carichi di taglio)

Risultati installazione/lunghezza perforazione

$l_v \quad \geq l_{bd}$

Strato BottomLayer1 contiene le barre 6-10

Strato	ϕ [mm]	l_{bd} [mm]	l_v [mm]
BottomLayer1	12	120	120

Verifica acciaio

$F_{Ed} \quad \leq F_{yd} = \frac{A_s \cdot f_{yk}}{\gamma_s}$

Strato	F_{Ed} [kN]	ϕ [mm]	γ_s [-]	A_s [mm²]	F_{yd} [kN]	Utilizzo [%]	Stato
Post-installata BottomLayer1	1,200	12	1,150	113	44,255	3	Ok

Lunghezza di ancoraggio

l_{bd}	$= \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$	[1] Eq. (8.4)
$l_{b,rqd}$	$= \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$	[1] Eq. (8.3)
$l_{b,min}$	$= max\left(0.3 \cdot l_{b,rqd}, 10 \cdot \phi, 100mm\right)$	[1] Eq. (8.6)
σ_{sd}	$= \frac{F_{Ed}}{A_s}$	
f_{bd}	$= 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$	[1] Eq. (8.2)
η_1	$= 1.0$ per buone condizioni d'aderenza	[1] Sezione 8.4.2 (2)
η_1	$= 0.7$ per tutti gli altri casi	
η_2	$= 1.0$ per le barre con $\phi \leq 32mm$	[1] Sezione 8.4.2 (2)
η_2	$= \frac{(132-\phi)}{100}$ per le barre con $\phi > 32mm$	
f_{ctd}	$= \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk;0.05}}{\gamma_c}$	[1] Eq. (3.16)
$f_{ctk;0.05}$	$= 0.7 \cdot f_{ctm} = 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}$	[1] Tabella (3.1)

Barre post-installate

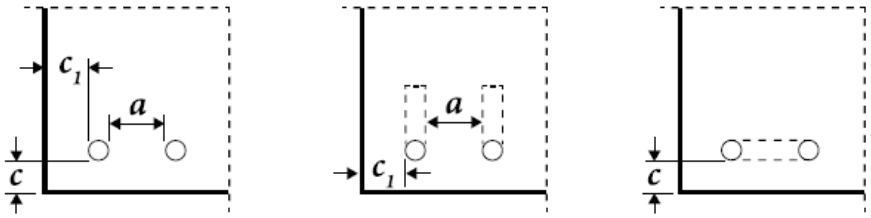
In caso di barre post-installate, usare $f_{bd,PIR}$ in [1] Eq. (8.3)

$f_{bd,PIR}$	$= k_b \cdot f_{bd}$
k_b	Fattore di efficienza adesione da ETA-20/0540
$l_{0,min}$	$= \alpha_{lb} \cdot l_{0,min}$
α_{lb}	fattore di amplificazione da ETA-20/0540

Equazioni coefficiente di influenza (α_i)

Copriferro

$0.70 \leq \alpha_2$	$= 1 - 0.15 \cdot \frac{(c_d - \phi)}{\phi} \leq 1.00$	[1] Tabella 8.2



Barre dritte
$c_d = min\left(\frac{a}{2}, c_1, c\right)$

Barre piegate
$c_d = min\left(c_1, c\right)$

Barre curvate
$c_d = c$

Pressione trasversale

$0.7 \leq \alpha_5 \quad = 1 - 0.04 \cdot p \leq 1.00$ [1] Tabella 8.2

Combinazione limite

$\alpha_{2,3,5} \quad = max\,(\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5; 0.7)$ [1] Eq. (8.5)

Strato	F_{Ed} [kN]	ϕ [mm]	A_s [mm²]	σ_{sd} [N/mm²]	η_1 [-]	η_2 [-]	f_{ctd} [N/mm²]
Post-installata BottomLayer1	1,200	12	113	10,61	1,000	1,000	1,03

Strato	k_b [-]	f_{bd} [N/mm²]	$f_{bd,PIR}$ [N/mm²]	α_{lb} [-]	$l_{b,rqd}$ [mm]	$l_{b,min}$ [mm]	c_d [mm]
Post-installata BottomLayer1	1,000	2,32	2,32	1,000	14	120	94

Strato	α_1 [-]	α_2 [-]	α_3 [-]
Post-installata BottomLayer1	1,000	0,700	1,000

Strato	α_4 [-]	p [N/mm²]	α_5 [-]	$\alpha_{2,3,5}$ [-]	l_{bd} [mm]
Post-installata BottomLayer1	1,000	0,00	1,000	0,700	120

Verifica allo scorrimento dell'armatura di ancoraggio.

La massima azione agente tra piani di scorrimento, riferita a un metro di sviluppo dei piani di contatto, risulta:

V_{Ed} = 1199 kg/m

Si adottano, al metro, n barre B450C intersecanti la superficie di contatto:

f_{yk} = 4500 kg/cmq

f_{yd} = 3913 kg/cmq

somma aree barre, ΣA_{sj} = 11.30 cmq

Le caratteristiche del cls dell'elemento più fragile (la trave esistente) risultano:

f_{cd} = 135.0 kg/cmq

Adottando cautelativamente il criterio di calcolo indicato al punto 7.4.4.5.2.2 NTC2008 per la verifica a scorrimento nelle zone critiche, e considerando il solo contributo dell'effetto spinotto delle armature intersecanti la superficie di contatto, si ha:

resistenza a taglio per lo scorrimento = $V_{Rd,S} = V_{dd}$ = 10681 kg > V_{Ed}

dato dal minor valore tra i seguenti:

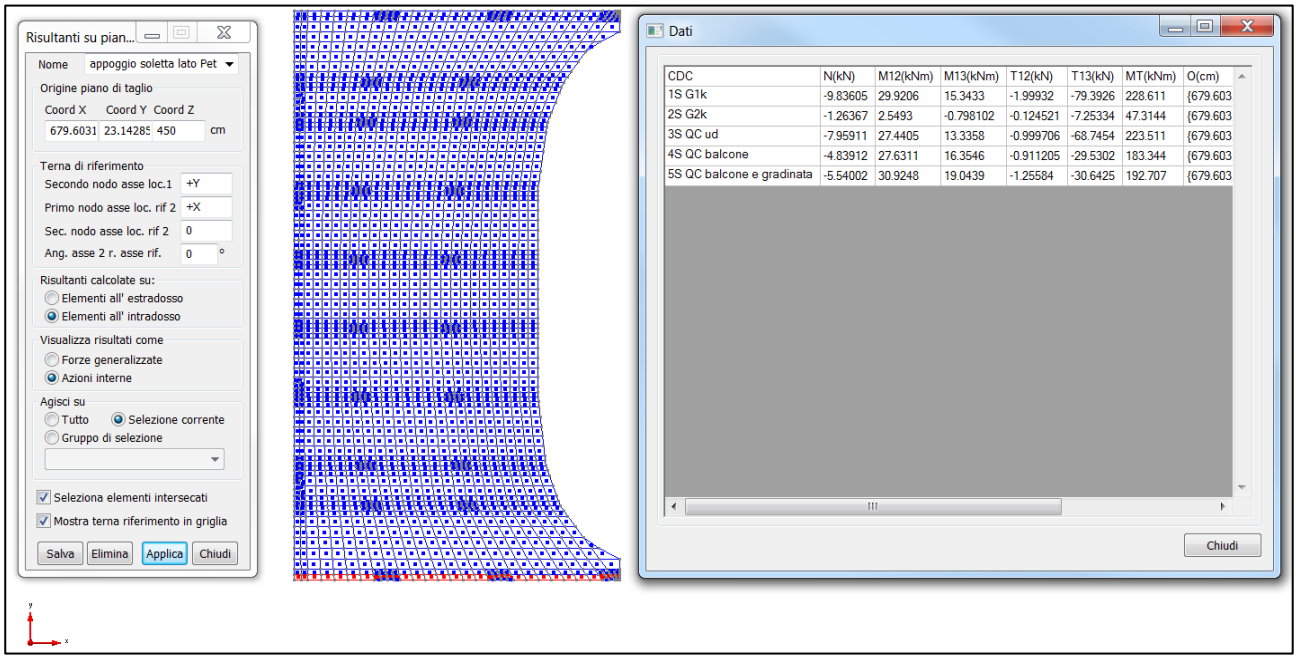
$V_{dd} = 0{,}25 * f_{yd} * \Sigma A_{sj}$ = 11058.3 kg

$V_{dd} = 1{,}3 * (f_{yd} * f_{cd})^{0,5} * \Sigma A_{sj}$ = 10680.7 kg

L'armatura d'innesto prevista è più che sufficiente anche nei confronti dello scorrimento.

5.1.8.2 Ancoraggio della soletta alla trave di bordo F-A (lato via Petrarca)

Si riportano innanzitutto le sollecitazioni sul piano di taglio sulla soletta in prossimità della trave.



azioni di progetto

taglio verticale, $T13_{SLU}$ = 16.71 kN/m

momento, $M13_{SLU}$ = 3.64 kNm/m

taglio orizzontale, $T12_{SLV}$ = 58.8 kNm/m

Si procede alla verifica della connessione, a favore di sicurezza, considerando la contemporaneità delle singole azioni ultime più gravose.

Si prevede un innesto sulla trave esistente dimensionato sotto le seguenti ipotesi:

armatura soletta //Y	estradosso		intradosso	
	diametro	passo	diametro	passo
armatura da inghisare	12	20	14	20
distanza da estradosso trave, cm		5		15

lunghezza di inghisaggio per tutte le barre: 24 cm; resina HIT-RE 500 V4

trave di innesto (filo F-A)
h 50 cm, b 60 cm
f_{cm} = 20 N/mm^2
f_{cd} = 13.5 N/mm^2

Di seguito il Report hilti con le specifiche dell'ancoraggio.

1. Dati da inserire

Generale

Metodo di calcolo	EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
Considerare l'effetto di f ΔF_{td}	sì
Verifica dell'interfaccia di taglio	no
Considera la compressione delle armature per CSD	no
Tipo di applicazione	Estensione solaio
Continuo in X	sì
Tipo di carico	Statico
Calcolo allo snervamento	no
Durata di servizio progetto	50 anni

Prodotto

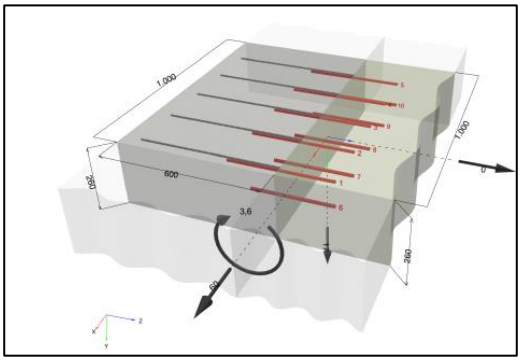
Resina	**HIT-RE 500 V4**
Codice articolo	2287552 HIT-RE 500 V4 (adesivo)
Valutazione Tecnica Europea	ETA-20/0540
Emesso	13. 12. 2023
Installazione	Foro con roto-percussione, Condizioni di installazione: Calcestruzzo asciutto
Direzione di perforazione	Viene utilizzata la guida di perforazione (questo migliora l'angolo di perforazione)

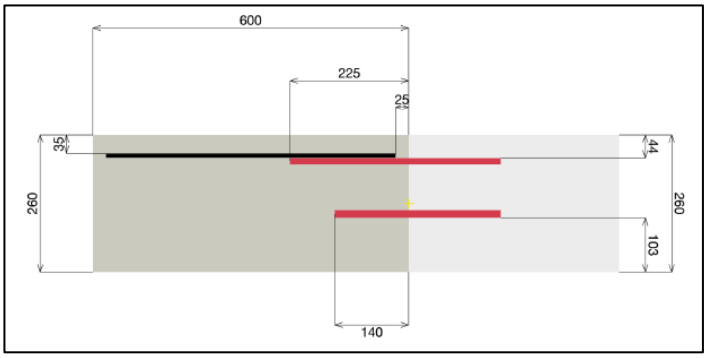
Materiale e Geometria

Calcestruzzo esistente	C20/25, f_{ck} = 20 N/mm²
Calcestruzzo nuovo	C40/50, f_{ck} = 40 N/mm²
Ruvidità giunto	Ruvido
Interfaccia tra calcestruzzo nuovo ed esistente	Sezione rettangolare, larghezza = 1.000 mm, altezza = 260 mm
Lunghezza del calcestruzzo esistente	600 mm
Min. copriferro del calcestruzzo	25 mm
Copriferro frontale nell'interfaccia	25 mm
Temperatura	Durante l' installazione: da 5°C a 20°C; In esercizio: 20 °C / 20 °C (breve / lungo termine)

Armature post-installate

	Diametro	Coordinata Y	Aderenza	f_{yk}	Lunghezza di perforazione (l_v)
Strato superiore 1	12mm	80 mm	Buono	450,00 N/mm²	225 mm
Strato inferiore 1	14mm	-20 mm	Buono	450,00 N/mm²	140 mm





V_x [kN]	V_y [kN]	N [kN]	M_x [kNm]	Metodo di calcolo	Lunghezza massima di perforazione l_v [mm]	Utilizzazione massima [%]
60,000	17,000	0,000	-3,600	EN1992-1-1	225,000	28

4.2. Verifica acciaio e determinazione lunghezza ancoraggio

Input

Descrizione	Variabile	Valore
Resistenza caratteristica a compressione calcestruzzo, esistente	f_{ck}	20,00 N/mm²
Forza di tensione caratteristica del calcestruzzo (5% frattile), esistente	$f_{ctk;0.05}$	1,55 N/mm²
Fattore di sicurezza materiale parziale	γ_c	1,500
Coefficient for long term effects on the tensile strength	α_{ct}	1,000
Resistenza di progettazione a trazione del calcestruzzo, esistente	f_{ctd}	1,03 N/mm²
Diametro barra, Post-installato	ϕ	14,000 mm
Snervamento dell'armatura	f_{yk}	450,000 N/mm²
Fattore di sicurezza materiale parziale	γ_s	1,150
Influenza della forma della barra ([1] Tabella 8.2)	α_1	1,000
Influenza del copriferro ([1] Tabella 8.2)	α_2	0,700
Influenza pressione trasversale ([1] Tabella 8.2)		
Pressione trasversale	p	0,00 N/mm²
	α_5	1,000

Situazione di carico predominante

I risultati presentati di seguito sono validi per la situazione di carico predominante:

Il progetto viene eseguito sulla base dei risultati dell'analisi sezione trasversale (comprese le forze di tensione supplementari dovute ai carichi di taglio)

Risultati installazione/lunghezza perforazione

$l_v \quad \geq l_{bd}$

Strato BottomLayer1 contiene le barre 6-10

Strato	ϕ [mm]	l_{bd} [mm]	l_v [mm]
BottomLayer1	14	140	140

Verifica acciaio

$F_{Ed} \quad \leq F_{yd} = \frac{A_s \cdot f_{yk}}{\gamma_s}$

Strato	F_{Ed} [kN]	ϕ [mm]	γ_s [-]	A_s [mm²]	F_{yd} [kN]	Utilizzo [%]	Stato
Post-installata BottomLayer1	1,700	14	1,150	154	60,237	3	Ok

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Lunghezza di ancoraggio

l_{bd}	$= \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$	[1] Eq. (8.4)
$l_{b,rqd}$	$= \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$	[1] Eq. (8.3)
$l_{b,min}$	$= max\left(0.3 \cdot l_{b,rqd}, 10 \cdot \phi, 100mm\right)$	[1] Eq. (8.6)
σ_{sd}	$= \frac{F_{Ed}}{A_s}$	
f_{bd}	$= 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$	[1] Eq. (8.2)
η_1	$= 1.0$ per buone condizioni d'aderenza	[1] Sezione 8.4.2 (2)
η_1	$= 0.7$ per tutti gli altri casi	
η_2	$= 1.0$ per le barre con $\phi \leq 32mm$	[1] Sezione 8.4.2 (2)
η_2	$= \frac{(132-\phi)}{100}$ per le barre con $\phi > 32mm$	
f_{ctd}	$= \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk;0.05}}{\gamma_c}$	[1] Eq. (3.16)
$f_{ctk;0.05}$	$= 0.7 \cdot f_{ctm} = 0.7 \cdot 0.3 \cdot f_{ck}^{\frac{2}{3}}$	[1] Tabella (3.1)

Barre post-installate

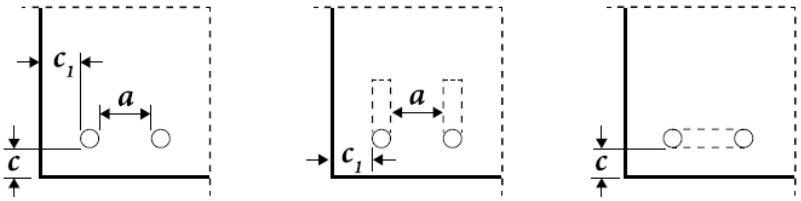
In caso di barre post-installate, usare $f_{bd,PIR}$ in [1] Eq. (8.3)

$f_{bd,PIR}$	$= k_b \cdot f_{bd}$
k_b	Fattore di efficienza adesione da ETA-20/0540
$l_{0,min}$	$= \alpha_{lb} \cdot l_{0,min}$
α_{lb}	fattore di amplificazione da ETA-20/0540

Equazioni coefficiente di influenza (α_i)

Copriferro

$0.70 \leq \alpha_2$	$= 1 - 0.15 \cdot \frac{(c_d - \phi)}{\phi} \leq 1.00$	[1] Tabella 8.2



Barre dritte
$c_d = min\left(\frac{a}{2}, c_1, c\right)$

Barre piegate
$c_d = min\left(c_1, c\right)$

Barre curvate
$c_d = c$

Pressione trasversale

$0.7 \leq \alpha_5$	$= 1 - 0.04 \cdot p \leq 1.00$	[1] Tabella 8.2

Combinazione limite

$\alpha_{2,3,5}$	$= max\left(\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5; 0.7\right)$	[1] Eq. (8.5)

Strato	F_{Ed} [kN]	ϕ [mm]	A_s [mm²]	σ_{sd} [N/mm²]	η_1 [-]	η_2 [-]	f_{ctd} [N/mm²]
Post-installata BottomLayer1	1,700	14	154	11,04	1,000	1,000	1,03

Strato	k_b [-]	f_{bd} [N/mm²]	$f_{bd,PIR}$ [N/mm²]	α_{lb} [-]	$l_{b,rqd}$ [mm]	$l_{b,min}$ [mm]	c_d [mm]
Post-installata BottomLayer1	1,000	2,32	2,32	1,000	17	140	93

Strato	α_1 [-]	α_2 [-]	α_3 [-]
Post-installata BottomLayer1	1,000	0,700	1,000

Strato	α_4 [-]	p [N/mm²]	α_5 [-]	$\alpha_{2,3,5}$ [-]	l_{bd} [mm]
Post-installata BottomLayer1	1,000	0,00	1,000	0,700	140

Verifica allo scorrimento dell'armatura di ancoraggio.

La massima azione agente tra piani di scorrimento, riferita a un metro di sviluppo dei piani di contatto, risulta:

V_{Ed} = 6117 kg/m

Si adottano, al metro, n barre B450C intersecanti la superficie di contatto:

f_{yk} = 4500 kg/cmq

f_{yd} = 3913 kg/cmq

somma aree barre, ΣA_{sj} = 13.35 cmq

Le caratteristiche del cls dell'elemento più fragile (la trave esistente) risultano:

f_{cd} = 135.0 kg/cmq

Adottando cautelativamente il criterio di calcolo indicato al punto 7.4.4.5.2.2 NTC2008 per la verifica a scorrimento nelle zone critiche, e considerando il solo contributo dell'effetto spinotto delle armature intersecanti la superficie di contatto tra le due fondazioni, si ha:

resistenza a taglio per lo scorrimento = $V_{Rd,S} = V_{dd}$ = 12609 kg > V_{Ed}

dato dal minor valore tra i seguenti:

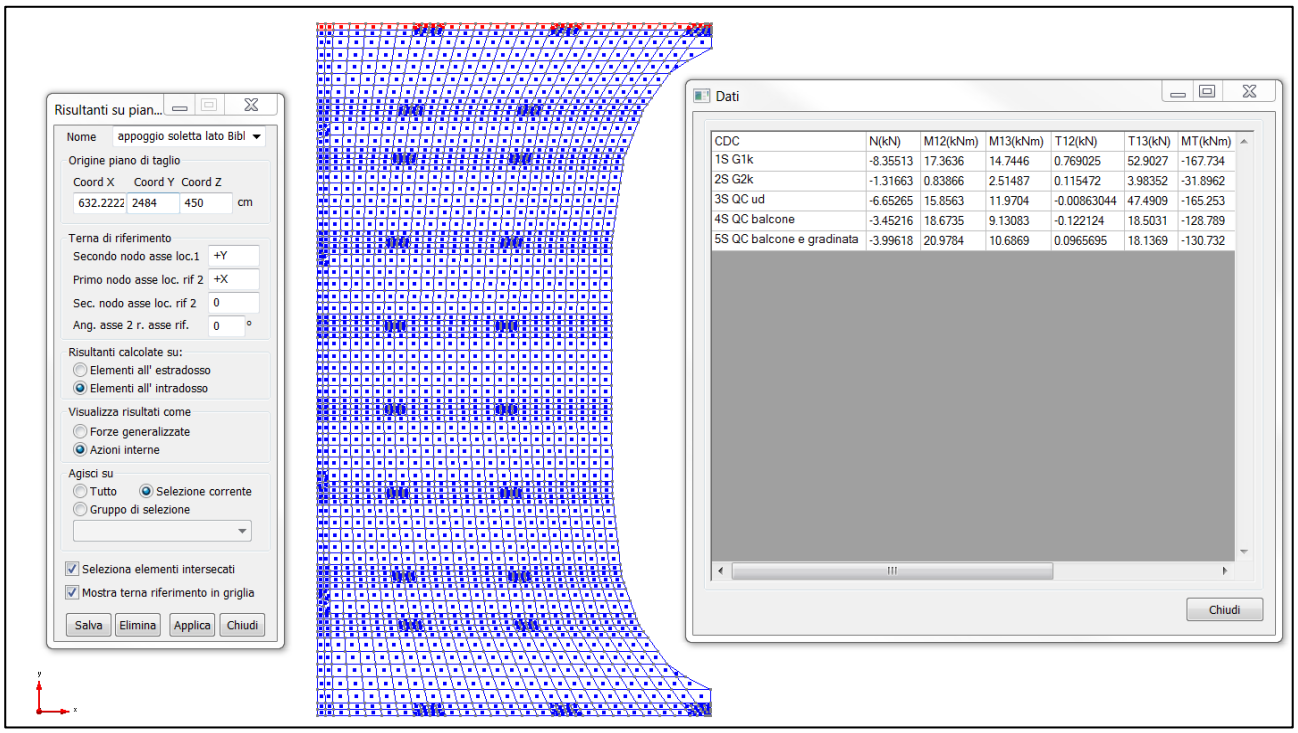
$V_{dd} = 0{,}25*f_{yd}*\Sigma A_{sj}$ = 13055 kg

$V_{dd} = 1{,}3*(f_{yd}*f_{cd})^{0,5}*\Sigma A_{sj}$ = 12609 kg

L'armatura d'innesto prevista è più che sufficiente

5.1.8.3 *Ancoraggio della soletta alla trave di bordo F-A (lato Biblioteca)*

Si riportano innanzitutto le sollecitazioni sul piano di taglio sulla soletta in prossimità della trave.



azioni di progetto

taglio verticale, $T13_{SLU}$ = 11.2 kN/m

momento, $M13_{SLU}$ = 3.1 kNm/m
taglio orizzontale, $T12_{SLV}$ = 54.6 kNm/m

Si procede alla verifica della connessione, a favore di sicurezza, considerando la contemporaneità delle singole azioni ultime più gravose.

Si prevede un innesto sulla trave esistente dimensionato sotto le seguenti ipotesi:

armatura soletta //Y	estradosso		intradosso	
	diametro	passo	diametro	passo
armatura da inghisare	12	20	14	20
distanza da estradosso trave, cm		5		15

lunghezza di inghisaggio per tutte le barre: 24 cm; resina HIT-RE 500 V4

trave di innesto (filo F-A)
h 40 cm, b 60 cm
f_{cm} = 20 N/mm^2
f_{cd} = 13.5 N/mm^2

Le condizioni sono analoghe a quelle della connessine sul bordo filo F-A, lato via Petrarca, si rimanda la paragro dedicato.

5.2 Pilastri

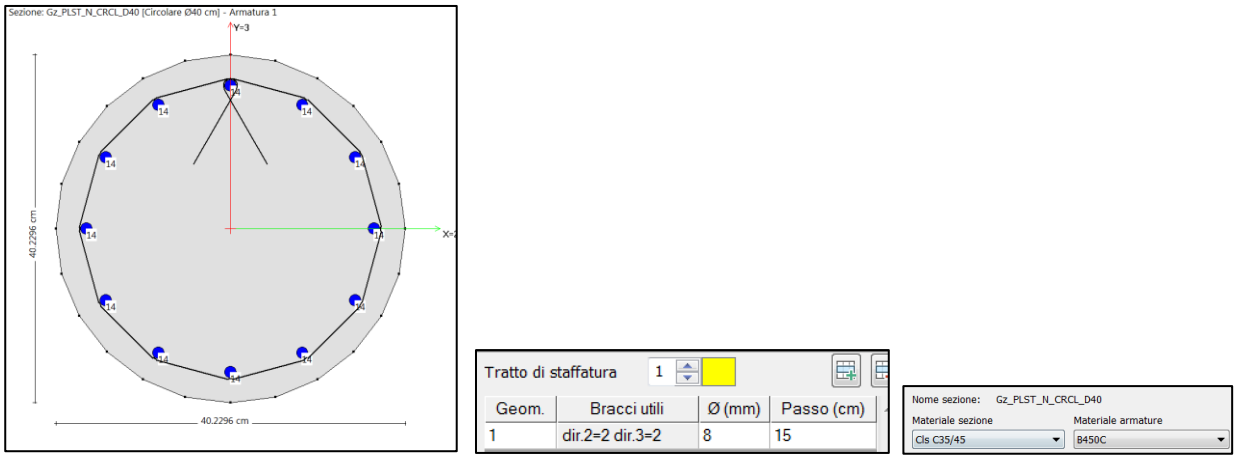
Si riporta la verifica dei pilastri interni che sorreggono la galleria rimandando alla Relazione di Calcolo generale la verifica delle pilastrate principali poste sui fili F-A ed F-F.

5.2.1 Pilastri nuovi

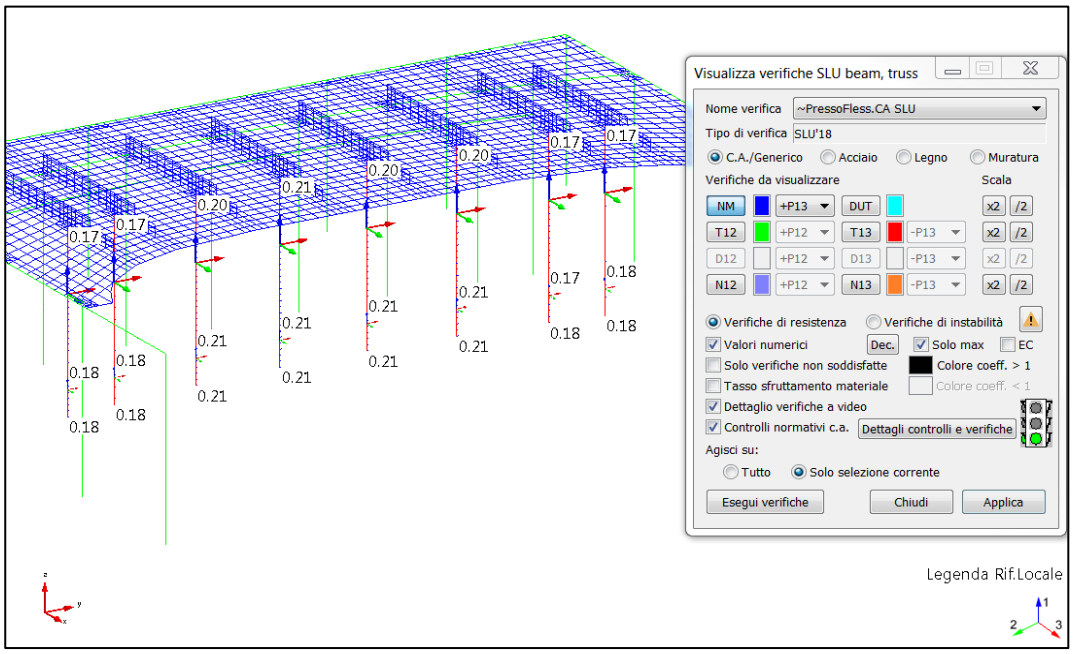
5.2.1.1 Pilastri circolari D40 filo G-Az

Sul filo G-Az sono previsti 8 nuovi pilastri in c.a. a sezione circolare di altezza 600 cm dall'innesto della fondazione.

Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.



Sezione di verifica



Pilastri circolari nuovi filo G-Az: Report di verifica di resistenza

Controlli normativi c.a.

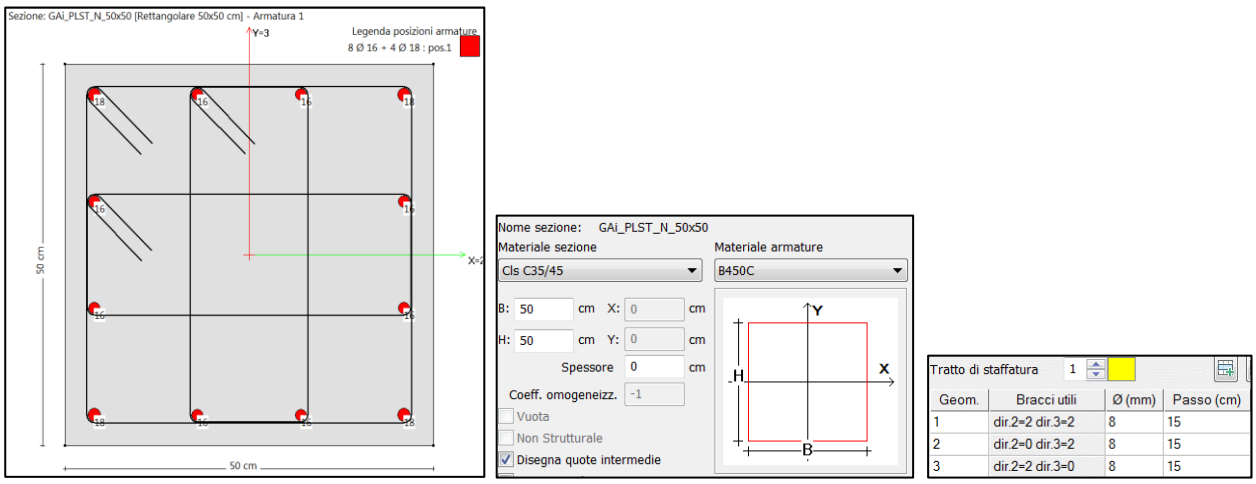
- Sezione Gz_PLST_N_CRCL_D40, arm.1 - posiz. M +1 / +0, posiz. V +1 :
Soddisfatto: diametro delle barre arm. long. minimo
14 mm >= 12 mm
Soddisfatto: area arm. long. minima
18.4726 cm² >= 0.10 * Nsd / fyd (1.46521 cm²)
Soddisfatto: area arm. long. massima
18.4726 cm² <= 0.040 * Ac effettiva (50.2655 cm²)
Soddisfatto: area arm. long. minima
18.4726 cm² >= 0.0100 * Ac effettiva (12.5664 cm²)
Soddisfatto: dist. max barre long. [Cap.4]: 8.58 <= 30.00 cm
non necessario: Dist. max barre vincolate in zona dissipativa [Cap.7];
Soddisfatto: passo staffe massimo [Cap.4]
15 cm <= 16.8 cm
Soddisfatto: diametro staffe minimo
8 mm >= 6 mm

Pilastri circolari nuovi filo G-Az: Report di verifica dei controlli normativi

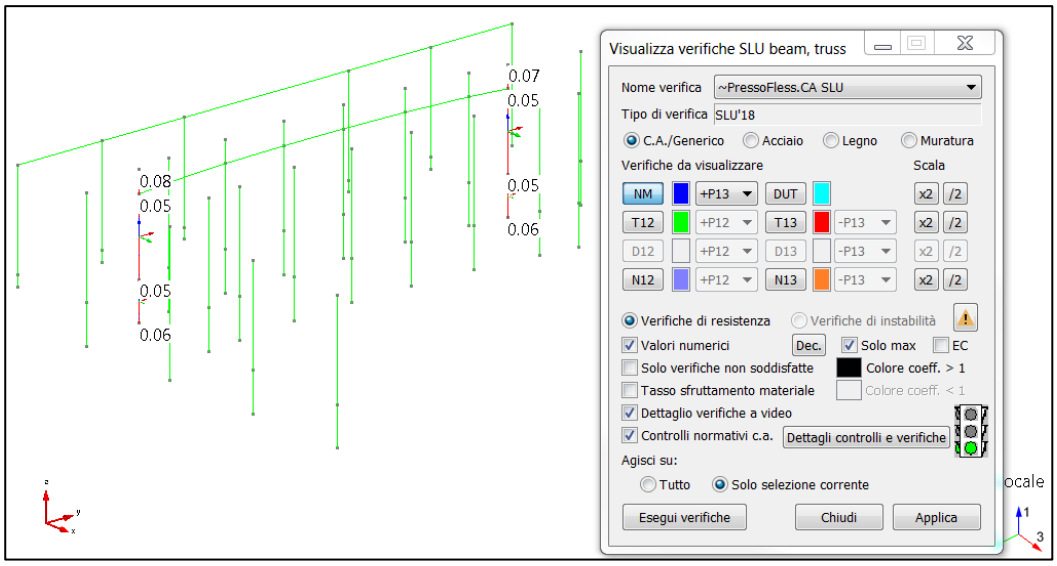
5.2.1.2 Pilastri quadrati 50x50 filo G-Ai di bordo

Sul filo G-Ai sono previsti 2 nuovi pilastri in c.a. a sezione quadrata di altezza 600 cm dall'innesto della fondazione.

Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.



Sezione di progetto



Pilastri quadrati 50x50 cm nuovi filo G-Ai: Report di verifica di resistenza

Controlli normativi c.a.

- **Sezione GAi_PLST_N_50x50, arm.1 - posiz. M +1 / +0, posiz. V +1**
  Soddisfatto: diametro delle barre arm. long. minimo
  16 mm >= 12 mm
  Soddisfatto: area arm. long. minima
  26.2637 cm² >= 0.10 * Nsd / fyd (0.707367 cm²)
  Soddisfatto: area arm. long. massima
  26.2637 cm² <= 0.040 * Ac effettiva (100 cm²)
  Soddisfatto: area arm. long. minima
  26.2637 cm² >= 0.0100 * Ac effettiva (25 cm²)
  Soddisfatto: dist. max barre long. [Cap.4]: 14.00 <= 30.00 cm
  non necessario: Dist. max barre vincolate in zona dissipativa [Cap.7];
  Soddisfatto: passo staffe massimo [Cap.4]
  15 cm <= 19.2 cm
  Soddisfatto: diametro staffe minimo
  8 mm >= 6 mm

Pilastri quadrati nuovi 50x50 cm, filo G-Ai: Report di verifica dei controlli normativi

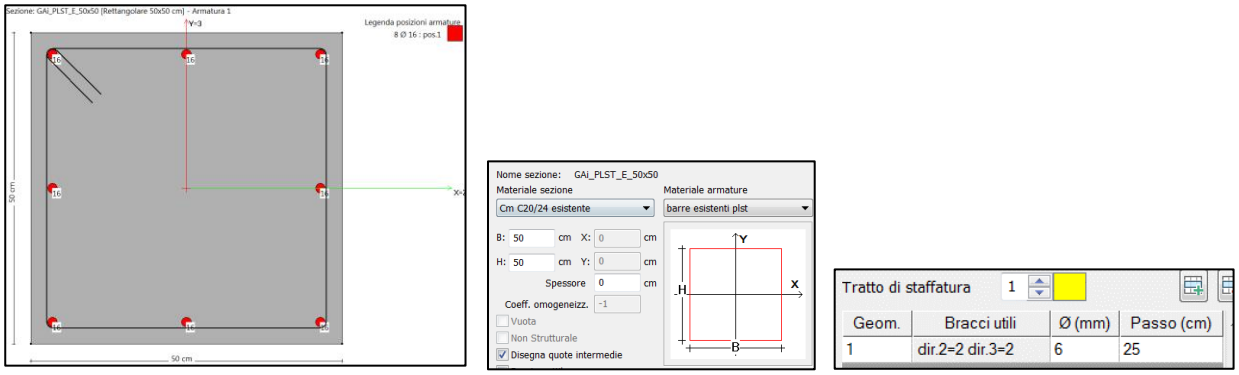
5.2.2 Pilastri esistenti

5.2.2.1 Pilastri esistenti filo G-Ai: verifica

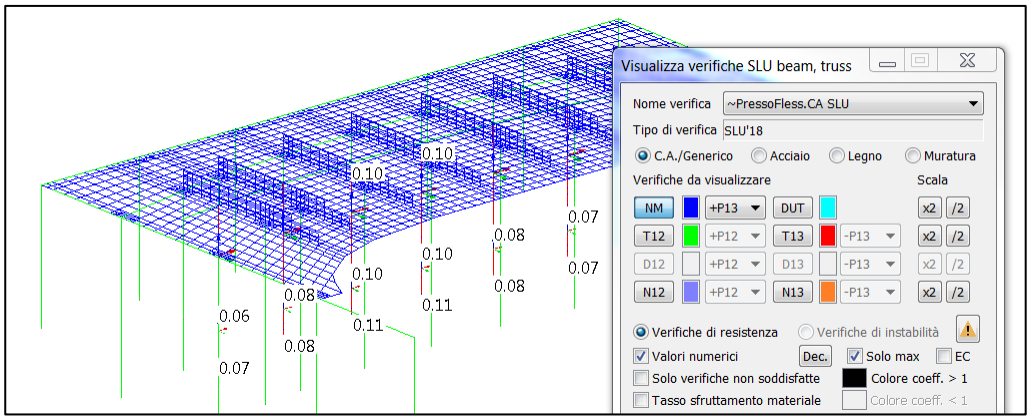
Sul filo G-Ai sono presenti 6 pilastri in c.a. a sezione quadrata di altezza 600 cm dall'innesto della fondazione, la cui sommità è da estendere a sorreggere la soletta.

Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.

PILASTRI FILO G-Ai, ESISTENTI



Sezione di verifica



Pilastri filo G-Ai esistenti: Report di verifica di resistenza inviluppo SLU

Controlli normativi c.a.

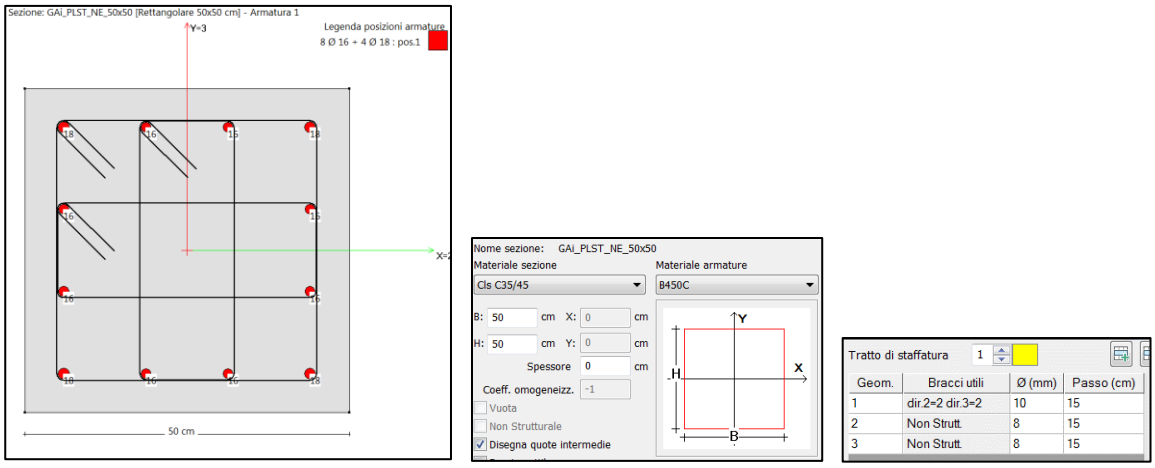
- **Sezione GAi_PLST_E_50x50, arm.1 - posiz. M +1 / +0, posiz. V +1**
  Soddisfatto: diametro delle barre arm. long. minimo
  16 mm >= 12 mm
  Soddisfatto: area arm. long. minima
  16.085 cm² >= 0.10 * Nsd / fyd (0.893258 cm²)
  Soddisfatto: area arm. long. massima
  16.085 cm² <= 0.040 * Ac effettiva (100 cm²)
  NON SODDISFATTO: area arm. long. minima
  16.085 cm² < 0.0100 * Ac effettiva (25 cm²)
  Soddisfatto: dist. max barre long. [Cap.4]: 21.50 <= 30.00 cm
  non necessario: Dist. max barre vincolate in zona dissipativa [Cap.7];
  NON SODDISFATTO: passo staffe massimo [Cap.4]
  25 cm > 19.2 cm
  Soddisfatto: diametro staffe minimo
  6 mm >= 6 mm

Pilastri filo G-Ai esistenti: Report di verifica dei dettagli costruttivi inviluppo SLU

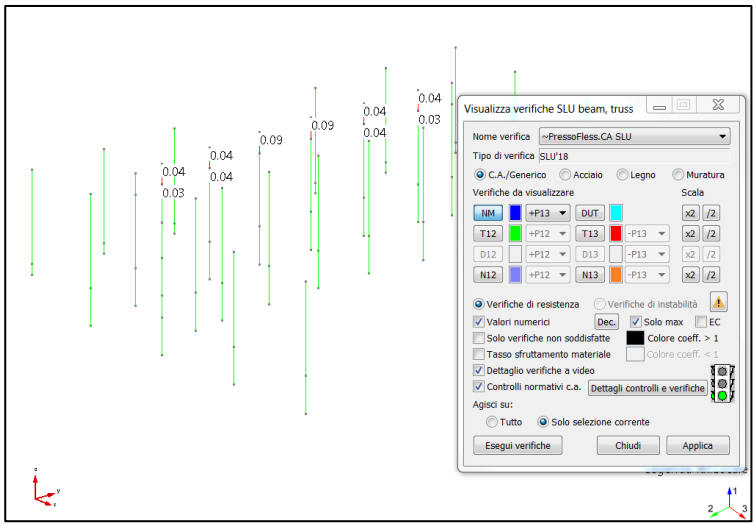
La verifica sotto le azioni di progetto è più che soddisfatta ma non sono rispettati i dettagli costruttivi cap.4 NTC 2018: è carente l'armatura longitudinale, sono carenti le staffe in diametro e passo. L'ampio margine della verifica di resistenza porta a confermare la non necessità di interventi strutturali su tali elementi.

5.2.2.2 Pilastri filo G-Ai, estensione dei pilastri esistenti

Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.



Sezione di progetto (sul bordo è prevista rete e.s. D5/150x150 non strutturale)



Pilastri filo G-Ai, estensione dei pilastri esistenti: Report di verifica inviluppo SLU

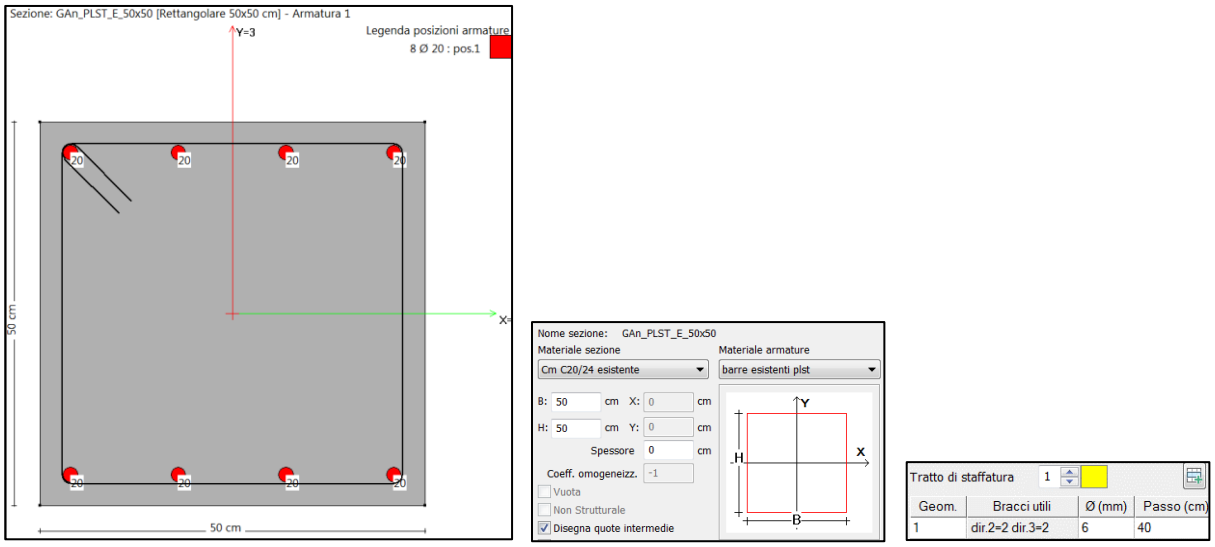
Controlli normativi c.a.

- **Sezione GAi_PLST_NE_50x50, arm.1 - posiz. M +1 / +0, posiz. V +1** : cont
  Soddisfatto: diametro delle barre arm. long. minimo
  16 mm >= 12 mm
  Soddisfatto: area arm. long. minima
  26.2637 cm² >= 0.10 * Nsd / fyd (0.728975 cm²)
  Soddisfatto: area arm. long. massima
  26.2637 cm² <= 0.040 * Ac effettiva (100 cm²)
  Soddisfatto: area arm. long. minima
  26.2637 cm² >= 0.0100 * Ac effettiva (25 cm²)
  Soddisfatto: dist. max barre long. [Cap.4]: 12.67 <= 30.00 cm
  non necessario: Dist. max barre vincolate in zona dissipativa [Cap.7];
  Soddisfatto: passo staffe massimo [Cap.4]
  15 cm <= 19.2 cm
  Soddisfatto: diametro staffe minimo
  10 mm >= 6 mm

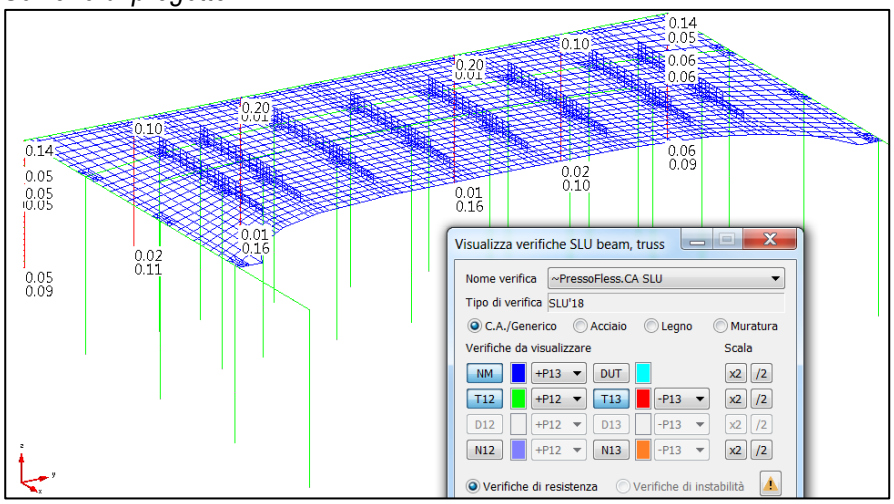
Pilastri filo G-Ai, estensione dei pilastri esistenti: Report di verifica dettagli costruttivi

5.2.2.3 Pilastri esistenti filo G-An: verifica

Si riportano sinteticamente le immagini esplicative delle verifiche effettuate, rimandando al paragrafo dedicato la determinazione delle sollecitazioni di progetto.



Sezione di progetto



Pilastri esistenti filo G-An: Report di verifica inviluppo SLU

La verifica sotto le azioni di progetto è soddisfatta.

6 DIMENSIONAMENTO DELLE NUOVE FONDAZIONI

6.1 Generalità

Le condizioni di carico sulle fondazioni degli elementi verticali esistenti dovute alla nuova soletta e in generale alla nuova struttura di progetto risultano analoghe a quelle preesistenti e in generale inferiori. Il nuovo progetto prevede peraltro la costruzione di una coppia di nuovi pilastri sul filo G-Ai e un'intera nuova pilastrata sul filo G-Az, i primi su plinto quadrato e la seconda su trave di fondazione continua. Si riportano per entrambe le situazioni le verifiche SLU di tipo geotecnico (GEO) e di tipo strutturale (STR)

6.2 Caratterizzazione geotecnica

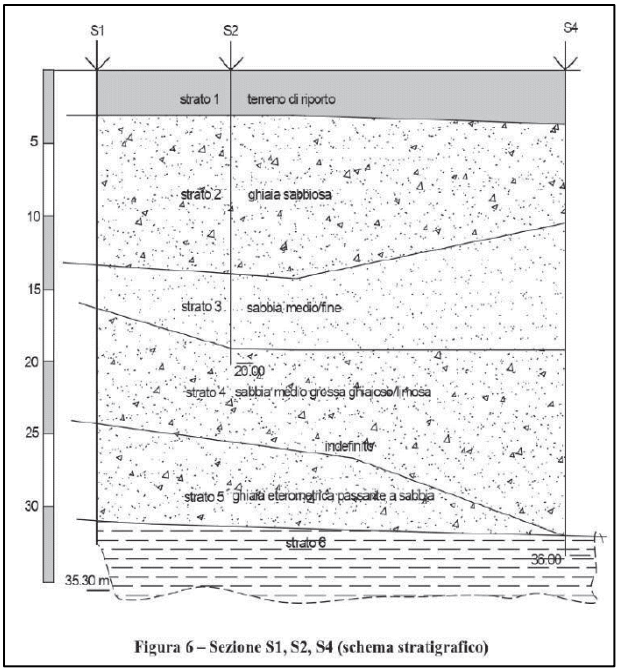
Dalla documentazione relativa allo studio geotecnico effettuato sul limitrofo edificio (Biblioteca) e allegata al PTE, codice 22044D02_3_0_P_GG_00_CH_003_01_Relazione Geotecnica e codice 22044D02_1_0_P_GG_00_CG_001_0 Rel Geologica, si ricavano i dati necessari al dimensionamento delle nuove fondazioni superficiali a sostegno della Galleria.

In sintesi risulta quanto di seguito riportato.

categoria suolo: B

soggiacenza falda: 15 m (livello da p.c.)

Dall'ubicazione delle prove effettuate, mostrate nella planimetria sotto, si ritiene appropriato assumere i dati relativi al Sondaggio S2 ed S4.



Planimetria indagini geologiche e sezione stratigrafica

stratigrafia (sondaggi S2 - S4)

terreno	*profondità*
riporto	0.0 - 3.0 m
ghiaia e sabbia	31.0 - 34.0 m
coesivo	strato profondo

Al fine di caratterizzare il terreno in termini di valutazione della sua portanza, sulla base di quanto riportato nella Relazione Geotecnica del PFTE, si ritiene opportuno assumere i parametri seguenti:

UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE					
litologia	z	γ_t	c'	Φ'	M_0
	[m]	kg/cm^3	kg/cm^2	°	kg/cm^2
riporto	0.0-3.5	0.0018	0.2	28	200
alluvionale sabbie-ghiaie	3.5-34.0	0.0019	0.00	38	400

Modulo di reazione verticale del terreno K_w, assunto nella mesh di calcolo per la verifica STR e per la stima dei cedimenti:

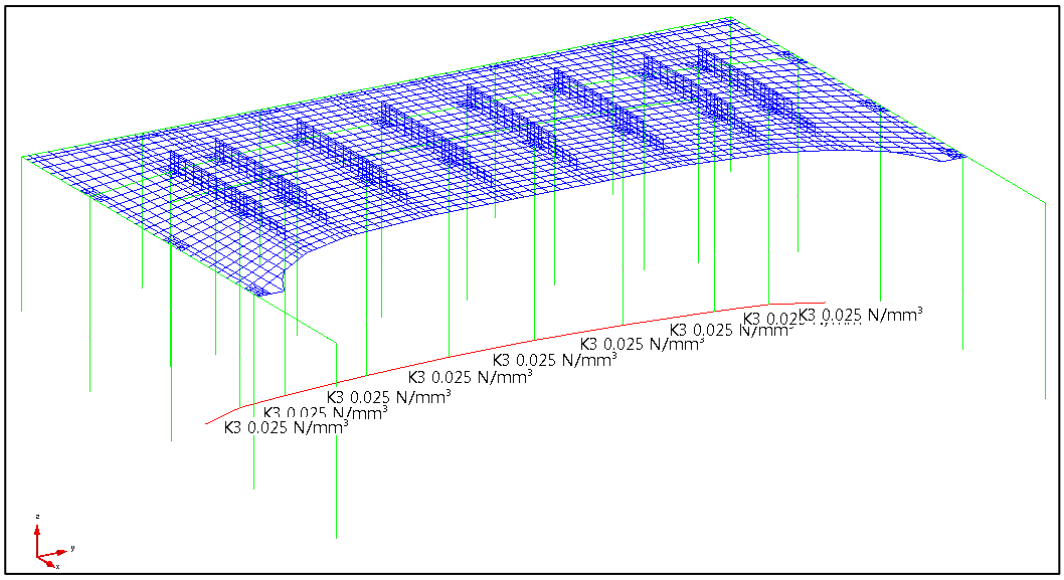
K_w = 2.5 kg/cm^3

Tale valore, confrontato con i dati presenti nelle bibliografia corrente (si veda tabella dei Moduli di Winkler secondo Pozzati) risulta più che cautelativo. Si osserva che nel PFTE viene indicato un modulo maggiore pari a K_w = 4.8 kN/m^3; l'adozione di un modulo ridotto è per considerare comunque nella stima dei cedimenti gli eventuali effetti secondari a lungo termine.

MODULO DI REAZIONE "VERTICALE" DEL TERRENO [WINKLER]

Tabella dei Moduli di Winkler secondo POZZATI

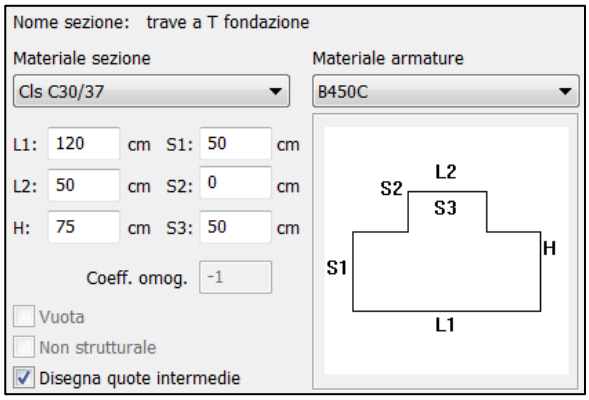
Natura del terreno	K [Kg/cm^3]
torba leggera	0.6 ~ 1.2
torba pesante	1.2 ~ 1.8
terra vegetale	1.0 ~ 1.5
depositi recenti	1.0 ~ 2.0
sabbia di mare, fina	1.5 ~ 2.0
sabbia poco coerente	2.0 ~ 4.0
terra molto umida	2.0 ~ 3.5
terra poco umida	3.0 ~ 6.0
terra secca	5.0 ~ 10.0
argilla con sabbia	8.0 ~ 10.0
argilla grassa	10.0 ~ 12.0
sabbia compatta	8.0 ~ 15.0
ghiaia con sabbia	10.0 ~ 25.0
ghiaia compatta	20.0 ~ 30.0



Trave su suolo elastico: modulo k Winkler adottato

6.3 Trave di fondazione filo G-Az

Si riporta il dimensionamento della trave di fondazione sottostante le nuove colonne circolari D 40cm a sostegno della galleria sul filo G-Az. La fondazione è impostata alla medesima quota della pilastrata del filo interno G-Ai: a circa 2.5 m dal p.c. di riferimento della stratigrafia di progetto. La trave fondazione ha sezione a T rovescia con base 120 cm e altezza totale 75 cm:



Si procede alla verifica GEO considerando un'impronta sotto l'area di carico pari alla larghezza della trave di fondazione come fosse in plint isolato, affidando tutto il carico proveniente dalla colonna.

Si procede alla verifica STR sul modello FEM con la trave su suolo elastico e con schemi manuali.

6.3.1 Trave di fondazione filo G-Az: verifica GEO

6.3.1.1 Parametri geotecnici di progetto

Si riportano indicazioni e generalità riferite all'analisi delle fondazioni superficiali, con particolare riferimento alle verifiche da effettuare, con indicazione dei coefficienti parziali di sicurezza adottati, ai parametri geotecnici di progetto e al calcolo della capacità portante del terreno in condizioni statiche e sismiche.

Si procede alle veriche applicando la combinazione (A1+M1+R3) con coefficienti parziali dell'Approccio 2, (ai sensi del paragrafo 6.4.2.1 NTC 2018).

COEFFICIENTI PARZIALI PER LE COMBINAZIONI DI CARICO E PER LE RESISTENZE DA UTILIZZARE NELLE VERIFICHE

Tab. 6.2.I (NTC 2018)

Carichi	Effetto	Coefficiente parziale	EQU	A1 (STR)	A2 (GEO)
Permanenti	favorevole	γ_{G1}	0.9	1	1
	sfavorevole		1.1	1.3	1
Pemanenti non strutturali	favorevole	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	favorevole	γ_{Qi}	0	0	0
	sfavorevole		1.5	1.5	1.3

Tab. 6.2.II (NTC 2018)

Parametro	Grandezza	Coeff.	M1	M2
tangente angolo di resistenza a taglio	tan φ'k	$\Upsilon_{\varphi'}$	1	1.25
coesione efficace	c'_k	$\Upsilon_{c'}$	1	1.25
resistenza non drenata	c_{uk}	Υ_{cu}	1	1.4
peso del unita di volume	γ	Υ_{γ}	1	1

Tab. 6.4.I (NTC 2018)

Verifica	Coeff. R1	Coeff. R2	Coeff. R3
Capacita portante	1		2.3
Scorrimento	1		1.1

Verifica portanza GEO (collasso per carico limite dell'insieme fondazione - terreno) di nastro di fondazione superficiale, secondo NTC2018 paragrafo 6.4.2.1. Si procede con Approccio 2 e combinazione (A1+M1+R3).

Per le verifiche strutturali STR - SLU, $\gamma_R = 1$.

PARAMETRI GEOTECNICI ASSUNTI A PROGETTO

Si assume:

Φ'_k = 33 °

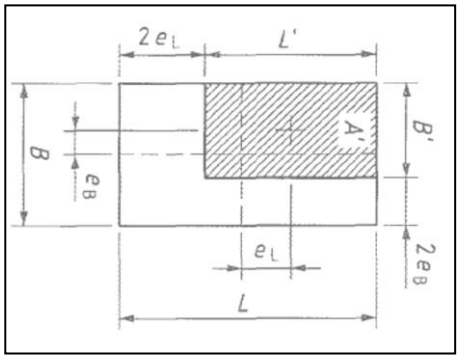
$\Upsilon_{\varphi'}$ = 1

Φ' ridotta = 33 °

γ_t, peso specifico del terreno = 1800 kg/m^3

Υ_{γ} = 1.0

ESPRESSIONE DI CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE



<u>COMBINAZIONE STATICA</u>: Valutazione della portanza secondo Vesic, in termini di tensioni efficaci, per terreno incoerente a grana grossa, con $\phi > 0$ e c = 0:

$q_{lim} = 0.5\ \gamma\ N_\gamma\ s_\gamma\ d_\gamma\ i_\gamma\ b_\gamma\ g_\gamma + q\ N_q\ s_q\ d_q\ i_q\ b_q\ g_q$

espressione dei fattori sopra elencati:

B', larghezza efficace della fondazione (Fig. D.1 Annex D, EN 1997 – 1), sostituisce B in presenza di carico eccentrico

L', lunghezza efficace della fondazione (Fig. D.1 Annex D, EN 1997 – 1), sostituisce L in presenza di carico eccentrico

fattori di capacità portante

$N_q = k_p\, e^{\pi \tan\phi}$

$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$

con coeff. di spinta passiva, $k_p = \tan^2(45+\phi/2)$

fattori di forma fondazione

$s_\gamma = 1 - 0.4B/L$

$s_q = 1 + B/L\ \tan\phi$

fattori correttivi per l'inclinazione del carico

$i_q = (1- H/N)^m$

$i_\gamma = (1- H/N)^{m+1}$

m = (2 + B/L)/(1+ B/L), carico orizzontale //B

fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione

$b_q = b_\gamma = 1$, per base fondazione ad inclinazione nulla

fattori correttivi per l'inclinazione del piano campagna

$g_q = g_\gamma = 1$, per inclinazione nulla del piano di campagna

fattori correttivi per la profondita del piano di imposta D della fondazione

$d_\gamma = 1$

$d_q = 1+ 2\ \tan\phi\ (1-\text{sen}\phi)^2\, k$

k = D/B per D/B < 1

k = arctan D/B per D/B > 1

sovraccarico ai lati della fondazione

$q = \gamma\ D$

6.3.1.2 Verifiche GEO elementi di fondazione: portanza

La verifica geotecnica del terreno sotto le azioni è da condursi per:
1) collasso per carico limite dell'insieme terreno fondazione (PORTANZA)

Vista la geometria degli elementi fondali la verifica della portanza viene effettuata considerando un'impronta rettangolare nell'intorno della colonna equiparando il nastro di fondazione con più punti di applicazione del carico a più fondazioni superficiali separate a supporto del singolo punto di carico.
Dall'analisi della struttura si individuano le condizioni di carico più gravose SLV per ciascuna fondazione superficiale equivalente. Le sollecitazioni vengono prese nella loro combinazione più gravosa.

Geometria

Larghezza base plinto, B =	*120*	cm
Lunghezza base plinto, L =	*150*	cm
altezza base plinto, H =	*50*	cm
Larghezza base baggiolo, B_b =	*50*	cm
Lunghezza base baggiolo, L_b =	*50*	cm
altezza baggiolo, H_b =	*25*	cm

Superficie impronta plinto, BxL =	*18000*	cm^2
distanza estradosso fndz - p.p. =	*190*	cm
profondità media piano posa, D =	*2.65*	m

Azioni di progetto

$N_{SLU,elevazione}$ =	57500	kg
$N_{SLU,p.p.fondazione}$ =	3128	kg
$N_{SLU,p.p.riempimento}$ =	7798	kg
$N_{SLU,totale}$ =	68426	kg

$N_{SLU,tot}$ =	68426	kg
comp. sforzo oriz., H =	0	kg

impronta compressa [m]: 1.20 x 1.50 = 1.80 mq

q_{max} = 38015 kg/m^2 3.80 kg/cm^2

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE

$q_{lim} = 0.5\ \gamma\ N_\gamma\ s_\gamma\ d_\gamma\ i_\gamma\ b_\gamma\ g_\gamma\ z_\gamma + q\ N_q\ s_q\ d_q\ i_q\ b_q\ g_q\ z_q$

ϕ =	33	gradi
ϕ =	0.58	Rad
L', larghezza efficace della fondazione =	1.50	m
B', lunghezza efficace della fondazione =	1.20	m

valori dei fattori sopra elencati:

$N_q = k_p\ e^{\pi \tan\phi}$ =	25.96
$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$ =	35.00
con coeff. di spinta passiva, $k_p = \tan^2(45+\phi/2)$ =	3.38

fattori di forma fondazione

$s_\gamma = 1 - 0.4B'/L'$ =	0.68
$s_q = 1 + B'/L' \tan\phi$ =	1.52

fattori correttivi per l'inclinazione del carico

$i_q = (1- H/N)^m$ =	1.00
$i_\gamma = (1- H/N)^{m+1}$ =	1.00
$m = (2 + B'/L')/(1+ B'/L')$ =	1.56

fattori correttivi per la profondita del piano di imposta D della fondazione

d_γ =	1.00
$d_q = 1+ 2\tan\phi\ (1-\mathrm{sen}\phi)^2\ k$ =	1.31
D/B' =	2.21
k =	1.15

sovraccarico ai lati della fondazione

$q = \gamma D =$	0.50	kg/cm^2	

capacità portante limite

$q_{lim} =$	26.01	kg/cm^2	
$q_d = q_{lim}/\gamma_R =$	11.3	kg/cm^2	

Verifica capacità portante della fondazione

azione di progetto verticale, $E_d = N_{SLU,TOT} =$	68426	kg	
resistenza di progetto, $R_d = (q_{lim}\ B'\ L') / \gamma_R =$	203576	kg	> E_d
essendo $\gamma_{R3} =$	2.3		

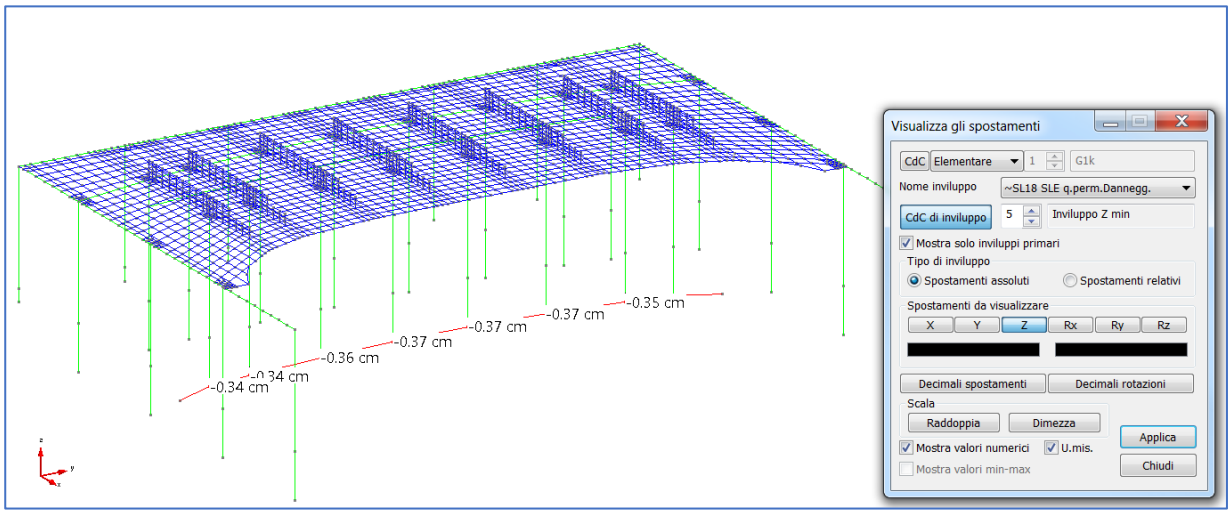
Verifica risulta soddisfatta.

$R_d / E_d =$	2.98	>	1

6.3.1.3 Verifiche GEO elementi di fondazione: cedimenti

In generale si può affermare che i cedimenti si sviluppano all'atto del caricamento, vista la natura incoerente del terreno. Pertanto la stima dei cedimenti effettuata sul modello FEM di trave su suolo elatico con Modulo di winkler si ritiene attendibile

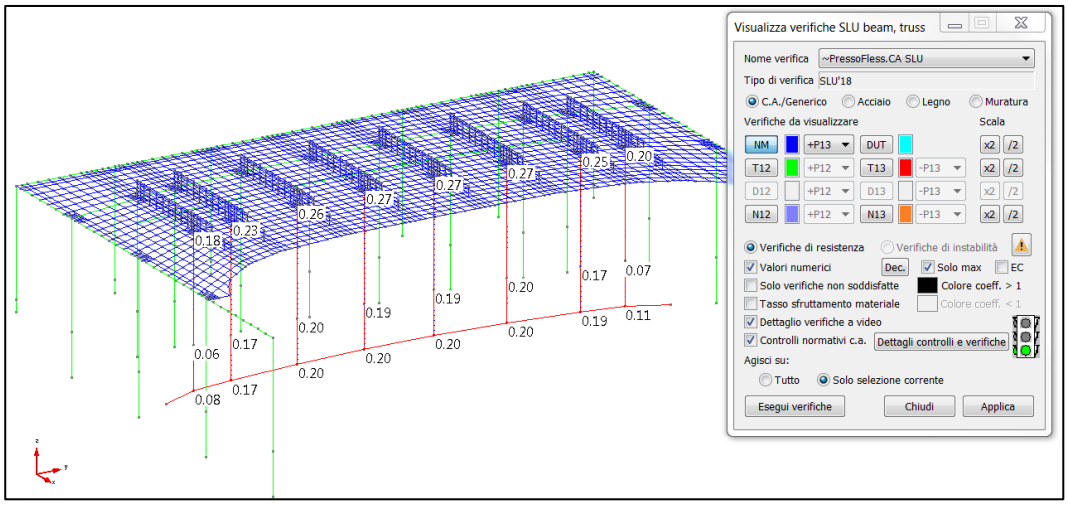
Dall'analisi sotto i carichi SLE QP risulta



Modello FEM con trave su suolo elastico: cedimenti Z_{min} – Inviluppo SLE QP

δ_{zmax}(SLEQP) = 3.7 mm

Il cedimento riscontrato risulta ammissibile sia in termini di funzionaliità della struttura che per le ricadute tensionali sulla struttura stessa. Infatti si riporta il quadro di verifica delle colonne nelle condizioni di vincoli su suolo elastico:



Modello FEM con trave su suolo elastico. Report verifica di resistenza: Inviluppo SLU

Valori limite dell'effetto delle azioni (NTC 2018 6.2.4.3.)

Si riportano di seguito i valori limite relativi a cedimenti assoluti e differenziali. Come riportato nella letteratura tecnica d'uso comune, quale il Bowles (paragrafo 5.15, Tabella 5.8), tali valori sono da correlare in primo luogo alla tipologia della fondazione e al terreno. Nel caso in esame si considera:

1. Fondazione isolata (a favore di sicurezza)
2. Terreno incoerente

cedimento massimo tollerabile: 50 mm; raccomandabile: 35 mm
cedimento differenziale tollerabile: 30 m; raccomandabile: 25 mm

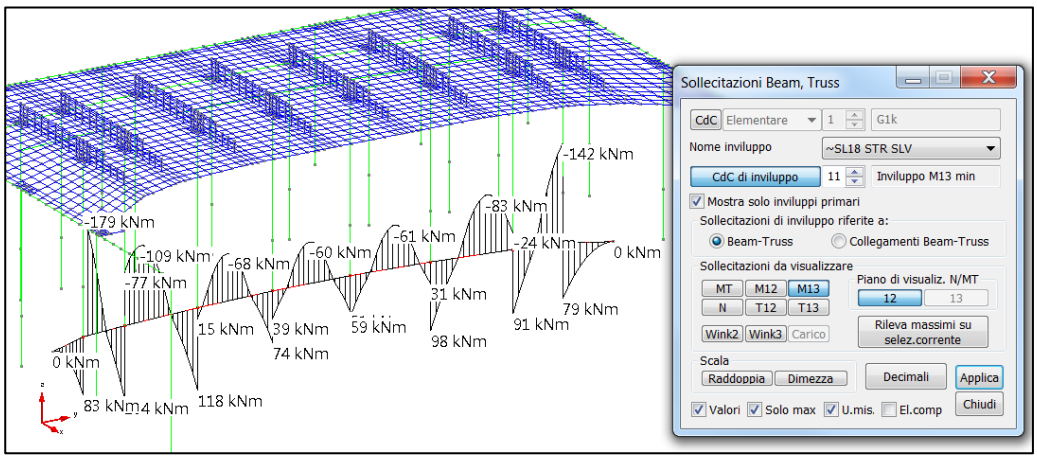
Si assumono quali cedimenti limite ammissibili, C_d, i valori raccomandabili.

Considerazioni

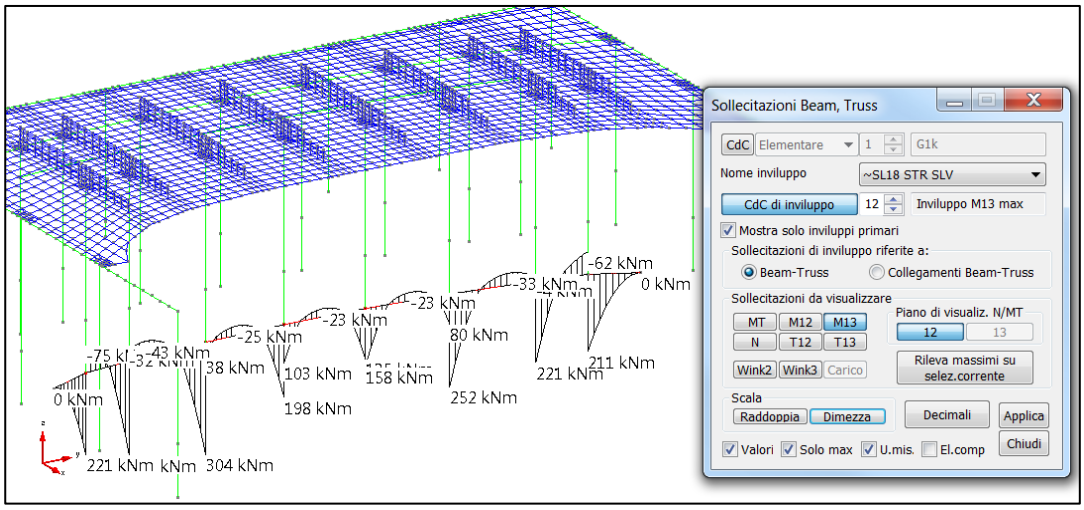
I cedimenti assoluti stimati risultano più che ammissibili: 3.7 mm < 35 mm
I cedimenti differenziali stimati all'interno della travata risultano più che ammissibili: 0.3mm < 25 mm
I cedimenti differenziali stimati relativi alle fondazioni circostanti (pari al massimo assoluto nell'ipotesi che non abbiano alcun cedimento) risultano ammissibili: 3.7 mm < 25 mm.

6.3.2 Trave di fondazione filo G-Az: verifica STR

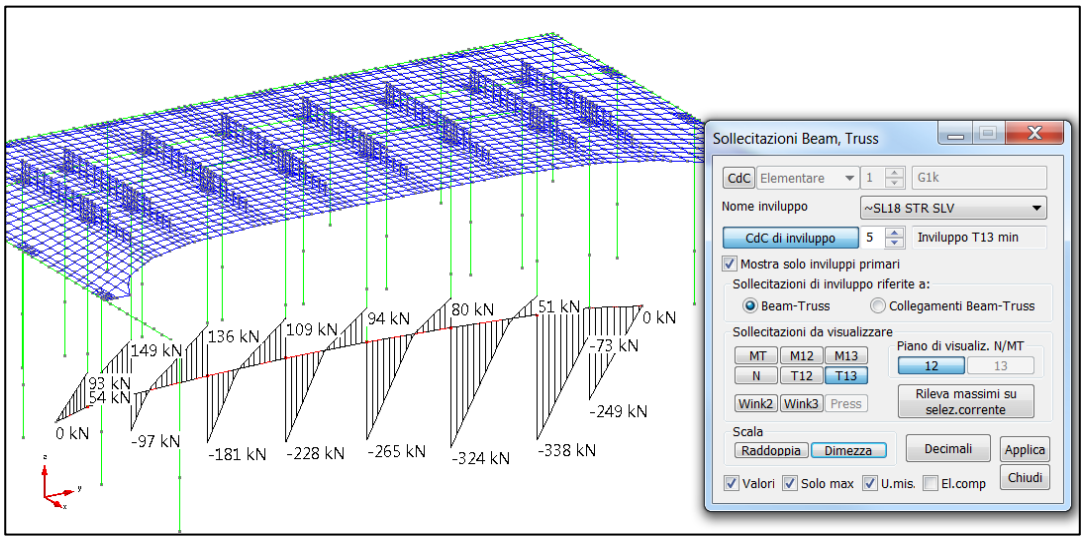
Si riporta il quadro delle Sollecitazioni sulla trave di fondazione. La verifica è condotta in campo elastico.



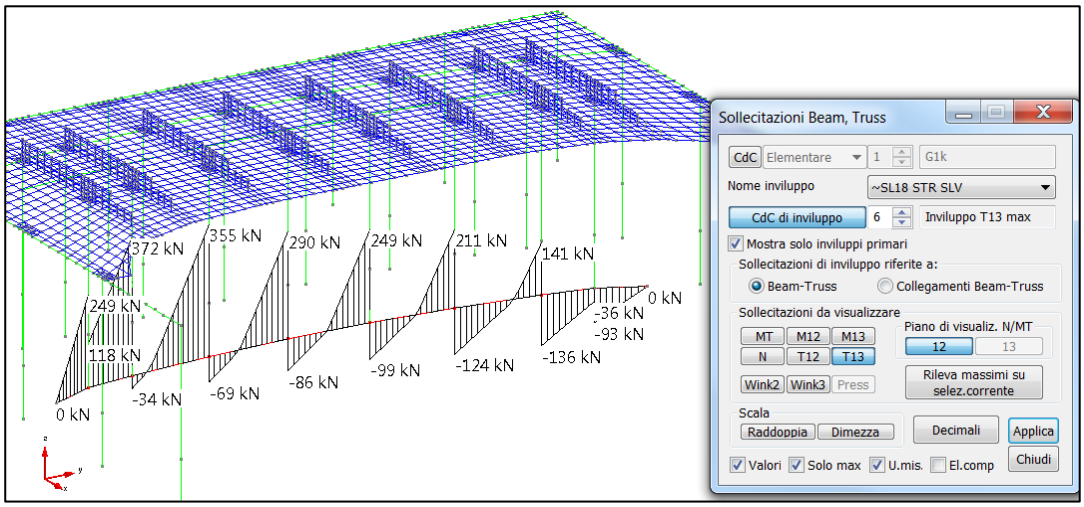
Nastro di fondazione filo G-Az: diagramma sollecitazione $M13_{min}$ – inviluppo SLV



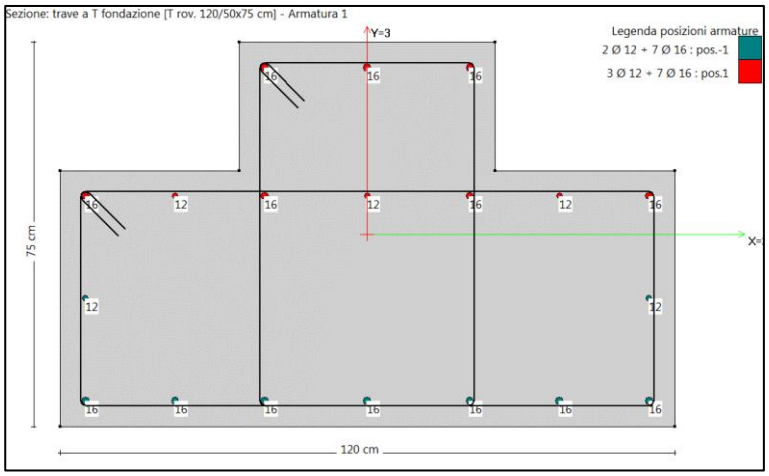
Nastro di fondazione filo G-Az: diagramma sollecitazione $M13_{max}$ – inviluppo SLV



Nastro di fondazione filo G-Az: diagramma sollecitazione $T13_{min}$ – inviluppo SLV



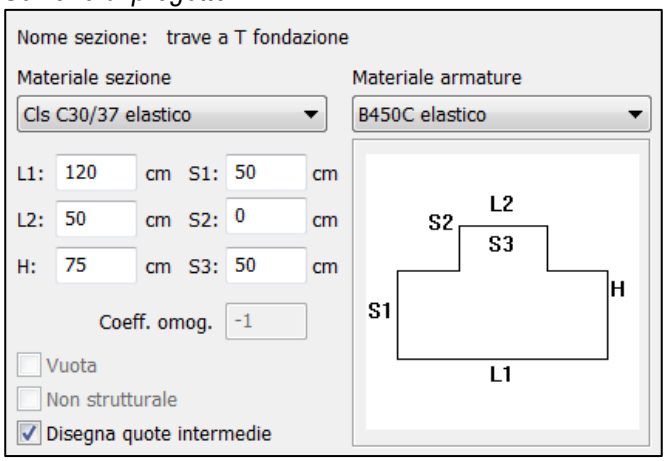
Nastro di fondazione filo G-Az: diagramma sollecitazione $T13_{max}$ – inviluppo SLV

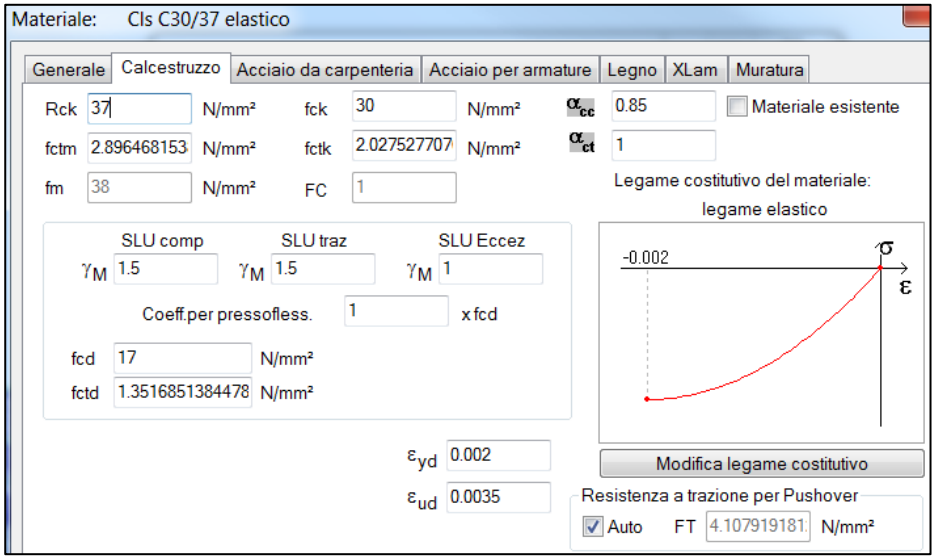


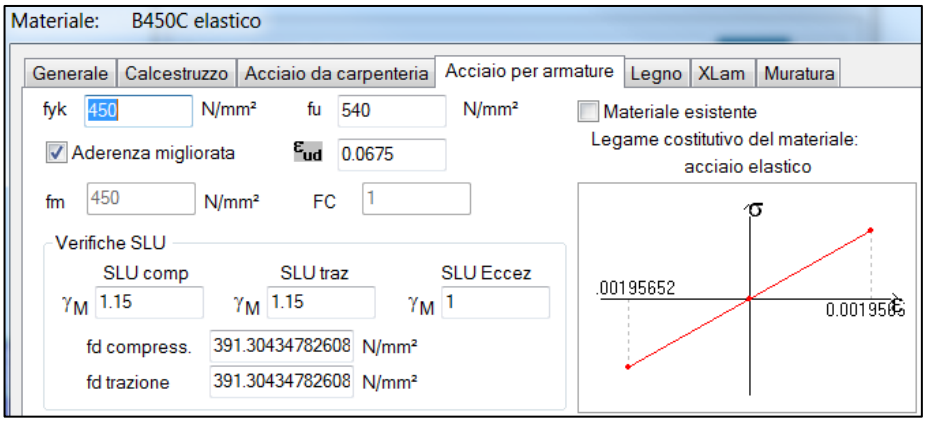
Tratto di staffatura 1

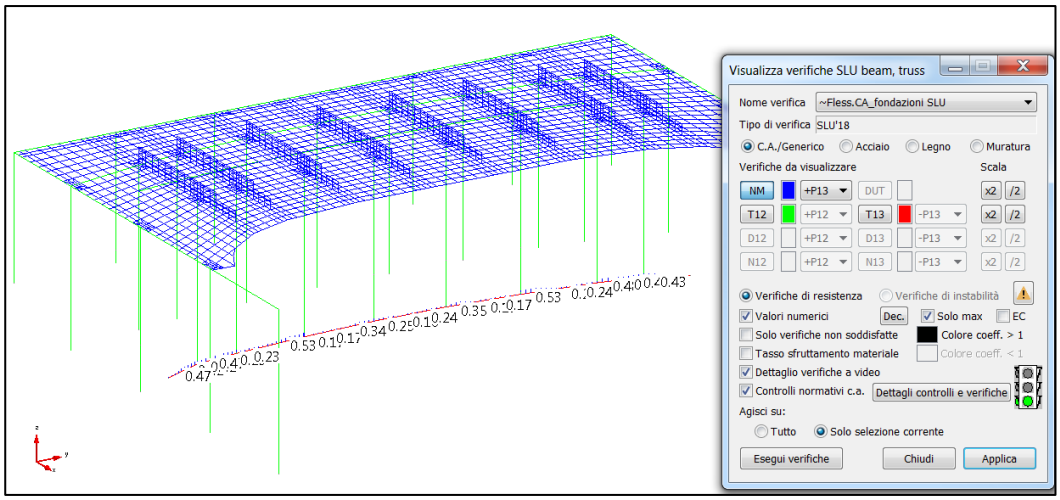
Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo (cm)
1	dir.2=2 dir.3=0	12	20
2	dir.2=0 dir.3=2	12	20

Sezione di progetto

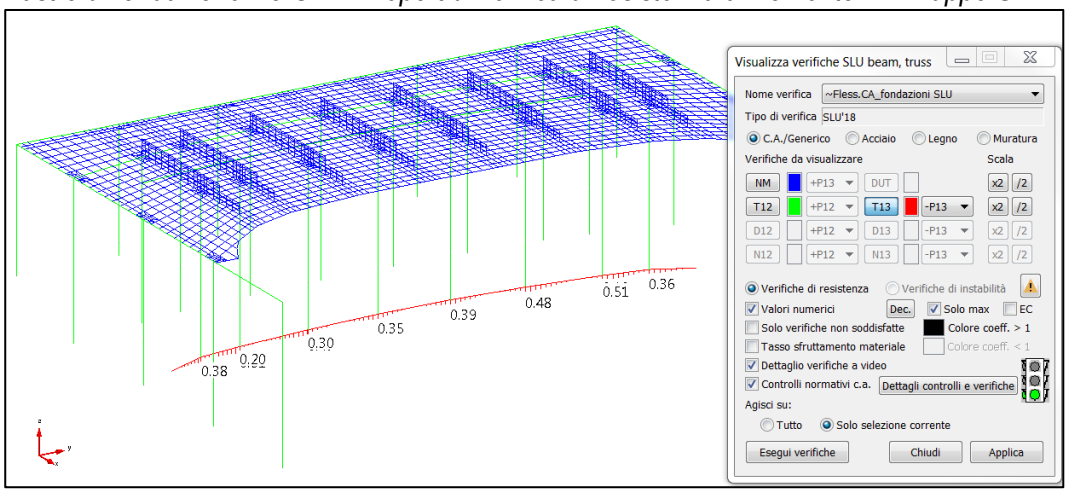




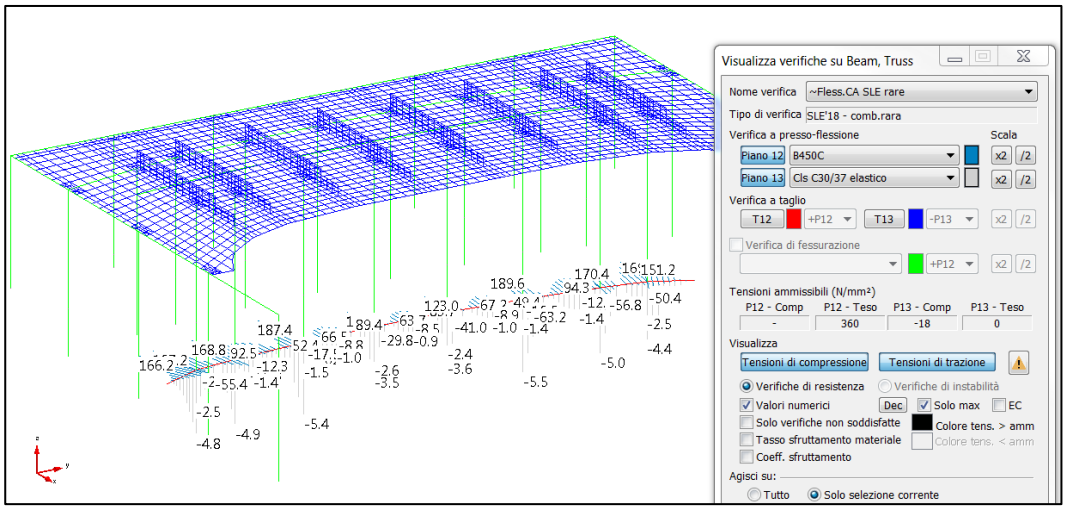




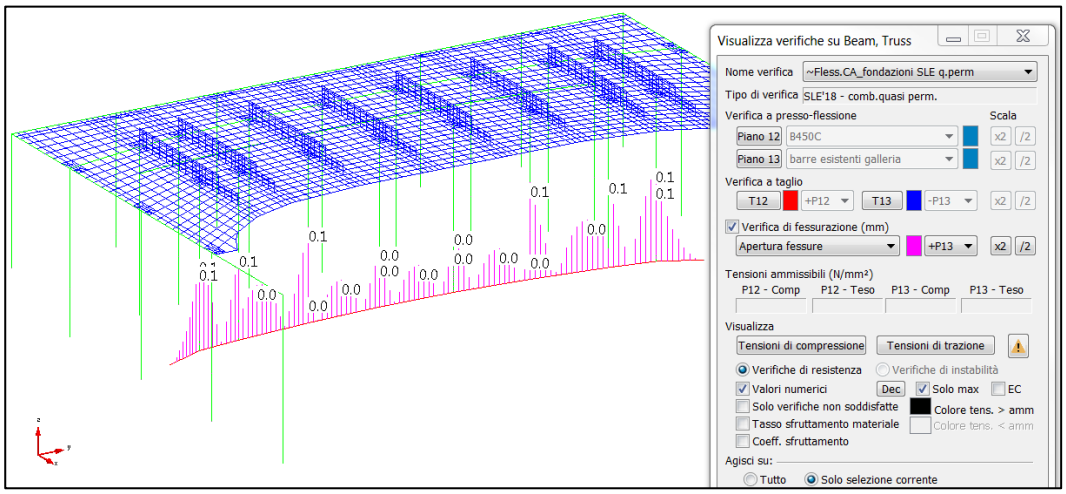
Nastro di fondazione filo G-Az: Report di verifica di resistenza a momento – inviluppo SLV



Nastro di fondazione filo G-Az: Report di verifica di resistenza a taglio – inviluppo SLV



Nastro di fondazione filo G-Az: Report di verifica tensionale SLER – inviluppo SLER



Nastro di fondazione filo G-Az: Report di verifica fessurazione SLER – inviluppo SLEQP

VERIFICA DELLA MENSOLA TRASVERSALE

La fondazione a nastro presenta trasversalmente un comportamento strutturale a plinto mentre presenta longitudinalmente un comportamento strutturale a trave su suolo elastico. Lo studio di tale comportamento è riportato separatamente

La fondazione deve lavorare in campo elastico: le verifiche vengono condotte modificando il legame costitutivo dei materiali, imponendo il non superamento della deformazione elastica.

Si procede alla definizione della geometria del plinto di fondazione al fine di individuarne la tipologia.

distanza lembo esterno plinto - baggiolo, V_B = B/2-b/2 = 35 cm < 2*H = 50 cm

in direzione trasversale B, fascia compressa = B = 120 cm

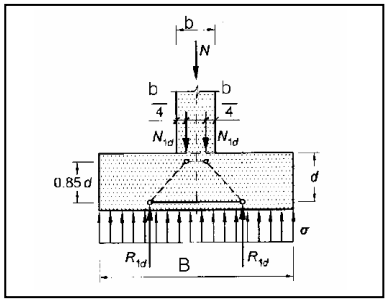
Ne consegue che: il plinto di fondazione è di tipo rigido in direzione trasversale B

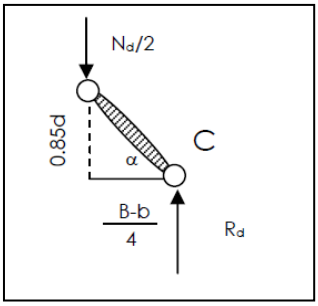
In generale si procede come segue.

La fondazione è di tipo rigido: è necessario ricorrere a soluzioni per le mensole tozze. In questo caso si dimensiona l'armatura a "trazione" e la sezione di cls tale da ben sopportare le sollecitazioni a taglio. Si considera il carico centrato N in equilibrio con una sottospinta pari alla pressione massima distribuita su tutta l'impronta compressa.

La fondazione è di tipo snello: è necessario ricorrere a soluzioni per le mensole snelle incastrate al baggiolo con pressione dal terreno.

Verifica comportamento a plinto con schema a mensola tozza





$N_{SLU,elevazione}$ =	57500	kg
$N_{SLU,elevazione + baggiolo}$ =	57656	kg
R_d =0,5 $N_{SLU,elevazione + baggiolo}$ =	28828	kg
altezza utile plinto, d =0,9 H =	45.00	cm
altezza traliccio, 0,85 d =	38.25	cm
angolo inclinazione traliccio, α = arctg 0,85d/(B-B_b/4) =	1.1417	rad

ne consegue:

trazione nel tirante acciaio, $T_d = R_d\ tg^{-1}\alpha$ = 13189 kg

area di acciaio necessaria, assicurando che la fondazione lavori in campo elastico:
acciaio B450 C

f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1.15	
f_{yd} =	391	N/mm²
E =	210000	N/mm²

$A_{s,min}$ =	370.8	mm²
Si adotta:		
larghezza fascia di competenza = 2b =	100.0	cm
D =	12.00	mm²
passo =	20.00	cm
numero barre =	6	mm²
A_s =	678	mm²

l'acciaio lavora in campo elastico: nella fascia centrale si ha:

$\varepsilon_s = T_d/A_s/E$ = 0.00093 < $\varepsilon_{sy} = N/A_s/E$ = 0.001957

PUNZONAMENTO

Si riporta la verifica semplificata a taglio sulla proiezione della superficie di bordo del baggiolo: essendo la condizione più gravosa e, poichè nella verifica si trascura il contributo dell'armatura presente, si ritiene tale valutazione indicativa del comportamento dell'elemento nei riguardi del punzonamento.

$F_{punzonamento}$ = $N_{SLU,elevazione + baggiolo}$ =	57656	kg
perimetro filo baggiolo, u' =	200	cm
altezza utile fondazione, d =	45	cm

area filo baggiolo, A = u' d = 9000 cm^2

Si assume quale forza resistente al punzonamento:

$F_{res} = 0{,}5\ u\ d\ f_{ctd}$ = 88013 kg > $F_{punzonamento}$

essendo, per cls C30/37:

R_{ck} =	37	N/mm^2		
f_{ck} =	31	N/mm^2		
f_{ctm} =	4.2	N/mm^2		
f_{ctk} =	2.9	N/mm^2		
f_{ctd} =	2.0	N/mm^2	20	kg/cm^2
γ_c =	1.5			

Vista l'entità delle tensioni tangenziali indotte non si ritiene necessario riportare per esteso la verifica al punzonamento.

COLLEGAMENTI ORIZZONTALI TRA FONDAZIONI

Per tenere in debito conto la presenza di eventuali spostamenti relativi del terreno di fondazione sul piano orizzontale in presenza di sisma, si può prevedere di collegare tra loro i nastri di fondazione tramite un reticolo di travi, dimensionati in modo da assorbire le forze assiali conseguenti. NTC 7.2.5.1

Azione assiale di collegamento

terreno tipo B

accelerazione suolo rigido, a_g = 0.06 g

coefficiente sismico, S = 1.20

accelerazione orizz. max attesa, $a_{max} = a_g\ S$ = 0.0660 g

L'azione assiale di collegamento è funzione del carico verticale N_{sd} che è pari al carico medio agente tra i plinti collegati in condizioni sismiche. A favore di sicurezza si assume il carico assiale ultimo massimo degli elementi verticali.

N_{sd} =	55000	kg
Azione assiale di collegamento $0{,}4N_{sd}\ a_{max}/g$ =	1452	kg
tensione massima di lavoro armatura =	*1400*	kg/cm^2
Area minima acciaio =	1.037	cm^2

Si adottano:

barra Φ *12*

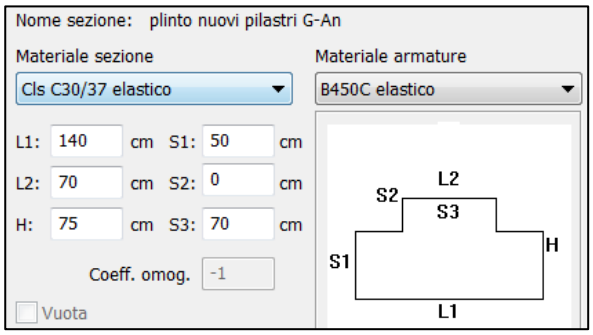
area barra Φ *1.13* cm^2

n. barre Φ	4	
Area acciaio =	4.5	cm^2
Tensione di lavoro armatura =	321.1	kg/cm^2
Sezione trave in c.a.		
B =	30	cm
H =	30	cm
Area cls =	900	cm^2
Tensione di lavoro calcestruzzo =	1.6	kg/cm^2 $< f_{ctd}$

Volendo realizzare travi di collegamento tra le fondazioni al piede delle colonne, una sezione di dimensione 30x30 cm armata con 4 D12 risulta più che sufficiente.

6.4 Plinto di fondazione nuovi pilastri filo G-Ai

Si riporta il dimensionamento del plinto di fondazione sottostante le nuove colonne quadrate 50x50 cm a sostegno della galleria alle estremità dell filo G-Ai. La fondazione è impostata alla medesima quota dei plinti di fondazione della restante pilastrata sul medesimo filo G-Ai: a circa 2.5 m dal p.c. di riferimento della stratigrafia di progetto. Il plinto di fondazione, ripercorre la tipologia dei plinti limitrofi, ha sezione quadrata con base 140x140 cm, baggiolo 70x70 cm e altezza totale 75 cm:



Geometria sezione plinto

Si procede alla verifica GEO e alla verifica STR con schemi manuali.

6.4.1 Plinto di fondazione nuovi pilastri filo G-Ai: verifica GEO

6.4.1.1 Parametri geotecnici di progetto

Si veda paragrafo 6.3.1.1.

6.4.1.2 Verifiche GEO elementi di fondazione: portanza

La verifica geotecnica del terreno sotto le azioni è da condursi per:
1) collasso per carico limite dell'insieme terreno fondazione (PORTANZA)

Dall'analisi della struttura si individuano le condizioni di carico più gravose SLV

Geometria

Larghezza base plinto, B =	*140*	cm
Lunghezza base plinto, L =	*140*	cm
altezza base plinto, H =	*50*	cm
Larghezza base baggiolo, B_b =	*70*	cm
Lunghezza base baggiolo, L_b =	*70*	cm
altezza baggiolo, H_b =	*25*	cm
Superficie impronta plinto, BxL =	*19600*	cm^2
distanza estradosso fndz - p.p. =	*190*	cm
profondità media piano posa, D =	*2.5*	m
peso specifico riempimento =	*1800*	kg/mc

Azioni di progetto

$N_{SLU,elevazione}$ =	28000	kg
$N_{SLU,p.p.fondazione}$ =	3583	kg
$N_{SLU,p.p.riempimento}$ =	6880	kg
$N_{SLU,totale}$ =	38463	kg

$N_{SLU,tot}$ =	38463	kg
comp. sforzo oriz. su fondazione, H_X =	0	kg

impronta compressa [m]: 1.40 x 1.40 = 1.96 mq

q_{max} = 19624 kg/m^2 = 1.96 kg/cm^2

VERIFICA CAPACITA' PORTANTE

$q_{lim} = 0.5\,\gamma\, N_\gamma\, s_\gamma\, d_\gamma\, i_\gamma\, b_\gamma\, g_\gamma\, z_\gamma + q\, N_q\, s_q\, d_q\, i_q\, b_q\, g_q\, z_q$

ϕ =	33	gradi
ϕ =	0.58	Rad
L', larghezza efficace della fondazione =	1.40	m
B', lunghezza efficace della fondazione =	1.40	m

valori dei fattori sopra elencati:

$N_q = k_p\, e^{\pi \tan\phi}$ =	25.96
$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$ =	35.00
con coeff. di spinta passiva, $k_p = \tan^2(45+\phi/2)$ =	3.38

fattori di forma fondazione

$s_\gamma = 1 - 0.4B'/L'$ =	0.60
$s_q = 1 + B'/L' \tan\phi$ =	1.65

fattori correttivi per l'inclinazione del carico

$i_q = (1- H/N)^m$ =	1.00
$i_\gamma = (1- H/N)^{m+1}$ =	1.00

$m = (2 + B'/L')/(1+ B'/L') =$	1.50			

fattori correttivi per la profondita del piano di imposta D della fondazione

$d_\gamma =$	1.00			
$d_q = 1+ 2 \tan\phi\ (1-\text{sen}\phi)^2\ k =$	1.29			
$D/B' =$	1.79			
$k =$	1.06			

sovraccarico ai lati della fondazione

$q = \gamma\ D =$	0.48	kg/cm^2		

capacità portante limite

$q_{lim} =$	26.17	kg/cm^2		
$q_d = q_{lim}/\gamma_R =$	11.4	kg/cm^2		

Verifica capacità portante della fondazione

azione di progetto verticale, $E_d = N_{SLU,TOT} =$	38463	kg		
resistenza di progetto, $R_d = (q_{lim}\ B'\ L') / \gamma_R =$	222982	kg	>	E_d
essendo $\gamma_{R3} =$	2.3			

Verifica risulta soddisfatta.

$R_d / E_d =$	5.80	>	1	

6.4.1.3 *Verifiche GEO plinti di fondazione: cedimenti*

In generale si può affermare che, vista la presente stratigrafia, i cedimenti si sviluppano all'atto del caricamento, vista la natura incoerente del terreno. Pertanto la stima dei cedimenti effettuata con utilizzo del Modulo di winkler si ritiene attendibile.

Dall'analisi sotto i carichi SLE QP risulta

Modulo di reazione verticale del terreno K_w

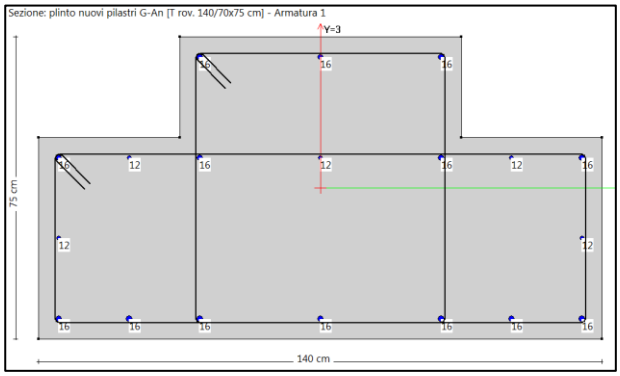
$K_w =$	2.5	kg/cm^3

Dall'analisi sotto i carichi SLE QP risulta

σ_{zmax}(SLEQP) =	0.93	kg/cm^2
δ_{zmax}(SLEQP) =	0.37	cm

Il cedimento stimato risulta ammissibile sia in termini di funzionaliità della struttura che per le ricadute tensionali sulla struttura stessa. Si veda quanto riportato nel paragrafo relativo ai cedimenti della nuova trave di fondazione.

6.4.2 Plinto di fondazione nuovi pilastri filo G-Ai: verifica STR

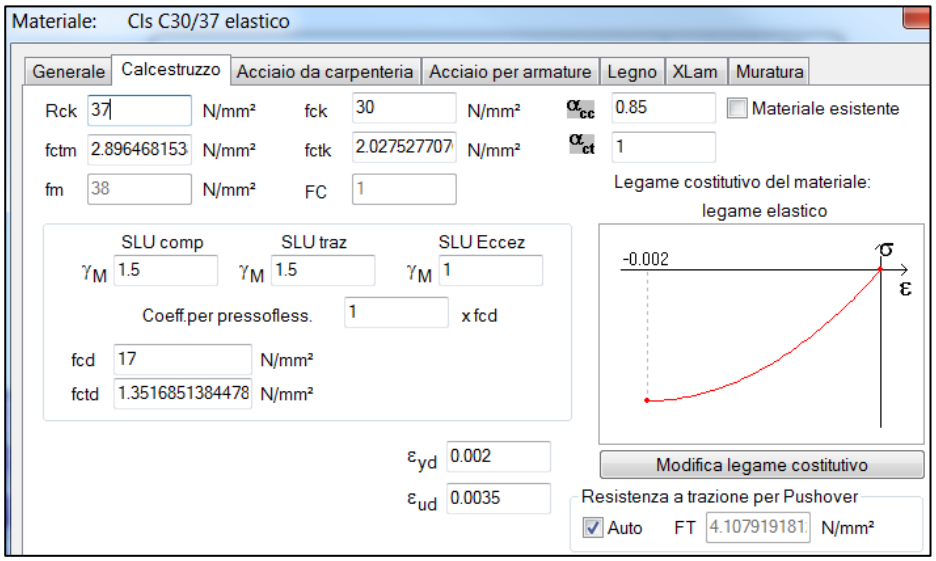


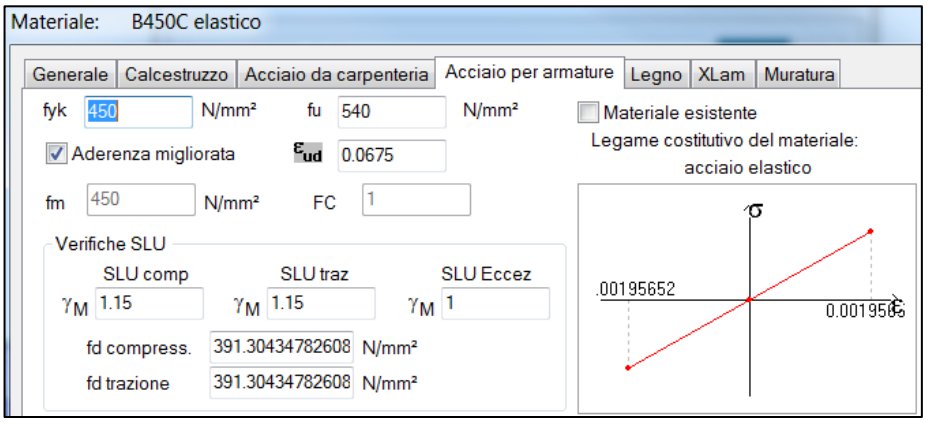
Tratto di staffatura 1

Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo (cm)
1	dir.2=2 dir.3=0	14	20
2	dir.2=0 dir.3=2	14	20

Sezione di progetto

La fondazione deve lavorare in campo elastico: le verifiche vengono condotte modificando il legame costitutivo dei materiali, imponendo il non superamento della deformazione elastica.





Si procede alla definizione della geometria del plinto di fondazione al fine di individuarne la tipologia.
distanza lembo esterno plinto - baggiolo, V_B = B/2-b/2 = 35 cm < 2*H = 100 cm

in direzione trasversale B, fascia compressa = B = 140 cm

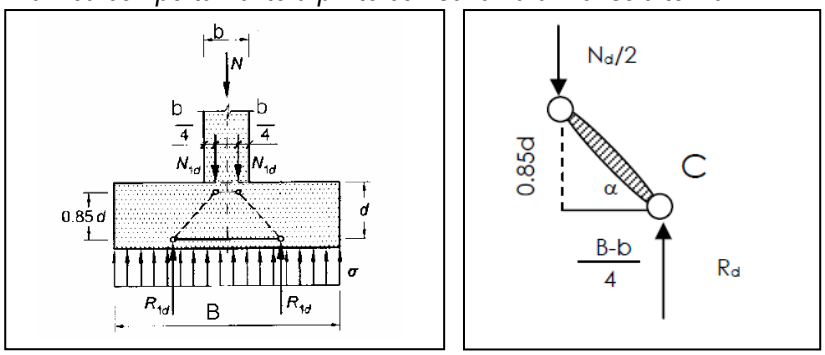
Ne consegue che: il plinto di fondazione è di tipo rigido in ogni direzione (L=B)

In generale si procede come segue.

La fondazione è di tipo rigido: è necessario ricorrere a soluzioni per le mensole tozze. In questo caso si dimensiona l'armatura a "trazione" e la sezione di cls tale da ben sopportare le sollecitazioni a taglio. Si considera il carico centrato N in equilibrio con una sottospinta pari alla pressione massima distribuita su tutta l'impronta compressa.

La fondazione è di tipo snello: è necessario ricorrere a soluzioni per le mensole snelle incastrate al baggiolo con pressione dal terreno.

Verifica comportamento a plinto con schema a mensola tozza



Schema di calcolo per plintii di tipo rigido

$N_{SLU,elevazione}$ =	28000	kg
$N_{SLU,elevazione + baggiolo}$ =	28306	kg
R_d =0,5 $N_{SLU,elevazione + baggiolo}$ =	14153	kg
altezza utile plinto, d =0,9 H =	45.00	cm
altezza traliccio, 0,85 d =	38.25	cm
angolo inclinazione traliccio, α = arctg 0,85d/(B-B_b/4) =	1.1417	rad

ne consegue:

trazione nel tirante acciaio, $T_d = R_d\ tg^{-1}\alpha$ =	6475	kg

area di acciaio necessaria, assicurando che la fondazione lavori in campo elastico:

acciaio B450 C

f_{yk} =	450	N/mm²
γ_s =	1.15	
f_{yd} =	391	N/mm²
E =	210000	N/mm²

$A_{s,min}$ =	182.0	mm²
Si adotta:		
larghezza fascia di competenza = $2L_b$ =	100.0	cm
D =	12.00	mm²
passo =	20.00	cm
numero barre =	6	mm²
A_s =	678	mm²

l'acciaio lavora in campo elastico: nella fascia centrale si ha:

$\varepsilon_s = T_d/A_s/E$ = 0.00045 < $\varepsilon_{sy} = N/A_s/E$ = 0.001957

COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo – Strutture Corpo Basso

Allegato 5

Lucernario copertura Platea

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in CdS	M. Fabbri	M. Fabbri	M. Majowiecki

SOMMARIO

1 PREMESSA 5
1.1 Descrizione del progetto di rinforzo 5
2 ANALISI DEI CARICHI 6
2.1 Analisi dei Carichi 6
3 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI STRUTTURALI 7
3.1 Premessa 7
3.2 Caratteristiche dei materiali 8
4 DIMENSIONAMENTO STRUTTURE LUCERNAIO 8
4.1 Modellazione FEM 8
4.2 Caratteristiche geometriche del modello 8
4.3 Applicazione dei carichi 12
4.4 Combinazioni di Carico 15
4.5 Sollecitazioni SLU 15
4.6 Deformazioni SLE 27
5 VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI 29
5.1 Verifiche di resistenza e stabilità 29
5.2 Verifiche di deformazione: 31
6 VERIFICA DELLE GIUNZIONI 32
6.1 Nodi travi – colonna 32
6.1.1 Montante verticale – Travi perimetrali 32
6.1.2 Montante verticale centrale – Trave di colmo 34
6.1.3 Giunzione estremità diagonali di controvento 35
6.2 Ancoraggi di base 36
7 DIMENSIONAMENTO DELLE SOTTOSTRUTTURE IN C.A. 37
7.1 Travi di supporto del lucernaio 37
8 CONCLUSIONI 39
9 ALLEGATO: calcolo ancoraggio piastre di base con software Hilti Profis Engineering 40

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1 PREMESSA

1.1 Descrizione del progetto di rinforzo

Oggetto della presente relazione è la illustrazione del dimensionamento progettuale delle strutture di supporto del lucernaio posto sulla copertura della platea, la struttura in elevazione è in carpenteria metallica e superiormente vetrata, le pareti lateriali accolgono evacuatori di funo a lamelle. Le dimensioni in pianta sono pari a circa 4,60 x 4,60 metri ed una altezza media di circa 3,0 metri considerando che è presente una leggera pendenza sulla copertura a doppia falda. Le strutture portanti in acciaio del lucernaio sono supportate dalle travi principali di copertura come si evince dalle immagini seguenti tratte dal progetto di fattibilità tecnico economica e del progetto architettonico per la conferenza dei servizi:

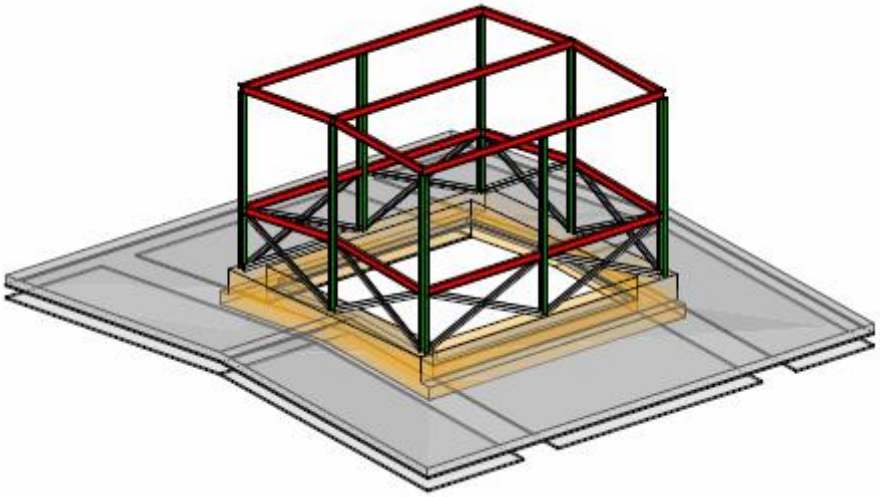


Figura 1: stralcio progetto Piano fattibilità tecnico economica

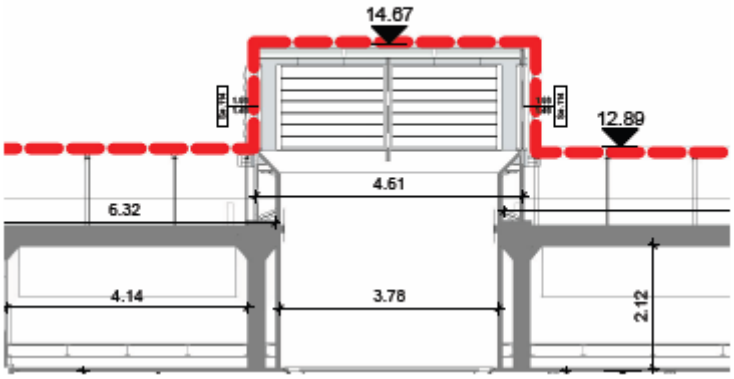


Figura 2: stralcio progetto architettonico per conferenza dei servizi

2 ANALISI DEI CARICHI

2.1 Analisi dei Carichi

Carichi agenti copertura lucernaio

Peso proprio strutture

considerato nel modello FEM

Carichi permanenti G

Copertura Serramento vetro e alluminio	0.60	
$G_{2k,\ permanenti\ portati}$	0.60	KN/m²

Rivestimenti pareti verticali ed evacuatori di fumo	0.60	
$G_{2k,\ permanenti\ portati}$	0.60	KN/m²

Azioni variabili Q_k: neve

Carico neve sulla copertura	1,2	
$Q_{k,C2}$	1,2	KN/m²

Azione del Vento

descrizione geografica del sito:	Torino			
altitudine, a_s	250	m		
distanza dalla costa	100	km		
Zona [1 -> 9]	1	Piemonte		
Classe rugosità [A -> D]	C			tabella 3.3.III
Categoria di esposizione sugger.				
Categoria Esposizione [I -> V]	III			Figure 3.3.2

descrizione costruzione

lunghezza, l_1 =	4.2	m		
larghezza, l_2 =	4.2	m		
altezza max costruzioni, z =	15.0	m		
inclinazione copertura, α =	5	°		

pressione cinetica di riferimento, q_r

$q_r = \rho(v_r^2 / 2)$=	391.2	N/m²	39.1	kg/m²
densità convenz. aria, ρ =	1.25	kg/m³		
tempo di ritorno, T_R =	50	anni		
$c_R = 0{,}75[1-0{,}2\ln(-\ln(1-1/T_R))]$ =	1.00			C3.3.2.
Zona:	1			
$v_{b,0}$	25	m/s	$a_s < a_0$	

a_0	1000	m	
k_s	0.4	1/s	
c_a =	1.00		
v_b =	25.00	m/s	
$v_r = c_R v_b$ =	25.02	m/s	

coefficiente di esposizione, c_e

categoria esposizione:	III		
k_r =	0.20		tab. 3.3.II
z_0 =	0.1	m	
z_{min} =	5.0	m	
coeff. topografia, c_t =	1		
$c_e(z) = k^2_r c_t \ln(z/z_0)[7+c_t \ln(z/z_0)]$ =	2.407		$z > z_{min}$
$c_e(z_{min})$ =	1.708		$z < z_{min}$
$c_e(z=h_{max})$) =	2.407		

coefficiente dinamico, c_d =

coefficiente dinamico, c_d =	1		

Pressione del vento, p =

p = qr ce cp cd

Pressione sulle pareti verticali

parete sopravento, cp = +1,0	0.94		KN/m2
parete sottovento, cp = -0,5	0.47		KN/m2
pareti laterali,cp = -1,1	1.04		KN/m2

Pressione sulle falde

falda, cp = -0,8	0.75		KN/m2

3 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI STRUTTURALI

3.1 Premessa

Tutte le strutture in carpenteria metallica dovranno essere approvigionate, costruite in officina e montate in opera seguendo le prescrizioni del D.M. 17/01/2018 e secondo la EN 1090-2:2018, in particolare il costruttore delle strutture in carpenteria metallica dovrà essere in possesso di abilitazione alla costruzione delle strutture in carpenteria metallica ai sensi delle EN 1090-2:2018 per la classe di esecuzione EXC3.

La determinazione della classe di esecuzione proviene dalla seguente classificazione:

Classe di Conseguenza: ALTA CC3

Categoria di Servizio: SC1

Categoria di Fabbricazione: PC1

3.2 Caratteristiche dei materiali

Le strutture portanti del lucernaio saranno interamente realizzate in carpenteria metallica con profili aperti, piatti e lamiere delle seguenti caratteristiche:

S275JR – EN10025

Per spessori inferiori a 40 mm i valori caratteristici di snervamento e rottura sono i seguenti:

fyk = 275 Mpa

ftk = 430 Mpa

Bullonature:

Assiemi per bullonature strutturali non da precarico: SB-EN15048

Tolleranze di Lavorazione: ISO 4759-1

Caratteristiche Meccaniche: ISO 898-1 e ISO 892-2

Norme di Collaudo: ISO 3269

Requisiti generali: EN15048-2

Materiale Bullone: acciaio ad alta resistenza classe 8.8

Materiale Dado: acciaio a media resistenza classe 8

Rosette ISO 7089-Classe 200HV

Tutti i bulloni dovranno essere dotati di marcatura CE secondo norma armonizzata EN15048.

Saldature:

Per le saldature in officina ed in cantiere riferirsi alle prescrizioni di D.M. 17/01/2018 e della EN 1090-2:2018.

4 DIMENSIONAMENTO STRUTTURE LUCERNAIO

4.1 Modellazione FEM

Le strutture sono state studiate con il metodo degli elementi finiti, mediante elaborazione assistita da computer con procedure interattive grafiche e software indirizzato all'ingegneria civile redatto e controllato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 10.2 delle NTC 2008.

Nello specifico è stato utilizzato il codice ad elementi finiti Straus7 della Strand7 Pty Ltd, di cui si detiene regolare licenza e se ne fa uso da regolare dal 1998. La release utilizzata è la Straus7 R2.4

Distributore per l'Italia: HSH srl via Tommaseo 13 – 35131 PADOVA

N° seriale licenza FABBRIM1

4.2 Caratteristiche geometriche del modello

La modellazione FEM della struttura globale, tridimensionale completa, è stata effettuata ricercando un'elevata corrispondenza geometrico meccanica con la struttura a progetto, sotto le seguenti ipotesi generali:

- Struttura incastrata alla base dei montanti verticali ovvero su cordolo predisposto sulle travi principali di copertura;
- Elementi montanti e correnti orizzontali tipo "beam", controventi di parete tipo "truss";

- Impalcato di copertura e rivestimenti di parete modellati con elementi non strutturali denominati “load patch” ovvero elementi bidimensionali privi di rigidezza che servono unicamente per ripartire i carichi superficiali sugli elementi strutturali di contorno;

Di seguito si riportano alcune immagini della struttura modellata:

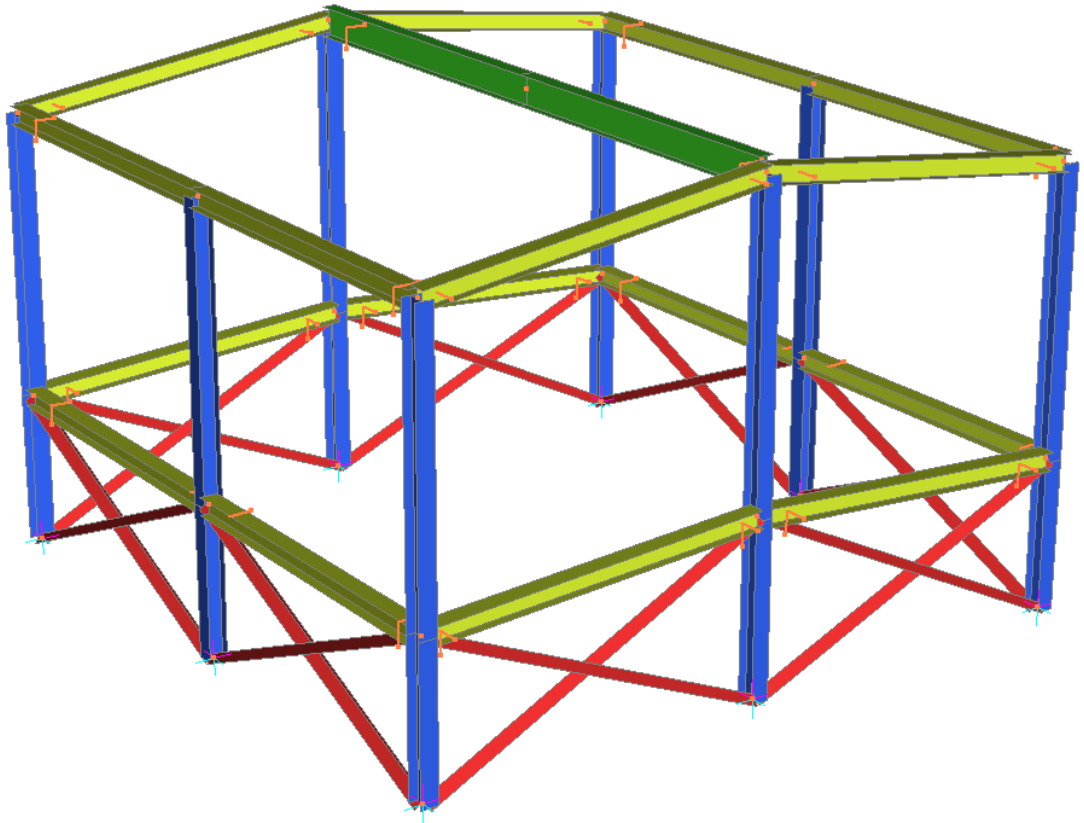
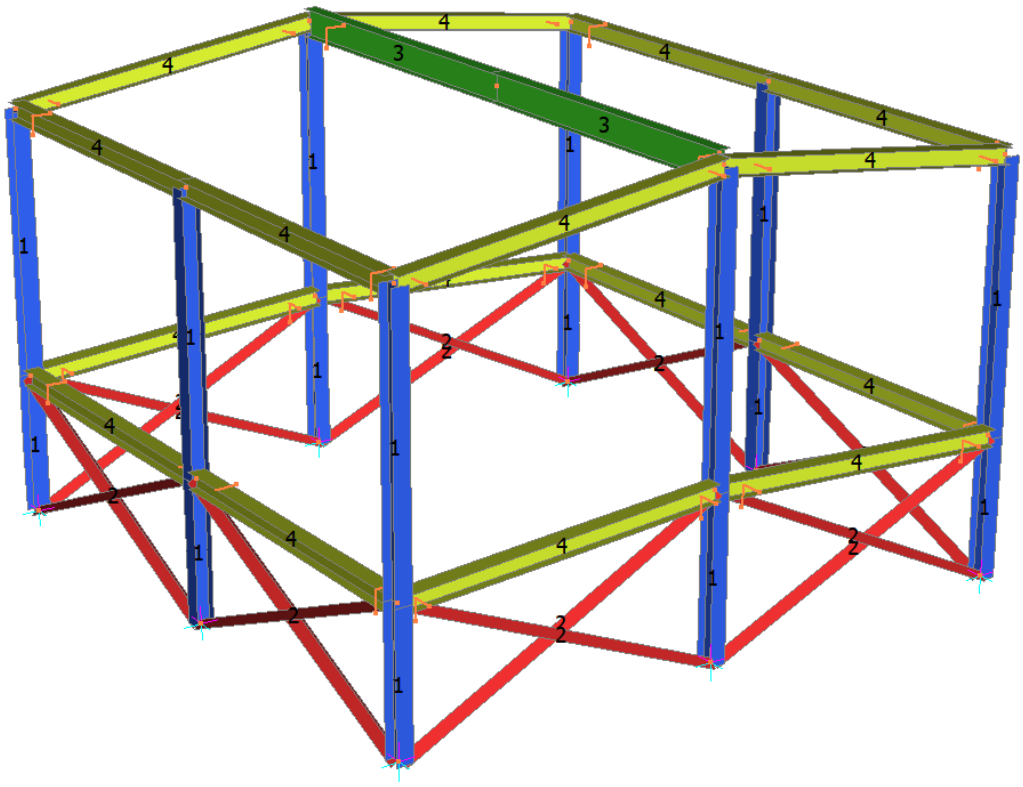


Figura 3: vista assonometrica del modello FEM



	Section	Section Type	D	B1	B2	T1	T2	T3
			m	m	m	m	m	m
1: COLONNE	European Spec Structural Section: HE 120 B	I-Section	0.12	0.12	0.12	0.011	0.011	0.007
2: CONTROVENTI	European - ANU 80x80x8	Angle	0.08	0.08		0.008	0.008	
3: TRAVE COLMO	European Spec Structural Section: IPE 200	I-Section	0.2	0.1	0.1	0.0085	0.009	0.006
4: TRAVI	European Spec Structural Section: HE 120 A	I-Section	0.114	0.12	0.12	0.008	0.008	0.005

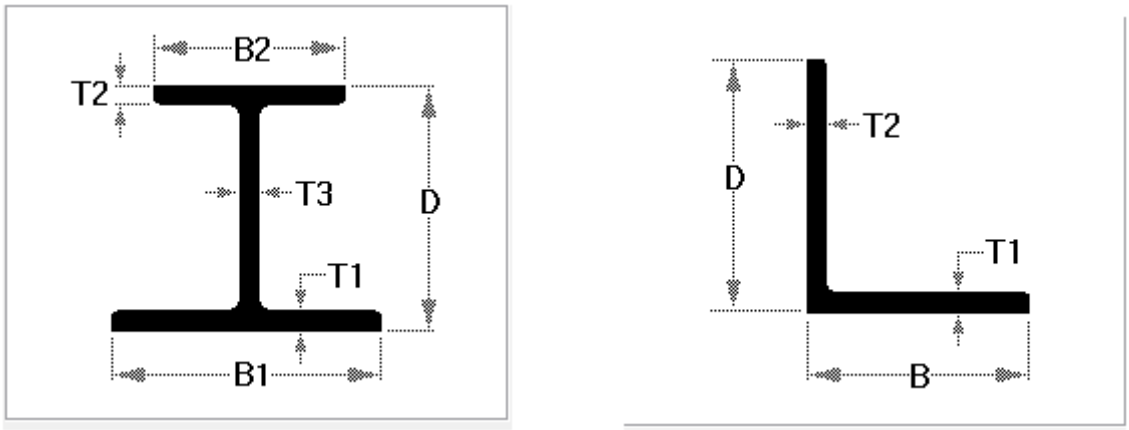


Figura 4: numerazione proprietà elementi strutturali

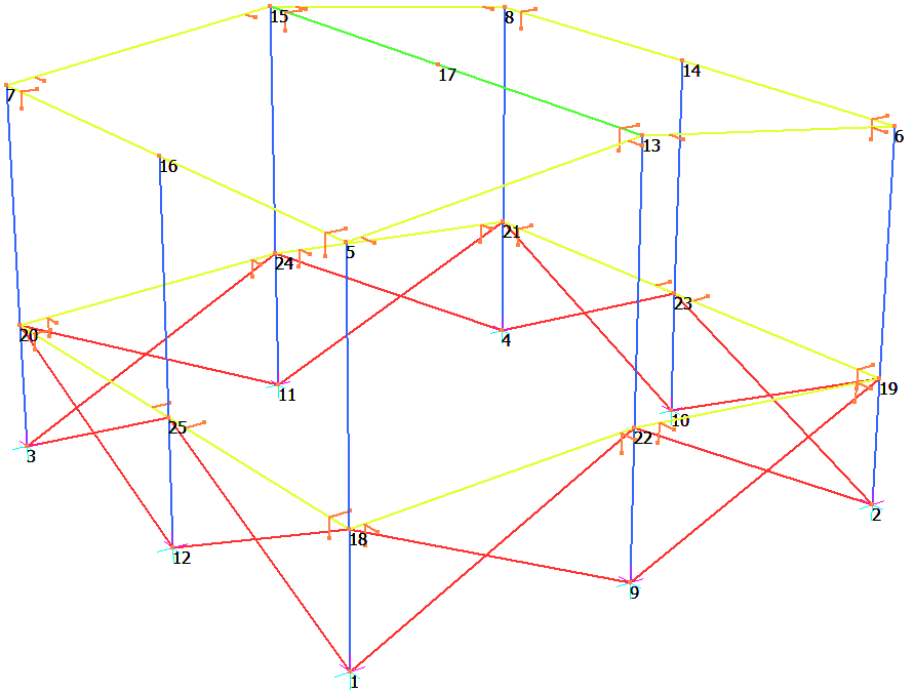


Figura 5: numerazione nodi

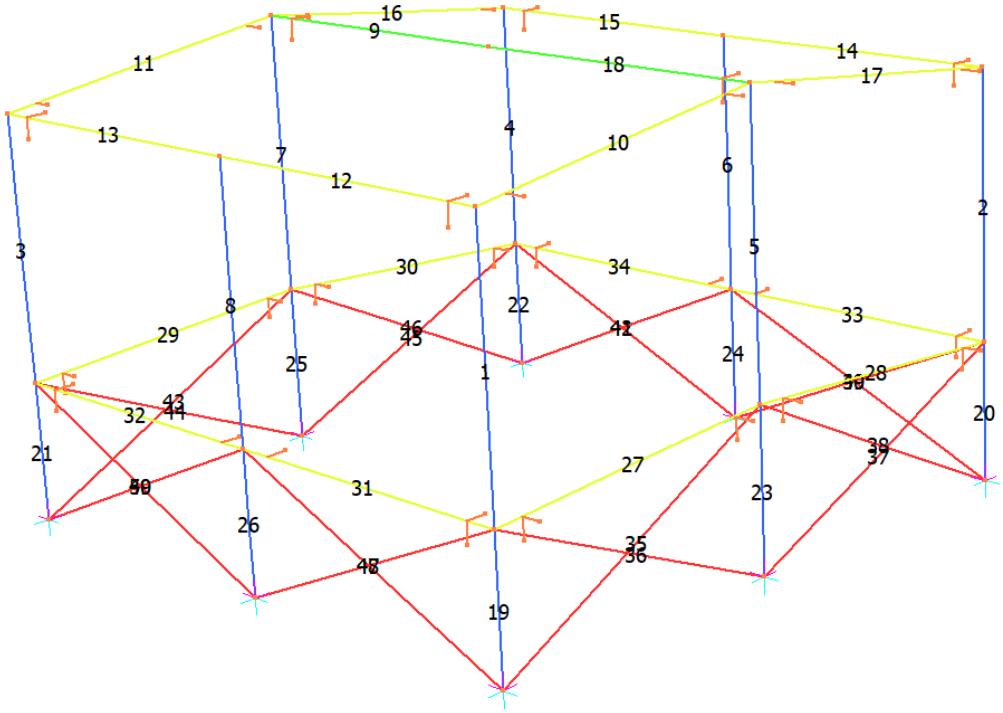


Figura 6: numerazione beam

4.3 Applicazione dei carichi

I pesi propri strutturali (G1k) vengono applicati direttamente al modello di calcolo mediante la funzione “strucutral mass” come si evice dalla seguente immagine:

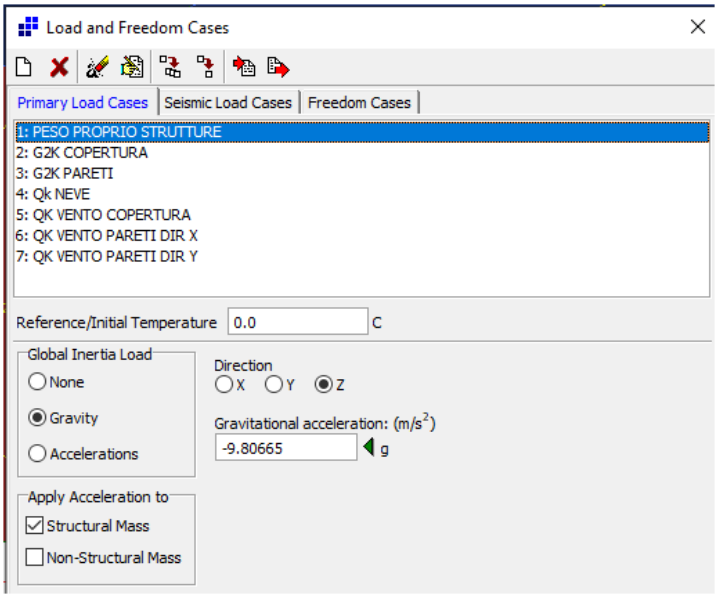


Figura 7: applicazione del peso proprio strutture

Le azioni permanenti G2k sono applicate alle singole membrature attraverso i “load patch” che distribuiscono le masse denominate “non structural mass” sulle travi di contorno, come si può vedere dalle immagini seguenti:

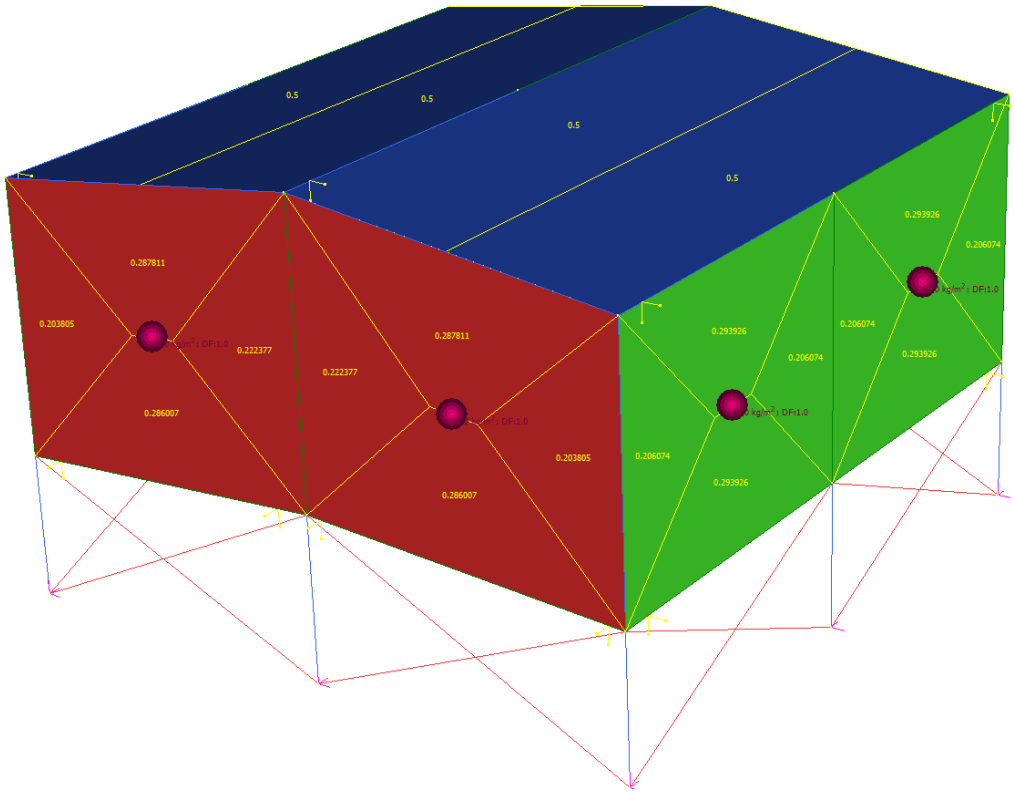


Figura 8: applicazione del G2k sulle pareti verticali

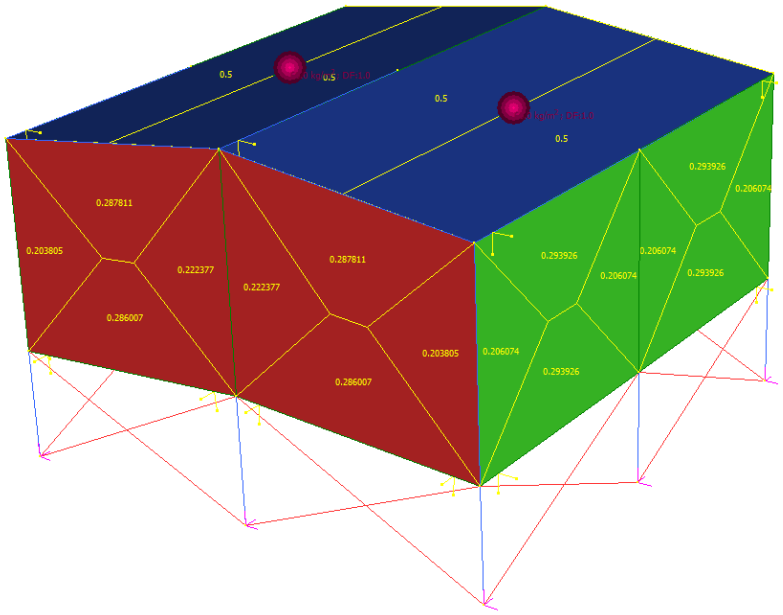


Figura 9: applicazione del G2k sulla copertura

Le azioni variabili Qk sono applicate alle singole membrature attraverso i "load patch" che distribuiscono le pressioni applicate, o le non strucutral mass come nel caso della neve sulla copertura, sulle travi di contorno, come si può vedere dalle immagini seguenti:

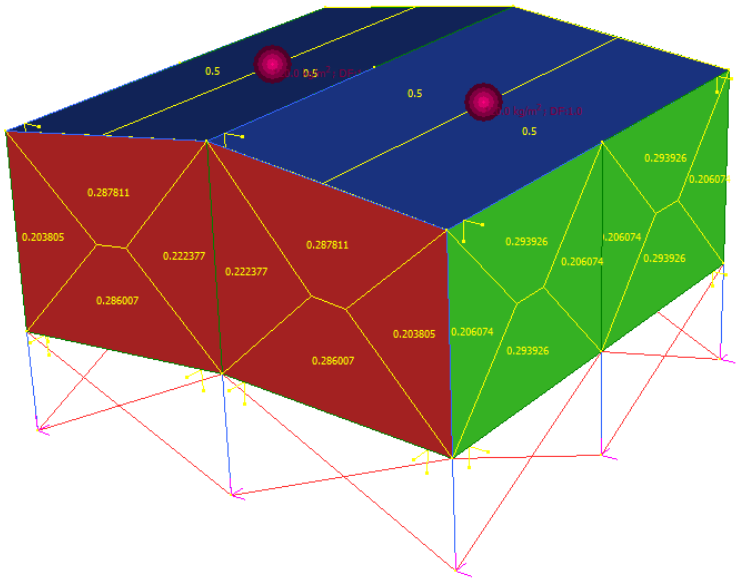


Figura 10: applicazione del carico neve Qk sulla copertura tramite non structural mass

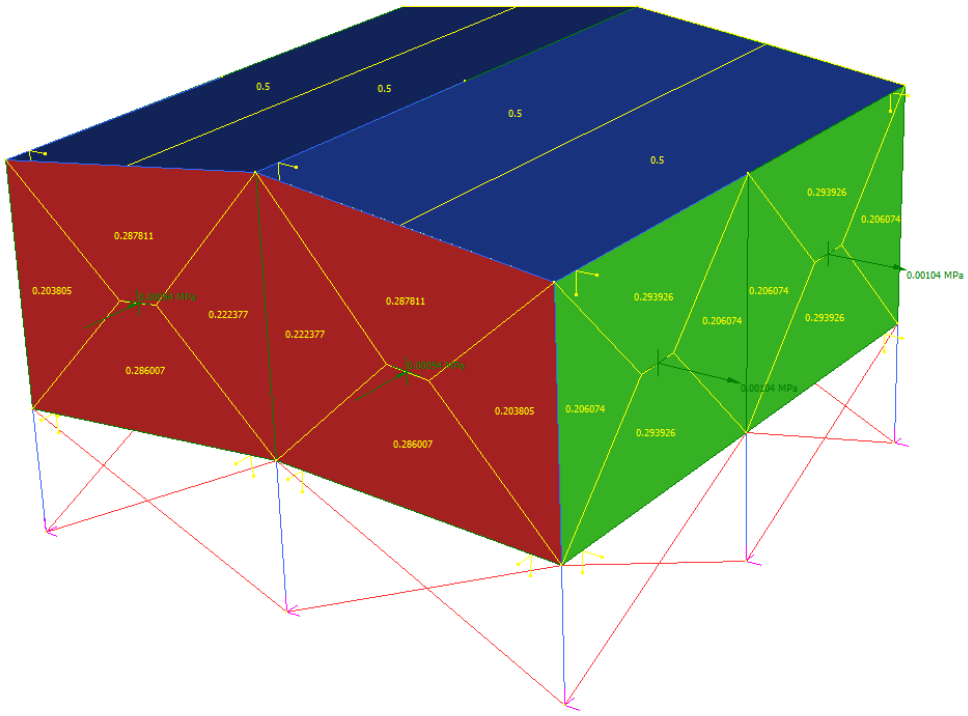


Figura 11: applicazione della azione del vento Qk sulle pareti verticali

General attributes:				
Load Patch	10			
Load case attributes:				
Face Load (Global Pressure) [5: QK VENTO COPERTURA]	2	0.0 kN	0.0 kN	17.1451 kN
Face Load (Global Pressure) [6: QK VENTO PARETI DIR X]	8	12.3502 kN	0.0 kN	0.0 kN
Face Load (Global Pressure) [7: QK VENTO PARETI DIR Y]	8	0.0 kN	12.8377 kN	0.0 kN
Non-Structural Mass (Static) [2: G2K COPERTURA]	2	1285.88 kg	1285.88 kg	1285.88 kg
Non-Structural Mass (Dynamic) [2: G2K COPERTURA]	2	1285.88 kg	1285.88 kg	1285.88 kg
Non-Structural Mass (Static) [3: G2K PARETI]	8	2143.65 kg	2143.65 kg	2143.65 kg
Non-Structural Mass (Dynamic) [3: G2K PARETI]	8	2143.65 kg	2143.65 kg	2143.65 kg
Non-Structural Mass (Static) [4: Qk NEVE]	2	2571.76 kg	2571.76 kg	2571.76 kg
Non-Structural Mass (Dynamic) [4: Qk NEVE]	2	2571.76 kg	2571.76 kg	2571.76 kg

Figura 12: riepilogo dei carichi elementari applicati alla struttura

4.4 Combinazioni di Carico

Si riportao le combinazioni impiegate per il dimensionamento delle strutture del lucernaio, sia le combinazioni che rappresentano gli stati limite ultimi che quelle che rappresentano gli stati limite di esercizio:

	SLU 1	SLU 2	SLU 3	SLU 4	SLU5	SLU6	SLU7	SLU8
1: PESO PROPRIO STRUTTURE [Freedom Case 1]	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1	1	1
2: G2K COPERTURA [Freedom Case 1]	1.5	1.5	1.3	1.5	1.5	0.8	0.8	1
3: G2K PARETI [Freedom Case 1]	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.8	0.8	1
4: Qk NEVE [Freedom Case 1]	0	1.5	1.5	0.75	0.75	0	0	1.5
5: QK VENTO COPERTURA [Freedom Case 1]	0	0.9	0.9	1.5	1.5	1.5	1.5	0
6: QK VENTO PARETI DIR X [Freedom Case 1]	0	0.9	0	1.5	0	1.5	0	0
7: QK VENTO PARETI DIR Y [Freedom Case 1]	0	0	0.9	0	1.5	0	1.5	0

Figura 13: combinazioni SLU

	SLR 1	SLR 2	SLR 3	SLR 4	SLR 5	SLR 6	SLR 7	SLR8
1: PESO PROPRIO STRUTTURE [Freedom Case 1]	1	1	1	1	1	1	1	1
2: G2K COPERTURA [Freedom Case 1]	1	1	1	1	1	1	1	1
3: G2K PARETI [Freedom Case 1]	1	1	1	1	1	1	1	1
4: Qk NEVE [Freedom Case 1]	0	1	1	0.5	0.5	0	0	1
5: QK VENTO COPERTURA [Freedom Case 1]	0	0.6	0.6	1	1	1	1	0
6: QK VENTO PARETI DIR X [Freedom Case 1]	0	0.6	0	1	0	1	0	0
7: QK VENTO PARETI DIR Y [Freedom Case 1]	0	0	0.6	0	1	0	1	0

Figura 14: combinazioni SLE

4.5 Sollecitazioni SLU

Per ogni combinazione di carico SLU si riportano i contour delle tensioni totali presenti sulla struttura nella sua interezza e succesivamente i diagrammi di sollecitazione per gli elementi strutturali più impegnati per ogni tipologia.

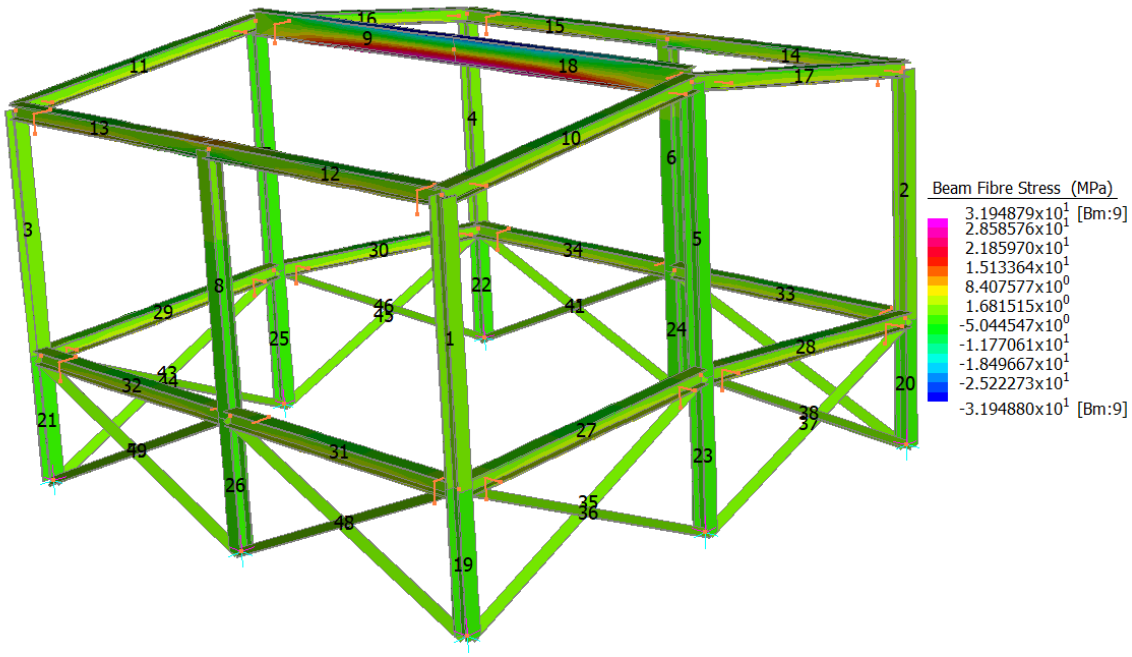


Figura 15: visualizzazione tensioni totali in comb. SLU1

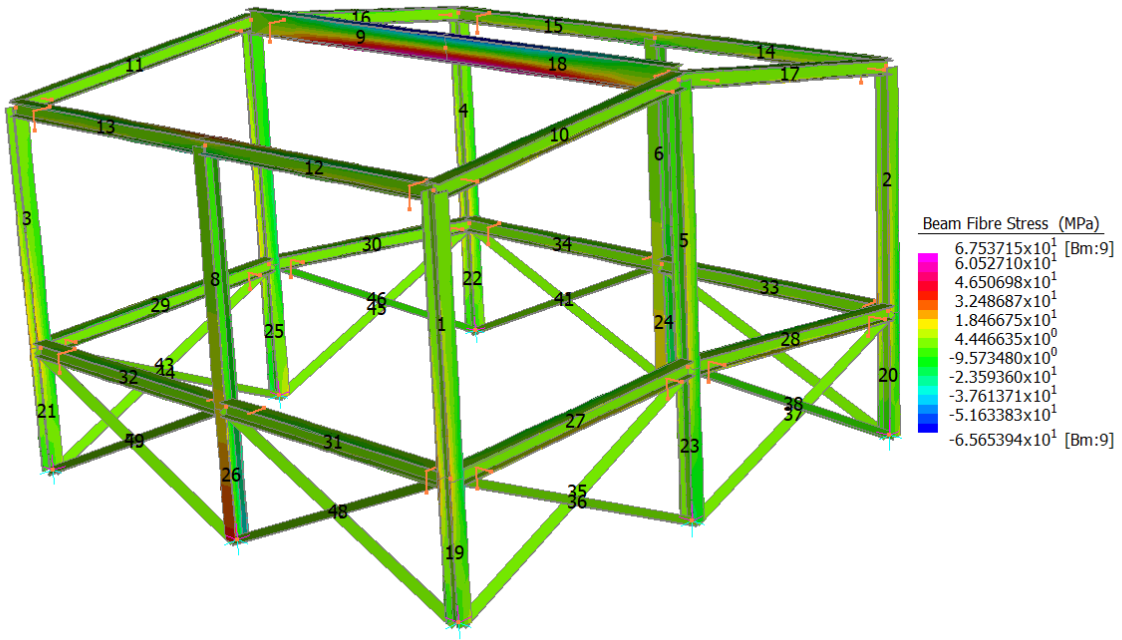


Figura 16: visualizzazione tensioni totali in comb. SLU2

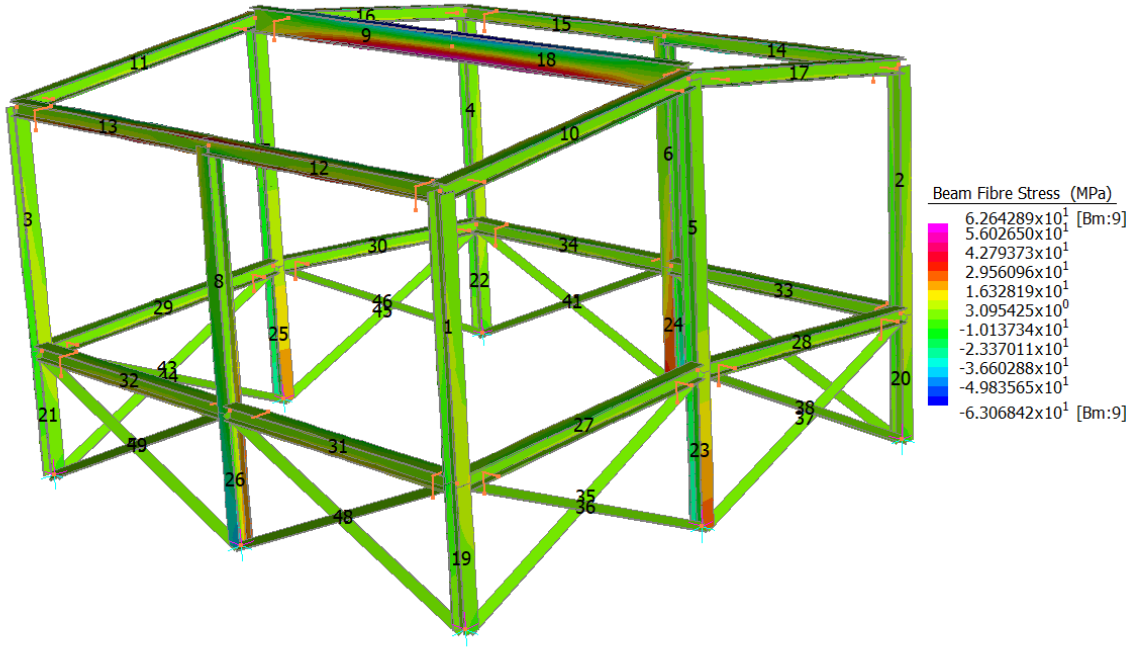


Figura 17: visualizzazione tensioni totali in comb. SLU3

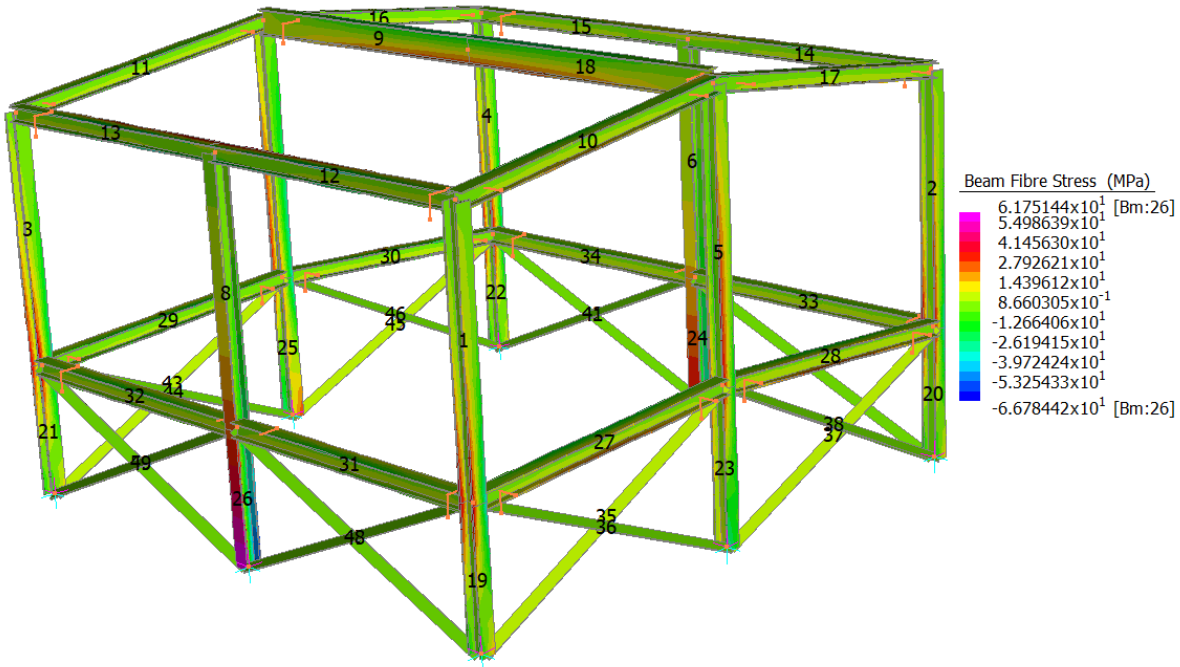


Figura 18: visualizzazione tensioni totali in comb. SLU4

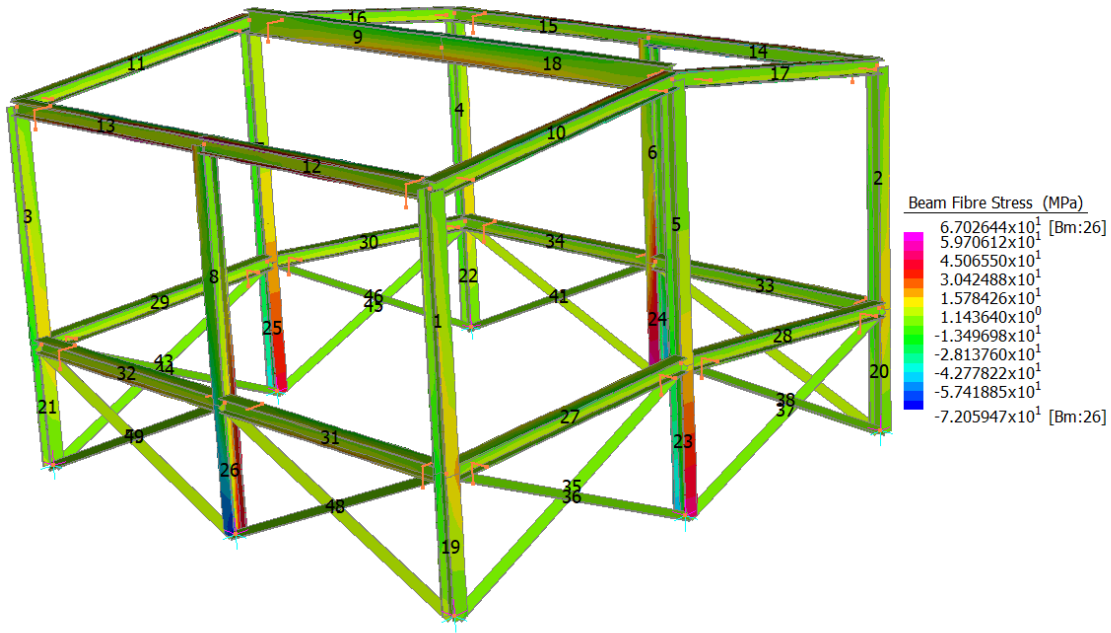


Figura 19: visualizzazione tensioni totali in comb. SLU5

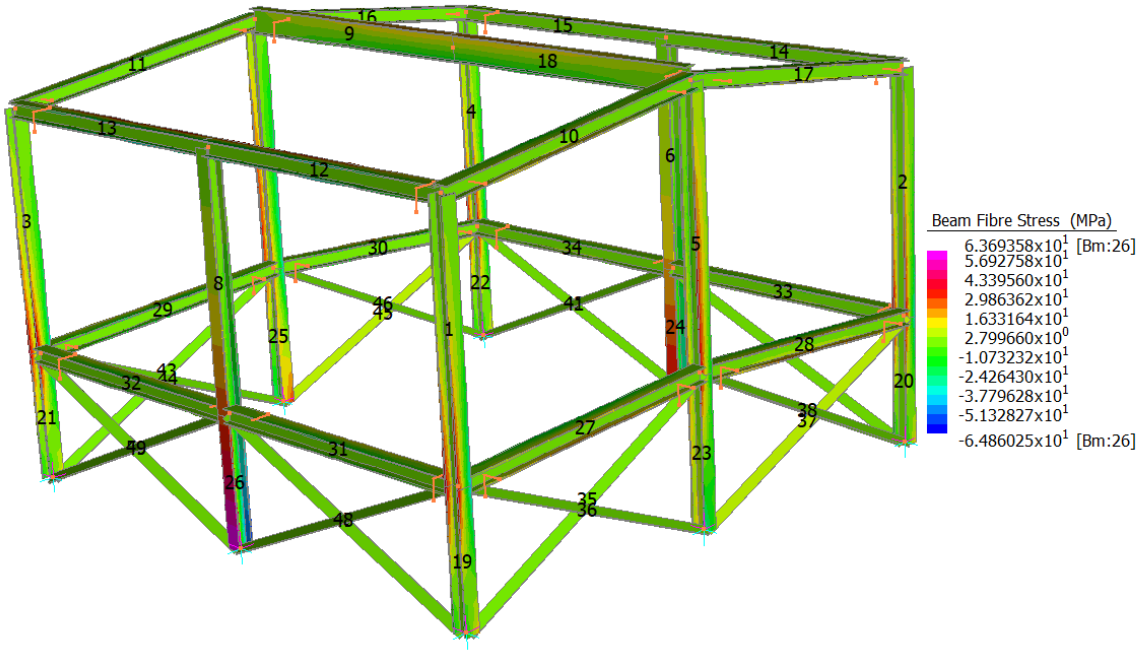


Figura 20: visualizzazione tensioni totali in comb. SLU6

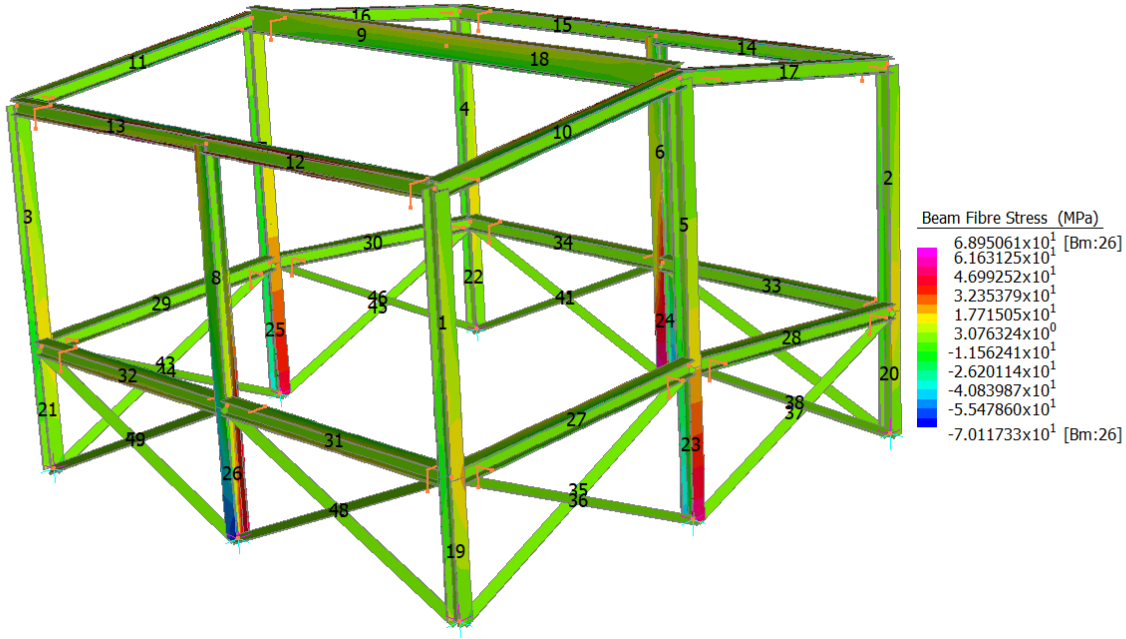


Figura 21: visualizzazione tensioni totali in comb. SLU7

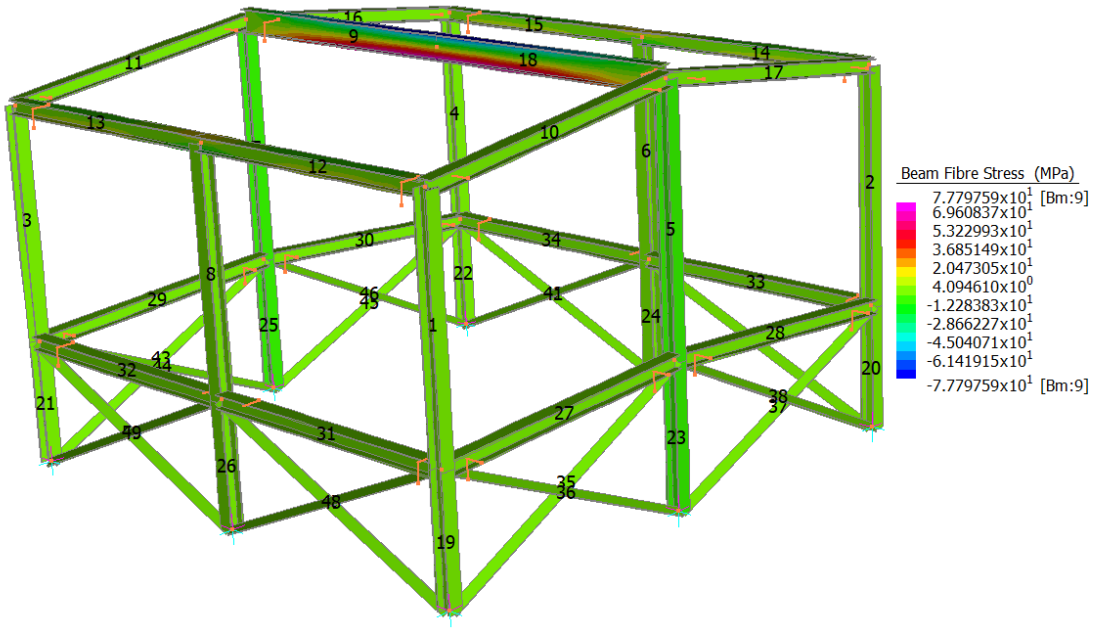


Figura 22: visualizzazione tensioni totali in comb. SLU8

Le tensioni massime si attestano intorno a 70 Mpa, di seguito si riportano i diagrammi di sollecitazione che verranno impiegate per le verifiche di resistenza e stabilità delle singole membrature.

<u>Colonne HE120B:</u>

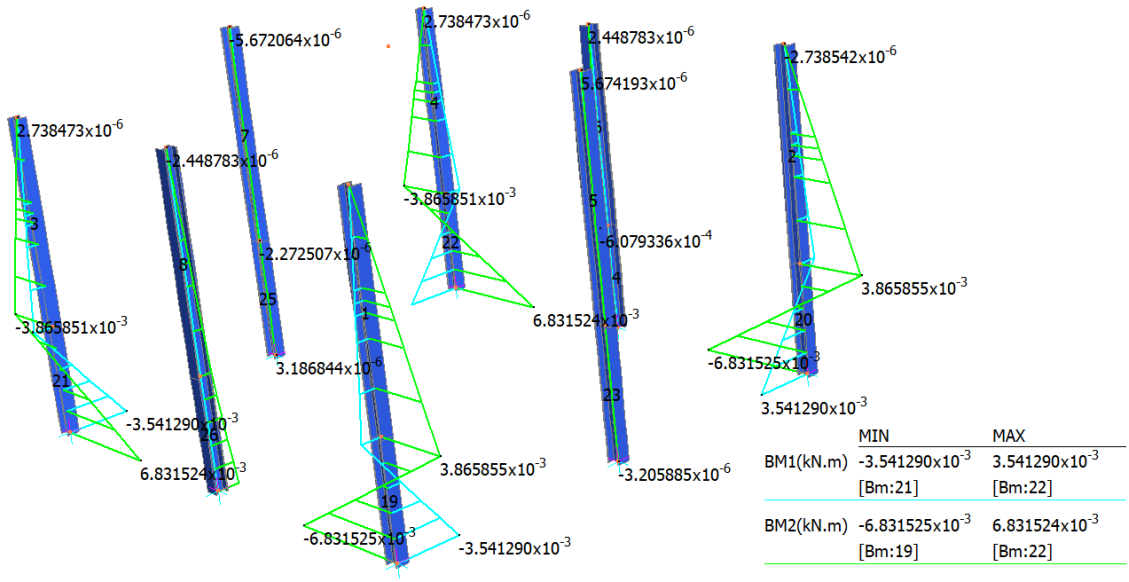


Figura 22: Colonne – diagramma momenti flettenti SLU1

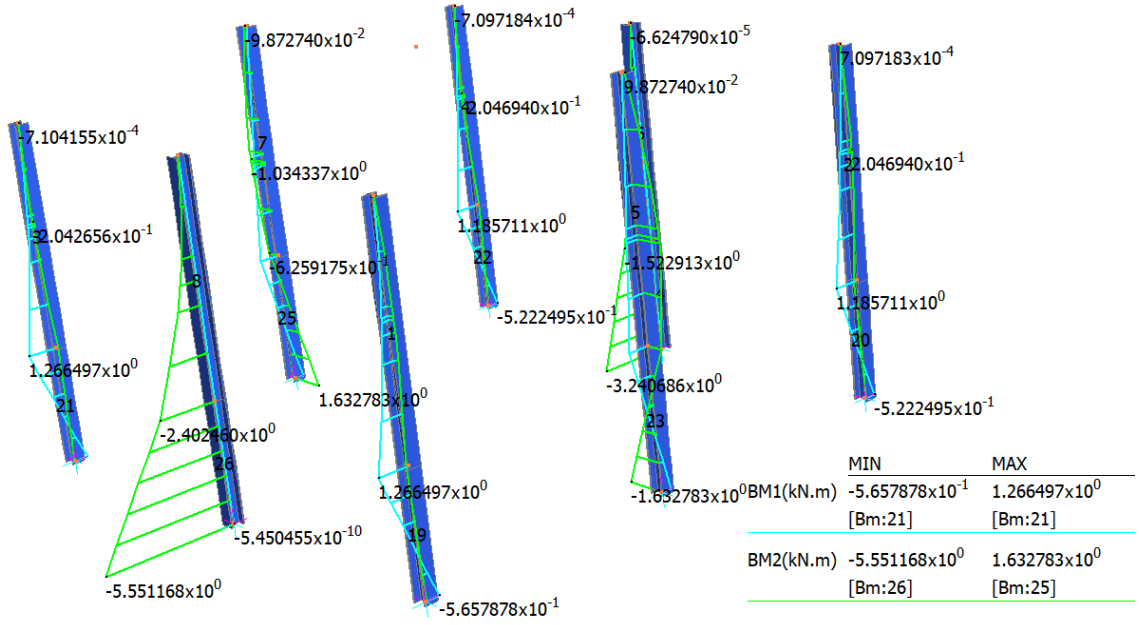


Figura 23: Colonne – diagramma momenti flettenti SLU2

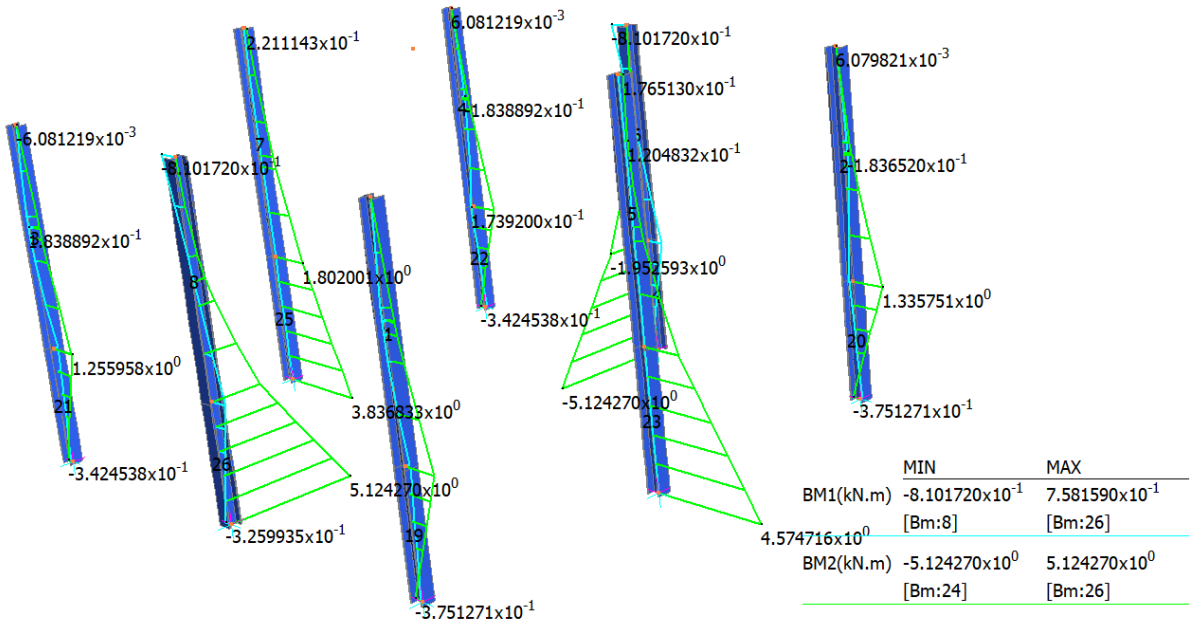


Figura 24: Colonne – diagramma momenti flettenti SLU3

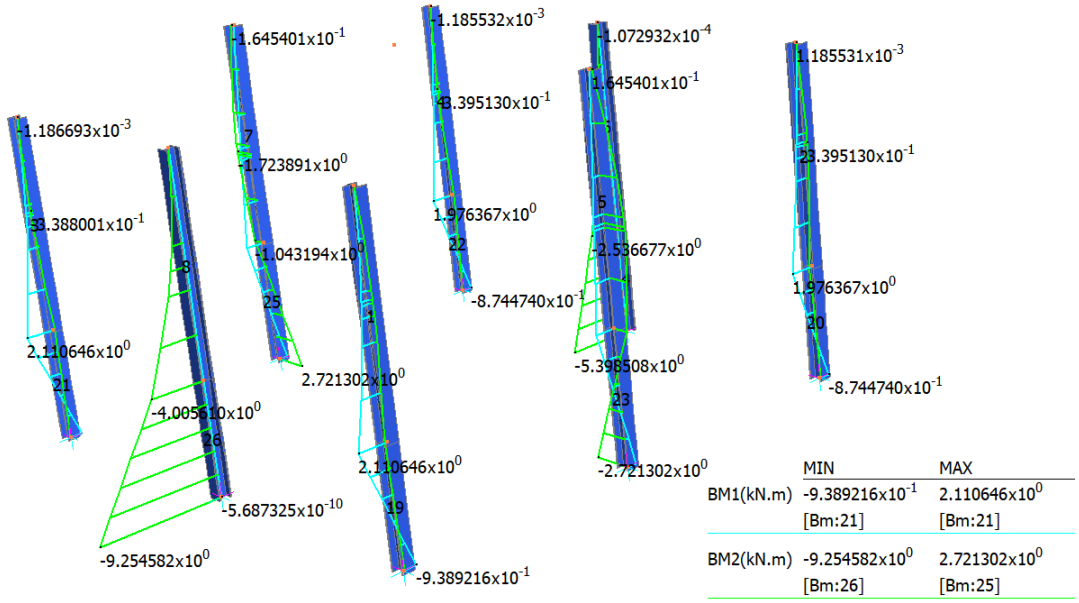


Figura 25: Colonne – diagramma momenti flettenti SLU4

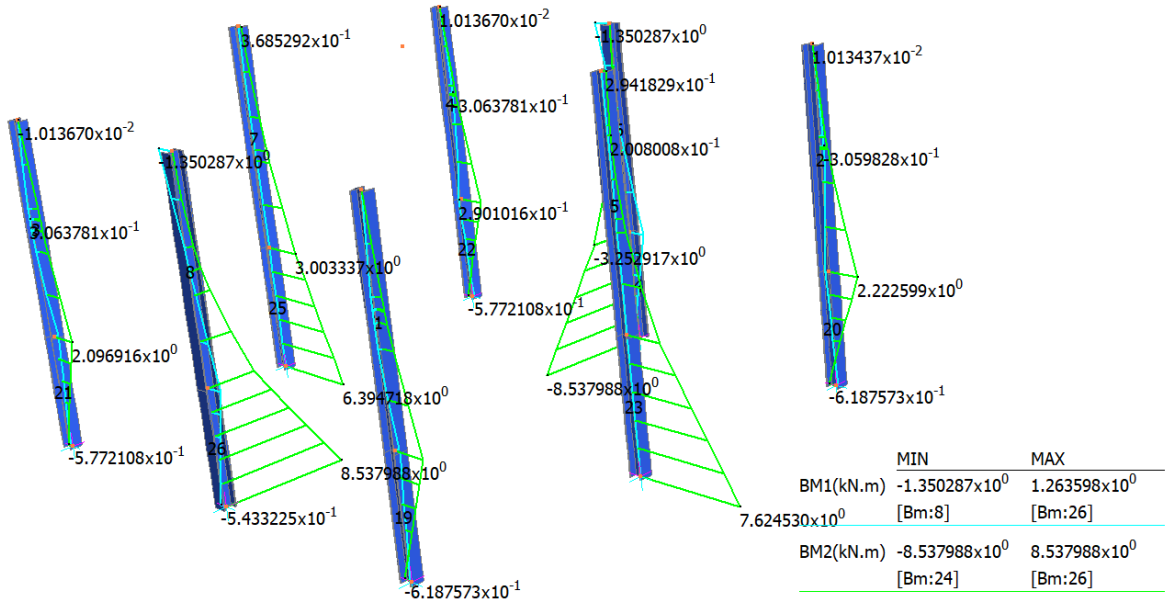


Figura 26: Colonne – diagramma momenti flettenti SLU5

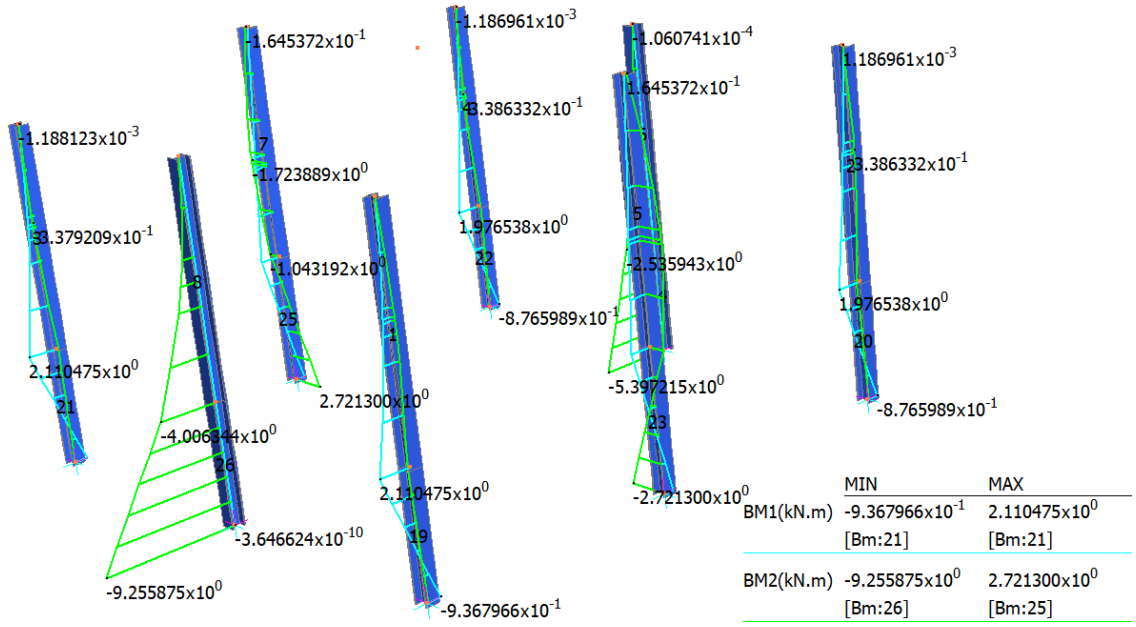


Figura 27: Colonne – diagramma momenti flettenti SLU6

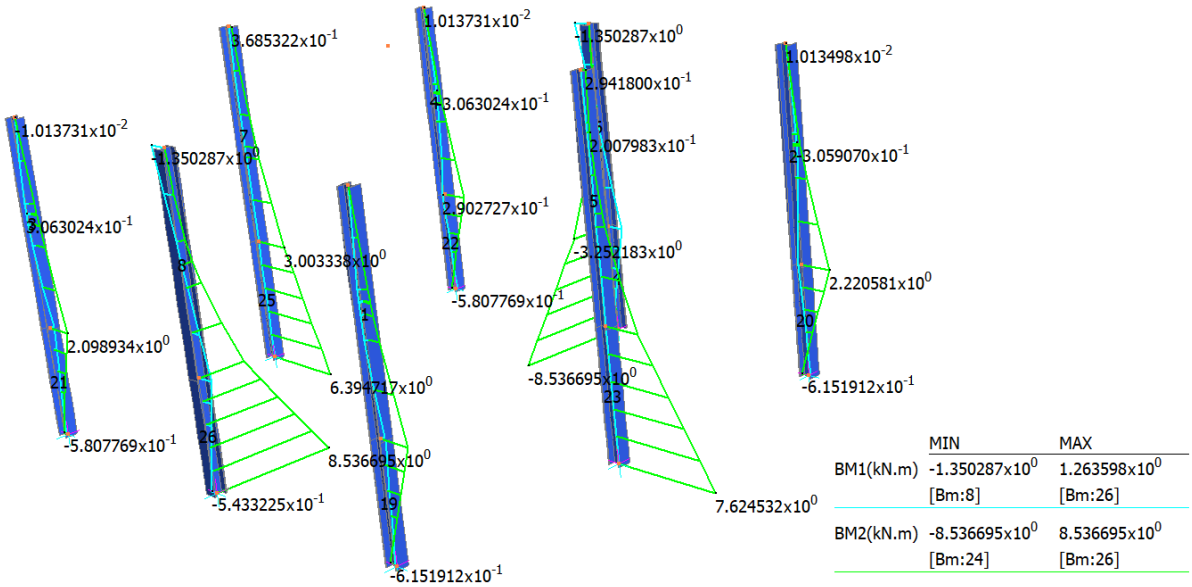


Figura 28: Colonne – diagramma momenti flettenti SLU7

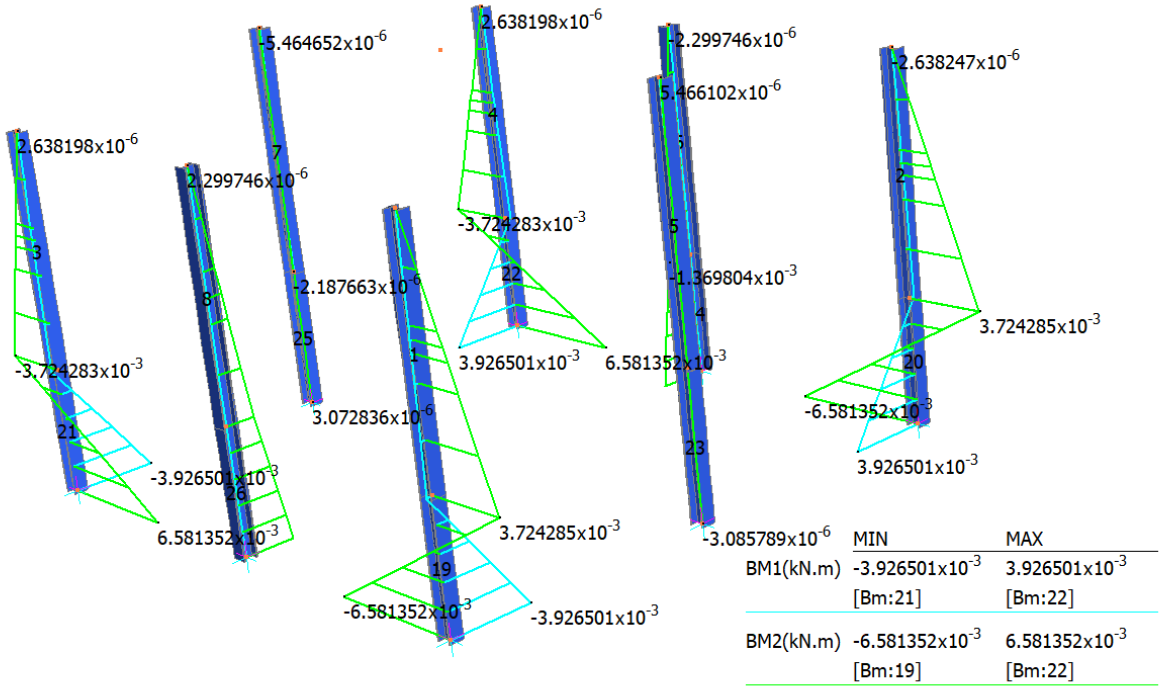


Figura 29: Colonne – diagramma momenti flettenti SLU8

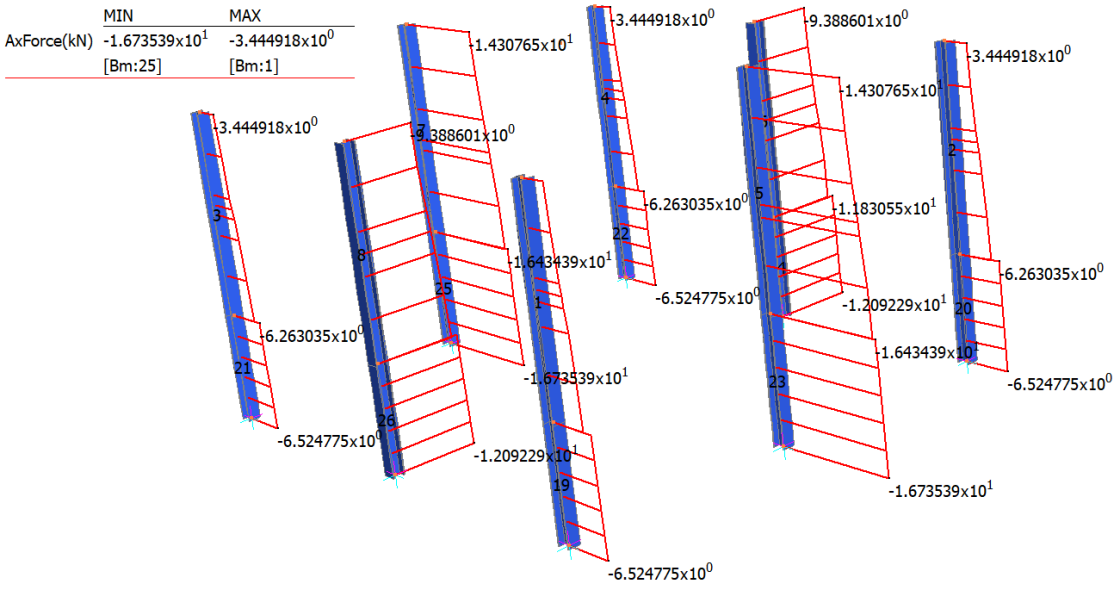


Figura 30: Colonne – massimi sforzi assiali SLU8

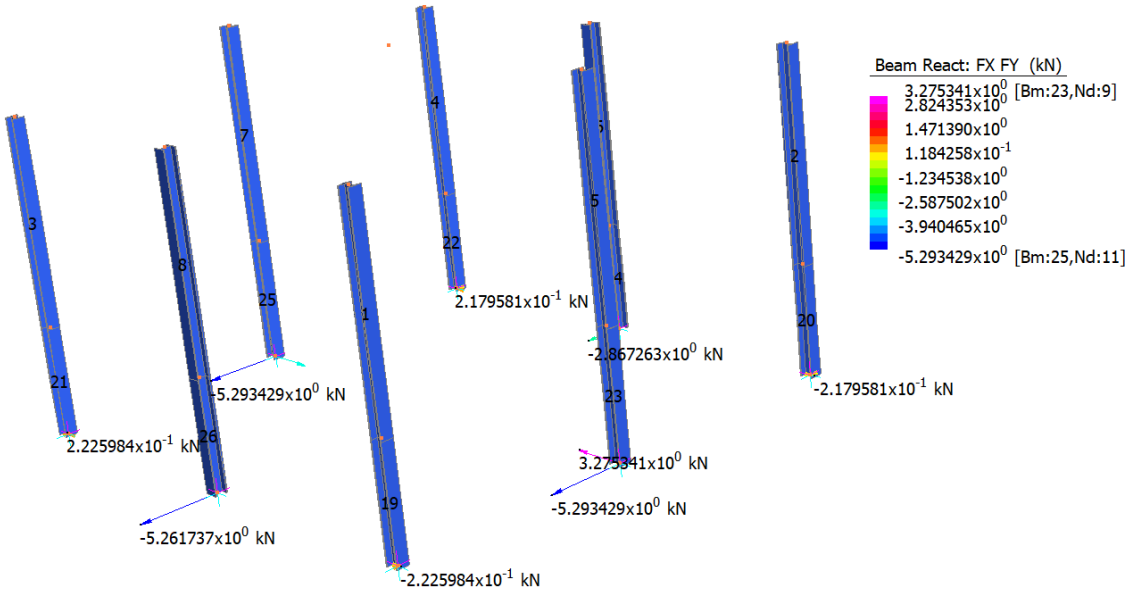


Figura 31: Colonne – massimi sforzi taglianti alla base SLU6

Travi Perimetrali HE120A:

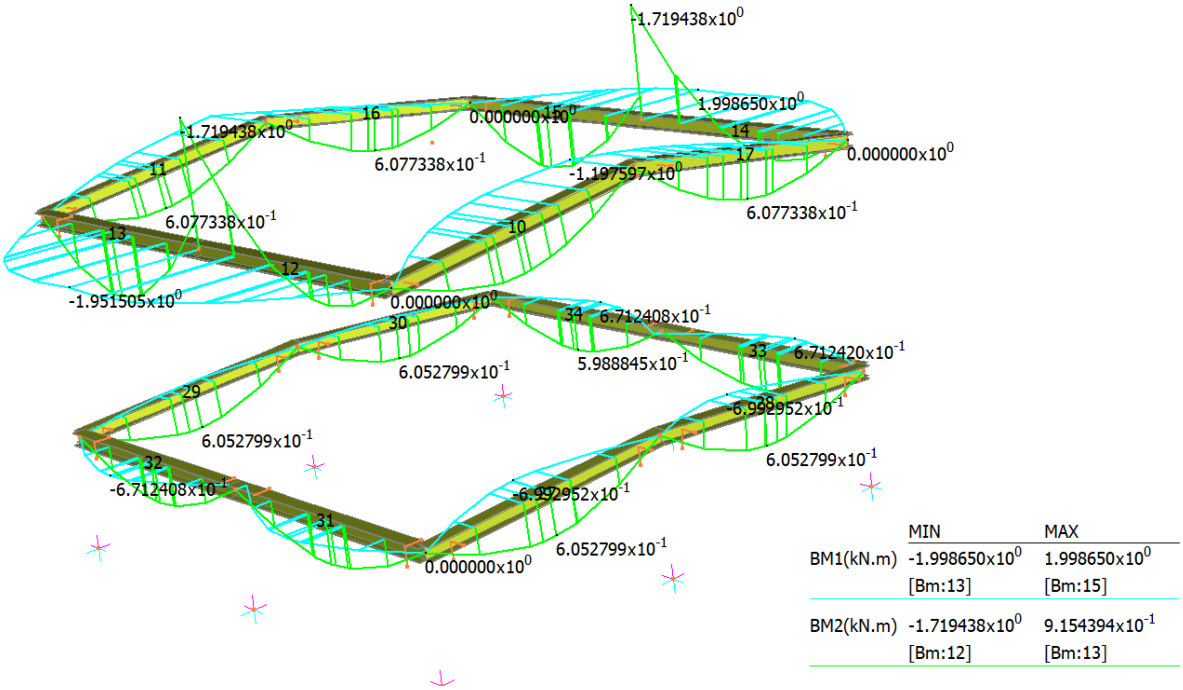


Figura 32: Travi perimetrali – diagramma momenti flettenti SLU5

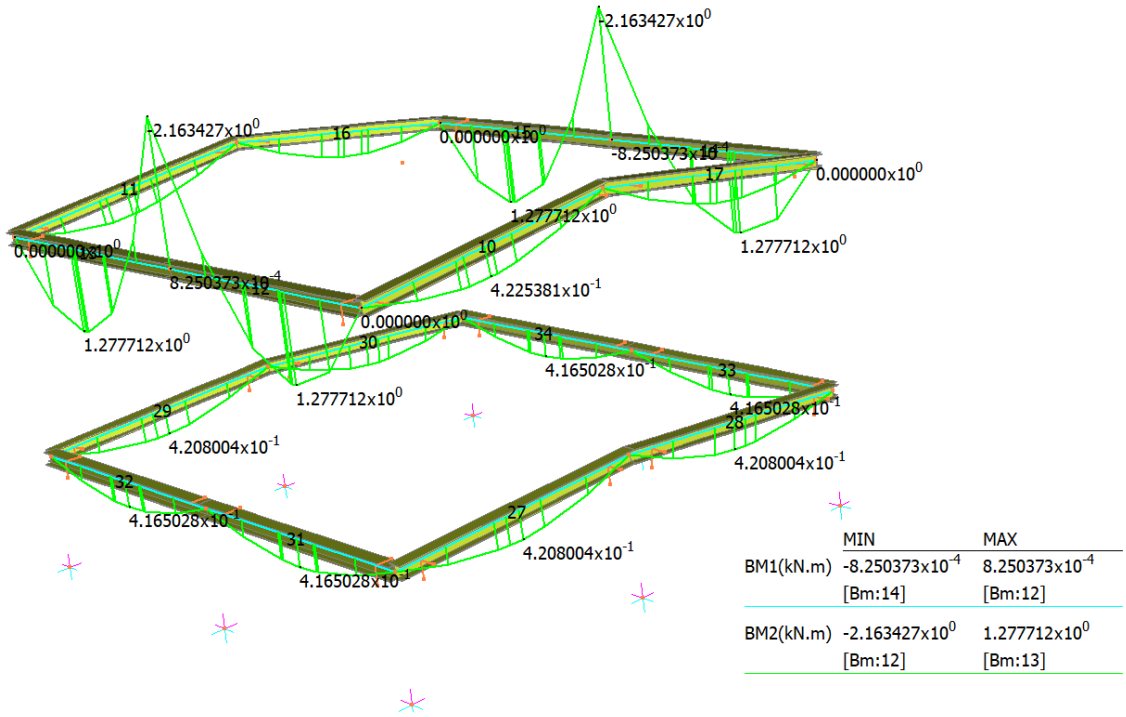
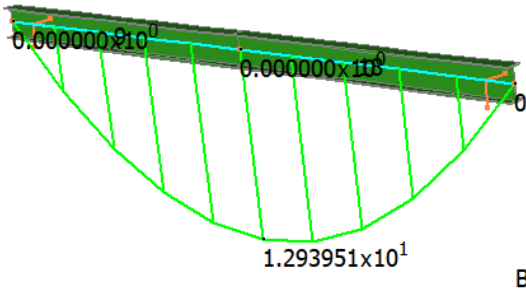


Figura 33: Travi perimetrali – diagramma momenti flettenti SLU8

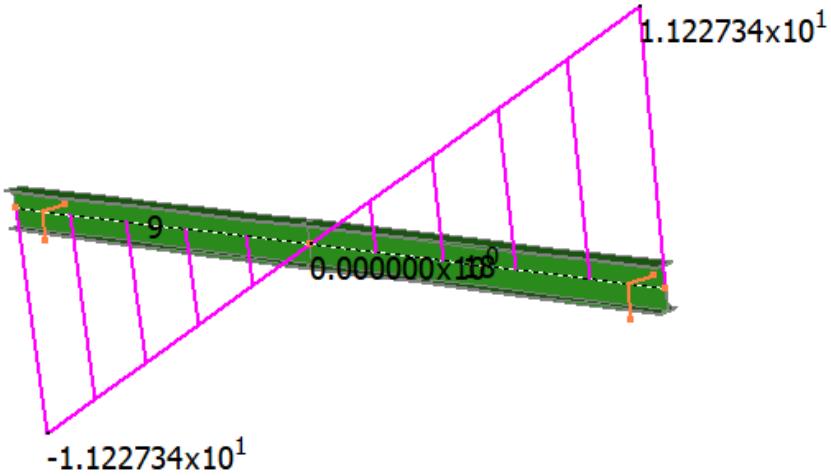
Figura 34: Travi perimetrali – diagramma sforzo assiale massimo SLU5

Trave di Colmo IPE200:



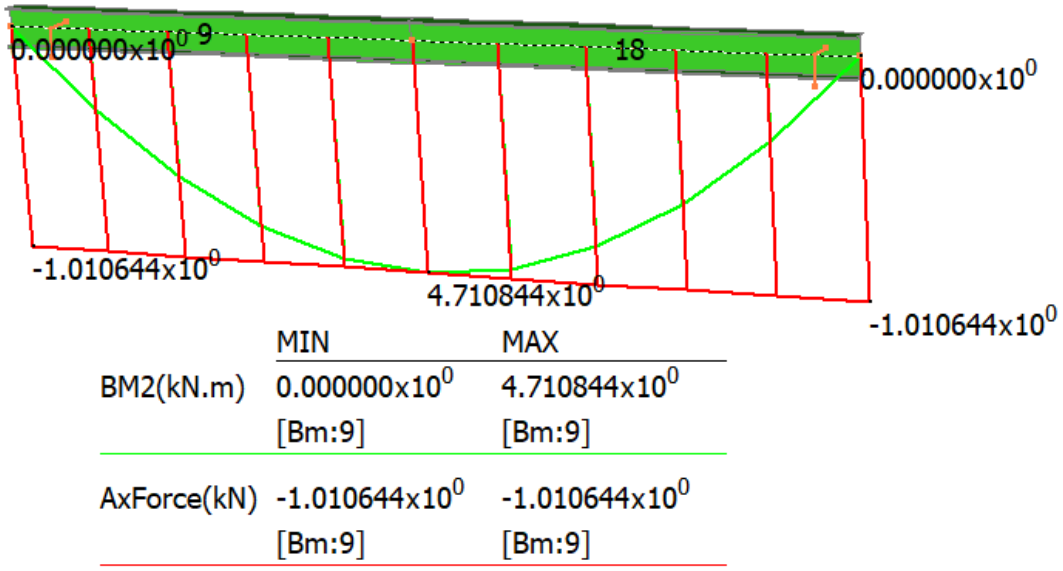
	MIN	MAX
BM1(kN.m)	0.000000x10^0 [Bm:18]	0.000000x10^0 [Bm:18]
BM2(kN.m)	0.000000x10^0 [Bm:9]	1.293951x10^1 [Bm:9]

Figura 35: Trave di colmo – diagramma momento flettente massimo SLU2



	MIN	MAX
SF2(kN)	-1.122734x10^1 [Bm:9]	1.122734x10^1 [Bm:18]

Figura 36: Trave di colmo – diagramma taglio verticale SLU2



	MIN	MAX
BM2(kN.m)	0.000000x10^0 [Bm:9]	4.710844x10^0 [Bm:9]
AxForce(kN)	-1.010644x10^0 [Bm:9]	-1.010644x10^0 [Bm:9]

Figura 37: Trave di colmo – diagramma momento flettente e sforzo assiale SLU5

Controventi L 80X8:

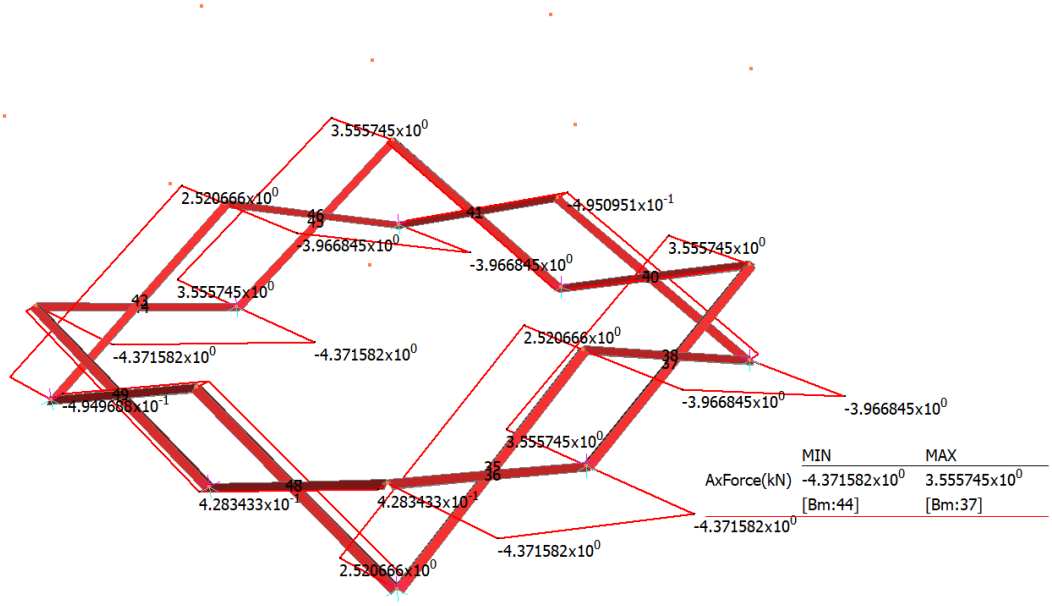


Figura 38: Controventi – diagramma sforzo assiale SLU4

4.6 Deformazioni SLE

Si riportano di seguito le deformazioni più rilevanti conseguenti alla applicazione delle combinazioni di carico di esercizio, sia per la intera struttura che per i singoli elementi strutturali.

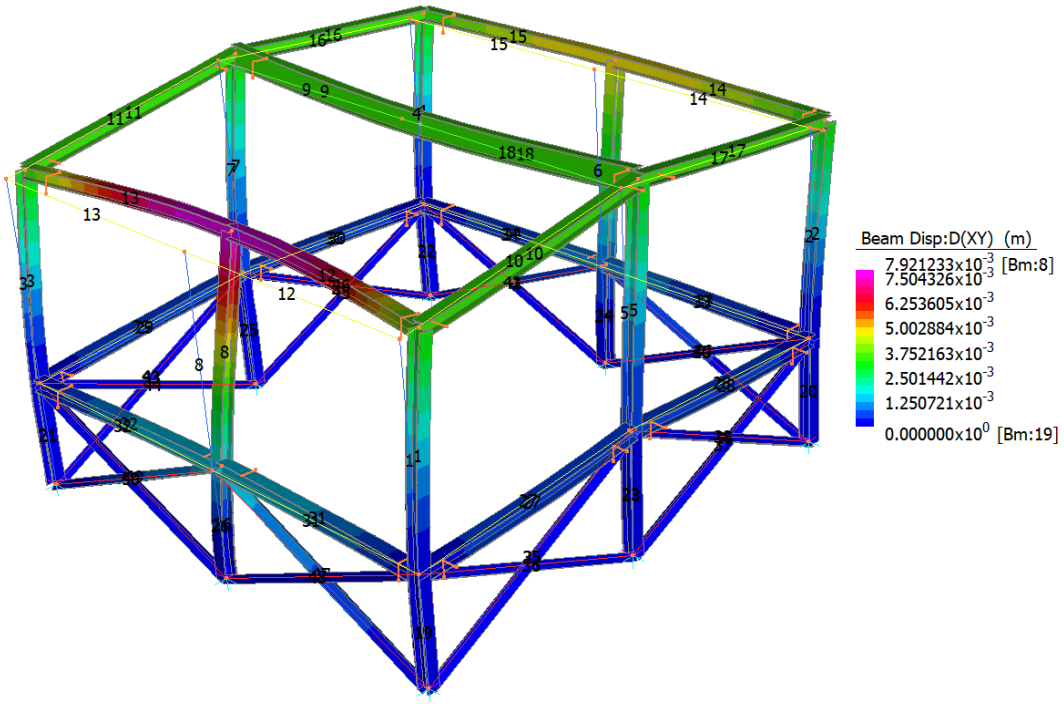


Figura 39: Deformazione orizzontale struttura SLE rara 4

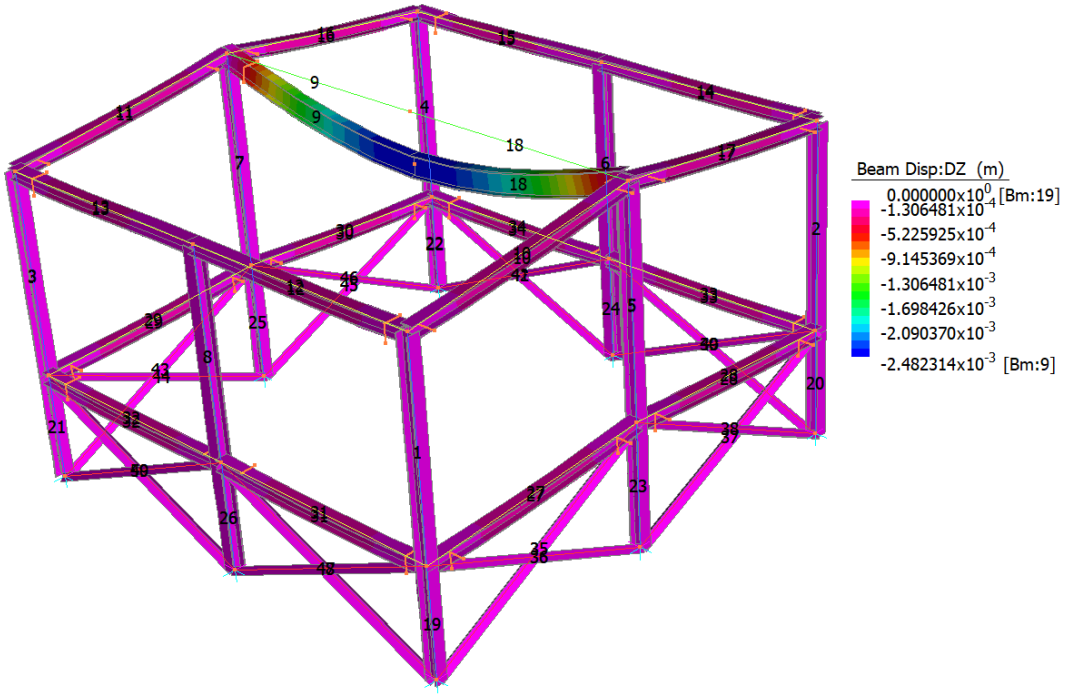


Figura 40: Deformazione verticali struttura SLE rara 1

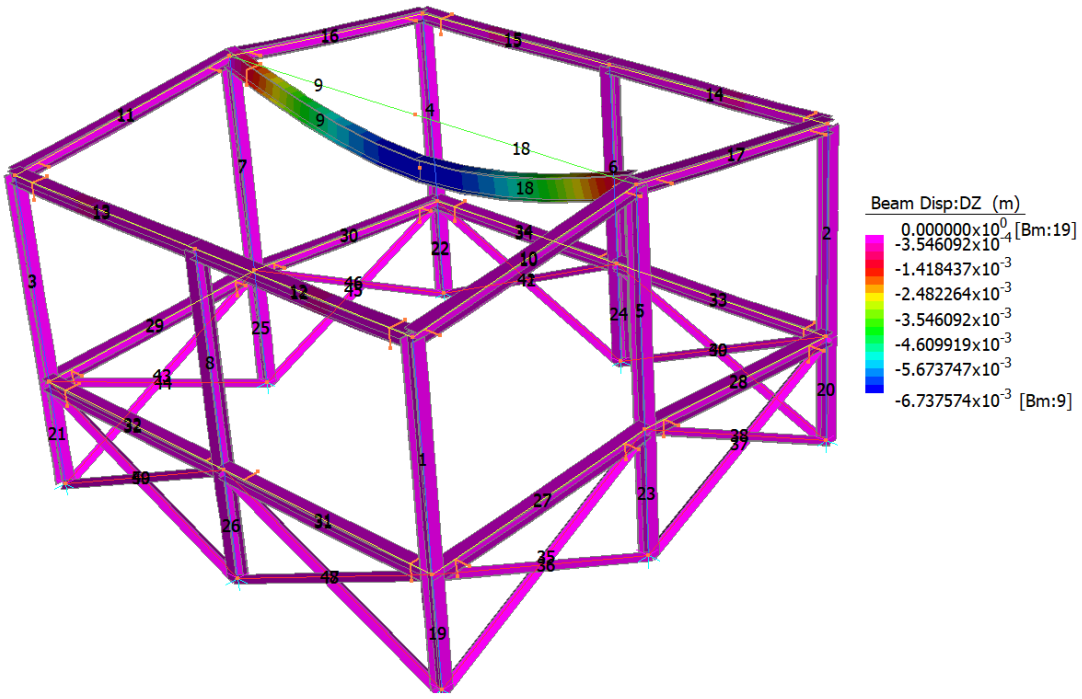


Figura 41: Deformazione verticali struttura SLE rara 8

5 VERIFICHE ELEMENTI STRUTTURALI

5.1 Verifiche di resistenza e stabilità

Per ogni tipologia di elemento strutturale si illustrano le verifiche di resistenza e stabilità per le combinazioni più severe introdotte nel precedente paragrafo 4.5. In allegato alla relazione si riportano i tabalutati delle sollecitazioni per tutti gli elementi strutturali per tutte le combinazioni di Stato Limite Ultimo. Le verfiche di resistenza e stabilità vengono effettuate con fogli di calcolo excel messi a disposizione dalla fondazione Promozione Acciaio.

Colonne HE120B:

Ai fini della verifica di resistenza e stabilità si considera la colonna maggiormente impegnata (Beam 26) sotto la combinazione di carico SLU 6

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI APERTI: I - H - U

Dati INPUT			Dati geometrici			Dati OUTPUT						
Scelta profilo						Verifiche resistenza NTC 2018 - §4.2						
HE 120 B			G =	26.69	[kg/m]	Verifica a trazione (§4.2.4.1.2.1)		$N_{pl,Rd}$ =		N_{Ed} / $N_{pl,R}$ =		
Qualità acciaio			h =	120.00	[mm]	Verifica a compressione (§4.2.4.1.2.2)		$N_{c,Rd}$ =	890.64	N_{Ed} / $N_{c,Rd}$ =	0.01	verifica soddisfatta
S275			b =	120.00	[mm]	Verifica a flessione retta (§4.2.4.1.2.3)		$M_{y,c,Rd}$ =	43.27	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,c,Rd}$ =	0.23	verifica soddisfatta
f_{yk} =	275	[Mpa]	tw =	6.50	[mm]			$M_{z,c,Rd}$ =	21.21	$M_{y,Ed}$ / $M_{z,c,Rd}$ =	0.09	verifica soddisfatta
f_{tk} =	430	[Mpa]	tf =	11.00	[mm]	Verifica a taglio (§4.2.4.1.2.4)		$V_{z,c,Rd}$ =	165.74	$V_{z,Ed}$ / $V_{z,c,Rd}$ =	0.00	verifica soddisfatta
Lunghezza e vincoli asta			r =	12.00	[mm]			$V_{y,c,Rd}$ =	417.89	$V_{y,Ed}$ / $V_{y,c,Rd}$ =	0.01	verifica soddisfatta
L =	3.00	[m]	A =	3,400.61	[mm^2]	Verifica a flessione-taglio (§4.2.4.1.2.6)		$M_{y,V,Rd}$ =	43.27	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,V,Rd}$ =	0.23	verifica soddisfatta
β_y =	2.00	[-]	Jy =	8,643,714.89	[mm^4]			$M_{z,V,Rd}$ =	21.21	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,V,Rd}$ =	0.09	verifica soddisfatta
β_z =	2.00	[-]	Wel,y =	144,061.91	[mm^3]	Verifica a presso/tenso-flessione retta (§4.2.4.1.2.7)	Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd}$ =	43.27	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,N,Rd}$ =	0.23	verifica soddisfatta
ψ_y =	1.00	Tab. C4.2.X	Wpl,y =	165,212.09	[mm^3]			$M_{N,z,Rd}$ =	19.67	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,N,Rd}$ =	0.10	verifica soddisfatta
ψ_z =	1.00	Circ. NTC2018	iy =	50.42	[mm]		Sez. Classe 3-4	$\lvert\sigma_{My,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
Sollecitazioni agenti			Avz =	1,096.11	[mm^2]			$\lvert\sigma_{Mz,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
N_{Ed} =	-12.90	[kN]	Jz =	3,175,212.74	[mm^4]	Verifica a presso/tenso-flessione deviata (§4.2.4.1.2.8)	Sez. Classe 1-2	$(M_{y,Ed}/M_{y,N,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{z,N,Rd})^{5n}$ =			0.33	verifica soddisfatta
$V_{z,Ed}$ =	0.00	[kN]	Wel,z =	52,920.21	[mm^3]		Sez. Classe 3-4	$\lvert\sigma_{Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
$V_{y,Ed}$ =	5.20	[kN]	Wpl,z =	80,968.19	[mm^3]	Verifica a flessione-taglio-sforzo assiale (§4.2.4.1.2.9)	Sez. Classe 1-2	$M_{y,N+V,Rd}$ =	43.27		0.23	verifica soddisfatta
$M_{y,Ed}$ =	10.00	[kNm]	iz =	30.56	[mm]			$M_{z,N+V,Rd}$ =	19.67		0.10	verifica soddisfatta
$M_{z,Ed}$ =	2.00	[kNm]	Avy =	2,763.61	[mm^2]		Sez. Classe 3-4	$\lvert\sigma_{My,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
			Jt =	138,408.45	[mm^4]			$\lvert\sigma_{Mz,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
			Jw =	9,409,752,000.00	[mm^6]	Verifiche stabilità NTC 2018 - §4.2						
			Classe sezione [M]	1	[-]	Verifica stabilità aste compresse (§4.2.4.1.3.1)		$N_{y,b,Rd}$ =	351.14	N_{Ed} / $N_{y,b,Rd}$ =	0.04	verifica soddisfatta
			Classe sezione [N]	1	[-]			$N_{z,b,Rd}$ =	141.01	N_{Ed} / $N_{z,b,Rd}$ =	0.09	verifica soddisfatta
						Verifica stabilità travi inflesse (§4.2.4.1.3.2)		$M_{y,b,Rd}$ =	34.44	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,b,Rd}$ =	0.29	verifica soddisfatta
								$M_{z,b,Rd}$ =	19.37	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,b,Rd}$ =	0.10	verifica soddisfatta

Figura 42: verifica resistenza e stabilità Colonne

Travi Perimetrali HE120A:

Ai fini della verifica di resistenza e stabilità si considera la trave maggiormente impegnata (Beam 12) sotto la combinazione di carico SLU 8

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI APERTI: I - H - U

Dati INPUT			Dati geometrici			Dati OUTPUT						
Scelta profilo						Verifiche resistenza NTC 2018 - §4.2						
HE 120 A			G =	19.89	[kg/m]	Verifica a trazione (§4.2.4.1.2.1)		$N_{pl,Rd}$ =		N_{Ed} / $N_{pl,R}$ =		
Qualità acciaio			h =	114.00	[mm]	Verifica a compressione (§4.2.4.1.2.2)		$N_{c,Rd}$ =	663.56	N_{Ed} / $N_{c,Rd}$ =	0.00	verifica soddisfatta
S275			b =	120.00	[mm]	Verifica a flessione retta (§4.2.4.1.2.3)		$M_{y,c,Rd}$ =	31.30	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,c,Rd}$ =	0.07	verifica soddisfatta
f_{yk} =	275	[Mpa]	tw =	5.00	[mm]			$M_{z,c,Rd}$ =	15.41	$M_{y,Ed}$ / $M_{z,c,Rd}$ =	0.13	verifica soddisfatta
f_{tk} =	430	[Mpa]	tf =	8.00	[mm]	Verifica a taglio (§4.2.4.1.2.4)		$V_{z,c,Rd}$ =	127.87	$V_{z,Ed}$ / $V_{z,c,Rd}$ =	0.00	verifica soddisfatta
Lunghezza e vincoli asta			r =	12.00	[mm]			$V_{y,c,Rd}$ =	309.02	$V_{y,Ed}$ / $V_{y,c,Rd}$ =	0.01	verifica soddisfatta
L =	2.30	[m]	A =	2,533.61	[mm^2]	Verifica a flessione-taglio (§4.2.4.1.2.6)		$M_{y,V,Rd}$ =	31.30	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,V,Rd}$ =	0.07	verifica soddisfatta
β_y =	2.00	[-]	Jy =	6,061,505.89	[mm^4]			$M_{z,V,Rd}$ =	15.41	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,V,Rd}$ =	0.13	verifica soddisfatta
β_z =	2.00	[-]	Wel,y =	106,342.21	[mm^3]	Verifica a presso/tenso-flessione retta (§4.2.4.1.2.7)	Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd}$ =	31.30	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,N,Rd}$ =	0.07	verifica soddisfatta
ψ_y =	1.00	Tab. C4.2.X	Wpl,y =	119,490.59	[mm^3]			$M_{N,z,Rd}$ =	13.89	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,N,Rd}$ =	0.14	verifica soddisfatta
ψ_z =	1.00	Circ. NTC2018	iy =	48.91	[mm]		Sez. Classe 3-4	$\lvert\sigma_{My,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
Sollecitazioni agenti			Avz =	845.61	[mm^2]			$\lvert\sigma_{Mz,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
N_{Ed} =	-2.60	[kN]	Jz =	2,308,960.68	[mm^4]	Verifica a presso/tenso-flessione deviata (§4.2.4.1.2.8)	Sez. Classe 1-2	$(M_{y,Ed}/M_{y,N,Rd})^2 + (M_{z,Ed}/M_{z,N,Rd})^{5n}$ =			0.21	verifica soddisfatta
$V_{z,Ed}$ =	0.00	[kN]	Wel,z =	38,482.68	[mm^3]		Sez. Classe 3-4	$\lvert\sigma_{Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
$V_{y,Ed}$ =	2.00	[kN]	Wpl,z =	58,852.85	[mm^3]	Verifica a flessione-taglio-sforzo assiale (§4.2.4.1.2.9)	Sez. Classe 1-2	$M_{y,N+V,Rd}$ =	31.30		0.07	verifica soddisfatta
$M_{y,Ed}$ =	2.16	[kNm]	iz =	30.19	[mm]			$M_{z,N+V,Rd}$ =	13.89		0.14	verifica soddisfatta
$M_{z,Ed}$ =	2.00	[kNm]	Avy =	2,043.61	[mm^2]		Sez. Classe 3-4	$\lvert\sigma_{My,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
			Jt =	59,942.11	[mm^4]			$\lvert\sigma_{Mz,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =		
			Jw =	6,471,936,000.00	[mm^6]	Verifiche stabilità NTC 2018 - §4.2						
			Classe sezione [M]	1	[-]	Verifica stabilità aste compresse (§4.2.4.1.3.1)		$N_{y,b,Rd}$ =	361.82	N_{Ed} / $N_{y,b,Rd}$ =	0.01	verifica soddisfatta
			Classe sezione [N]	1	[-]			$N_{z,b,Rd}$ =	162.26	N_{Ed} / $N_{z,b,Rd}$ =	0.02	verifica soddisfatta
						Verifica stabilità travi inflesse (§4.2.4.1.3.2)		$M_{y,b,Rd}$ =	24.96	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,b,Rd}$ =	0.09	verifica soddisfatta
								$M_{z,b,Rd}$ =	14.24	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,b,Rd}$ =	0.14	verifica soddisfatta

Figura 43: verifica resistenza e stabilità Travi perimetrali

Trave di Colmo IPE200

Ai fini della verifica di resistenza e stabilità della trave di colmo si considera la combinazione di carico SLU 2

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI APERTI: I - H - U

Dati INPUT			Dati geometrici			Dati OUTPUT					
Scelta profilo						Verifiche resistenza NTC 2018 - §4.2					
IPE 200			G =	22.36	[kg/m]	Verifica a trazione (§4.2.4.1.2.1)		$N_{pl,Rd}$ =		N_{Ed} / $N_{pl,R}$ =	
Qualità acciaio			h =	200.00	[mm]	Verifica a compressione (§4.2.4.1.2.2)		$N_{c,Rd}$ =	746.01	N_{Ed} / $N_{c,Rd}$ =	0.01 verifica soddisfatta
S275			b =	100.00	[mm]	Verifica a flessione retta (§4.2.4.1.2.3)		$M_{y,c,Rd}$ =	57.79	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,c,Rd}$ =	0.22 verifica soddisfatta
f_{yk} =	275	[Mpa]	tw =	5.60	[mm]			$M_{z,c,Rd}$ =	11.68	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,c,Rd}$ =	0.00 verifica soddisfatta
f_{tk} =	430	[Mpa]	tf =	8.50	[mm]	Verifica a taglio (§4.2.4.1.2.4)		$V_{z,c,Rd}$ =	211.70	$V_{z,Ed}$ / $V_{z,c,Rd}$ =	0.00 verifica soddisfatta
Lunghezza e vincoli asta			r =	12.00	[mm]			$V_{y,c,Rd}$ =	275.75	$V_{y,Ed}$ / $V_{y,c,Rd}$ =	0.04 verifica soddisfatta
L =	4.60	[m]	A =	2,848.41	[mm²]	Verifica a flessione-taglio (§4.2.4.1.2.6)		$M_{y,V,Rd}$ =	57.79	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,V,Rd}$ =	0.22 verifica soddisfatta
β_y =	2.00	[-]	Jy =	19,431,661.98	[mm⁴]			$M_{z,V,Rd}$ =	11.68	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,V,Rd}$ =	0.00 verifica soddisfatta
β_z =	2.00	[-]	Wel,y =	194,316.62	[mm³]	Verifica a presso/tenso-flessione retta (§4.2.4.1.2.7)	Sez. Classe 1-2	$M_{N,y,Rd}$ =	57.79	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,N,Rd}$ =	0.22 verifica soddisfatta
ψ_y =	1.00	Tab. C4.2.X	Wpl,y =	220,638.65	[mm³]			$M_{N,z,Rd}$ =	6.51	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,N,Rd}$ =	0.00 verifica soddisfatta
ψ_z =	1.00	Circ. NTC2018	Iy =	82.59	[mm]		Sez. Classe 3-4	$\lvert\sigma_{My,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =	
Sollecitazioni agenti			Avz =	1,400.01	[mm²]			$\lvert\sigma_{Mz,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =	
N_{Ed} =	-4.50	[kN]	Jz =	1,423,680.02	[mm⁴]	Verifica a presso/tenso-flessione deviata (§4.2.4.1.2.8)	Sez. Classe 1-2	$(M_{y,Ed} / M_{y,N,Rd})^{\alpha}$ + $(M_{z,Ed} / M_{z,N,Rd})^{5n}$ =			0.22 verifica soddisfatta
$V_{z,Ed}$ =	0.00	[kN]	Wel,z =	28,473.60	[mm³]		Sez. Classe 3-4	$\lvert\sigma_{Ed}\rvert$ =		f_{yd} =	
$V_{y,Ed}$ =	11.00	[kN]	Wpl,z =	44,612.16	[mm³]	Verifica a flessione-taglio-sforzo assiale (§4.2.4.1.2.9)	Sez. Classe 1-2	$M_{y,N+V,Rd}$ =	57.79		0.22 verifica soddisfatta
$M_{y,Ed}$ =	12.90	[kNm]	iz =	22.36	[mm]			$M_{z,N+V,Rd}$ =	6.51		0.00 verifica soddisfatta
$M_{z,Ed}$ =	0.00	[kNm]	Avy =	1,823.61	[mm²]		Sez. Classe 3-4	$\lvert\sigma_{My,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =	
			Jt =	69,801.20	[mm⁴]			$\lvert\sigma_{Mz,Ed}\rvert$ =		f_{yd} =	
			Jw =	12,988,088,541.67	[mm⁶]	Verifiche stabilità NTC 2018 - §4.2					
			Classe sezione [M]	1	[-]	Verifica stabilità aste compresse (§4.2.4.1.3.1)		$N_{y,b,Rd}$ =	358.05	N_{Ed} / $N_{y,b,Rd}$ =	0.01 verifica soddisfatta
			Classe sezione [N]	1	[-]			$N_{z,b,Rd}$ =	30.98	N_{Ed} / $N_{z,b,Rd}$ =	0.15 verifica soddisfatta
						Verifica stabilità travi inflesse (§4.2.4.1.3.2)		$M_{y,b,Rd}$ =	24.20	$M_{y,Ed}$ / $M_{y,b,Rd}$ =	0.53 verifica soddisfatta
								$M_{z,b,Rd}$ =	11.15	$M_{z,Ed}$ / $M_{z,b,Rd}$ =	0.00 verifica soddisfatta

Figura 44: verifica resistenza e stabilità Trave di colmo

Controventi L 80X8:

Ai fini della verifica di resistenza e stabilità si considera il diagonale maggiormente impegnato (Beam 44) sotto la combinazione di carico SLU 4

VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' PER PROFILI APERTI: ANGOLARI

Dati INPUT			Dati geometrici			Dati OUTPUT					
Scelta profilo						Verifiche resistenza NTC 2018 - §4.2					
L 80 x 8			G =	9.63	[kg/m]						
Qualità acciaio			h =	80.00	[mm]	Verifica a trazione (§4.2.4.1.2.1)		$N_{pl,Rd}$ =		N_{Ed} / $N_{pl,R}$ =	
S275			b =	80.00	[mm]						
f_{yk} =	275	[Mpa]	t =	8.00	[mm]	Verifica a compressione (§4.2.4.1.2.2)		$N_{c,Rd}$ =	321.29	N_{Ed} / $N_{c,Rd}$ =	0.01 verifica soddisfatta
f_{tk} =	430	[Mpa]	r1 =	10.00	[mm]						
Lunghezza e vincoli asta			r2 =	5.00	[mm]	Verifiche stabilità NTC 2018 - §4.2					
L =	2.60	[m]	r3 =	-	[mm]						
β_y =	1.50	[-]	A =	1,226.73	[mm²]	Verifica stabilità aste compresse (§4.2.4.1.3.1)		$N_{y,b,Rd}$ =	127.88	N_{Ed} / $N_{y,b,Rd}$ =	0.04 verifica soddisfatta
β_z =	1.50	[-]	yG =	0.23	[mm⁴]			$N_{z,b,Rd}$ =	127.88	N_{Ed} / $N_{z,b,Rd}$ =	0.04 verifica soddisfatta
Sollecitazioni agenti			zG =	0.23	[mm³]						
N_{Ed} =	-4.50	[kN]	Jy =	1,333,882.21	[mm⁴]						
			Wel,y =	16,720.66	[mm³]						
			iy =	32.97	[mm]						
			Jz =	-	[mm⁴]						
			Wel,z =	-	[mm³]						
			iz =	32.97	[mm]						
			α =	-	[°]						
			Classe sezione	3	[-]						

Figura 45: verifica resistenza e stabilità diagonali di controvento

5.2 Verifiche di deformazione:

Si illustra il regime deformativo della struttura nella sua globalità ai fini degli spostamenti orizzontali dovuti al vento, successivamente si rappresenta la massima deformazione sulla trave di colmo soggetta al massimo carico di neve.

La massima deformazione globale della struttura si rileva nella combinazione SLE 4 ed assume il valore di fh = 8 mm.

altezza montante, H =	300	cm		
combinazione	SLE4 ventoX			
δ_{max} = $DX_{max,SLE}$ =	0.8	cm		
δ_{max} / H =	0.0027	1/	375	<1/300

La deformazione viene contenuta entro 1/300 considerando la presenza della copertura interamente vetrata.

La massima deformazione sulla trave di colmo si rileva nella combinazione SLE 8 rara, ovvero in condizioni di massimo carico neve ed assume il valore di fv = 7 mm., la trave con i soli carichi permanenti ha una deformazione pari a fv = 2,5 mm.

lunghezza trave, L =	460	cm		
combinazione	SLE			
monta iniziale della trave, δ_C =	0.00	cm		
spost. carichi permanenti, δ_1 =	0.25	cm		
spost. carichi variabili, δ_2 =	0.70	cm		
δ_{max} =	0.95	cm		
δ_{max} / L =	0.002	1/	484	<1/250
δ_2 / L =	0.0015	1/	657	<1/350

Anche per la trave di colmo si sono assunti valori di accettabilità della deformazioni cautelativi in ragione della copertura interamente vetrata.

6 VERIFICA DELLE GIUNZIONI

6.1 Nodi travi – colonna

Si riportano le verifiche dei nodi fra i vari elementi strutturali:

6.1.1 Montante verticale – Travi perimetrali

Il montante verticale è formato da un profilo HE120B le travi perimetrali sono costruite con profili HE120A:

I nodi di copertura risultano essere quelli maggiormente sollecitati, la verifica viene svolta per il nodo più impegnato e la giunzione estesa a tutte le analoghe giunzioni:

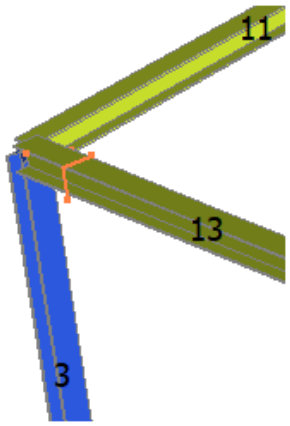


Figura 46: nodo sommitale travi HE120A – montante HE120B

Le massime sollecitazioni di inviluppo assumono i seguenti valori:

Tv = 2,8 KN

N = 1,8 KN

Considerando una giunzione con flangia bullonata si ottiene:

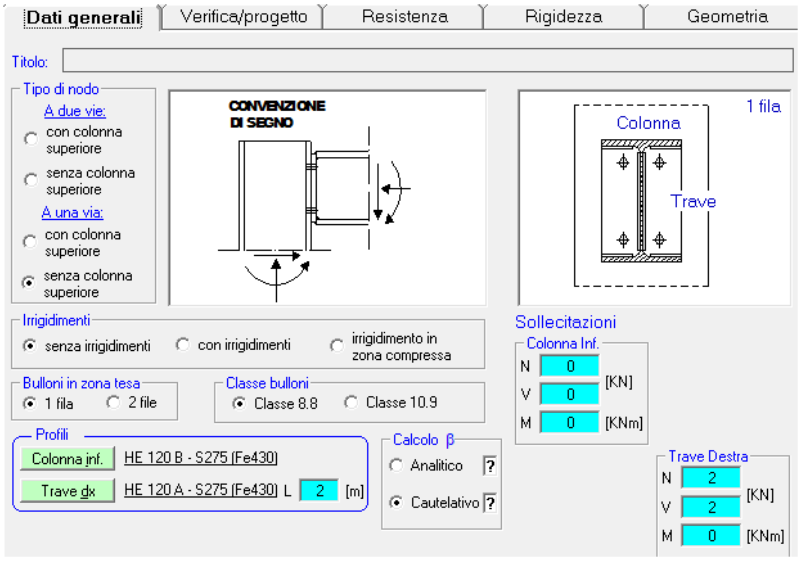


Figura 47: dati generali

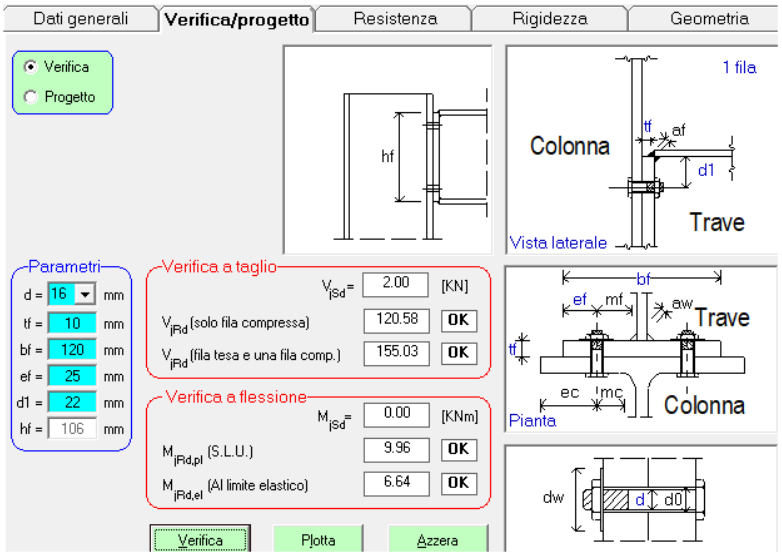


Figura 48: verifica giunzione

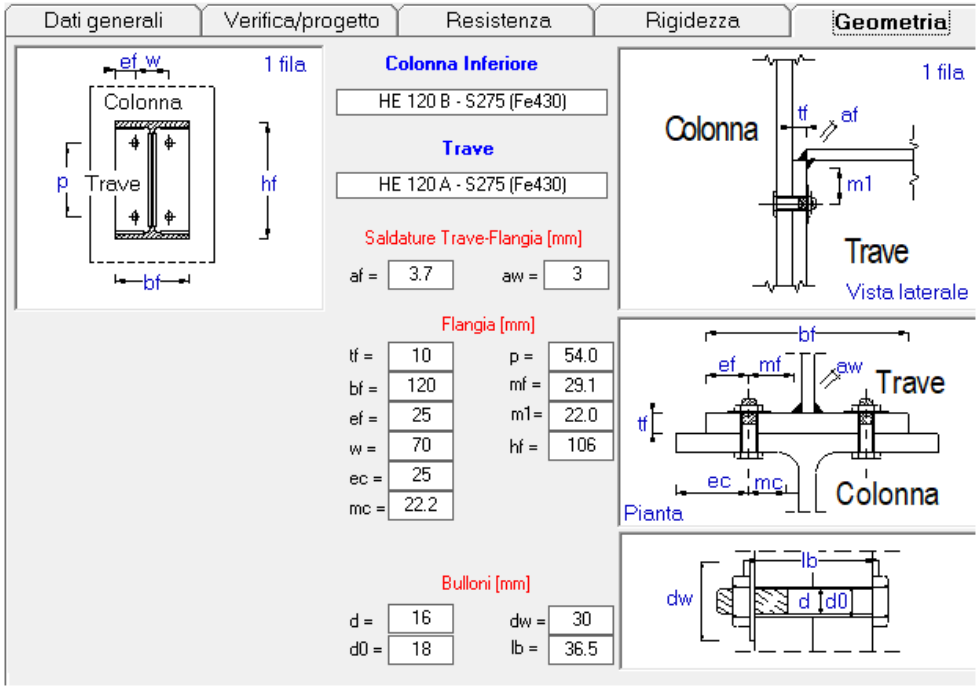


Figura 49: geometria

6.1.2 Montante verticale centrale – Trave di colmo

Il montante verticale è formato da un profilo HE120B la trave di colmo e IPE200:

la giunzione è realizzata con doppia squadretta.

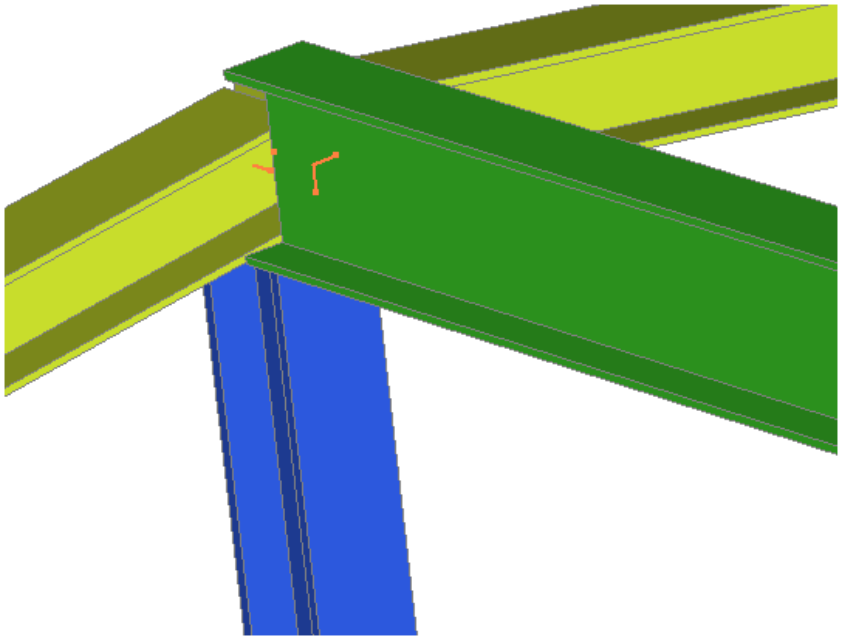


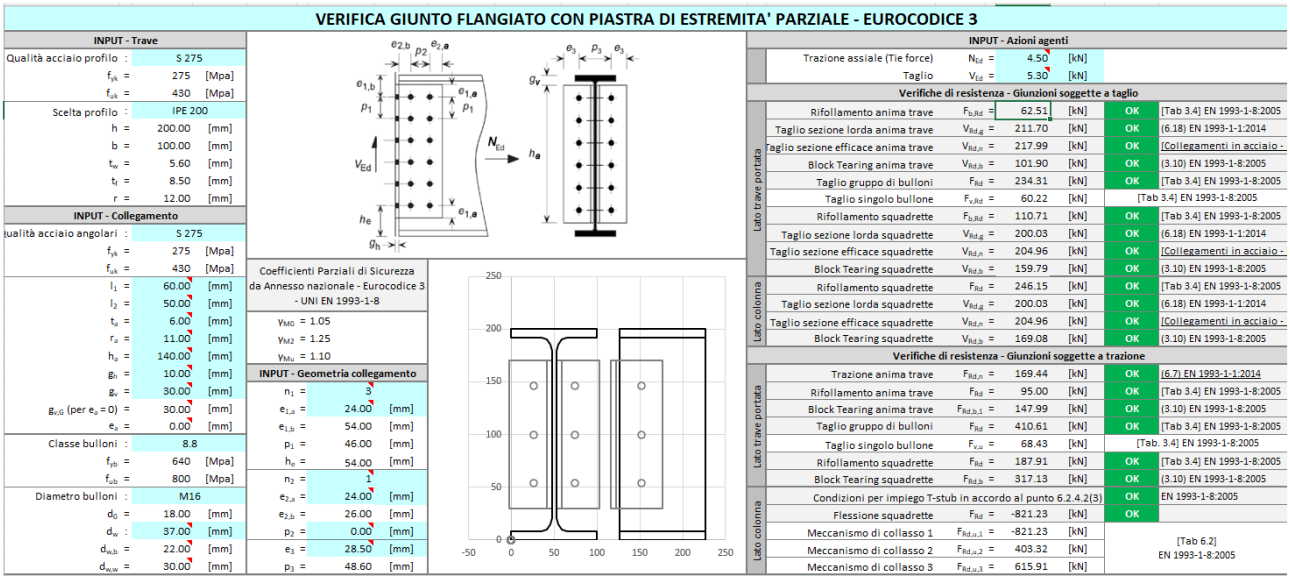
Figura 50: nodo montante verticale con trave di colmo

Le massime sollecitazioni di inviluppo assumono i seguenti valori:

Tv = 5,3 KN

N = 4,5 KN

Considerando una giunzione con doppia squadretta si ottiene:



VERIFICA GIUNTO FLANGIATO CON PIASTRA DI ESTREMITA' PARZIALE - EUROCODICE 3

INPUT - Trave			
Qualità acciaio profilo :	S 275		
f_{yk} =	275	[Mpa]	
f_{tk} =	430	[Mpa]	
Scelta profilo :	IPE 200		
h =	200.00	[mm]	
b =	100.00	[mm]	
t_w =	5.60	[mm]	
t_f =	8.50	[mm]	
r =	12.00	[mm]	

INPUT - Collegamento			
ualità acciaio angolari :	S 275		
f_{yk} =	275	[Mpa]	
f_{tk} =	430	[Mpa]	
l_1 =	60.00	[mm]	
l_2 =	50.00	[mm]	
t_a =	6.00	[mm]	
r_a =	11.00	[mm]	
h_a =	140.00	[mm]	
g_h =	10.00	[mm]	
g_v =	30.00	[mm]	
$g_{v,G}$ (per e_a = 0) =	30.00	[mm]	
e_a =	0.00	[mm]	
Classe bulloni :	8.8		
f_{yb} =	640	[Mpa]	
f_{ub} =	800	[Mpa]	
Diametro bulloni :	M16		
d_0 =	18.00	[mm]	
d_w :	37.00	[mm]	
$d_{w,b}$ =	22.00	[mm]	
$d_{w,w}$ =	30.00	[mm]	

Coefficienti Parziali di Sicurezza da Annesso nazionale - Eurocodice 3 - UNI EN 1993-1-8

γ_{M0}	= 1.05
γ_{M2}	= 1.25
γ_{Mu}	= 1.10

INPUT - Geometria collegamento			
n_1 =	3		
$e_{1,a}$ =	24.00	[mm]	
$e_{1,b}$ =	54.00	[mm]	
p_1 =	46.00	[mm]	
h_e =	54.00	[mm]	
n_2 =	1		
$e_{2,a}$ =	24.00	[mm]	
$e_{2,b}$ =	26.00	[mm]	
p_2 =	0.00	[mm]	
e_3 =	28.50	[mm]	
p_3 =	48.60	[mm]	

INPUT - Azioni agenti					
Trazione assiale (Tie force)	N_{Ed} =	4.50	[kN]		
Taglio	V_{Ed} =	5.30	[kN]		
Verifiche di resistenza - Giunzioni soggette a taglio					
Lato trave portata	Rifollamento anima trave	$F_{b,Rd}$ =	62.51	[kN]	OK	[Tab 3.4] EN 1993-1-8:2005
	Taglio sezione lorda anima trave	$V_{Rd,g}$ =	211.70	[kN]	OK	(6.18) EN 1993-1-1:2014
	Taglio sezione efficace anima trave	$V_{Rd,n}$ =	217.99	[kN]	OK	[Collegamenti in acciaio -
	Block Tearing anima trave	$V_{Rd,b}$ =	101.90	[kN]	OK	(3.10) EN 1993-1-8:2005
	Taglio gruppo di bulloni	F_{Rd} =	234.31	[kN]	OK	[Tab 3.4] EN 1993-1-8:2005
	Taglio singolo bullone	$F_{v,Rd}$ =	60.22	[kN]		[Tab 3.4] EN 1993-1-8:2005
	Rifollamento squadrette	$F_{b,Rd}$ =	110.71	[kN]	OK	[Tab 3.4] EN 1993-1-8:2005
	Taglio sezione lorda squadrette	$V_{Rd,g}$ =	200.03	[kN]	OK	(6.18) EN 1993-1-1:2014
	Taglio sezione efficace squadrette	$V_{Rd,n}$ =	204.96	[kN]	OK	[Collegamenti in acciaio -
	Block Tearing squadrette	$V_{Rd,b}$ =	159.79	[kN]	OK	(3.10) EN 1993-1-8:2005
Lato colonna	Rifollamento squadrette	F_{Rd} =	246.15	[kN]	OK	[Tab 3.4] EN 1993-1-8:2005
	Taglio sezione lorda squadrette	$V_{Rd,g}$ =	200.03	[kN]	OK	(6.18) EN 1993-1-1:2014
	Taglio sezione efficace squadrette	$V_{Rd,n}$ =	204.96	[kN]	OK	[Collegamenti in acciaio -
	Block Tearing squadrette	$V_{Rd,b}$ =	169.08	[kN]	OK	(3.10) EN 1993-1-8:2005
Verifiche di resistenza - Giunzioni soggette a trazione					
Lato trave portata	Trazione anima trave	$F_{Rd,n}$ =	169.44	[kN]	OK	(6.7) EN 1993-1-1:2014
	Rifollamento anima trave	F_{Rd} =	95.00	[kN]	OK	[Tab 3.4] EN 1993-1-8:2005
	Block Tearing anima trave	$F_{Rd,b,1}$ =	147.99	[kN]	OK	(3.10) EN 1993-1-8:2005
	Taglio gruppo di bulloni	F_{Rd} =	410.61	[kN]	OK	[Tab 3.4] EN 1993-1-8:2005
	Taglio singolo bullone	$F_{v,d}$ =	68.43	[kN]		[Tab. 3.4] EN 1993-1-8:2005
	Rifollamento squadrette	F_{Rd} =	187.91	[kN]	OK	[Tab 3.4] EN 1993-1-8:2005
	Block Tearing squadrette	$F_{Rd,b}$ =	317.13	[kN]	OK	(3.10) EN 1993-1-8:2005
Lato colonna	Condizioni per impiego T-stub in accordo al punto 6.2.4.2(3)				OK	EN 1993-1-8:2005
	Flessione squadrette	F_{Rd} =	-821.23	[kN]	OK	
	Meccanismo di collasso 1	$F_{Rd,u,1}$ =	-821.23	[kN]		[Tab 6.2] EN 1993-1-8:2005
	Meccanismo di collasso 2	$F_{Rd,u,2}$ =	403.32	[kN]		
	Meccanismo di collasso 3	$F_{Rd,u,3}$ =	615.91	[kN]		

Figura 51: verifica giunzione a squadretta appoggio IPE200

6.1.3 Giunzione estremità diagonali di controvento

I daigonali di controvento verticali sono formati con L 80 sp. 8:

la giunzione è realizzata con due bulloni sottoposti a taglio, trattandosi di giunzione di angolare con un piatto i bulloni lavorano su una sola sezione di taglio.

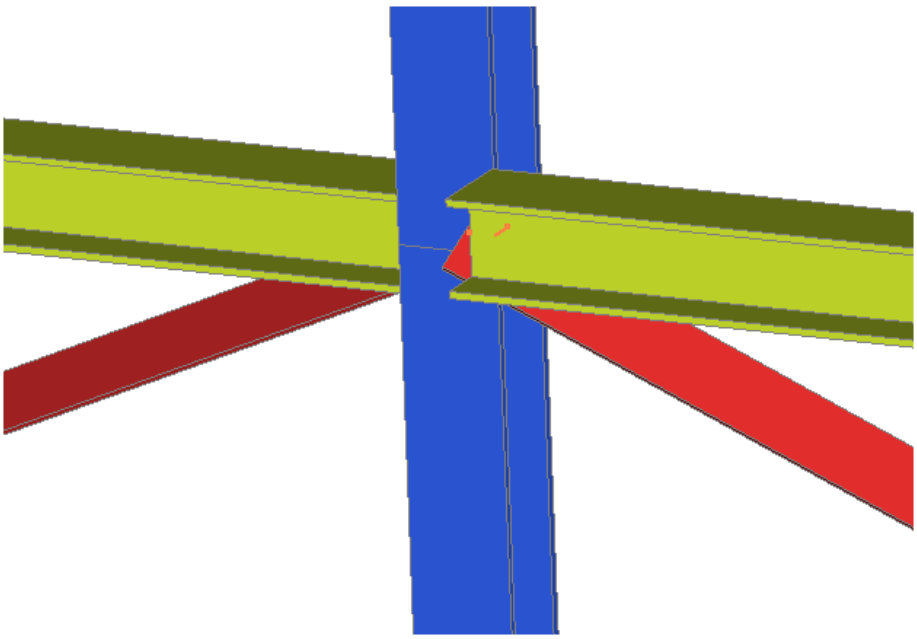


Figura 52: verifica giunzione diagonali di controvento

La verifica viene eseguita considerando due bulloni M16 per ogni giunzione sottoposti a taglio derivante dalla massima forza di compressione con la quale si è verificato il diagonale:

Ttot = 4,5 KN

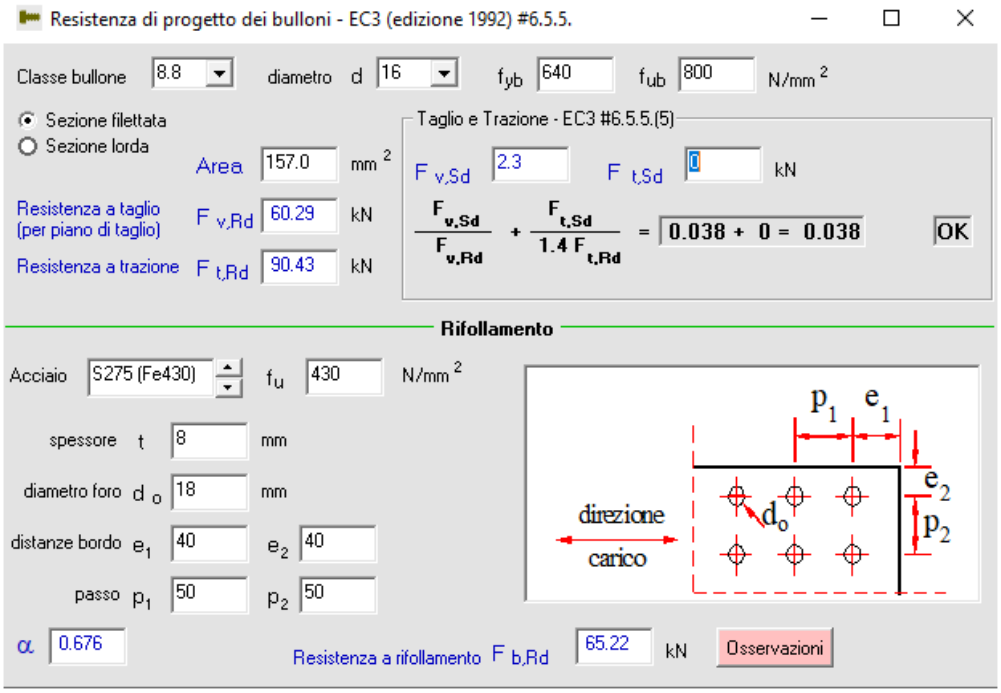


Figura 52: verifica bullone di giunzione diagonali di controvento

6.2 Ancoraggi di base

Gli ancoraggi di base vengono realizzati con ancoranti post installati con resina epossidica e barre filettate, di seguito si riportano le sollecitazioni più severe rilevate nel calcolo ed in allegato alla relazione si riportano le verifiche dei nodi di base.

7 DIMENSIONAMENTO DELLE SOTTOSTRUTTURE IN C.A.

7.1 Travi di supporto del lucernaio

Gli otto montanti del lucernaio sono ancorati alle strutture del solaio esistente rinforzato come da schemi seguenti, per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto esecutivo, nel seguito si riporta il dimensionamento delle travi ortognali alle travi principali, e da esse supportate, che assolvono alla funzione di portare due appoggi intermedi del lucernaio.

Le due travi sono in conglomerato cementizio in opera di sezione trasversale BXH = 50x26 ed armate con barre correnti 4+4 diametro 16 mm e staffe a due braccia diametro 8 mm.

IMPALCATO COPERTURA

Carichi permanenti G

Solaio Ic H=12 cm con soletta sup. in LECA CLS	1.80		sp. med	0.120	cm	(Stato di progetto)
$G_{1k,\ peso\ proprio\ solaio}$	1.80	KN/m^2				
Sistema tipo Kalzip con manto in lamiera alluminio	0.60					
Doppia guaina ardesiata	0.40					
Pannello isolante in lana di roccia	0.20		sp. med	0.140	cm	
$G_{2k,\ permanenti\ portati}$	1.20	KN/m^2				
Rivestimenti pareti verticali ed evacuatori di fumo	1.20					
$G_{2k,\ permanenti\ portati}$	1.20	kN/m				

Azioni variabili Q_k: neve

Carico neve sulla copertura	1.20	
$Q_{k,C2}$	1.20	KN/m^2

AZIONE AL PIEDE COLONNA

Sforzo normale SLU in mezzeria massimo	17.30	
P_{SLU}	17.30	KN
Sforzo normale SLE in mezzeria massimo	12.36	
P_{SLE}	12.36	KN

TRAVE DI COPERTURA IN C.A.

Luce di calcolo	4.5	m
Interasse solaio	1	m
Q (SLE)	5.40	KN/m
Q (SLU)	7.74	KN/m

Sollecitazioni SLU

Mmax	39.05	KNm
Vmax	26.07	KN

Sollecitazioni SLE

Mmax	27.57	KNm

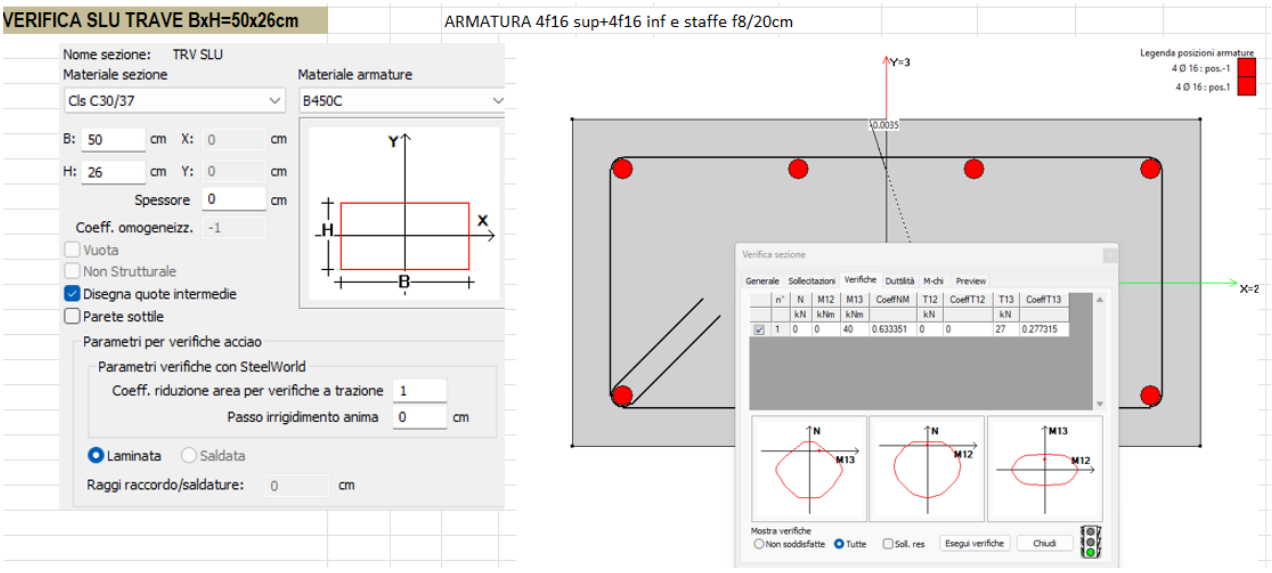


Figura 53: verifica SLU trave di supporto baggioli intermedi

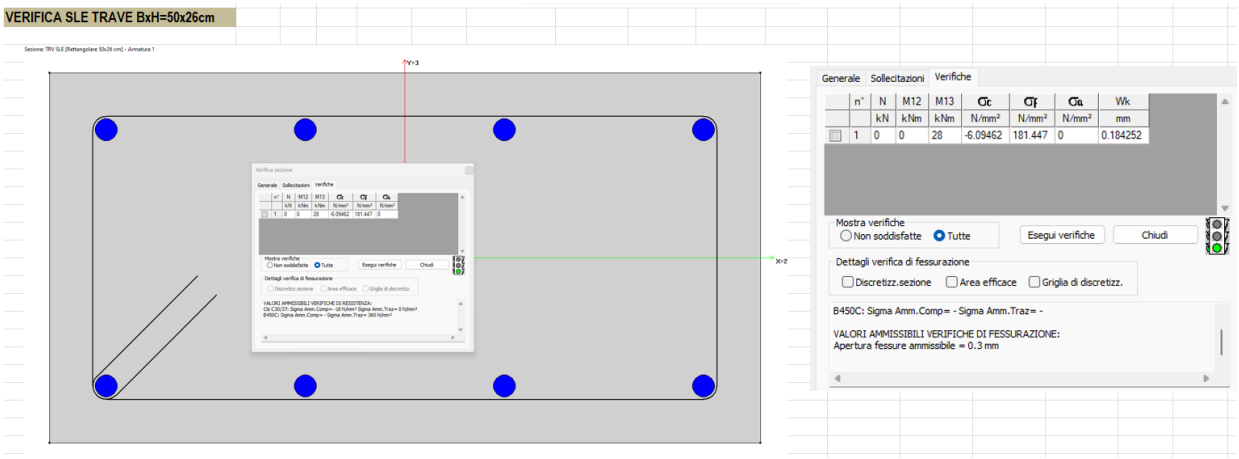


Figura 53: verifica SLE trave di supporto baggioli intermedi

8 CONCLUSIONI

La presente relazione, allegato alla relazione di calcolo principale, ha illustrato il dimensionamento delle strutture portanti del lucernaio che accoglie, sulle pareti verticali perimetrali, gli evacuatori di fumo, la struttura è ancorata al solaio esistente tramite piastre di base in acciaio e barre filettate con resina epossidica.

Il dimensionamento delle strutture è stato effettuato considerando la presenza di una copertura interamente vetrata e degli evacuatori di fumo automatici e dotati di parti meccaniche in movimento, per tale motivo le deformazioni limite della struttura, considerando anche la particolarità di un volume di piccole dimensioni aggettante dalla copertura, sono state mantenute entro ambiti cautelativi al fine di escludere deformazioni tali da provocare il danneggiamento delle opere di finitura (vetrata in copertura ed avacuatori di fumo) in presenza di fenomeni metereologici estremi.

9 ALLEGATO: calcolo ancoraggio piastre di base con software Hilti Profis Engineering

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	1
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

Commenti del progettista:

1 Dimensionamento ancorante

1.1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HIT-RE 500 V4 + HIT-V (8.8) M16**
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2147194 HIT-V-8.8 M16x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Riempimento del vuoto con Set sismico Hilti M16	
Specification text:	Hilti HAS-U 8.8 barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 150 mm embedment hef, M16, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541, con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act}$ = 150,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Materiale:	8.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso I Valido:	09/06/2023 | -
Prova:	SOFA based on EN 1992-4 and fib bulletin 58, Chemical
Fissaggio distanziato:	grouted standoff; livello di incastro (piastra di base): 2,00; e_b = 50,0 mm; t = 20,0 mm
	grout compressive strength = 50,00 N/mm^2
Piastra d'ancoraggio^{CBFEM}:	l_x x l_y x t = 300,0 mm x 300,0 mm x 20,0 mm;
Profilo:	IPB/HEB, IPB 120 / HE 120 B; (L x W x T x FT) = 120,0 mm x 120,0 mm x 6,5 mm x 11,0 mm
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, C30/37, $f_{c,cyl}$ = 30,00 N/mm^2; h =220,0 mm, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Hammer drilled hole, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm)
	senza armatura di bordo longitudinale

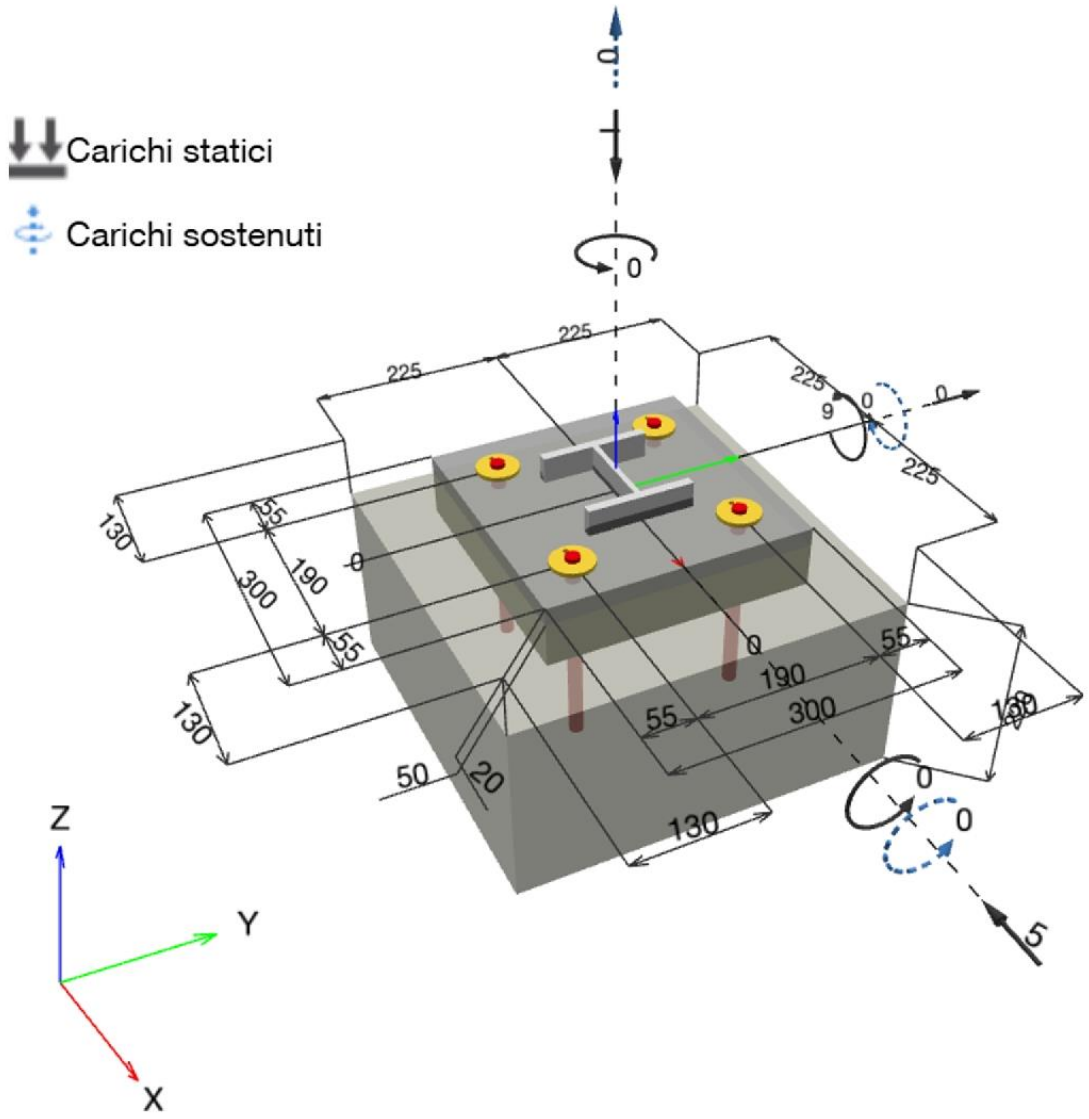
^{CBFEM} - Il calcolo dell'ancorante è basato su un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	2
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	3
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Node 9 11: SLU 4	N = -12,000; V_x = -5,300; V_y = 3,300; M_x = -2,700; M_y = 0,700; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	30
2	Node 9 14: SLU 7	N = -2,000; V_x = 0,000; V_y = -4,400; M_x = 7,600; M_y = 0,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	77
3	Node 10 12: SLU 5	N = -9,000; V_x = -5,300; V_y = -5,300; M_x = -0,500; M_y = -8,500; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	88
4	Node 10 14: SLU 7	N = -3,000; V_x = -5,300; V_y = -5,300; M_x = -0,500; M_y = -8,500; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	94
5	Node 11 9: SLU 2	N = -17,000; V_x = -3,200; V_y = -2,000; M_x = 1,600; M_y = 0,400; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	17
6	Node 11 11: SLU 4	N = -11,000; V_x = -5,300; V_y = -3,300; M_x = 2,700; M_y = 0,700; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	31
7	Node 12 12: SLU 5	N = -9,000; V_x = -5,300; V_y = -5,300; M_x = -0,500; M_y = 8,500; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	89
8	Node 12 13: SLU 6	N = -1,000; V_x = -5,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = -9,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	96
9	Node 12 14: SLU 7	N = -3,000; V_x = -5,300; V_y = -5,300; M_x = -0,500; M_y = 8,500; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	94

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

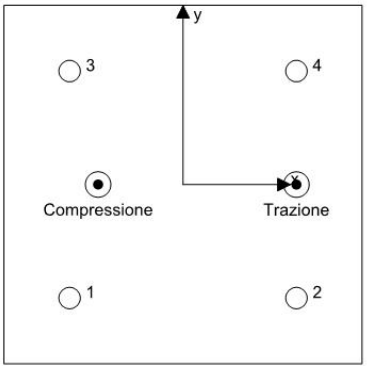
Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	4
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Controllo in corso del caso di carico: 8 Node 12 13: SLU 6



Carichi sull'ancorante [kN]
Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	-0,001	1,255	-1,253	-0,062
2	25,084	1,258	-1,247	0,167
3	-0,001	1,255	-1,253	0,062
4	25,082	1,258	-1,247	-0,167

Resulting tension force in (x/y)=(95,0/-0,0): 50,164 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(-71,1/0,1): 52,990 [kN]

Le forze di ancoraggio sono calcolate in base ad un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	5
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.3 Carico di trazione EN 1992-4, sezione 7.2.1

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	25,084	83,733	30	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	50,166	88,985	57	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	50,166	56,088	90	OK
Fessurazione**	50,166	62,730	80	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

1.3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.1

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
125,600	1,500	83,733	25,084

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	6
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$N_{Ed} \le N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$ — EN 1992-4, Tabella 7.1

$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np}$ — EN 1992-4, Eq. (7.13)

$N^0_{Rk,p} = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}$ — EN 1992-4, Eq. (7.14)

$\psi_{sus} = 1$ — EN 1992-4, Eq. (7.14a)

$s_{cr,Np} = 7{,}3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \le 3 \cdot h_{ef}$ — EN 1992-4, Eq. (7.15)

$\psi_{g,Np} = \psi^0_{g,Np} - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot \left(\psi^0_{g,Np} - 1\right) \ge 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.17)

$\psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \ge 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.18)

$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}}$ — EN 1992-4, Eq. (7.19)

$\psi_{s,Np} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \le 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.20)

$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.21)

$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.21)

$h'_{ef} = \max\left(\frac{c_{max}}{c_{cr,Np}}; \frac{s_{max}}{s_{cr,Np}}\right) \cdot h_{ef}$ — EN 1992-4, Eq. (7.9)

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
117.000	67.600	17,00	450,0	225,0	130,0	30,00

h'_{ef} [mm]	$c'_{cr,Np}$ [mm]	$s'_{cr,Np}$ [mm]
86,7	130,0	260,0

ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm²]	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1,041	17,70	11,000	11,16	1,000	1,000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000

ψ^0_{sus}	α_{sus}	ψ_{sus}
0,880	0,000	1,000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
77,122	133,478	1,500	88,985	50,166

ID gruppo ancoranti
2, 4

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1.3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$N_{Ed} \le N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		EN 1992-4, Tabella 7.1
$N_{Rk,c}$	$= N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.1)
$N^0_{Rk,c}$	$= k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.2)
$A^0_{c,N}$	$= s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.3)
$\psi_{s,N}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.4)
$\psi_{ec1,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{ec2,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{M,N}$	$= 1$	EN 1992-4, Eq. (7.7)
h'_{ef}	$= \max\left(\frac{c_{max}}{c_{cr,N}}, \frac{s_{max}}{s_{cr,N}}\right) \cdot h_{ef}$	EN 1992-4, Eq. (7.9)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
117.000	67.600	225,0	450,0	30,00

h'_{ef} [mm]	$c'_{cr,N}$ [mm]	$s'_{cr,N}$ [mm]
86,7	130,0	260,0

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	166,1

$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
1,000	11,000	48,611	1,500	56,088	50,166

ID gruppo ancoranti
2, 4

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	8
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.3.4 Fessurazione

$$N_{Ed} \le N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.1

$$N_{Rk,sp} = N^0_{Rk,sp} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{h,sp}$$ EN 1992-4, Eq. (7.23)

$$N^0_{Rk,sp} = \min\left(N^0_{Rk,p}, N^0_{Rk,c}\right)$$

$$A^0_{c,N} = s_{cr,sp} \cdot s_{cr,sp}$$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$$\psi_{s,N} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,sp}} \le 1{,}00$$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,sp}}\right)} \le 1{,}00$$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,sp}}\right)} \le 1{,}00$$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}}\right)^{2/3} \le \max\left\{1; \left(\frac{h_{ef} + 1{,}5 \cdot c_1}{h_{min}}\right)^{2/3}\right\} \le 2{,}00$$ EN 1992-4, Eq. (7.24)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,sp}$ [mm]	$s_{cr,sp}$ [mm]	h_{min} [mm]	$\psi_{h,sp}$	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
117.000	67.600	294,0	588,0	186,0	1,118	30,00

h'_{ef} [mm]	$c'_{cr,sp}$ [mm]	$s'_{cr,sp}$ [mm]
66,3	130,0	260,0

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	k_1
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	11,000

$N^0_{Rk,sp}$ [kN]	γ_{Msp}	$N_{Rd,sp}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
48,611	1,500	62,730	50,166

ID gruppo ancoranti
2, 4

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	9
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.4 Carico di taglio EN 1992-4, sezione 7.2.2

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	1,258	50,240	3	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	1,258	4,390	29	OK
Rottura per pryout**	5,000	194,155	3	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x-**	5,011	20,137	25	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

1.4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Ed} \le V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$ EN 1992-4, Eq. (7.35)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
62,800	1,000	62,800	1,250	50,240	1,258

1.4.2 Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)

$V_{Ed} \le V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,s,M} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{l_a}$ EN 1992-4, Eq. 7.37

$M_{Rk,s} = M^0_{Rk,s} \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}}\right)$ EN 1992-4, Eq. 7.38

$l_a = e_c + \frac{t}{2} + a_3$ EN 1992-4, Eq. 6.2

l [mm]	α_M
68,0	2,00

$N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$1 - N_{Ed} / N_{Rd,s}$	$M^0_{Rk,s}$ [kNm]	$M_{Rk,s} = M^0_{Rk,s} (1 - N_{Ed}/ N_{Rd,s})$ [kNm]
0,300	0,700	0,266	0,187

$V^M_{Rk,s} = \alpha_M * M_{Rk,s} / l$ [kN]	γ_{Ms}	$V^M_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
5,488	1,250	4,390	1,258

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	10
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.4.3 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Ed} \le V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}}$ — EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$ — EN 1992-4, Eq. (7.39c)

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ — EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ — EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ — EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$ — EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ — EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ — EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ — EN 1992-4, Eq. (7.7)

$h'_{ef} = \max\left(\frac{c_{max}}{c_{cr,N}}, \frac{s_{max}}{s_{cr,N}}\right) \cdot h_{ef}$ — EN 1992-4, Eq. (7.9)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
202.500	67.600	225,0	450,0	2,000	30,00

h'_{ef} [mm]	$c'_{cr,N}$ [mm]	$s'_{cr,N}$ [mm]
86,7	130,0	260,0

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
11,000	48,611	1,500	194,155	5,000

ID gruppo ancoranti
1-4

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	11
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.4.4 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x-

$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$ — EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,c} = k_T \cdot \psi_{b,g} \cdot V^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V}$ — EN 1992-4, Eq. (7.40)

$\psi_{b,g} = \frac{1}{\alpha_{b,g}} = \frac{1}{1+\frac{C\,t_g}{d^{\frac{3}{4}}}}$ — Metodo Hilti per il calcolo di connessioni con fissaggi distanziati e materiale di ri

$V^0_{Rk,c} = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$ — EN 1992-4, Eq. (7.41)

$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$ — EN 1992-4, Eq. (7.42)

$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$ — EN 1992-4, Eq. (7.43)

$A^0_{c,V} = 4,5 \cdot c_1^2$ — EN 1992-4, Eq. (7.44)

$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \le 1,00$ — EN 1992-4, Eq. (7.45)

$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1,00$ — EN 1992-4, Eq. (7.46)

$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1+\left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1,00$ — EN 1992-4, Eq. (7.47)

$\psi_{90°,V} = 4.0 \cdot k_4 \cdot \left(\frac{n_2 \cdot d_{nom}^2 \cdot f_{ck}}{V_{Rk,c,\perp}}\right)^{0,5} \le 4,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5f$_1$)

$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos\alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin\alpha_V}{\psi_{90°,V}}\right)^2}} \ge 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5f))

$c_1' = \max\left(\frac{c_{2,max}}{1,5}, \frac{h}{1,5}, \frac{s_{2,max}}{3}\right)$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5h$_2$)

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]	c_1 [mm]
150,0	16,00	2,400	0,101	0,064	30,00	320,0

$\psi_{b,g}$	C [$\frac{1}{mm^{0,25}}$]	d [mm]	t_g [mm]
0,788	0,043	16,0	50,0

c_1' [mm]	$A_{c,V}$ [mm^2]	$A^0_{c,V}$ [mm^2]	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$
146,7	99.000	96.800	0,877	1,000	0,0	1,000

k_4	n_2	$V_{Rk,c,\perp}$ [kN]	$\psi_{90°,V}$	α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$
1,0	2	38,251	2,535	3,82	1,002	1,000

$V^0_{Rk,c}$ [kN]	k_T	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
42,634	1,0	1,500	20,137	5,011

ID gruppo ancoranti
1-4

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	12
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,300	0,025	2,000	10	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1,0$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,894	0,249	1,000	96	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$

1.6 Attenzione

- I metodi di progettazione in PROFIS Engineering richiedono l'impiego di piastre di ancoraggio rigide in base alle attuali disposizioni (ETAG 001/Appendice C, EOTA TR029, ecc.). Questo significa che la ridistribuzione sugli ancoranti dovuta alle deformazioni elastiche della piastra di ancoraggio non è considerata - si presuppone che la piastra di ancoraggio sia sufficientemente rigida da non essere deformata quando sottoposta al carico di progetto. PROFIS Engineering calcola lo spessore minimo richiesto per la piastra di ancoraggio con CBFEM per limitare la sollecitazione della piastra di ancoraggio basata sui precedenti presupposti. La verifica se la piastra base rigida sia valida non viene eseguita da PROFIS Engineering. I dati inseriti e i risultati vanno confrontati con le attuali condizioni per verificarne la plausibilità!
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- Attenzione! In caso di forze di compressione sull'ancorante, la verifica a inflessione e la verifica della distribuzione locale dei carichi nel materiale base (incluso il punzonamento) devono essere svolte separatamente.
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- Le resistenze dell'ancoraggio utilizzato per questo calcolo sono valide SOLO se il set di riempimento sismico sarà installato in cantiere come per IFU quando la rondella sismica è stata selezionata.
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- Please note that this design utilizes user defined material safety factor values that differ from the default values recommended in EN1992-4. Partial Safety factor value: $\gamma_c = 1,500$
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- Contattare Hilti per verificare la fornitura delle barre HIT-V.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- Il progetto è valido soltanto se il foro è riempito per eliminare il gioco, gioco come da EN 1992-4 Tabella 6.1
- I metodi di progettazione dell'ancoraggio in PROFIS Engineering richiedono delle piastre base rigide, come previsto dalla normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/allegato C, TR029 EOTA, ecc.). Ciò significa che la piastra di base deve essere sufficientemente rigida da evitare la ridistribuzione del carico tra gli ancoranti dovuta a spostamenti elastici / plastici. L'utente accetta che la piastra base sia considerata quasi rigida secondo i canoni di progettazione."
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	13
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

1.7 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 355; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 355,00 N/mm^2

Profilo: IPB/HEB, IPB 120 / HE 120 B; (L x W x T x FT) = 120,0 mm x 120,0 mm x 6,5 mm x 11,0 mm

Diametro del foro nella piastra: d_f = 18,0 mm

Spessore della piastra (input): 20,0 mm

Metodo di perforazione: Foro con perforazione a roto-percussione

Pulizia: E' necessaria una pulizia accurata del foro (Premium cleaning)

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 + HIT-V (8.8) M16

Codice articolo: 2147194 HIT-V-8.8 M16x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Coppia di serraggio massima: 80 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 18,0 mm

Profondità del foro nel materiale base: 150,0 mm

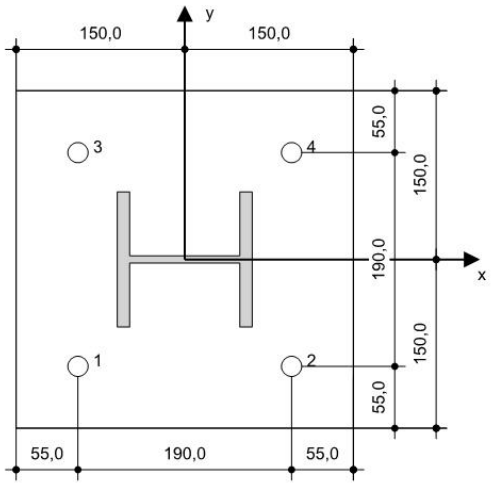
Spessore minimo del materiale base: 186,0 mm

Riempimento del vuoto con Set sismico Hilti M16,0 mm
http://download.hilti.biz/data/techlib/help/IFU_Seismic-Filling-Set.pdf

Hilti HAS-U 8.8 barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 150 mm embedment hef, M16, Acciaio zincato, Foro eseguito con roto-percussione installation per ETA 20/0541, con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.

1.7.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
• Idoneo per rotopercussione • Dimensione appropriata della punta del trapano	• Aria compressa con i relativi accessori necessari per soffiare a partire dal fondo del foro. • Diametro appropriato dello scovolino	• Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore • Set di riempimento sismico Hilti • Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-95,0	-95,0	130,0	320,0	130,0	320,0
2	95,0	-95,0	320,0	130,0	130,0	320,0
3	-95,0	95,0	130,0	320,0	320,0	130,0
4	95,0	95,0	320,0	130,0	320,0	130,0

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	14
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

2 Controllo di rigidità della piastra

2.1 Dati da inserire

Piastra d'ancoraggio:	Forma: Rettangolare l_x x l_y x t = 300,0 mm x 300,0 mm x 20,0 mm Calcolo: Controllo di rigidità piastra Materiale: S 355; F_y = 355,00 N/mm²; ε_{lim} = 5,00%
Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 + HIT-V (8.8) M16, h_{ef} = 150,0 mm
Rigidezza di ancoraggio:	L'ancorante è modellato considerando i valori dirigidezza valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidezza dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.
Metodo di progettazione:	Progettazione basata su EN utilizzando il FEM basato sul componente
Fissaggio distanziato:	e_b = 50,0 mm (Fissaggio distanziato con materiale di riempimento); t = 20,0 mm
Profilo:	IPB 120 / HE 120 B; (L x W x T x FT) = 120,0 mm x 120,0 mm x 6,5 mm x 11,0 mm Materiale: S 275; F_y = 275,00 N/mm²; ε_{lim} = 5,00% Eccentricità x: 0,0 mm Eccentricità y: 0,0 mm
Materiale base:	Calcestruzzo non fessurato; C30/37; $f_{c,cyl}$ = 30,00 N/mm²; h = 220,0 mm; E = 33.000,00 N/mm²; G = 13.750,00 N/mm²; v = 0,20
Saldature (profilo rispetto alla piastra base):	Tipo di ridistribuzione: Plastica Materiale: S 235
Dimensioni delle maglie:	Numero di elementi sul bordo: 8 Dimensione minima dell'elemento: 10,0 mm Dimensione massima dell'elemento: 50,0 mm

2.2 Classificazione piastra di ancoraggio

I risultati in basso sono riportati per le combinazioni decisive del carico: Node 12 13: SLU 6

Forze di tensione di ancoraggio	Piastra di ancoraggio rigida equivalente (FEM)	Piastra di ancoraggio flessibile (FEM)
Ancoraggio 1	-0,001 kN	-0,001 kN
Ancoraggio 2	20,529 kN	25,084 kN
Ancoraggio 3	-0,001 kN	-0,001 kN
Ancoraggio 4	20,529 kN	25,082 kN

L'utente ha accettato di considerare la piastra di ancoraggio selezionata come rigida in base al proprio giudizio di progettazione. Ciò significa che le linee guida di progettazione di ancoraggio si possono applicare.

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri del cliente."
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	15
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

2.3 Attenzione

- Utilizzando la funzionalità di calcolo flessibile di PROFIS Engineering si può agire di fuori i codici al di fuori dei codici di calcolo applicabili e la piastra di ancoraggio specificata potrebbe non rivelarsi propriamente rigida. Si prega di convalidare i risultati con un progettista professionista e/o ingegnere strutturale per garantire l'idoneità e l'adeguatezza per esigenze specifiche di progetto e normative.
- L'ancorante è modellato considerando i valori dirigidezza valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidezza dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri del cliente."
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.10

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	16
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Piastra di base - HEB120	Data:	30/01/2025
Contratto N°:			

3 Sintesi dei risultati

	Combinazione carichi	Utilizzo max.	Stato
Ancoranti	Node 12 13: SLU 6	96%	OK

L'ancoraggio risulta verificato!

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri del cliente."
PROFIS Engineering (c) 2003-2025 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo – Strutture Corpo Basso

Allegato 6

Rinforzo impalcato di copertura Platea

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in CdS	M. Fabbri	M. Fabbri	M. Majowiecki

SOMMARIO

1 PREMESSA 5
1.1 Descrizione stato di fatto e indagini eseguite 5
1.1.1 Stato di fatto 5
1.1.2 Indagini sugli elementi strutturali 5
1.2 Descrizione del progetto di rinforzo 5
2 ANALISI DEI CARICHI 6
2.1 Analisi dei Carichi Solaio 6
2.2 Analisi dei Carichi Travi Principali 6
3 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI STRUTTURALI 7
3.1 Strutture esistenti 7
3.1.1 Conglomerato Cementizio 7
3.1.2 Acciaio per armatura 7
3.2 Sistemi strutturali di rinforzo 8
3.2.1 Conglomerato Cementizio LC 8
3.2.2 Acciaio per armatura 8
3.2.3 Sistemi di rinforzo di strutture esistenti in c.a. 8
4 DIMENSIONAMENTO RINFORZO SOLAIO 9
4.1 Ricerca delle sollecitazioni 9
4.2 Verifiche di resistenza 10
4.3 Verifiche connettori sezione composta 12
5 DIMENSIONAMENTO RINFORZO TRAVI PRINCIPALI 19
5.1 Caratteristiche geometriche 19
5.2 Carichi agenti 21
5.3 Ricerca delle sollecitazioni 22
5.4 Verifiche trave allo stato di fatto 25
5.5 Verifiche trave allo stato di progetto 36
6 CONCLUSIONI 41

1 PREMESSA

1.1 Descrizione stato di fatto e indagini eseguite

1.1.1 Stato di fatto

La copertura della platea è costituita da un solaio in latero cemento di spessore non superiore a 120 mm, dotato di una semplice rasatura sottile all' estradosso. Il solaio in latero cemento è disposto su campate non superiori a 4,30 m ed appoggiato a travi a doppia pendenza ordite trasversalmente alla platea e quindi con una luce pari a 24,5 metri, le travi, in conglomerato cementizio con armatura lenta hanno una altezza variabile da circa 1,30 metri all' appoggio e di 2,20 in mezzaria. Inferiormente al sistema di impalcato è presente è presente un sistema voltato asimmetrico, simile alle onde del controsoffitto della sala, realizzato con tavelle in laterizio nelle quali sono ancorati i pendini del suddetto controsoffitto, realizzati con del semplice filo di ferro ritorto, non ispezionabili e a vista appaiono ossidati. Molte tavelle sono interessate dal fenomeno di sfondellamento. La superficie di copertura è pari a circa 1510 m^2 .

1.1.2 Indagini sugli elementi strutturali

Le indagini sui materiali ed elementi strutturali esistenti sono state eseguite secondo varie fasi successive: la prima campagna di indagine è illustrata nel documento redatto da P.Q.R.S. – LTM e codificato come rapporto di prova 1823/2024 emesso il 29 luglio 2024, successivamente sono state presentate alcune integrazioni riguardanti i rilievi geometrici e di armatura di alcune travi di copertura i cui schemi sono stati emessi il 15 settembre 2024. Successivamente, sulla base del piano di indagini integrative preparato dagli scriventi, sono state effettuate ulteriori indagini sull'intero edificio, svolte dalla stessa ditta che aveva eseguito la prima campagna di indagini, sotto la supervisione degli scriventi che hanno effettuato i necessari sopralluoghi durante la esecuzione delle stesse. Le indagini integrative sono illustrate nel documento codificato come rapporto di prova 2434/2024 emesso il 02 dicembre 2024. Relativamente agli elementi strutturali oggetto della presente relazione, le informazioni ricavate dalla campagne di indagini sono state ritenute complete ed esaustive al fine di poter considerare un livello di conoscenza pari a LC3 ovvero un livello di conoscenza al quale corrisponde un fattore di confidenza FC=1.

1.2 Descrizione del progetto di rinforzo

Le analisi compiute con riferimento alle strutture allo stato di fatto e soggette ad i carichi di progetto hanno evidenziato la necessità di procedere alla progettazione ed installazione di sistemi di rinforzo sia relativamente alle travi principali che al solaio in latero cemento esistente. Come verrà illustrato in dettaglio nel seguito le travi principali, rispetto ai carichi di progetto, necessitano di un doppio sistema di rinforzo ovvero a flessione ed a taglio. Le indagini hanno evidenziato le condizioni non ottimali dell'impalcato in latero cemento nonché la sua generale inadeguatezza rispetto ai nuovi carichi di progetto che prevede la costruzione di un manto di copertura in lamiera di alluminio distanziata di circa un metro in altezza rispetto all'estradosso del solaio esistente e poggiante su questo attraverso appoggi puntuali, è evidente che la assenza di una soletta di estradosso potrebbe rendere di difficile attuazione la costruzione del manto così come previsto nel progetto architettonico, pertanto il rinforzo del solaio prevede: la costruzione di una soletta collaborante realizzata con conglomerato di tipo LC ed armato con rete, un sistema anti sfondellamento all'intradosso e la rimozione del controsoffitto in laterizio esisnte in quanto non sicuro anche a causa del sistema di collegamento al solaio costituito da filo di ferro ritorto. Concettualmente il sistema di rinforzo per le travi ed il solaio non si discosta da quanto previsto nel Piano di Fattiblità Tecnico – Economico e risulta ulteriormente sviluppato ed approfondito sulla scorta delle indagini integrative eseguite dopo la redazione del sudetto livello di progettazione.

2 ANALISI DEI CARICHI

2.1 Analisi dei Carichi Solaio

Carichi permanenti G

Solaio latero cemento H=12 cm	1.20		sp. med	12	cm	(Esistente)
soletta sup. in LECA CLS	0.60		sp. med	4	cm	(Soletta integrativa)
$G_{1k,\ peso\ proprio\ solaio}$	1.80	KN/m²				

Sistema tipo Kalzip con manto in lamiera alluminio	0.60				
Doppia guaina ardesiata	0.40				
Pannello isolante in lana di roccia	0.20	sp. med	14	cm	
$G_{2k,\ permanenti\ portati}$	1.20	KN/m²			

Azioni variabili Q_k: neve

Carico neve sulla copertura	1.200	
$Q_{k,C2}$	1.20	KN/m²

2.2 Analisi dei Carichi Travi Principali

Carichi agenti ad estradosso trave

Carichi permanenti G

Solaio latero cemento H=12 cm con soletta integrativa	1.80		sp. med	16	cm	
$G_{1k,\ peso\ proprio\ solaio}$	1.80	KN/m²				

Sistema tipo Kalzip con manto in lamiera alluminio	0.60				
Doppia guaina ardesiata	0.40				
Pannello isolante in lana di roccia	0.20	sp. med	14	cm	
$G_{2k,\ permanenti\ portati}$	1.20	KN/m²			

Azioni variabili Q_k: neve

Carico neve sulla copertura	1,20	
$Q_{k,C2}$	1,20	KN/m²

Carichi agenti ad intradosso trave

Carichi permanenti G

Grigliato elettroforgiato	0.22	
Peso proprio impalcato travi carpenteria metallica	0.30	
$G_{1k,\ peso\ proprio\ solaio}$	0.52	KN/m²

Permanenti Portati controsoffitto

Pannelli multistrato 10 mm	0.10	
orditura travetti legno passo 60 cm	0.15	
intonaco intradosso	0.18	
pendinature	0.10	
$G_{2k,\ totale\ finiture}$	0.53	KN/m²

Permanenti Portati canali impianti

Incidenza canali impianti	0.50	
$G_{2k,\ totale\ finiture}$	0.5	KN/m²

Azioni variabili Q_k: manutenzione impalcato impianti

ambienti accessibili per sola manutenzione	0.50	(Cat. H)
$Q_{k,C3}$	0.50	KN/m²

3 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI STRUTTURALI

3.1 Strutture esistenti

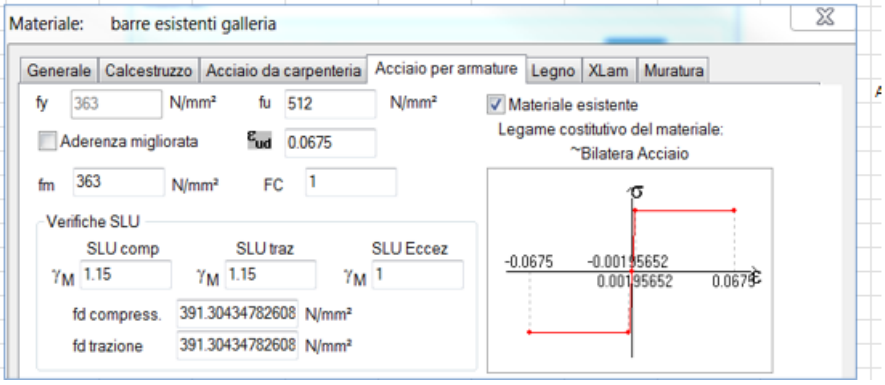
La caratterizzazione dei materiali costituenti gli elementi strutturali esistenti è riportata nella relazione tecnica dedicata, nel seguito si riportano le principali caratteristiche meccaniche che verranno utilizzate nelle verifiche degli elementi strutturali oggetto della presente relazione.

3.1.1 Conglomerato Cementizio

PARTE D'OPERA	n. carote	R_{cm}	f_{cm}	FC	γ_M	α_{cc}	f_{cd_dutt}	f_{cd_frag}	E_{cm}	$R_{ck,eq}$
		Mpa	Mpa				Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
TEATRO PLATEA GALLERIA	17	28.8	23.9	1	1.5	1	23.87	**15.91**	28561	33.8
TEATRO PLATEA GALLERIA - telaio principale elevazione	11	29.7	24.7	1	1.5	1	24.69	**16.46**	28852	35.0
TEATRO PLATEA GALLERIA - travi di copertura	4	27.6	22.9	1	1.5	1	22.87	**15.24**	28196	32.4
FOYER: TELAIO TRASVERSALE	2	25.8	21.4	1	1.5	1	21.37	**14.25**	27630	30.3

3.1.2 Acciaio per armatura

ARMATURA				SLU Eccez		siglaFEM	Arm Fsym345	
f_{ym}	FC	γ_M	f_{ydm}	f_{yd_dutt}	f_{yd_frag}	ε_{yd}	ε_{ud}	E_{acc}
Mpa			Mpa	Mpa	**Mpa**	%	%	Mpa
363	1	1.15	363	363	**315**	0.00093	0.01000	200000



3.2 Sistemi strutturali di rinforzo

La progettazione del rinforzo dell' impalcato in oggetto prevede la applicazione dei seguenti materiali:

3.2.1 Conglomerato Cementizio LC

Classe di densità (NTC 2018)	D 1,6 (*) (circa 1500 kg/m³)	
Classe di resistenza (UNI EN 206)	LC 25/28	
Classe di esposizione (UNI EN 206 & UNI 11104)	X0 (UNI EN 206 & UNI 11104) XC1 (UNI EN 206 & UNI 11104) XC2 (UNI EN 206 & UNI 11104)	
Modulo elastico certificato E (UNI EN 12390-13)	17000 MPa	
Resistenza a compressione cubica certificata R_{lck} (UNI EN 12390-3)	28,0 MPa	
Resistenza a compressione cilindrica f_{lck}	25,0 MPa	
Umidità residue in laboratorio a T + 20°C e U.R. 55% (spessore 5 cm)	14 gg	circa 5%
	28 gg	circa 4%

3.2.2 Acciaio per armatura

Acciaio in barre per armatura e reti elettrosladate secondo DM 17/01/2018

Tab. 11.3.Ia

$f_{y\,nom}$	450 N/mm²
$f_{t\,nom}$	540 N/mm²

Tab. 11.3.Ib

Caratteristiche		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	f_{yk}	$\geq f_{y\,nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo	f_{tk}	$\geq f_{t\,nom}$	5.0
	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1{,}15$	10.0
		$< 1{,}35$	
	$(f_y/f_{ynom})_k$	$\leq 1{,}25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7{,}5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	$\phi < 12$ mm	$4\,\phi$	
	$12 \leq \phi \leq 16$ mm	$5\,\phi$	
	per $16 < \phi \leq 25$ mm	$8\,\phi$	
	per $25 < \phi \leq 40$ mm	$10\,\phi$	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

3.2.3 Sistemi di rinforzo di strutture esistenti in c.a.

Rinforzo a taglio e flessione di travi mediante placcaggio con tessuti in fibra di acciaio galvanizzato UHTSS con geomalta minerale strutturale tixotropica certificata EN 1504.

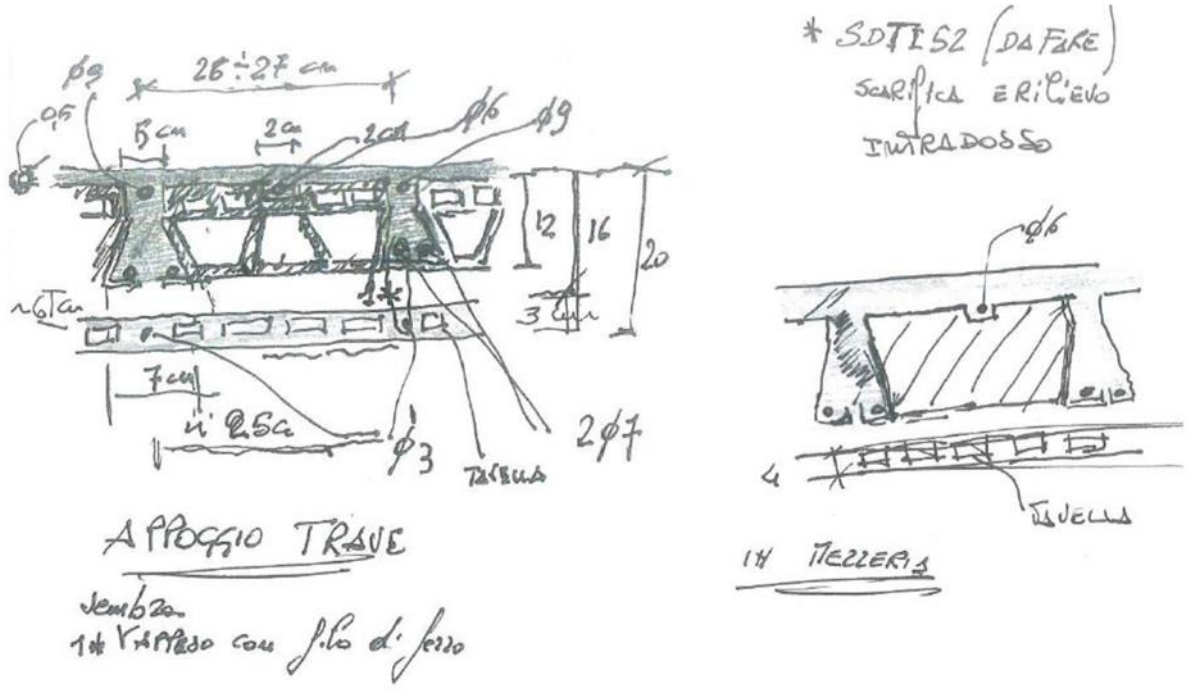
Sistemi di prevenzione dello sfondellamento mediante intonaco rasante certificato EN998 a base di pura calce idraulica naturale NHL 3,5 e rete biassiale infibra di vetro e aramide ancorata al solaio esistente mediante barre elicoidali in acciaio inox AISI 316.

Per maggiori dettagli circa le caratteristiche meccaniche e fisiche dei materiali da impiegare si veda la relazione illustrativa dei materiali.

4 DIMENSIONAMENTO RINFORZO SOLAIO

4.1 Ricerca delle sollecitazioni

Il travetto tipico del solaio di copertura è raffigurato nella immagine seguente.



Considerata la presenza di armatura di estradosso ad ogni travetto si ritiene opportuno considerare la condizione di semi incastro per la ricerca delle sollecitazioni, i semplici calcoli condotti maualmente permettono di ricavare le seguenti sollecitazioni, riferite al singolo travetto con interasse pari a 26 cm:

Luce di calcolo	4.34	m	
Interasse travetti	0.26	m	
Q (SLE)	0.94	KN/m	(Stato di fatto)
Q (SLU)	1.34	KN/m	(Stato di fatto)
Q (SLE)	1.09	KN/m	(Stato di progetto)
Q (SLU)	1.54	KN/m	(Stato di progetto)

Sollecitazioni SLU

Mmax	2.11	KNm	(Stato di fatto)
Vmax	2.91	KN	(Stato di fatto)
Mmax	2.42	KNm	(Stato di progetto)
Vmax	3.35	KN	(Stato di progetto)

4.2 Verifiche di resistenza

Di seguito si riportano le immagini delle verifiche condotte allo stato di fatto ed allo stato di progetto, dalle quali si evice che in assenza di rinforzo costituito dalla soletta integrativa in conglomerato LC la sezione non sarebbe verificata assumendo i carichi di progetto:

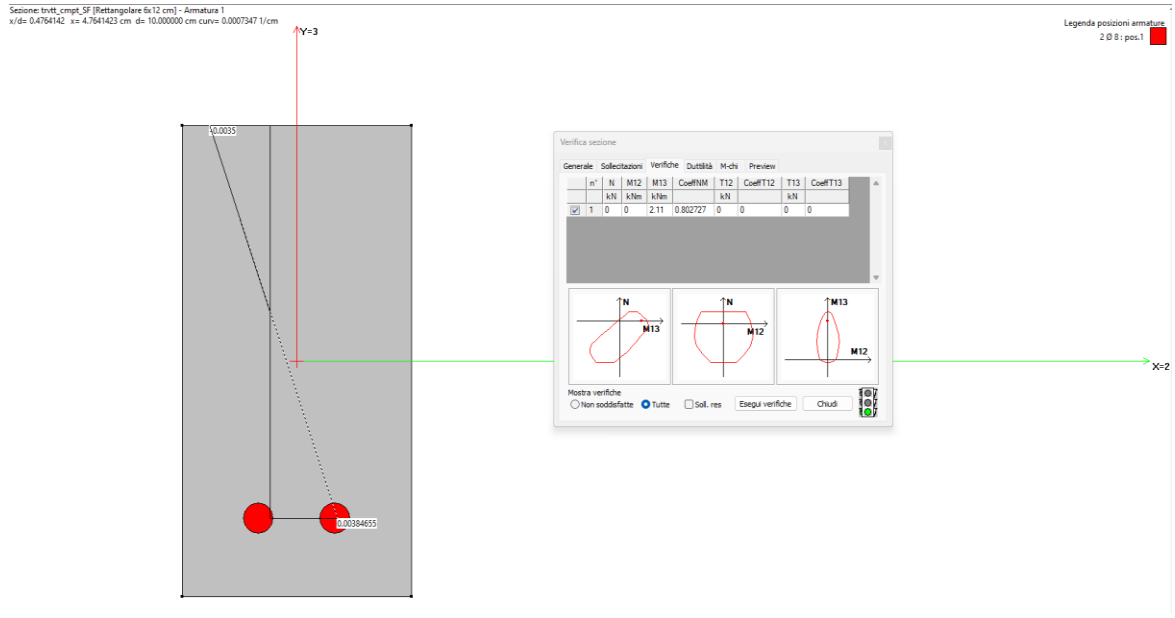


Figura 1: Verifica sezione mezzaria travetto – stato di fatto – carichi progetto

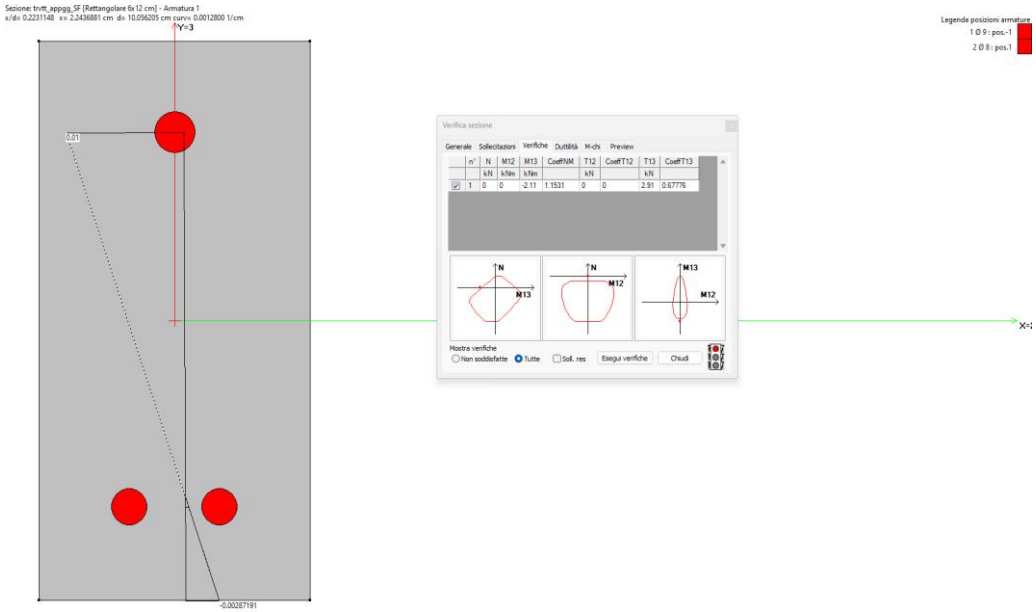


Figura 2: Verifica sezione appoggio travetto – stato di fatto – carichi progetto

Si evidenzia che la sezione in appoggio non risulta verificata.

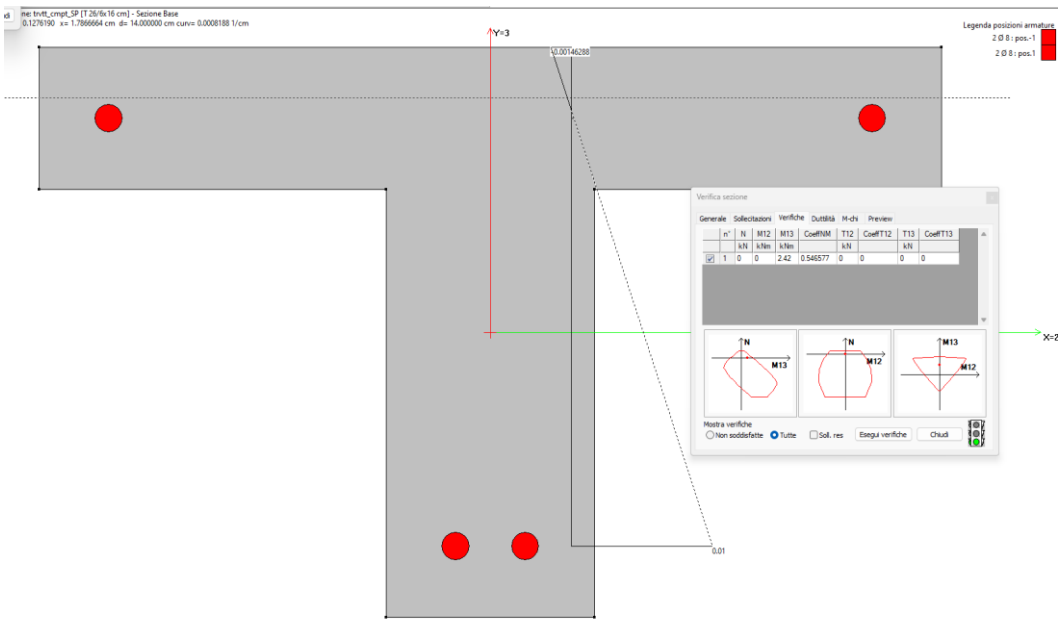


Figura 3: Verifica sezione mezzaria travetto – stato di progetto – carichi progetto

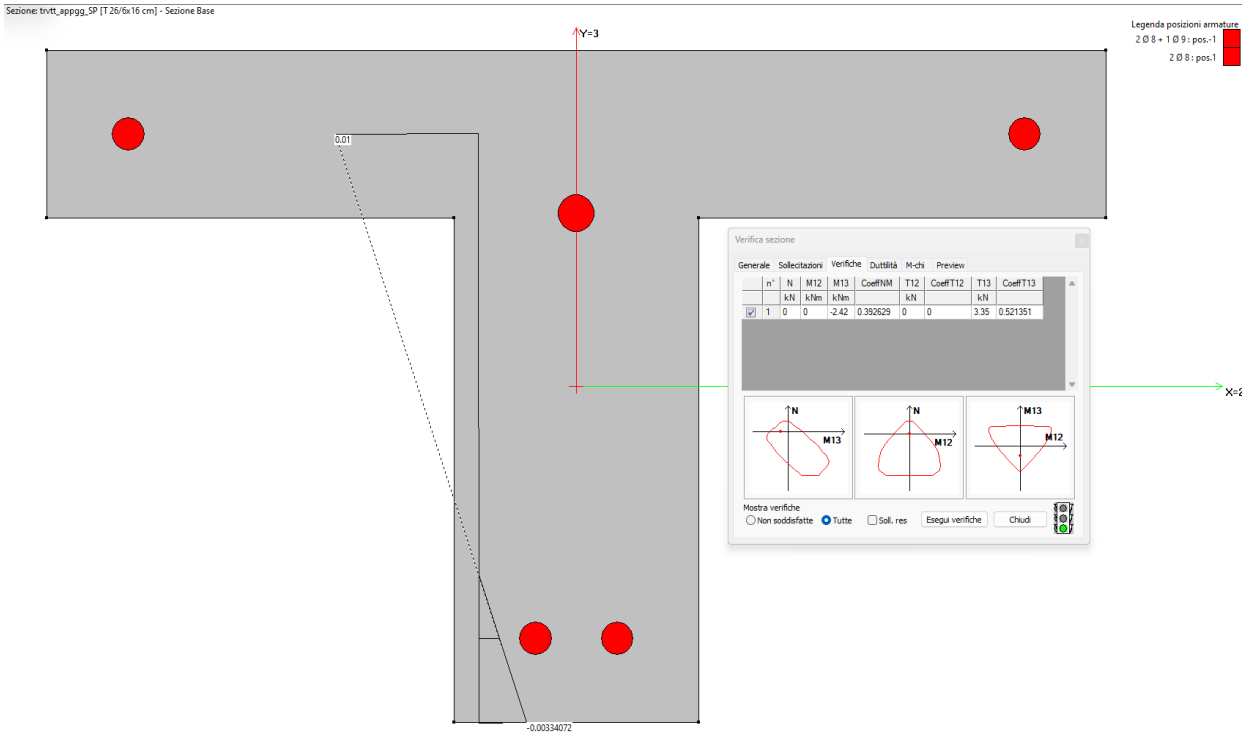


Figura 4: Verifica sezione appoggio travetto – stato di progetto – carichi progetto

La introduzione della soletta integrativa armata con rete elettrosaldata ed armatura integrativa in estradosso all'appoggio permette di considerare il solaio idoneo a supportare i carichi di progetto, inoltre la soletta risulta opportuna per accogliere in modo efficace il sistema di finitura della copertura prevista a progetto ovvero il sistema tipo Kalzip distanziato di circa 1 metro dall'estradosso del solaio esistente q poggiante su una

sottostruttura con supporti puntuali poggianti sul solaio esistente. La riabilitazione del solaio è completata attraverso la posa in opera di un sistema di prevenzione allo sfondellamento per il quale si rimanda agli elaborati di progetto esecutivo.

4.3 Verifiche connettori sezione composta

Di seguito si riportano verifiche dei connettori tipo TECNARIA NANO CEM-E che consentono la piena collaborazione della nuova soletta collaborante con i travetti esistenti di solaio.

Configurazione del modello strutturale

Campate (1-3)	1
Lunghezza campata #1	430.0 cm

Nuova soletta in c.a.

Spessore	4.0 cm	Classe di resistenza	Laterlite Leca Cls 1600
		Tipo di cls	Alleggerito
Tipo di armatura	B450	f_{ck}	31.5 N/mm^2
f_{tk}	450.0 N/mm^2	f_{ctk}	1.78 N/mm^2
		E_{cm}	20000.0 N/mm^2
		d_c	17.5 kN/m^3

Struttura esistente in c.a.

Interasse	25.0 cm	Classe di resistenza	C25/30
Tipo di armatura	FeB32 (liscio - D.M. 30/05/72)	f_{ck}	25.0 N/mm^2
f_{tk}	313.92 N/mm^2	f_{ctk}	1.8 N/mm^2
		E_{cm}	31475.8 N/mm^2
Tipo di struttura esistente	trave	d_c	25.0 kN/m^3
Larghezza	6.0 cm	Peso riempimento	0.0 kN/m^3
Altezza	12.0 cm		
Larghezza smusso	2.0 cm		

Configurazione di armature

Armatura costante per ogni campata

Posizione	**Campata #1**	**Interferro**
Nuova superiore	2.0 cm^2	2.0 cm
Esistente superiore	0.0 cm^2	2.0 cm
Esistente inferiore	4.0 cm^2	2.0 cm
Lunghezza zona	430.0 cm	

Tipologia connettori

Tipo di connettore	NANOCEM-E	Copriferro minimo	1.0 cm

Aderenza superficiale (EN1992-1-1)

B: Liscio (superficie libera)		Larghezza dell'area di aderenza	6.0 cm
Coefficiente di coesione	0.2	Coefficiente di attritto	0.6

Carichi

Permanenti portati G1	0.34 kN/m^2	
Permanenti portati G2	1.2 kN/m^2	
Variabile Q1	0.5 kN/m^2	Categoria H: Coperture (sola manutenzione)
Variabile Q2	1.2 kN/m^2	Categoria neve, H < 1000 m

Proprietà di progetto della soletta:

Coefficiente parziale per il calcestruzzo - γ_M	1.5
Coefficiente parziale per connettore - lato soletta - γ_V	1.25
Coefficiente parziale per armatura - $\gamma_{M,R}$	1.15

Proprietà di progetto della trave:

Coefficiente parziale per il calcestruzzo - γ_M	1.5
Coefficiente parziale per connettore - lato trave - γ_V	1.25
Coefficiente parziale per armatura - $\gamma_{M,R}$	1.15

Proprietà di progetto dei carichi:

Coefficiente parziale per carichi strutturali G1 - γ_{G1}	1.3
Coefficiente parziale per carichi non-strutturali G2 - γ_{G2}	1.3
Coefficiente parziale per carichi variabili Q1 - γ_{Q1}	1.5
Coefficiente per valore caratteristico del carico Q1 - $\psi_{0,Q1}$	0.0
Coefficiente per valore frequente del carico Q1 - $\psi_{1,Q1}$	0.0
Coefficiente per valore quasi-permanente del carico Q1 - $\psi_{2,Q1}$	0.0
Coefficiente parziale per carichi variabili Q2 - γ_{Q2}	1.5
Coefficiente per valore caratteristico del carico Q2 - $\psi_{0,Q2}$	0.5
Coefficiente per valore frequente del carico Q2 - $\psi_{1,Q2}$	0.2
Coefficiente per valore quasi-permanente del carico Q2 - $\psi_{2,Q2}$	0.0

Analisi dei carichi

Carichi distribuiti e lineari

Componenti **G_1**	(kN/m^2)	(kN/m)
Carico utente	0.34	
Carico soletta	0.7	
Carico trave	0.76	
Carico riempimento	0.0	
Carico **G_1**	**1.8**	**0.45**
Carico **G_2**	**1.2**	**0.3**
Carico **$Q_{1\|2}$**	**1.2**	**0.3**

Combinazioni di carico per SLU - Carichi lineari (kN/m)

ID \ Campata	**1**
C1	1.42

Risultati

Trave mista verificata con connettore **NANOCEM-E** ✔

Distribuzione spaziatura: **16 connettori** per trave **(14.9/m²)**

Spaziatura variabile (L/4-L/2-L/4) (cm)

Posizione	**sinistra**	**centro**	**destra**
Campata 1	20.2	43.0	20.2

Distanza primo connettore - appoggio (cm)

Posizione	**sinistra**	**destra**
Campata 1	6.3	6.3

Riepilogo verifiche SLU

Trave mista - Momento:	25%	✔
Trave mista - Taglio:	42%	✔
Connettore - Taglio:	94%	✔

Risultati verifiche SLU

Momento positivo (kNm):

Campata 1 @x = 215.0 cm — M^P_{Ed} / M^P_{Rd} = 3.3 / 13.24 = 0.25

Combinazione C1 | Sezione S1 | Rottura lato acciaio

Taglio (kN):

Campata 1 @x = 0.0 cm — V_{Ed} / V_{Rd} = 3.07 / 7.43 = 0.42

Combinazione C1 | Sezione S1 |M_{Ed} > 0

Taglio connessione (kN/cm):

Campata 1 @x = 0.0 cm — P_{Ed} / P_{Rd} = 0.25 / 0.26 = 0.94

Combinazione C1 | Sezione S1 | Cls non fessurato

M_{Ed} > 0 | V_{Ed} = 3.07 kN

Riepilogo dati SLU

Le seguenti tabelle mostrano le proprietà geometriche e strutturali dell'insieme delle diverse sezioni trasversali identificate nel modello. Ogni risultato presentato è associato a una sezione **S** e a una combinazione di carico **C** con:

- **A_1**: Armatura esistente inferiore
- **A_2**: Armatura esistente superiore
- **A_N**: Armatura nuova soletta
- **B_V**: Larghezza per il calcolo a taglio
- **B_B**: Larghezza travetto esistente
- **B_{BS}**: Larghezza soletta esistente
- **B_W**: Larghezza raccordo
- **B_N**: Larghezza nuova soletta

- **y_{NA}**: Asse neutro della sezione composta dall'intradosso
- **M_{Rd}**: Resistenza a momento
- **V_{Rd}**: Resistenza a taglio
- **EJ**: Rigidezza flessionale
- **S/J**: Scorrimento all'interfaccia di connessione per unità di taglio
- **Crit**: Lato critico di rottura

Caratteristiche geometriche di dati di Sezione

ID	A_1 (cm^2)	A_2 (cm^2)	A_N (cm^2)	B_V (cm)	B_B (cm)	B_{BS} (cm)	B_W (cm)	B_N (cm)
S1	4.0	0.0	2.0	6.0	6.0	0.0	0.0	25.0

Caratteristiche di sezione per momento positivo

ID	y^P_{NA} (cm)	M^P_{Rd} (kNm)	V^P_{Rd} (kN)	EJ^P (kNm^2)	S/J^P (1/cm)	$Crit^P$
S1	9.53	13.24	7.43	766.54	0.08020000000000001	acciaio

Caratteristiche di sezione per momento negativo

ID	y^N_{NA} (cm)	M^N_{Rd} (kNm)	V^N_{Rd} (kN)	EJ^N (kNm^2)	S/J^N (1/cm)	$Crit^N$
S1	5.1	8.59	7.43	452.25	0.08270000000000001	calcestruzzo

Risultati per intervallo per momenti positivi e negativi

Campata: Intervallo	M^P_{Ed} (kNm)	M^P_{Rd} (kNm)	M^P_{Ed}/M^P_{Rd}	S^P	C^P
1: (0.0, 43.0)	1.07	13.24	0.08	S1	C1
1: (43.0, 86.0)	1.99	13.24	0.15	S1	C1
1: (86.0, 129.0)	2.66	13.24	0.2	S1	C1
1: (129.0, 172.0)	3.05	13.24	0.23	S1	C1
1: (172.0, 215.0)	3.18	13.24	0.24	S1	C1
1: (215.0, 258.0)	3.3	13.24	0.24	S1	C1
1: (258.0, 301.0)	3.17	13.24	0.23	S1	C1
1: (301.0, 344.0)	2.77	13.24	0.2	S1	C1
1: (344.0, 387.0)	2.11	13.24	0.15	S1	C1
1: (387.0, 430.0)	1.19	13.24	0.08	S1	C1

Risultati per intervallo per taglio del connettore e della trave

La resistenza a scorrimento attribuita all'aderenza superficiale è uguale a 0.07 kN/cm

Campata: Intervallo	P_{Ed} (kN/cm)	P_{Rd} (kN/cm)	P_{Ed}/P_{Rd}	S	C	V_{Ed} (kN)	V_{Rd} (kN)	V_{Ed}/V_{Rd}	S	C
1: (0.0, 43.0)	0.25	0.27	0.94	S1	C1	3.07	7.43	0.42	S1	C1
1: (43.0, 86.0)	0.2	0.27	0.75	S1	C1	2.46	7.43	0.33	S1	C1
1: (86.0, 129.0)	0.13	0.17	0.76	S1	C1	1.84	7.43	0.25	S1	C1
1: (129.0, 172.0)	0.1	0.17	0.61	S1	C1	1.23	7.43	0.17	S1	C1
1: (172.0, 215.0)	0.05	0.17	0.31	S1	C1	0.62	7.43	0.09	S1	C1
1: (215.0, 258.0)	0.05	0.17	0.31	S1	C1	0.61	7.43	0.09	S1	C1
1: (258.0, 301.0)	0.1	0.17	0.61	S1	C1	1.2	7.43	0.17	S1	C1
1: (301.0, 344.0)	0.13	0.17	0.76	S1	C1	1.79	7.43	0.25	S1	C1
1: (344.0, 387.0)	0.2	0.27	0.75	S1	C1	2.39	7.43	0.33	S1	C1

1: (387.0, 430.0)	0.25	0.27	0.94	S1	C1	3.06	7.43	0.42	S1	C1

Resistenza a taglio per NANOCEM-E

Cls fessurato: P_{Rd} = 2.72 kN

Cls non fessurato: P_{Rd} = 3.84 kN

Analisi lato esistente per cls fessurato:

- Rottura per pry-out: $P_{Rd,cp}$ = 5.2 kN
- Rottura del bordo: $P_{Rd,c}$ = 2.72 kN

Analisi lato esistente per cls non fessurato:

- Rottura per pry-out: $P_{Rd,cp}$ = 7.43 kN
- Rottura del bordo: $P_{Rd,c}$ = 3.84 kN
- Rottura lato acciaio: $P_{Rd,s}$ = 6.0 kN

Analisi lato nuova soletta:

- Rottura lato acciaio: $P_{Rd,s}$ = 9.05 kN
- Rottura lato cls: $P_{Rd,c}$ = 6.63 kN

5 DIMENSIONAMENTO RINFORZO TRAVI PRINCIPALI

5.1 Caratteristiche geometriche

Di seguito si riportano alcuni schemi delle travi tipiche di copertura della zona platea:

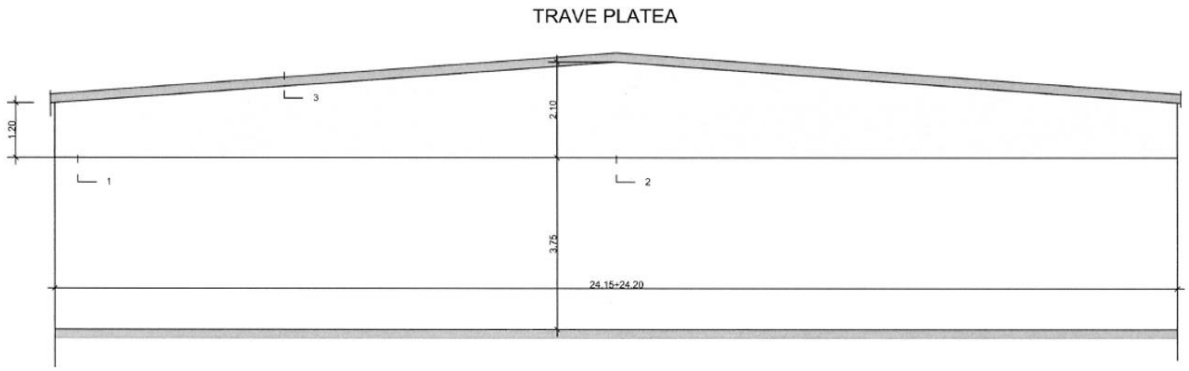


Figura 5: Vista trave tipica di copertura zona platea

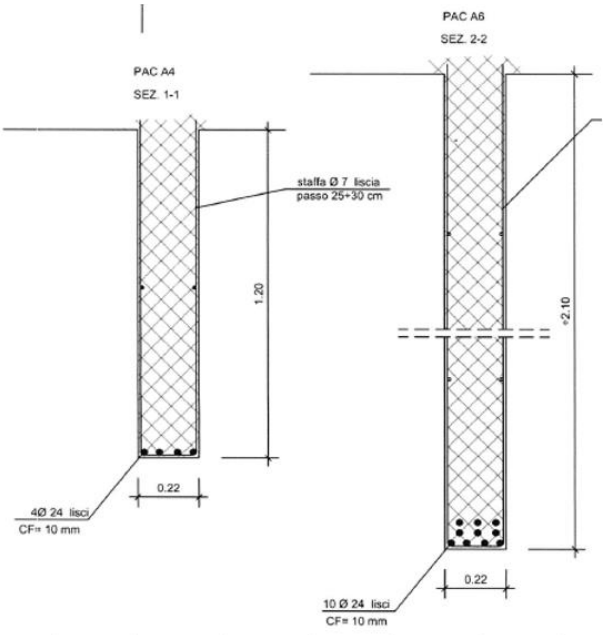


Figura 6: Trave tipica di copertura – sezioni trasversali

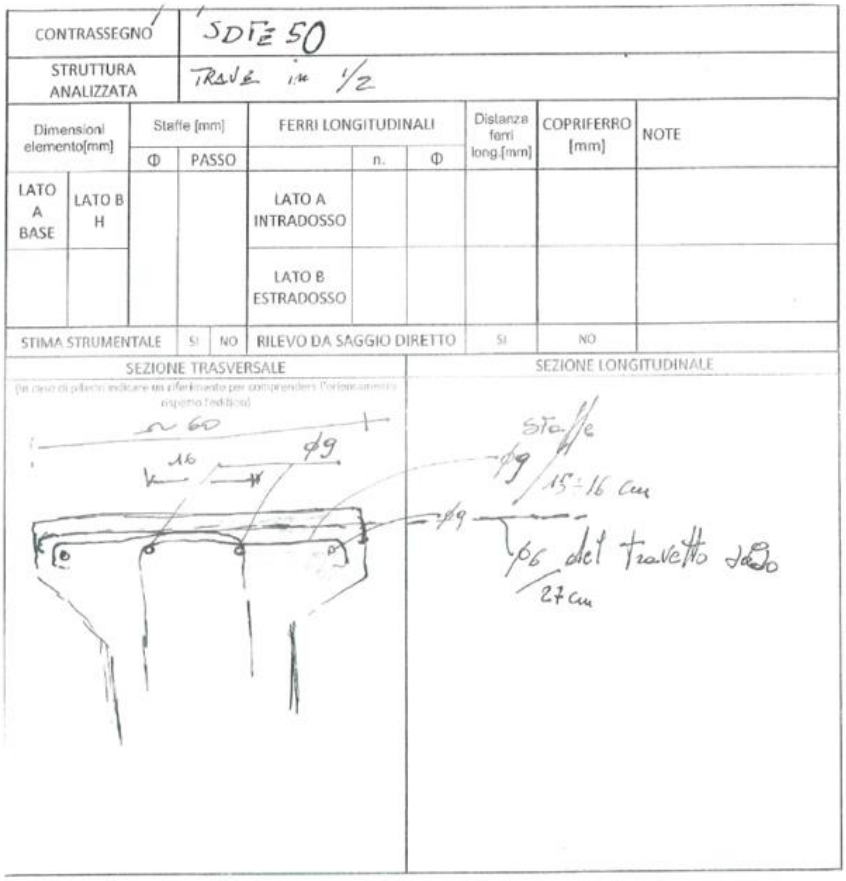


Figura 7: Trave tipica di copertura – rilievo armatura superiore e cassero in mezzaria

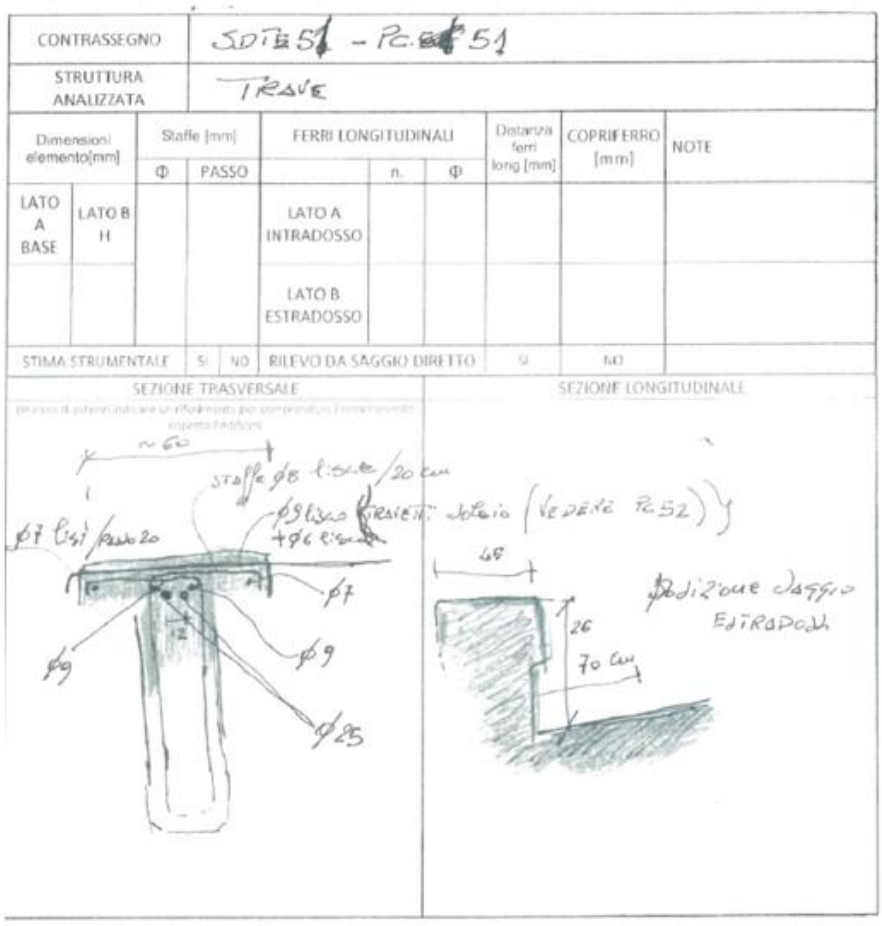


Figura 8: Trave tipica di copertura – rilievo armatura superiore e cassero in appoggio

5.2 Carichi agenti

Di seguito si riportano alcuni schemi delle travi tipiche di copertura della zona platea:

Stato di Progetto - Carichi				
Carichi permanenti G				
Peso proprio trave considerato nel modello di calcolo				
G_{1k} Peso proprio solaio estradosso	1.80	KN/m²	9.00	KN/m
G_{1k} Peso proprio solaio intradosso	0.52	KN/m²	2.60	KN/m
$G_{2k,}$ Permanenti portati estradosso	1.20	KN/m²	6.00	KN/m
$G_{2k,}$ Permanenti portati intradosso	1.03	KN/m²	5.15	KN/m
Qk1, neve estradosso	1.20	KN/m²	6.00	KN/m
Qk2, sola manutenzione intradosso	0.50	KN/m²	2.50	KN/m
Combinazione SLU 1				
G1k x 1,3 + G2k x 1,5 + Qk1 x 1,5	8.16	KN/m²		
Interasse travi	5.00	m		

	Q, SLU	40.81	KN/m
Combinazione SLE rara			
G1k + G2k + Qk1		5.75	KN/m^2
Interasse travi		5.00	m
	Q, SLE RARA	28.75	KN/m

5.3 Ricerca delle sollecitazioni

È stato effettuato un calcolo mediante modellazione FEM implementando la reale geometria della trave attraverso elementi tipo "beam", di seguito si riportano i risultati pertinenti per la verifica della trave in condizioni di progetto:

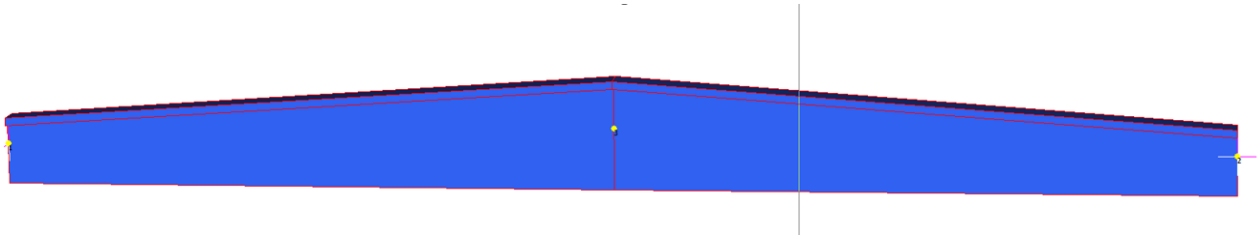


Figura 9: Vista frontale modello trave in visualizzazione "solid"

Figura 10: applicazione del carico peso propro solaio estradosso

Figura 11: applicazione del carico peso propro solaio intradosso

Figura 12: permanenti portati solaio estradosso

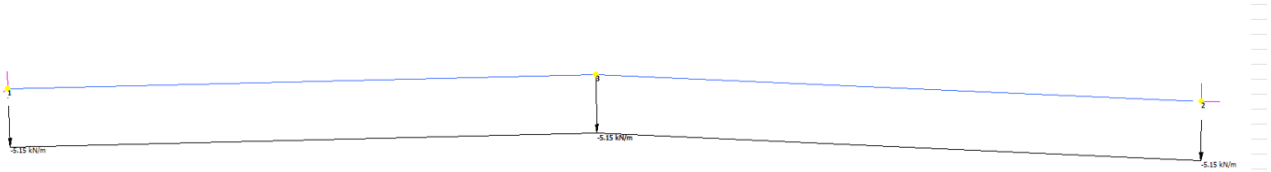


Figura 13: permanenti portati solaio intradosso

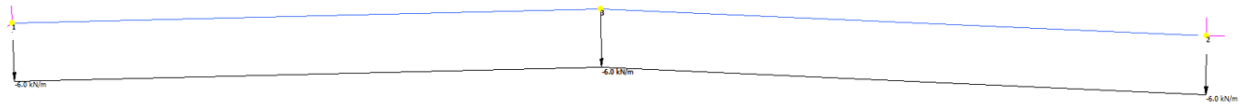


Figura 14: azione della neve solaio estradosso

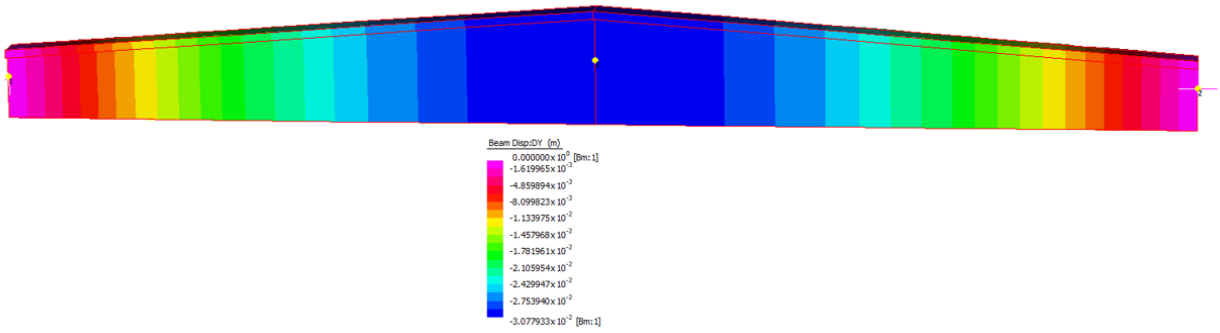


Figura 15: deformazione verticale SLE rara

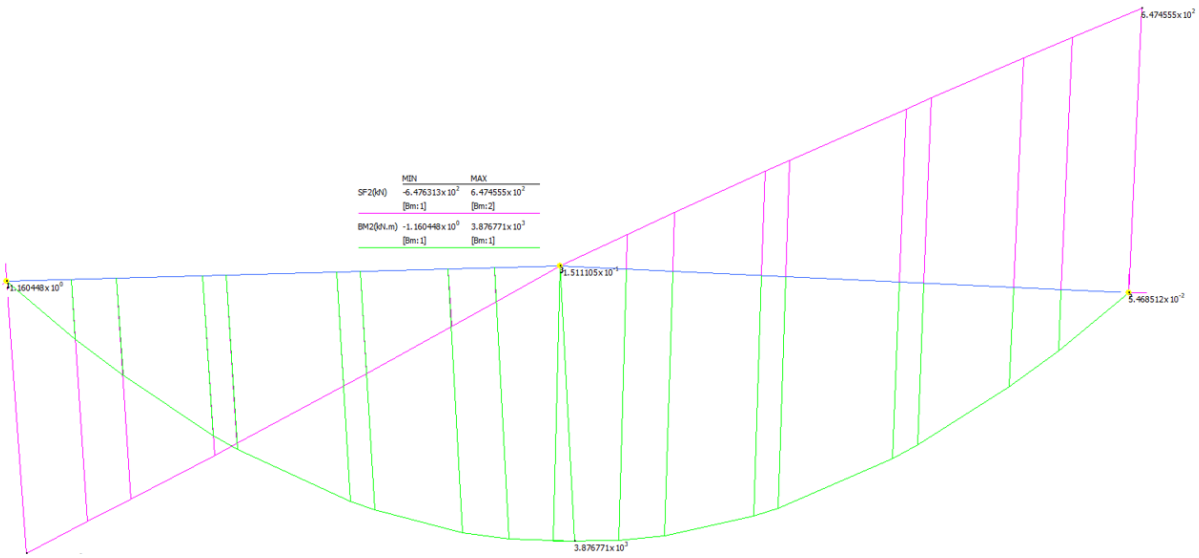


Figura 16: diagramma momento flettente e taglio SLU

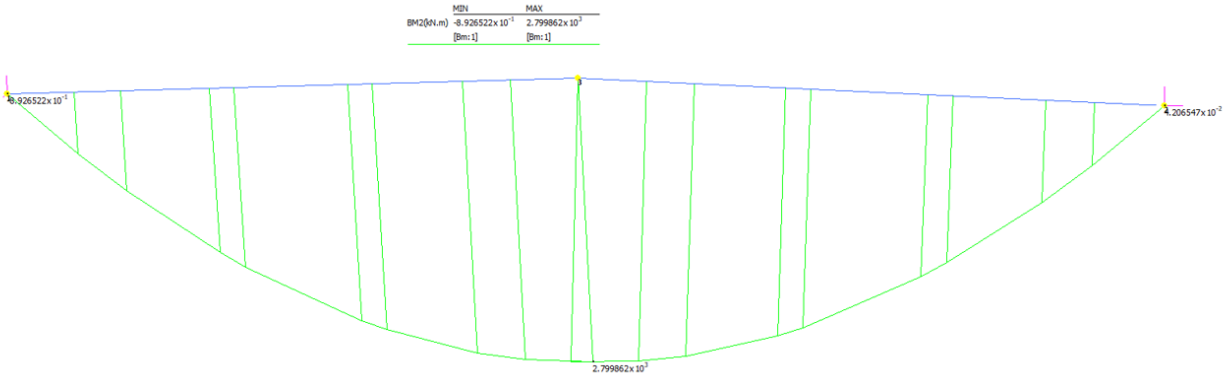


Figura 17: diagramma momento flettente SLE rara

Si riporta il riepilogo delle sollecitazioni nella fase di progetto impiegate per la verifica della trave:

M_{slu} = 3876 KNm

T_{slu} = 647 KN

$M_{sle\ rara}$ = 2799 KNm

5.4 Verifiche trave allo stato di fatto

Si verificano le sezioni più impegnate della trave nelle condizioni dello stato di fatto.

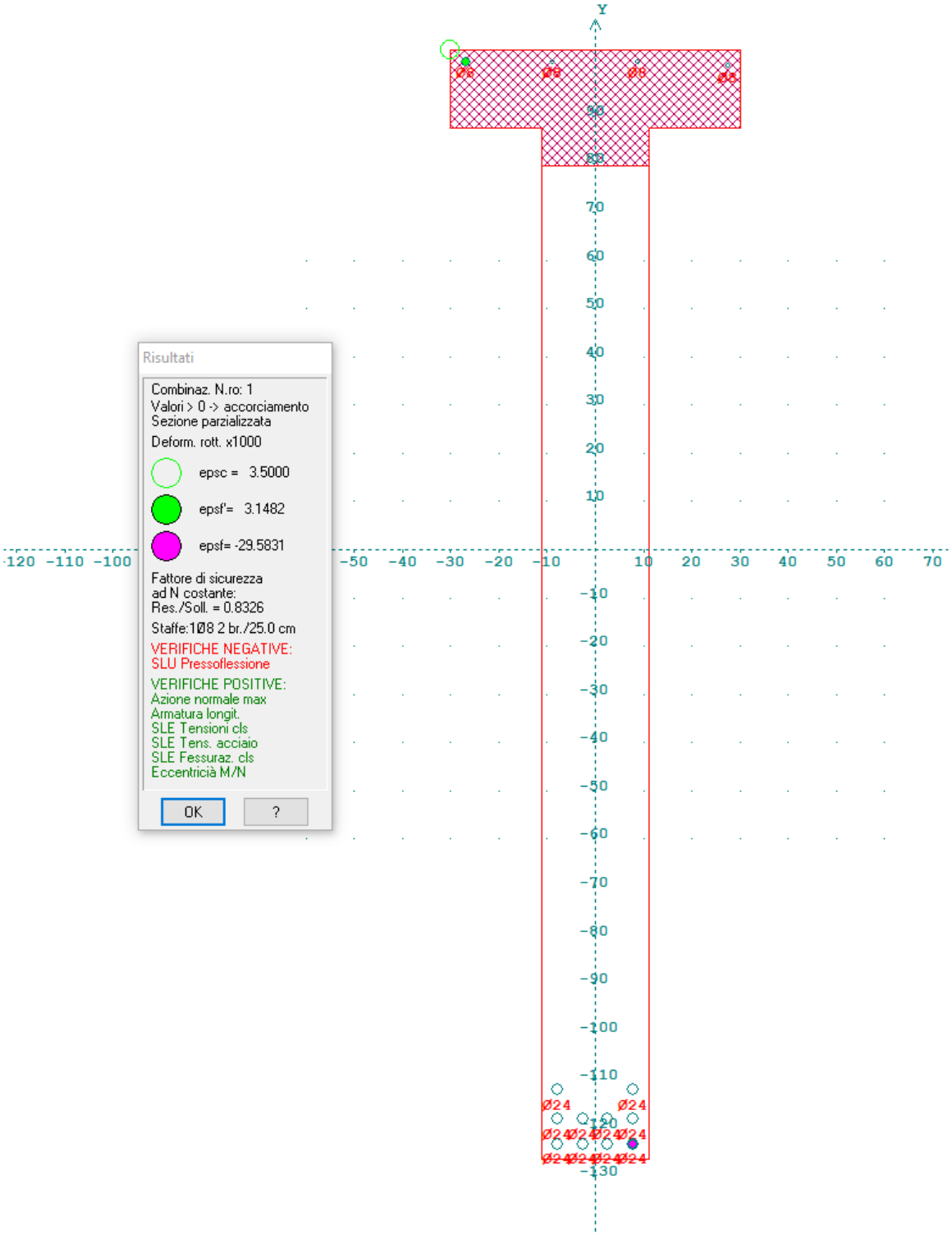


Figura 18: verifica sezione di mezzaria stato di fatto in combinazione SLU

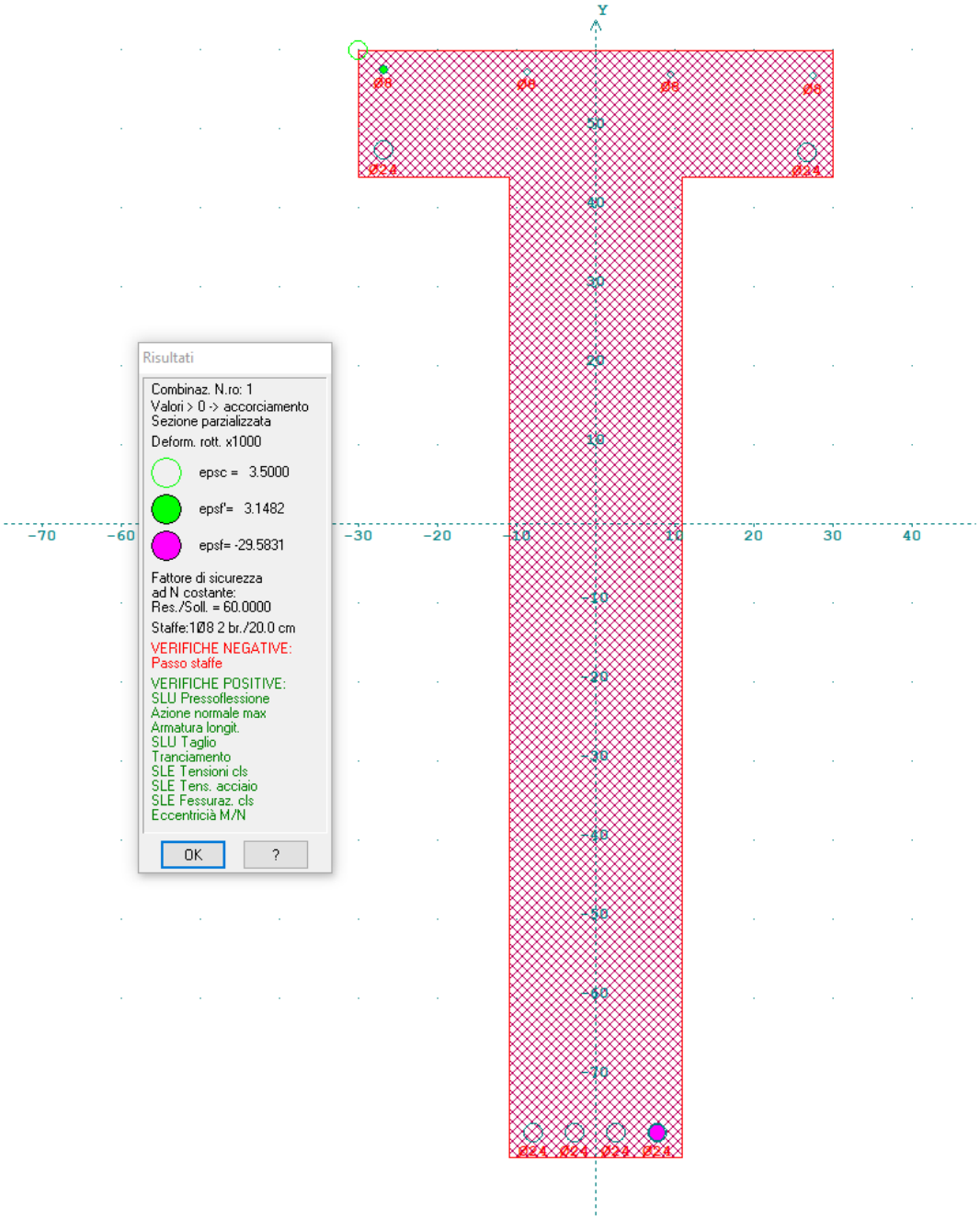


Figura 19: verifica sezione di appoggio stato di fatto in combinazione SLU

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; (fcd=14.1100, fctd=1.19, fck=24.90 in MPa)

Armatura da verificare: Staffe a 90° 1f8 a 2 br. ogni 20.00 cm => Asw/s=5.03 cm²/m

VEd=647000.00 N; d=137.60 cm; bw=22.00 cm, ac=1.0000, cot(q)=2.5000

VRcd= 0.9•bw•d•ac•fcd•0.5•(cot(90°)+cot(q)/(1+ cot(q)²)) = 662800.22 N

VRsd= 0.9•d•(Asw/s)•fyd_st•(cot(90°) + cot(q))•sin(90°) = 608948.63 N

VEd > min(VRsd, VRcd); 647000.00 > min(662800.22, 608948.63) => *** VERIFICA NEGATIVA ***

Le verifiche della trave principali in condizioni di stato di fatto e sottoposte ai carichi progetto non risultano soddisfatte, per questo viene previsto un rinforzo delle travi sia nei riguardi delle azioni taglianti che delle azioni flessionali.

Si riporta il dettaglio delle verifiche di resistenza della sezione di mezzaria sottoposta a momento flettente e della sezione di appoggio sottoposta prevalentemente a taglio.

Sezione di Mezzaria:

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;

Elemento costr.: trave in elevazione; Posiz. sezione: fuori dalla zona critica; Carico conc.: No

Cond. Ambientali: ordinarie; Sensibilità armature: poco sensibili.

MATERIALI:

Calcestruzzo: C25/30; Rck=30.00; Ec= 31447.16; MPa; gc: 1.50

fck=24.90; fcd=14.11; fctk=1.79; fctd=1.19; fctm=2.56; fcfm=3.07; (in MPa)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=14.11 MPa; ecu2=0.0035; ec2=0.0020

Acciaio barre: FeB22k; gs : 1.15

fyk=363.00; fyd=315.00; fbd=2.69; Es=206000.00; (in MPa);

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: su=0.0675; k=1.15

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=450.00, fyds=391.30 (in MPa)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: A T

Largh. anima: Ba=22.00 cm; Altezza tot.: H=230.00 cm

Spessore soletta: Hs=16.00 cm; Base superiore: Bs=60.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 47.25 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 5668.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = 0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 28533431.53 cm^4; Jy = 477889.33 cm^4; Jxy = 0.00 cm^4;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 28533431.53 cm^4; Jeta = 477889.33 cm^4;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: q = -0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (KN, KNm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0.00	3876.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Combinazioni rare:			
comb	N	Mx	My
1	0.00	2799.00	0.00

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=-8.424885; b=1999.982255; c=-159273.898386

Angolo asse neutro-asse x : a= 0.24136 gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : ec = 3.50000 / 1000

Deformazione massima acciaio : ef = -29.58313 / 1000

Deformazione minima acciaio : ef'= 3.14819 / 1000

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NS=0.00; MxiS=3876000.00; MyiS=-0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NR= -7.08; MxiR= 3227017.41; MyiR= -2.03

Mxi0=-0.00, Myi0=0.00 - Punto base nel grafico Mxi-Myi sul piano NS=cost.

MR=((MxiR-Mxi0)²+(MyiR-Myi0)²)½=3227017.41; MS=((MxiS-Mxi0)²+(MyiS-Myi0)²)½=3876000.00

Fattore di sicurezza ad N costante: MR/MS = 0.8326 < 1

*** VERIFICA NEGATIVA ***

VALORI DI d (x/d= 0.1058)

d = 0.44 + 1.25•(0.6 + 0.0014/ecu)•x/d = 0.5722

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONGITUDINALE (AfTot=47.25 cm²; AreaCls=5668.00 cm²)

Armatura tesa (comb. 1): Aft=45.24 cm² > 0.26•fctm•bt•d/fyk=9.16 cm²

Aft=45.24 cm² > 0.0013•bt•d=6.49 cm²

con: bt=22.00 cm; d=226.96 cm

Aftesa max (comb. 1)=45.24 cm² e Afcompr max (comb. 1)=2.01 cm² < 0.04•AreaCls=226.72 cm²

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=5668.00 cm², fyk=363.00 MPa

Armatura compressa: Af=2.01 cm²; rcomp=0.000355

Armatura tesa : Af=45.24 cm²; r=0.007981

Verifiche positive: 1.4/fyk < r < rcomp + 3.5/fyk; rcomp>0.25•r;

Sono presenti almeno due barre Ø >= 14mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

PROGETTO PASSO STAFFE. a 90° (N.ro bracci: Nb=2, Area sing.: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area minima per le travi: Ast=0.15•bw = 0.15•22.00 = 3.30 cm²/m

s= Nb•A1s/Ast= 30.46 cm

s= 0.8•h utile= 0.8• 226.96 = 181.57 cm

s= 33 cm

Armatura staffe adottata: As=3.30 cm²/m -> 1Ø8 a 2 bracci ogni 30.46 cm

********** ALCUNE VERIFICHE SONO NEGATIVE **********

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	ec x1000
1	-11.00	-126.48	-30.04

2	-11.00	87.52	1.16
3	-30.00	87.52	1.17
4	-30.00	103.52	3.50
5	30.00	103.52	3.46
6	30.00	87.52	1.13
7	11.00	87.52	1.14
8	11.00	-126.48	-30.05

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	ef x1000
1	-26.80	101.12	8.00	3.15
2	27.60	100.32	8.00	3.00
3	7.80	-123.28	24.00	-29.58
4	-7.80	-123.28	24.00	-29.57
5	-2.60	-123.28	24.00	-29.58
6	2.60	-123.28	24.00	-29.58
7	-7.80	-118.00	24.00	-28.80
8	7.80	-118.00	24.00	-28.81
9	-2.60	-118.00	24.00	-28.81
10	2.60	-118.00	24.00	-28.81
11	-7.80	-112.00	24.00	-27.93
12	7.80	-112.00	24.00	-27.94
13	-8.93	101.12	8.00	3.14
14	8.93	101.12	8.00	3.13

INTERSEZIONI TRA ASSE NEUTRO E PROFILO DELLA SEZIONE:		
Ni	X (cm)	Y (cm)
1	-11.00	79.59
2	11.00	79.68

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

NSi, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia

NRi, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU

Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = NS>Nrd o il fattore NRd/NS risulta piu' sfavorevole (NRd= 7886.40 KN); T = NS<Nrt o il fattore NRt/NS risulta piu' sfavorevole (NRt= -1689.29 KN); E = l'eccentricità della sollecitazione è inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge

cb	NSi	MSxi	MSyi	NRi	MRxi	MRyi	Aft	Afc	sic.	TV	V
n.ro	(KN)	(KNm)	(KNm)	(KN)	(KNm)	(KNm)	(cm²)	(cm²)			
1	0.00	3876.00	-0.00	-0.01	3227.02	-0.00	45.24	2.01	0.8326	N	*

*** Non tutte le combinazioni sono verificate a sforzo normale e flessione SLU

Sezione di Appoggio:

OPZIONI:

Metodo di calcolo: Stati Limite; Normativa Tecnica: Norme Tecniche per le Costruzioni 2018;

Elemento costr.: trave in elevazione; Posiz. sezione: fuori dalla zona critica; Carico conc.: No

Cond. Ambientali: ordinarie; Sensibilità armature: sensibili.

MATERIALI:

Calcestruzzo: C25/30; Rck=30.00; Ec= 31447.16; MPa; gc: 1.50

fck=24.90; fcd=14.11; fctk=1.79; fctd=1.19; fctm=2.56; fcfm=3.07; (in MPa)

Grafico tensioni/deformazioni cls: f2=14.11 MPa; ecu2=0.0035; ec2=0.0020

Acciaio barre: FeB22k; gs : 1.15

fyk=363.00; fyd=315.00; fbd=2.69; Es=206000.00; (in MPa);

Grafico tensioni/deformazioni acciaio: su=0.0675; k=1.15

Nelle verifiche delle tensioni SLE trascura sempre la resistenza a trazione del cls: Si

Acciaio staffe: fyks=450.00, fyds=391.30 (in MPa)

Percent. torsione limite (TorSoll/TorRes)•100=20.00 %

FORMA DELLA SEZIONE: A T

Largh. anima: Ba=22.00 cm; Altezza tot.: H=140.00 cm

Spessore soletta: Hs=16.00 cm; Base superiore: Bs=60.00 cm

Rotazione: rot = 0.00 gradi

Area totale acciaio : Ast = 29.15 cm²

Copriferro di progetto : c = 2.80 cm

Diametro staffe : ds = 8 mm

GEOMETRIA DELLE MASSE SEZIONE IN CALCESTRUZZO:

Area: Acls = 3688.00 cm²; Baricentro: XgCls = 0.00 cm; YgCls = -0.00 cm

Momenti d'inerzia: Jx = 6995488.79 cm^4; Jy = 398029.33 cm^4; Jxy = -0.00 cm^4;

Momenti principali d'inerzia: Jcsi = 6995488.79 cm^4; Jeta = 398029.33 cm^4;

Angolo tra l'asse principale d'inerzia csi e l'asse x: q = 0.00 rad;

COMBINAZIONI DI CARICO:

Azione normale (positiva se di compressione).

Azioni rispetto x e y baricent. paralleli agli assi x e y (KN, KNm).

Combinazioni stati limite ultimi:						
comb	N	Mx	Vx	My	Vy	Mt
1	0.00	0.00	0.00	0.00	647.00	0.00

VERIFICA PRESSO-TENSOFLESSIONE (comb. di carico N.ro 1):

Equaz. asse neutro ax+by+c=0 : a=0.000000; b=0.000000; c=0.000000

Angolo asse neutro-asse x : a= +NAN gradi sessadec. in senso antiorario

Deformazioni a rottura (valore positivo se di accorciamento)

Sezione parzializzata

Deformazione massima cls : ec = 3.50000 / 1000

Deformazione massima acciaio : ef = -29.58313 / 1000

Deformazione minima acciaio : ef'= 3.14819 / 1000

Azioni sollecitanti rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NS=-0.00; MxiS=-0.00; MyiS=0.00; TxiS=0.00; TyiS=0.00

Ecc. aggiuntiva minima considerata: nessuna

Azioni resistenti a rottura rispetto agli assi principali d'inerzia (N, N•m):

NR= -0.00; MxiR= -0.00; MyiR= 0.00

Fattore di sicurezza ad eccenticità M/N costante: NR/NS = 60.0000 > 1

VERIFICA POSITIVA

VALORI DI d (x/d= 1.0000)

d = 0.44 + 1.25•(0.6 + 0.0014/ecu)•x/d = 1.6900

VERIFICA QUANTITA' ARMATURA LONG. NEI BORDI SUPERIORE ED INFERIORE

Area cls=3688.00 cm², fyk=363.00 MPa

Armatura compressa: Af=1000000.00 cm²; rcomp=271.149675

Armatura tesa : Af=14.58 cm²; r=0.003953

Verifiche positive: 1.4/fyk < r < rcomp + 3.5/fyk; rcomp>0.25•r;

Sono presenti almeno due barre Ø >= 14mm nei bordi superiore ed inferiore.

VERIFICHE POSITIVE

VERIFICA TRANCIAMENTO BARRE

Comb. N.: 1; Vsu=647000.00 N; tmaxTr=Vsu/Af=221.9251 < fyd=315.0000 MPa

VERIFICA POSITIVA

VERIFICHE TAGLIO comb. n.ro: 1; (fcd=14.1100, fctd=1.19, fck=24.90 in MPa)

Armatura da verificare: Staffe a 90° 1f8 a 2 br. ogni 20.00 cm => Asw/s=5.03 cm²/m

VEd=647000.00 N; d=137.60 cm; bw=22.00 cm, ac=1.0000, cot(q)=2.5000

VRcd= 0.9•bw•d•ac•fcd•0.5•(cot(90°)+cot(q)/(1+ cot(q)²)) = 662800.22 N

VRsd= 0.9•d•(Asw/s)•fyd_st•(cot(90°) + cot(q))•sin(90°) = 608948.63 N

VEd > min(VRsd, VRcd); 647000.00 > min(662800.22, 608948.63) =>

*** VERIFICA NEGATIVA ***

VERIFICHE PASSO STAFFE. a 90° (N.ro bracci: Nb=2, Area sing.: A1s=0.5027 cm²)

N.B. I bracci considerati sono quelli delle staffe e le legature dell'anima aventi l'angolo,

con l'asse ort. all'asse neutro, inferiore a 45 gradi

Area staffe necessari al taglio (Comb. n.ro 1) (fydSt=391.30 MPa)

VEd=647000.00 N; d=137.60 cm; bw=22.00 cm, cot(q)=2.5000

da VEd=0.9•d•(Asw/s)•fydSt•cot(q) si ottiene: Asw/s=5.34 cm²/m

s= 100•Nb•A1s/Asw= 18.82 cm

Area minima per le travi: Ast=0.15•bw = 0.15•22.00 = 3.30 cm²/m

s= Nb•A1s/Ast= 30.46 cm

s= 0.8•h utile= 0.8• 137.60 = 110.08 cm

s= 33 cm

Passo inserito 20.00 > s min=18.82 *** VERIFICA NEGATIVA ***

VERTICI SEZIONE:			
Nv	X (cm)	Y (cm)	ec x1000
1	-11.00	-80.22	-30.04
2	-11.00	43.78	1.16
3	-30.00	43.78	1.17
4	-30.00	59.78	3.50
5	30.00	59.78	3.46
6	30.00	43.78	1.13
7	11.00	43.78	1.14
8	11.00	-80.22	-30.05

BARRE LONGITUDINALI:				
Nf	X (cm)	Y (cm)	diametro(mm)	ef x1000
1	-26.80	57.38	8.00	3.15
2	27.60	56.58	8.00	3.00
3	7.80	-77.02	24.00	-29.58
4	-7.80	-77.02	24.00	-29.57
5	-2.60	-77.02	24.00	-29.58
6	2.60	-77.02	24.00	-29.58
7	-8.67	57.11	8.00	-28.80
8	9.47	56.85	8.00	-28.81
9	26.80	46.98	24.00	-28.81
10	-26.80	47.23	24.00	-28.81

Fattore di sicurezza SLU per sforzo normale e flessione per tutte le combinazioni

NSi, MSxi, MSyi: azioni sollecitanti rispetto agli assi principali di inerzia

NRi, MRxi, MRyi: azioni resistenti " " " "

sic.: fattore Resistenza/Sicurezza a pressoflessione (o per la compressione assiale) SLU

Aft, Afc: armatura in zona tesa e compressa a pressoflessione

TV: tipo verifica N = pressofles. ad N costante; M = pressofles. ad M/N costante; C = NS>Nrd o il fattore NRd/NS risulta piu' sfavorevole (NRd= 5081.36 KN); T = NS<Nrt o il fattore NRt/NS risulta piu' sfavorevole (NRt= -1042.33 KN); E = l'eccentricità della sollecitazione è inferiore al minimo imposto dalla normativa; ? = Sezione non verificabile; 0 = Azioni nulle

V : verifiche - con un asterisco viene indicata la sezione non verificata, con un N se la combinazione non converge

5.5 Verifiche trave allo stato di progetto

Si riportano le verifiche di resistenza delle travi rinforzate con placcaggi di tessuti in fibra di acciaio galvanizzatata tipo UHTSS in una matrice di malta minerale strutturale tixotropica certificata EN1504, inoltre ai fini del miglioramento della prestazione nei riguardi del momento flettente oltre al palccaggio al lembo inferiore si prevede la realizzazione di uno spessore integrativo armato all'estradosso al fine di aumentare la portanza della parte compressa della sezione trasversale, la soletta integrativa risulta peraltro in continuità con la soletta predisposta sul solaio in latero cemento ed è collegata all' estradosso della trave esistente mediante connettori avvitati nel conglomerato.

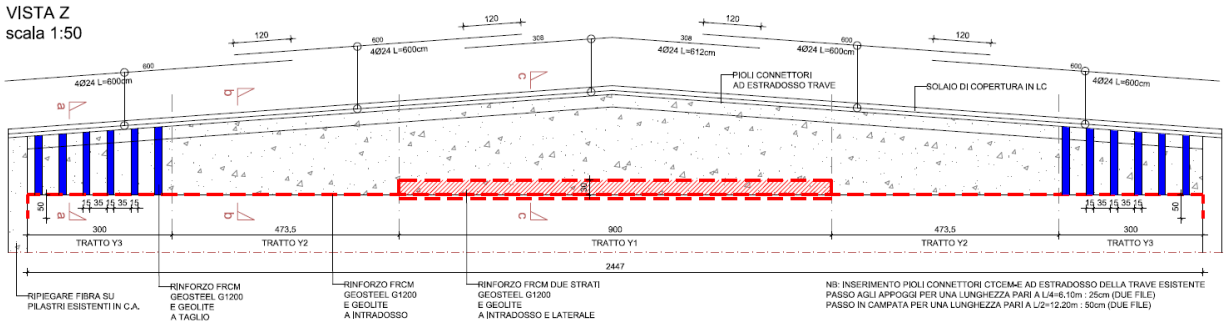


Figura 20: trave tipica di copertura - disposizione dei rinforzi

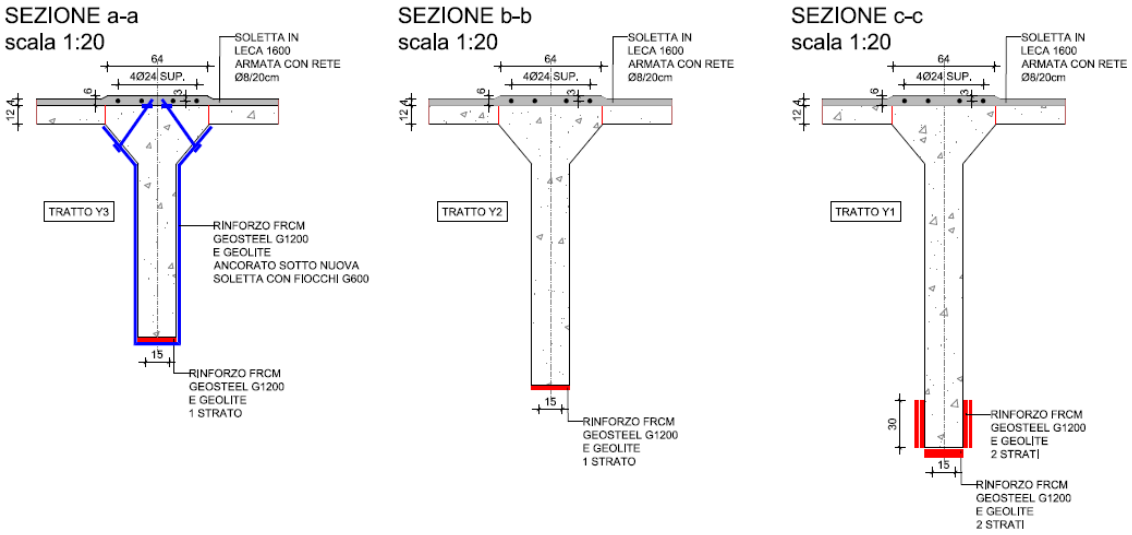


Figura 21: Sezioni trasversali - disposizione dei rinforzi

Sezione di Mezzaria

DATI DEI MATERIALI

Calcestruzzo: TRV COP CLS ESISTENTE

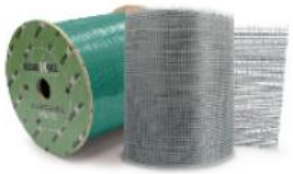
E:	28208.1	N/mm²
ε_{c0}:	-0.002	-
ε_{cu}:	-0.0035	-
f_{cm}:	-22.9	N/mm²
f_{ctm}:	1.85421	N/mm²

Acciaio/Acciaio Armature Aggiuntive: TRV COP ACCIAIO ESISTENTE

E:	200000	N/mm²
ε_{sy}:	0.00157826	-
ε_{su}:	0.067	-
$f_{y,m}$:	363	N/mm²

GEOSTEEL per flessione: GeoSteel G1200

E:	210000	N/mm²
ε_{fk}:	0.0133333	-
f_{fk}:	2800	N/mm²
t_f:	0.169	mm
Tipo:	GeoSteel GeoLite Gel	-
Esposizione:	Interna	-
η_a:	0.75	-



MATRICE: GeoSteel GeoLite Gel

Resistenza a trazione	>14	N/mm²
Resistenza a taglio	>20	N/mm²
Modulo elastico a compressione	>5300	N/mm²
Modulo elastico a flessione	>2500	N/mm²
Resistenza alla trazione adesiva su cls (o muratura) con tessuti GeoSteel	>4	N/mm²
Resistenza al fuoco	Euroclasse C - s2, d0	-

DATI SEZIONE

Stato di fatto

Quantità del materiale di supporto [mm²]	505914
Quantità di acciaio [mm²]	6333.45

Caratteristiche del rinforzo a flessione

1	n_{strati}	-	b_f[mm]	-	n_{fasce}	-
2	n_{strati}	1	b_f[mm]	150	n_{fasce}	1
3	n_{strati}	2	b_f[mm]	300	n_{fasce}	1
4	n_{strati}	2	b_f[mm]	300	n_{fasce}	1

Tipologia di avvolgimento	-
Tipologia di applicazione	-

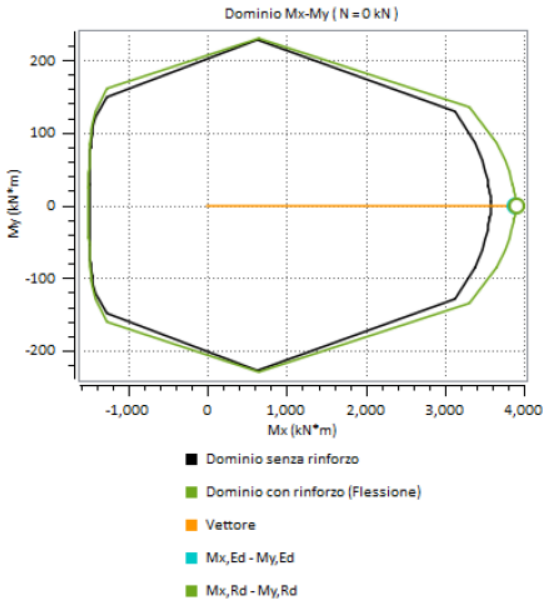
$n_{str.}$	b_f[mm]	p_f[mm]	β[gradi]
-	-	-	-

SOLLECITAZIONI

	N[kN]	Mx[kN*m]	My[kN*m]	Vx[kN]	Vy[kN]	T[kN*m]
Iniziale	10	0	0	-	-	-
SLU	0	3876	0	0	0	0

Valutazione del momento resistente e analisi momento curvatura

$M_{x,Rd}$:	3903.28 (kN*m)
$M_{y,1Rd}$:	0 (kN*m)
β	0 (deg.)
x_c:	544.592 (mm)
ε_c:	-0.00152241 (-)
ε_s:	0.00485136 (-)
ε_f:	0.00490184 (-)
σ_c:	-18.3551 (N/mm²)
σ_s:	363 (N/mm²)
σ_f:	1029.39 (N/mm²)



$\|M_{Ed}\| / \|M_{Rd}\|$:	0.99301	Rapporto tra il modulo agente e il modulo resistente:
Esito verifica:	VERIFICATO	$[\|M_{Ed}\|/\|M_{Rd}\| \leq 1.0]$

Sezione di Appoggio

DATI DEI MATERIALI

Calcestruzzo: TRV COP CLS ESISTENTE

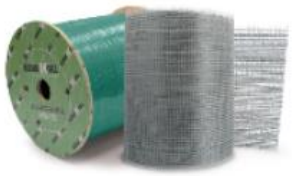
E:	28208.1	N/mm²
ε_{c0}:	-0.002	-
ε_{cu}:	-0.0035	-
f_{cm}:	-22.9	N/mm²
f_{ctm}:	1.85421	N/mm²

Acciaio/Acciaio Armature Aggiuntive: TRV COP ACCIAIO ESISTENTE

E:	200000	N/mm²
ε_{sy}:	0.00157826	-
ε_{su}:	0.067	-
$f_{y,m}$:	363	N/mm²

GEOSTEEL per flessione: GeoSteel G1200

E:	210000	N/mm²
ε_{fk}:	0.0133333	-
f_{fk}:	2800	N/mm²
t_f:	0.169	mm
Tipo:	GeoSteel GeoLite Gel	-
Esposizione:	Interna	-
η_a:	0.75	-



MATRICE: GeoSteel GeoLite Gel

Resistenza a trazione	>14	N/mm²
Resistenza a taglio	>20	N/mm²
Modulo elastico a compressione	>5300	N/mm²
Modulo elastico a flessione	>2500	N/mm²
Resistenza alla trazione adesiva su cls (o muratura) con tessuti GeoSteel	>4	N/mm²
Resistenza al fuoco	Euroclasse C - s2, d0	-

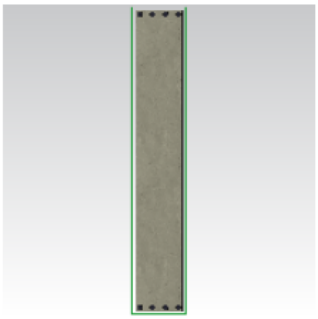
DATI SEZIONE

Stato di fatto

Quantità del materiale di supporto [mm²]	307914
Quantità di acciaio [mm²]	3619.11

Caratteristiche del rinforzo a flessione

1	n_{strati}	-	b_f[mm]	-	n_{fasce}	-
2	n_{strati}	-	b_f[mm]	-	n_{fasce}	-
3	n_{strati}	-	b_f[mm]	-	n_{fasce}	-
4	n_{strati}	-	b_f[mm]	-	n_{fasce}	-



Caratteristiche del rinforzo a taglio

Tipologia di avvolgimento	Rinforzo ad U
Tipologia di applicazione	Rinforzo discontinuo

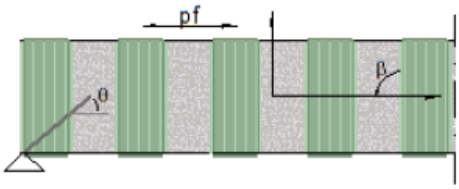
$n_{str.}$	b_f[mm]	p_f[mm]	β[gradi]
1	150	500	90

SOLLECITAZIONI

	N[kN]	Mx[kN*m]	My[kN*m]	Vx[kN]	Vy[kN]	T[kN*m]
Iniziale	0	0	0	-	-	-
SLU	0	0	0	0	-647	0

Valutazione del taglio resistente

Valutazione della resistenza a taglio per sezioni rinforzate



Contributo resistente offerto dal cls e dall'acciaio

cotθ	$V_{Rc,d}$	$V_{Rs,d}$
2.17066	673.752 (kN)	534.69 (kN)

Contributo resistente offerto dal rinforzo

φ_R	f_{fed}	$V_{Rs,f}$
0 (rad)	610.434 (N/mm²)	139.062 (kN)

Resistenza a taglio della sezione

V_{Rd}

673.752 (kN)

$\|V_{Ed}\|/\|V_{Rd}\|$:	0.960294	Rapporto tra il taglio agente e il taglio resistente:
Esito verifica:	VERIFICATO	$[\|V_{Ed}\|/\|V_{Rd}\| \leq 1.0]$

6 CONCLUSIONI

La copertura della platea è costituita da un solaio in latero cemento di spessore non superiore a 120 mm, dotato di una semplice rasatura sottile all' estradosso. Il solaio in latero cemento è disposto su campate non superiori a 4,30 m ed appoggiato a travi a doppia pendenza ordite trasversalmente alla platea e quindi con una luce pari a 24,5 metri, le travi, in conglomerato cementizio con armatura lenta hanno una altezza variabile da circa 1,30 metri all' appoggio e di 2,20 in mezzaria. Inferiormente al sistema di impalcato è presente è presente un sistema voltato asimmetrico, simile alle onde del controsoffitto della sala, realizzato con tavelle in laterizio nelle quali sono ancorati i pendini del suddetto controsoffitto, realizzati con del semplice filo di ferro ritorto, non ispezionabili e a vista appaiono ossidati. Molte tavelle sono interessate dal fenomeno di sfondellamento. La superficie di copertura è pari a circa 1510 m^2 .

Il progetto architettonico prevede la creazione di un nuovo manto di copertura in lamiera di alluminio, tipo Kalzip, distanziata rispetto all'estradosso del solaio esistente e che dovrà essere supportato da un sistema di telai controventati e poggianti in modo diffuso, ma con appoggi puntuali, su detto solaio, superiormente al solaio esistente ed a contatto con esso è prevista la posa in opera di uno strato isolante ed una doppia guaina di impermeabilizzazione. E' previsto inoltre il completo rifacimento del controsoffitto della platea e la creazione di un impalcato di servizio, in corrispondenza dell' intradosso delle travi principali a doppia pendenza, con funzioni di supporto del controsoffitto e delle canalizzazioni impiantistiche, il nuovo impalcato, accessibile unicamente per la sola manutenzione, verrà realizzato con travi in carpenteria metallica e ove necessario completato con un grigliato elettroforgiato ed ancorato alle travi principali mediante piastre e barre post installate.

Le analisi compiute con riferimento alle strutture allo stato di fatto e soggette ad i carichi di progetto hanno evidenziato la necessità di procedere alla progettazione ed installazione di sistemi di rinforzo sia relativamente alle travi principali che al solaio in latero cemento esistente. In particolare per le travi principali esiste un problema di adeguatezza della struttura nei riguardi sia dei carichi allo stato di fatto che dei nuovi carichi di progetto, relativamente al solaio in latero cemento: le indagini hanno evidenziato le condizioni non ottimali dell'impalcato in latero cemento nonché la sua generale inadeguatezza rispetto ai nuovi carichi di progetto che prevede la costruzione di un manto di copertura in lamiera di alluminio distanziata di circa un metro in altezza rispetto all'estradosso del solaio esistente e poggiante su questo attraverso appoggi puntuali, è evidente che la assenza di una soletta di estradosso potrebbe rendere di difficile attuazione la costruzione del manto così come previsto nel progetto architettonico.

I rinforzi progettati sulle strutture di copertura consentono il loro adeguamento ai carichi verticali di progetto e si sviluppano sia sulle travi principali che sulle strutture di impalcato esistente.

1. Travi Principali:
   Rinforzo con placcaggi di tessuti in fibra di acciaio galvanizzatata tipo UHTSS in una matrice di malta minerale strutturale tixotropica certificata EN1504, ai fini del miglioramento della prestazione nei riguardi del momento flettente oltre al palccaggio al lembo inferiore si prevede la realizzazione di uno spessore integrativo armato all'estradosso al fine di aumentare la portanza della parte compressa della sezione trasversale, la soletta integrativa risulta peraltro in continuità con la soletta predisposta sul solaio in latero cemento ed è collegata all' estradosso della trave esistente mediante connettori avvitati nel conglomerato.

2. Solaio in latero cemento:
   Costruzione di una soletta collaborante realizzata con conglomerato di tipo LC ed armato con rete elettrosaldata e barre integrative superiori agli appoggi, posa in opera di un sistema anti-sfondellamento all'intradosso e la rimozione del controsoffitto in laterizio esistente in quanto non sicuro anche a causa del sistema di collegamento al solaio costituito da filo di ferro ritorto.

Concettualmente il sistema di rinforzo per le travi ed il solaio non si discosta da quanto previsto nel Piano di Fattiblità Tecnico – Economico e risulta ulteriormente sviluppato ed approfondito sulla scorta delle indagini integrative eseguite dopo la redazione del sudetto livello di progettazione.

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Strutture Corpo Basso

Allegato 7

Platea e muro di sostegno fossa orchestra

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Prima Emissione	MJW	MJW	M. Majowiecki
R01	24/07/2025	Risposta validatori	MJW	MJW	M. Majowiecki
R02					
R03					

Sommario

1 Introduzione 7
1.1 Descrizione del Sistema strutturale 8
2 Riferimenti 10
2.1 Elaborati progettuali 10
2.2 Software di calcolo 10
3 Caratteristiche geotecniche del terreno 11
3.1 Modulo di reazione 11
4 Azioni sismiche (E) 13
5 Materiali strutturali 14
5.1.1 Calcestruzzo 14
5.1.1.1 Assunzioni in tema di verifiche di fessurazione 14
5.1.2 Acciaio in barre di armatura per conglomerato cementizio armato 15
6 Convenzioni sollecitazioni SAP2000 16
7 Platea 18
7.1 Analisi dei carichi e costruzione per fasi 24
7.1.1 Costruzione per fasi 24
7.1.2 Carichi post costruzione per fasi 28
7.1.2.1 Peso proprio pavimentazione (G2) 28
7.1.2.2 Folla (Q) 28
7.1.2.3 Azione sismica SLV (E) 30
7.1.3 Combinazioni di carico 35
7.1.4 Controllo scarichi 35
7.2 Verifiche micropali 36
7.2.1 Verifiche geotecniche 37
7.2.2 Verifiche strutturali 38
7.3 Verifiche trave di ripartizione 43
7.3.1 Verifiche SLU-SLV 47
7.3.2 Verifiche SLE 49
7.4 Sollecitazioni dispositivi di appoggio 50
7.5 Verifiche soletta 55
7.5.1 Verifiche geotecniche 55
7.5.1.1 Verifica a capacità portante 55

7.5.1.2 Limitazione dei cedimenti 56
7.5.2 Verifiche strutturali 56
7.5.2.1 Verifiche SLU-SLV 57
7.5.2.2 Verifiche SLE 62
7.6 Verifiche muretti 68
7.6.1 Verifiche comportamento direzione verticale 69
7.6.1.1 Verifica a taglio SLU-SLV 69
7.6.1.2 Verifica a flessione SLU-SLV 69
7.6.1.3 Verifica di limitazione delle tensioni e dell'apertura delle fessure 72
7.6.2 Verifiche comportamento lungo l'asse 75
7.6.2.1 Verifica a taglio SLU-SLV 76
7.6.2.2 Verifica a flessione SLU-SLV 76
7.6.2.3 Verifica di limitazione delle tensioni e dell'apertura delle fessure 77
8 Rinforzo fossa orchestra 79
8.1 Analisi dei carichi 84
8.1.1 Peso proprio elementi strutturali (G_1) 84
8.1.2 Carichi elementi non strutturali (G_2) 84
8.1.3 Carichi accidentali (Q). 86
8.1.4 Azioni sismiche (E). 87
8.1.5 Combinazioni di carico 88
8.1.6 Controllo scarichi 88
8.2 Verifiche rinforzo muro 89
8.2.1.1 Verifiche SLU-SLV 90
8.2.1.2 Verifiche SLE 95
9 Impalcati del Golfo Mistico (Fossa Orchestra) 99
9.1 Descrizione 99
9.2 Analisi dei carichi 99
9.3 Verifica soletta mista 99
9.4 Verifica trave di sostegno dello sporto 103
9.5 Verifica arcareccio impalcati laterali 104
9.6 Verifica colonna 105
9.7 Connessione al muro 106

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1 Introduzione

Il presente documento contiene la sintesi delle verifiche strutturali relative alla nuova Platea e alla **Fossa dell'orchestra**.

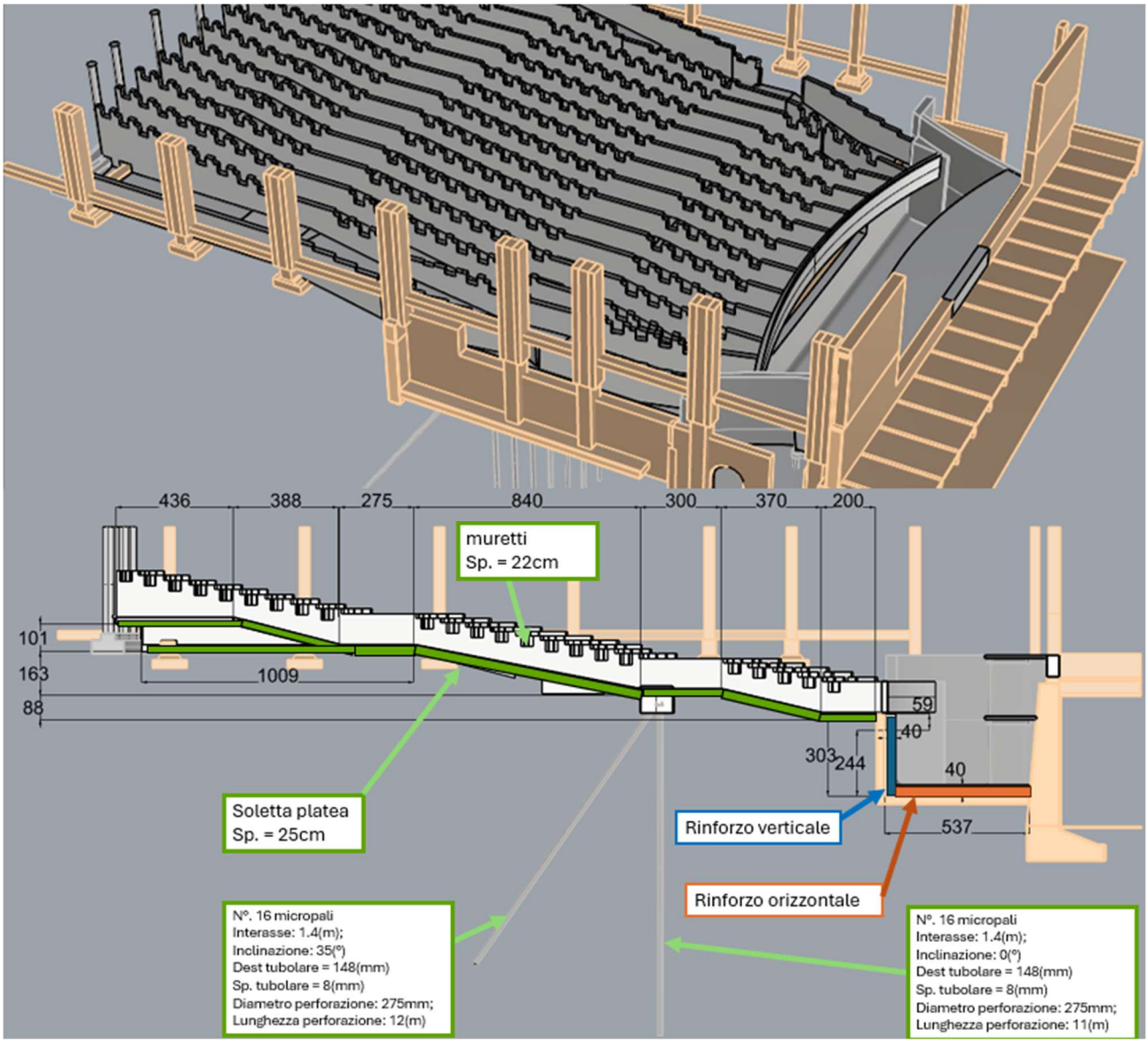


Figura 1-1: Stato di progetto

In Figura 1-1 viene riportato lo stato di progetto ottenuto partendo dallo stato di fatto (Figura 1-2) mediante:

- Realizzazione rinforzo verticale e orizzontale muri contro terra della nuova fossa orchestra;
- Rifacimento di una nuova platea;
- demolizione della soletta superiore del vano interrato e parziale demolizione del muro di sostegno contro terra;

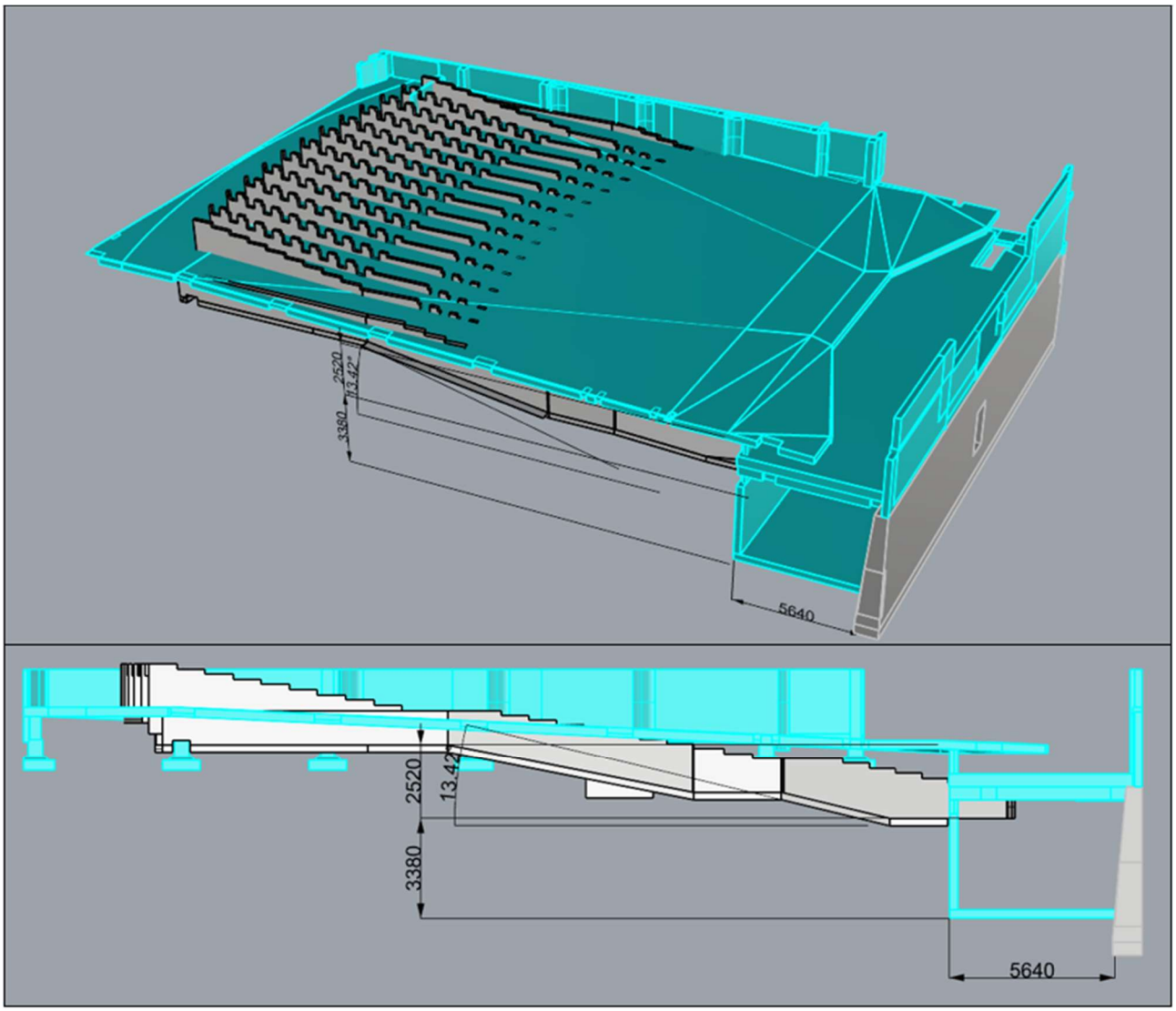


Figura 1-2: Stato di fatto e progetto architettonico

1.1 Descrizione del Sistema strutturale

Note le incertezze sugli elementi strutturali presenti in situ e la differente configurazione del muro di sostegno della fossa dell'orchestra, il sistema strutturale sarà oggetto di un rinforzo caratterizzato dalla realizzazione di un inspessimento in calcestruzzo armato di 40cm (vedi Figura 1-3).

La Platea in calcestruzzo armato dello spessore strutturale di 25 cm è scollegata rispetto al muro di sostegno per mezzo di appositi dispositivi di appoggio che trasmettono il carico verticale e lasciano liberi gli spostamenti nel piano. L'azione sismica nella direzione della pendenza viene contrastata da un sistema di micropali a cavalletto (Figura 1-1).

Ai fini delle verifiche strutturali, si considereranno resistenti i soli elementi di nuova costruzione.

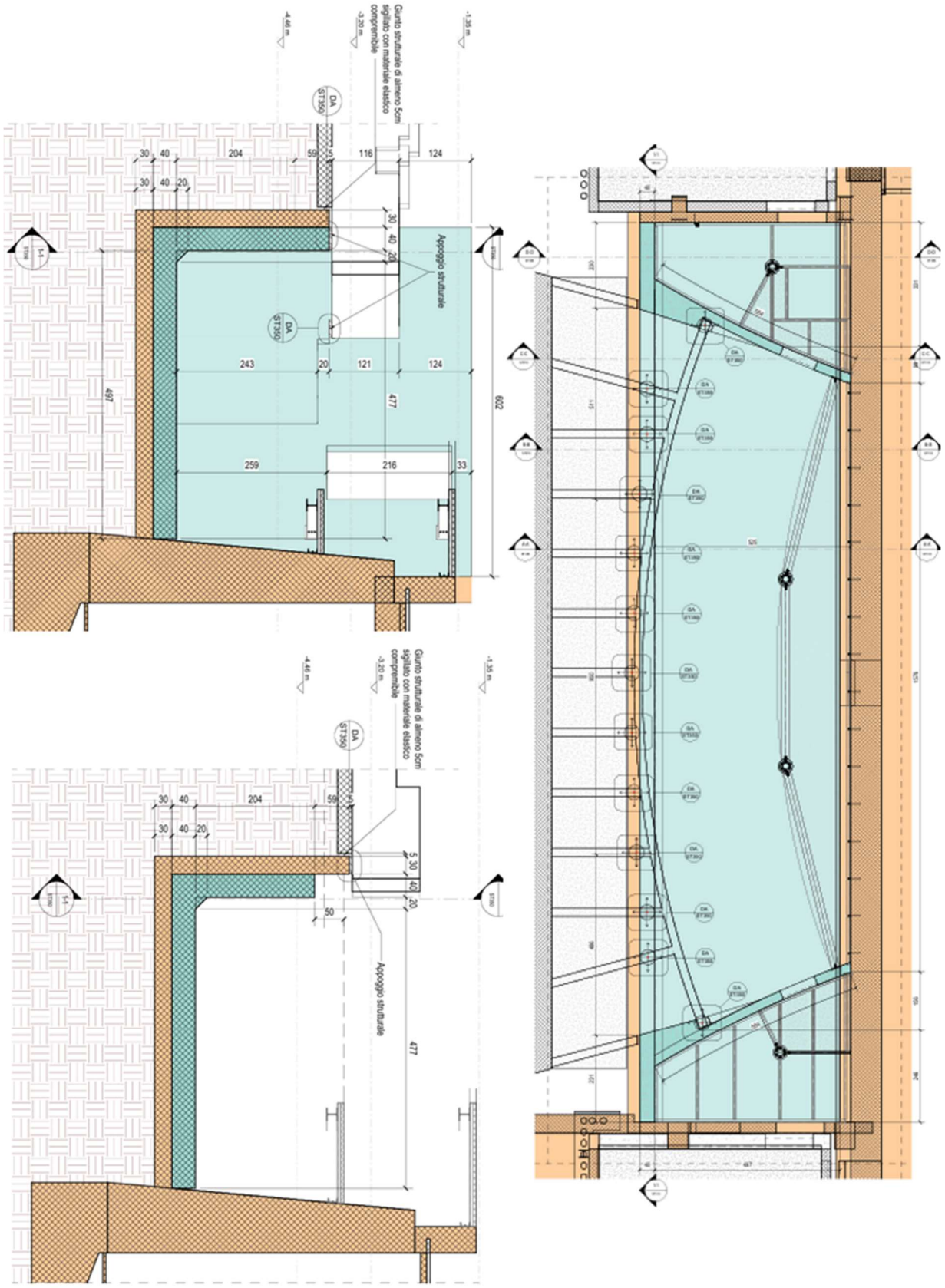


Figura 1-3: Intervento strutturale su muro di sostegno e soletta di fondazione

2 Riferimenti

2.1 Elaborati progettuali

Rif 1. 22044D02_1_0_E_ ST_ 00_ CH_ 003_01_ Relazione Specialistica Geotecnica - progetto esecutivo biblioteca civica centrale di Torino;

Rif 2. 22044D02_1_0_E_ ST_ 00_ CD_ 004_01_ Relazione di calcolo – Fondazioni – progetto esecutivo biblioteca civica centrale di Torino;

Rif 3. 22044D02_3_0_E_ST_00_CD_514_0 - Relazione di calcolo - Fondazioni

Rif 4. 22044D02_3_0_P_GG_00_CH_001_2-Rel Geotecnica – progetto PFTE teatro nuovo di Torino;

Rif 5. 22044D02_1_0_P_GG_00_CG_001_0 Rel Geologica – progetto PFTE biblioteca civica di Torino;

Rif 6. 22044D02_1_0_P_GG_00_CH_001_0_Rel Spec Geotecnica – progetto PFTE biblioteca civica di Torino;

Rif 7. 22044D02_3_0_P_ST_00_CD__510_0 - Relazione illustrativa indagini strutturali

Rif 8. 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_350_0 - TEATRO - Fossa Orchestra - Strutture di rinforzo – Carpenteria;

Rif 9. 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_351_0 - TEATRO - Fossa Orchestra - Strutture di rinforzo - Armature 1 di 3

Rif 10. 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_354_0 - TEATRO - Fossa Orchestra - Strutture di rinforzo - Armature 2 di 3

Rif 11. 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_355_0 - TEATRO - Fossa Orchestra - Strutture di rinforzo - Armature 3 di 3

Rif 12. 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_380_0 - TEATRO - Nuova Platea - Carpenteria;

Rif 13. 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_381_0 - TEATRO - Nuova Platea – Armatura;

Rif 14. 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_382_0 - TEATRO - Nuova Platea – Armatura;

Rif 15. 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_383_0 - TEATRO - Nuova Platea - Trave di coronamento e micropali

Rif 16. 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_384_0 - TEATRO - Nuova Platea

Rif 17. 22044D02_3_0_E_ST_00_CD_510_0 - Relazione illustrativa indagini strutturali

2.2 Software di calcolo

Rif 18. SAP2000 v.24.0.0

Rif 19. VCA SLU v.7.8

3 Caratteristiche geotecniche del terreno

In merito alla caratterizzazione geotecnica del terreno in sito si fa riferimento ai documenti di cui ai Rif 1 e Rif 2.

Non essendo state condotte prove geologiche per la caratterizzazione geotecnica del terreno interessato dalla platea e dalla fossa dell'orchestra, i parametri geotecnici vengono di seguito individuati estrapolando le informazioni ottenute dalle prove geologiche condotte nell'ambito del progetto esecutivo della biblioteca civica centrale di Torino.

Prima di procedere alla demolizione della soletta di copertura della nuova fossa dell'orchestra e alla costruzione della nuova platea di fondazione, si raccomanda l'esecuzione di prove geologiche per caratterizzare e confermare i parametri geotecnici del terreno interessato dalle strutture di cui al presente elaborato. I riempimenti di terreno precedentemente scavato dovranno essere effettuati con materiali aventi caratteristiche di resistenza geotecnica elevate quali misto cementato e adeguatamente compattato.

Con riferimento al documento Rif 2, per il calcolo delle spinte sul muro di sostegno si considerano i seguenti parametri

- $\varphi' = 30°$
- $\gamma = 20\left(\frac{kN}{m^3}\right)$

Il muro di sostegno viene considerato indeformabile e soggetto alla condizione di spinta a riposo:

$$K_0 = (1 - \sin(\varphi'))(1 + \sin(\beta)) * OCR^{0.5} = 1.01$$

Dove:

- $OCR = \frac{\sigma'_p}{\sigma'_v} = 2.64$
- σ'_p: tensione di preconsolidazione $= \left(2.52m + \frac{3.08m}{2}\right) * \gamma = 81.2(kPa)$;
- σ'_v: tensione in situ $= \left(\frac{3.08m}{2}\right) * \gamma = 30.8(kPa)$;
- $\beta = 14(°)$ pendenza terreno di monte (platea)

Eventuali spinte idrostatiche non sono prese in considerazione poiché come riportato in Rif 4, Rif 5 e Rif 6, la falda risulta posizionata ad una quota inferiore delle strutture oggetto della presente relazione.

3.1 Modulo di reazione

Vengono di seguito calcolati i moduli di reazione relativi a: "soletta platea" e "soletta fondazione" (vedi Figura 1-1) attraverso la seguente relazione:

$$k_s \cong \frac{E_s}{B(1 - \nu^2)}$$

Dove:

- E_s: modulo elastico in carico del terreno;
- ν: coefficiente di contrazione del terreno;

- B: larghezza fondazione.

Il modulo elastico del terreno in carico viene definito secondo la procedura riportata in Rif 1 partendo dalle velocità di propagazione delle onde nel terreno V_s attraverso le seguenti relazioni:

- $G_0 = \rho V_s^2$
- $E_{UR} = 2(1 + \nu_{UR})G_0 = 2.4G_0$
- $E_s \cong \frac{E_{UR}}{3}$

Dove:

- ρ: densità del terreno (kg/m^3);
- G_0: modulo taglio del terreno (MPa);
- $\nu_{UR} = 0.2$: coefficiente di contrazione in scarico;
- E_{UR}: modulo elastico in scarico;
- E_s: modulo elastico in carico;
- $\nu = 0.35$: coefficiente di contrazione.

Elemento	ρ (kg/m^3)	V_s(m/s)	G_0(MPa)	E_{UR}(MPa)	E_s(MPa)	B(m)	k_s(kN/m^3)
Soletta platea	1900	170	54	129	43	4	12200
Soletta fondazione	1900	380	274	657	219	6	41000

Tabella 3-1: Moduli di reazione

4 Azioni sismiche (E)

Per la definizione dell'azione sismica si rimanda alla relazione generale delle strutture di cui la presente relazione ne costituisce un allegato.

In Tabella 4-1 vengono riportati in via sintetica i parametri relativi all'azione sismica.

Latitudina	45.0481°
Longitudine	7.6819°
Vita nominale (V_N)	50 anni
Classe d'uso (Cu)	III (Cu = 1.5)
Vita di riferimento (V_R)	75 anni
Categoria Stratigrafica	B
Categoria Topografica	T1
Ss	1.2
S_T	1
a_g/g	0.061
Classe di duttilità	Non dissipativa

Tabella 4-1: Definizione azione sismica

Come riportato nel §7.11.6.2.1 delle NTC18, l'azione del sisma viene applicata attraverso l'utilizzo dei metodi pseudo-statici andando ad applicare dei coefficienti sismici orizzontale e verticale pari a:

- $k_h = \beta_m * a_{max}/g$
- $k_v = \pm 0.5 k_h$

Dove:

- $\beta_m = 1$
- $a_{max} = S_S * S_T * a_g * g = 0.074 * 9.81 \left(\frac{m}{s^2}\right) = 0.72 \left(\frac{m}{s^2}\right)$

5 Materiali strutturali

5.1.1 Calcestruzzo

Per le caratteristiche e le prescrizioni sul calcestruzzo si rimanda alla relazione di calcolo delle strutture di cui il presente documento ne costituisce allegato.

Di seguito si riportano in forma sintetica le caratteristiche del calcestruzzo adottato per la realizzazione della platea e per il rinforzo della fossa dell'orchestra:

- Classe di resistenza: C30/37
- Classe di consistenza: S4
- Classe di esposizione: XC2
- Dimensione massima nominale dell'aggregato: 20 mm
- Copriferro 30/35mm (vedi Tabella 5-2)

Calcestruzzo	$R_{ck}(MPa)$	$f_{ck}(MPa)$	$f_{ctm}(MPa)$	$E_{cm}(MPa)$	γ_m	α_{cc}	$f_{cd}(MPa)$
C30/37	37	30	2.9	33000	1.5	0.85	17

Tabella 5-1: Parametri meccanici calcestruzzo

Elemento	Copriferro
Elementi a lastra (solette e pareti)	30mm
Elementi a lastra (superficie solette a contatto con il terreno)	35mm
Pilastri e travi	35mm

Tabella 5-2: Copriferri adottati

Nei confronti degli stati limite di esercizio valgono i seguenti limiti tensionali:

- Combinazioni SLE RARE: $\sigma_c \leq 0.6 f_{ck}$;
- Combinazioni SLE QP: $\sigma_c \leq 0.45 f_{ck}$;

5.1.1.1 Assunzioni in tema di verifiche di fessurazione

Ai soli fini dei calcoli di apertura delle fessure:

1) gli effetti delle sollecitazioni meccaniche non vanno combinati con quelli di altri fattori (calore di idratazione, ritiro, ecc.);
2) il copriferro da assumere é quello minimo teorico secondo l'aggressivitá dell'ambiente (quest'ultimo definito

coerentemente con le caratteristiche dei cls previsti);

3) l'apertura di fessura misurata va rilevata al filo dei copriferri teorici (se non misurabile va ricavata con considerazioni geometriche rispetto a quella misurabile a filo del copriferro effettivo).

Alla luce di quanto appena esposto si assume la seguente tabella dei

VALORI AMMESSI DI APERTURA FESSURE:

Validi per armature poco sensibili ai sensi del §4.1.2.2.4.3 delle NTC 2018

Condizione ambientale (ai soli fini della verifica a fessurazione)	Comb. di carico SLE	wlim adottato (mm) e riferito al copriferro minimo teorico
Ordinaria	Quasi Permanente	w2 = 0.30
	Frequente	w3 = 0.40

5.1.2 Acciaio in barre di armatura per conglomerato cementizio armato

Barre longitudinali, staffe, spezzoni: B450C saldabile

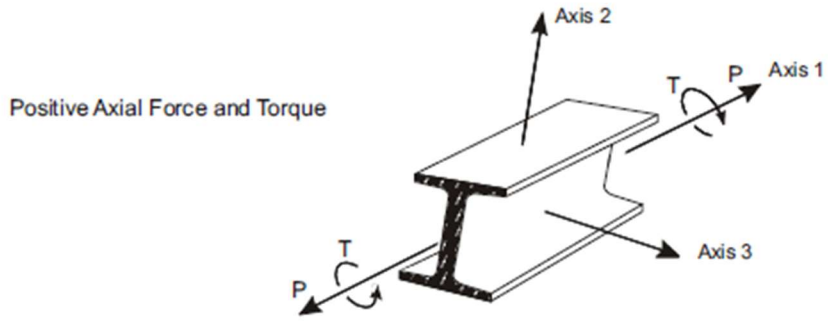
Classe acciaio	fyk	ftk	Es	(fy/fy,nom)k	k = (ft/fy)k	σs,Rara	Diametro minimo mandrino di piegatura	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]		[MPa]	[MPa]	Φ≤16mm	Φ>16mm
B450C	450.00	540.00	210'000	≤ 1.25	1.15 - 1.35	360.00	4Φ	7Φ

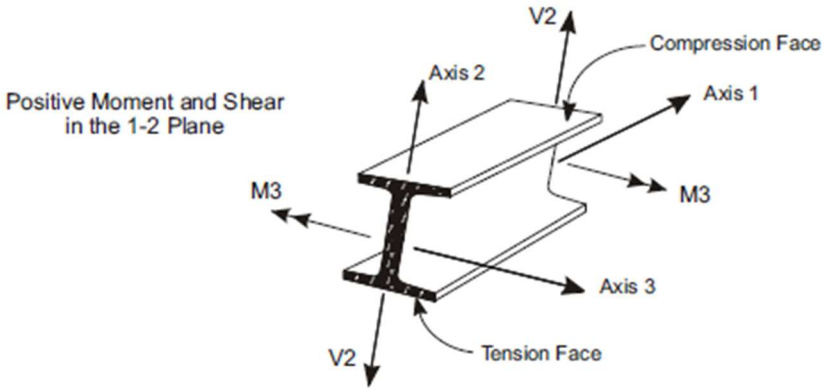
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

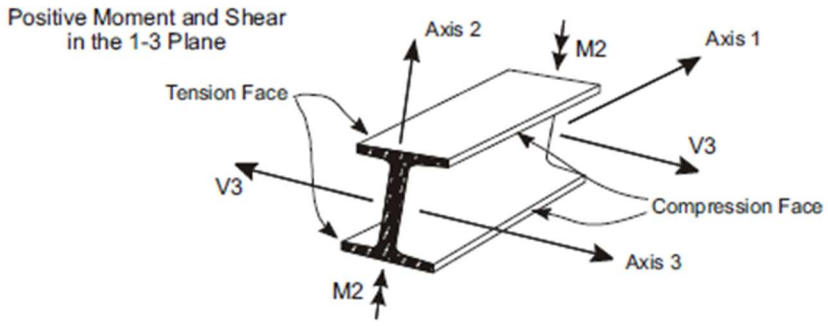
6 Convenzioni sollecitazioni SAP2000

Si riportano di seguito la convenzione di positività sulle sollecitazioni per gli elementi finiti modellati attraverso il software SAP2000:

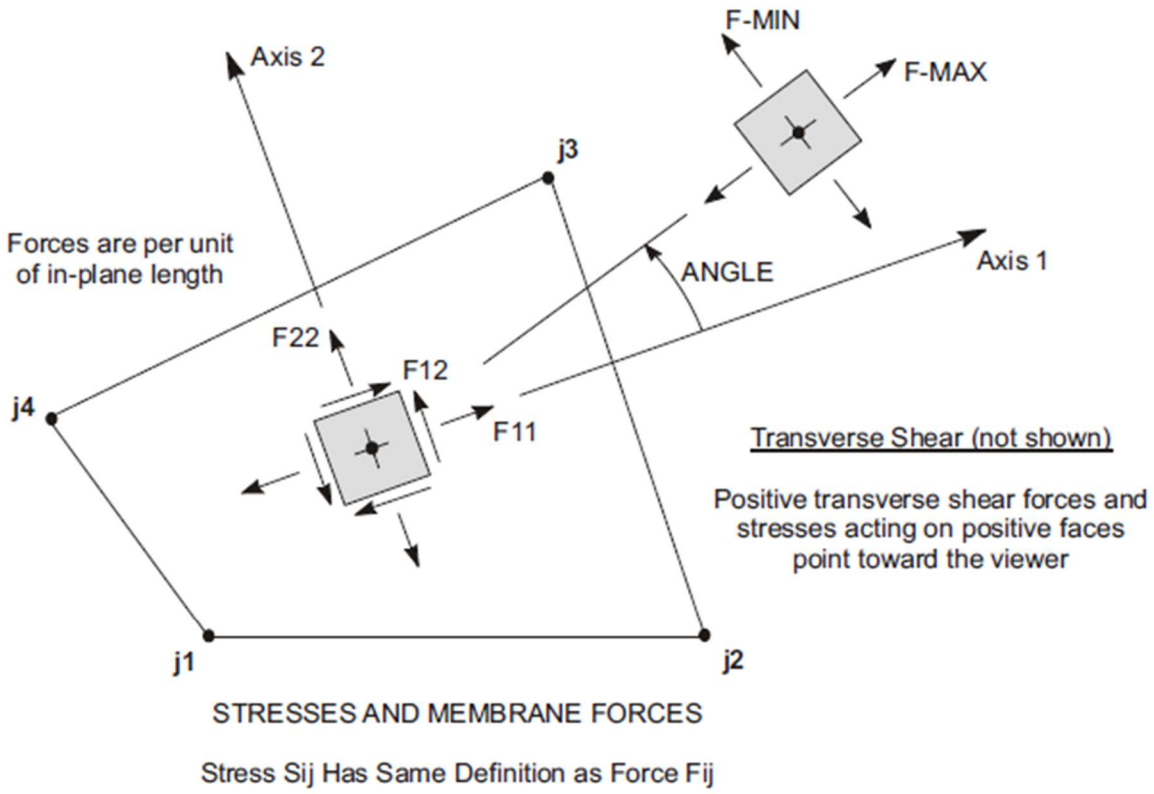
- Elementi frame:
  - P: Sforzo assiale (positivo se di trazione);
  - V2: forza di taglio agente nel piano 1-2;
  - V3: forza di taglio agente nel piano 1-3;
  - T: momento torcente;
  - M2: momento flettente nel piano 1-3 (tende le fibre opposte all'asse 3);
  - M3: momento flettente nel piano 1-2 (tende le fibre opposte all'asse 2);

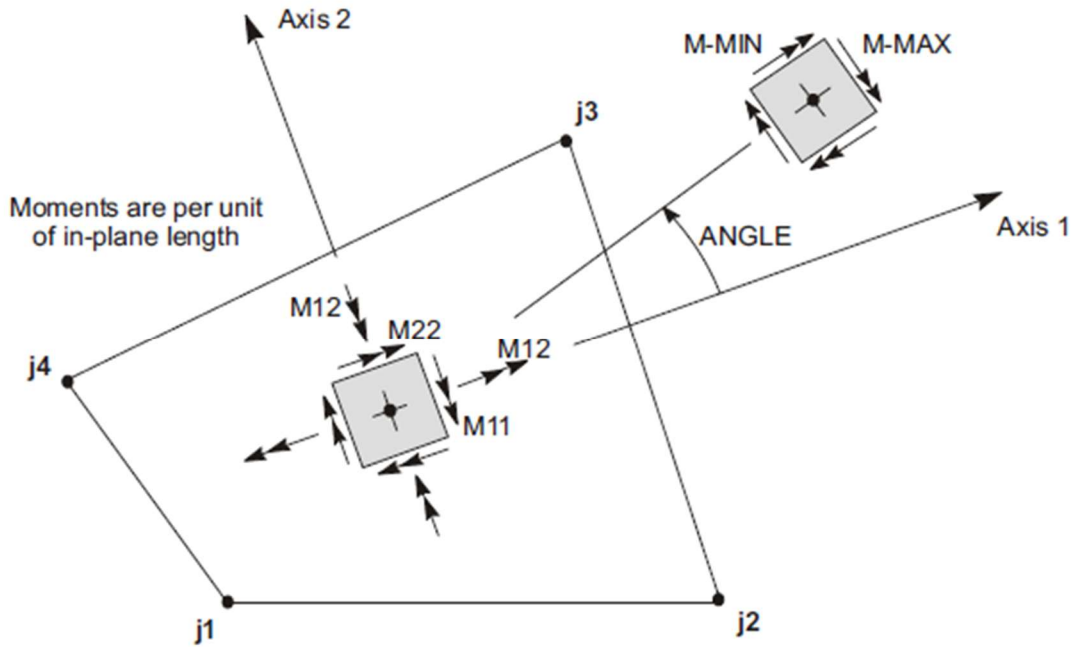






- Elementi shell:





7 Platea

Dalla Figura 7-1 alla Figura 7-4 vengono riportate le caratteristiche geometriche e meccaniche del modello numerico della platea.

Il modello viene vincolato per mezzo di:

- Molle distribuite su tutta la platea in direzione normale alla superficie della stessa e reagenti a sola compressione (k = 12200(kN/m^2/m)) (vedi Figura 7-5);
- Molle distribuite sui tratti piani della platea che simulano la resistenza dell'attrito terreno struttura nella direzione tra le maniche (Figura 7-5). Tali molle sono di tipo elasto-plastico avente il plateau a:
  - $p_y = \sigma_n * tan(\delta)/\gamma_R = \left(6.25(kPa) + \frac{1(m)0.22(m)25\left(\frac{kN}{m^3}\right)}{1.6(m)} + 2(kPa) + 0.6 * 5(kPa)\right) * tan\left(\frac{2}{3}\varphi'\right)/1.1 \cong 4.5(kPa)$
  - $\delta_y = 2.54(mm)$
- Molle non lineari applicate ai micropali che simulano l'interazione tra micropalo e terreno. Per maggiori dettagli sulla definizione di queste molle vedere Rif 3;
- Link di moto rigido vengono utilizzati per connettere i micropali (elementi frame) alla trave di coronamento (elemento frame) e questa agli elementi shell della soletta e dei muretti (vedi Figura 7-7).
- Vincolo di appoggio scorrevole tra i muretti a sbalzo e il muro di sostegno della fossa orchestra vedi (Figura 7-6).

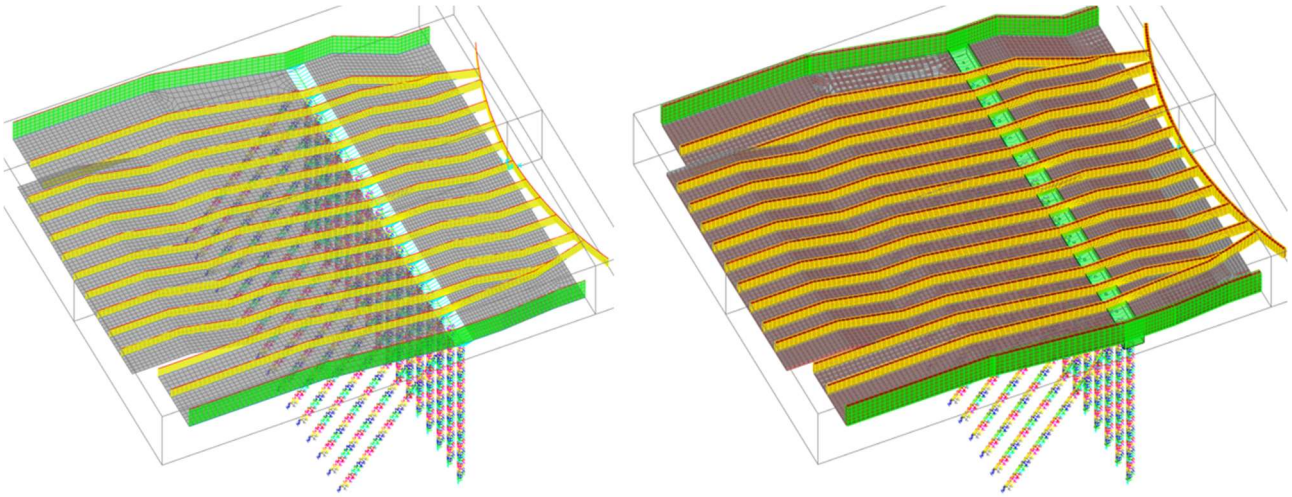


Figura 7-1: Geometria modello numerico realizzato in sap2000 della platea (1-3): vista standard (sinistra); estrusa (destra)

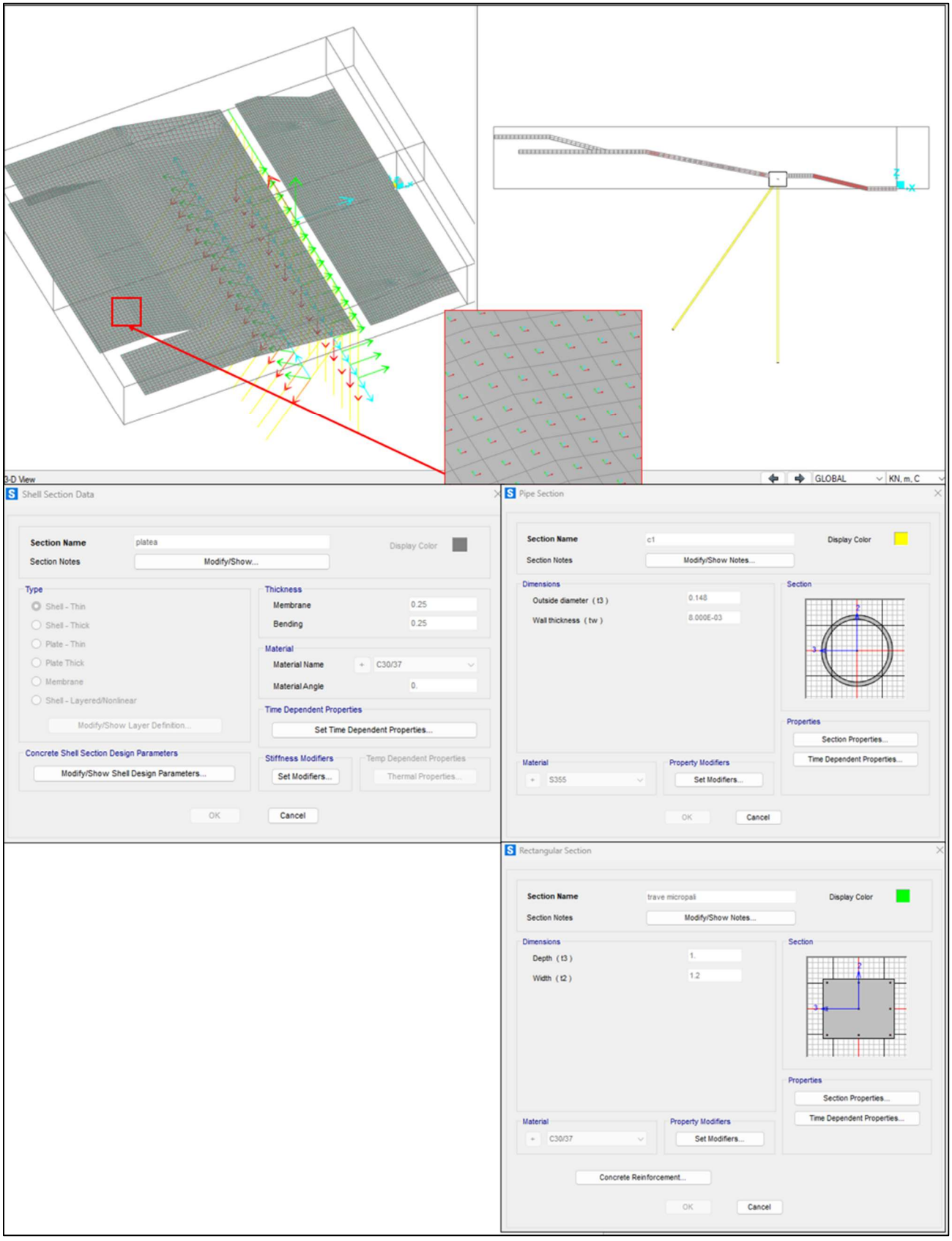


Figura 7-2: Geometria modello numerico (2-3)

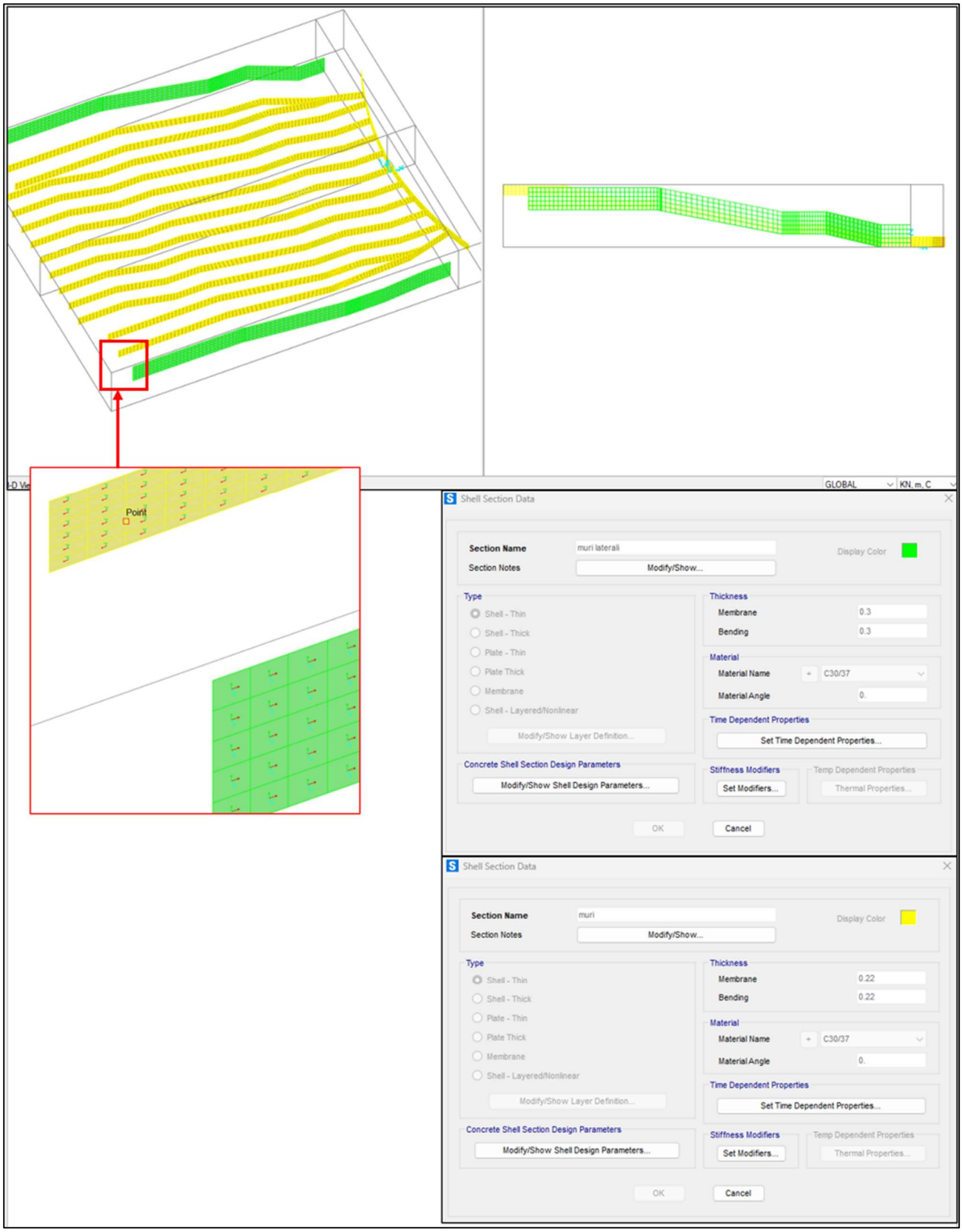


Figura 7-3: geometria modello numerico (3-3)

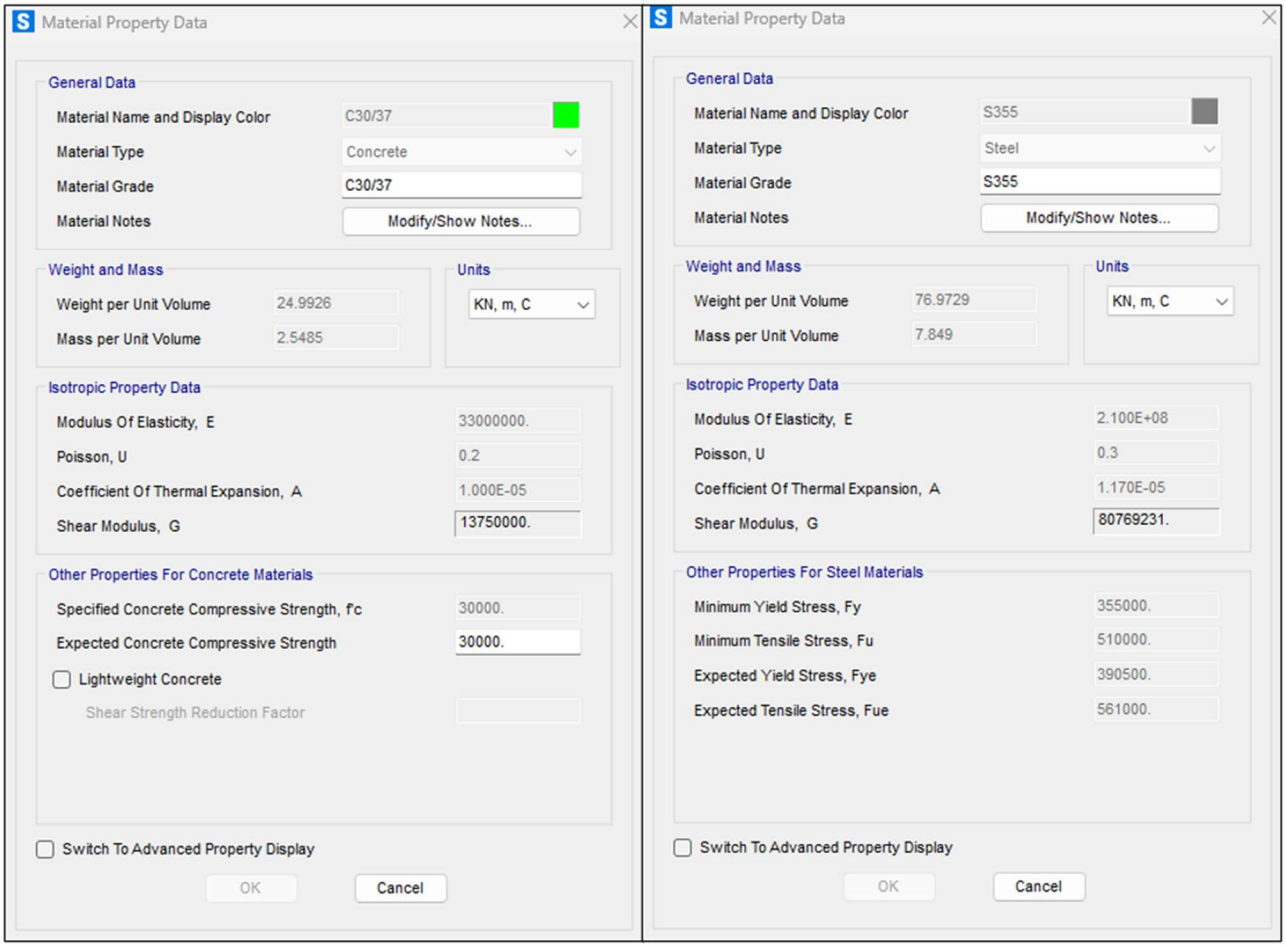


Figura 7-4: Materiali adottati nel modello numerico

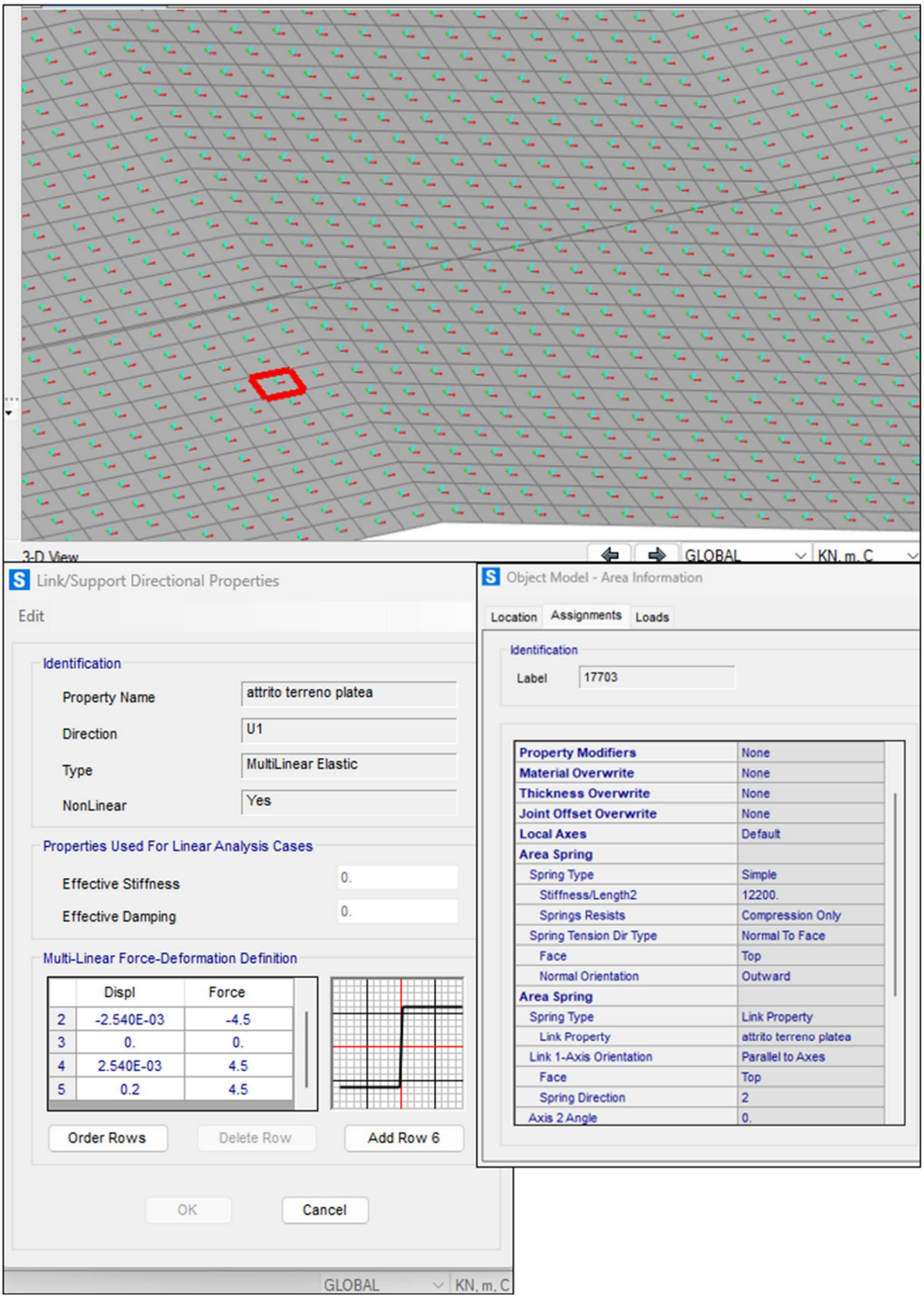


Figura 7-5: Vincolo di interazione terreno platea

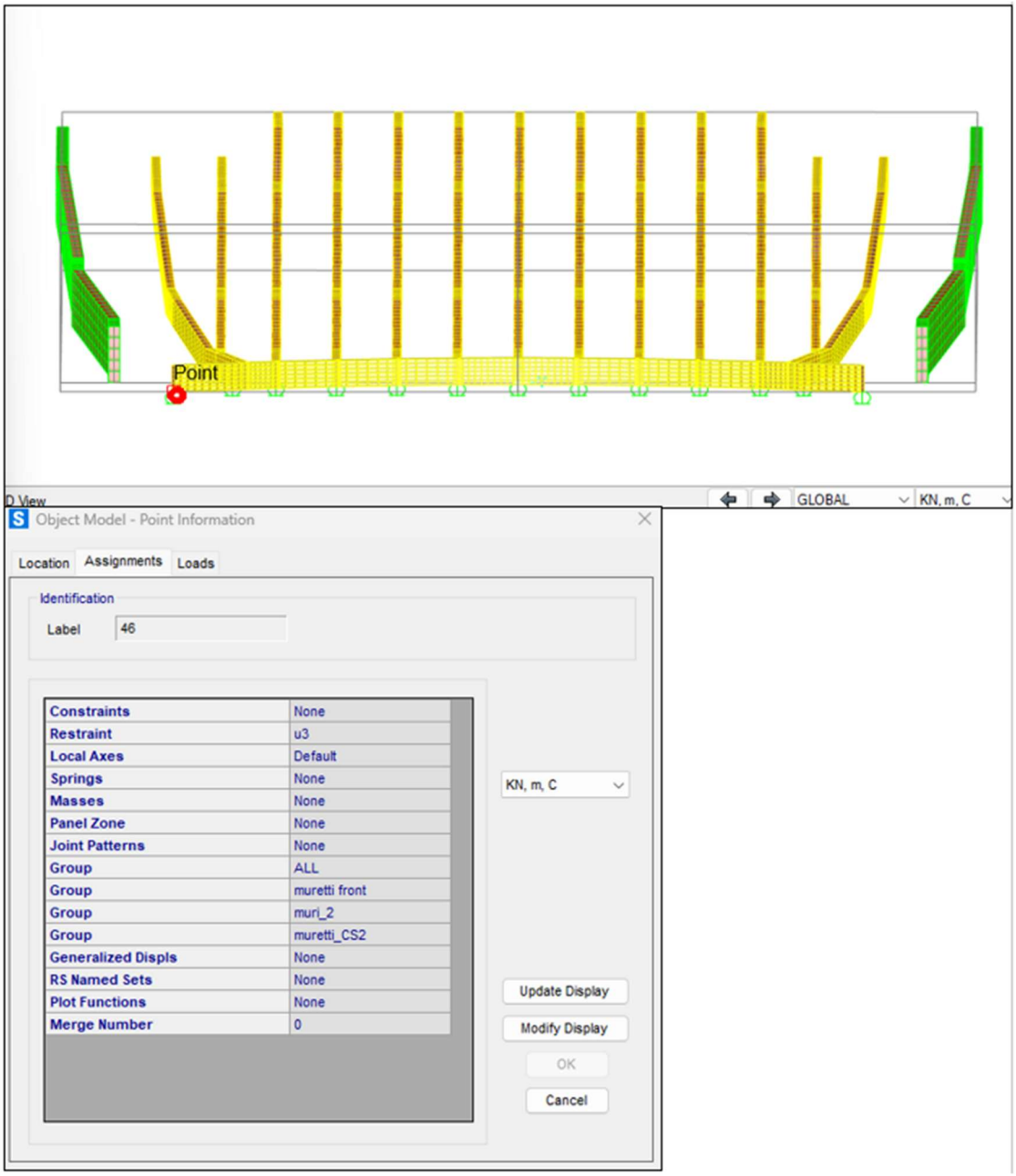


Figura 7-6: Vincolo di appoggio scorrevole tra muretto a sbalzo e muro di sostegno fossa orchestra

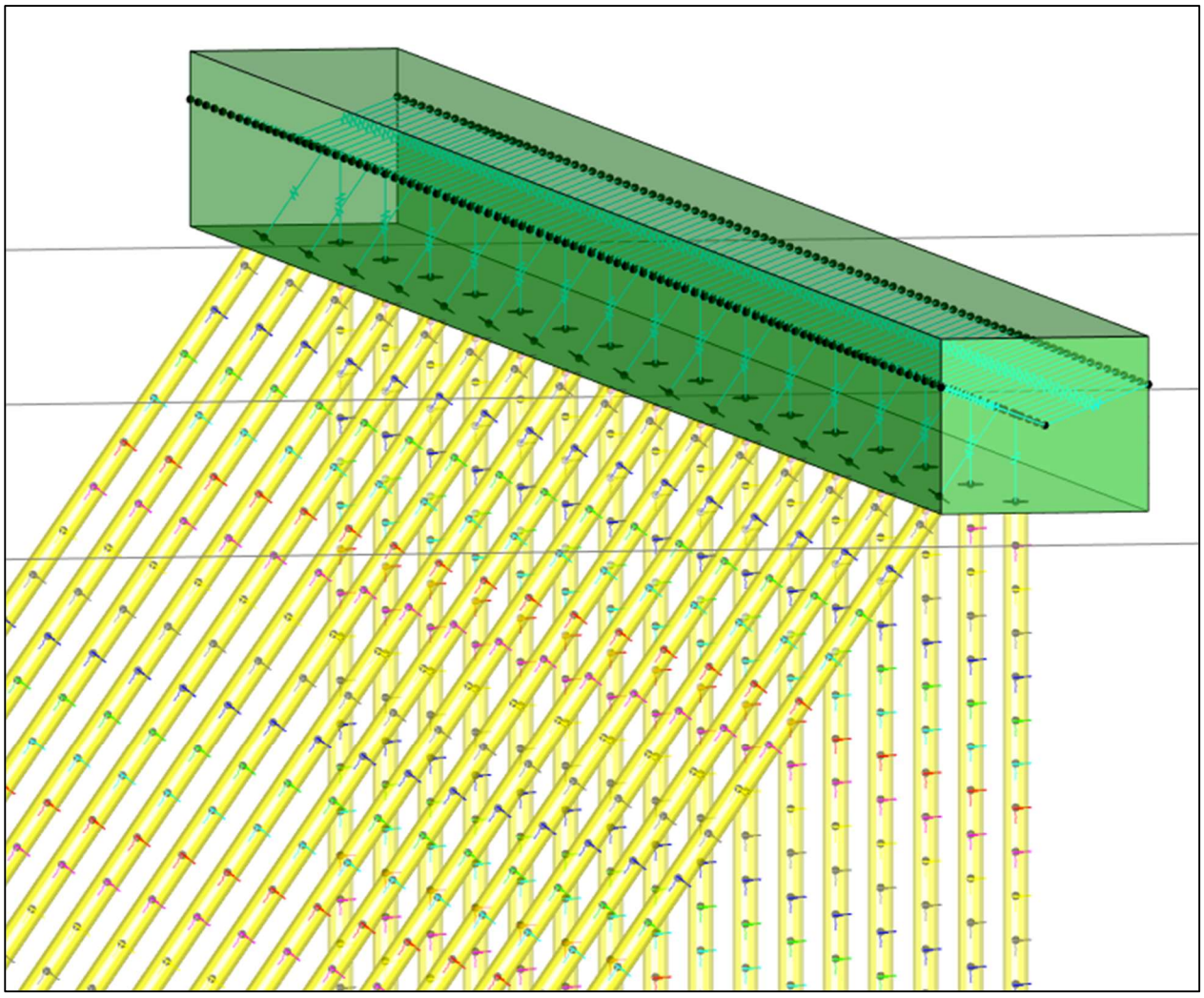


Figura 7-7: Collegamenti di tipo corpo rigido tra la testa dei micropali, la trave di ripartizione e la soletta della platea

7.1 Analisi dei carichi e costruzione per fasi

7.1.1 Costruzione per fasi

Al fine di cogliere gli effettivi scarichi che la platea produce sull'appoggio scorrevole tra muretti a sbalzo e muro di sostegno fossa orchestra, si è realizzata la seguente analisi per fasi:

Fase 1 (vedi Figura 7-8):

Geometria attiva:

- Micropali;
- Trave di ripartizione;
- Platea;

Carichi attivati in questa fase:

- Peso proprio (G1): micropali, trave di ripartizione e soletta (automaticamente computato da software);

- Peso proprio muretti (G1): $0.25\left(\frac{kN}{m^3}\right) * 0.22(m) * 1.5(m) = 8.25(kN/m)$

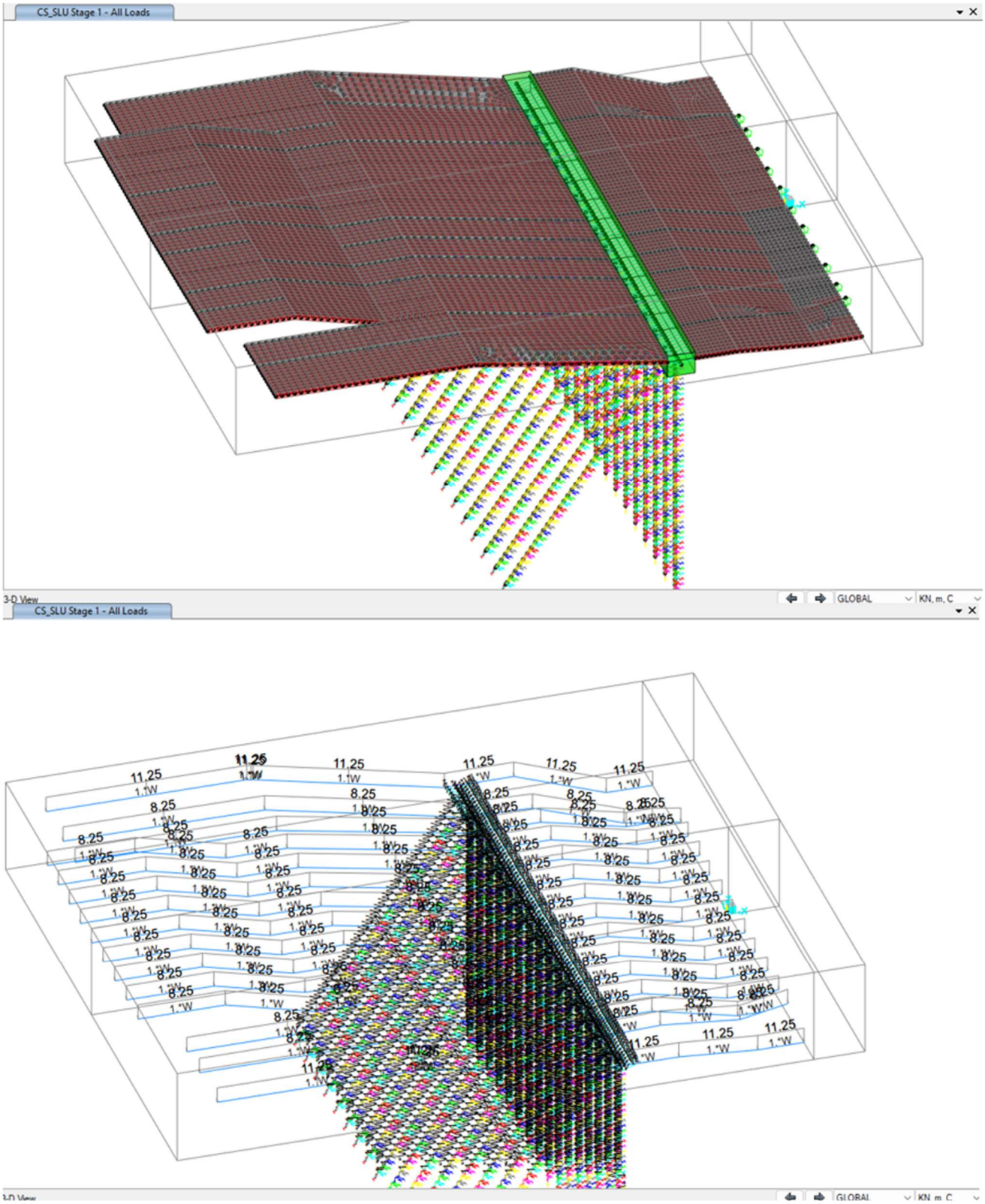


Figura 7-8: Fase 1

Fase 2 (vedi Figura 7-9):

Geometria attivata in questa fase:

- Muretti (modellati alti 70cm al fine di considerare le aperture necessarie per il passaggio degli impianti);

Carichi attivati in questa fase:

- Spinta terre sui muretti laterali.

La presente fase va a simulare l'indurimento dei muretti in c.a. considerando lo sbalzo lato fossa orchestra come puntellato.

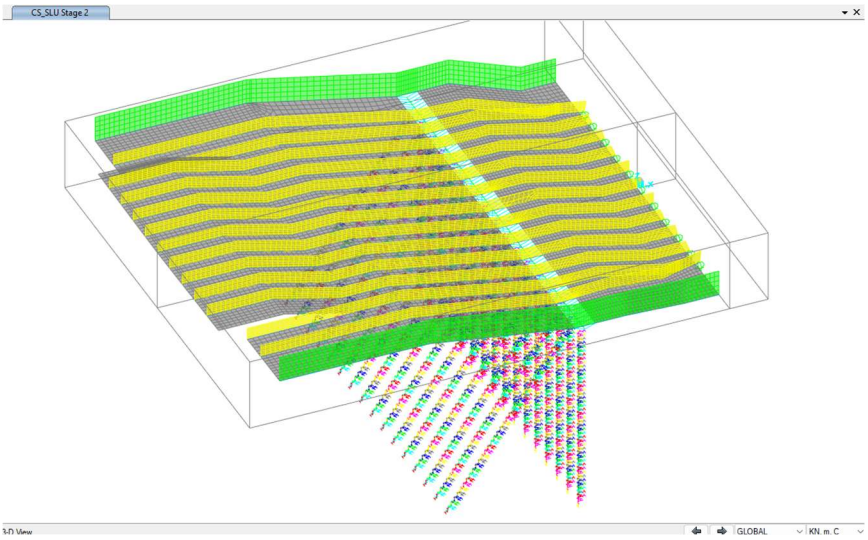


Figura 7-9: Fase 2

La spinta delle terre applicata ai muretti laterali è pari a:

$$\sigma_h = z * \gamma * K_0 = z * 20\left(\frac{kN}{m^3}\right) * 0.5$$

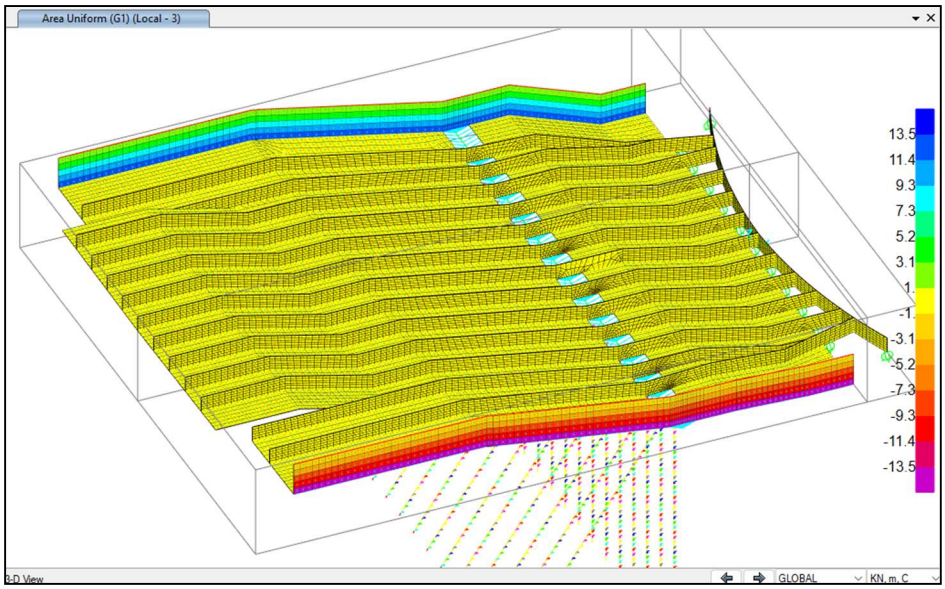


Figura 7-10: Spinta delle terre applicata sui muretti laterali

Fase 3 (vedi Figura 7-11):

Geometria attivata in questa fase:

- Sbalzo muretti lato fossa orchestra;

Carichi attivati in questa fase:

- Peso proprio (G1) dei muretti a sbalzo.

La presente fase va a simulare la rimozione dei puntelli dei muretti lato fossa orchestra.

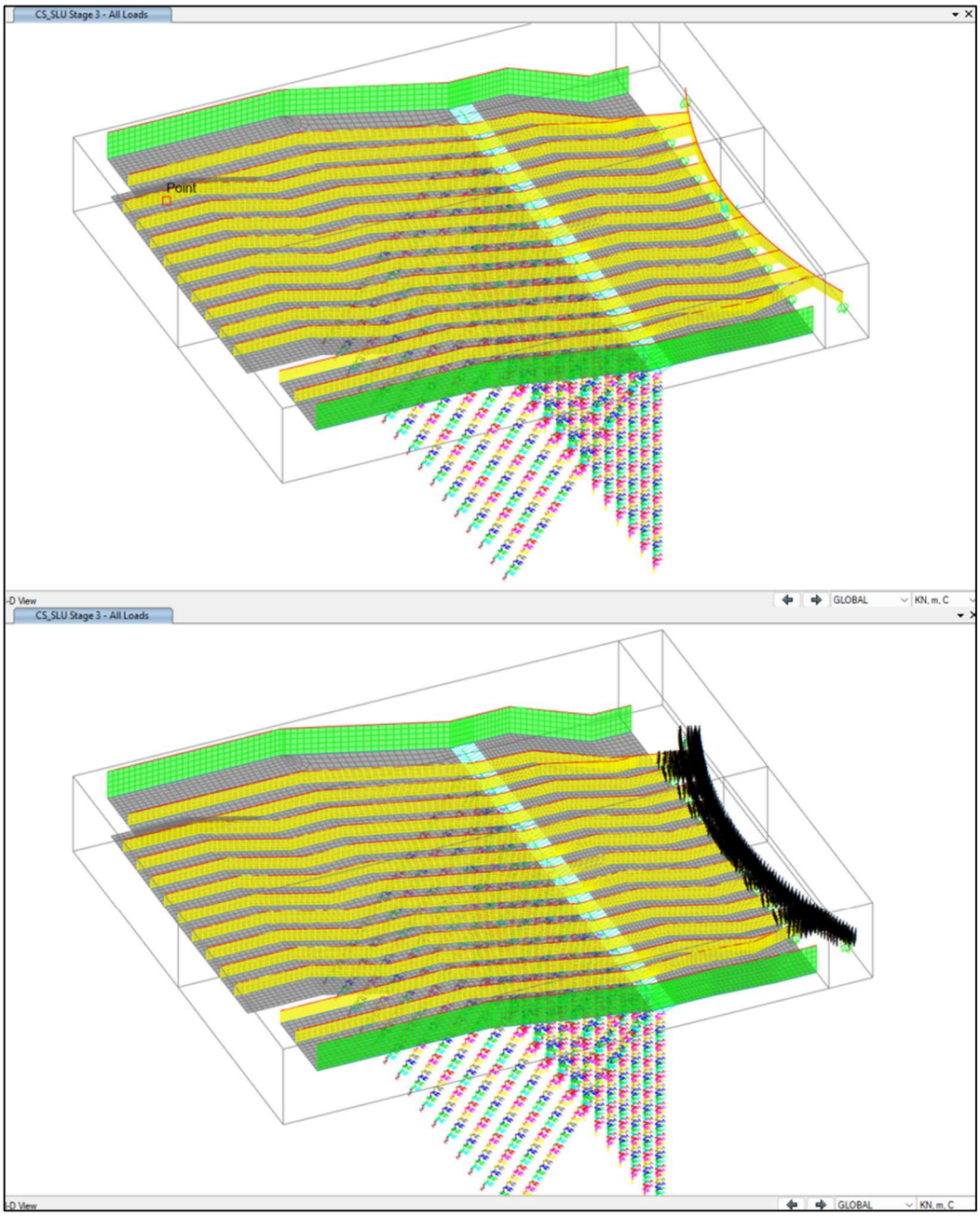


Figura 7-11: Fase 3

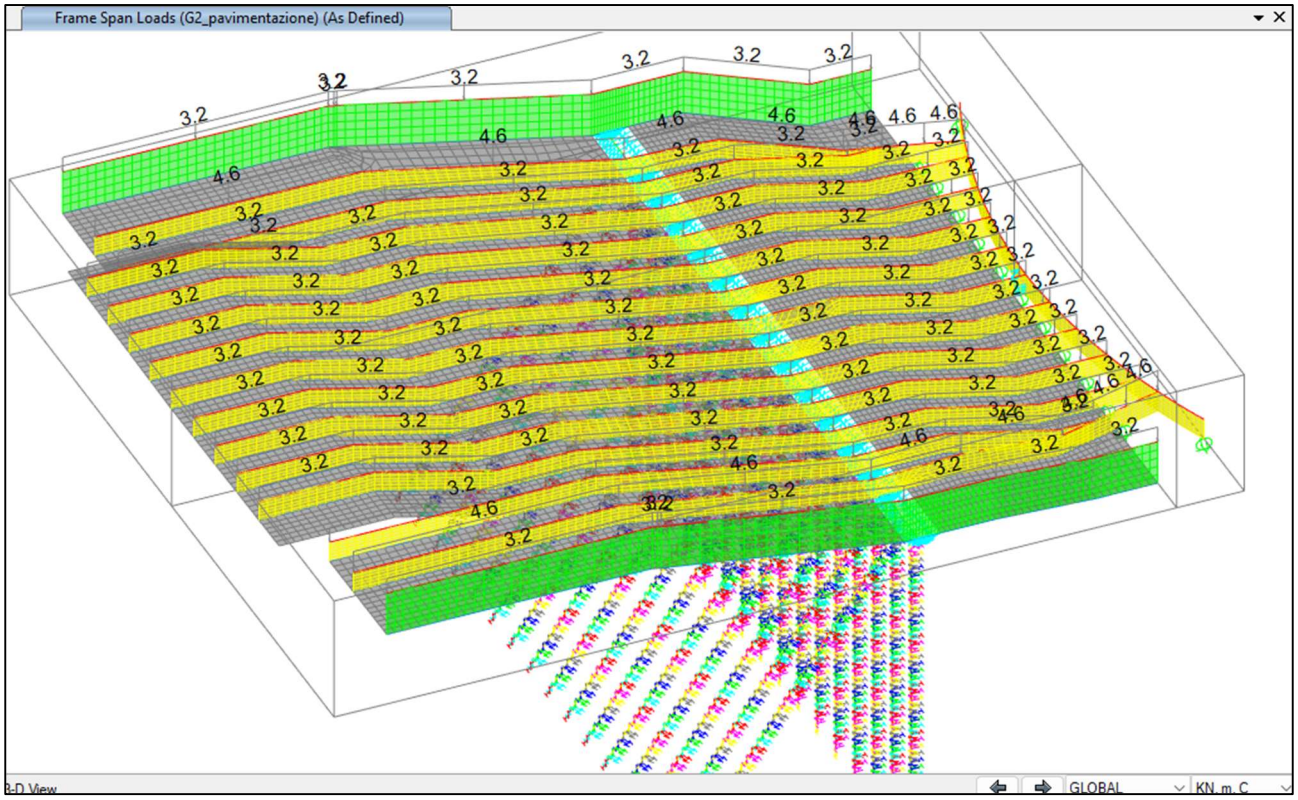
7.1.2 Carichi post costruzione per fasi

Si riportano di seguito i carichi a cui è soggetta la platea una volta terminata la costruzione per fasi:

7.1.2.1 Peso proprio pavimentazione (G2)

Carico uniformemente distribuito di 2(kPa) e applicato sui muretti come carico di linea pari a:

$$2(kPa) * i_{muretti} = 2 * 1.6 = 3.2(kN/m)$$



7.1.2.2 Folla (Q)

Carico uniformemente distribuito di 5(kPa) e applicato sui muretti come carico di linea pari a:

$$5(kPa) * i_{muretti} = 5 * 1.6 = 8(kN/m)$$

Si applicano 3 diverse distribuzioni di carico: Q_folla_1, Q_folla_2, Q_folla_3, al fine di tenere in conto una diversa distribuzione della folla sulla platea

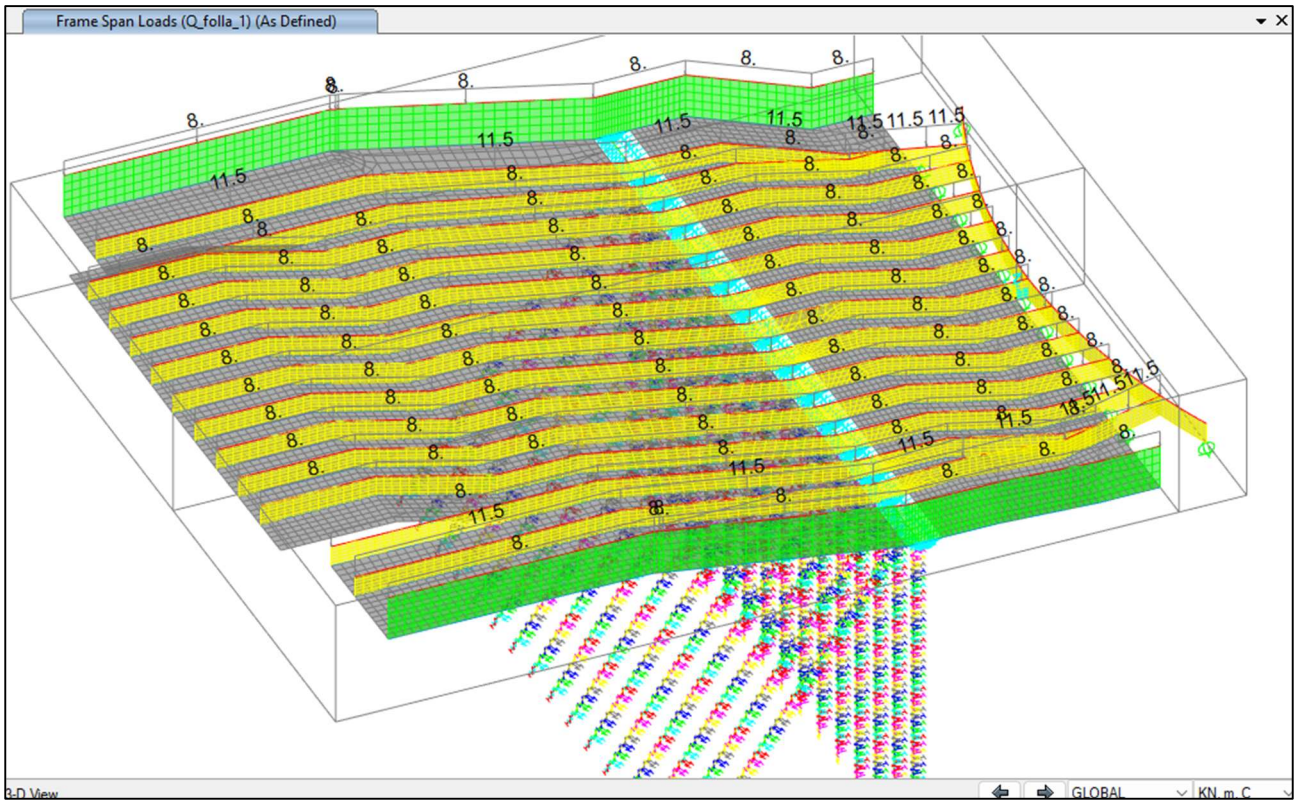


Figura 7-12: Carico Q_folla_1

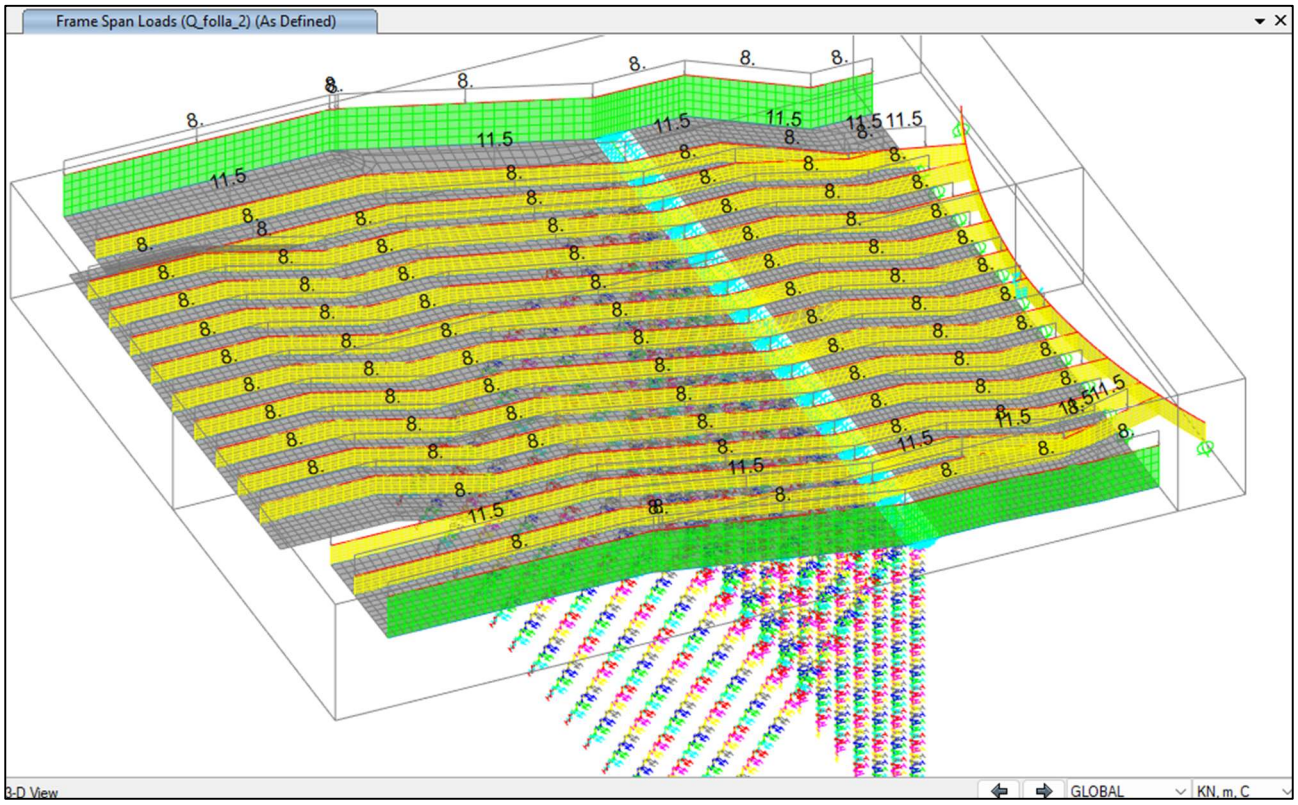


Figura 7-13: Carico Q_folla_2

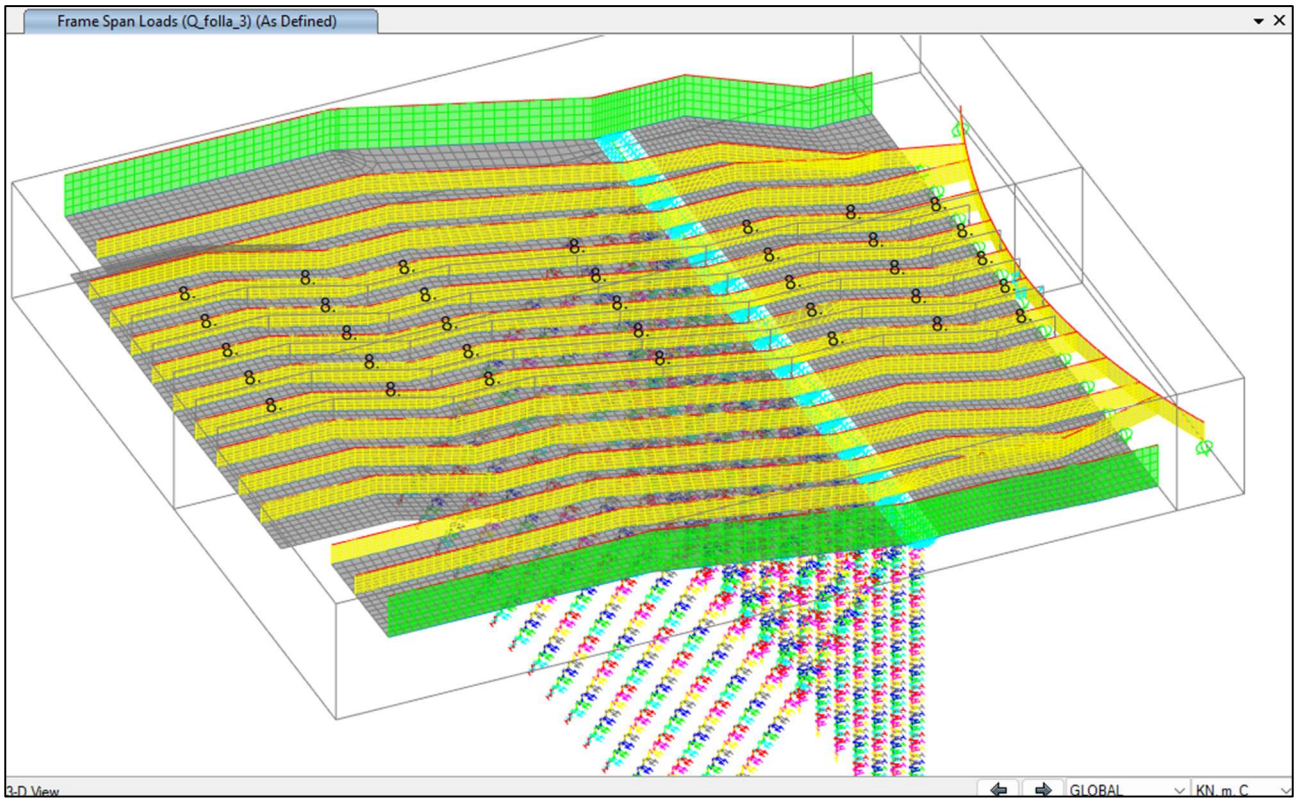


Figura 7-14: Carico Q_folla_3

7.1.2.3 Azione sismica SLV (E)

L'azione sismica viene applicata nelle direzioni X ed Y come carico uniformemente distribuito applicato sulla superficie della platea o in testa ai muretti considerando la forza inerziale indotta dai carichi permanenti e variabili.

Si riportano di seguito le azioni inerziali indotte dai carichi: G1, G2 e Q.

<u>Azioni indotte dai carichi G1:</u>

- Peso proprio soletta: $0.25(m) * 25\left(\frac{kN}{m^3}\right) * 0.074 = 0.46(kPa) \cong 0.5(kPa)$
- Peso muretti: $0.22(m) * 1.5(m) * 25\left(\frac{kN}{m^3}\right) * 0.074 = 0.61(kN/m) \cong 0.65(kN/m)$
- Spinta terre Wood: $20\left(\frac{kN}{m^3}\right) * 1.5(m) * 0.074 = 2.22(kPa) \cong 2.5(kPa)$

<u>Azioni indotte dai carichi G2:</u>

- Peso proprio pavimentazione: $2(kPa) * 1.6(m) * 0.074 = 0.24(kN/m) \cong 0.25(kN/m)$

$$2(kPa) * 1.6(m) * 0.074 * 0.8 = 0.2(kNm/m)$$

<u>Azioni indotte dai carichi Q:</u>

- Azione indotta dal peso della folla: $5(kPa) * 1.6(m) * 0.074 = 0.6(kN/m)$

$$5(kPa) * 1.6(m) * 0.074 * 0.8 = 0.5(kNm/m)$$

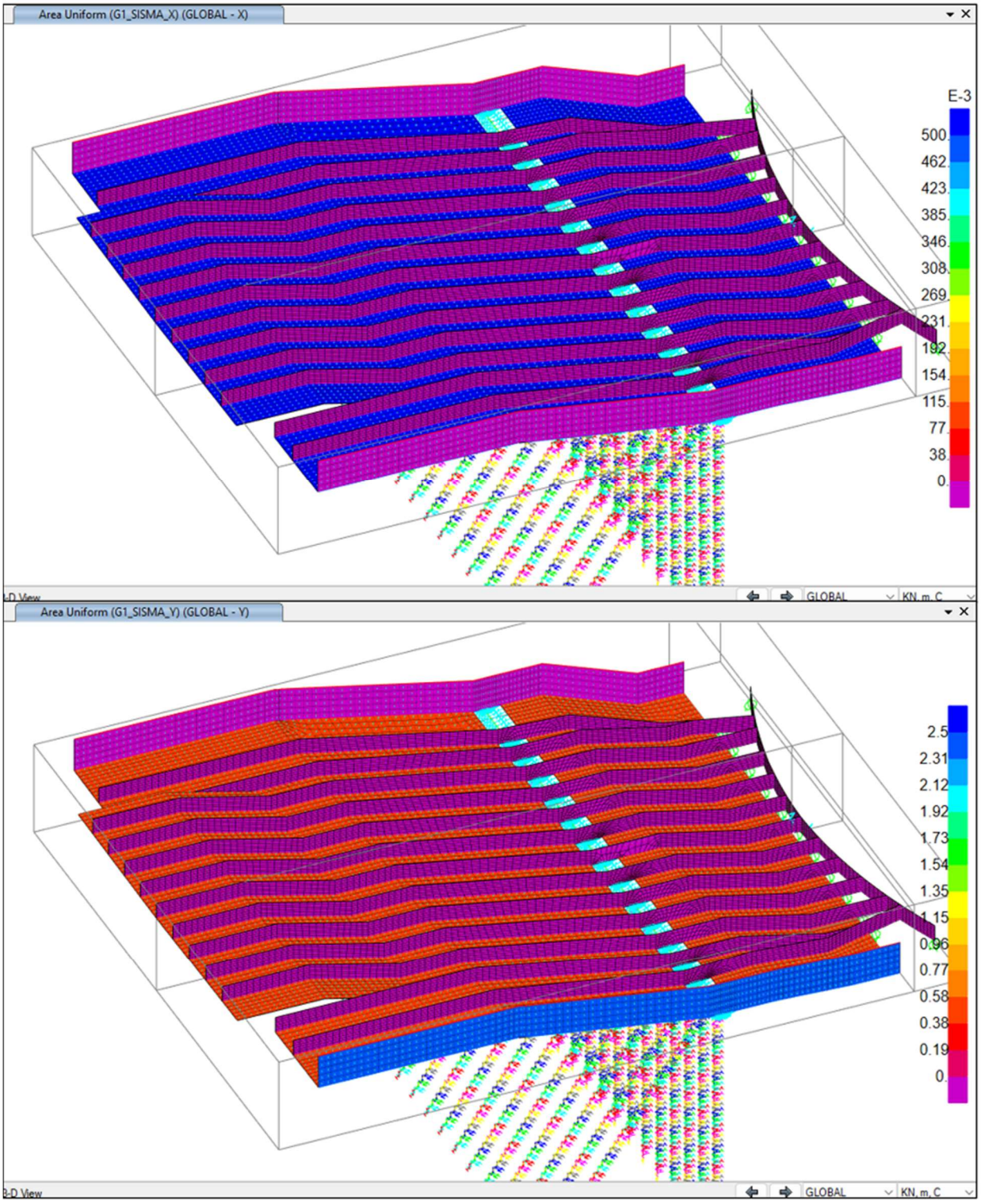


Figura 7-15: Azione sismica indotta dai G1 applicata sugli elementi shell: direzione X (in alto), direzione Y (in basso)

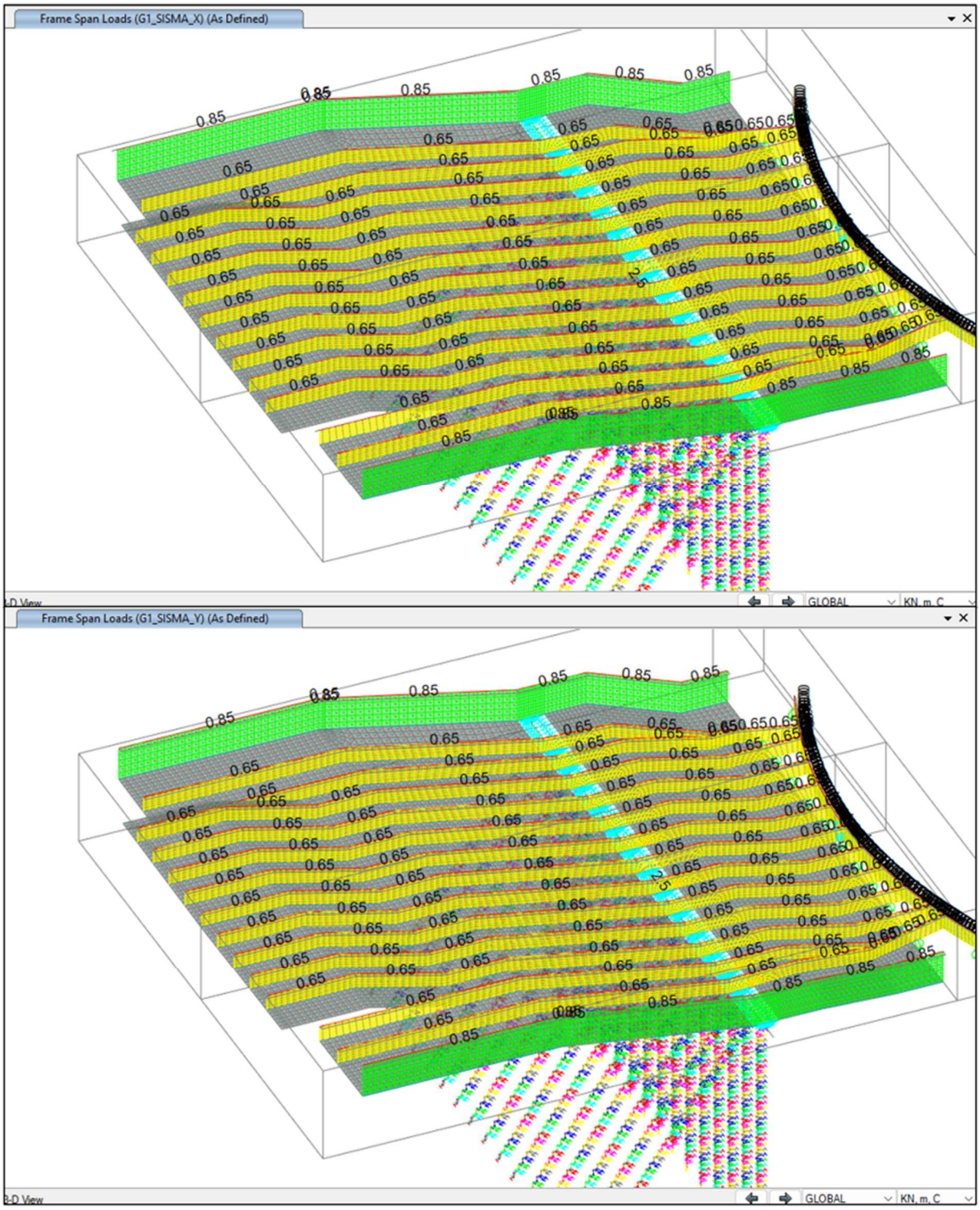


Figura 7-16: Azione sismica indotta dai G1 applicata sugli elementi frame: direzione X (in alto), direzione Y (in basso)

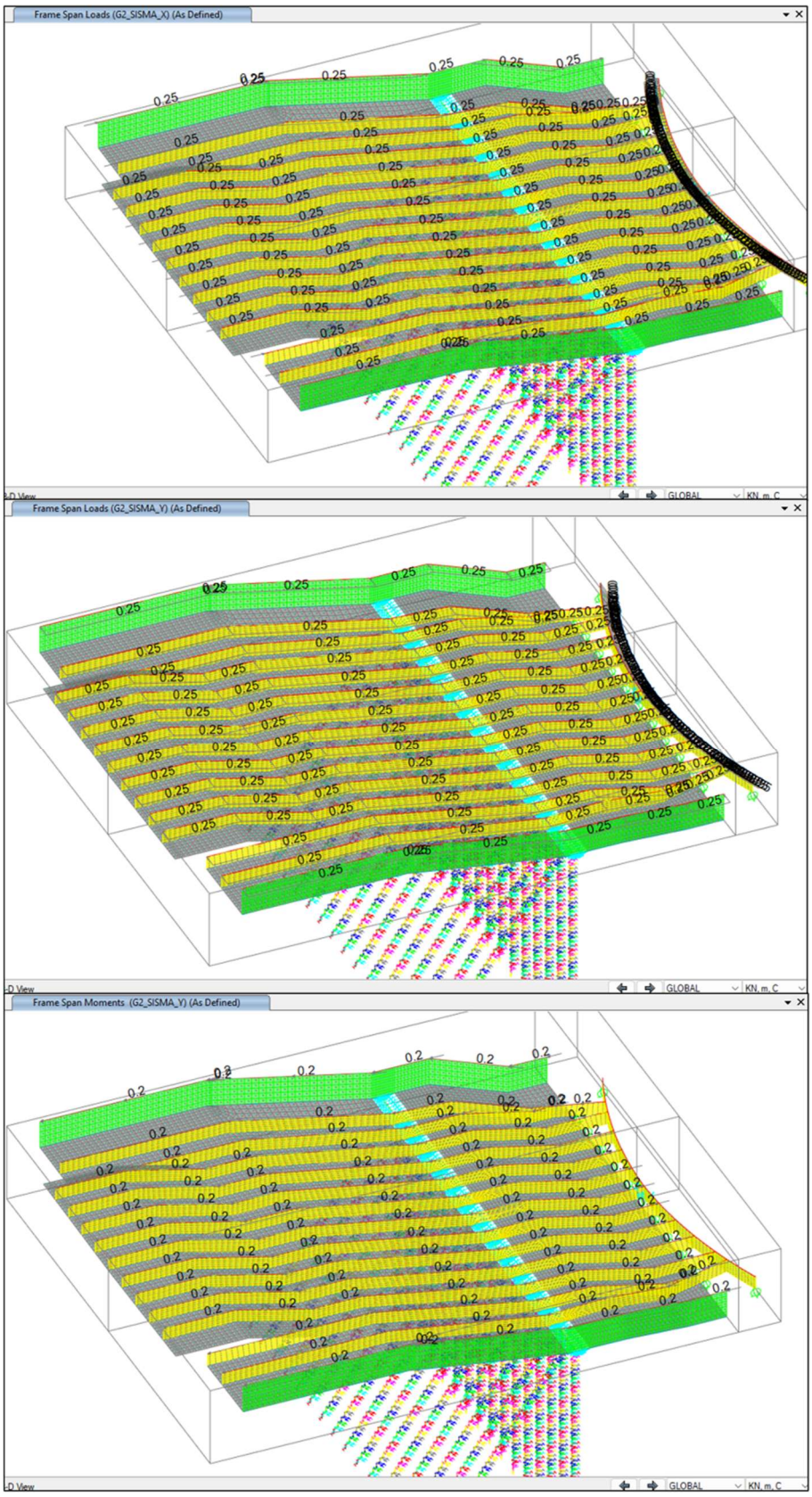


Figura 7-17: Azione sismica indotta dai G2 applicata sugli elementi frame: direzione X (in alto), direzione Y (in basso)

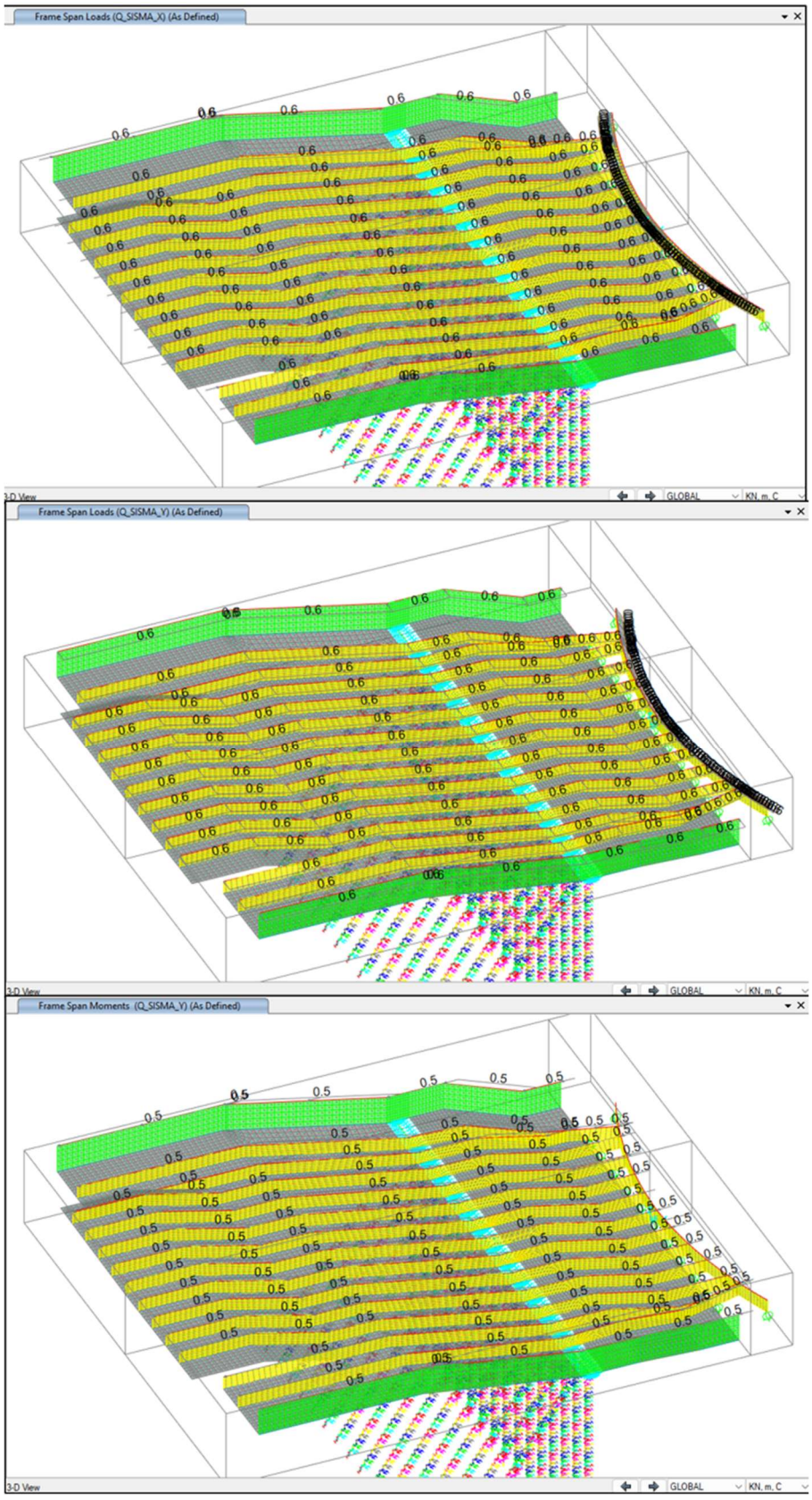


Figura 7-18: Azione sismica indotta dai Q applicata sugli elementi frame: direzione X (in alto), direzione Y (in basso)

7.1.3 Combinazioni di carico

Si riportano di seguito le combinazioni di carico per i vari stati limite utilizzate ai fini delle verifiche strutturali e geotecniche.

Combinazioni	Costr. Fasi	G2	Q_folla_1	Q_folla_2	Q_folla_3	G1_sisma_X	G1_sisma_Y	G2_sisma_X	G2_sisma_Y	Q_sisma_X	Q_sisma_Y
SLU_1	1.3	1.5	1.5								
SLU_2	1.3	1.5		1.5							
SLU_3	1.3	1.5			1.5						
SLE_CH_1	1	1	1								
SLE_CH_2	1	1		1							
SLE_CH_3	1	1			1						
SLE_QP_1	1	1	0.6								
SLE_QP_2	1	1		0.6							
SLE_QP_3	1	1			0.6						
SLV_X	1	1	0.6			1	0.3	1	0.3	1	0.3
SLV_Y	1	1	0.6			0.3	1	0.3	1	0.3	1

Figura 7-19: Combinazioni di carico agli stati limite impiegate ai fini delle verifiche strutturali e geotecniche

7.1.4 Controllo scarichi

Di seguito si riporta un confronto tra la risultante delle reazioni vincolari calcolate a mano e quelle calcolate con il software sap2000 al fine di verificare la correttezza dell'applicazione dei carichi.

In Figura 7-20 viene riportata una metrica di errore calcolata come:

$$\frac{risultante_{SAP2000} - risultante_{calcolo\ manuale}}{risultante_{SAP2000}}$$

Se tale errore risulta positivo, significa che nel modello i carichi sono applicati con un'intensità maggiore generando risultati maggiormente conservativi.

Come è possibile osservare in Figura 7-20 i carichi risultano correttamente applicati

Costruzione per fasi								
	Calcolo a mano		sap2000				err(%)	
Fz	8322.523	(kN)	Fz	8331	(kN)	Fz	0.1	(%)
SLU_1								
	Calcolo a mano		sap2000				err(%)	
Fz	18203.37	(kN)	Fz	18230	(kN)	Fz	0.1	(%)
SLU_2								
	Calcolo a mano		sap2000				err(%)	
Fz	18065.28	(kN)	Fz	18111	(kN)	Fz	0.3	(%)
SLU_3								
	Calcolo a mano		sap2000				err(%)	
Fz	14590.26	(kN)	Fz	14623	(kN)	Fz	0.2	(%)
SLE_CH_1								
	Calcolo a mano		sap2000				err(%)	
Fz	13245.25	(kN)	Fz	13265	(kN)	Fz	0.1	(%)
Sisma SLV_X								
Calcolo a mano			sap2000			sap2000		
Fx	868.4574	(kN)	Fx	994	(kN)	Fx	12.6	(%)
Fy	347.6833	(kN)	Fy	337	(kN)	Fy	-3.2	(%)
Fz	11735.91	(kN)	Fz	11855	(kN)	Fz	1.0	(%)
Sisma SLV_Y								
Calcolo a mano			sap2000			sap2000		
Fx	260.5372	(kN)	Fx	271	(kN)	Fx	3.9	(%)
Fy	1100.608	(kN)	Fy	1124	(kN)	Fy	2.1	(%)
Fz	11735.91	(kN)	Fz	11855	(kN)	Fz	1.0	(%)

Figura 7-20: Controllo scarichi

7.2 Verifiche micropali

Si riportano di seguito le sollecitazioni derivanti dal modello SAP2000 del sistema di micropali a cavalletto necessarie per le verifiche strutturali e geotecniche (vedi: Figura 7-21 e Tabella 7-1).

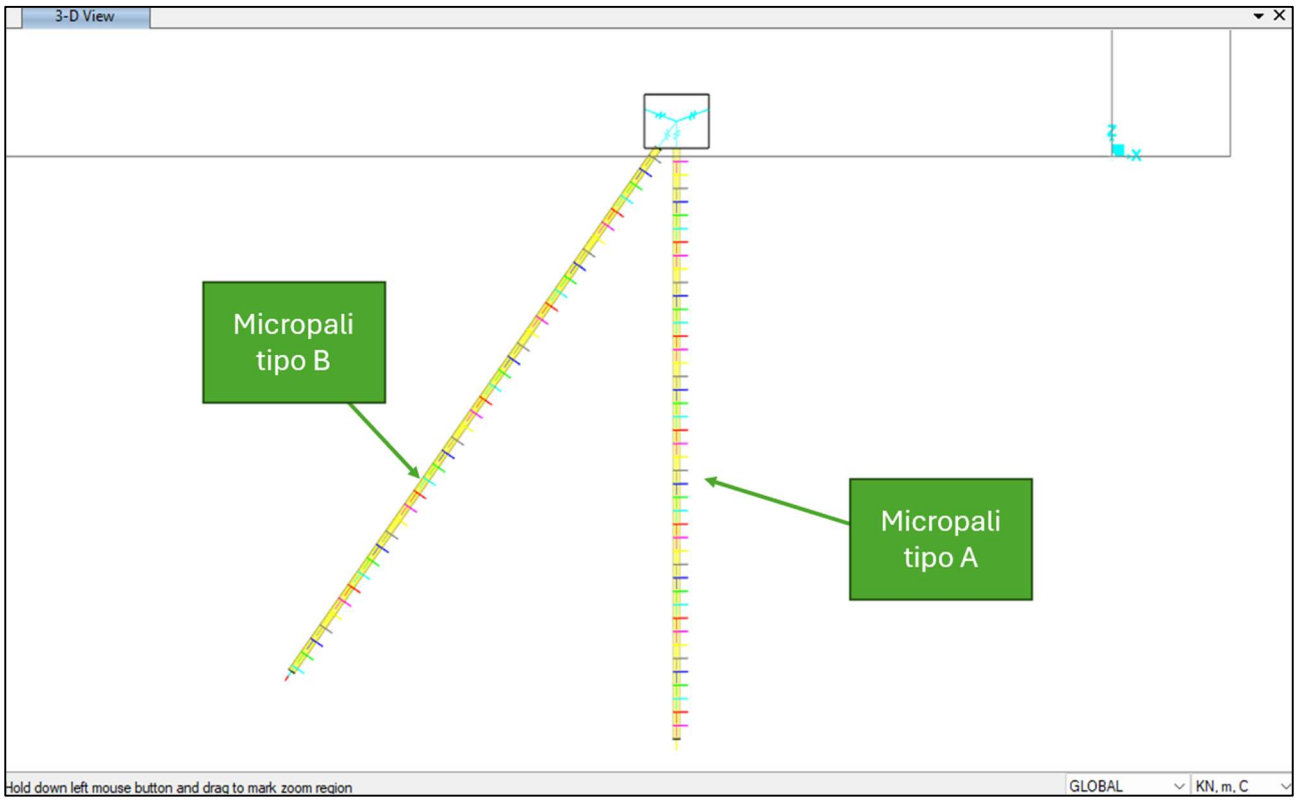


Figura 7-21: Sistema di micropali a cavalletto

SLU			
PALO A	*N = -255(kN)*	*M = 14(kNm)*	*V = 18(kN)*
PALO B	*N = 115(kN)*	*M = 15(kNm)*	*V = 20(kN)*
SLV			
PALO A	*N = -216*	*M = 15.7(kNm)*	*V = 20.5(kN)*
PALO B	*N = 155(kN)*	*M = 16.2(kNm)*	*V =20.5(kN)*

Tabella 7-1: Sollecitazioni micropali

7.2.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche vengono condotte confrontando lo sforzo normale in testa palo con la capacità portante dello stesso. Le curve di capacità portante, riportate in seguito, sono state definite e calcolate nella relazione di cui al Rif 3.

Considerando la tecnologia di getto a gravità del micropalo, si ha:

Micropalo A:

$$N_{ed} = 255(kN) + \left(A_c * 25\left(\frac{kN}{m^3}\right) + A_s * 78.5\left(\frac{kN}{m^3}\right) * 11(m)\right) = 255(kN) + 20(kN) = 275(kN)$$

$$N_{rd} = 351(kN)$$

$N_{ed} = 275(kN) \leq N_{rd} = 351$ verifica soddisfatta.

Micropalo B:

$N_{ed} = 155(kN) \leq N_{rd} = 183$ verifica soddisfatta.

7.2.2 Verifiche strutturali

Dati geometrici				
diametro estreno dle tubolare	D	148	(mm)	
spessore del tubolare	t	8	(mm)	
diametro interno del tubolare	d	132	(mm)	
Dati materiale				
tipologia acciaio	S	355	(Mpa)	
coefficiente di sicurezza	γ_{M0}	1.05	(/)	
tensione di snervamento di progetto	f_{yd}	338.095238	(MPa)	
Classificazione della sezione				
tensione di snervamento normalizzata	ε	0.81361651	(/)	
	ε^2	0.66197183	(/)	
rapporto diametro spessore	D/t	18.5	(/)	
classe della sezione	CLASSE	1	(/)	
Sollecitazioni				
sforzo normale	N_{Ed}	255	(kN)	
momento flettente	M_{Ed}	16.2	(kNm)	
taglio	V_{Ed}	20.5	(kN)	
Verifica elastica				Verificato?
Area	A	35.1858377	(cm^2)	si
momento di inerzia elastico	I	864.867891	(cm^4)	
modulo di resistenza elastico	W	116.874039	(cm^3)	
momento dstatico di metà sezione	$S_{A/2}$	78.4	(cm^3)	
tensione normale	$\sigma_{x,Ed}$	211.083105	(MPa)	
tensione tangenziale	τ_{Ed}	11.6144906	(MPa)	
tensione di Von Mises	σ_{VM}	212.03954	(MPa)	
rapporto di lavoro	WR	0.6271592	(/)	
Verifica plastica				Verificato?
Area	A	35.1858377	(cm^2)	si
Area a taglio	A_v	22.4	(cm^2)	
modulo di resistenza plastico	W_{Pl}			Ved > 0.5Vrd?
Vrd		437.246604	(kN)	no
ρ		0		
tensione di snervamento ridotta		338.095238	(MPa)	
sforzo normale resistente	$N_{c,rd}$	1189.61642	(kN)	
modulo di resistenza plastico	W_{PL}	156.8	(cm^3)	
momento resistente plastico in assenza di sforzo normale	$M_{c,rd}$	53.0133333		
rapporto $N_{ed}/N_{c,rd.}$	n	0.21435481		
Momento resistente	$M_{N,Rd}$	49.1468904		
rapporto di lavoro	WR	0.32962411	(/)	

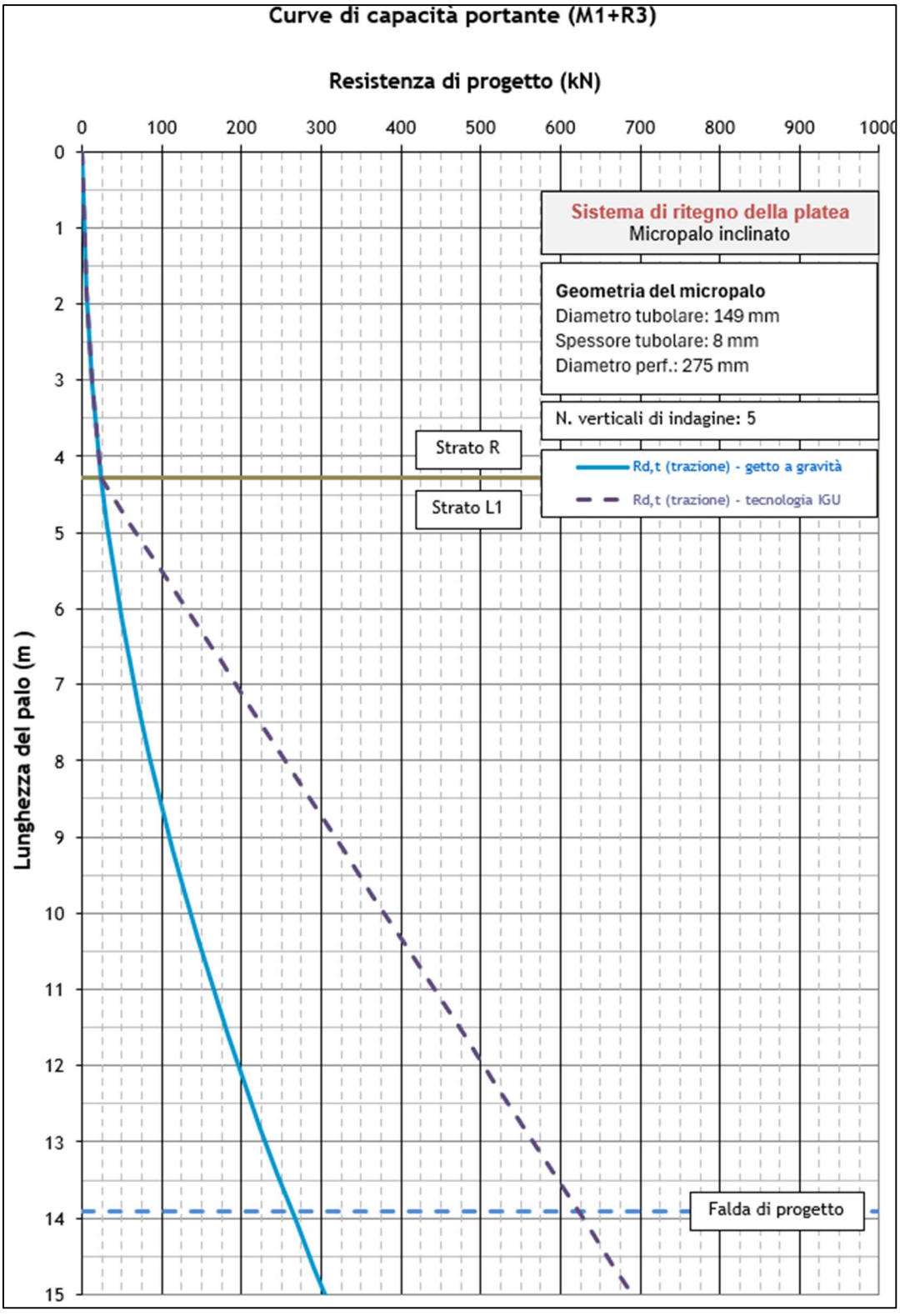


Figura 7-22: Curva di capacità portante micropalo B (Rif 3)

Micropalo inclinato		
Lpalo	Getto a gravità	Tecnologia IGU
	Rd,t	Rd,t
	Laterale (trazione)	Laterale (trazione)
(m)	(kN)	(kN)
0	0	0
0.61	1	1
1.22	3	3
1.83	6	6
2.44	9	9
3.05	13	13
3.66	18	18
4.27	23	23
4.88	31	61
5.49	39	99
6.10	49	137
6.71	60	175
7.32	72	213
7.94	85	251
8.55	99	289
9.16	113	327
9.77	129	365
10.38	146	403
10.99	164	441
11.60	183	479
12.21	203	517
12.82	224	555
13.43	246	593
14.04	268	630
14.65	291	668
15.26	315	706
15.87	339	744
16.48	362	782
17.09	386	820
17.70	411	858
18.31	436	896
18.92	461	934
19.53	487	972
20.14	513	1010
20.75	540	1048

Figura 7-23: Micropalo B: capacità portante – profondità (Rif 3)

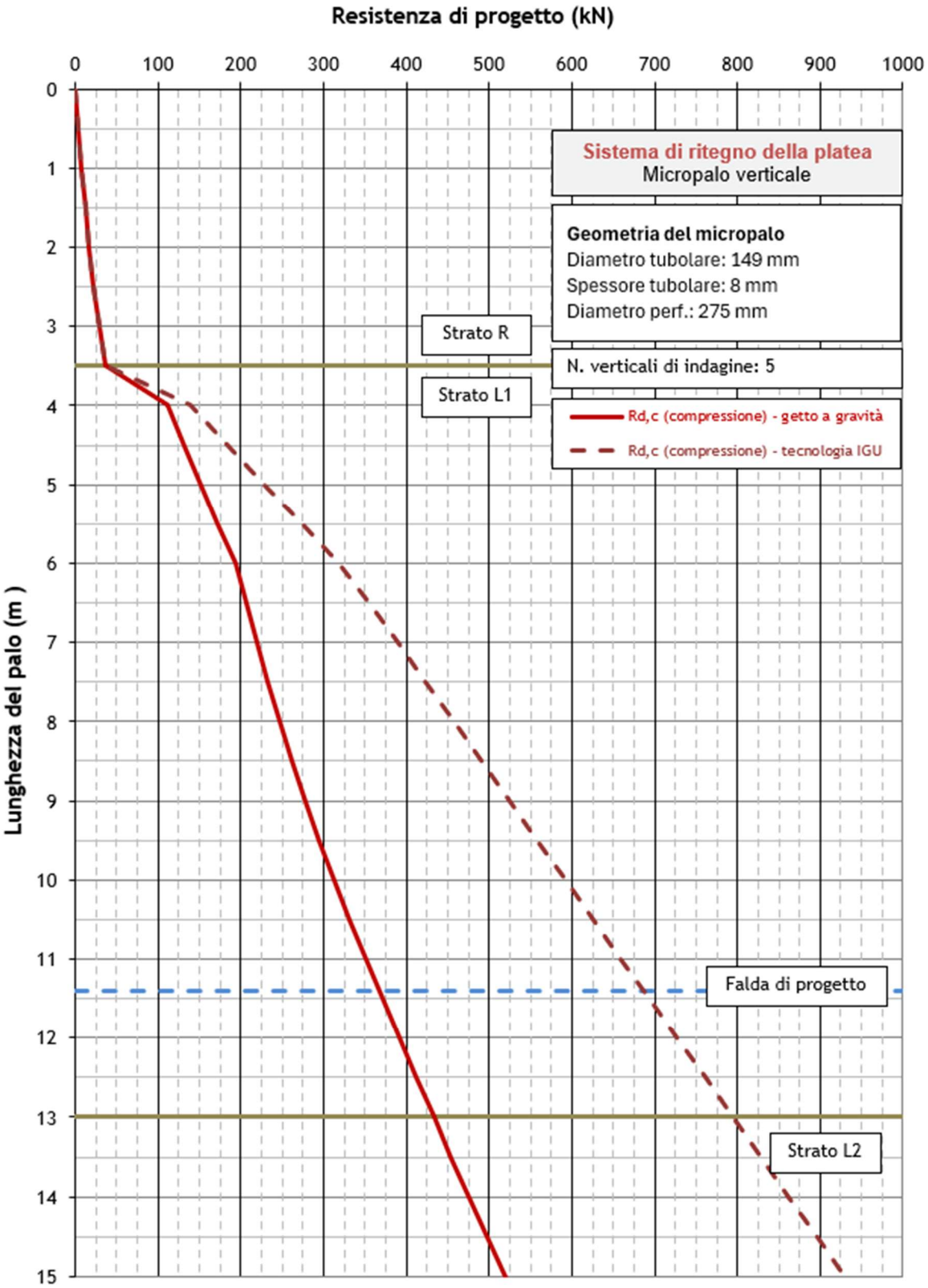


Figura 7-24: Curva di capacità portante micropalo A (Rif 3)

Micropalo verticale						
Lpalo	Getto a gravità			Tecnologia IGU		
	Rd,p	Rd,lc	Rd,tc	Rd,p	Rd,lc	Rd,tc
	punta	Laterale (compressione)	Totale (compressione)	punta	Laterale (compressione)	Totale (compressione)
(m)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
0	0	0	0	0	0	0
0.5	3	1	4	3	1	4
1	5	3	8	5	3	8
1.5	7	5	12	7	5	12
2	9	8	17	9	8	17
2.5	11	12	23	11	12	23
3	13	16	29	13	16	29
3.5	15	20	36	15	20	36
4	85	27	112	85	54	139
4.5	96	35	131	96	88	184
5	107	44	151	107	122	229
5.5	118	53	172	118	156	274
6	130	64	194	130	189	319
6.5	132	75	207	132	223	355
7	132	88	220	132	257	389
7.5	132	101	233	132	291	423
8	132	115	247	132	325	457
8.5	132	130	262	132	359	491
9	132	146	278	132	392	524
9.5	132	163	295	132	426	558
10	132	181	313	132	460	592
10.5	132	199	331	132	494	626
11	132	219	351	132	528	660
11.5	132	239	371	132	561	693
12	132	259	391	132	595	727
12.5	132	280	412	132	629	761
13	132	301	433	132	663	795
13.5	132	322	454	132	697	829
14	132	344	476	132	730	862
14.5	132	366	498	132	764	896
15	132	388	520	132	798	930
15.5	132	410	542	132	832	964
16	132	433	565	132	866	998
16.5	132	457	589	132	899	1031
17	132	480	612	132	933	1065
17.5	132	505	637	132	967	1099
18	132	529	661	132	1001	1133
18.5	132	554	686	132	1035	1167
19	132	579	711	132	1068	1200
19.5	132	605	737	132	1102	1234
20	132	631	763	132	1136	1268

Figura 7-25: Micropalo A: capacità portante – profondità (Rif 3)

7.3 Verifiche trave di ripartizione

In Figura 7-26 viene riportata l'armatura della trave di ripartizione, mentre dalla Figura 7-27 alla Figura 7-29 vengono riportate le sollecitazioni ottenute dal modello SAP2000.

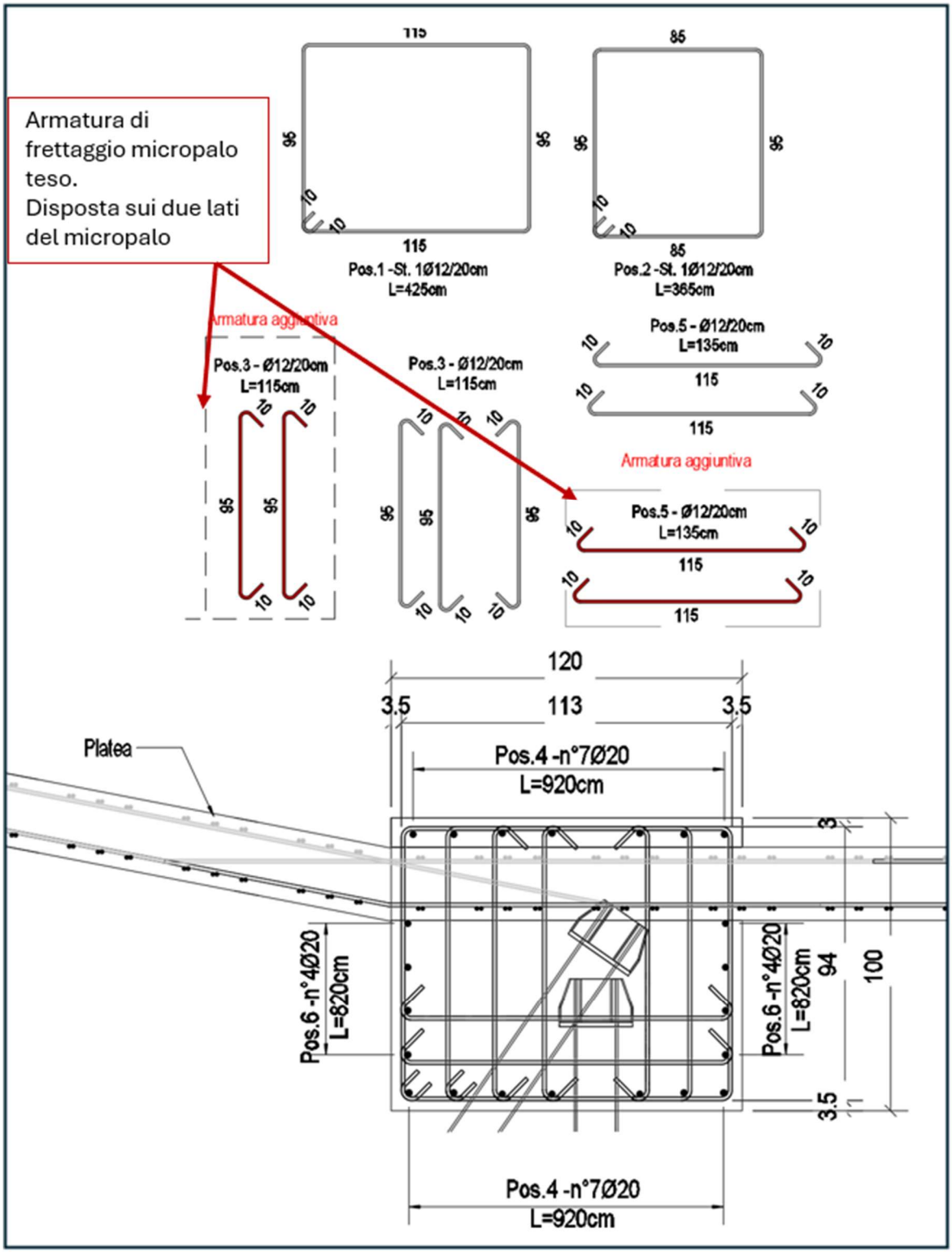


Figura 7-26: Armatura sezione trasversale trave di ripartizione

Figura 7-27: Inviluppi sollecitazioni SLU trave su micropali

Figura 7-28: Inviluppi sollecitazioni SLV trave su micropali

Figura 7-29: Inviluppi sollecitazioni SLE-CH trave su micropali

7.3.1 Verifiche SLU-SLV

Verifica a taglio

Le sollecitazioni massime di taglio a cui è soggetta la trave su micropali sono:

$$V_{2,ed,max} = V_{y,Ed} = 170(kN)$$

$$V_{3,ed,max} = V_{x,Ed} = 70(kN)$$

Caratteristiche dei materiali			
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	37	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	30	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.5	[-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85	[-]
Valore medio della resistenza a compressione cilindrica	f_{cm}	38	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calces	f_{ctm}	2.9	[MPa]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	17.00	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15	[-]
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	206000	[MPa]
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ε_{yd}	0.0018995	[-]
Deformazione ultima dell'acciaio	ε_{su}	0.01	[-]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.3	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Sollecitazioni			
Taglio sollecitante in direzione x	Ved_x	70	(kN)
Taglio sollecitante in direzione y	Ved_y	170	(kN)
Inclinazione puntone compresso	θ	45	(°)
	cotθ	1.00	(/)
Caratteristiche geometriche direzione X			
Base	bw	1000	(mm)
Altezza utile sezione	d	1140	(mm)
interasse staffe	s	200	(mm)
numero staffe	n	4	(/)
diametro staffe	ϕ	12	
area staffe	Asw	452.38896	(mm^2)
Taglio resistente staffe	Vrd,s	908.12287	(kN)
Taglio resistente puntone compresso	Vrd,c	4360.5	(kN)
Taglio resistente	Vrd	908.12287	(kN)
Caratteristiche geometriche direzione Y			
Base	bw	1200	(mm)
Altezza utile sezione	d	940	(mm)
interasse staffe	s	200	(mm)
numero staffe	n	7	(/)
diametro staffe	ϕ	12	
area staffe	Asw	791.68068	(mm^2)
Taglio resistente staffe	Vrd,s	1310.4054	(kN)
Taglio resistente puntone compresso	Vrd,c	4314.6	(kN)
Taglio resistente	Vrd	1310.4054	(kN)
Verifica a taglio biassiale			
Ved_x/Vrd_x + Ved_y/Vrd_y	0.20681	< 1 ?	Verificato!

Verifica a flessione SLU-SLV

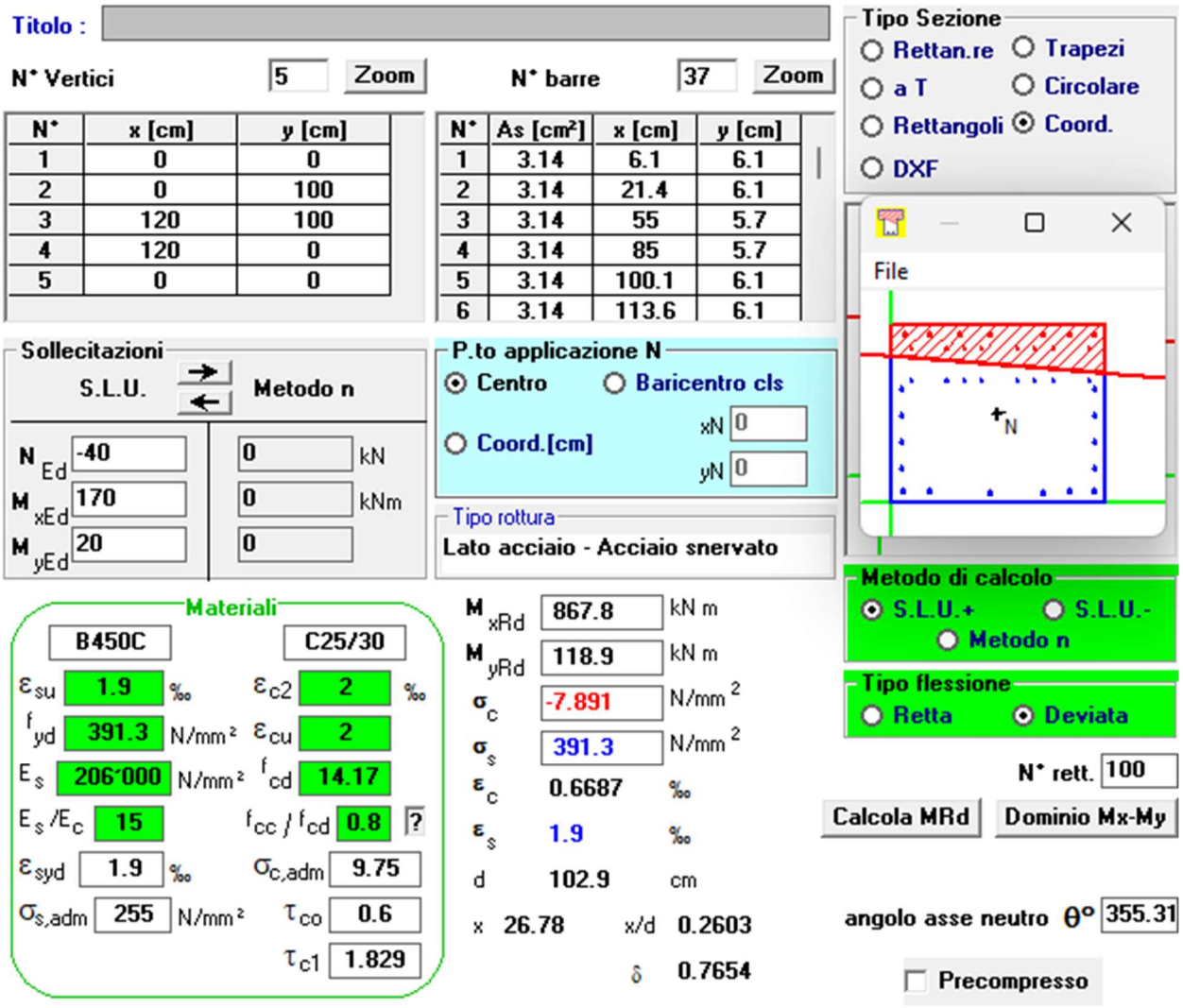
Per semplicità di esposizione, data la bassa entità delle sollecitazioni rispetto alla dimensione della trave, le verifiche a flessione agli stati limite SLU ed SLV verranno condotte in campo sostanzialmente elastico con riferimento ai valori massimi di inviluppo:

$$M_{2,ed,max} = M_{y,Ed} = 20(kN)$$

$$M_{3,ed,max} = M_{x,Ed} = 170(kN)$$

$$N_{max} = 40(kN)$$

La verifica è soddisfatta.



7.3.2 Verifiche SLE

Verifica di limitazione delle tensioni e di apertura delle fessure

Per semplicità di esposizione, data la bassa entità delle sollecitazioni rispetto alla dimensione della trave, le verifiche di limitazione delle tensioni e di apertura delle fessure, verranno condotte con riferimento alle sollecitazioni della combinazione caratteristica, limitando il valore limite di apertura delle fessure a wlim=0.3mm.

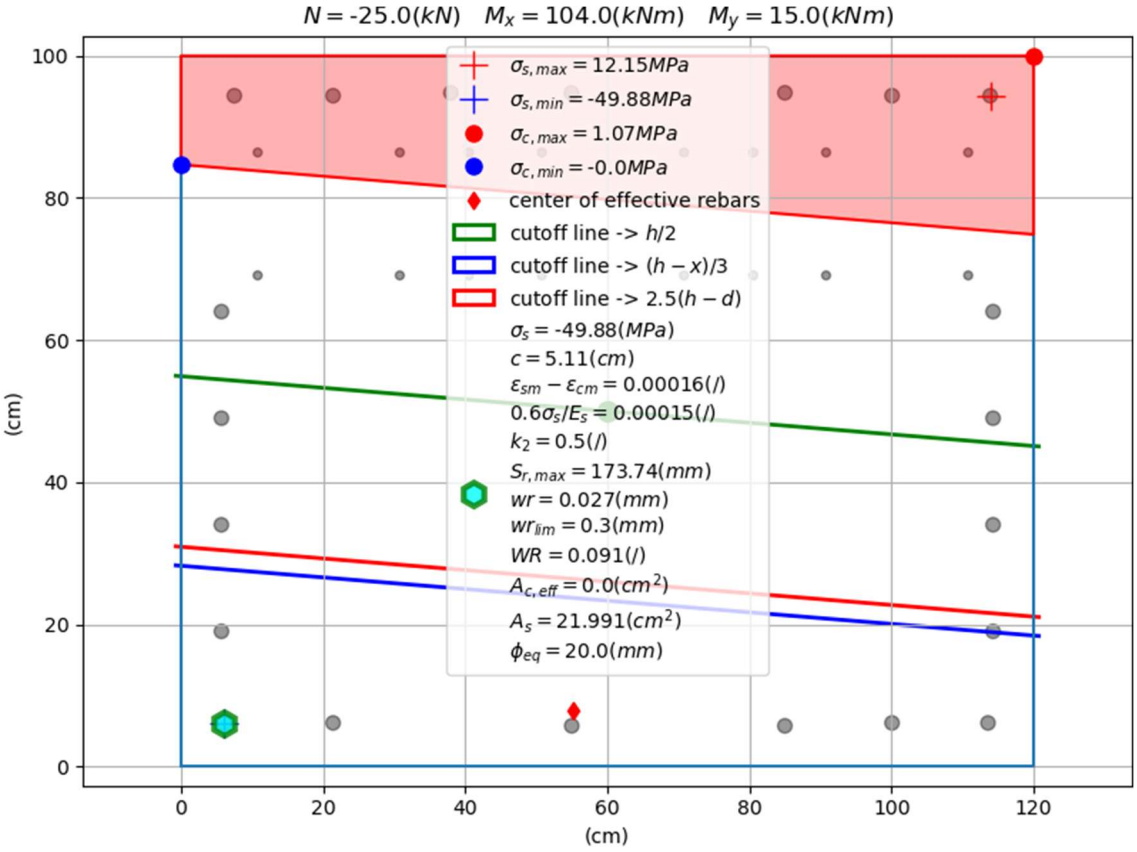
La verifica verrà condotta con riferimento ai seguenti valori massimi di inviluppo:

$$M_{2,ed,max} = M_{y,Ed} = 15(kN)$$

$$M_{3,ed,max} = M_{x,Ed} = 104(kN)$$

$$N_{max} = 25(kN)$$

La verifica è soddisfatta.



7.4 Sollecitazioni dispositivi di appoggio

Si riportano di seguito le sollecitazioni e gli spostamenti dei dispositivi di appoggio per le combinazioni ai vari stati limite.

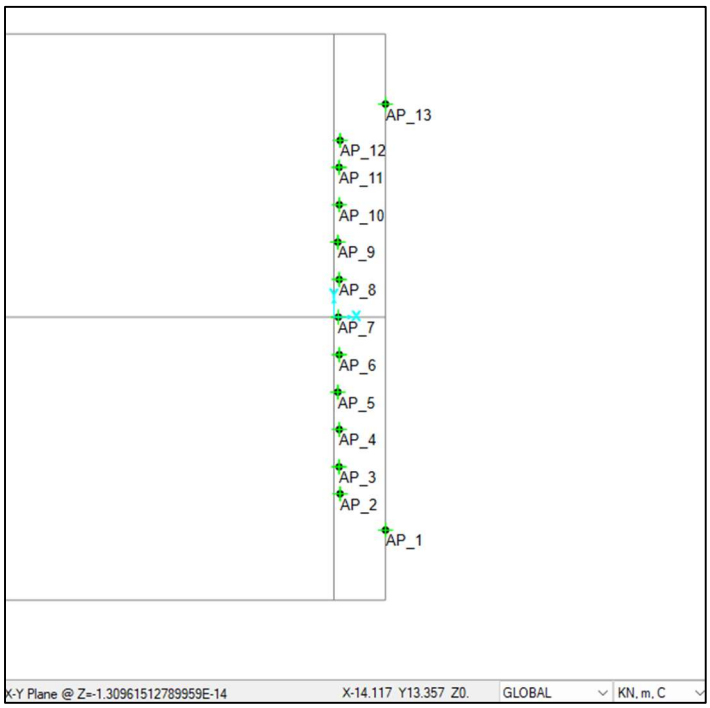


Figura 7-30: Numerazione appoggi

Appoggio	Combinazione	FZ (kN)	UX (mm)	UY (mm)
AP_1	CS_SLU	12.469	-0.02	-0.04
AP_1	SLU_1	1.367	2.33	0.00
AP_1	SLU_2	-1.329	2.33	0.02
AP_1	SLU_3	8.324	1.25	0.00
AP_10	CS_SLU	29.652	3.33	-0.02
AP_10	SLU_1	61.843	5.81	-0.04
AP_10	SLU_2	47.66	5.82	-0.04
AP_10	SLU_3	38.797	4.63	-0.02
AP_11	CS_SLU	27.779	3.32	-0.02
AP_11	SLU_1	81.572	5.79	-0.03
AP_11	SLU_2	62.489	5.80	-0.03
AP_11	SLU_3	42.228	4.62	-0.01
AP_12	CS_SLU	21.494	3.31	-0.01
AP_12	SLU_1	169.499	5.77	-0.02
AP_12	SLU_2	152.683	5.78	-0.02
AP_12	SLU_3	65.999	4.61	0.00
AP_13	CS_SLU	12.466	-0.02	0.04
AP_13	SLU_1	1.198	2.35	-0.04
AP_13	SLU_2	-1.496	2.36	-0.06

AP_13	SLU_3	8.257	1.25	0.00
AP_2	CS_SLU	21.49	3.30	-0.02
AP_2	SLU_1	169.175	5.73	-0.05
AP_2	SLU_2	152.394	5.74	-0.05
AP_2	SLU_3	65.927	4.59	-0.02
AP_3	CS_SLU	27.744	3.31	-0.01
AP_3	SLU_1	82.348	5.76	-0.03
AP_3	SLU_2	63.259	5.77	-0.03
AP_3	SLU_3	42.602	4.61	-0.01
AP_4	CS_SLU	29.612	3.32	-0.01
AP_4	SLU_1	62.143	5.79	-0.03
AP_4	SLU_2	47.971	5.79	-0.03
AP_4	SLU_3	38.856	4.62	-0.01
AP_5	CS_SLU	20.861	3.33	-0.01
AP_5	SLU_1	71.49	5.79	-0.03
AP_5	SLU_2	63.083	5.80	-0.03
AP_5	SLU_3	59.97	4.62	-0.01
AP_6	CS_SLU	18.474	3.33	-0.01
AP_6	SLU_1	46.254	5.80	-0.03
AP_6	SLU_2	43.251	5.81	-0.03
AP_6	SLU_3	46.634	4.62	-0.01
AP_7	CS_SLU	15.435	3.33	-0.01
AP_7	SLU_1	62.504	5.80	-0.03
AP_7	SLU_2	60.288	5.81	-0.03
AP_7	SLU_3	58.155	4.62	-0.01
AP_8	CS_SLU	18.479	3.33	-0.02
AP_8	SLU_1	46.234	5.81	-0.04
AP_8	SLU_2	43.224	5.81	-0.03
AP_8	SLU_3	46.643	4.63	-0.02
AP_9	CS_SLU	20.803	3.33	-0.02
AP_9	SLU_1	71.441	5.81	-0.04
AP_9	SLU_2	63.061	5.81	-0.04
AP_9	SLU_3	59.864	4.63	-0.02

Tabella 7-2: sollecitazioni e spostamenti appoggi – SLU

Appoggio	Combinazione	FZ (kN)	UX (mm)	UY (mm)
AP_1	SLV_X	0.349	3.78	0.89
AP_1	SLV_Y	2.009	2.15	2.64
AP_10	SLV_X	35.672	6.07	0.75

AP_10	SLV_Y	37.603	4.21	2.49
AP_11	SLV_X	47.77	6.04	0.75
AP_11	SLV_Y	46.062	4.15	2.49
AP_12	SLV_X	105.088	6.02	0.76
AP_12	SLV_Y	91.297	4.09	2.50
AP_13	SLV_X	1.002	3.56	0.71
AP_13	SLV_Y	4.597	1.46	2.58
AP_2	SLV_X	105.864	6.17	0.75
AP_2	SLV_Y	94.005	4.58	2.49
AP_3	SLV_X	49.646	6.17	0.76
AP_3	SLV_Y	49.437	4.55	2.49
AP_4	SLV_X	36.035	6.17	0.76
AP_4	SLV_Y	37.725	4.52	2.50
AP_5	SLV_X	45.682	6.16	0.76
AP_5	SLV_Y	41.483	4.47	2.50
AP_6	SLV_X	25.781	6.14	0.76
AP_6	SLV_Y	26.517	4.42	2.50
AP_7	SLV_X	39.959	6.13	0.76
AP_7	SLV_Y	35.872	4.37	2.50
AP_8	SLV_X	26.143	6.11	0.76
AP_8	SLV_Y	27.686	4.32	2.50
AP_9	SLV_X	45.724	6.09	0.75
AP_9	SLV_Y	41.854	4.26	2.49

Tabella 7-3: sollecitazioni e spostamenti appoggi – SLV

Appoggio	Combinazione	FZ (kN)	UX (mm)	UY (mm)
AP_1	CS_SLE	9.591	-0.02	-0.03
AP_1	SLE_CH_3	6.912	0.79	0.00
AP_1	SLE_CH_2	0.593	1.48	0.00
AP_1	SLE_CH_1	2.39	1.47	-0.01
AP_10	CS_SLE	22.806	2.54	-0.01
AP_10	SLE_CH_3	29.067	3.37	-0.02
AP_10	SLE_CH_2	35.158	4.12	-0.03
AP_10	SLE_CH_1	44.613	4.12	-0.03
AP_11	CS_SLE	21.365	2.53	-0.01
AP_11	SLE_CH_3	31.035	3.37	-0.01
AP_11	SLE_CH_2	44.611	4.11	-0.02
AP_11	SLE_CH_1	57.333	4.10	-0.02
AP_12	CS_SLE	16.533	2.53	-0.01
AP_12	SLE_CH_3	45.979	3.36	0.00
AP_12	SLE_CH_2	103.485	4.09	-0.02
AP_12	SLE_CH_1	114.697	4.09	-0.01
AP_13	CS_SLE	9.588	-0.02	0.03

AP_13	SLE_CH_3	6.87	0.79	0.00
AP_13	SLE_CH_2	0.483	1.49	-0.03
AP_13	SLE_CH_1	2.279	1.49	-0.03
AP_2	CS_SLE	16.529	2.52	-0.01
AP_2	SLE_CH_3	45.926	3.34	-0.02
AP_2	SLE_CH_2	103.283	4.07	-0.03
AP_2	SLE_CH_1	114.471	4.06	-0.04
AP_3	CS_SLE	21.338	2.52	-0.01
AP_3	SLE_CH_3	31.269	3.36	-0.01
AP_3	SLE_CH_2	45.115	4.09	-0.03
AP_3	SLE_CH_1	57.841	4.08	-0.03
AP_4	CS_SLE	22.775	2.53	-0.01
AP_4	SLE_CH_3	29.094	3.36	-0.01
AP_4	SLE_CH_2	35.354	4.11	-0.02
AP_4	SLE_CH_1	44.802	4.10	-0.02
AP_5	CS_SLE	16.046	2.54	-0.01
AP_5	SLE_CH_3	42.104	3.37	-0.01
AP_5	SLE_CH_2	44.142	4.11	-0.02
AP_5	SLE_CH_1	49.747	4.11	-0.02
AP_6	CS_SLE	14.209	2.54	-0.01
AP_6	SLE_CH_3	33.143	3.37	-0.01
AP_6	SLE_CH_2	30.994	4.12	-0.02
AP_6	SLE_CH_1	32.995	4.11	-0.02
AP_7	CS_SLE	11.873	2.54	-0.01
AP_7	SLE_CH_3	40.342	3.37	-0.01
AP_7	SLE_CH_2	41.705	4.12	-0.02
AP_7	SLE_CH_1	43.183	4.11	-0.02
AP_8	CS_SLE	14.213	2.54	-0.01
AP_8	SLE_CH_3	33.15	3.37	-0.01
AP_8	SLE_CH_2	30.979	4.12	-0.03
AP_8	SLE_CH_1	32.985	4.12	-0.03
AP_9	CS_SLE	16.002	2.54	-0.01
AP_9	SLE_CH_3	42.03	3.37	-0.01
AP_9	SLE_CH_2	44.125	4.12	-0.03
AP_9	SLE_CH_1	49.712	4.12	-0.03

Tabella 7-4: sollecitazioni e spostamenti appoggi – SLE-CH

Appoggio	Combinazione	FZ (kN)	UX (mm)	UY (mm)
AP_1	SLE_QP_1	4.476	1.04	-0.01
AP_1	SLE_QP_2	3.398	1.04	-0.01

AP_1	SLE_QP_3	7.172	0.64	-0.01
AP_10	SLE_QP_1	38.431	3.65	-0.02
AP_10	SLE_QP_2	32.758	3.66	-0.02
AP_10	SLE_QP_3	29.076	3.21	-0.02
AP_11	SLE_QP_1	47.071	3.64	-0.02
AP_11	SLE_QP_2	39.438	3.65	-0.02
AP_11	SLE_QP_3	31.284	3.21	-0.01
AP_12	SLE_QP_1	86.578	3.63	-0.01
AP_12	SLE_QP_2	79.85	3.64	-0.01
AP_12	SLE_QP_3	45.393	3.20	-0.01
AP_13	SLE_QP_1	4.396	1.05	-0.01
AP_13	SLE_QP_2	3.319	1.05	-0.02
AP_13	SLE_QP_3	7.133	0.64	0.01
AP_2	SLE_QP_1	86.415	3.61	-0.03
AP_2	SLE_QP_2	79.702	3.61	-0.03
AP_2	SLE_QP_3	45.335	3.19	-0.02
AP_3	SLE_QP_1	47.427	3.63	-0.02
AP_3	SLE_QP_2	39.791	3.63	-0.02
AP_3	SLE_QP_3	31.475	3.20	-0.01
AP_4	SLE_QP_1	38.557	3.64	-0.02
AP_4	SLE_QP_2	32.889	3.64	-0.02
AP_4	SLE_QP_3	29.105	3.21	-0.01
AP_5	SLE_QP_1	40.111	3.65	-0.02
AP_5	SLE_QP_2	36.748	3.65	-0.02
AP_5	SLE_QP_3	35.532	3.21	-0.01
AP_6	SLE_QP_1	27.665	3.65	-0.02
AP_6	SLE_QP_2	26.464	3.65	-0.02
AP_6	SLE_QP_3	27.736	3.21	-0.01
AP_7	SLE_QP_1	34.227	3.65	-0.02
AP_7	SLE_QP_2	33.341	3.66	-0.02
AP_7	SLE_QP_3	32.531	3.21	-0.01
AP_8	SLE_QP_1	27.659	3.66	-0.02
AP_8	SLE_QP_2	26.455	3.66	-0.02
AP_8	SLE_QP_3	27.74	3.22	-0.01
AP_9	SLE_QP_1	40.074	3.66	-0.02
AP_9	SLE_QP_2	36.721	3.66	-0.02
AP_9	SLE_QP_3	35.471	3.22	-0.02

Tabella 7-5: sollecitazioni e spostamenti appoggi – SLE-QP

7.5 Verifiche soletta

Si riportano di seguito le verifiche geotecniche e strutturali della soletta.

7.5.1 Verifiche geotecniche

Le verifiche geotecniche comprendono la verifica a capacità portante in condizioni ultime e la limitazione dei cedimenti in condizioni di esercizio.

7.5.1.1 Verifica a capacità portante

La verifica di capacità portante viene condotta confrontando la pressione sul terreno derivante dal modello SAP2000, con la tensione resistente calcolata attraverso la formulazione di Brinch Hansen.

$$q_{Rd} = \frac{0.5 * \gamma * B * N_\gamma * g_\gamma}{\gamma_R} = \frac{0.5 * 18\left(\frac{kN}{m^3}\right) * 1.6(m) * 16.72 * 0.5635}{2.3} = 59(kPa)$$

Dove:

$N_\gamma = 2\left(N_q + 1\right)tg(\phi') = 16.72$

$N_q = \frac{1 + \sin(\phi')}{1 - \sin(\phi')} e^{\pi tg(\phi')} = 14.72$

$g_\gamma = \left(1 - tg(\omega)\right)^2 = 0.5635$

$q_{Ed} = 42(kPa) \leq q_{Rd} = 59(kPa)$ Verifica soddisfatta

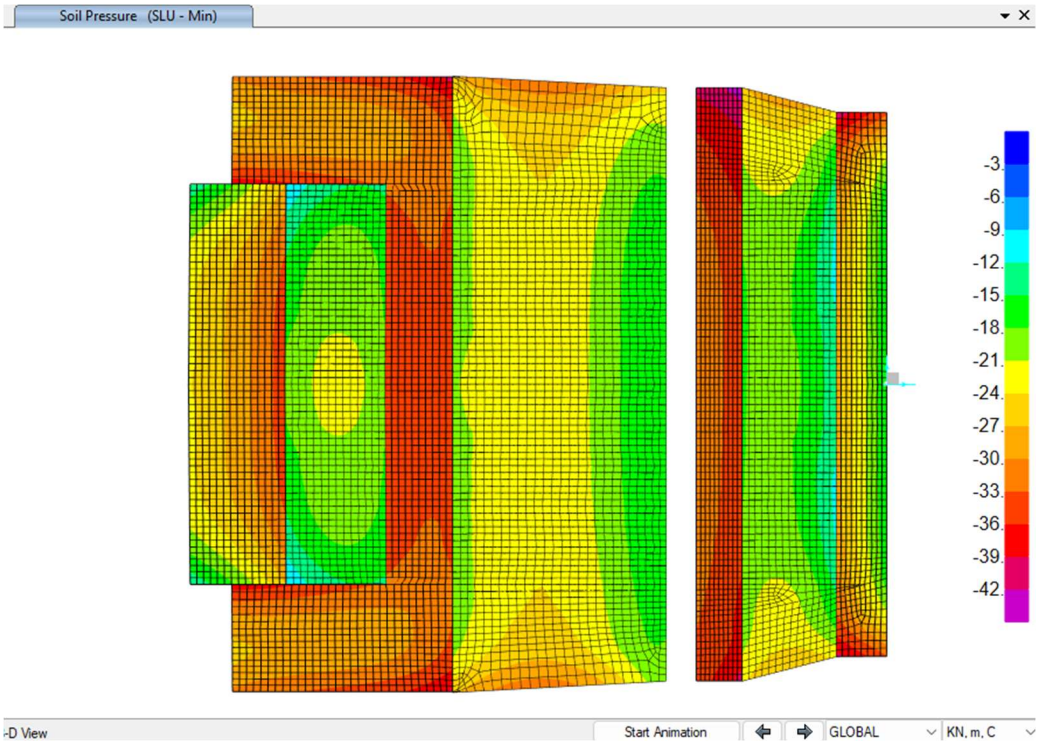


Figura 7-31: Pressione nel terreno – inviluppo minimi delle combinazioni SLU

7.5.1.2 Limitazione dei cedimenti

In generale si può affermare che i cedimenti si sviluppino all'atto del caricamento, vista la natura incoerente del terreno. Pertanto, la stima dei cedimenti effettuata sul modello FEM di platea su suolo elastico con Modulo di Winkler si ritiene attendibile.

Come riportato nella letteratura tecnica d'uso comune, quale il Bowles (paragrafo 5.15, Tabella 5.8), considerando una fondazione a platea e un terreno incoerente, il cedimento massimo tollerabile è di 25mm.

Come si può osservare dalla Figura 7-32 il cedimento massimo in condizioni quasi permanenti risulta inferiore a 5mm e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

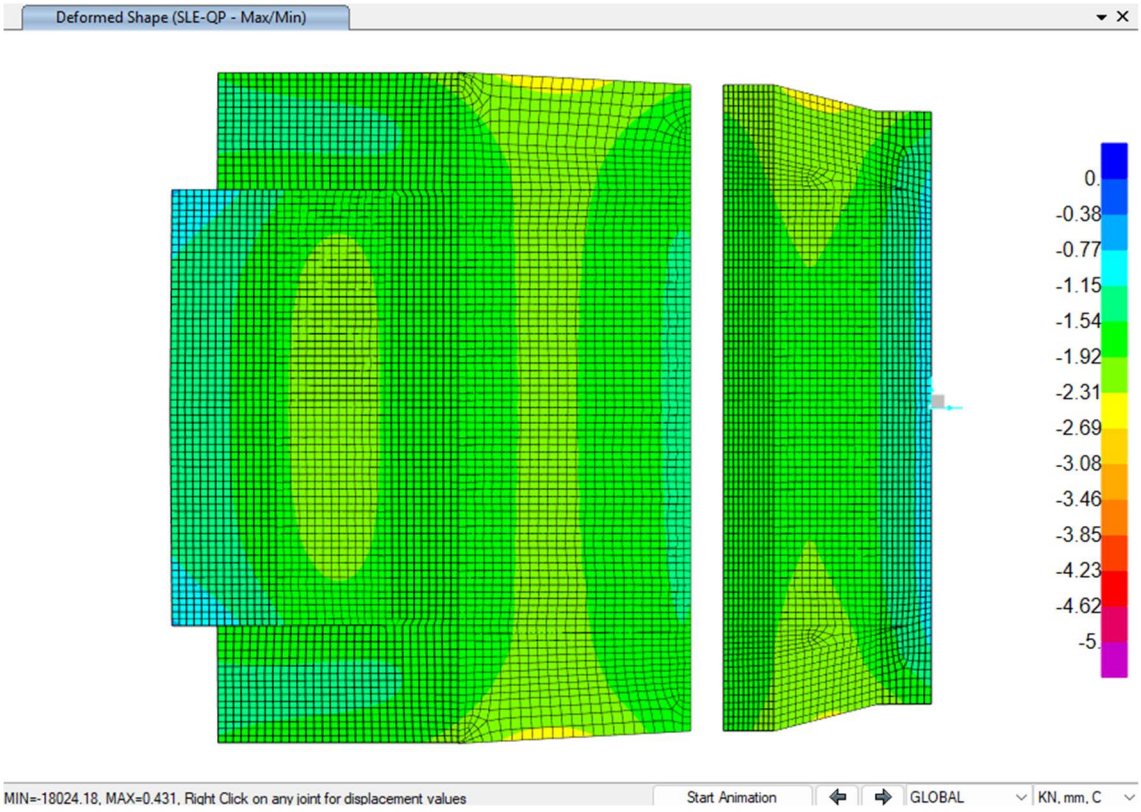


Figura 7-32: inviluppo cedimenti verticali in condizione quasi permanente

7.5.2 Verifiche strutturali

Si riportano di seguito le seguenti verifiche strutturali:

- Verifiche SLU-SLV:
  - Verifica a taglio non armato in condizione ultima nelle due direzioni x ed y;
  - Verifica a flessione nelle due direzioni x ed y considerando conservativamente per entrambi gli stati limite la condizione sostanzialmente elastica;
- Verifiche SLE:
  - Verifica di limitazione delle tensioni nelle due direzioni x ed y considerando le sollecitazioni della combinazione caratteristica;

- Verifica di limitazione dell'apertura delle fessure nelle due direzioni x ed y considerando le sollecitazioni della combinazione quasi permanente.

In Figura 7-33 viene riportata la geometria della sezione adottata per le verifiche nelle due direzioni trasversali (x ed y).

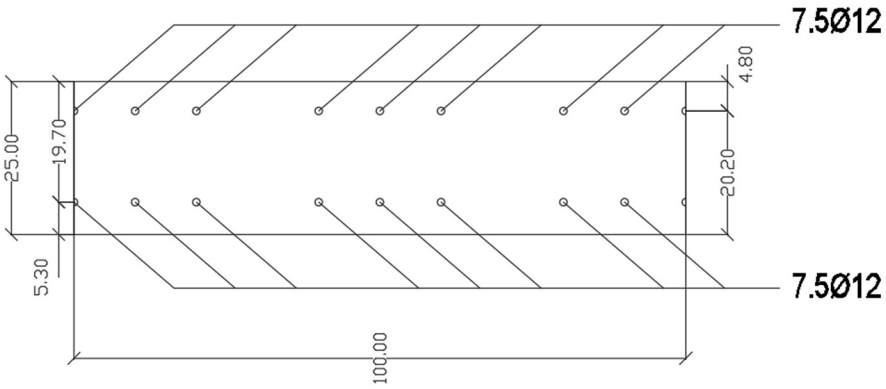


Figura 7-33: Sezione trasversale impiegata per le verifiche strutturali nelle direzioni x e y

7.5.2.1 Verifiche SLU-SLV

Dalla Figura 7-35 alla Figura 7-37, si riportano le sollecitazioni massime e minime degli inviluppi delle combinazioni SLU ed SLV.

7.5.2.1.1 Verifica a taglio non armato

Si riporta di seguito la verifica a taglio non armato in accordo al §4.1.2.3.5.1 NTC18

Verifica a taglio non armato			
Larghezza minima sezione	Bw	1000	(mm)
Altezza sezione	h	250	(mm^2)
Altezza utile sezione	d	197	(mm)
Armatura longitudinale tesa	Asl	848.23	(mm^2)
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	rho_l	0.004306	(/)
Resistenza caratteristica a compressione del cls	fck	30	(Mpa)
Sforzo normale agente sulla sezione	Ned	-85	(kN)
Tensione agente sulla sezione indotta da Ned	sigma_cp	-0.34	(Mpa)
	k1	1	
	k	2	
Taglio resistente	Vrd	43.9546	(kN)
Taglio resistente minimo	Vrd_min	39.83688	(kN)

Figura 7-34: Resistenza a taglio non armato

Come è possibile vedere da: Figura 7-34, Figura 7-36 e Figura 7-35, il valore di taglio sollecitate non eccede il valore di taglio resistente e pertanto la verifica a taglio è soddisfatta.

7.5.2.1.2 Verifica a flessione retta

Come è possibile vedere da: Figura 7-38, Figura 7-35 e Figura 7-37, la verifica a flessione della soletta risulta soddisfatta.

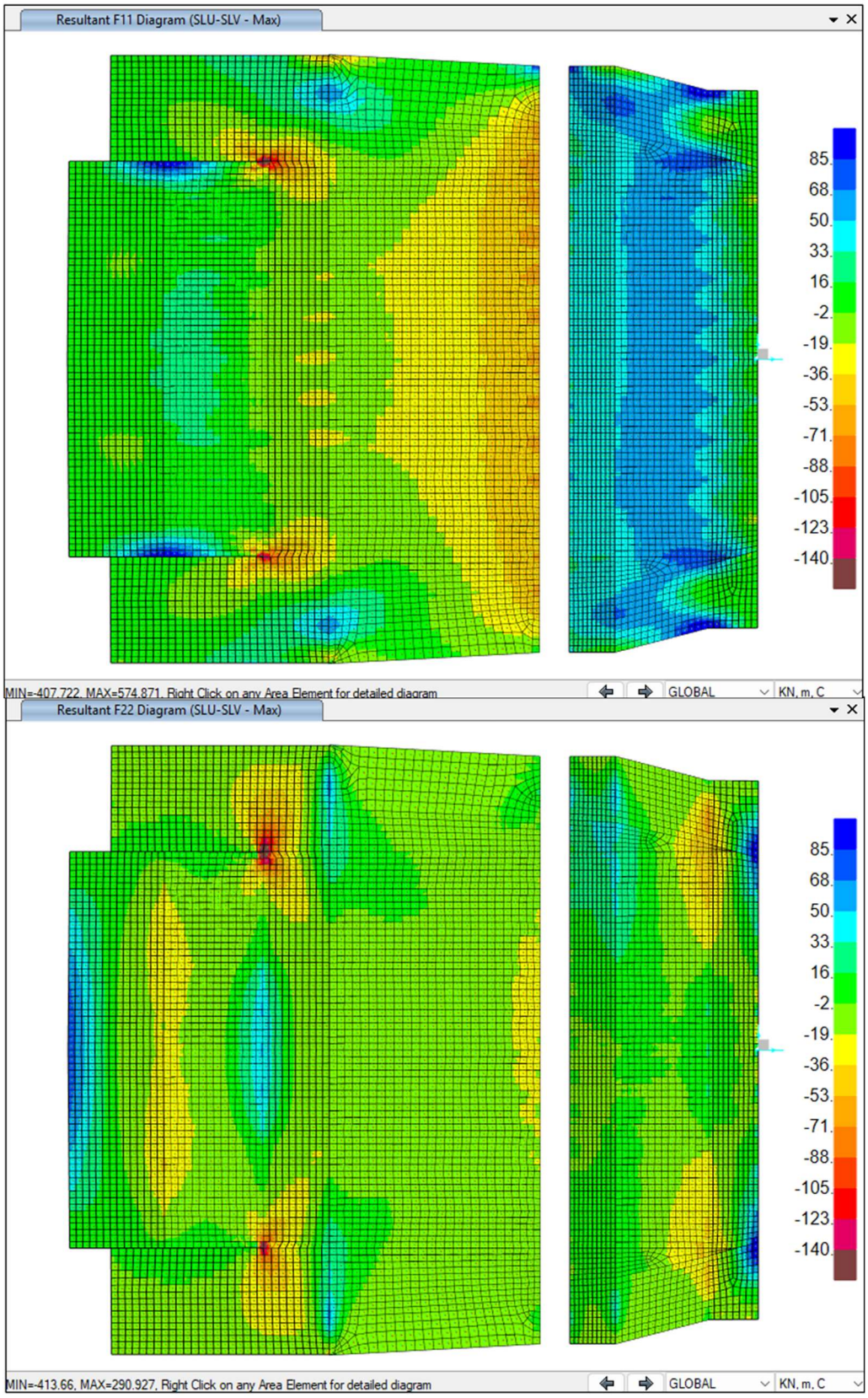


Figura 7-35: Sforzo membranale massimo associato all'inviluppo delle combinazioni SLU ed SLV: in direzione x (in alto), in direzione y (in basso)

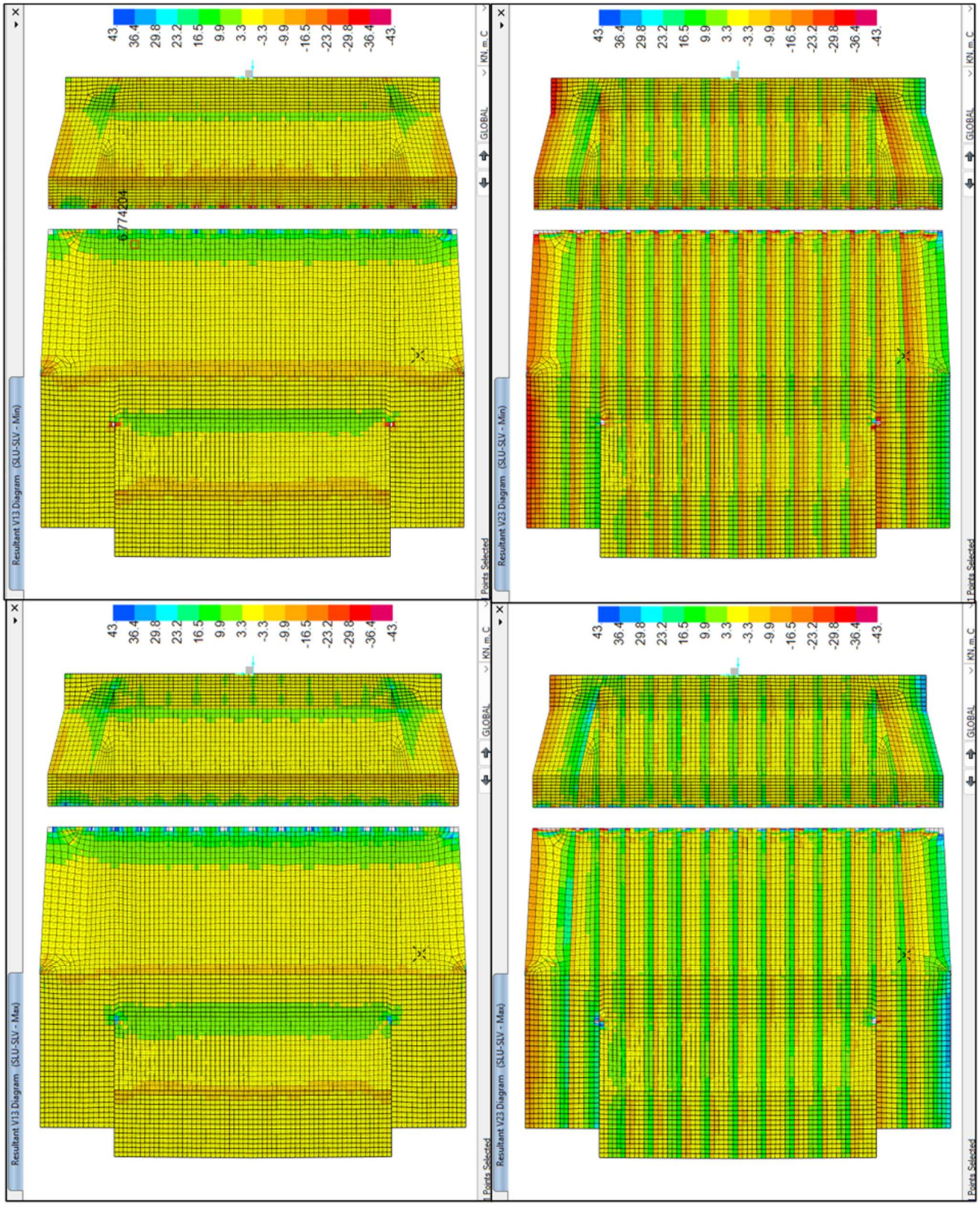


Figura 7-36: Taglio in direzione x ed y associato all'inviluppo delle combinazioni SLU ed SLV: inviluppo minimo direzione x (in alto a sinistra), inviluppo massimo direzione x (in basso a sinistra), inviluppo minimo direzione y (in alto a destra), inviluppo massimo direzione y (in basso a destra)

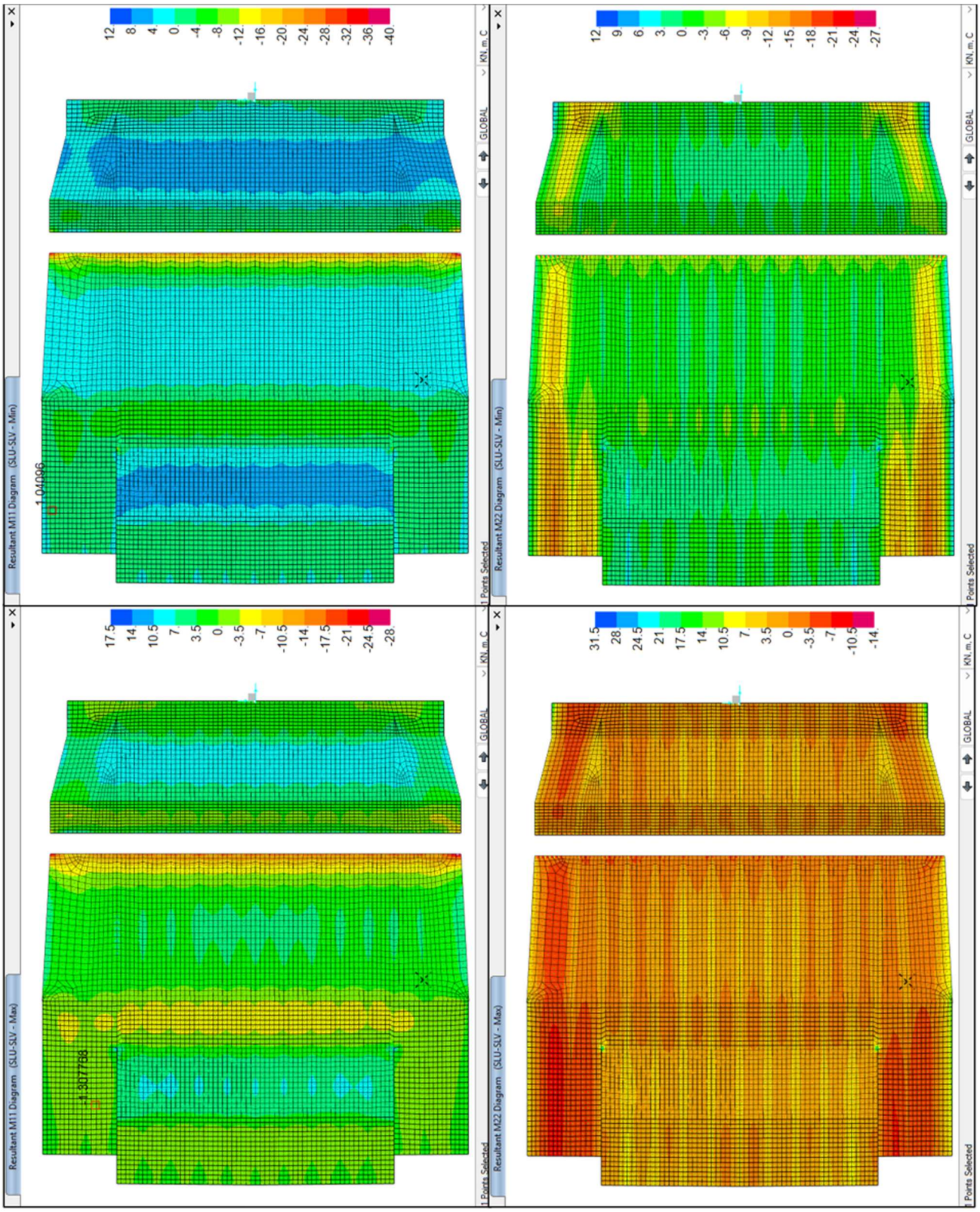


Figura 7-37: Momento flettente in direzione x e y associato all'inviluppo delle combinazioni SLU ed SLV: inviluppo minimo direzione x (in alto a sinistra), inviluppo massimo direzione x (in basso a sinistra), inviluppo minimo direzione y (in alto a destra), inviluppo massimo direzione y (in basso a destra)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

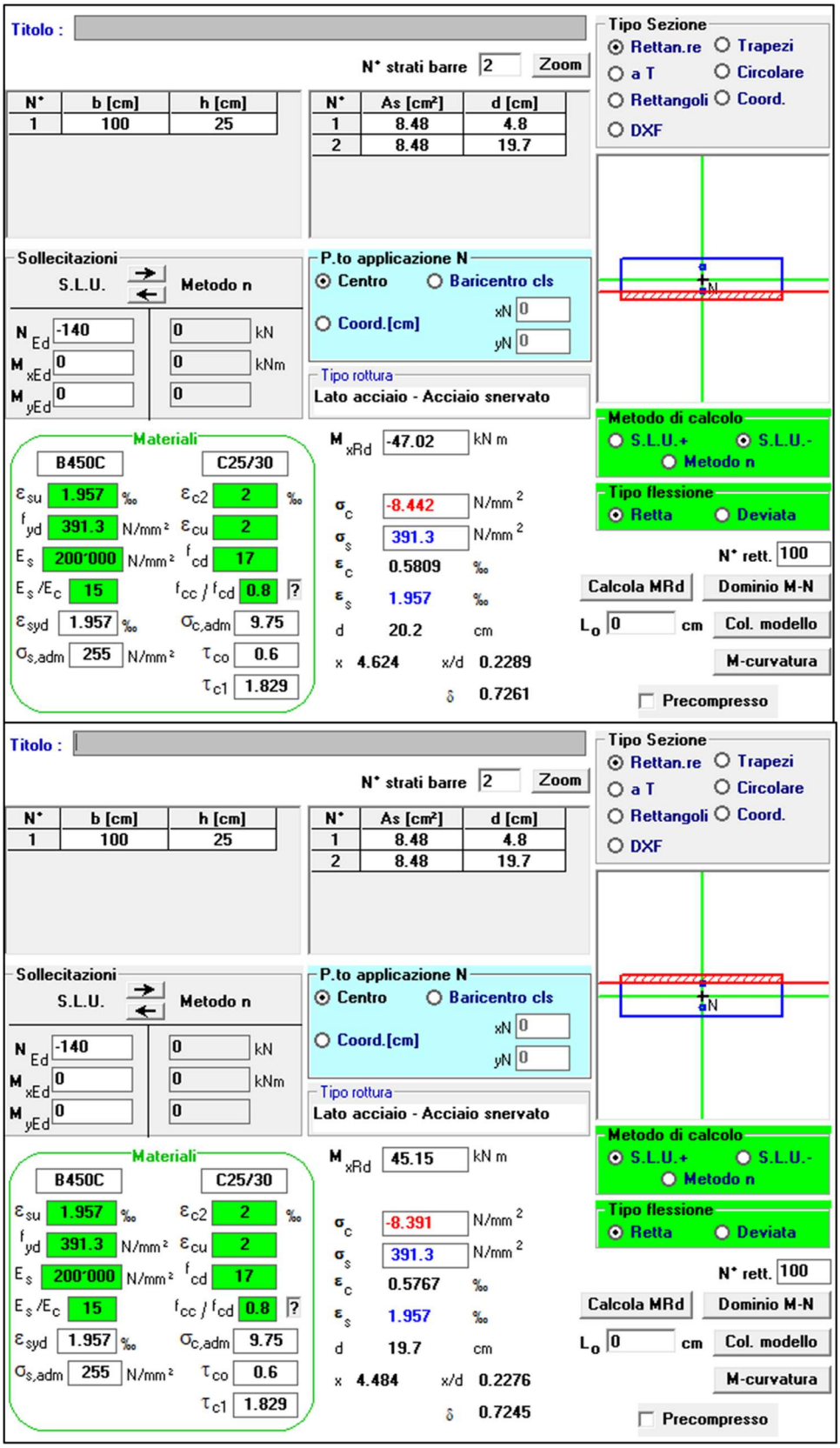


Figura 7-38: Calcolo momento resistente soletta

7.5.2.2 Verifiche SLE

Dalla Figura 7-39 alla Figura 7-42, si riportano le sollecitazioni massime e minime degli inviluppi delle combinazioni SLE caratteristica ed SLE quasi permanente, necessarie per la verifica di limitazione delle tensioni e di limitazione dell'apertura delle fessure.

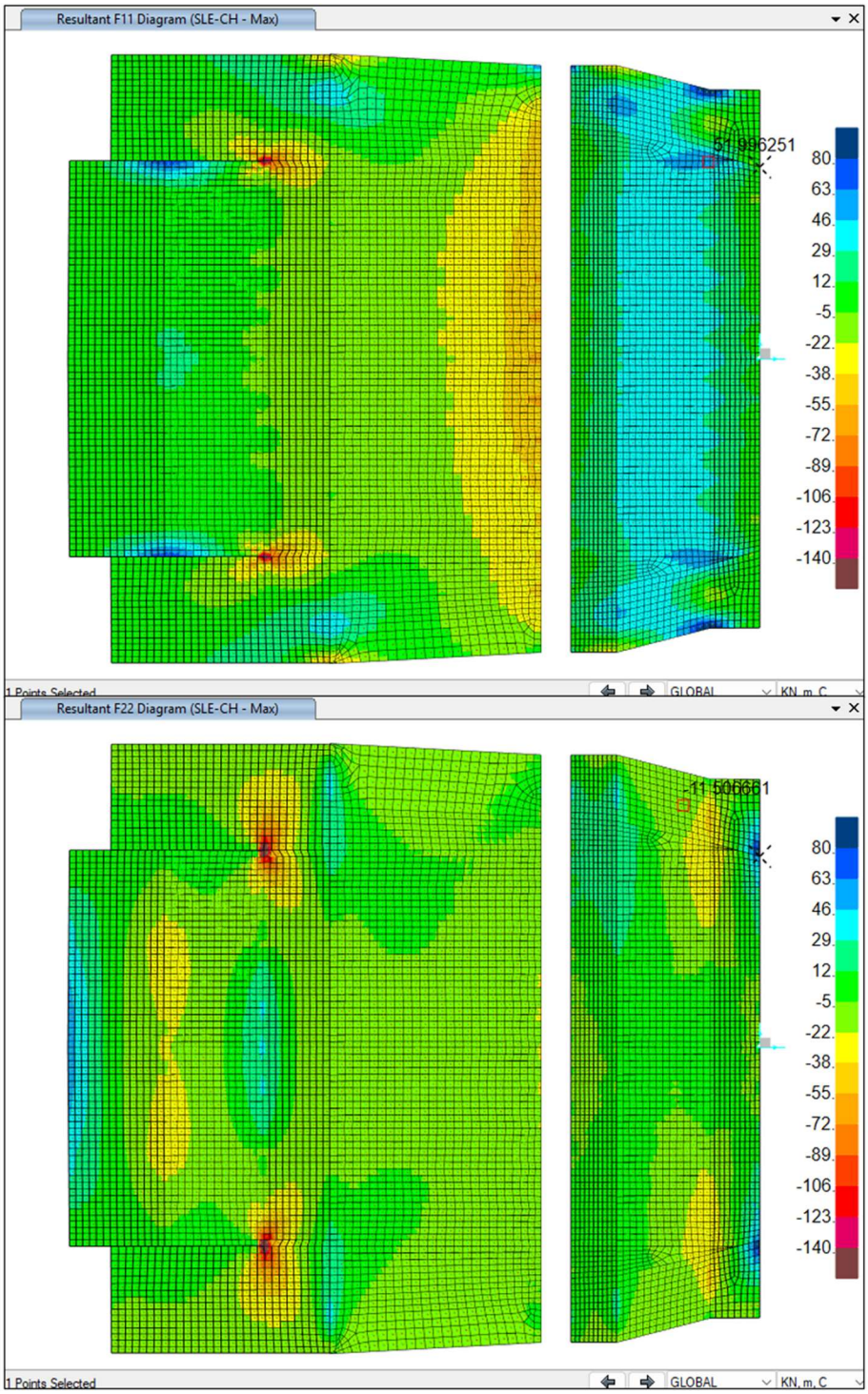


Figura 7-39: Sforzo membranale massimo associato all'inviluppo delle combinazioni SLE caratteristiche: in direzione x (in alto), in direzione y (in basso)

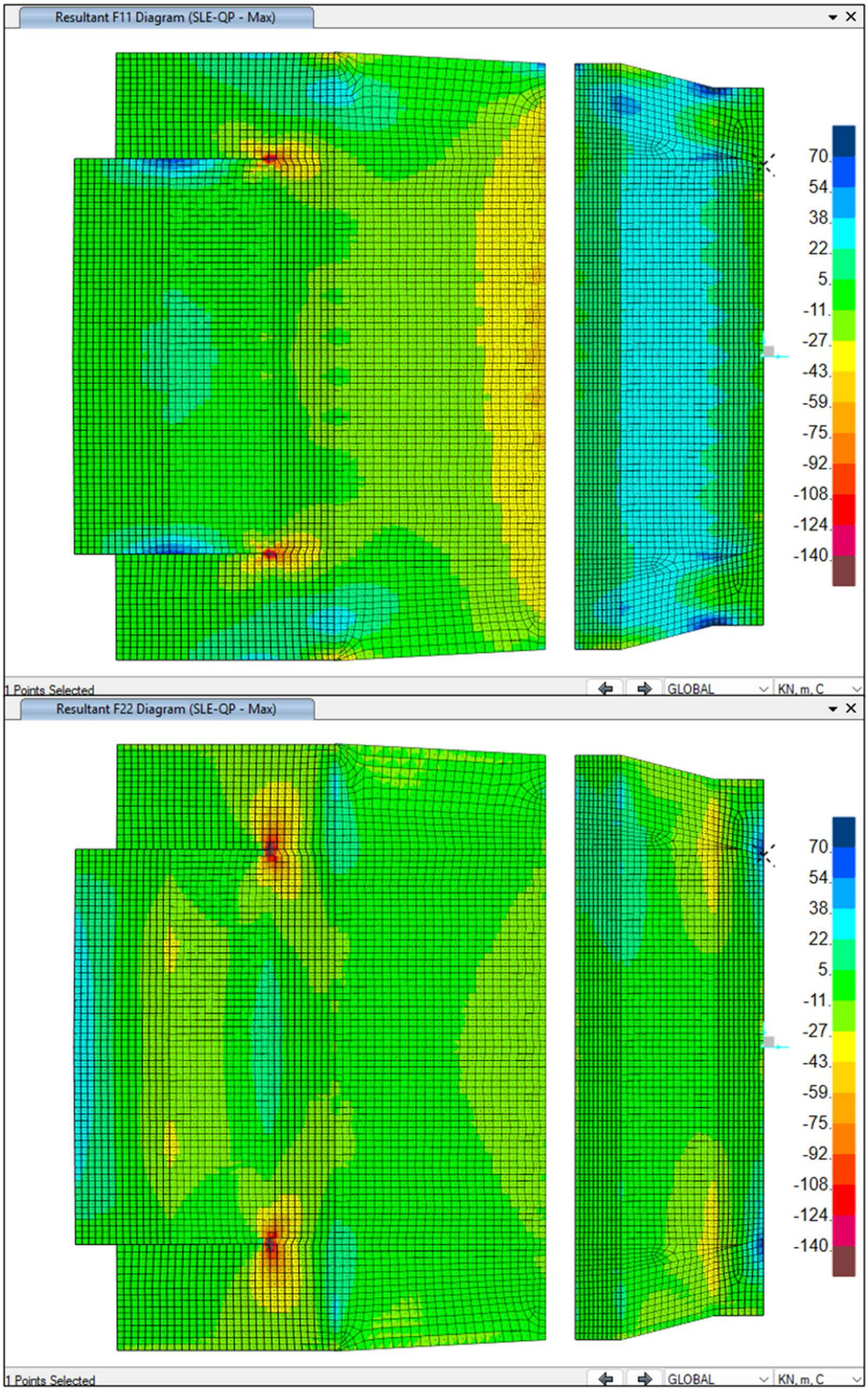


Figura 7-40: Sforzo membranale massimo associato all'inviluppo delle combinazioni SLE quasi permanente: in direzione x (in alto), in direzione y (in basso)

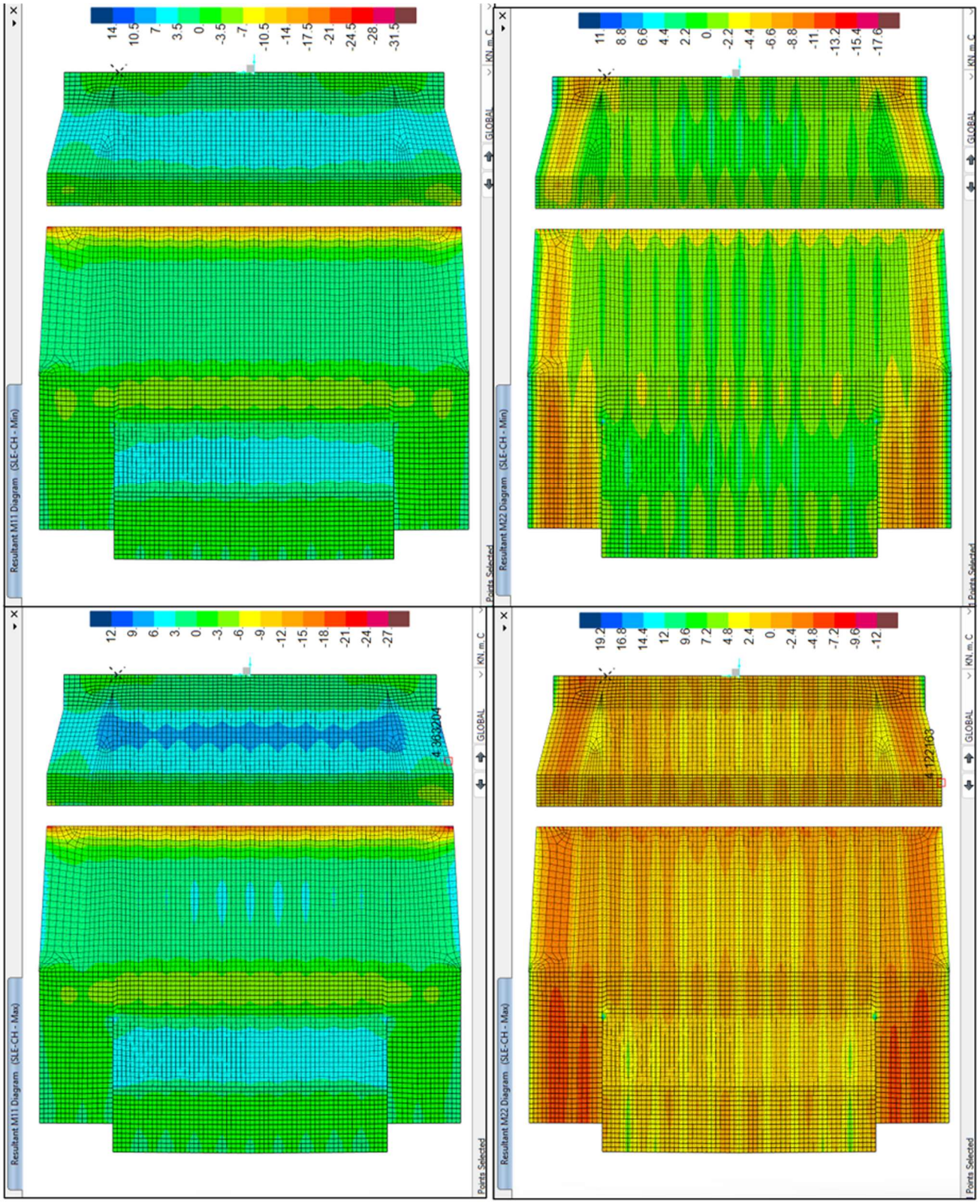


Figura 7-41: Momento flettente in direzione x e y associato all'inviluppo delle combinazioni SLE caratteristica: inviluppo minimo direzione x (in alto a sinistra), inviluppo massimo direzione x (in basso a sinistra), inviluppo minimo direzione y (in alto a destra), inviluppo massimo direzione y (in basso a destra)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

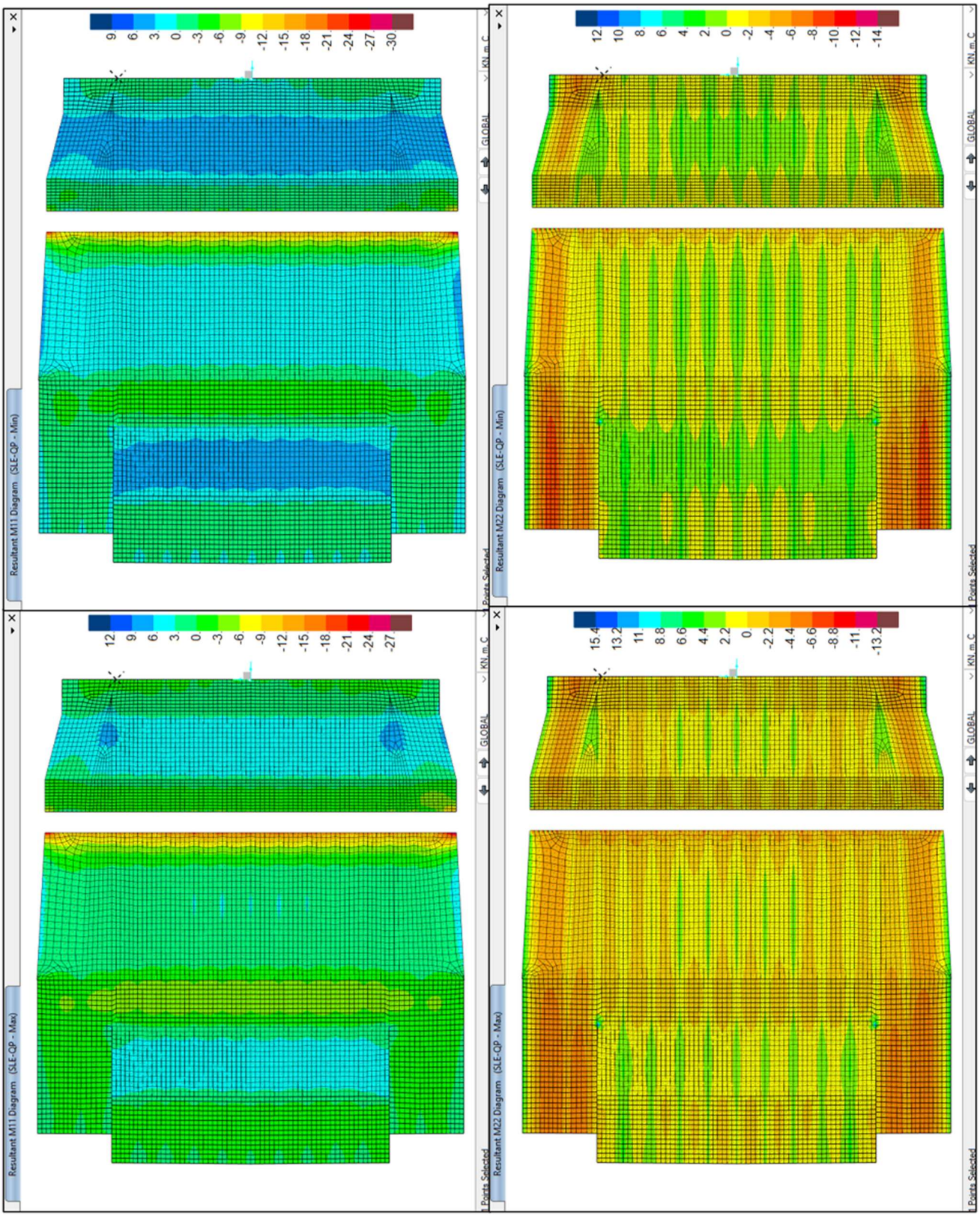


Figura 7-42: Momento flettente in direzione x e y associato all'inviluppo delle combinazioni SLE quasi permanente: inviluppo minimo direzione x (in alto a sinistra), inviluppo massimo direzione x (in basso a sinistra), inviluppo minimo direzione y (in alto a destra), inviluppo massimo direzione y (in basso a destra)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

7.5.2.2.1 Verifica di limitazione delle tensioni in combinazione caratteristica

Come è possibile osservare dalla Figura 7-43, le tensioni rientrano nei limiti riportati nel §5Materiali strutturali e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

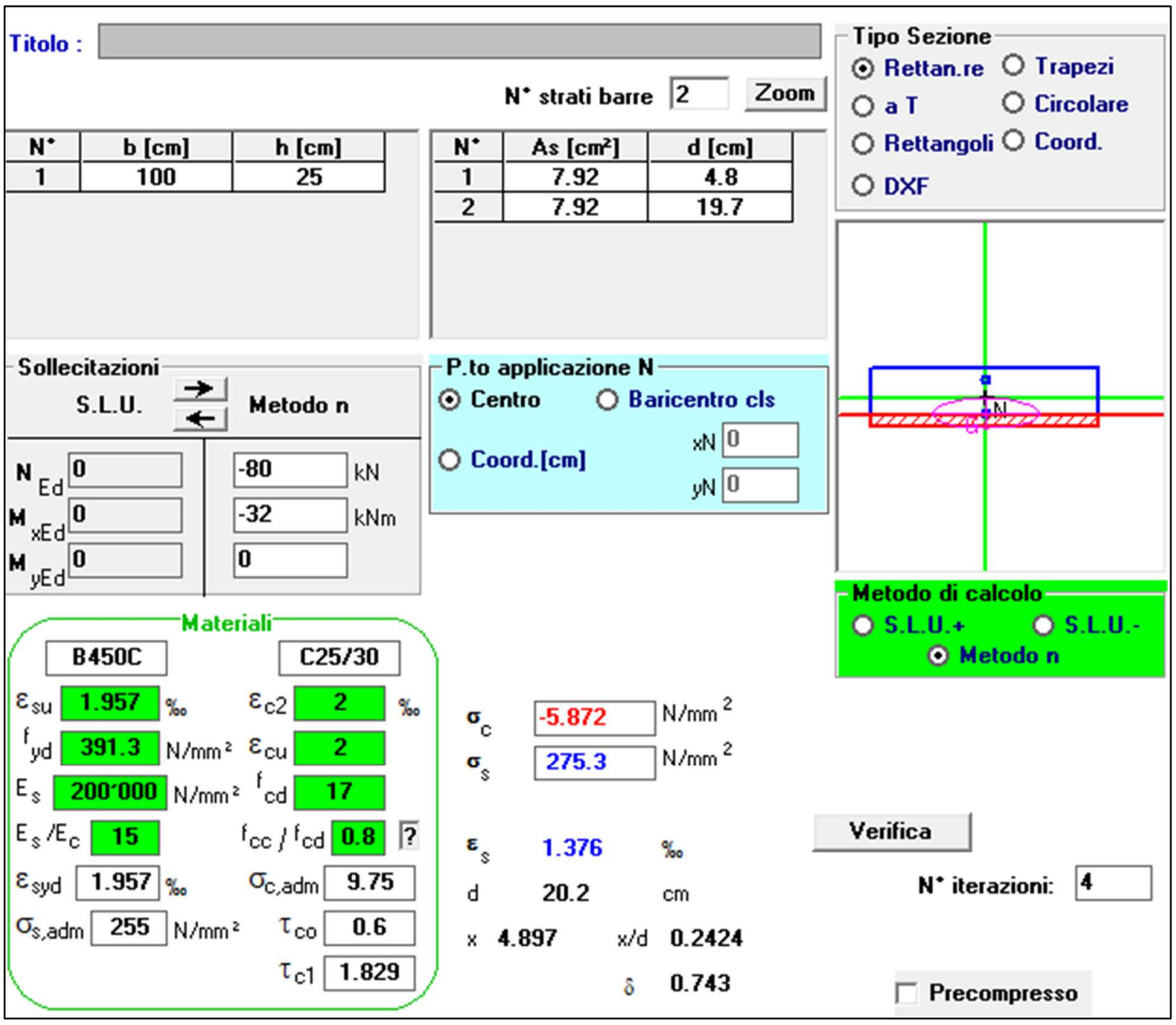


Figura 7-43: Calcolo tensionale per la combinazione più gravosa in combinazione caratteristica

7.5.2.2.2 Verifica di limitazione delle tensioni e apertura fessure in combinazione QP

Come è possibile osservare dalla Figura 7-44 le tensioni e l'apertura delle fessure rientrano nei limiti riportati nel §5Materiali strutturali e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

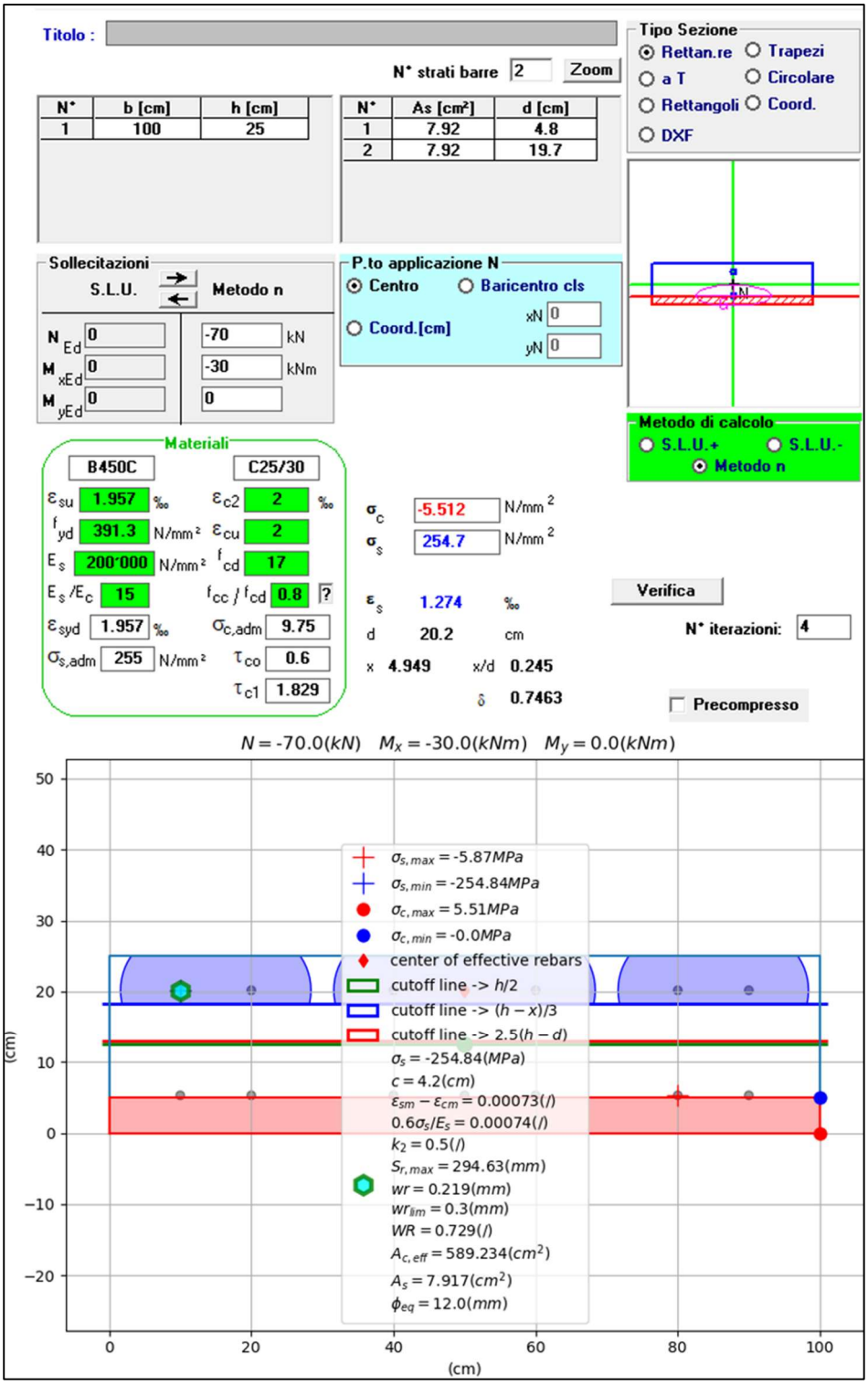


Figura 7-44: Verifica di limitazione delle tensioni e di apertura delle fessure per la condizione più gravosa delle combinazioni quasi permanenti

7.6 Verifiche muretti

In Figura 7-45 e Figura 7-46 viene riportata l'armatura e la geometria della sezione trasversale dei muretti.

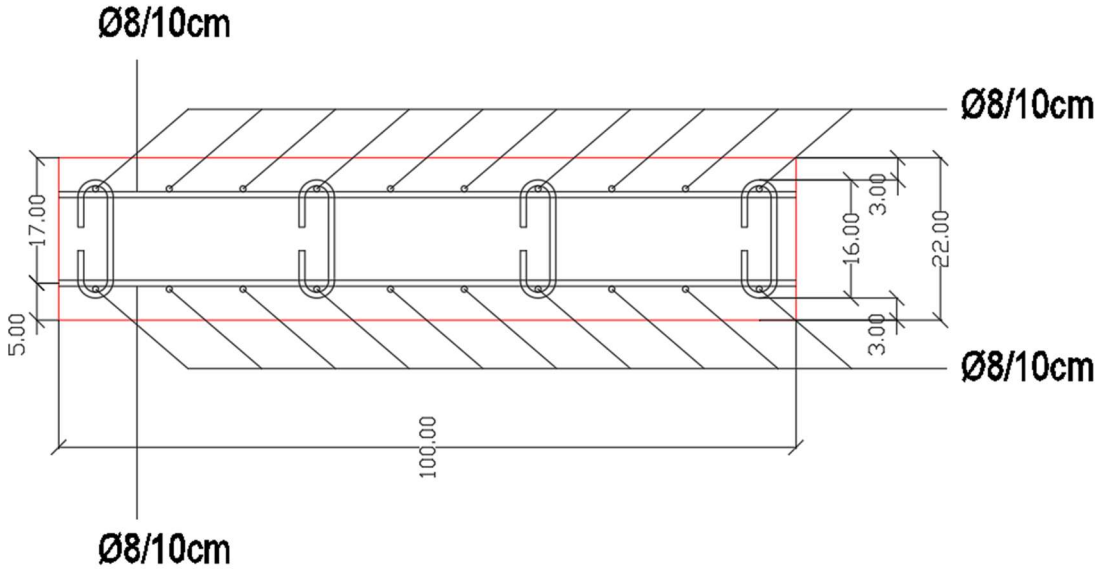


Figura 7-45: Armatura e geometria sezione muretti (vista dall'alto)

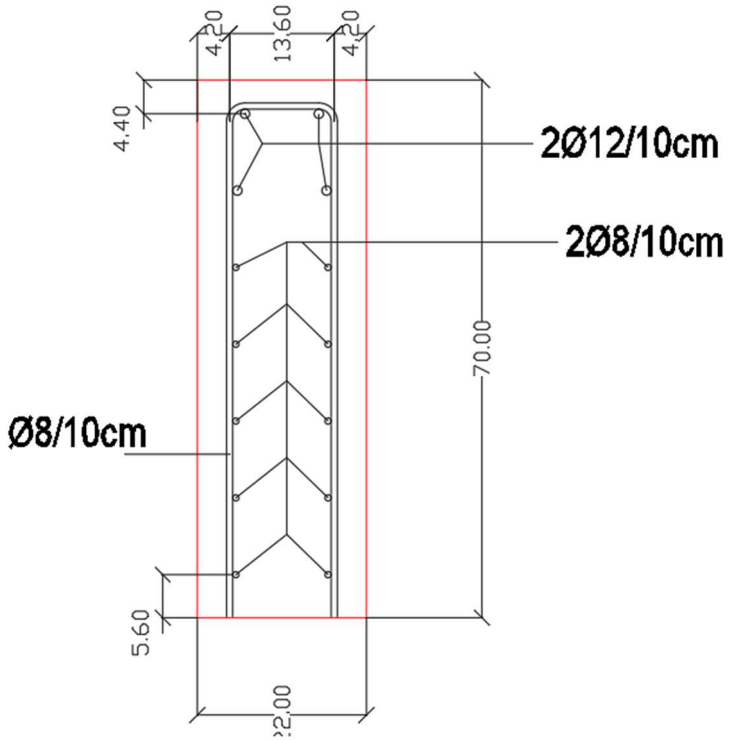


Figura 7-46: Armatura e geometria sezione muretti

Di seguito si riportano le verifiche di resistenza agli stati limite ultimi e di esercizio nella direzione verticale e lungo l'asse del muretto.

7.6.1 Verifiche comportamento direzione verticale

In Figura 7-49 e Figura 7-50 vengono riportate le sollecitazioni di flessione e taglio per le combinazioni SLU-SLV ed SLE-CH. Si considera cautelativamente nullo lo sforzo di compressione agente sui muretti.

7.6.1.1 Verifica a taglio SLU-SLV

Si riporta di seguito la verifica a taglio non armato in accordo al §4.1.2.3.5.1 NTC18

Come è possibile vedere da: Figura 7-47 e Figura 7-50 il valore di taglio sollecitate non eccede il valore di taglio resistente e pertanto la verifica a taglio è soddisfatta.

Verifica a taglio non armato			
Larghezza minima sezione	Bw	1000	(mm)
Altezza sezione	h	220	(mm^2)
Altezza utile sezione	d	170	(mm)
Armatura longitudinale tesa	Asl	502.6548	(mm^2)
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	rho_l	0.002957	(/)
Resistenza caratteristica a compressione del cls	fck	30	(Mpa)
Sforzo normale agente sulla sezione	Ned	0	(kN)
Tensione agente sulla sezione indotta da Ned	sigma_cp	0	(Mpa)
	k1	0.15	
	k	2	
Taglio resistente	Vrd	84.45802	(kN)
Taglio resistente minimo	Vrd_min	92.177	(kN)

Figura 7-47: Resistenza a taglio non armato

7.6.1.2 Verifica a flessione SLU-SLV

Si riporta di seguito la verifica flessionale in campo sostanzialmente elastico. Come è possibile vedere da: Figura 7-48 e Figura 7-49, la verifica a flessione per le combinazioni SLU ed SLV è soddisfatta.

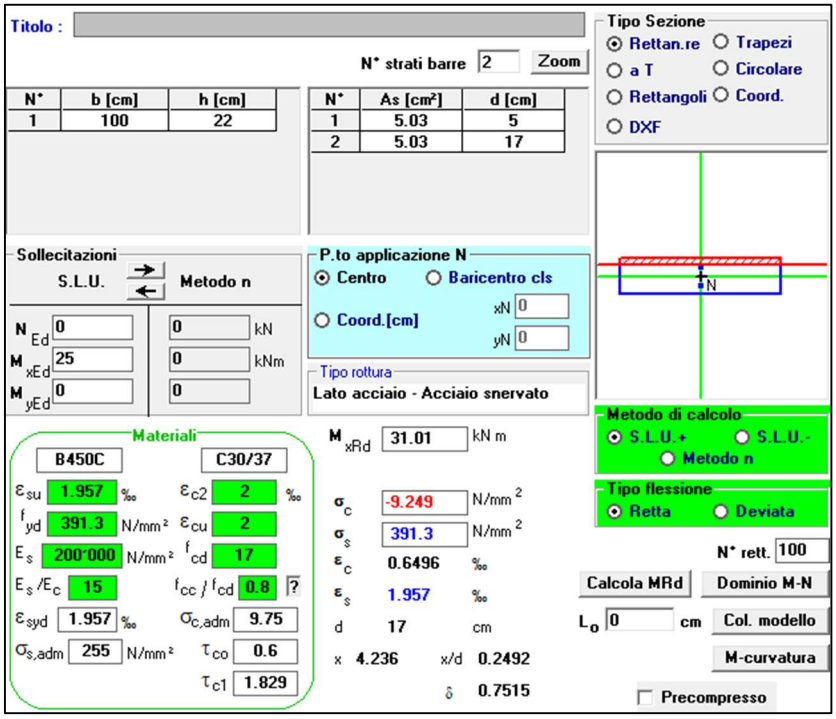


Figura 7-48: Verifica a flessione in campo sostanzialmente elastico

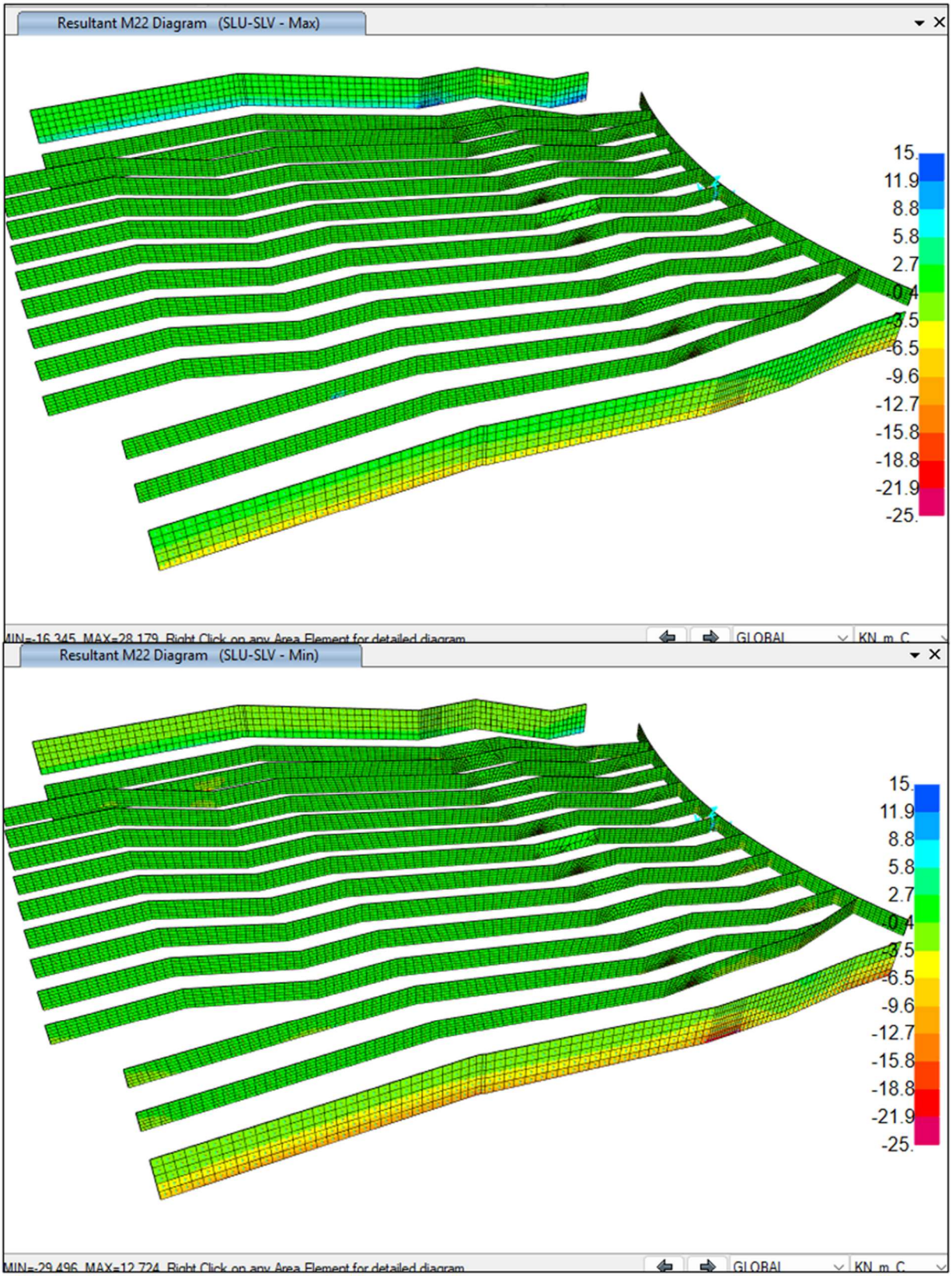


Figura 7-49: Inviluppo massimi e minimi momento flettente in direzione verticale per le combinazioni SLU-SLV

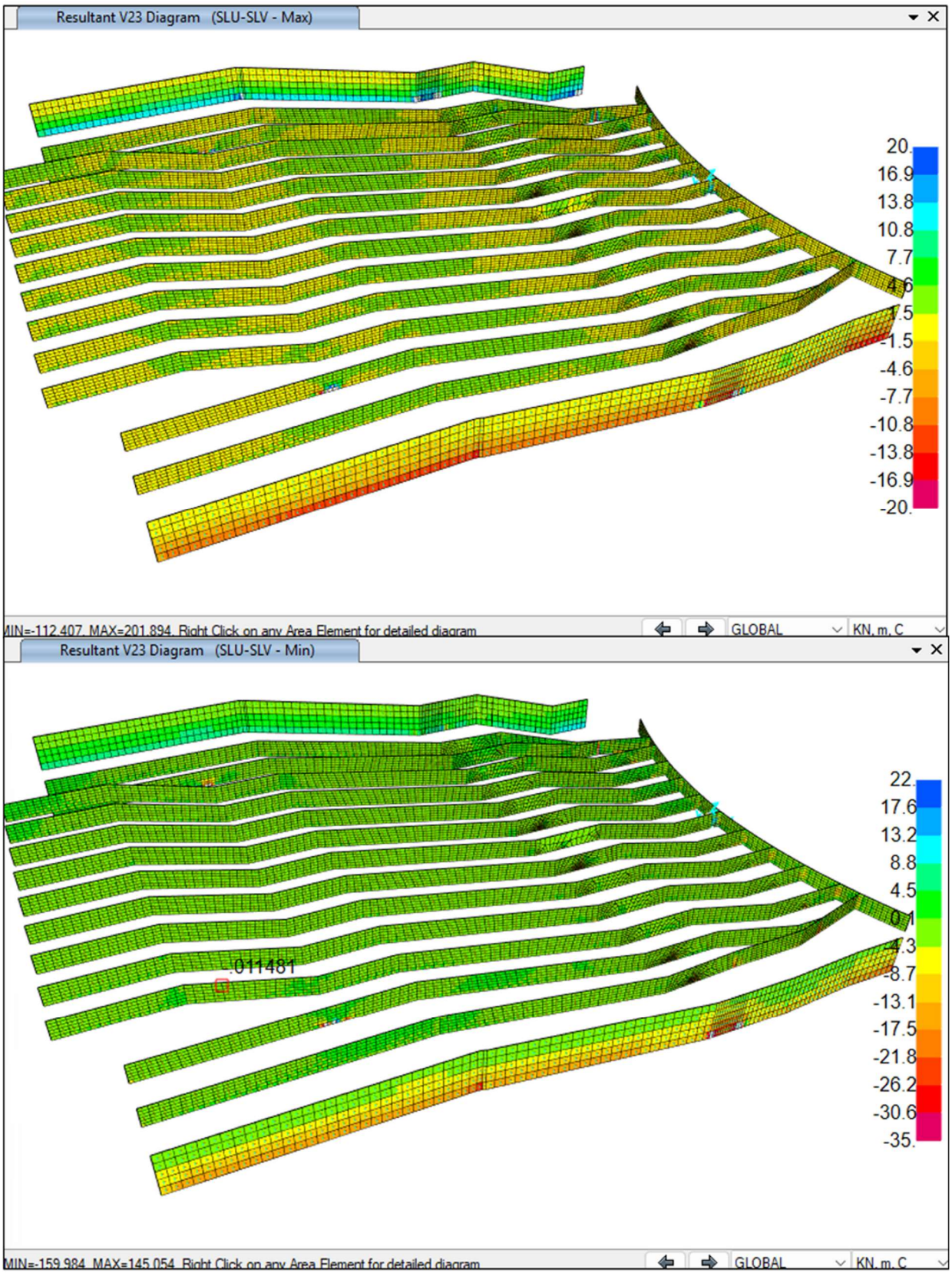


Figura 7-50 Inviluppo massimi e minimi taglio in direzione verticale per le combinazioni SLU-SLV

7.6.1.3 Verifica di limitazione delle tensioni e dell'apertura delle fessure

In Figura 7-52 e Figura 7-53 si riportano i valori massimi e minimi degli inviluppi del momento flettente per le combinazioni caratteristiche e quasi permanenti. Come è possibile osservare i valori di sollecitazione massima e minima sono confrontabili e pertanto, per semplicità, si condurrà la verifica di limitazione delle tensioni e di apertura delle fessure con riferimento alle combinazioni caratteristiche.
Come è possibile osservare dalla Figura 7-51, le tensioni e l'apertura delle fessure rientrano nei limiti riportati nel §5Materiali strutturali e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

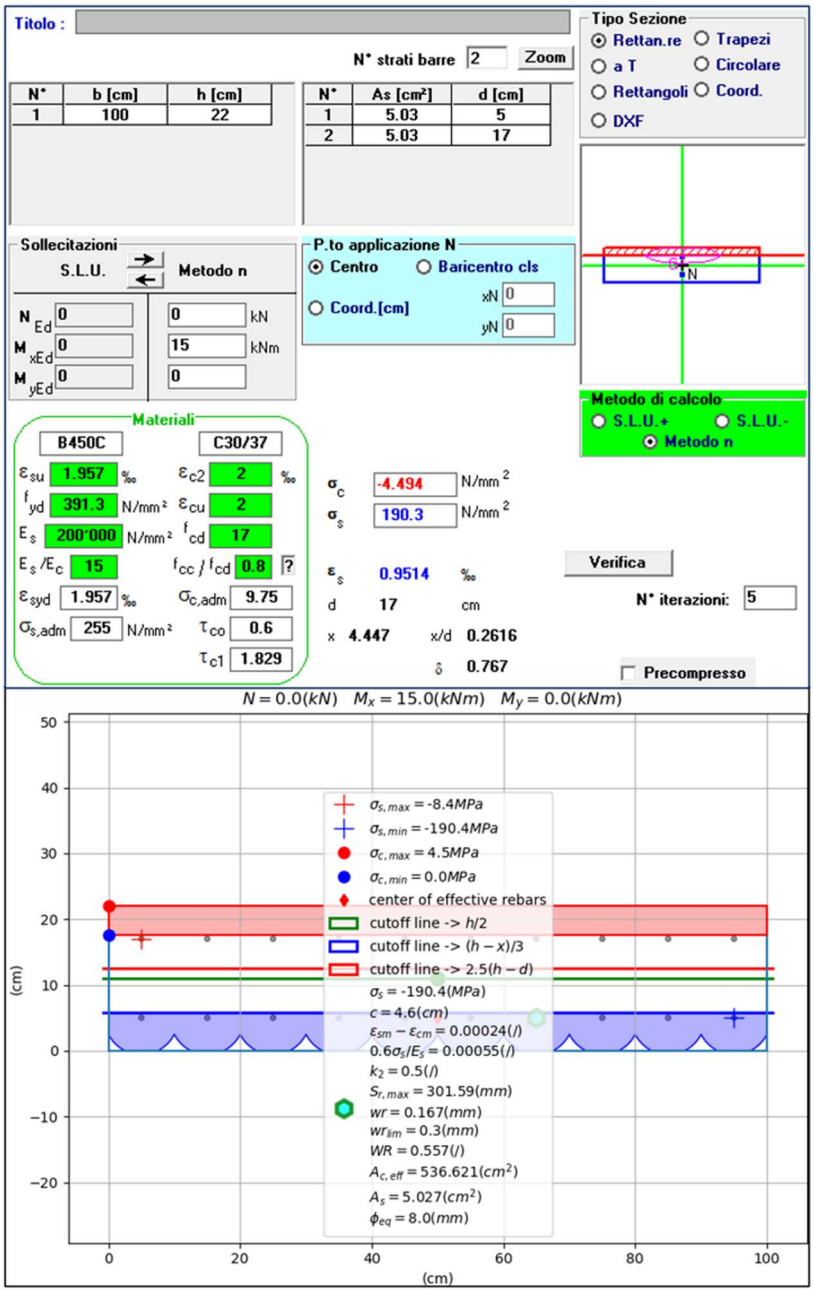


Figura 7-51: Calcolo tensioni e apertura delle fessure

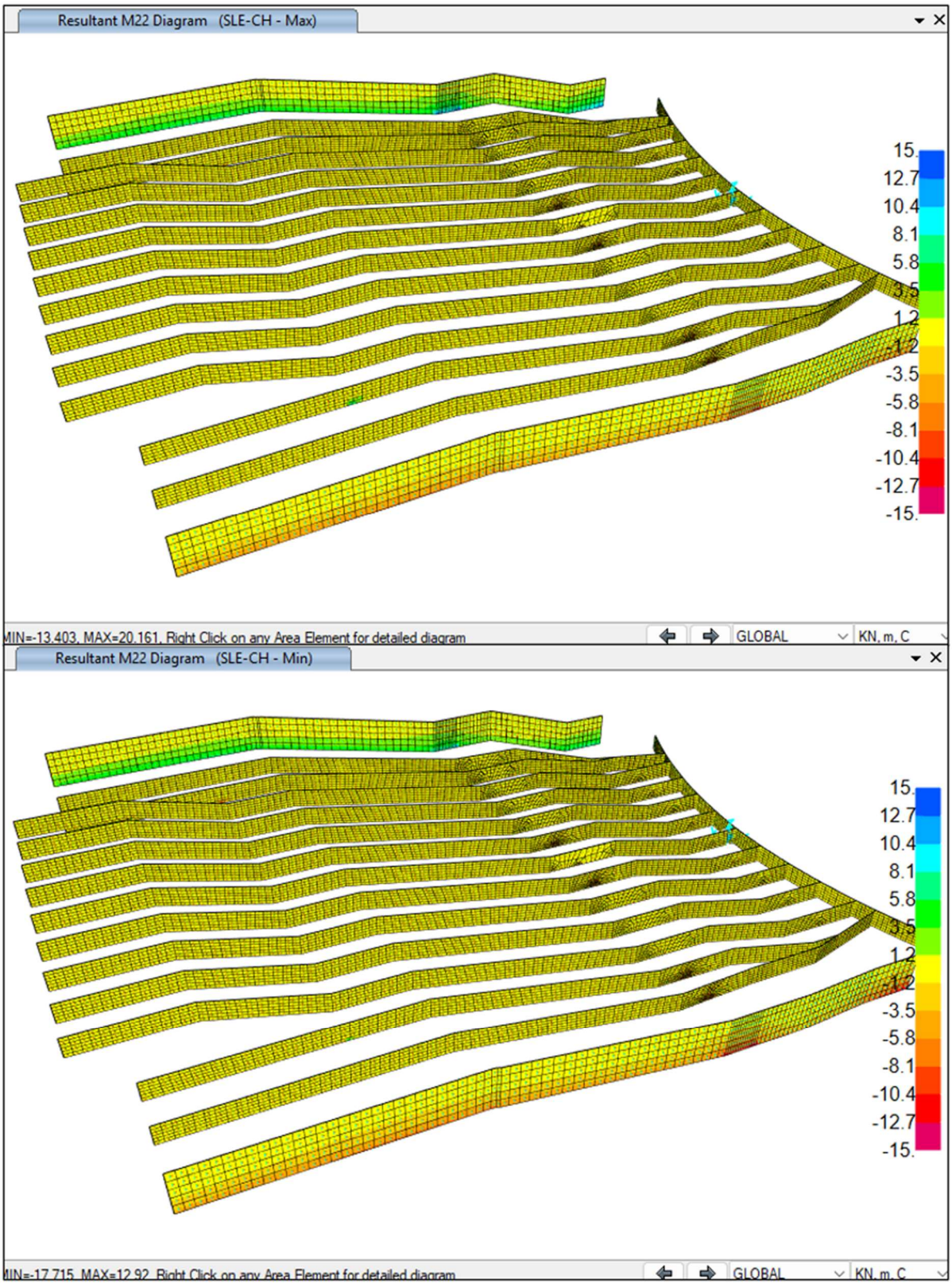


Figura 7-52: Inviluppo massimi e minimi momento flettente in direzione verticale per le combinazioni SLE-CH

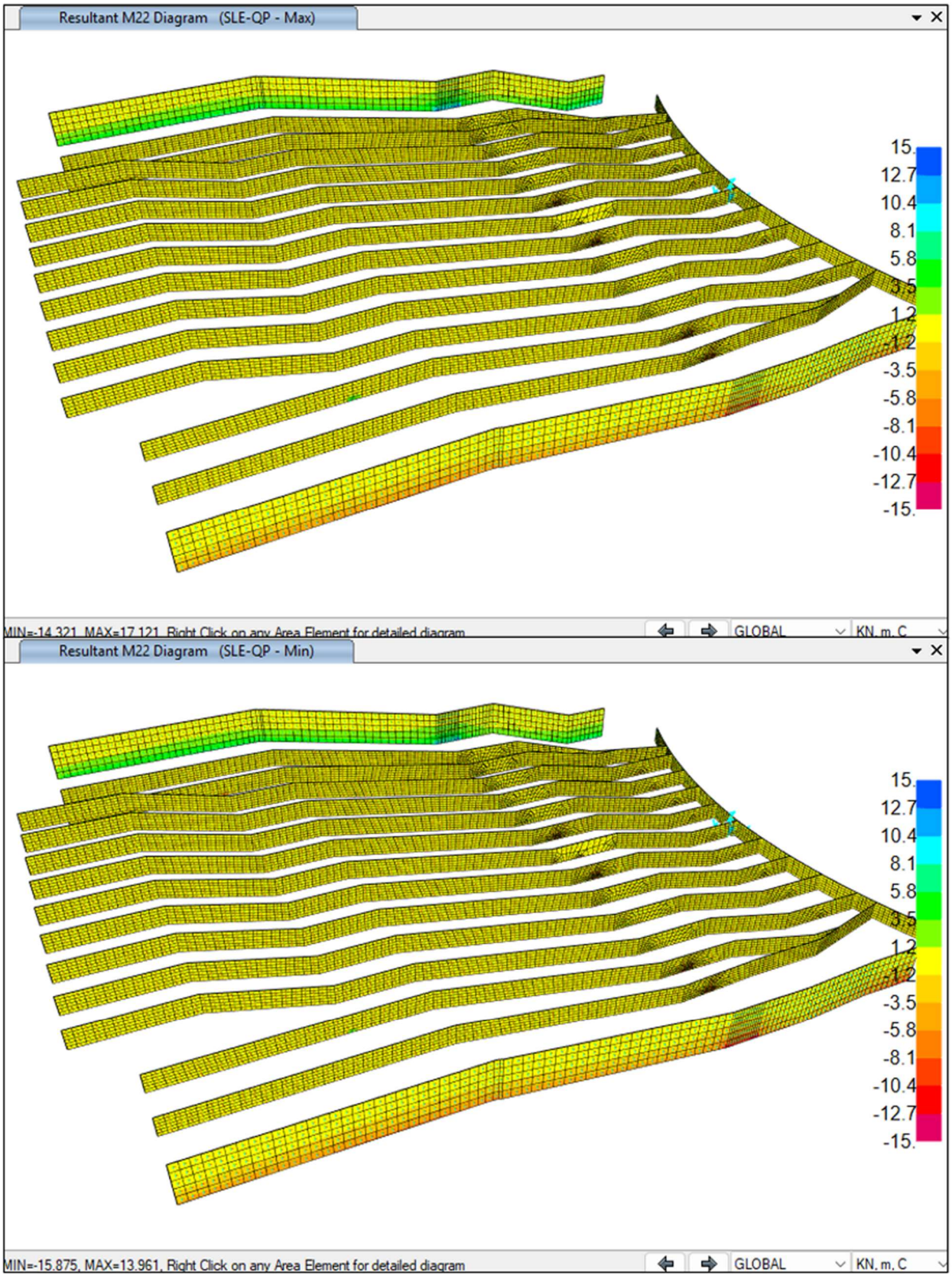


Figura 7-53: Inviluppo massimi e minimi momento flettente in direzione verticale per le combinazioni SLE-QP

7.6.2 Verifiche comportamento lungo l'asse

In Figura 7-54 si riporta la sezione di muro maggiormente sollecitata della quale si realizzerà una section-cut al fine di integrare le tensioni negli shell ottenendo così dei valori integrali di N, Mx e Vy da poter impiegare nelle verifiche di resistenza.

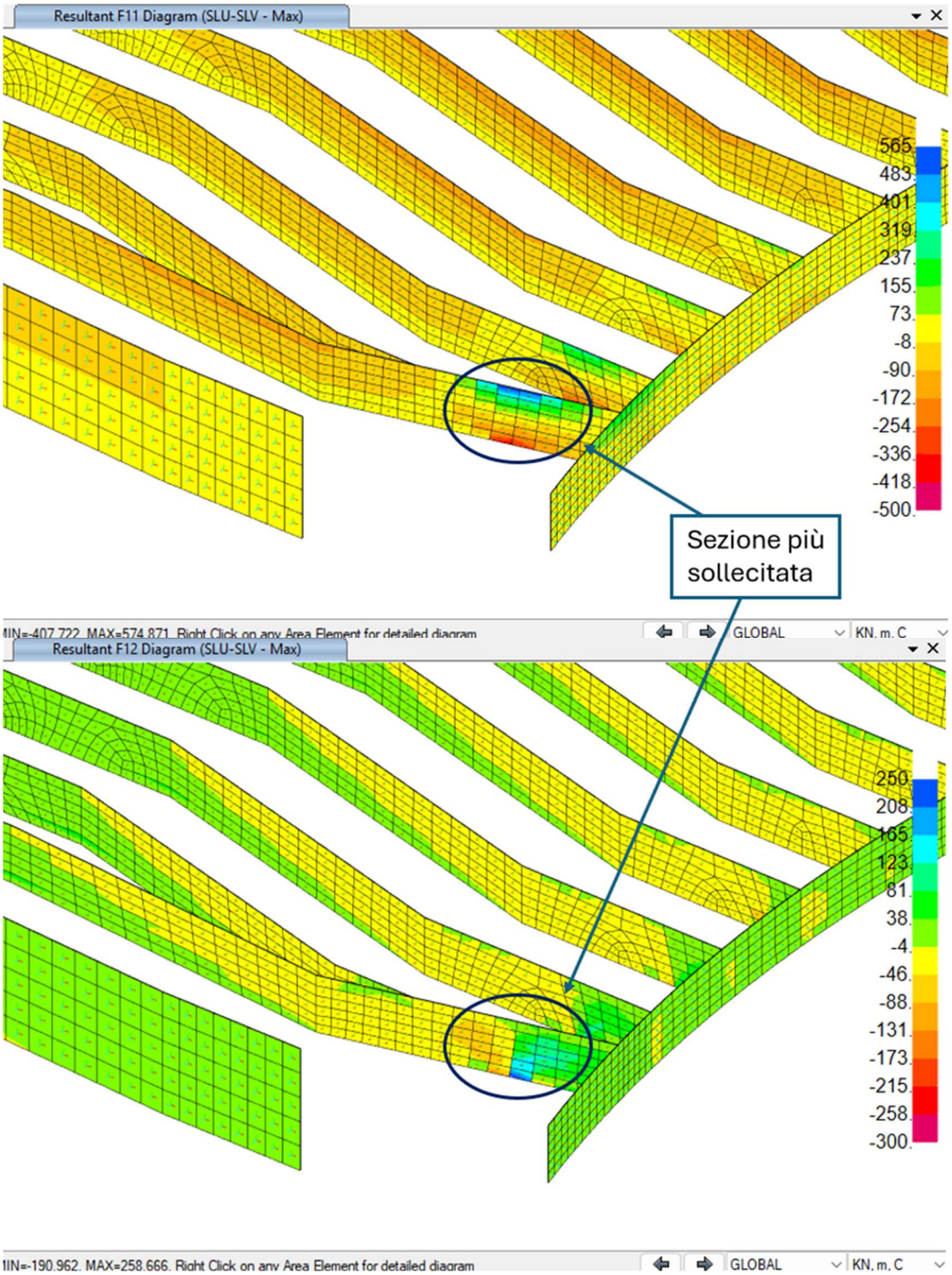


Figura 7-54: Sezione di muro maggiormente sollecitata lungo il suo asse

In Figura 7-55 si riportano le sollecitazioni da utilizzare per le verifiche ai vari stati limite.

	N(kN)	Mx(kNm)	Vy(kN)
SLU-SLV	61.8	-55.2	103.0
SLE-CH	41.9	-37.7	69.0
SLE-QP	32.2	-29.8	50.4

Figura 7-55: Sollecitazioni per verifiche ai vari stati limite

7.6.2.1 Verifica a taglio SLU-SLV

Il taglio resistente di 230kN è superiore a quello sollecitante di 103(kN) e pertanto la verifica a taglio armato è soddisfatta.

Caratteristiche dei materiali			
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	37	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	30	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per il calcestruzzo	γ_c	1.5	[-]
Coefficiente che tiene conto degli effetti di lungo termine	α_{cc}	0.85	[-]
Valore medio della resistenza a compressione cilindrica	f_{cm}	38	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione assiale del calces	f_{ctm}	2.9	[MPa]
Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo	f_{cd}	17.00	[MPa]
Resistenza a snervamento dell'acciaio	f_{yk}	450	[MPa]
Coefficiente di sicurezza parziale per l'acciaio	γ_s	1.15	[-]
Modulo di elasticità secante dell'acciaio	E_s	206000	[MPa]
Deformazione a snervamento dell'acciaio	ε_{yd}	0.0018995	[-]
Deformazione ultima dell'acciaio	ε_{su}	0.01	[-]
Resistenza di progetto a trazione dell'acciaio	f_{yd}	391.3	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ_s	360	[MPa]
Sollecitazioni			
Taglio sollecitante in direzione x	Ved_x	103	(kN)
Inclinazione puntone compresso	θ	45	(°)
	cotθ	1.00	(/)
Caratteristiche geometriche			
Base	bw	220	(mm)
Altezza utile sezione	d	650	(mm)
interasse staffe	s	100	(mm)
numero staffe	n	2	(/)
diametro staffe	ϕ	8	
area staffe	Asw	100.53088	(mm^2)
Taglio resistente staffe	Vrd,s	230.1286	(kN)
Taglio resistente puntone compresso	Vrd,c	546.975	(kN)
Taglio resistente	Vrd	230.1286	(kN)

7.6.2.2 Verifica a flessione SLU-SLV

Si riporta di seguito la verifica flessionale in campo sostanzialmente elastico. Come è possibile vedere dalla Figura 7-56, la verifica a flessione per le combinazioni SLU ed SLV è soddisfatta.

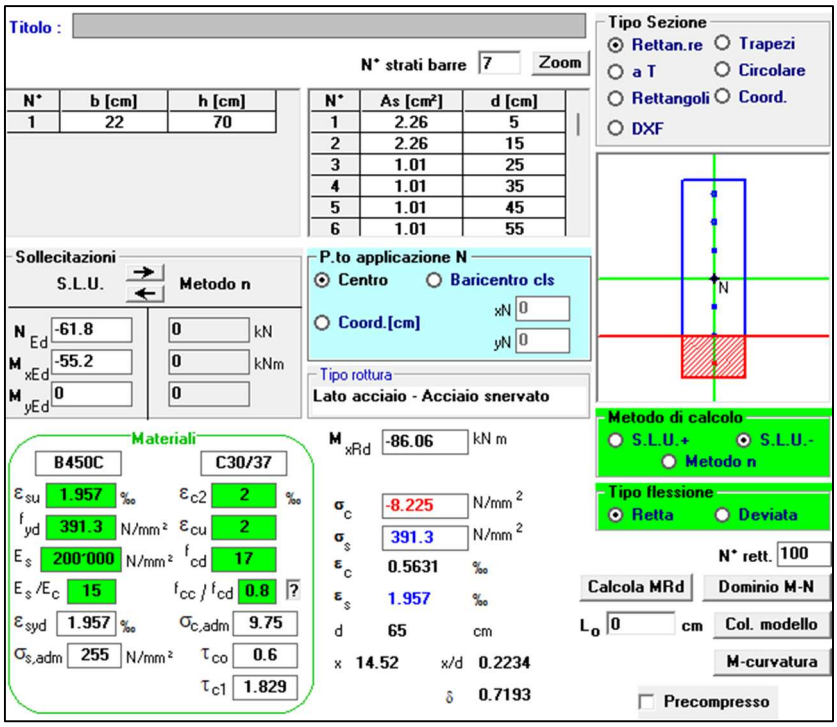


Figura 7-56: Verifica a flessione per combinazione SLU-SLV

7.6.2.3 Verifica di limitazione delle tensioni e dell'apertura delle fessure

Come è possibile osservare dalle Figura 7-57 e Figura 7-58, le tensioni e l'apertura delle fessure rientrano nei limiti riportati nel §5 e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

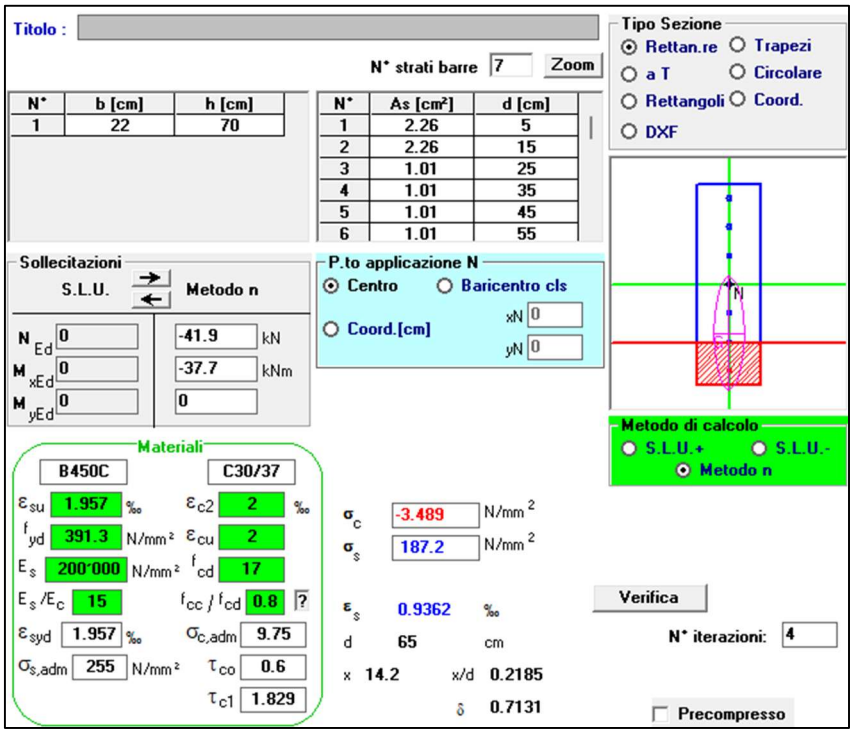


Figura 7-57: Calcolo tensioni – SLE-CH

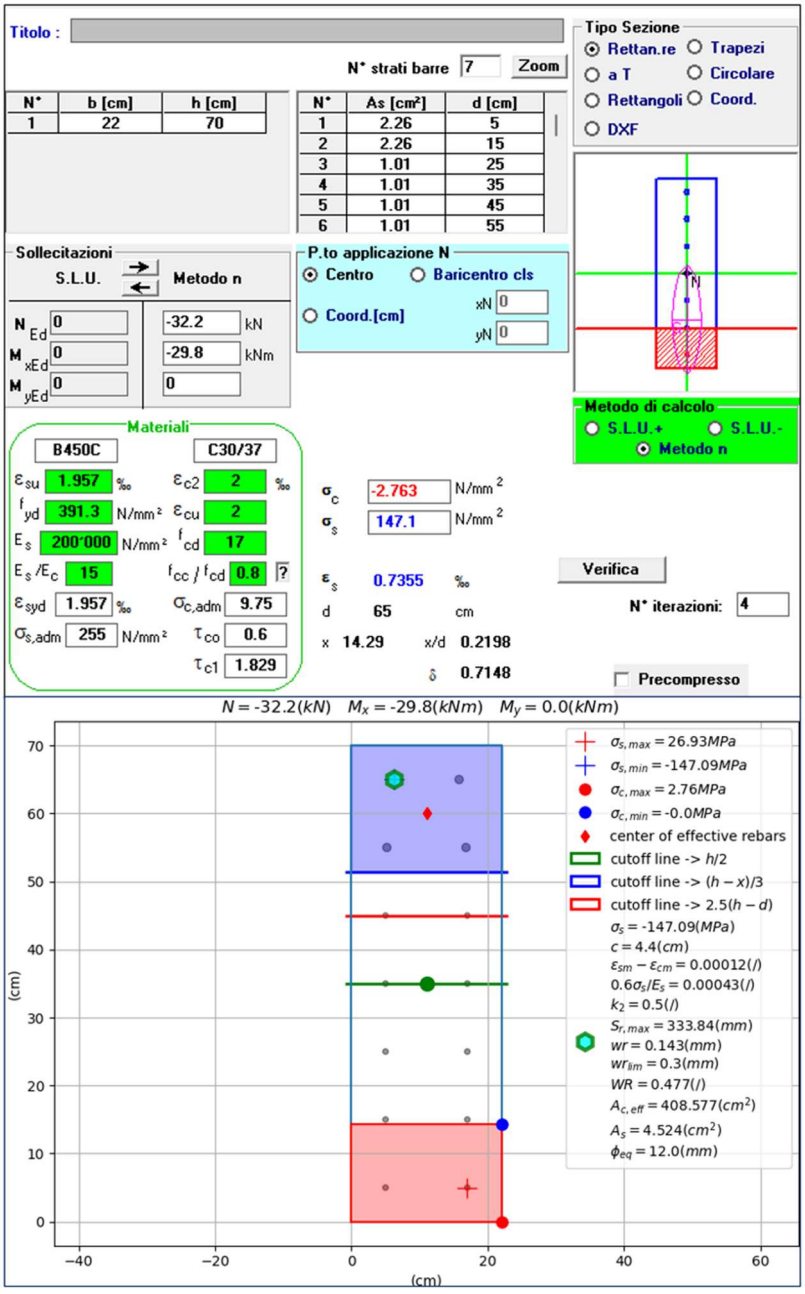


Figura 7-58: Calcolo tensioni e apertura fessure – SLE-QP

8 Rinforzo fossa orchestra

Dalla Figura 8-1 alla Figura 8-5 vengono riportate le caratteristiche geometriche e meccaniche del modello numerico della platea.

Il modello viene vincolato per mezzo di:

- Molle distribuite su tutta la soletta in direzione normale alla superficie della stessa e reagenti a sola compressione (k = 41000 (kN/m^2/m)) (vedi Figura 8-5);
- Vincolo di appoggio in direzione UX a simulare il contatto tra il muro curvilineo e il muro di fondazione della torre scenica (vedi Figura 8-5).

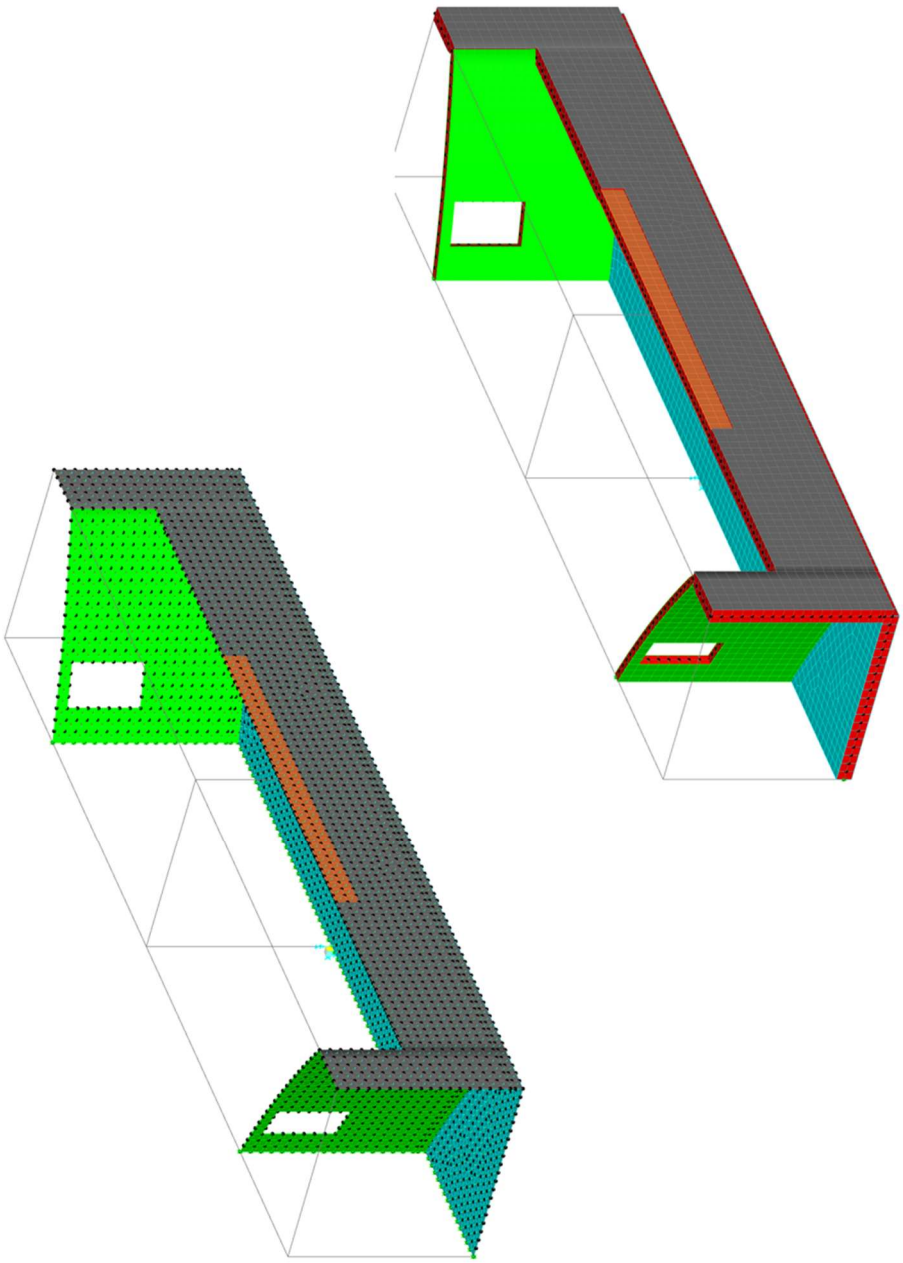


Figura 8-1: Geometria modello numerico realizzato in sap2000 del rinforzo della fossa orchestra (1-3): vista standard (sinistra); estrusa (destra)

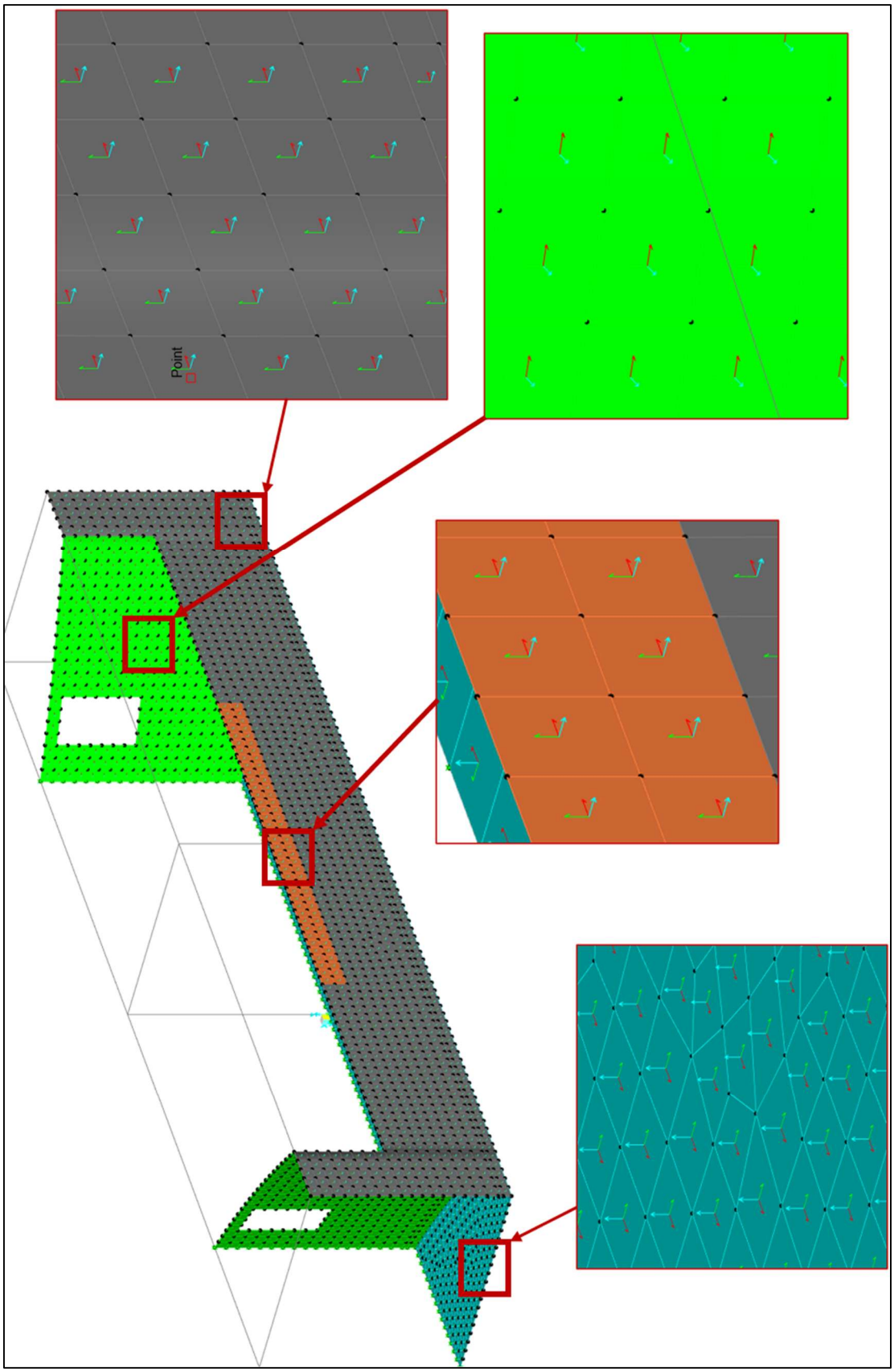


Figura 8-2: Assi locali elementi shell

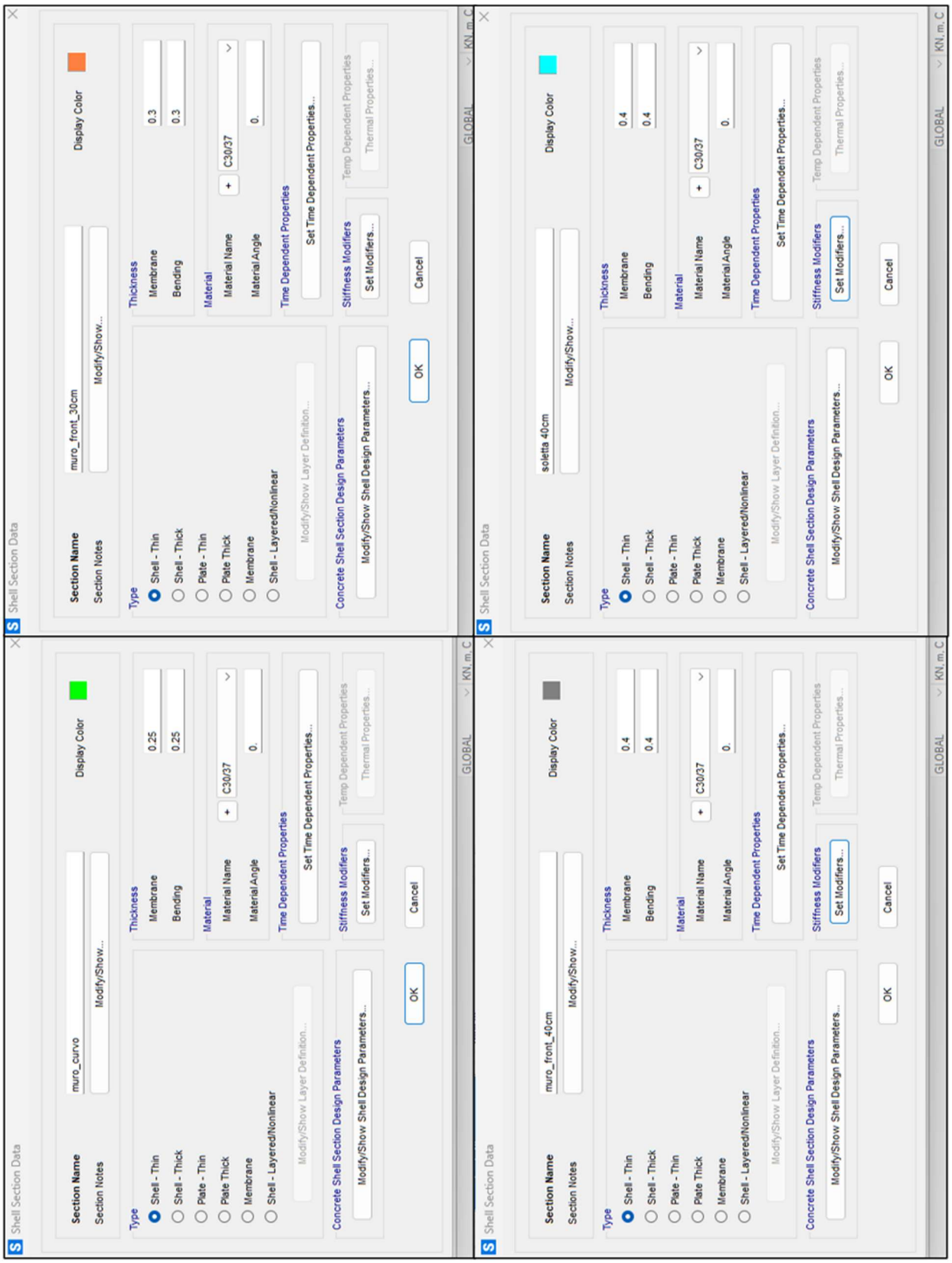


Figura 8-3: sezioni strutturali associate ai vari elementi del modello FEM

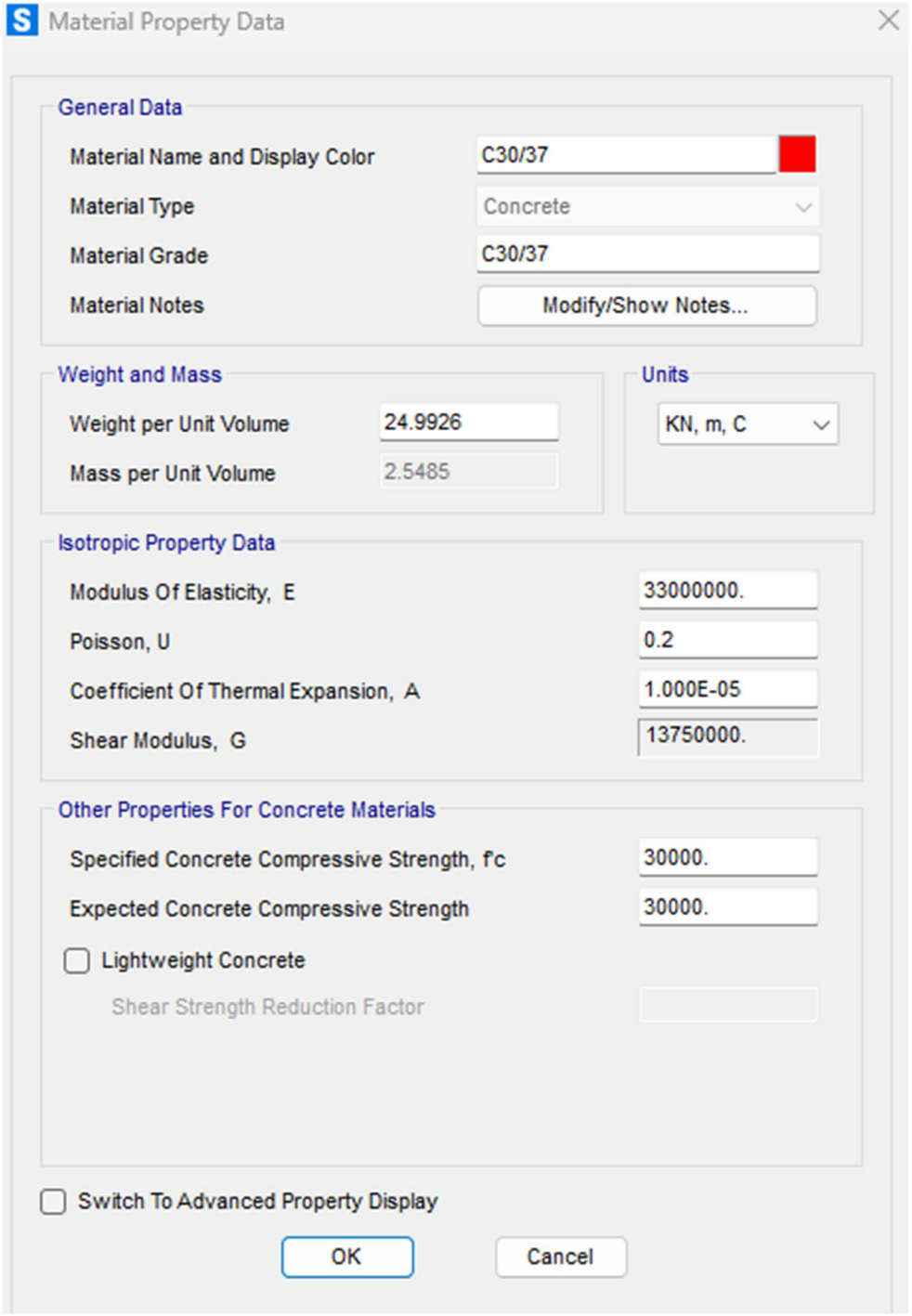


Figura 8-4: Materiali assegnati al modello FEM

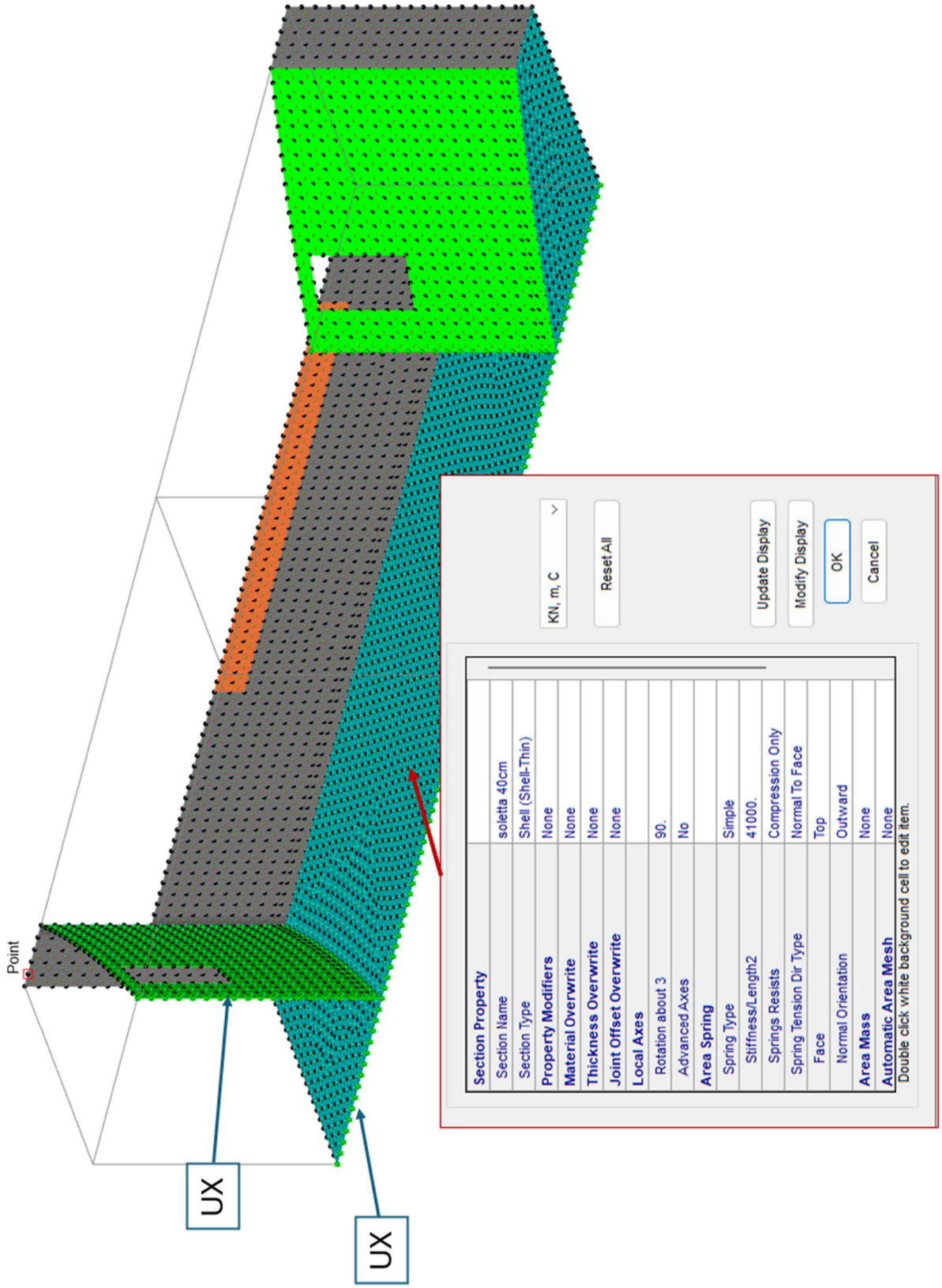


Figura 8-5: Assegnazione vincoli al modello FEM

8.1 Analisi dei carichi

8.1.1 Peso proprio elementi strutturali (G_1)

Il peso proprio degli elementi strutturali viene computato automaticamente dal software di calcolo facendo riferimento al peso specifico del calcestruzzo $\gamma_{cls} = 25(kN/m^3)$.

Il peso della soletta di spessore 25cm genera sul muro di sostegno spinta orizzontale di forma rettangolare pari a:

$$\sigma_h = \gamma_{cls} * s * K_0 = 6.25(kPa) * 1.01 = 6.32(kPa)$$

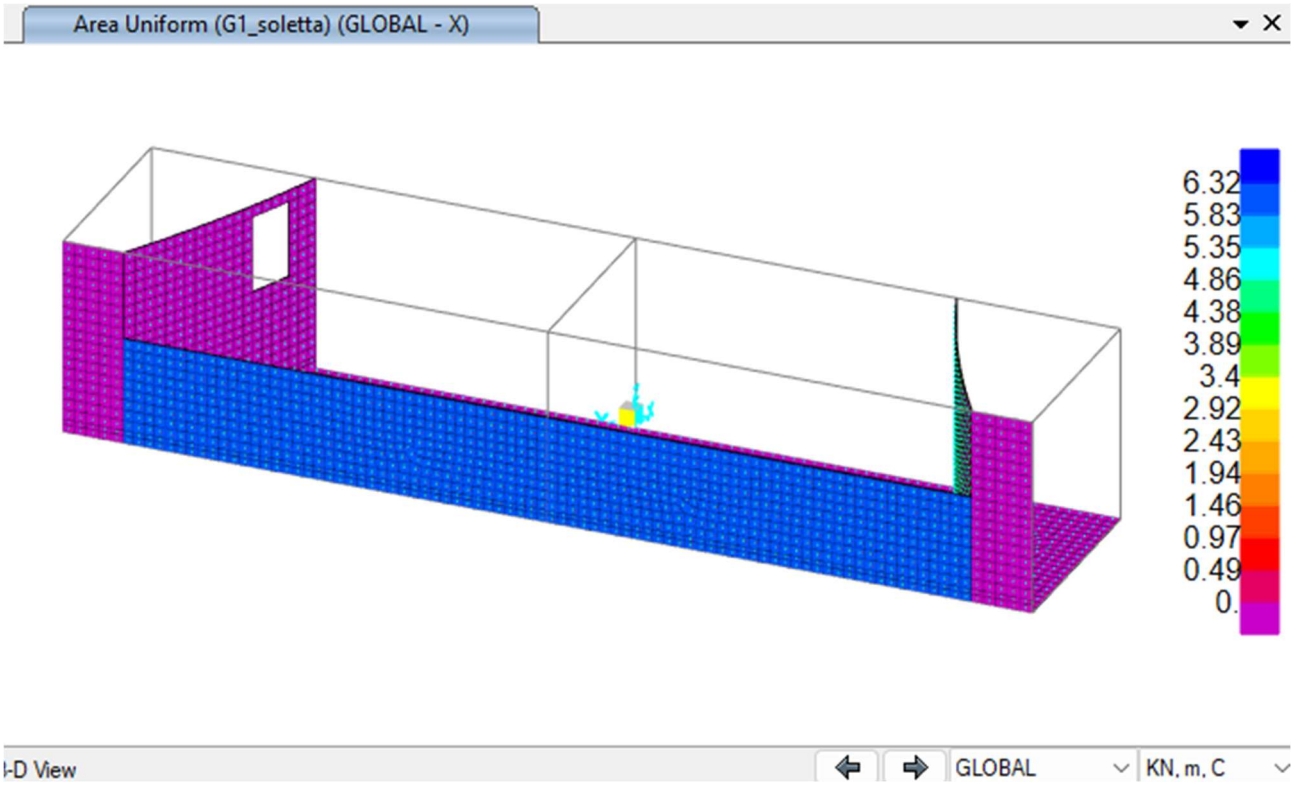


Figura 8-6: Spinta indotta dal peso proprio della soletta

8.1.2 Carichi elementi non strutturali (G_2)

Di seguito vengono riportati i carichi permanenti non strutturali

Spinta delle terre:

La spinta delle terre produce sul muro di sostegno un carico triangolare avente la seguente forma:

$$\sigma_h(z) = \gamma K_0 z = 20\left(\frac{kN}{m^3}\right) * 1.01 * z$$

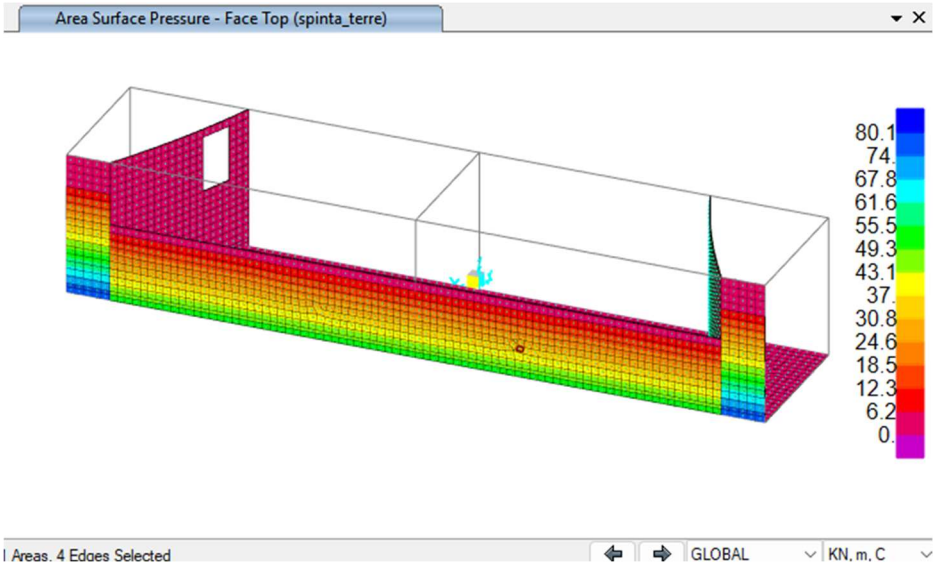


Figura 8-7: spinta delle terre

Peso muretti in c.a.:

I muretti in c.a. su cui si appoggiano le sedute hanno altezza 1.5m, spessore 0.22m e interasse di 1.6m. Il carico associato ai muretti viene computato come carico uniformemente distribuito applicato alla soletta della platea e pari a:

$$\sigma_v = \gamma_{cls} * 1.5m * \frac{0.22m}{1.6m} = 5.16(kPa)$$

Lo stesso carico produce sul muro di sostegno una spinta orizzontale di forma rettangolare pari a:

$$\sigma_h = 5.16(kPa) * K_0 = 5.16(kPa) * 1.01 = 5.2(kPa)$$

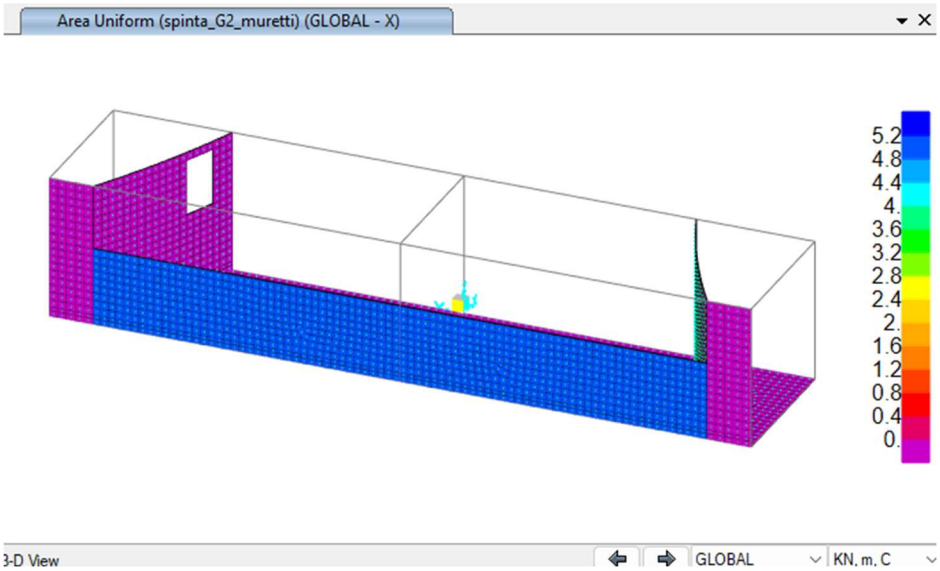


Figura 8-8: Spinta indotta dal peso dei muretti

Peso sedute:

Le sedute sono realizzate in legno e hanno spessore 0.2m. Il carico associato alle sedute viene computato come carico uniformemente distribuito applicato alla soletta della platea e pari a:

$$\sigma_v = \gamma_{legno} * 0.2m = 10\left(\frac{kN}{m^3}\right) * 0.2 = 2(kPa)$$

Lo stesso carico produce sul muro di sostegno una spinta orizzontale di forma rettangolare pari a:

$$\sigma_h = 2(kPa) * K_0 = 2(kPa) * 1.01 = 2.02(kPa)$$

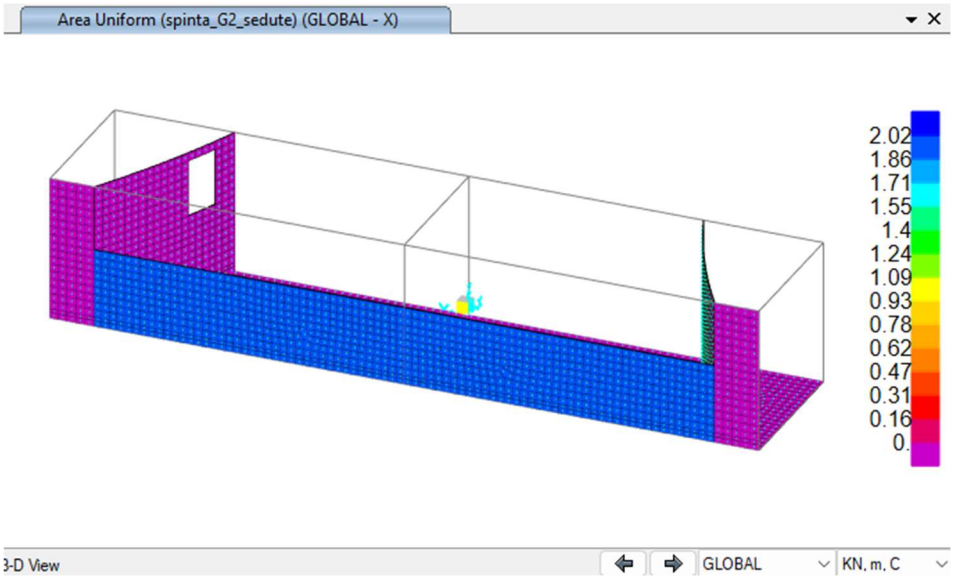


Figura 8-9: Spinta indotta dal peso della pavimentazione

8.1.3 Carichi accidentali (Q).

Si assume come carico accidentale il carico associato ad ambienti suscettibili ad affollamento pari a 5(kPa) applicato alla soletta della platea come carico uniformemente distribuito.

Lo stesso carico produce sul muro di sostegno una spinta orizzontale di forma rettangolare pari a:

$$\sigma_h = 5(kPa) * K_0 = 5(kPa) * 1.01 = 5.05(kPa)$$

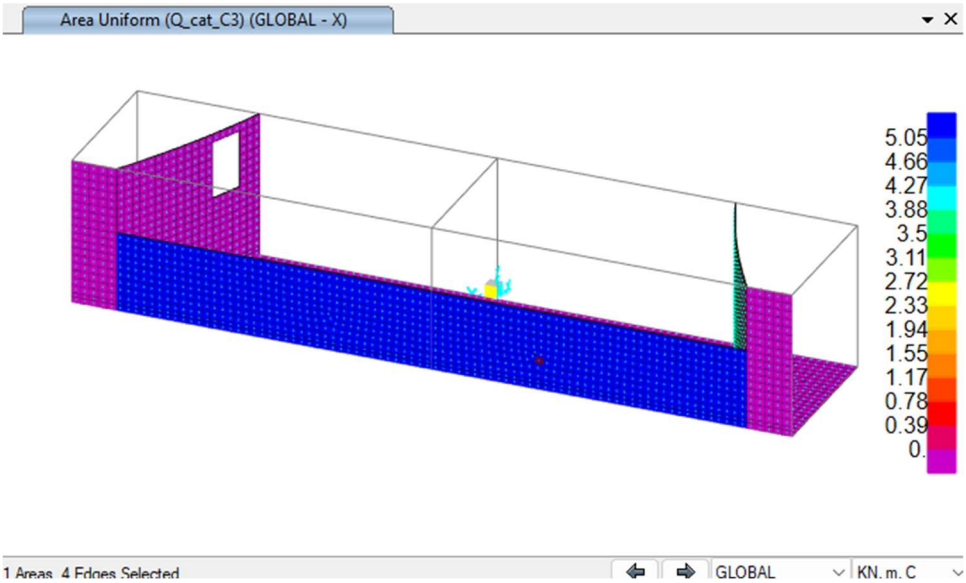


Figura 8-10: Spinta indotta dai carichi variabili

8.1.4 Azioni sismiche (E).

Per la definizione dell'azione sismica si rimanda alla relazione generale delle strutture di cui la presente relazione ne costituisce un allegato.

In Tabella 8-1 vengono riportati in via sintetica i parametri relativi all'azione sismica.

Latitudina	45.0481°
Longitudine	7.6819°
Vita nominale (V_N)	50 anni
Classe d'uso (Cu)	III (Cu = 1.5)
Vita di riferimento (V_R)	75 anni
Categoria Stratigrafica	B
Categoria Topografica	T1
Ss	1.2
S_T	1
a_g/g	0.061
Classe di duttilità	Non dissipativa

Tabella 8-1: Definizione azione sismica

Come riportato nel §7.11.6.2.1 delle NTC18, l'azione del sisma viene applicata attraverso l'utilizzo dei metodi pseudo-statici andando ad applicare dei coefficienti sismici orizzontale e verticale pari a:

- $k_h = \beta_m * a_{max}/g$
- $k_v = \pm 0.5 k_h$

Dove:

- $\beta_m = 1$
- $a_{max} = S_S * S_T * a_g * g = 0.074 * 9.81 \left(\frac{m}{s^2}\right) = 0.72 \left(\frac{m}{s^2}\right)$

La spinta sismica del terreno viene determinata con il metodo di Wood secondo il quale l'incremento di spinta per effetto del sisma è pari a:

$$q_{sisma} = k_h H \gamma = 0.074 * 3.08(m) * 20 \left(\frac{kN}{m^3}\right) = 5.2(kN/m^2)$$

Tutti i carichi verticali subiranno un incremento pari a k_v e con essi la spinta delle terre statica che producono.

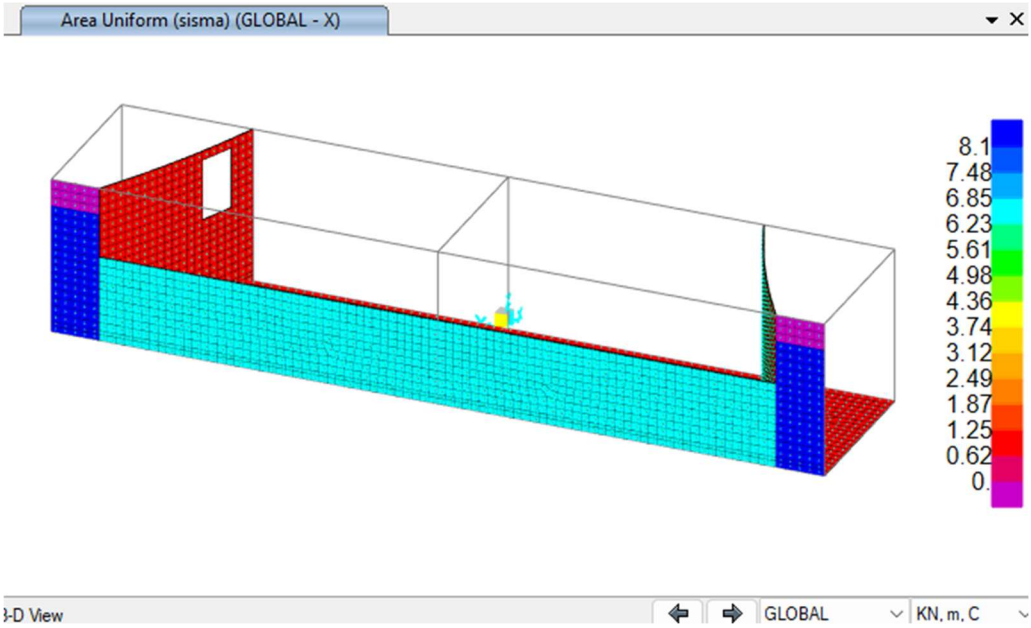


Figura 8-11: Spinta indotta dall'azione sismica

8.1.5 Combinazioni di carico

In Tabella 8-2 sono riportate le combinazioni di carico per i vari stati limite.

combinazioni	G1	spinta_terre	spinta_G1_soletta	spinta_G1_muretti	spinta_G2_sedute	Q	spinta_sismica
SLU	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.5	0
SLV	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	0.63	1
SLE-CH	1	1	1	1	1	1	0
SLE-QP	1	1	1	1	1	0.6	0

Tabella 8-2: Combinazioni di carico

8.1.6 Controllo scarichi

Di seguito si riporta un confronto tra la risultante delle reazioni vincolari calcolate a mano e quelle calcolate con il software sap2000 al fine di verificare la correttezza dell'applicazione dei carichi.

In Figura 8-12 viene riportata una metrica di errore calcolata come:

$$\frac{risultante_{SAP2000} - risultante_{calcolo\ manuale}}{risultante_{SAP2000}}$$

Se tale errore risulta positivo, significa che nel modello i carichi sono applicati con un'intensità maggiore generando risultati maggiormente conservativi.

Come è possibile osservare in Figura 8-12, i carichi risultano correttamente applicati

SLU								
	Calcolo a mano		sap2000			err(%)		
Fx	3912.8	(kN)	Fx	3909.987	(kN)	Fx	-0.1	(%)
SLE-CH								
	Calcolo a mano		sap2000			err(%)		
Fx	2950.2	(kN)	Fx	2948.096	(kN)	Fx	-0.1	(%)
SLE-QP								
	Calcolo a mano		sap2000			err(%)		
Fx	2839.6	(kN)	Fx	2837.436	(kN)	Fx	-0.1	(%)
SLV								
	Calcolo a mano		sap2000			err(%)		
Fx	3411.3	(kN)	Fx	3584.036	(kN)	Fx	4.8	(%)

Figura 8-12: Controllo scarichi

8.2 Verifiche rinforzo muro

Si riportano di seguito le seguenti verifiche strutturali:

- Verifiche SLU-SLV:
  - Verifica a taglio non armato in condizioni ultime nelle due direzioni x ed y;
  - Verifica a flessione nelle due direzioni x ed y considerando conservativamente per entrambi gli stati limite la condizione sostanzialmente elastica;
- Verifiche SLE:
  - Verifica di limitazione delle tensioni nelle due direzioni x ed y considerando le sollecitazioni della combinazione caratteristica;
  - Verifica di limitazione dell'apertura delle fessure nelle due direzioni x ed y considerando le sollecitazioni della combinazione quasi permanente.

In Figura 8-13 viene riportata la geometria della sezione adottata per le verifiche nelle due direzioni trasversali (x ed y).

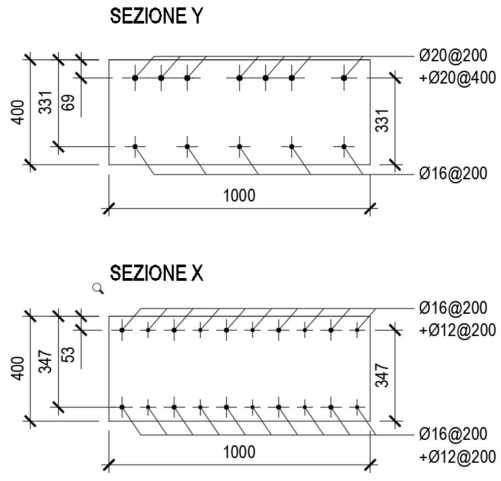


Figura 8-13: Sezione trasversale impiegata per le verifiche strutturali nelle direzioni x e y

8.2.1.1 Verifiche SLU-SLV

Dalla Figura 8-17 alla Figura 8-19, si riportano le sollecitazioni massime e minime degli inviluppi delle combinazioni SLU ed SLV.

8.2.1.1.1 Verifica a taglio non armato

Si riporta di seguito la verifica a taglio non armato in accordo al §4.1.2.3.5.1 NTC18 nelle direzioni X ed Y

Verifica a taglio non armato direzione X			
Larghezza minima sezione	Bw	1000	(mm)
Altezza sezione	h	400	(mm^2)
Altezza utile sezione	d	347	(mm)
Armatura longitudinale tesa	Asl	1570.796	(mm^2)
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	rho_l	0.004527	(/)
Resistenza caratteristica a compressione del cls	fck	30	(Mpa)
Sforzo normale agente sulla sezione	Ned	-180	(kN)
Tensione agente sulla sezione indotta da Ned	sigma_cp	-0.45	(Mpa)
	k1	0.15	
	k	1.75919	
Taglio resistente	Vrd	151.345	(kN)
Taglio resistente minimo	Vrd_min	131.7902	(kN)

Figura 8-14: Resistenza a taglio non armato direzione X

Verifica a taglio non armato direzione Y			
Larghezza minima sezione	Bw	1000	(mm)
Altezza sezione	h	400	(mm^2)
Altezza utile sezione	d	331	(mm)
Armatura longitudinale tesa	Asl	2356.194	(mm^2)
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	rho_l	0.007118	(/)
Resistenza caratteristica a compressione del cls	fck	30	(Mpa)
Sforzo normale agente sulla sezione	Ned	0	(kN)
Tensione agente sulla sezione indotta da Ned	sigma_cp	0	(Mpa)
	k1	0.15	
	k	1.777322	
Taglio resistente	Vrd	195.859	(kN)
Taglio resistente minimo	Vrd_min	150.3508	(kN)

Figura 8-15: Resistenza a taglio non armato direzione Y

Come è possibile vedere da: Figura 8-18, Figura 8-14 e Figura 8-15, il valore di taglio sollecitate non eccede il valore di taglio resistente e pertanto la verifica a taglio è soddisfatta.

8.2.1.1.2 Verifica a flessione retta

Come è possibile vedere da: Figura 8-19 e Figura 8-16, la verifica a flessione risulta soddisfatta.

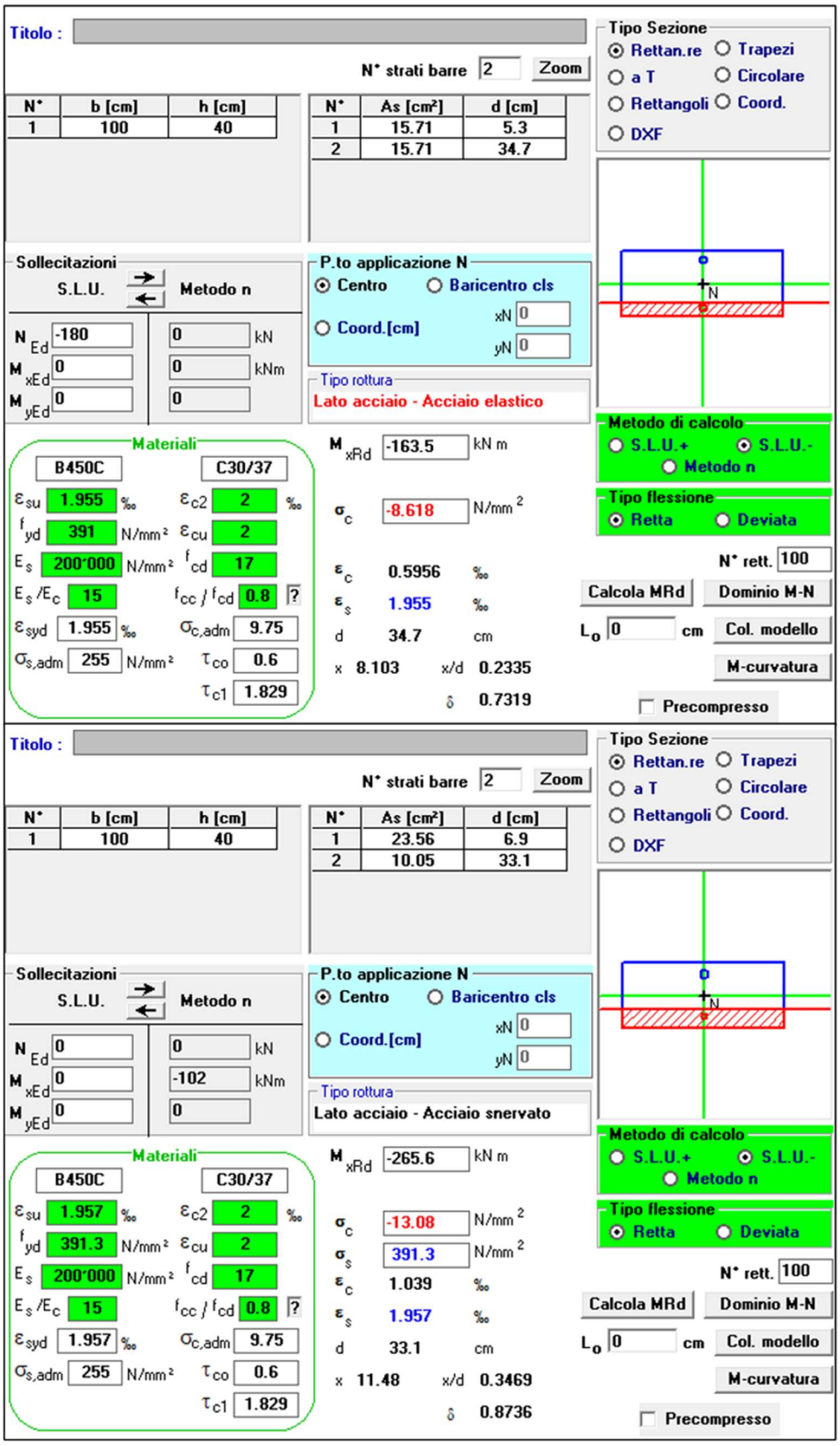


Figura 8-16: Calcolo momento resistente

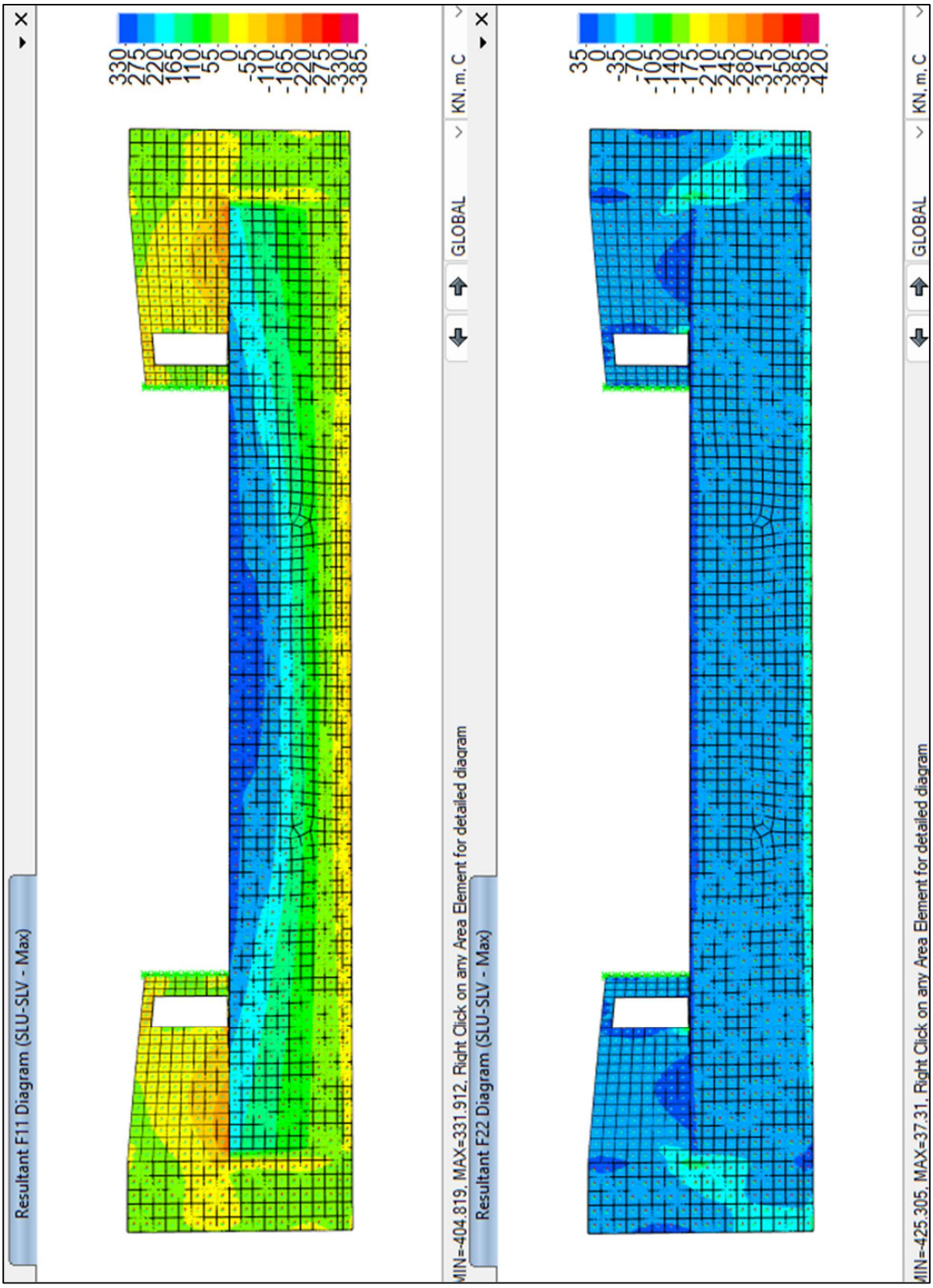


Figura 8-17: Sforzo membranale massimo e minimo in direzione X associato all'inviluppo delle combinazioni SLU ed SLV

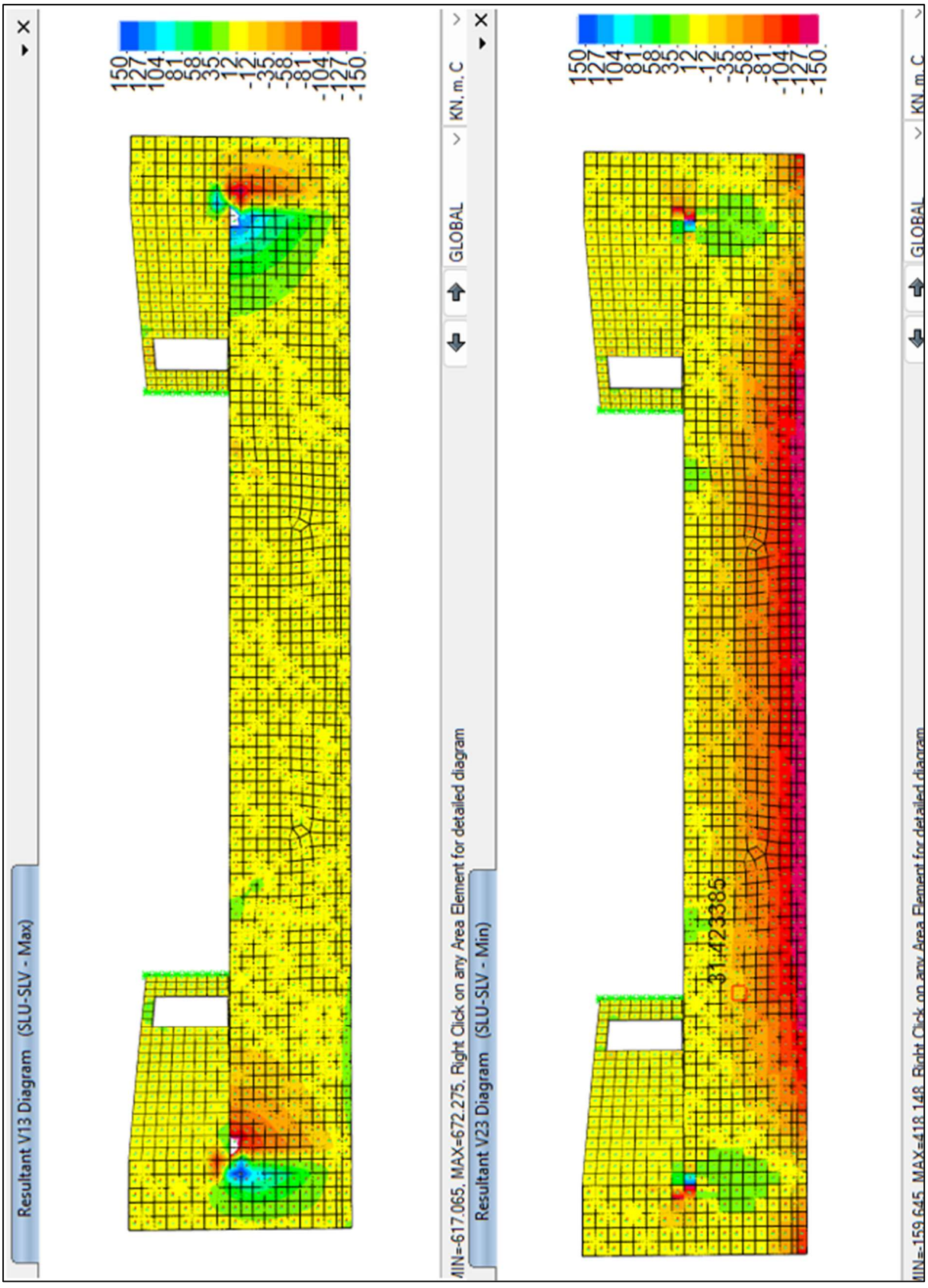


Figura 8-18: Sforzo di taglio minimo in direzione X ed Y associato all'inviluppo delle combinazioni SLU ed SLV

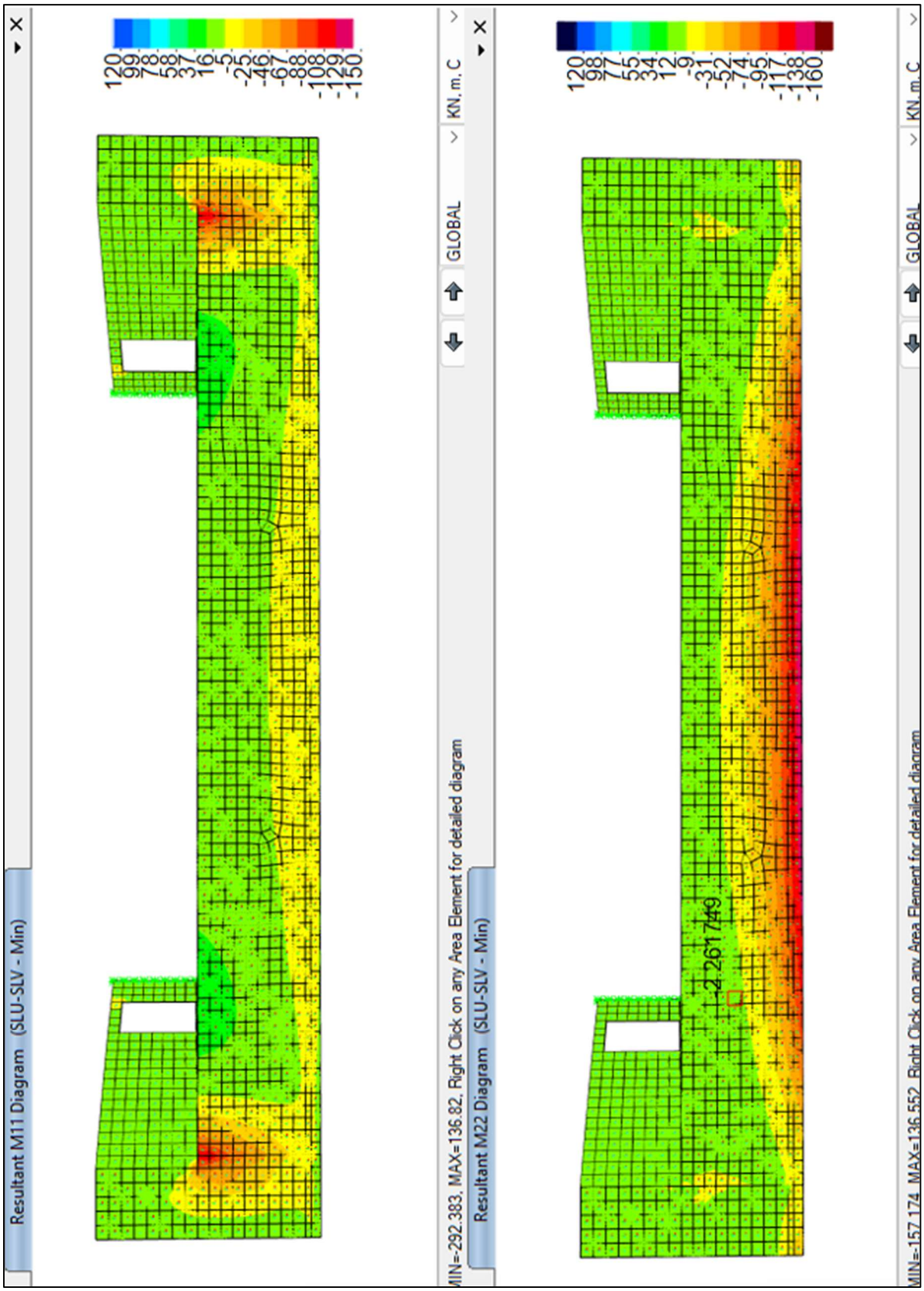


Figura 8-19: Momento flettente minimo in direzione X ed Y associato all'inviluppo delle combinazioni SLU ed SLV

8.2.1.2 Verifiche SLE

In Figura 8-22 e Figura 8-23, si riportano le sollecitazioni massime e minime degli inviluppi delle combinazioni SLE caratteristica ed SLE quasi permanente, necessarie per la verifica di limitazione delle tensioni e di limitazione dell'apertura delle fessure.

8.2.1.2.1 Verifica di limitazione delle tensioni in combinazione caratteristica

Come è possibile osservare dalla Figura 8-20, le tensioni rientrano nei limiti riportati nel §5 e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

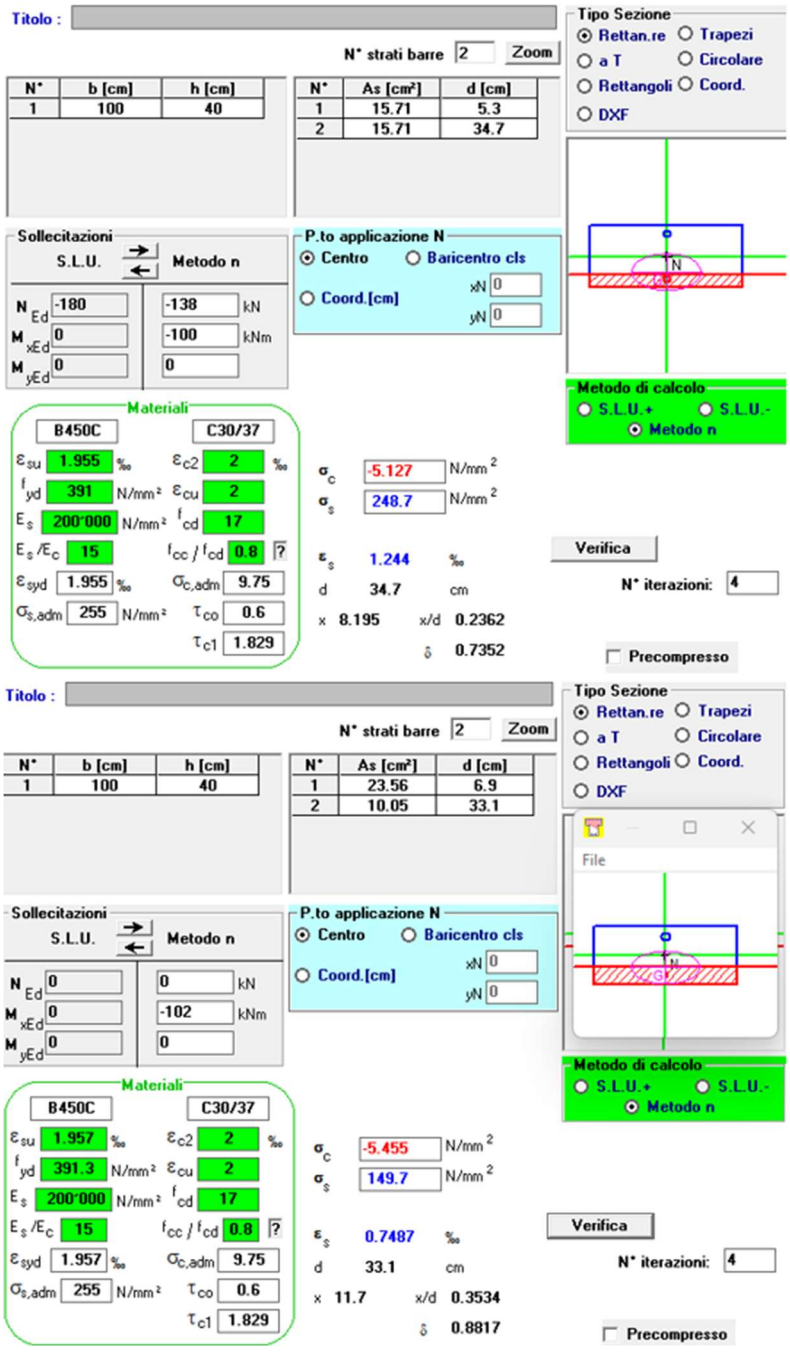


Figura 8-20: Calcolo tensionale in direzione X ed Y per la condizione più gravosa in combinazione caratteristica

8.2.1.2.1 Verifica di limitazione delle tensioni e apertura fessure in combinazione QP

Come è possibile osservare dalla Figura 8-21 le tensioni e l'apertura delle fessure rientrano nei limiti riportati nel §5 e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

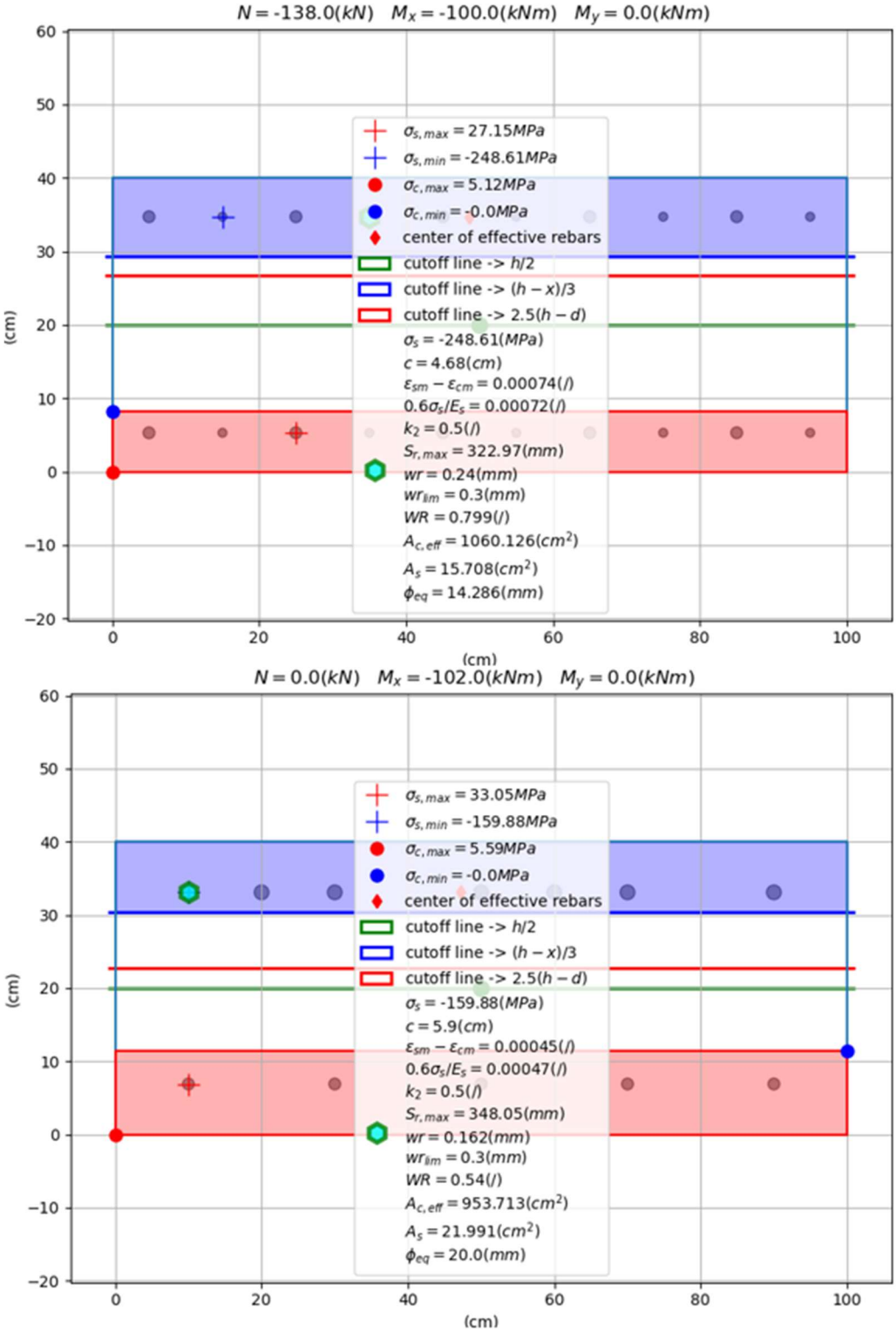


Figura 8-21: Calcolo tensionale e di apertura delle fessure in direzione X ed Y per la condizione più gravosa in combinazione quasi permanente

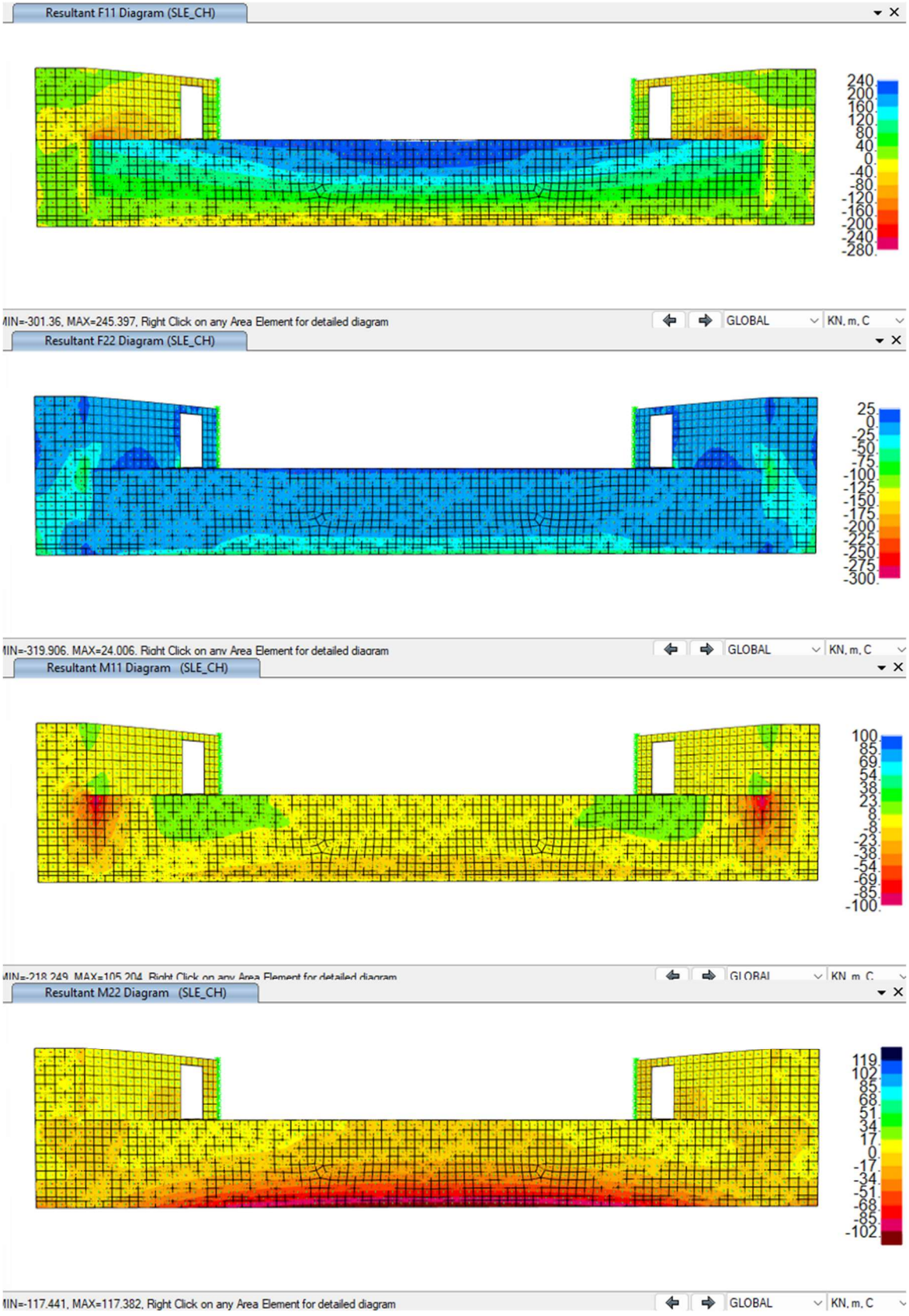


Figura 8-22: Sollecitazioni membranali e flettenti SLE-CH

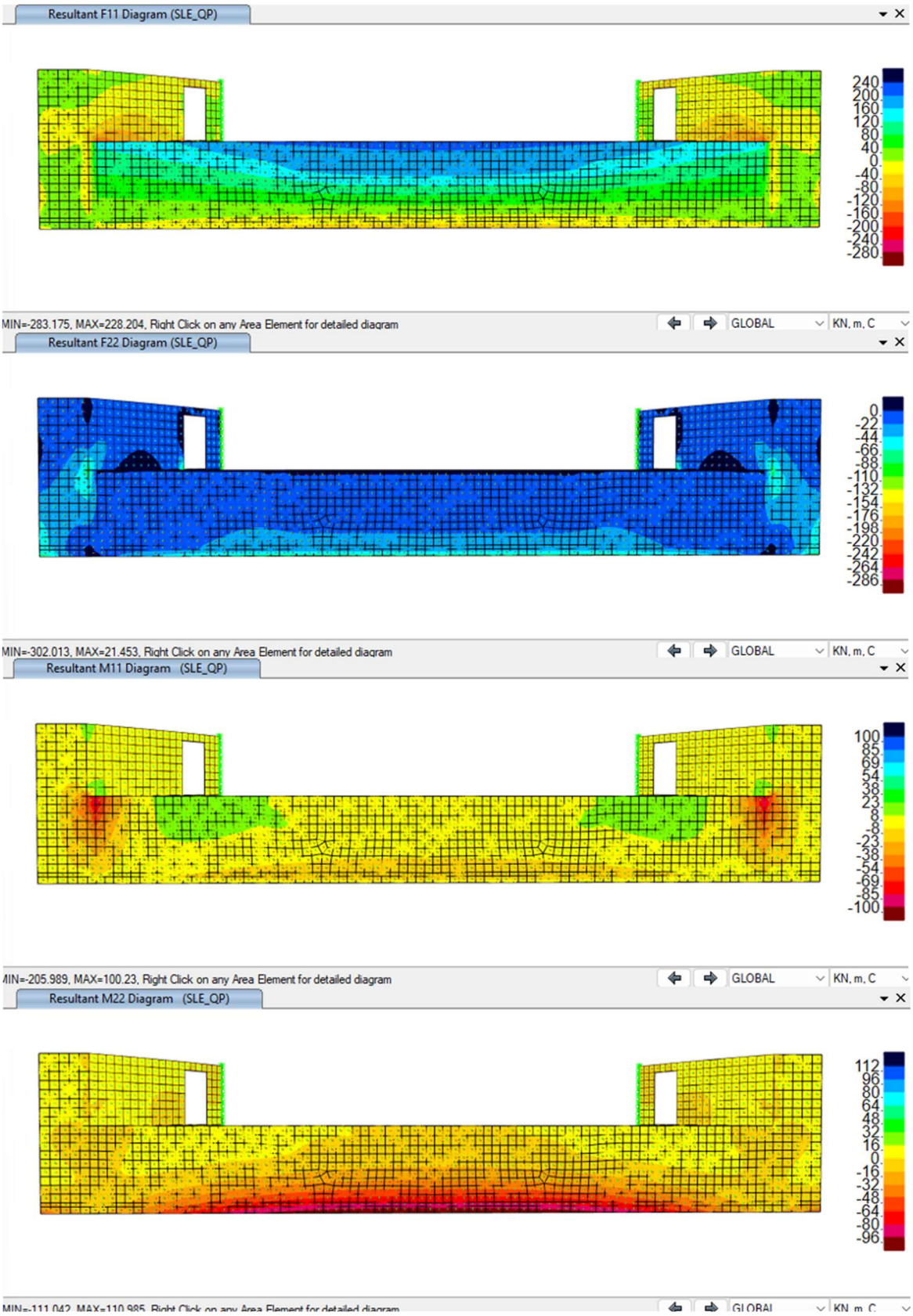


Figura 8-23: Sollecitazioni membranali e flettenti SLE-QP

9 Impalcati del Golfo Mistico (Fossa Orchestra)

9.1 Descrizione

In corrispondenza della Fossa Orchestra sono presenti due impalcati che si sviluppano in senso trasversale, posti a quota -1.11m e -3.61 addossati alla parete in c.a. esistente della Torre Scenica. La larghezza di tali impalcati è variabile fino ad un valore massimo di 2.35m.

La struttura è formata da 2 solette ciascuna delle quali in lamiera grecata collaborante con CLS alleggerito, ordita secondo l'asse longitudinale del teatro tra un profilo UPN tassellato alla parete del muro e un profilo HEAA200 avente andamento a spezzata e sostenuto da due pilastri intermedi in tubo circolare.

Lateralmente alla Fossa Orchestra sono presenti due ambienti ciascuno dei quali al livello -4.51m (grezzo) è interamente occupato da un impalcato e superiormente al livello -3.25m (grezzo) presenta un soppalco.

Per tali impalcati si adotta il medesimo solaio in lamiera grecata e cls collaborante e arcarecci disposti a passo 1.10m circa e vincolati alle estremità in corrispondenza di profili UPN di bordo tassellati alle pareti che delimitano ciascun ambiente.

9.2 Analisi dei carichi

Solaio strutturale	Gk1 = 1.76 kN/m2
Pacchetto architettonico (5cm legno)	Gk2 = 0.50 kN/m2
Controsoffitto REI	Gk3 = 0.30 kN/m2
Carichi variabili:	Qk = 5.00 kN/m2

9.3 Verifica soletta mista

<u>Fase di getto:</u>

Analisi dei carichi

Peso proprio:	Gk1 =	1.76 kN/m2
Mezzi d'opera:	Qk =	1.00 kN/m2
Totale:		2.76 kN/m2

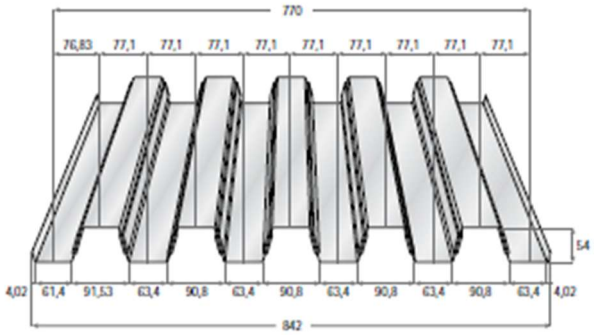
Schema statico: trave su 2 appoggi e luce 2.10m (caso peggiore)

Si adotta lamiera grecata di altezza 55mm e sp. 8/10mm, acciaio S280 GD – EN10346

Si riporta la verifica condotta sulla base dei valori tabella di portata prodotti da un Fornitore.

A55-P770-G6
HI-BOND

TABELLE DI PORTATA IN 1° FASE
LOAD CHART - STAGE 1
TABLEAU DE CHARGES DANS LA 1ère PHASE



MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

S mm	Sezione lorda Gross Section Section brute					p, l													
	Kg/m²	J_y cm⁴/m	$W_{x,inf}$ cm³/m	$W_{x,sup}$ cm³/m	W_y cm³/m	l–m	1	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25
0,8	9,85	52,45	19,43	19,43	22,43	P = daN/m²	1000	1000	770	656	430	335	245	180	135	105	80	65	50	
1,0	12,36	65,17	24,14	21,14	28,14		1000	1000	1000	775	590	440	315	235	175	135	105	85	65	50

Verifica: la portata ammissibile è superiore al carico previsto → verifica soddisfatta

Fase a regime:

Analisi dei carichi

Peso proprio:	Gk1 =	1.76 kN/m2
Pacchetto architettonico (5cm legno)	Gk2 =	0.50 kN/m2
Controsoffitto REI	Gk3 =	0.30 kN/m2
Variabili:	Qk =	5.00 kN/m2
Totale:		7.56 kN/m2
Carico utile:		5.80 kN/m2

Schema statico:trave su 2 appoggi e luce 2.10m (max)

Verifica tabellare:

Si riporta la verifica condotta sulla base dei valori tabella di portata prodotti da un Fornitore.

TIPO A 55/P 600 - HI-BOND
HI-BOND TYPE A 55/P 600
Luce massima in metri per solai HI-BOND - Max spans in meters - Max entr'axes en metres - Max spannweite in metern

H Soletta Slab Dalle Decke mm	Spessore Thickness Epaisseur Stärke mm	Sovraccarico utile uniformemente distribuito KN/m² - Useful overload evenly distributed KN/m² Surcharge utile uniformement repartie KN/m² - Nutzlast gleichmassig verteilt KN/m² (p, l)													
		1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	7,00	8,00	10,00	12,00
10	0,70	3,30	3,18	3,07	2,97	2,88	2,79	2,72	2,64	2,58	2,52	2,41	2,31	2,15	1,88
	0,80	3,55	3,42	3,29	3,18	3,08	2,99	2,91	2,83	2,76	2,69	2,56	2,44	2,26	1,88
	1,00	4,01	3,85	3,70	3,57	3,39	3,24	3,12	3,01	2,91	2,83	2,69	2,57	2,26	1,88
	1,20	4,41	4,23	3,94	3,71	3,53	3,37	3,24	3,13	3,03	2,95	2,80	2,68	2,26	1,88
11	0,70	3,20	3,10	3,01	2,93	2,85	2,78	2,72	2,65	2,60	2,54	2,44	2,36	2,21	2,08
	0,80	3,44	3,34	3,24	3,15	3,06	2,98	2,91	2,85	2,78	2,73	2,62	2,52	2,36	2,08
	1,00	3,89	3,76	3,64	3,54	3,44	3,35	3,27	3,19	3,12	3,05	2,93	2,80	2,50	2,08
	1,20	4,29	4,14	4,01	3,89	3,78	3,67	3,53	3,41	3,30	3,21	3,04	2,91	2,50	2,08

La portata, insufficiente secondo la tabella, viene integrata con barre d'armatura all'intradosso. Vedere di seguito.

Verifica analitica:

Interasse greche: 0.15m

Carico distribuito SLE: qk = 1.76 + 0.50 + 0.30 + 5.00 = 7.56 kN/m2 → 1.13 kN/m/greca

Carico distribuito SLU: qsd = 1.3 x (1.76 + 0.80) + 1.5 x 5.00 = 10.83 kN/m2 → 1.62 kN/m/greca

Msd(+) = 1/8 qsd L^2 = 0.89 kNm/greca

Vsd = 1/2 qsd L = 1.7 kN/greca

Armatura minima per ritiro:

In accordo con EN1992-1-1 p.to 7.3.2:

As_min = kc k fct,eff Act / σs dove

kc = 1.0 (caso trazione)

k = 1.0 (h < 300mm)

fct,eff = fctm = 2.36 N/mm2

Act = Area cls = (90.8 + 63.4) / 2 x 55 x 1000 / 144 + 1000 x 55 = 84448 mm2/m

σs = 280 N/mm2 (Prospetto 7.3N, wk = 0.3mm, spaziatura 150mm)

As_min = 712 mm2/m → 107 mm2/150mm

Intradosso: A_lamiera > As_min / 2 verifica soddisfatta

Estradosso: As = 79mm2/150mm > As_min / 2 verifica soddisfatta

Verifica a flessione

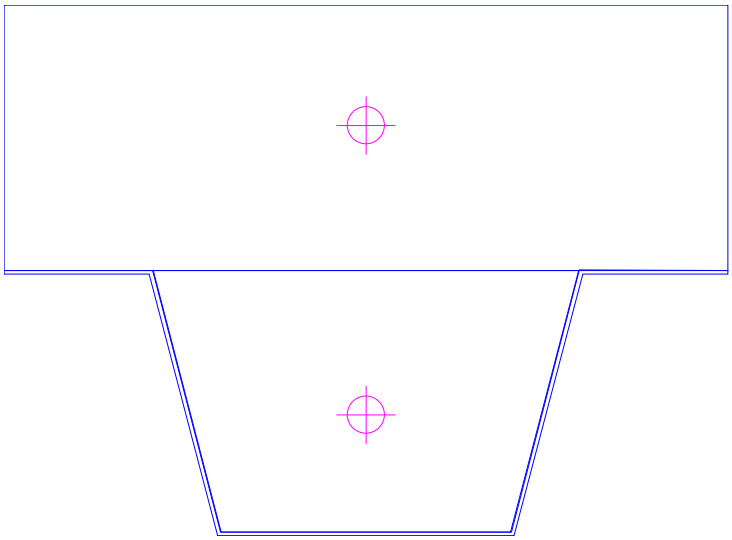
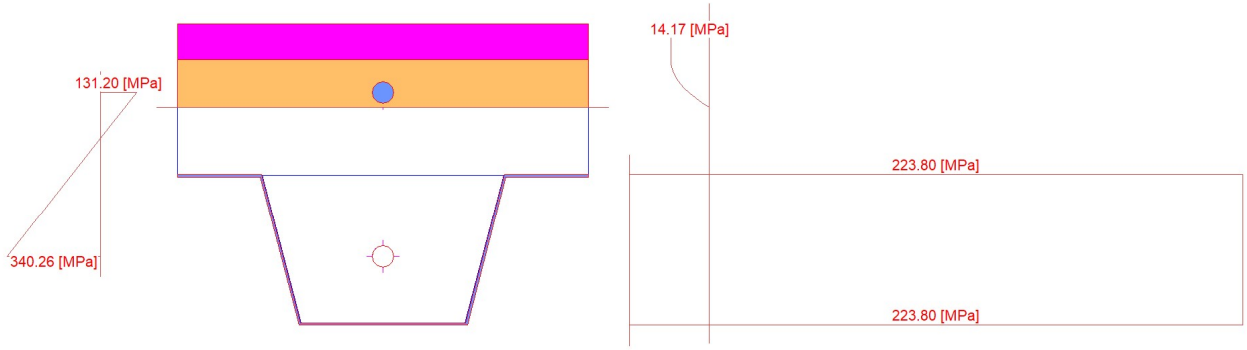


Figura 9-1: Sezione strutturale (armatura di estradosso e intradosso: 1ϕ8/150mm B450)



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
0.0	0.9	0.0	-0.0	4.1	0.0	0.22

Verifica a taglio

NTC 2018 p. 4.1.2.3.5.1 - Resistenza al taglio - Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck} [MPa]	25
Coefficiente di sicurezza	γ_c	1.5
	α_{cc}	0.85
	f_{cd} [MPa]	14.17
Altezza utile	d [mm]	85
Larghezza nervatura	bw [mm]	61
Rapporto geometrico armatura tesa estesa per (lbd+d)	δ (max 2%)	0.969%
Tensione media di compressione	σcp [N/mm2]	0
$k = 1 + (200 / d)^{0.5} \leq 2$	k	2.00
$v_min = 0.035\ k^{(3/2)}\ fck^{0.5}$	v_min [N/mm2]	0.495
	k1	0.150
	Crd,c	0.180
$\tau Rd = 1/\gamma c\ Crd,c\ k\ (100\ \rho\ fck)^{1/3} + k1\ \sigma cp$	τRd [N/mm2]	0.695
Tensione tangenziale resistente	τRd [N/mm2]	0.695
Taglio resistente	**VRd [kN]**	3.60

Vsd = 1.7 kN/greca < Vrd = 3.60 kN/greca → Verifica soddisfatta

Verifica di deformabilità

Fase getto: J = 52.45 cm4/m → 7.87 cm4/greca, qk = 1.76 kN/m2 = 0.26 kN/m

f1 = 5/384 qk L^4 / Es / J = 5/384 x 0.26 x 2100^4 / 210000 / 78700 = 4.0mm

Fase successiva: Jom_cls = 1132 cm4/greca , qk = 5.80 kN/m2 = 0.87 kN/m

f2 = 5/384 qk L^4 / Ecm / J = 5/384 x 0.87 x 2100^4 / (210000 / 15) / 11320000 = 1.4mm

ftot = f1 + f2 = 4.4mm (= L / 477) → OK

9.4 Verifica trave di sostegno dello sporto

Analisi dei carichi

Soletta:	Gk1 =	1.76 kN/m2	
Pacchetto architettonico (5cm legno)	Gk2 =	0.50 kN/m2	
Controsoffitto REI	Gk3 =	0.30 kN/m2	
Variabili:	Qk =	5.00 kN/m2	
Totale:		7.56 kN/m2	(escluso p.p.)

Interasse: i = 2.35m / 2 = 1.18m

Luce: L = 5.00m

Schema statico:trave su 2appoggi

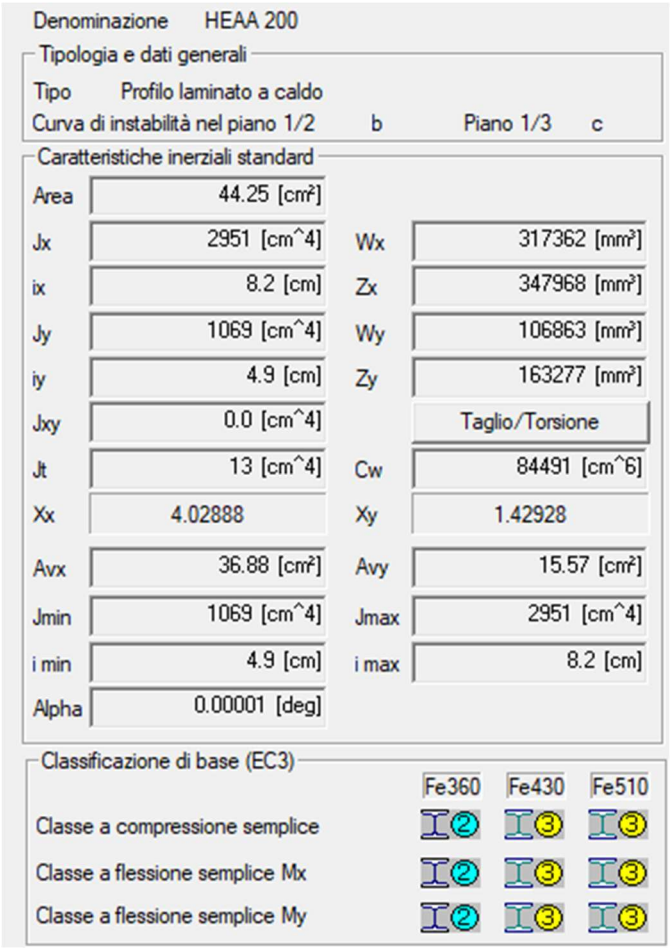
Carico distribuito SLE: qk = (1.76 + 0.50 + 0.30 + 5.00) kN/m2 x 1.18m = 8.92 kN/m

Carico distribuito SLU: qsd = (1.3 x (1.76 + 0.80) + 1.5 x 5.00) kN/m2 x 1.18m = 12.78 kN/m

Momento massimo SLU : Msd = 39.9 kNm

Taglio massimo SLU : Vsd = 32 kN

Si adotta profilo HEAA 200 in acciaio S235



Denominazione HEAA 200

Tipologia e dati generali

Tipo Profilo laminato a caldo

Curva di instabilità nel piano 1/2 b Piano 1/3 c

Caratteristiche inerziali standard

Area	44.25 [cm²]		
Jx	2951 [cm^4]	Wx	317362 [mm³]
ix	8.2 [cm]	Zx	347968 [mm³]
Jy	1069 [cm^4]	Wy	106863 [mm³]
iy	4.9 [cm]	Zy	163277 [mm³]
Jxy	0.0 [cm^4]		Taglio/Torsione
Jt	13 [cm^4]	Cw	84491 [cm^6]
Xx	4.02888	Xy	1.42928
Avx	36.88 [cm²]	Avy	15.57 [cm²]
Jmin	1069 [cm^4]	Jmax	2951 [cm^4]
i min	4.9 [cm]	i max	8.2 [cm]
Alpha	0.00001 [deg]		

Classificazione di base (EC3)

	Fe360	Fe430	Fe510
Classe a compressione semplice	2	3	3
Classe a flessione semplice Mx	2	3	3
Classe a flessione semplice My	2	3	3

Verifica a flessione: Mrd = 74.3 kNm > Msd = 39.9 kNm → verifica soddisfatta

Verifica di deformabilità: f = 12mm (L / 427) → verifica soddisfatta

9.5 Verifica arcareccio impalcati laterali

Analisi dei carichi

Soletta:	Gk1 =	1.76 kN/m2	
Pacchetto architettonico (5cm legno)	Gk2 =	0.50 kN/m2	
Controsoffitto REI	Gk3 =	0.30 kN/m2	
Variabili:	Qk =	5.00 kN/m2	
Totale:		7.56 kN/m2	(escluso p.p.)

Interasse: i = 1.1m

Luce: L = 3.70m (caso peggiore)

Schema statico:trave su 2appoggi

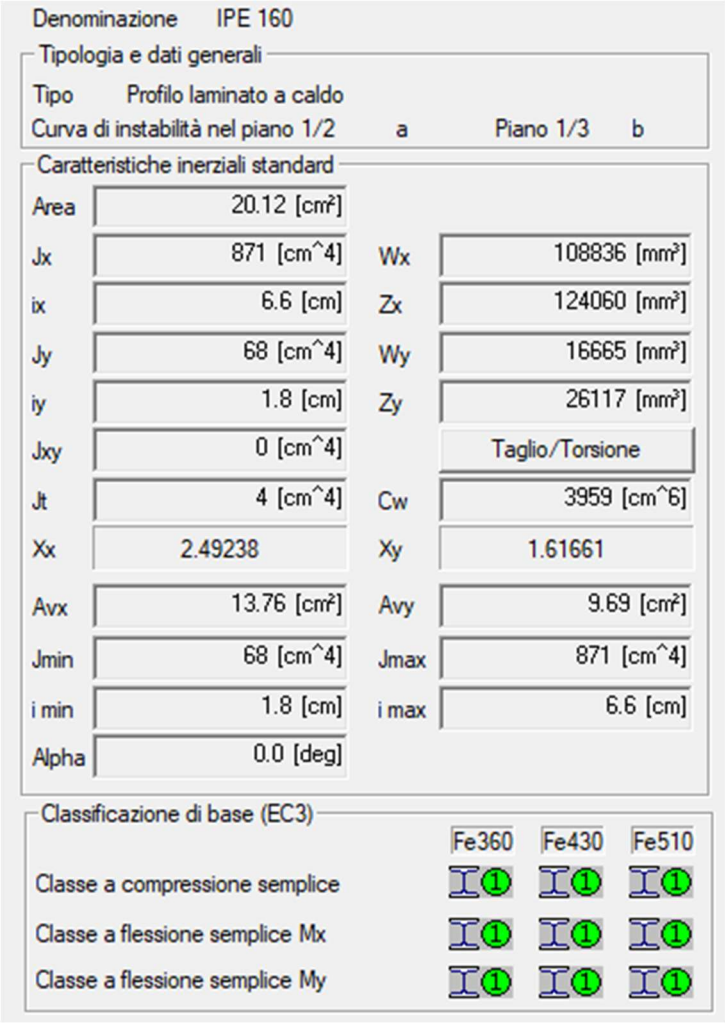
Carico distribuito SLE: qk = (1.76 + 0.50 + 0.30 + 5.00) kN/m2 x 1.10m = 8.3 kN/m

Carico distribuito SLU: qsd = (1.3 x (1.76 + 0.80) + 1.5 x 5.00) kN/m2 x 1.10m = 11.9 kN/m

Momento massimo SLU : Msd = 20.4 kNm

Taglio massimo SLU : Vsd = 22 kN

Si adotta profilo IPE 160 in acciaio S235



Verifica a flessione: Mrd = 26.5 kNm > Msd = 20.4 kNm → verifica soddisfatta

Verifica di deformabilità: f = 11mm (L / 334) → verifica soddisfatta

9.6 Verifica colonna

Si analizza il caso più gravoso (sporto) e si assume:

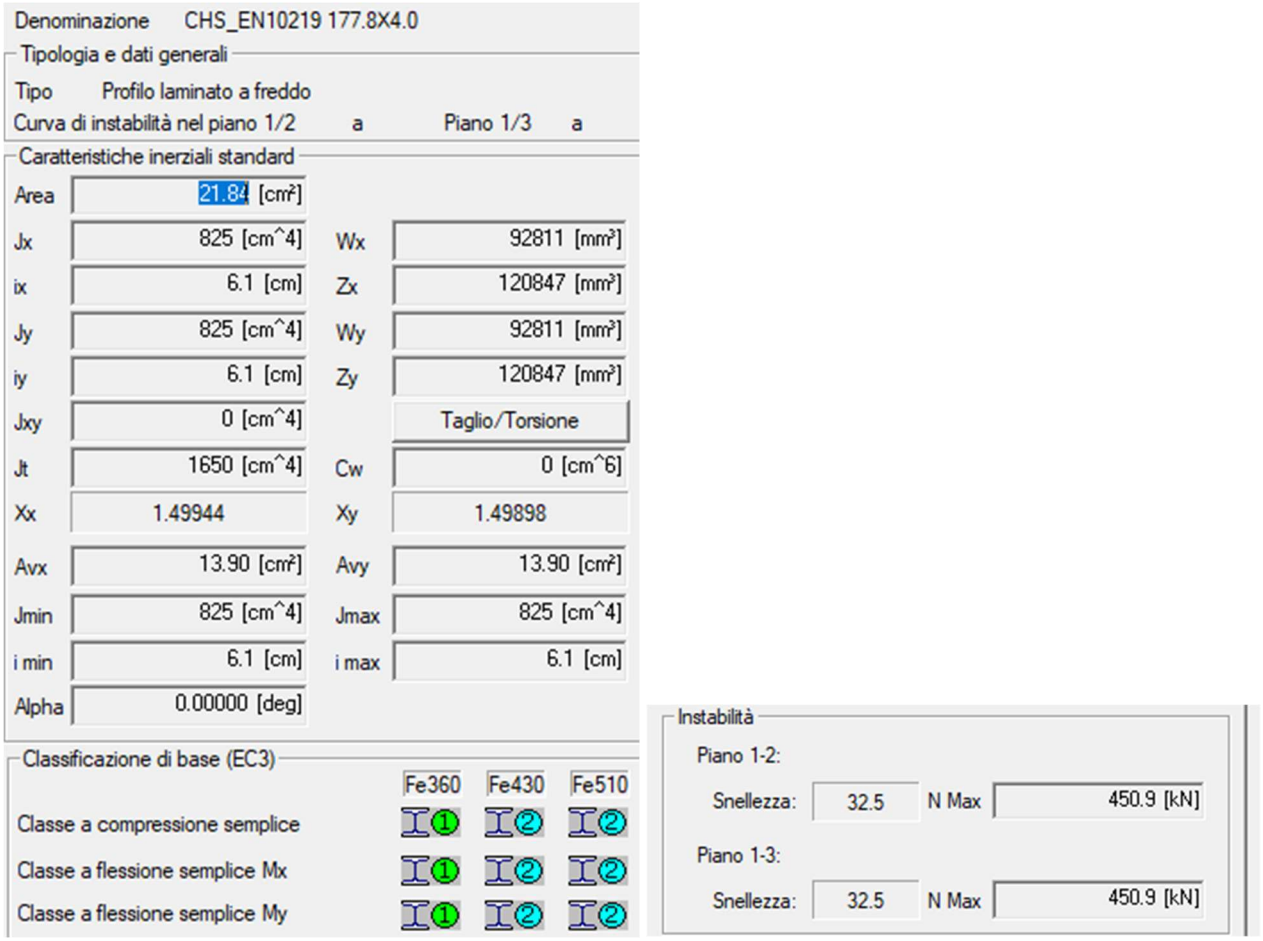
1) che gli impalcati siano vincolati orizzontalmente al muro della torre scenica attraverso i connettori che collegano la soletta al profilo UPN a sua volta tassellato al muro;
2) le travi sono collegate alle colonne semplicemente a taglio;

di conseguenza ciascuna colonna è soggetta a solo sforzo normale.

Sforzo assiale trasmesso dalle travi a ciascuna colonna

Nsd = 2 piani x 2 x (12.78 kN/m x 5m / 2) = 127.8 kN

Si adotta profilo tubolare EN10219 CHS 177.8x4.0 in acciaio S235



9.7 Connessione al muro

Gli impalcati sono connessi al muro tramite un profilo di bordo in UPN che viene tassellato al muro secondo un passo di 1m.

Azioni trasmesse a ciascuna connessione:

Combinazione SLU

Taglio verticale Rz = 12.78 kN/ml x 1m = 13 kN

Combinazione SLV (assumendo massa sismica = carico totale e ordinata spettrale max)

Taglio verticale Rz = 12.78 kN/ml x 1 m = 13 kN

Taglio orizzontale Ry = 2 x 12.78 kN/ml x 1 m x 0.204 = 5..5 kN

Sforzo assiale di trazione Rx = 2 x 12.78 kN/ml x 1 m x 0.204 = 5.5kN

COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Strutture Corpo Basso

Allegato 8

Progetto di rinforzo degli impalcati della copertura Atrio e della copertura della Torre Scenica Lato Petrarca

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in CdS	S.Pinardi	S.Pinardi	M. Majowiecki

SOMMARIO

1 Premessa 5
2 IMPALCATO ESISTENTE DI COPERTURA ATRIO 6
2.1 Descrizione 6
2.2 Analisi dei carichi 10
2.3 Criteri di analisi SLU e SLE 10
2.3.1 Solaio 10
2.3.2 Trave 11
2.4 Verifiche 11
2.4.1 Resistenze di progetto dei materiali esistenti 11
2.4.2 Verifica Solaio 11
2.4.3 Verifica trave 18
3 IMPALCATO ESISTENTE COPERTURA BASSA TORRE SCENICA 25
3.1 Descrizione 25
3.2 Analisi dei carichi 27
3.3 Criteri di analisi SLU e SLE 27
3.3.1 Solaio 27
3.3.2 Trave 28
3.4 Verifiche 28
3.4.1 Resistenze di progetto dei materiali esistenti 28
3.4.2 Verifica Solaio 28
3.4.3 Verifica trave 35
4 VERIFICA DETTAGLI 40
4.1 Impalcato di copertura Atrio - Verifica connessione a taglio tra UPN350 e trave di bordo 40
4.2 Impalcato di copertura Atrio - Verifica connessione a taglio tra schiena UPN350 e trave esistente 52
4.3 Impalcato di copertura Atrio - Verifica saldature 60
4.4 Impalcato di copertura bassa Torre Scenica lato Petrarca - Verifica connessione a taglio tra MC450 e trave di bordo 61
4.5 Impalcato di copertura bassa Torre Scenica lato Petrarca - Verifica connessione a taglio tra MC450 e trave esistente 73
4.6 Impalcato di copertura della Torre Scenica Lato Petrarca - Verifica saldature 81

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1 Premessa

Il presente documento contiene la sintesi delle soluzioni strutturali adottate per il rinforzo dei solai esistenti di copertura dell'Atrio e del volume basso lato Petrarca della Torre Scenica.

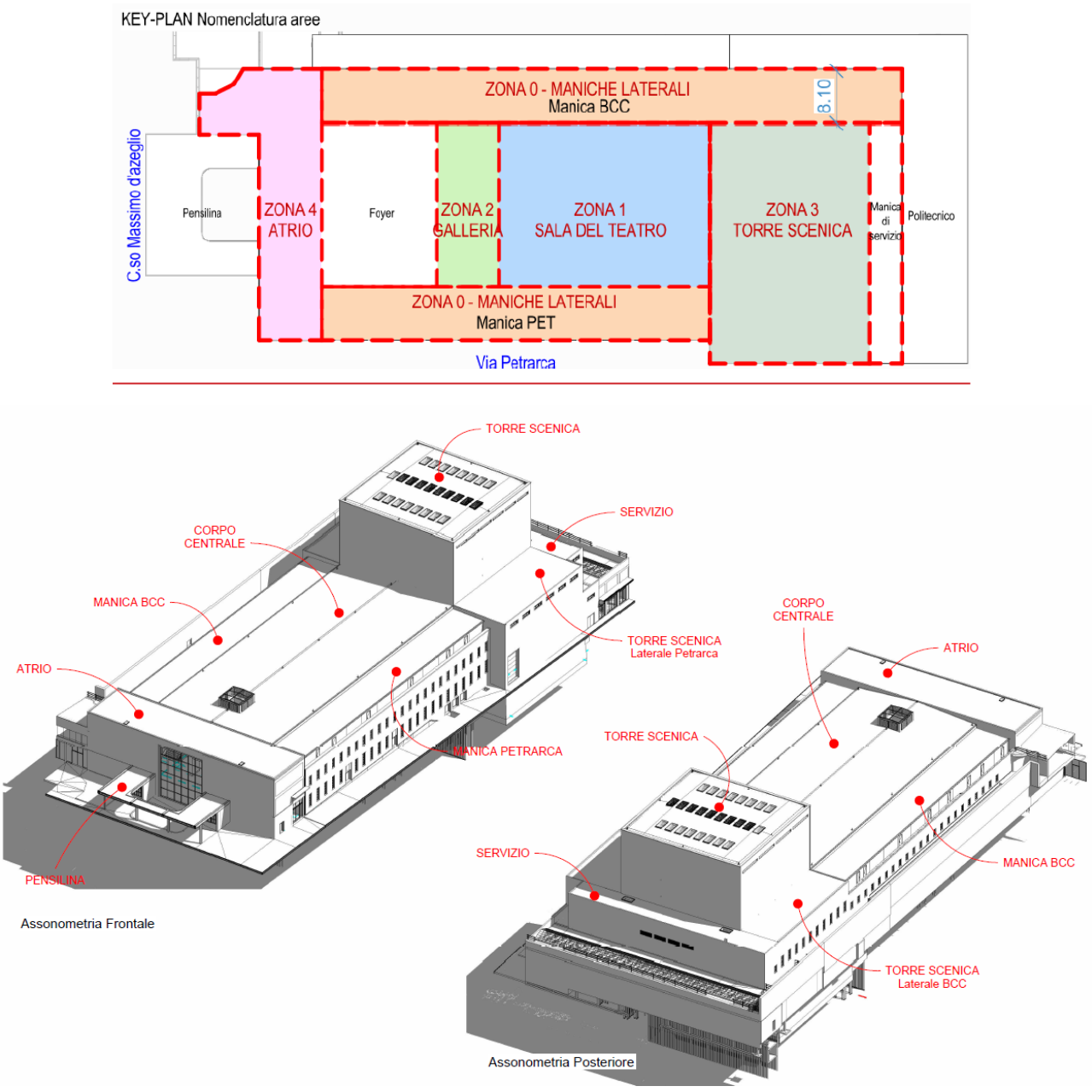


Figura 1: Denominazione delle parti dell'opera

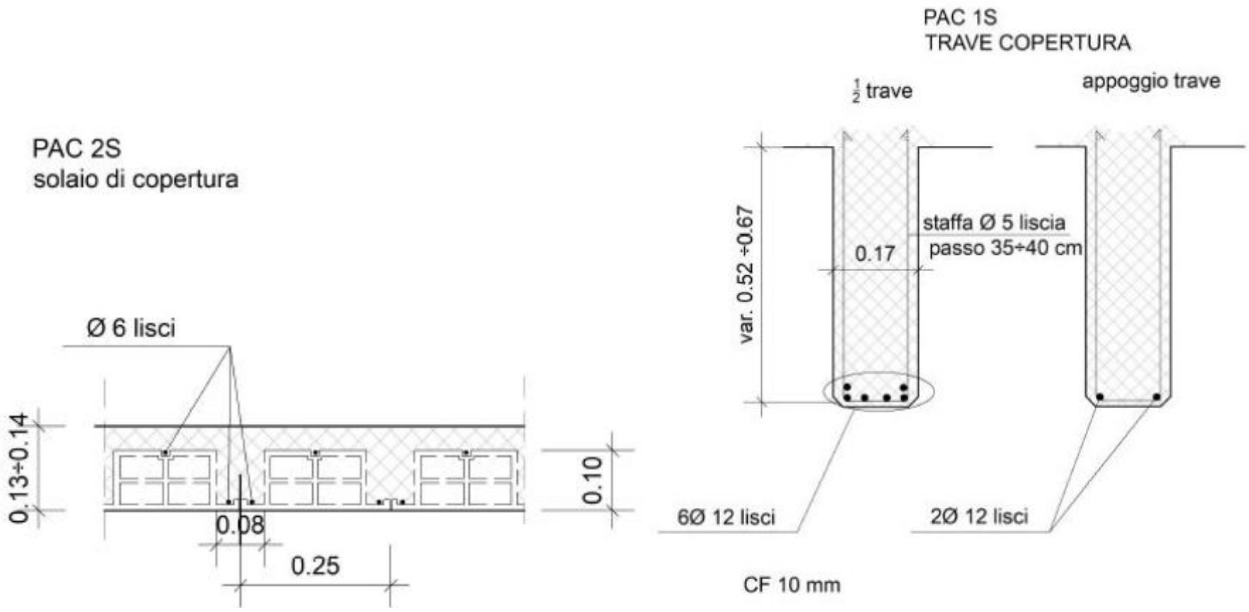
2 IMPALCATO ESISTENTE DI COPERTURA ATRIO

2.1 Descrizione

L'impalcato esistente è di tipo latero-cementizio. La parte strutturale ha uno spessore di 11.5/12 cm con soletta superiore di 1.5/2 cm ([1]), alleggerimento in laterizio e spessore 10cm, nervature in c.a. di larghezza 8cm e interasse 25cm.

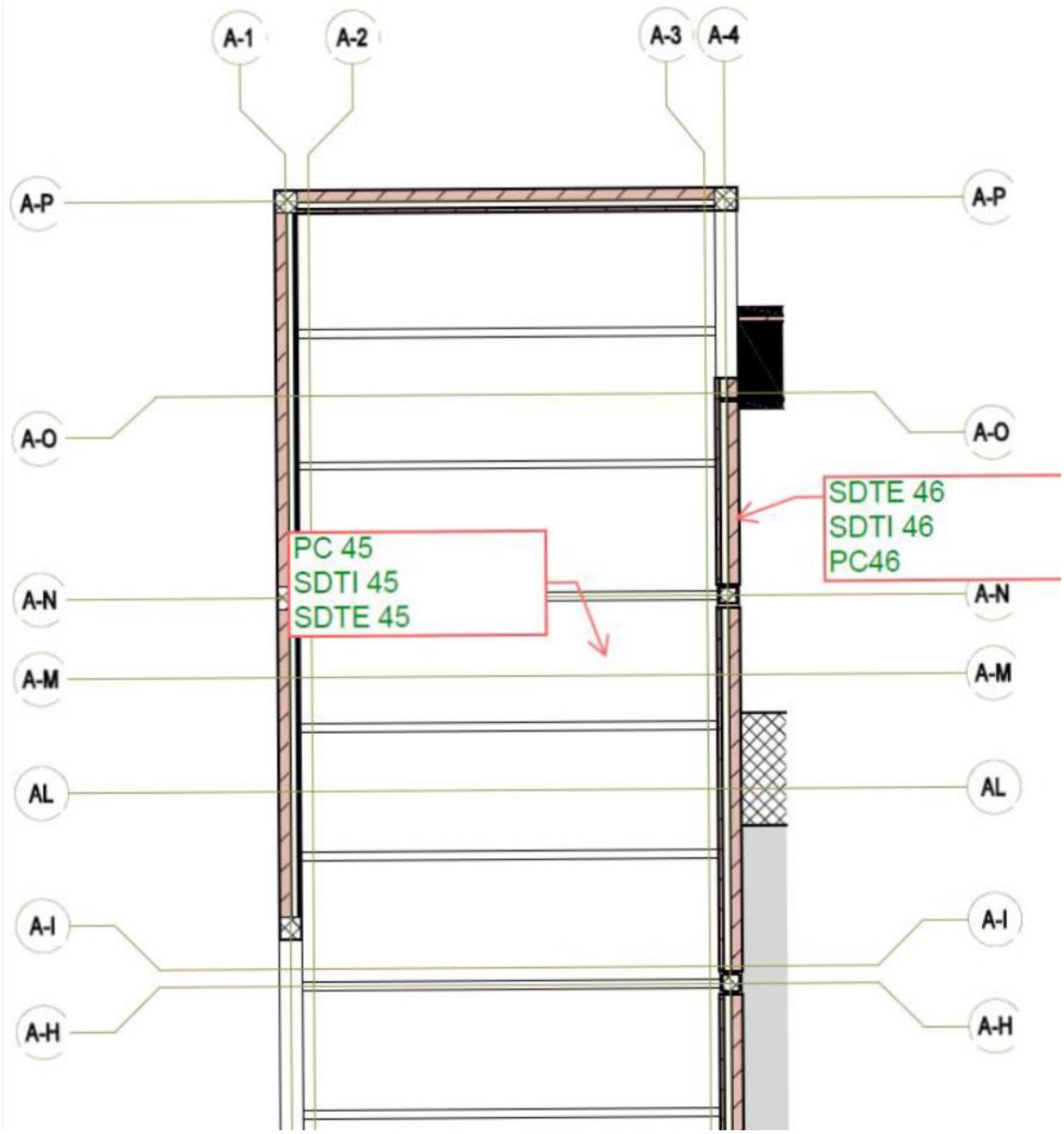
L'impalcato è ordito in senso trasversale su travi in c.a. ricalate aventi sezione rettangolare 18cm x 50/66cm (solo ricalatura), interasse 275cm circa e luce netta 896cm.

L'immagine seguente mostra i risultati dei primi sondaggi sul solaio e sulle travi (Fonte: "PS24vaC633-16 - Indagini Strutturali Teatro Nuovo Torino _agg.pdf", Pacometrie "PAC 2S" e "PAC 1S"):

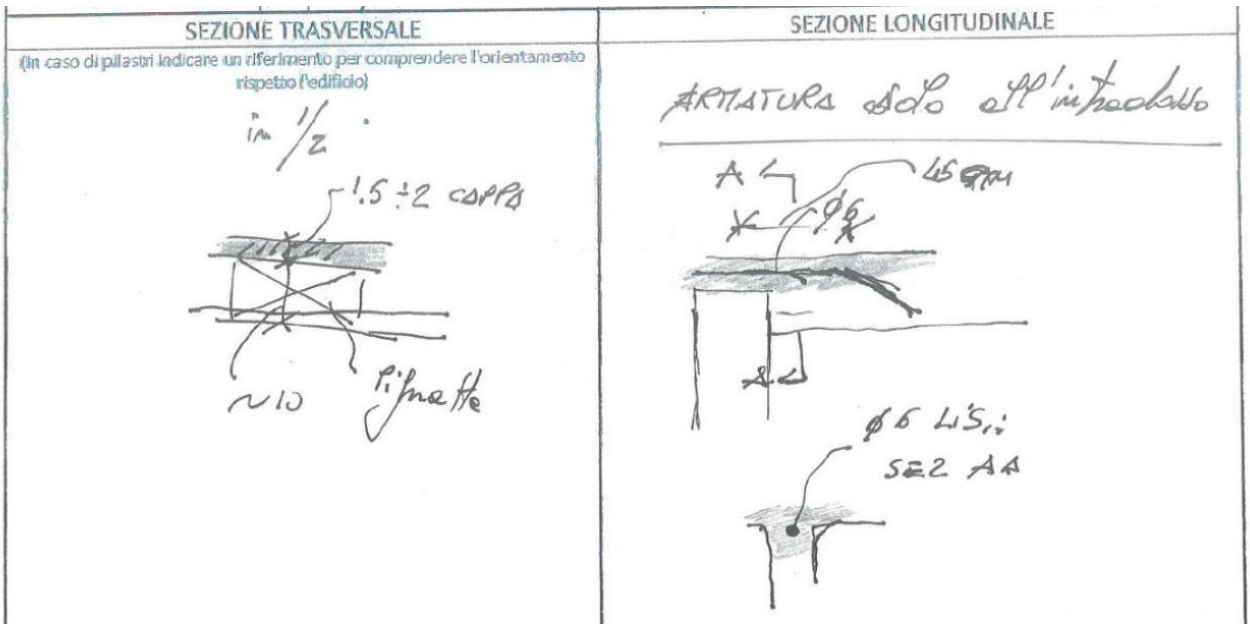


Parte di queste informazioni **non** sono state confermate dalle indagini integrative (vedere pagine successive).

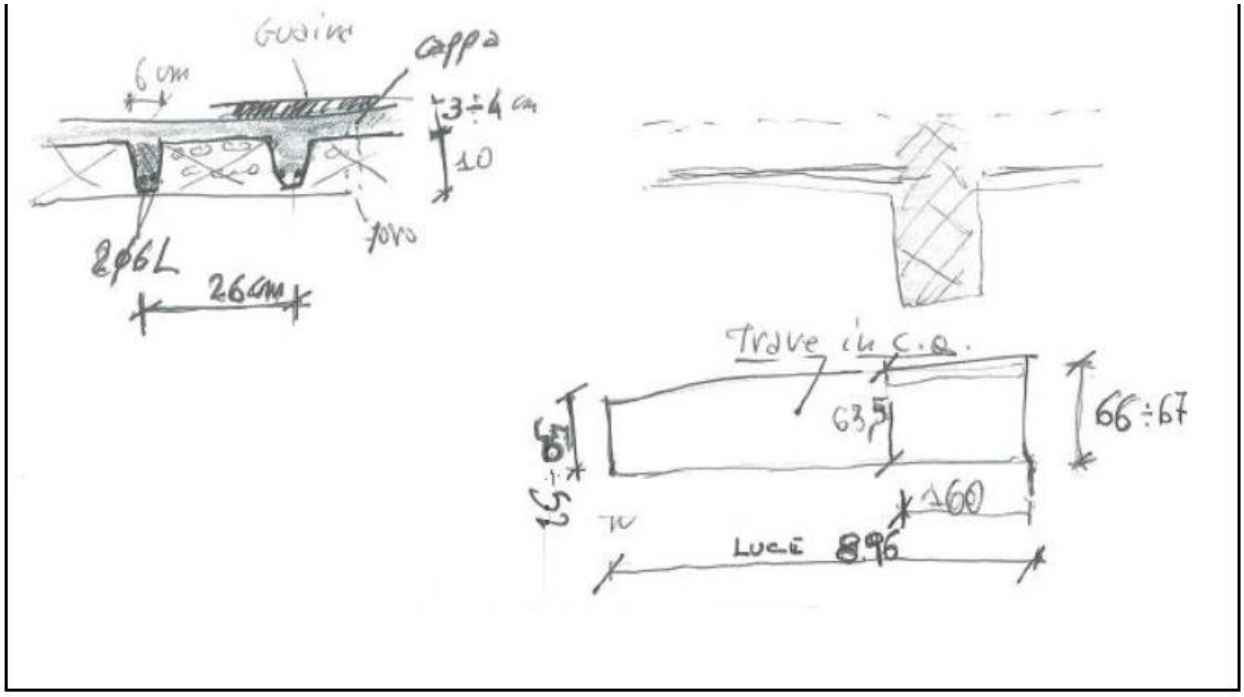
([1]) (rispetto ai 13/14cm e soletta di 3/4cm come dichiarato nei risultati delle prime indagini)



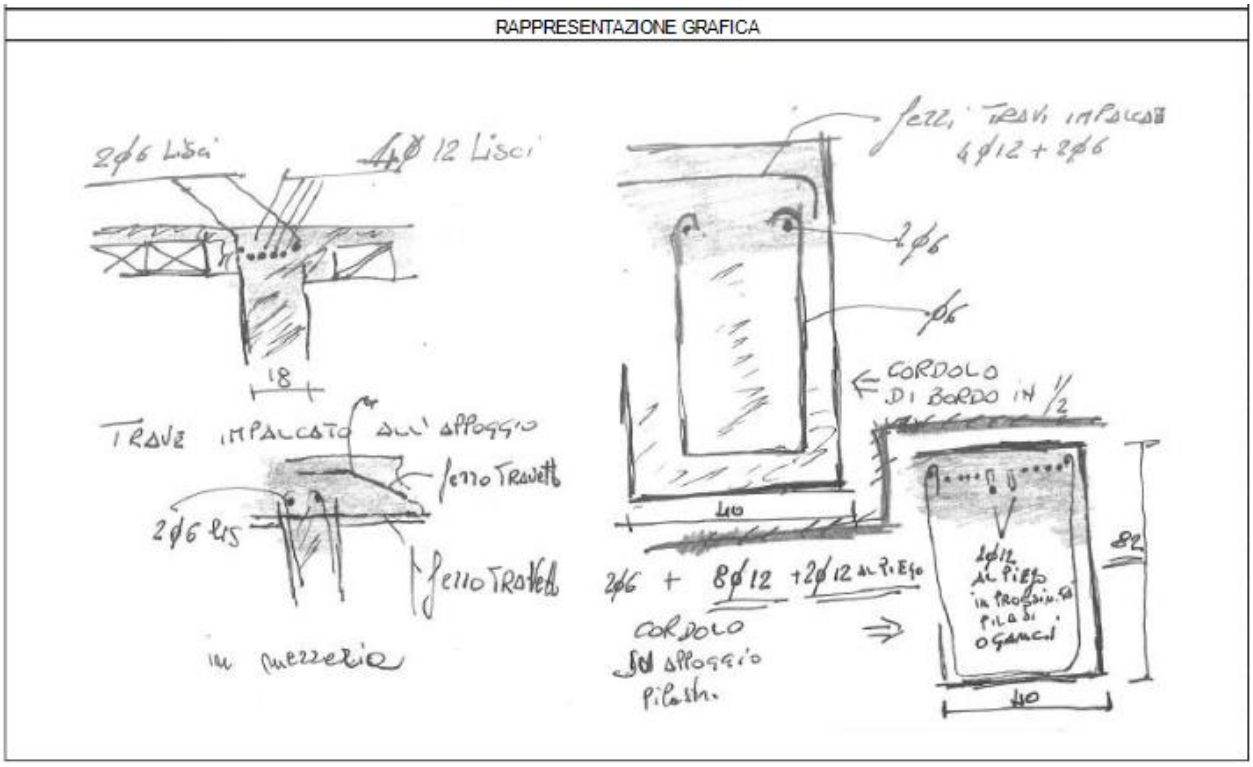
Estratto “PS24vaC633-36 - Indagini Strutturali Teatro Nuovo (integrazione)_00 .pdf” con indicazione delle indagini integrative



Sondaggio “SDTE45”

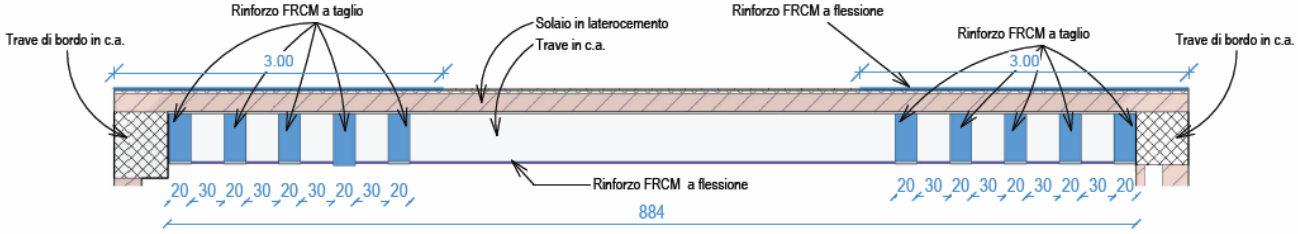


Sondaggio “PC45 – SDTI45

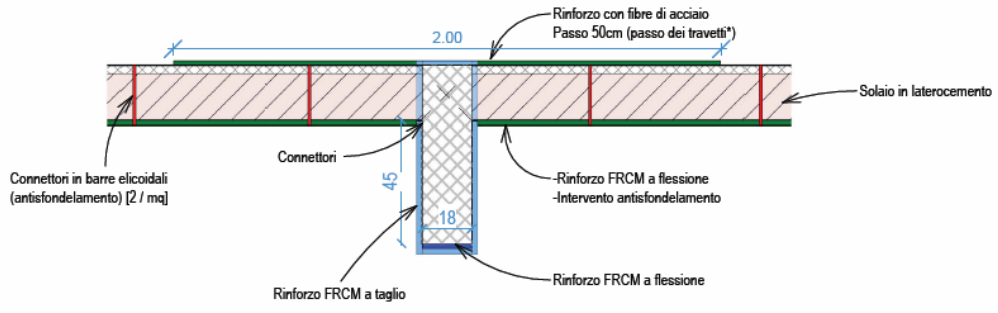


Sondaggio “SDTE46”

L’impalcato viene conservato e per esso si prevedono interventi di rinforzo.



Rinforzo a taglio e flessione trave atrio



Progetto PFTE - Estratto da “22044D02_3_0_P_ST_00_BC_100_5-Interventi su esistente-Quaderno dei tipici.pdf”

2.2 Analisi dei carichi

L'analisi dei carichi è riportata nella seguente tabella:

Zona	**Tipica**
Pacchetto	T-05
Controsoffitto	C-02
Tamponamento	--
Tamponamento [kN/m2]	0.00
[kN/m2]	
Tamponamento	0.00
Extra (*)	0.96
Pacchetto	1.50
Solaio latero cemento H=14cm	2.28
Travi 18x45 passo 2.75m	0.79
Impianti e Imp. Fotov.	0.25
Controsoffitto	0.25
Permanenti Gk	**6.03**
Permanenti Gk senza trave	5.24
Permanenti Gk2	2.96
Variabile Qk	**1.25**
Variabile Qk (vento pressione)	**0.45**

(*) Nota: Nella voce "Extra" è incluso il peso del sistema di antisfondellamento (stimato in 0.20 kN/m2) oltre al peso di un getto aggiuntivo di 4.0cm di cls alleggerito LC25/28 all'estradosso al fine di poter considerare il solaio come diaframma orizzontale rigido da un punto di vista sismico.

2.3 Criteri di analisi SLU e SLE

2.3.1 Solaio

Il solaio viene analizzato con schema continuo di trave su più appoggi e soggetto ad un carico uniforrmente distribuito.

Luce L = 2.75m

pk = (5.24 + 1.25 + 0.6 x 0.45) kN/m2 = 6.76 kN/m2 (Fase1: 2.28 kN/m2 + Fase2: 4.48 kN/m2)

psd = 1.3 x 5.24 kN/m2 + 1.5 x (1.25 + 0.6 x 0.45) kN/m2 = 9.09 kN/m

(Fase1: 2.96 kN/m2 + Fase2: 6.13 kN/m2)

Sollecitazioni di progetto (campata di bordo di trave continua a 4 campate)

Vsd = 0.607 psd L = 15.2 kN/m 3.8 kN/travetto

Msd(-) = -psd L^2 / 9.34 = -7.4 kNm/m -1.85 kNm/travetto

(Fase1: -0.6 kNm/travetto + Fase2: -1.25 kNm/travetto)

Msd(+) = +psd L^2 / 13 = 5.3 kNm/m 1.33 kNm/travetto

(Fase1: +0.43 kNm/travetto + Fase2: +0.90 kNm/travetto)

2.3.2 Trave

La trave viene analizzata con schema di trave su due appoggi e soggetta ad un carico uniformemente distribuito.

Luce L = 8.96m, interasse i = 2.75m

Carico distribuito:

qk = 2.75m x (6.03 + 1.25 + 0.6 x 0.45) kN/m2 = 20.8 kN/ml

qsd = 2.75m x (1.3 x 6.03 + 1.5 x (1.25 + 0.6 x 0.45)) kN/m2 = 27.8 kN/ml

(Fase1: 8.44 kN/ml Fase2: 19.36 kN/ml)

Sollecitazioni di progetto

Msd = qsd L^2 / 8 = 279.3 kNm (Fase1: 84.7 kNm, Fase2: 194.6 kN)

Vsd = qsd L / 2 = 124.7 kN (Fase1: 37.8 kN, Fase2: 86.9 kN)

2.4 Verifiche

2.4.1 Resistenze di progetto dei materiali esistenti

Si assume

Per il cls:

Rottura fragile: fcd_frag = 16.09 N/mm2

Rottura duttile: fcd_dutt = 24.14 N/mm2

Per l'armatura:

Rottura fragile: fyd_frag = 276.7 N/mm2

Rottura duttile: fyd_dutt = 318.2 N/mm2

2.4.2 Verifica Solaio

Sezione a T con bw = 80mm, H = 170mm, B = 250mm, tf = 30+40 = 70mm

Verifica a taglio

Si considera il contributo dell'armatura tesa all'appoggio rappresentata dalla nuova rete elettrosaldata ϕ8/150mm

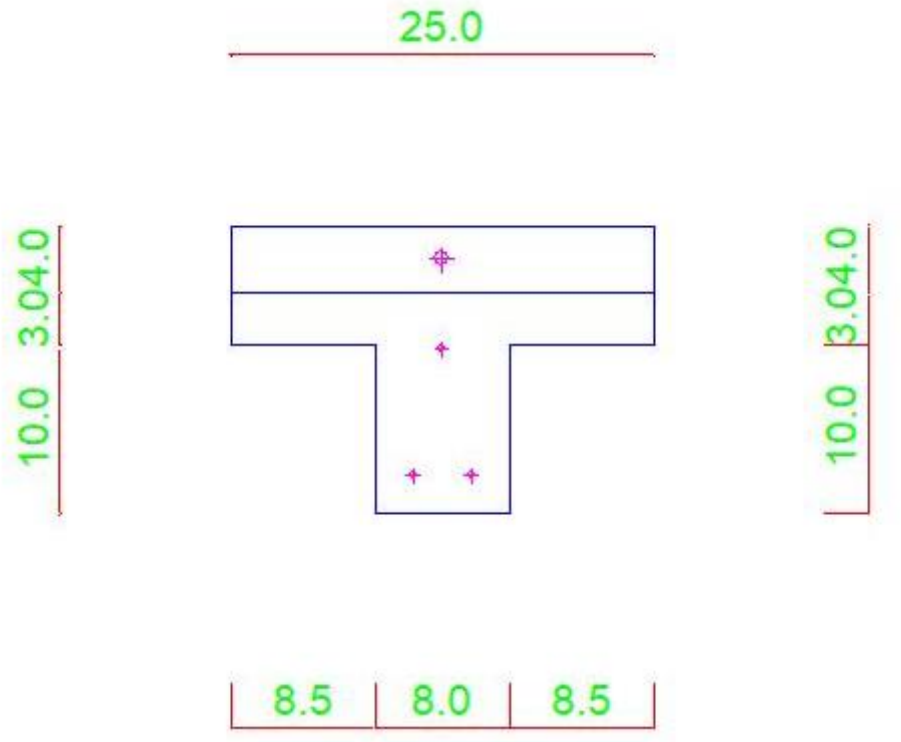
NTC 2018 p. 4.1.2.3.5.1 - Resistenza al taglio - Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck} [MPa]	16.09
Coefficiente di sicurezza	γ_c	1
	α_{cc}	1.00

	f_{cd} [MPa]	16.09
Altezza utile	d [mm]	155
Larghezza nervatura	bw [mm]	80
Rapporto geometrico armatura tesa estesa per (lbd+d)	δ (max 2%)	0.243%
Tensione media di compressione	σcp [N/mm2]	0
$k = 1 + (200 / d)^{0.5} \leq 2$	k	2.00
$v_min = 0.035\ k^{(3/2)}\ fck^{0.5}$	v_min [N/mm2]	0.397
	k1	0.150
	Crd,c	0.180
$\tau Rd = 1/\gamma c\ Crd,c\ k\ (100\ \rho\ fck)^{1/3} + k1\ \sigma cp$	τRd [N/mm2]	0.567
Tensione tangenziale resistente	τRd [N/mm2]	0.567
Taglio resistente	**VRd [kN]**	7.03
Interasse nervatura	i [m]	0.25
Taglio resistente distribuito	**VRd [kN/m]**	28.14

Vrd > Vsd → Verifica soddisfatta

Verifica a flessione



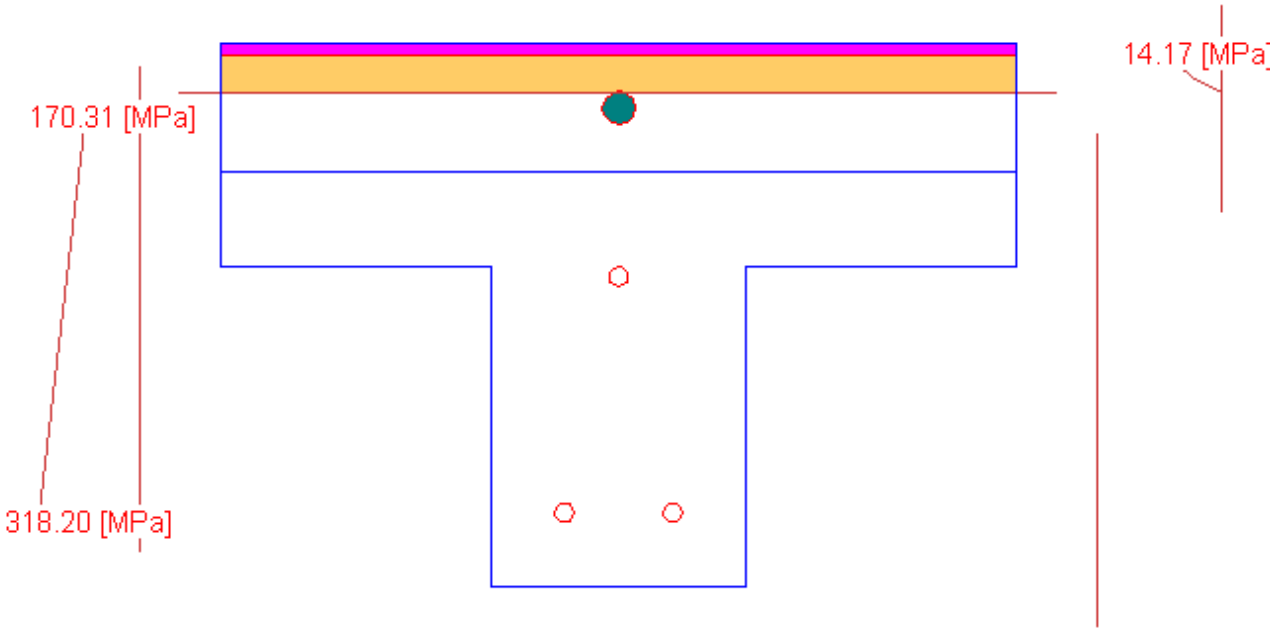
Armature (per travetto, passo 250mm):

2 ϕ 6 esistenti all'intradosso

1 ϕ 6 esistente all'estradosso delle pignatte

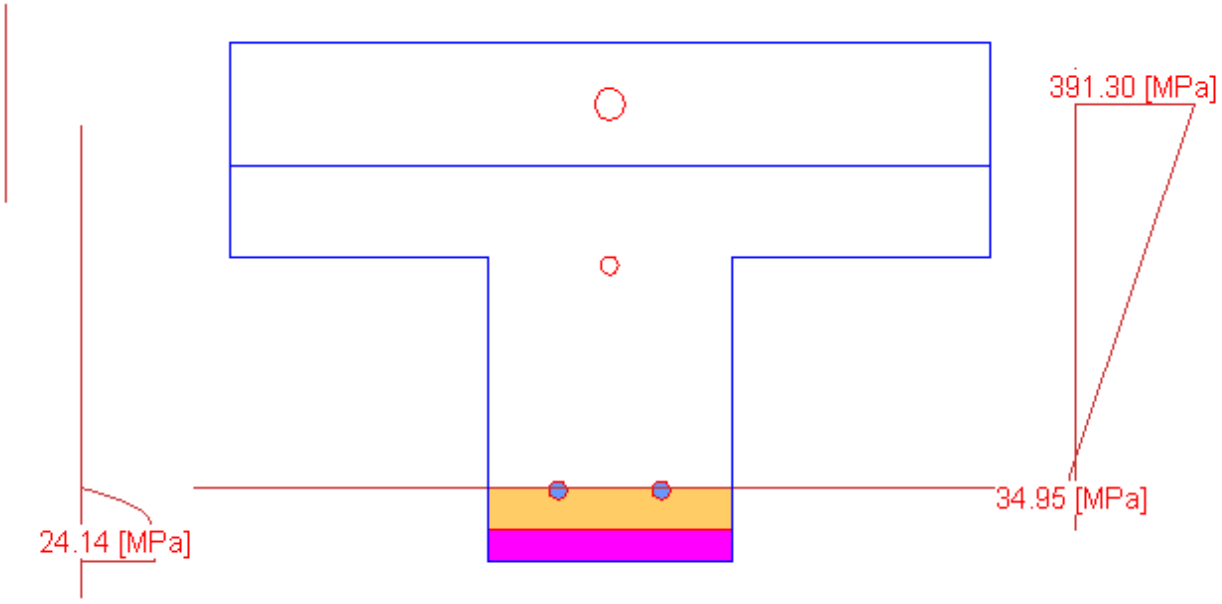
1ϕ10 (equivalente 1ϕ8/150mm) nuovo all'estradosso

In mezzeria:



Mrd = 3.3 kNm/travetto → Mrd(+) = 13.2 kNm/m

All'appoggio

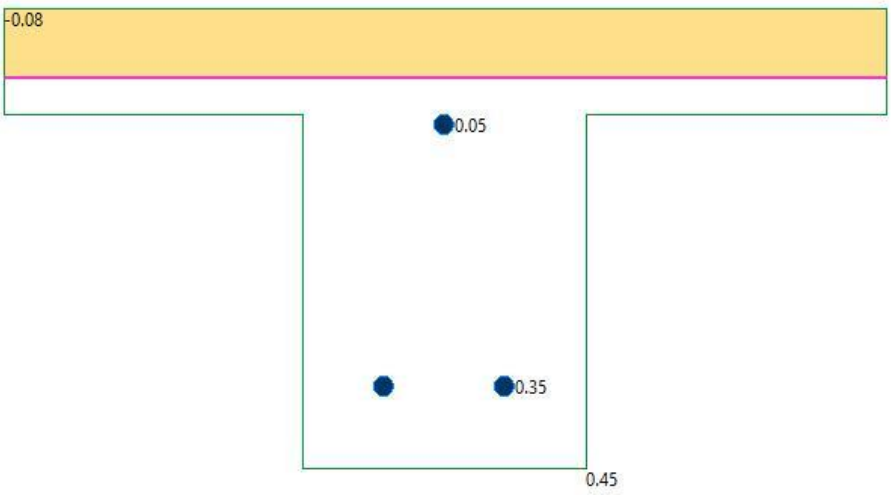


Mrd = -5.1 kNm/travetto → Mrd(-) = -20.4 kNm/m

Le verifiche sono soddisfatte.

Verifica per fasi – M+

Fase 1 / M+ fase1



Baricentro x_G=0.0 y_G=8.0 [cm]
Azioni

Condizione di carico	δN [kN]	δMx [kNm]	δMy [kNm]	Azione Baricentrica	$x_{App.}$ [cm]	$y_{App.}$ [cm]	Tipo
M+ fase1	0.0	0.4	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
Azione totale fase	0.0	0.4	0.0	Baricentrica			
Azione resistente fase	0.0	0.4	0.0	Baricentrica			
Error	-0.0	0.0	-0.0				

Barre

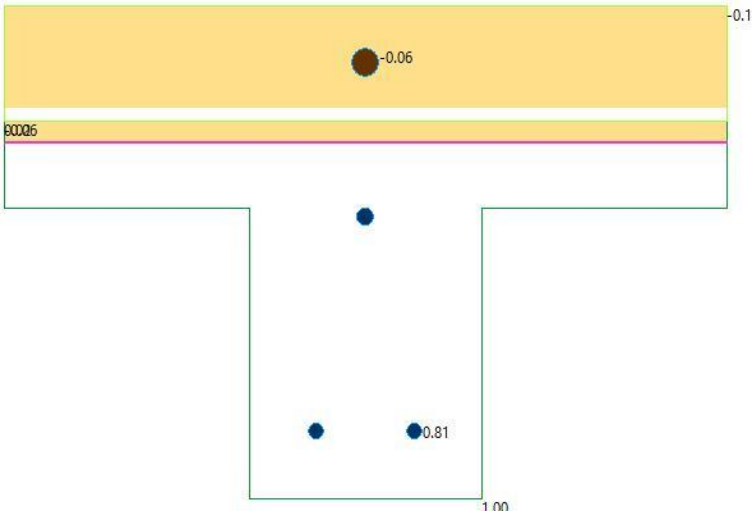
fase	materiale ID	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	5	0.0	9.7	0.000	0.054	11.43	1.7	2.3	0.000	0.353	74.18

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ 0.054 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 0.353
Superfici

fase	materiale ID	Area [cm²]	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	3	155.00	-12.5	13.0	0.000	-0.079	-1.84	4.0	0.0	0.000	0.446	0.00

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.079 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 0.446

Fase 2 / DeltaM+ fase2



Baricentro x_G=0.0 y_G=13.2 [cm]

Azioni

Condizione di carico	δN [kN]	δMx [kNm]	δMy [kNm]	Azione Baricentrica	$x_{App.}$ [cm]	$y_{App.}$ [cm]	Tipo
M+ fase1	0.0	0.4	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
DeltaM+ fase2	0.0	0.9	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
Azione totale fase	0.0	1.3	0.0	Baricentrica			
Azione resistente fase	0.0	1.3	0.0	Baricentrica			
Error	-0.0	0.0	-0.0				

Asse neutro

ak	X_X1/cm	X_Y1/cm	X 1/cm
5.51702e-04	-4.09395e-05	-7.94817e-19	4.09395e-05

Barre

fase	materiale ID	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	5	0.0	9.7	0.054	0.209	43.89	1.7	2.3	0.353	0.811	170.26
2	6	0.0	15.0	0.000	-0.062	-13.10	0.0	15.0	0.000	-0.062	-13.10

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.062 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 0.811

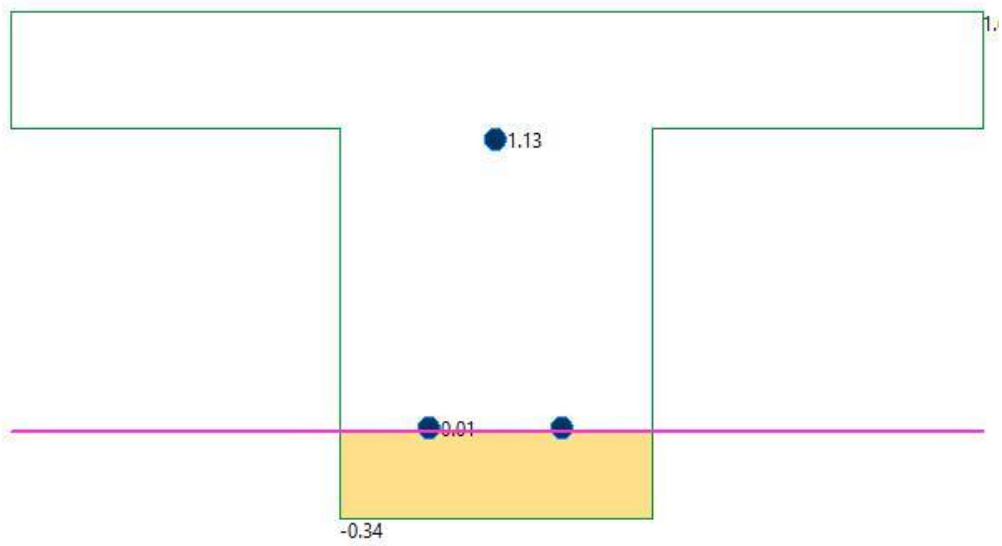
Superfici

fase	materiale ID	Area [cm²]	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	3	155.00	-12.5	13.0	-0.079	-0.059	-1.39	4.0	0.0	0.446	0.998	0.00
2	4	100.00	12.5	17.0	0.000	-0.144	-1.92	-12.5	13.0	0.000	0.019	0.00

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.144 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 0.998

<u>Verifica per fasi – M-</u>

Fase 1 / M- fase1



Baricentro x_G=0.0 y_G=8.0 [cm]
Azioni

Condizione di carico	δN [kN]	δMx [kNm]	δMy [kNm]	Azione Baricentrica	$x_{App.}$ [cm]	$y_{App.}$ [cm]	Tipo
M- fase1	0.0	-0.6	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
Azione totale fase	0.0	-0.6	0.0	Baricentrica			
Azione resistente fase	-0.0	-0.6	0.0	Baricentrica			
Error	0.0	-0.0	-0.0				

Asse neutro

ak	X_X1/cm	X_Y1/cm	X 1/cm
-3.37999e-04	1.51005e-04	1.22725e-17	1.51005e-04

Barre

fase	materiale ID	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	5	-1.7	2.3	0.000	0.009	1.96	0.0	9.7	0.000	1.127	236.62

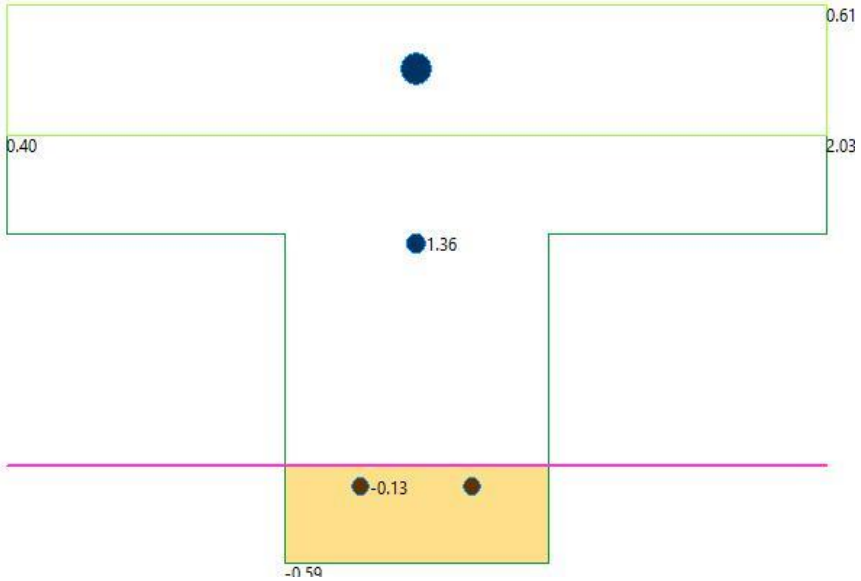
$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ 0.009 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 1.127

Superfici

fase	materiale ID	Area [cm²]	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	3	155.00	-4.0	0.0	0.000	-0.338	-7.37	12.5	13.0	0.000	1.625	0.00

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.338 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 1.625

Fase 2 / DeltaM- fase2



Baricentro x_G=0.0 y_G=11.5 [cm]

Azioni

Condizione di carico	δN [kN]	δMx [kNm]	δMy [kNm]	Azione Baricentrica	$x_{App.}$ [cm]	$y_{App.}$ [cm]	Tipo
M- fase1	0.0	-0.6	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
DeltaM- fase2	0.0	-1.2	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
Azione totale fase	0.0	-1.8	0.0	Baricentrica			
Azione resistente fase	0.0	-1.8	-0.0	Baricentrica			
Error	-0.0	-0.0	0.0				

Asse neutro

ak	X_X1/cm	X_Y1/cm	X 1/cm
-2.53471e-04	5.05617e-05	1.58193e-17	5.05617e-05

Barre

fase	materiale ID	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	5	-1.7	2.3	0.009	-0.128	-26.85	0.0	9.7	1.127	1.364	286.38
2	6	0.0	15.0	0.000	0.505	106.04	0.0	15.0	0.000	0.505	106.04

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.128 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 1.364

Superfici

fase	materiale ID	Area [cm²]	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	3	155.00	-4.0	0.0	-0.338	-0.591	-12.01	12.5	13.0	1.625	2.029	0.00
2	4	100.00	-12.5	13.0	0.000	0.404	0.00	12.5	17.0	0.000	0.606	0.00

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.591 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 2.029

2.4.3 Verifica trave

Sezione rettangolare con bw = 180mm, H = 580 + 170 = 750mm

Verifica a taglio

Altezza utile trave d [mm]	Larghezza anima trave bw [mm]
680	180

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	
f_{ck} [MPa]	24.6
γ_c	1.5
α_{cc}	1.00
f_{cd} [MPa]	16.40

Contributo delle staffe (ϕ5 2br. passo 400mm)

Nr. braccia nb	Diametro barra Db [mm]	Passo staffe s [mm]	Area barra Ab [mm2]	Acciaio fyd [N/mm2]	cot(Theta) ≥ 1 e ≤ 2.5	Alfa [deg]	cot(Alfa)	CLS αcw	(*) ν
2	5	400	19.6	313	2.50	90.00	0.00	1.00	0.5

Resistenza CLS Vrd,c [kN]	Resistenza ACCIAIO Vrd,s [kN]
311	47

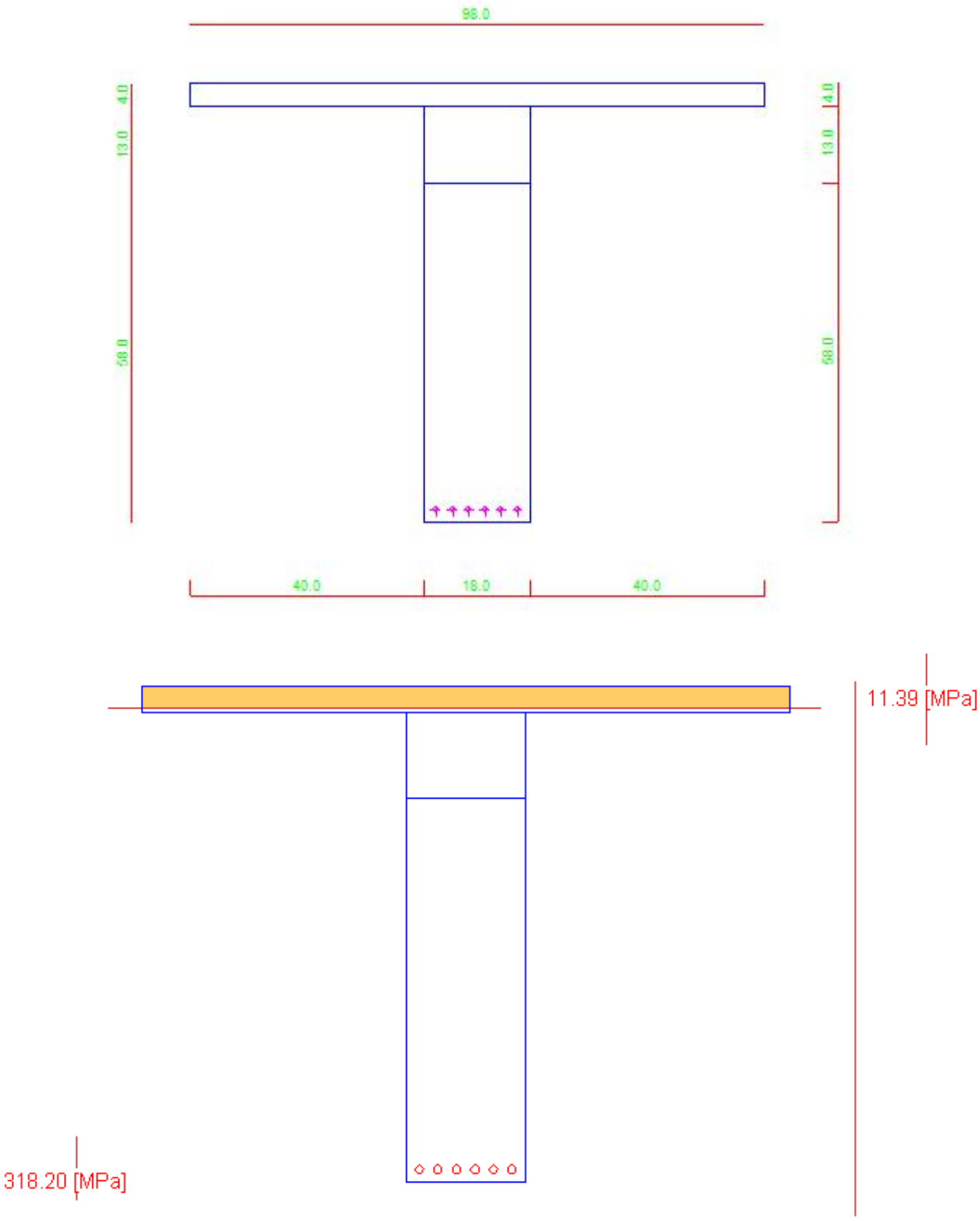
Vrd < Vsd Verifica non soddisfatta

Siccome il rapporto Vrd / Vsd (= 38%) è inferiore al 50% e si verifica in scenario non sismico il rinforzo con fibre previsto nel PFTE non è ammesso.

Verifica a flessione

In mezzeria sono presenti 6ϕ12

Si considera la collaborazione della soletta aggiuntiva di larghezza 10 x 4cm = 40cm per parte



Mrd tot = 155.0 kNm < Msd Verifica non soddisfatta (rapporto Mrd / Msd = 55%).

Soluzione 1: Placcaggio trave

Placcaggio della trave con aggiunta di

Cls C30/35 corticale spessore 40mm

Staffe ϕ8 2br. passo 150mm, acciaio B450C

Ferri d'intradosso 4ϕ16 B450C di cui uno inghisato all'appoggio

Incremento di peso:

Δqk = [2 x (0.04 x 0.45) + (2 x 0.04 + 0.18) x 0.04] x 25 kN/m3 = 1.16 kN/ml

Δqsd = 1.3 x 1.16 = 1.51 kN/ml

Sollecitazioni di progetto aggiornate:

Vsd' = 131.5 kN

Msd' = 294.5 kNm

Verifica a taglio:

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	
f_{ck} [MPa]	16.85
γ_c	1
α_{cc}	1.00
f_{cd} [MPa]	16.85
EC2/NTC (*)	NTC

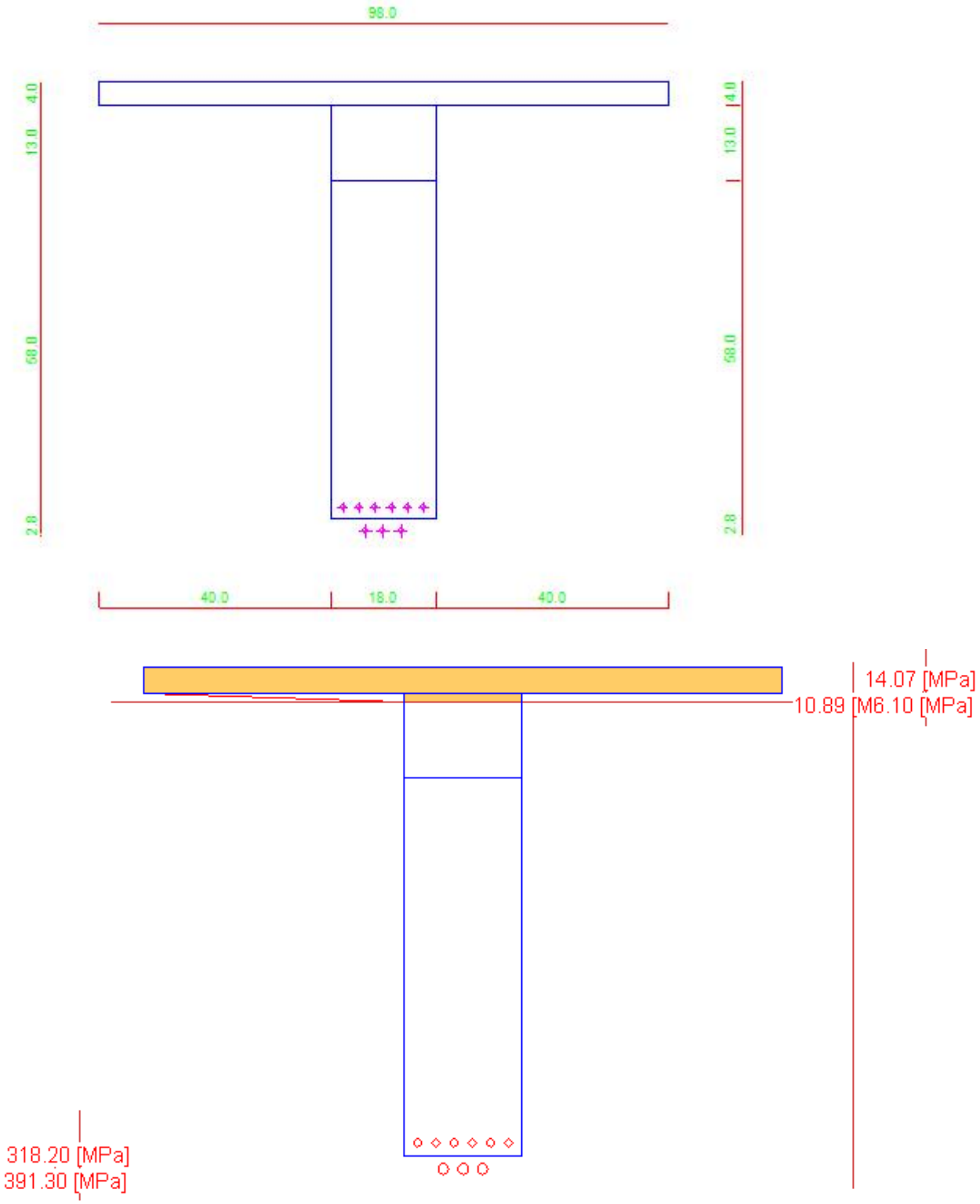
Nr. braccia	Diametro barra	Passo staffe	Area barra Ab	Acciaio fyd	cot(Theta)	Alfa	cot(Alfa)	CLS	(*)
nb	Db [mm]	s [mm]	[mm2]	[N/mm2]	≥ 1 e ≤ 2.5	[deg]		αcw	ν
2	8	200	50	391	1.00	90.00	0.00	1.00	0.5

Resistenza CLS	Resistenza ACCIAIO
Vrd,c [kN]	Vrd,s [kN]
464	120

Vrd tot = Vrd + ΔVrd = 42 + 120 = 162 kN > Vsd → Verifica soddisfatta

Verifica a flessione:

Sono aggiunti 3ϕ16 B450C all'intradosso, correnti su tutta la luce e uno inghisato alla trave di bordo agli appoggi.



Mrd tot = 330.9 kNm > Msd → Verifica soddisfatta

Verifica a taglio all'appoggio

Considerando solo i 2ϕ12 longitudinali esistenti

Nr. Ferri Nb	Diametro barra Db [mm]	Acciaio fyd [N/mm2]	cot(Theta) ≥ 1 e ≤ 2.5	Alfa [deg]	cot(Alfa)	Resistenza Vrd [kN]
2	12	277	1.00	90.00	0.00	125

Vrd = 125 kN ≅ Vsd → Verifica soddisfatta tenendo conto anche della presenza del ϕ16 inghisato aggiuntivo

Soluzione 2: Affiancamento con profili UPN

Affiancamento della trave esistente con travi metalliche rompitratta

La trave viene affiancata con 2 profili UPN350 S235 disposti di schiena e collegati ad essa mediante barre filettate passanti.

Alle estremità i profili sono ancorati alla trave di bordo mediante connettori Hilti.

Verifica profilo metallico

Si adottano profili UPN 350 in acciaio S235

Denominazione UPN 350

Tipologia e dati generali

Tipo Profilo laminato a caldo

Curva di instabilità nel piano 1/2 c Piano 1/3 c

Caratteristiche inerziali standard

Area	76.26 [cm²]		
Jx	12584 [cm^4]	Wx	719101 [mm³]
ix	12.8 [cm]	Zx	883159 [mm³]
Jy	533 [cm^4]	Wy	69415 [mm³]
iy	2.6 [cm]	Zy	134970 [mm³]
Jxy	0 [cm^4]		Taglio/Torsione
Jt	54 [cm^4]	Cw	115564 [cm^6]
Xx	1.61537	Xy	2.46875
Avx	49.06 [cm²]	Avy	32.00 [cm²]
Jmin	533 [cm^4]	Jmax	12584 [cm^4]
i min	2.6 [cm]	i max	12.8 [cm]
Alpha	0.00000 [deg]		

Classificazione di base (EC3)

	Fe360	Fe430	Fe510
Classe a compressione semplice	1	1	1
Classe a flessione semplice Mx	1	1	1
Classe a flessione semplice My	1	1	1

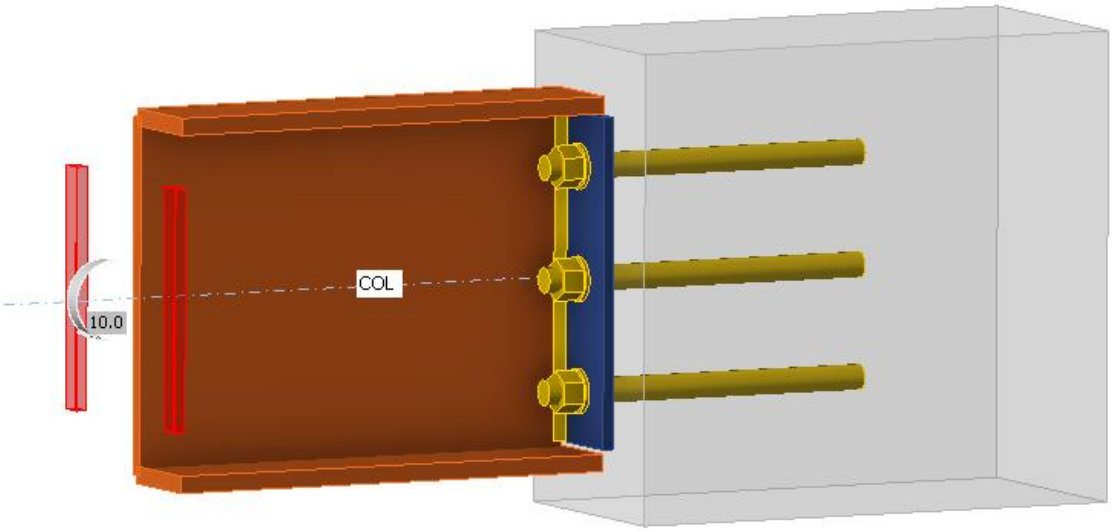
Trascurando il contributo della trave originaria ciascun profilo UPN 350 è soggetto al 50% del carico di progetto.

Mrd = 198 kNm > 50% Msd = 140 kNm → verifica soddisfatta

Freccia totale: 33mm (= L/271)

Connessione alle estremità

La connessione alla trave di bordo dell'impalcato di copertura può essere classificata come "nominalmente incernierata" ai sensi di EN1993-1-8 p.to 5.2.2:



Cross-sections

Name	Material
2 - UNP350	S 235

Anchors

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M24 8.8	M24 8.8	24	800.0	452

Load effects

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	COL / End	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0

Foundation block

Item	Value	Unit
CB 1		
Dimensions	230 x 440	mm
Depth	480	mm
Anchor	M24 8.8	
Anchoring length	280	mm
Shear force transfer	Anchors	

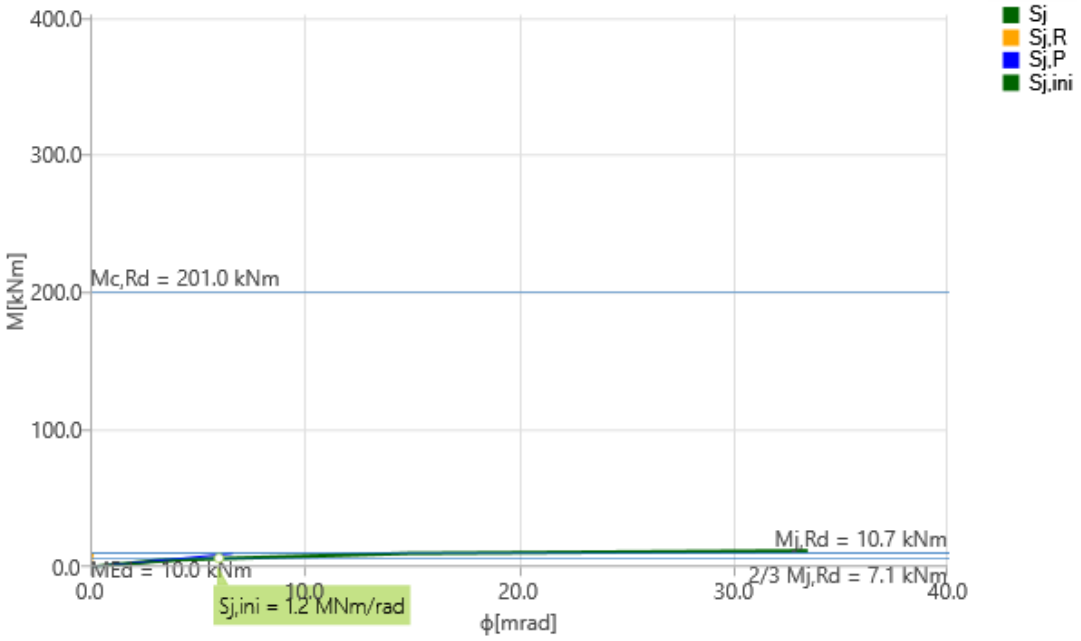
Check

Rotational stiffness

Name	Comp.	Loads	$M_{j,Rd}$ [kNm]	$S_{j,ini}$ [MNm/rad]	Φc [mrad]	L [m]	$S_{j,R}$ [MNm/rad]	$S_{j,P}$ [MNm/rad]	Class.
COL	My	LE1	10.7	1.2	18.7	8.96	75.2	1.5	Pinned

Secant rotational stiffness

Name	Comp.	Loads	M [kNm]	$S_{j,s}$ [MNm/rad]	Φ [mrad]
COL	My	LE1	10.0	0.7	14.5



Stiffness diagram My - ϕy, LE1

Per la verifica dei connettori Hilti vedere par. 4.1 “Impalcato di copertura Atrio - Verifica connessione a taglio tra UPN350 e trave di bordo”.

Connessione trasversale tra UPN 350 e trave esistente

Vedere par. 4.2 “Impalcato di copertura Atrio - Verifica connessione a taglio tra schiena UPN350 e trave esistente”.

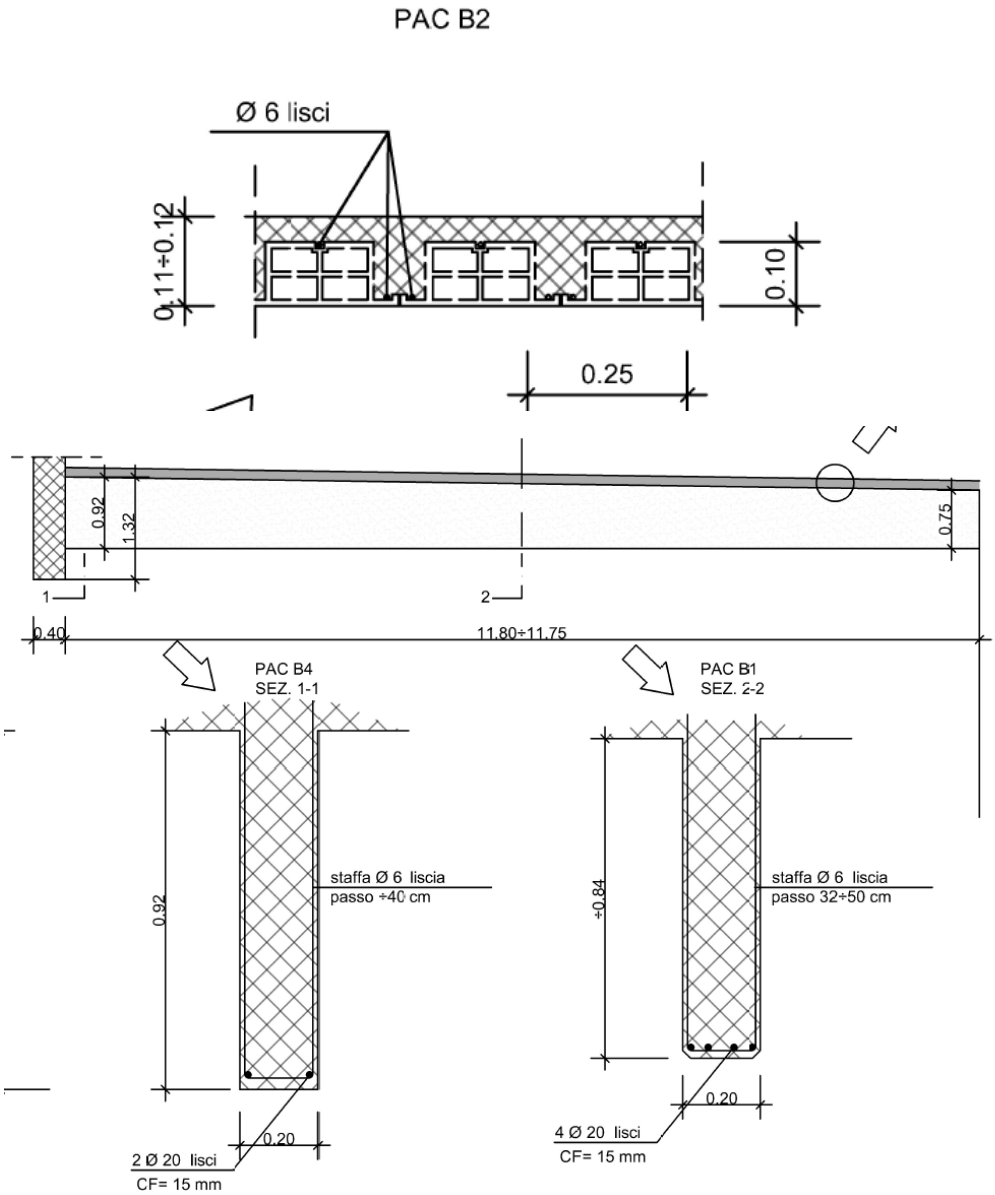
3 IMPALCATO ESISTENTE COPERTURA BASSA TORRE SCENICA

3.1 Descrizione

L'impalcato esistente è di tipo latero-cementizio. La parte strutturale ha uno spessore di 11.5/12 cm con soletta superiore di 1.5/2 cm alleggerimento in laterizio e spessore 10cm, nervature in c.a. di larghezza 8cm e interasse 25cm.

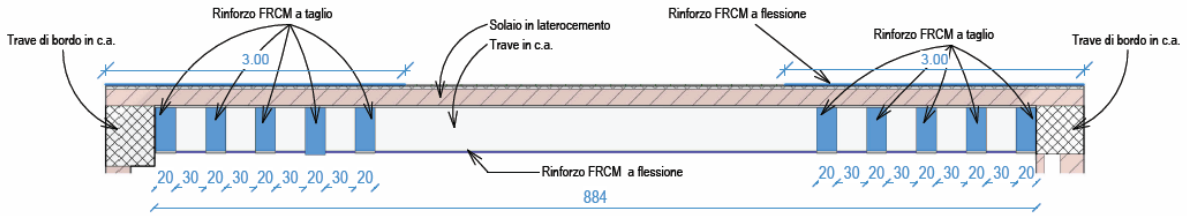
L'impalcato è ordito in senso longitudinale su travi in c.a. ricalate aventi sezione rettangolare 20cm x 75/92cm (solo ricalatura), interasse 3.95m circa e luce netta 11.80m.

L'immagine seguente mostra i risultati dei sondaggi sul solaio e sulle travi (Fonte: "TRAVI DI COPERTURA TORRE SCENICA.pdf , "Schemi 5.pdf" del 11-09-2024):

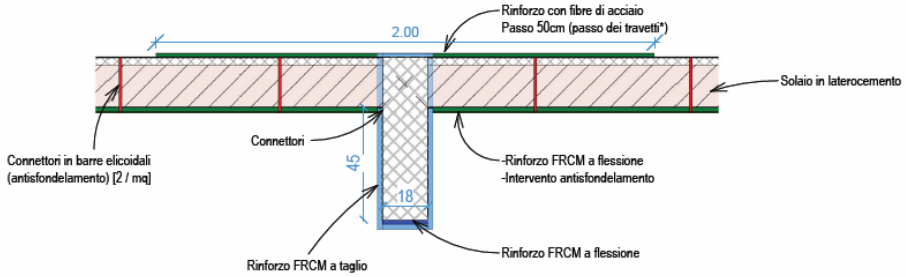


Estratto "PS24vaC633-36 - Indagini Strutturali Teatro Nuovo (integrazione)_00 .pdf" con indicazione delle indagini integrative

L'impalcato viene conservato e per esso si prevedono interventi di rinforzo.



Rinforzo a taglio e flessione trave atrio



Progetto PFTE - Estratto da "22044D02_3_0_P_ST_00_BC_100_5-Interventi su esistente-Quaderno dei tipici.pdf"

3.2 Analisi dei carichi

L'analisi dei carichi è riportata nella seguente tabella:

Zona	**Tipica**	
Pacchetto	T-01	
Controsoffitto	--	
Tamponamento	--	
Tamponamento [kN/m2]	0.00	
[kN/m2]		
Tamponamento	0.00	
Extra (*)	0.96	
Pacchetto	0.20	
Solaio latero cemento H=14cm	1.78	
Travi 20x88 passo 3.95m	1.06	
Impianti e Imp. Fotov.	0.25	
Controsoffitto	0.00	
Permanenti Gk	**4.25**	
Permanenti Gk senza trave	3.19	
Variabile Qk	**1.74/2.06**	**Medio/Max**
Variabile Qk (vento pressione)	**0.45**	

(*) Nota: Nella voce "Extra" è incluso il peso del sistema di antisfondellamento (stimato in 0.20 kN/m2) oltre al peso di un getto aggiuntivo di 4.0cm di cls alleggerito LC25/28 all'estradosso al fine di poter considerare il solaio come diaframma orizzontale rigido da un punto di vista sismico.

3.3 Criteri di analisi SLU e SLE

3.3.1 Solaio

Il solaio viene analizzato con schema continuo di trave su più appoggi e soggetto ad un carico uniforrmente distribuito.

Luce L = 3.95m

pk = (3.19 + 1.74 + 0.6 x 0.45) kN/m2 = 5.20 kN/m2 (fase1: 1.78 kN/m2, Fase 2: 3.42 kN/m2)

psd = 1.3 x 3.19 + 1.5 x (1.74 + 0.6 x 0.45) kN/m2 = 7.16 kN/m2

(fase1: 2.31 kN/m2, Fase 2: 4.85 kN/m2)

Sollecitazioni di progetto (campata di bordo di trave continua a 4 campate)

Vsd = 0.607 psd L = 17.2 kN/m → 4.3 kN/travetto (Fase1: 1.38 kN/trav., Fase 2: 2.92 kN/trav.)

Msd(-) = -psd L^2 / 9.34 = -12.0 kNm/m → -3.0 kNm/travetto

(Fase1: -0.96 kNm/trav., Fase 2: -2.04 kNm/trav.)

Msd(+) = +psd L^2 / 13 = 8.6 kNm/m → 2.15 kNm/travetto

(Fase1: 0.69 kNm/trav., Fase 2: 1.46 kNm/trav.)

3.3.2 Trave

La trave viene analizzata con schema di trave su due appoggi e soggetta ad un carico uniformemente distribuito.

Luce L = 11.80m, interasse i = 3.95m

Carico distribuito:

qk = 3.95m x (4.25 + 1.74 + 0.6 x 0.45) kN/m2 = 24.7 kN/ml

qsd = 3.95m x (1.3 x 4.25 + 1.5 x (1.74 + 0.6 x 0.45)) kN/m2 = 33.7 kN/ml

Sollecitazioni di progetto

Msd = qsd L^2 / 8 = 587.1 kNm

Vsd = qsd L / 2 = 199.0 kN

3.4 Verifiche

3.4.1 Resistenze di progetto dei materiali esistenti

Si assume

Per il cls:

Rottura fragile: fcd_frag = 16.09 N/mm2

Rottura duttile: fcd_dutt = 24.14 N/mm2

Per l'armatura:

Rottura fragile: fyd_frag = 276.7 N/mm2

Rottura duttile: fyd_dutt = 318.2 N/mm2

3.4.2 Verifica Solaio

Sezione a T con bw = 80mm, H = 150mm, B = 250mm, tf = 10+40 = 50mm

Verifica a taglio

Si considera il contributo dell'armatura tesa all'appoggio rappresentata dalla nuova rete elettrosaldata ϕ8/150mm

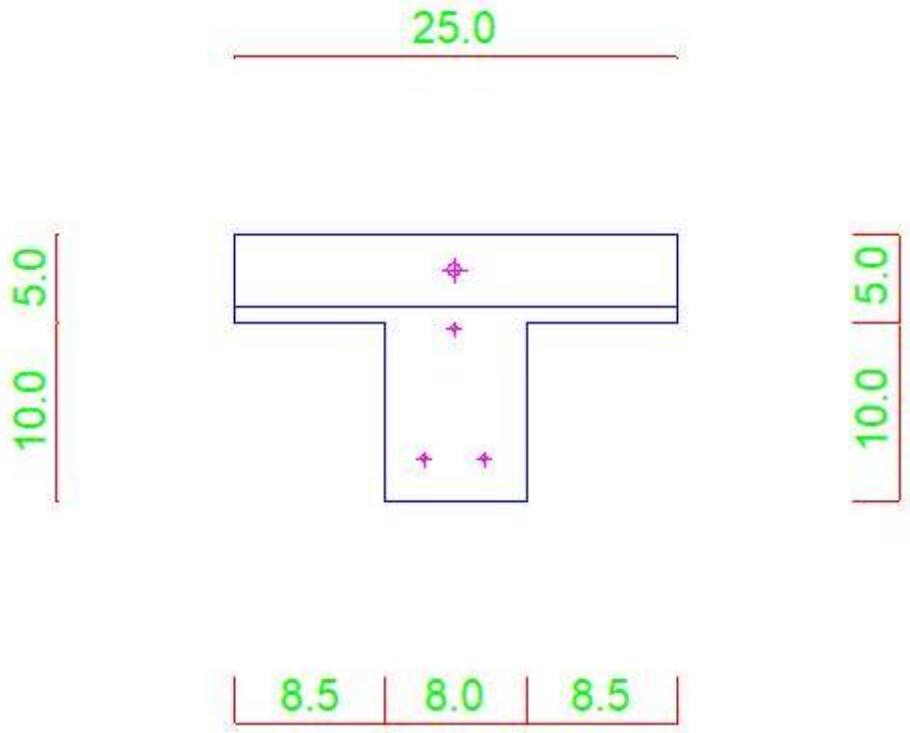
NTC 2018 p. 4.1.2.3.5.1 - Resistenza al taglio - Elementi senza armature trasversali resistenti al taglio

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck} [MPa]	16.09
Coefficiente di sicurezza	γ_c	1
	α_{cc}	1.00
	f_{cd} [MPa]	16.09
Altezza utile	d [mm]	130
Larghezza nervatura	bw [mm]	80
Rapporto geometrico armatura tesa estesa per (lbd+d)	δ (max 2%)	0.290%

Tensione media di compressione	σcp [N/mm2]	0
$k = 1 + (200 / d)^{0.5} \leq 2$	k	2.00
$v_min = 0.035\ k^{(3/2)}\ fck^{0.5}$	v_min [N/mm2]	0.397
	k1	0.150
	Crd,c	0.180
$\tau Rd = 1/\gamma c\ Crd,c\ k\ (100\ \rho\ fck)^{1/3} + k1\ \sigma cp$	τRd [N/mm2]	0.602
Tensione tangenziale resistente	τRd [N/mm2]	0.602
Taglio resistente	**VRd [kN]**	6.26
Interasse nervatura	i [m]	0.25
Taglio resistente distribuito	**VRd [kN/m]**	25.03

Vrd > Vsd → Verifica soddisfatta

Verifica a flessione



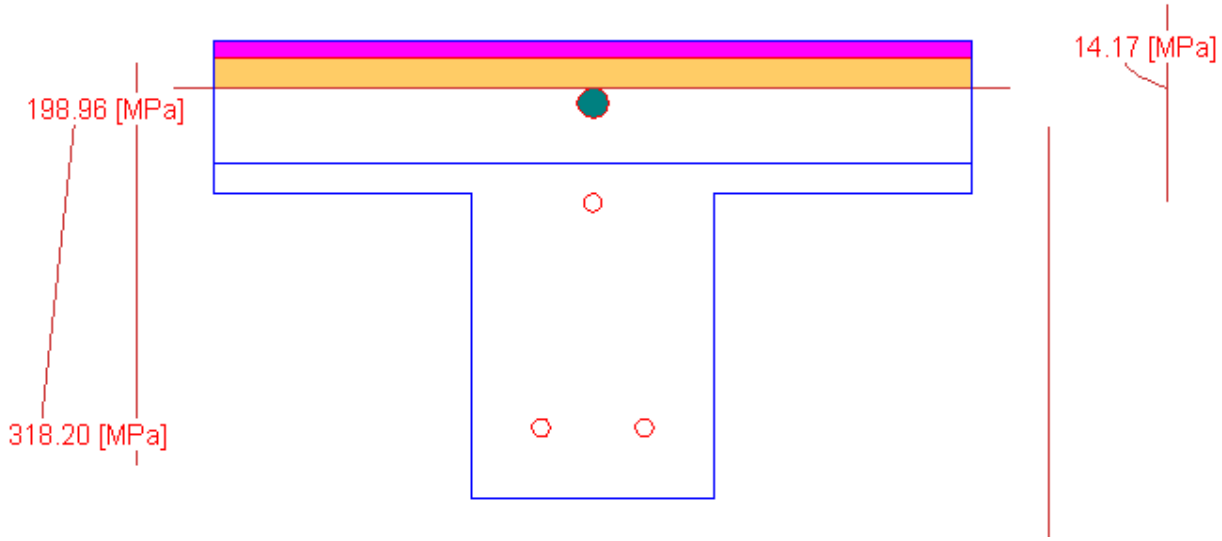
Armature (per travetto, passo 250mm):

2 ϕ 6 esistenti all'intradosso

1 ϕ 6 esistente all'estradosso delle pignatte

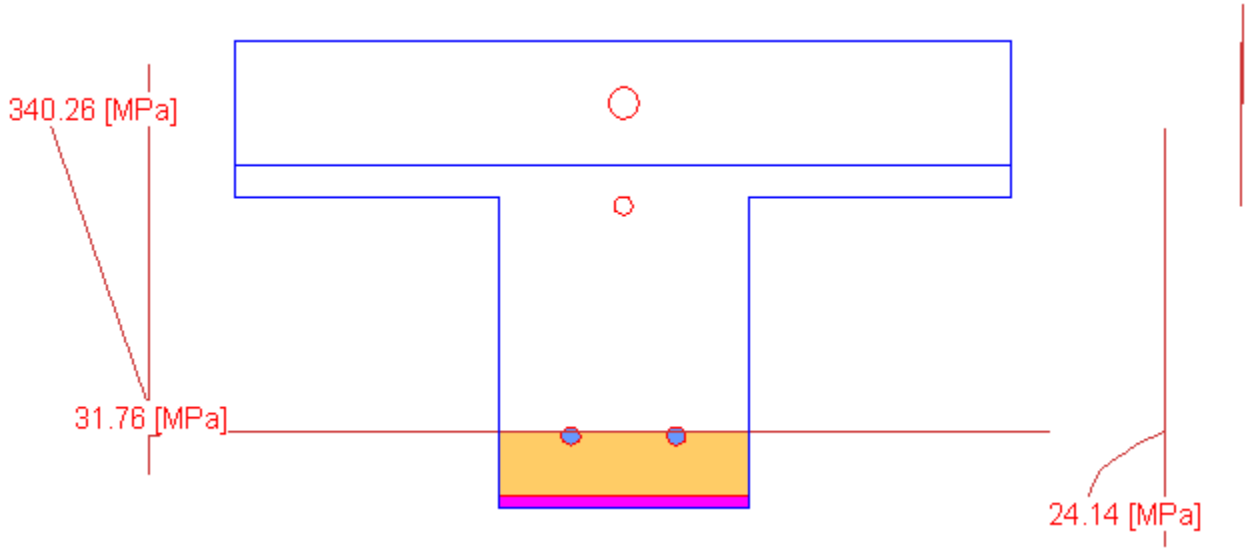
1ϕ10 (equivalente 1ϕ8/150mm) nuovo all'estradosso

In mezzeria:



Mrd(+) = 2.73 kNm/travetto → Mrd(+) = 10.9 kNm/m

All'appoggio

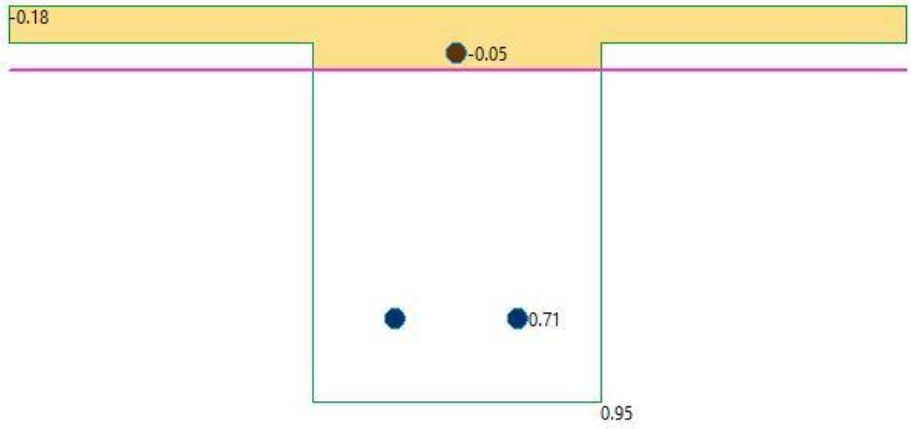


Mrd(-) = -4.4 kNm/travetto → Mrd(-) = -17.6 kNm/m

Le verifiche sono soddisfatte.

Verifiche per fasi (M+):

Fase 1 / M+ fase1



Baricentro x_G=-0.0 y_G=6.2 [cm]
Azioni

Condizione di carico	δN [kN]	δMx [kNm]	δMy [kNm]	Azione Baricentrica	$x_{App.}$ [cm]	$y_{App.}$ [cm]	Tipo
M+ fase1	0.0	0.7	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
Azione totale fase	0.0	0.7	0.0	Baricentrica			
Azione resistente fase	0.0	0.7	-0.0	Baricentrica			
Error	-0.0	-0.0	0.0				

Asse neutro

ak	X_X1/cm	X_Y1/cm	X 1/cm
9.46935e-04	-1.02710e-04	1.78321e-17	1.02710e-04

Barre

fase	materiale ID	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	6	0.0	9.7	0.000	-0.049	-10.36	1.7	2.3	0.000	0.711	149.25

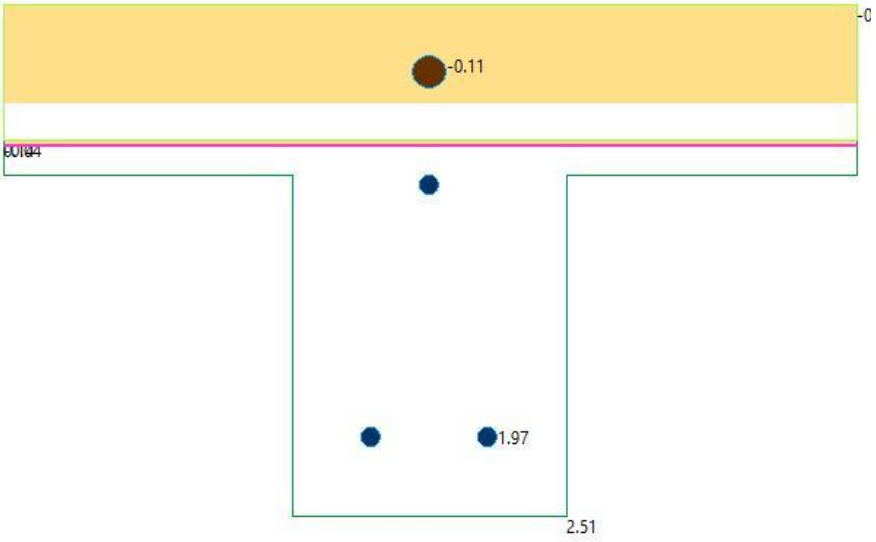
$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.049 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 0.711

Superfici

fase	materiale ID	Area [cm²]	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	5	105.00	-12.5	11.0	0.000	-0.183	-4.16	4.0	0.0	0.000	0.947	0.00

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.183 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 0.947

Fase 2 / DeltaM+ fase2



Baricentro x_G=0.0 y_G=11.6 [cm]
Azioni

Condizione di carico	δN [kN]	δMx [kNm]	δMy [kNm]	Azione Baricentrica	$x_{App.}$ [cm]	$y_{App.}$ [cm]	Tipo
M+ fase1	0.0	0.7	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
DeltaM+ fase2	0.0	1.5	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
Azione totale fase	0.0	2.1	0.0	Baricentrica			
Azione resistente fase	0.0	2.1	0.0	Baricentrica			
Error	-0.0	-0.0	-0.0				

Asse neutro

ak	X_X1/cm	X_Y1/cm	X 1/cm
1.55812e-03	-1.28689e-04	-1.76672e-18	1.28689e-04

Barre

fase	materiale ID	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	6	0.0	9.7	-0.049	0.260	54.70	1.7	2.3	0.711	1.973	318.20
2	7	0.0	13.0	0.000	-0.115	-24.11	0.0	13.0	0.000	-0.115	-24.11

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.115 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 1.973

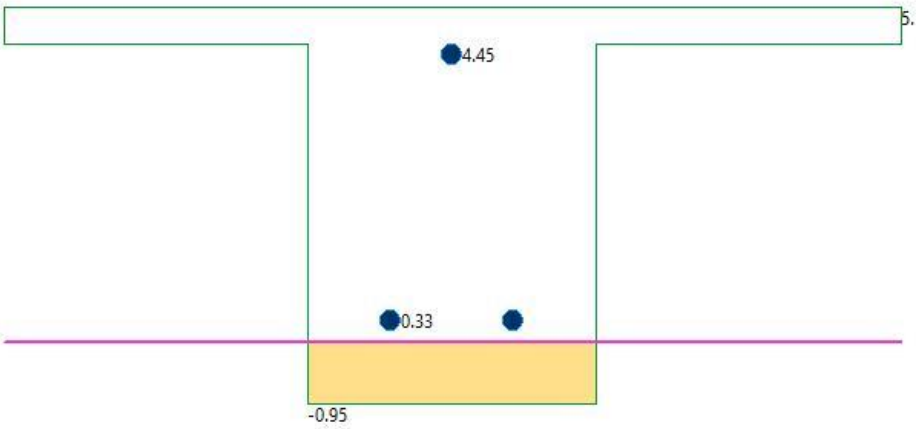
Superfici

fase	materiale ID	Area [cm²]	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	5	105.00	-12.5	11.0	-0.183	-0.040	-0.95	4.0	0.0	0.947	2.505	0.00
2	4	100.00	12.5	15.0	0.000	-0.372	-4.67	-12.5	11.0	0.000	0.143	0.00

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.372 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 2.505

Verifiche per fasi (M-):

Fase 1 / M- fase1



Baricentro x_G=-0.0 y_G=6.2 [cm]
Azioni

Condizione di carico	δN [kN]	δMx [kNm]	δMy [kNm]	Azione Baricentrica	$x_{App.}$ [cm]	$y_{App.}$ [cm]	Tipo
M- fase1	0.0	-1.0	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
Azione totale fase	0.0	-1.0	0.0	Baricentrica			
Azione resistente fase	0.0	-0.9	0.0	Baricentrica			
Error	-0.0	-0.1	-0.0				

Asse neutro

ak	X_X1/cm	X_Y1/cm	X 1/cm
-9.47423e-04	5.56543e-04	2.13305e-17	5.56543e-04

Barre

fase	materiale ID	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	6	-1.7	2.3	0.000	0.333	69.85	0.0	9.7	0.000	4.451	318.20

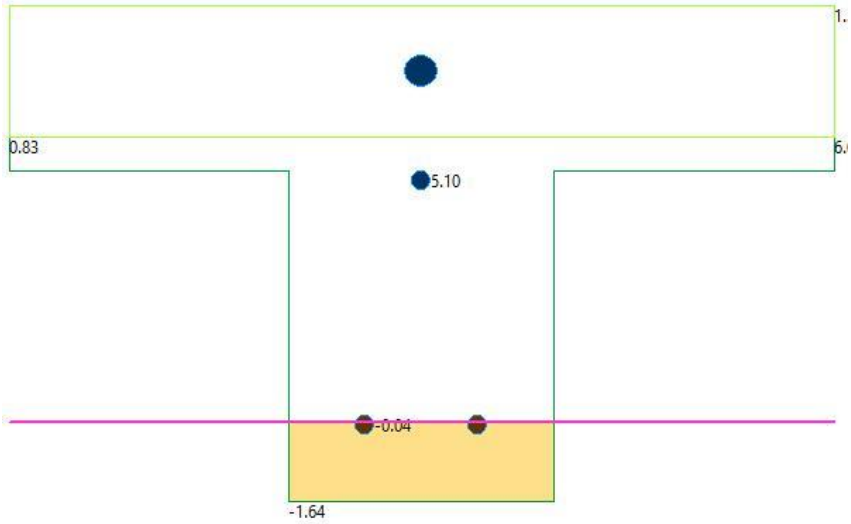
$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ 0.333 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 4.451

Superfici

fase	materiale ID	Area [cm²]	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	5	105.00	-4.0	0.0	0.000	-0.947	-17.24	12.5	11.0	0.000	5.175	0.00

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.947 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 5.175

Fase 2 / DeltaM- fase2
Fase 0 / M- fase1
Fase 2 / DeltaM- fase2



Baricentro x_G=0.0 y_G=10.6 [cm]

Azioni

Condizione di carico	δN [kN]	δMx [kNm]	δMy [kNm]	Azione Baricentrica	$x_{App.}$ [cm]	$y_{App.}$ [cm]	Tipo
M- fase1	0.0	-1.0	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
DeltaM- fase2	0.0	-2.0	0.0	Baricentrica			α(N,Mx,My)
Azione totale fase	0.0	-3.0	0.0	Baricentrica			
Azione resistente fase	0.0	-3.0	-0.0	Baricentrica			
Error	-0.0	0.0	0.0				

Asse neutro

ak	X_X1/cm	X_Y1/cm	X 1/cm
-6.88488e-04	1.37895e-04	1.96722e-17	1.37895e-04

Barre

fase	materiale ID	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	6	-1.7	2.3	0.333	-0.039	-8.13	0.0	9.7	4.451	5.100	318.20
2	7	0.0	13.0	0.000	1.104	231.87	0.0	13.0	0.000	1.104	231.87

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -0.039 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 5.100

Superfici

fase	materiale ID	Area [cm²]	Min x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]	Max x [cm]	y [cm]	ε_0 x 1000	ε x 1000	σ [MPa]
1	5	105.00	-4.0	0.0	-0.947	-1.636	-23.11	12.5	11.0	5.175	6.003	0.00
2	4	100.00	-12.5	11.0	0.000	0.828	0.00	12.5	15.0	0.000	1.380	0.00

$\varepsilon_{Min\ x\ 1000}$ -1.636 $\varepsilon_{Max\ x\ 1000}$ 6.003

3.4.3 Verifica trave

Sezione rettangolare con bw = 200mm, H = 750 (min) + 110 + 40 = 900mm

Verifica a taglio

Altezza utile trave d [mm]	Larghezza anima trave bw [mm]
900	200

CLS - Resistenza caratteristica a compressione	
f_{ck} [MPa]	16.09
γ_c	1
α_{cc}	1.00
f_{cd} [MPa]	16.09

Contributo delle staffe (ϕ5 2br. passo 400mm)

Nr. braccia nb	Diametro barra Db [mm]	Passo staffe s [mm]	Area barra Ab [mm2]	Acciaio fyd [N/mm2]	cot(Theta) ≥ 1 e ≤ 2.5	Alfa [deg]	cot(Alfa)	CLS αcw	(*) ν
2	6	400	28.3	277	2.50	90.00	0.00	1.00	0.5

Resistenza CLS Vrd,c [kN]	Resistenza ACCIAIO Vrd,s [kN]
449	79

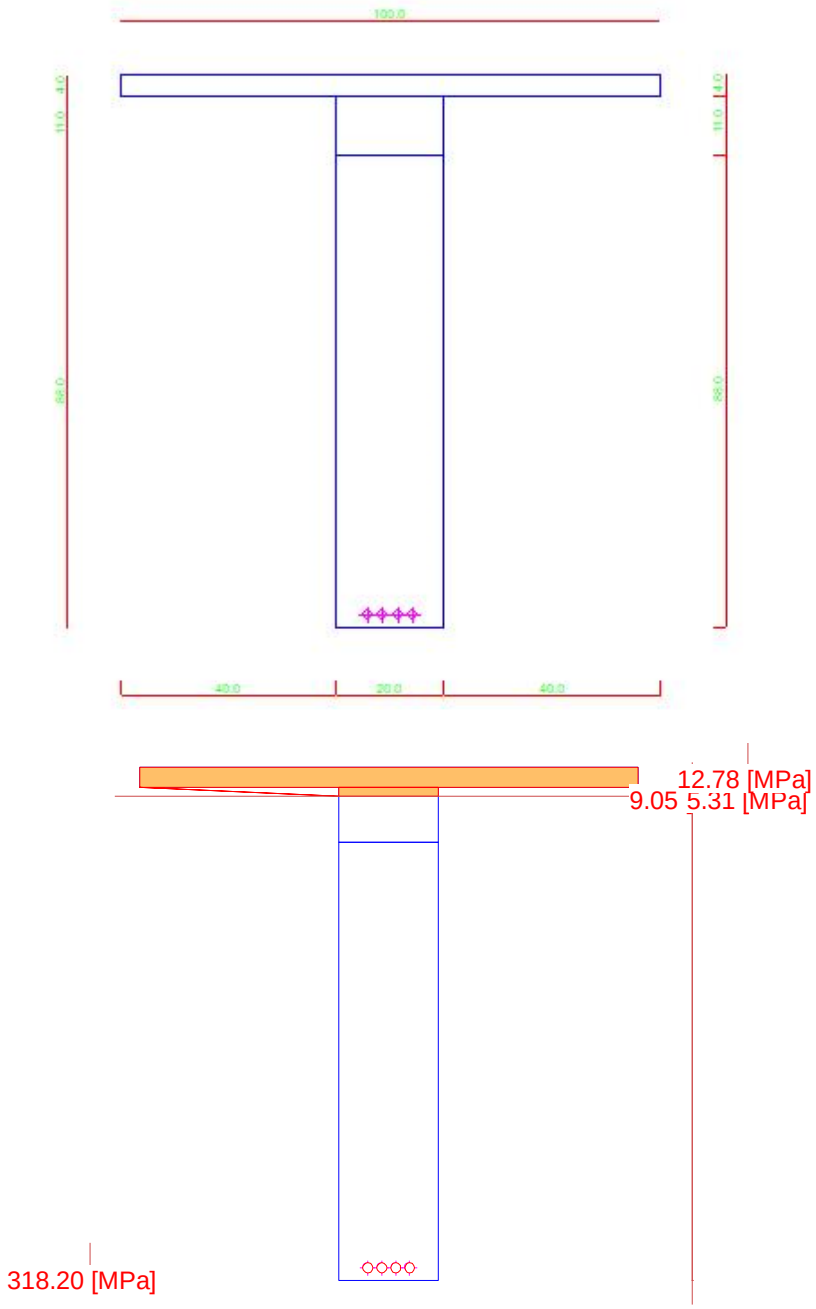
Vrd < Vsd Verifica non soddisfatta

Siccome il rapporto Vrd / Vsd (= 40%) è inferiore al 50% e si verifica in scenario non sismico, il rinforzo con fibre previsto nel PFTE non è ammesso.

Verifica a flessione

In mezzeria sono presenti 4ϕ20

Si considera la collaborazione della soletta aggiuntiva di larghezza 10 x 4cm = 40cm per parte



Mrd = 394.5 kNm < Msd → Verifica non soddisfatta (rapporto Mrd / Msd = 67%).

Soluzione: Affiancamento con profili a C

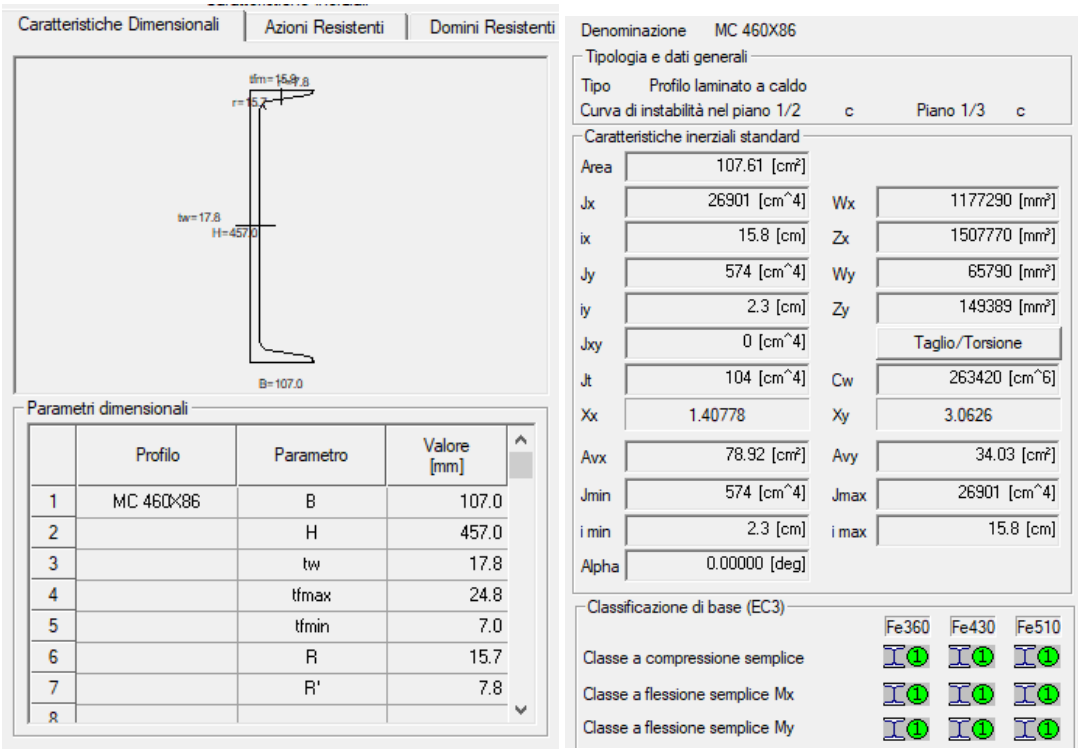
Affiancamento della trave esistente con travi metalliche

La trave viene affiancata con 2 profili a C di altezza 450mm S235 collegati ad essa mediante barre filettate passanti.

Alle estremità i profili sono ancorati alla trave di bordo mediante connettori Hilti.

Verifica profilo metallico

Si adottano profili MC 460x86 in acciaio S235 (o profilo equivalente in piatti saldati)



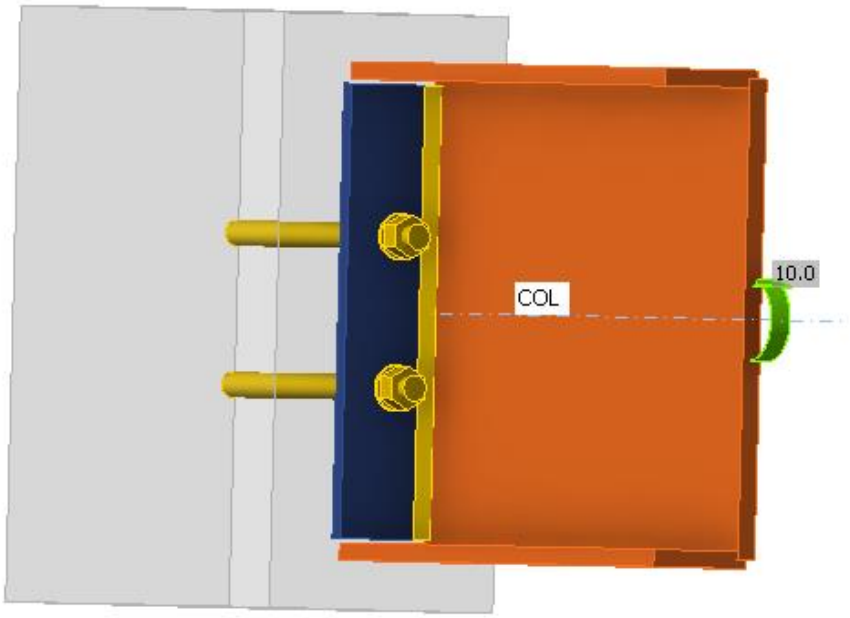
Trascurando il contributo della trave originaria ciascun profilo è soggetto al 50% del carico di progetto.

Mrd = 337.5 kNm > 50% Msd = 293.6 kNm → verifica soddisfatta

Freccia totale: 55mm (= L / 214, accettabile avendo trascurato il contributo della trave in c.a. esistente)

Connessione alle estremità

La connessione alla trave di bordo dell'impalcato di copertura può essere classificata come "nominalmente incernierata" ai sensi di EN1993-1-8 p.to 5.2.2:



Cross-sections

Name	Material
7 - MC460X86	S 235

Anchors

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	f_u [MPa]	Gross area [mm^2]
M24 8.8	M24 8.8	24	800.0	452

Load effects

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	COL / End	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0

Foundation block

Item	Value	Unit
CB 1		
Dimensions	237 x 547	mm
Depth	480	mm
Anchor	M24 8.8	
Anchoring length	280	mm
Shear force transfer	Anchors	

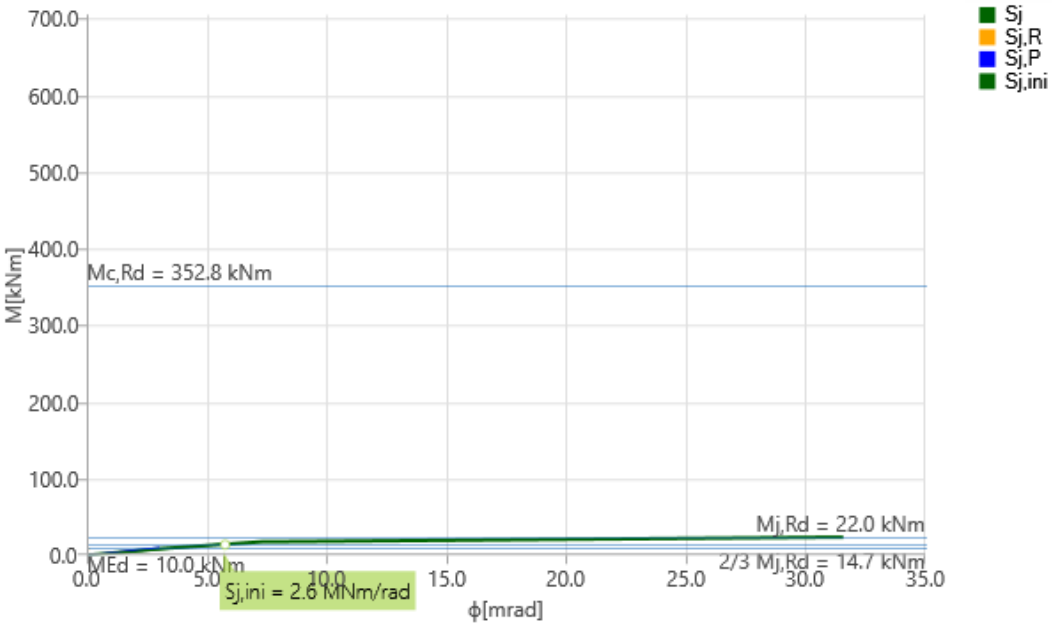
Check

Rotational stiffness

Name	Comp.	Loads	$M_{j,Rd}$ [kNm]	$S_{j,ini}$ [MNm/rad]	Φc [mrad]	L [m]	$S_{j,R}$ [MNm/rad]	$S_{j,P}$ [MNm/rad]	Class.
COL	My	LE1	22.0	2.6	18.3	8.96	164.6	3.3	Pinned

Secant rotational stiffness

Name	Comp.	Loads	M [kNm]	$S_{j,s}$ [MNm/rad]	Φ [mrad]
COL	My	LE1	10.0	2.8	3.6



Stiffness diagram My - ϕy, LE1

Per la verifica dei connettori Hilti vedere par. 4.4 ”Impalcato di copertura bassa Torre Scenica lato Petrarca - Verifica connessione a taglio tra MC450 e trave di bordo”.

<u>Connessione trasversale tra IPE 450 e trave esistente</u>

Vedere par. 4.5 “Impalcato di copertura bassa Torre Scenica lato Petrarca - Verifica connessione a taglio tra MC450 e trave esistente”.

4 VERIFICA DETTAGLI

4.1 Impalcato di copertura Atrio - Verifica connessione a taglio tra UPN350 e trave di bordo

A favore di sicurezza la connessione viene dimensionata per il 100% del carico trasmesso dal sistema trave c.a. + rinforzo metallico)

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	1
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	2xUPN350 6 ancoranti	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

Commenti del progettista:

1 Dimensionamento ancorante

1.1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M24**
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2223881 HAS-U 5.8 M24x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e ancorante.	
Specification text:	Hilti HAS-U 5.8 barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 96 mm embedment hef, M24, Acciaio zincato, SAFEset - Pulizia automatica installation per ETA 20/0541, con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,opti}$ = 96,0 mm ($h_{ef,limit}$ = 344,0 mm)
Materiale:	5.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso I Valido:	09/06/2023 | -
Prova:	SOFA based on EN 1992-4 and fib bulletin 58, Chemical
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Senza distanziamento); t = 12,0 mm
Piastra d'ancoraggio[CBFEM] :	l_x x l_y x t = 350,0 mm x 250,0 mm x 12,0 mm;
Profilo:	Profilo a I, ; (L x W x T x FT) = 350,0 mm x 200,0 mm x 28,0 mm x 20,0 mm
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, Custom, $f_{c,cyl}$ = 30,00 N/mm^2; h =400,0 mm, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm)
	senza armatura di bordo longitudinale

[CBFEM] - Il calcolo dell'ancorante è basato su un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

Impresa:		Pagina:	2
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	2xUPN350 6 ancoranti	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

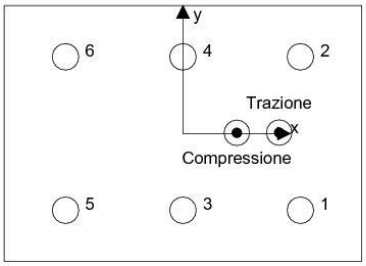
1.1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	N = 0,000; V_x = 125,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	89

1.2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]
Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,998	20,932	20,931	-0,176
2	1,017	20,931	20,930	0,176
3	0,216	20,858	20,858	-0,121
4	0,228	20,857	20,856	0,122
5	0,037	20,711	20,711	-0,013
6	0,025	20,713	20,713	0,013



Resulting tension force in (x/y)=(94,2/0,9): 2,521 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(52,7/0,7): 2,707 [kN]

Le forze di ancoraggio sono calcolate in base ad un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1.3 Carico di trazione EN 1992-4, sezione 7.2.1

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	1,017	117,667	1	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	2,521	126,907	2	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	2,521	108,886	3	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

1.3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.1

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
176,500	1,500	117,667	1,017

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1.3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$N_{Ed} \le N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$ — EN 1992-4, Tabella 7.1

$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np}$ — EN 1992-4, Eq. (7.13)

$N^0_{Rk,p} = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}$ — EN 1992-4, Eq. (7.14)

$\psi_{sus} = 1$ — EN 1992-4, Eq. (7.14a)

$s_{cr,Np} = 7{,}3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \le 3 \cdot h_{ef}$ — EN 1992-4, Eq. (7.15)

$\psi_{g,Np} = \psi^0_{g,Np} - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot \left(\psi^0_{g,Np} - 1\right) \ge 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.17)

$\psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \ge 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.18)

$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}}$ — EN 1992-4, Eq. (7.19)

$\psi_{s,Np} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \le 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.20)

$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.21)

$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1{,}00$ — EN 1992-4, Eq. (7.21)

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
226.884	82.944	15,00	288,0	144,0	175,0	30,00

ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm²]	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1,041	15,62	11,000	7,83	1,000	1,000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
89,1	0,618	0,5	0,996	1,000	1,000

ψ^0_{sus}	α_{sus}	ψ_{sus}
0,880	0,000	1,000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
113,066	190,360	1,500	126,907	2,521

ID gruppo ancoranti
1-6

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	5
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	2xUPN350 6 ancoranti	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

1.3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$N_{Ed} \le N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		EN 1992-4, Tabella 7.1
$N_{Rk,c}$	$= N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.1)
$N^0_{Rk,c}$	$= k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$	EN 1992-4, Eq. (7.2)
$A^0_{c,N}$	$= s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$	EN 1992-4, Eq. (7.3)
$\psi_{s,N}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.4)
$\psi_{ec1,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{ec2,N}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.6)
$\psi_{M,N}$	$= 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \ge 1,00$	EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]		
226.884	82.944	144,0	288,0	30,00		
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
89,1	0,618	0,5	0,996	1,000	1,000	41,5
$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]	
1,712	11,000	56,671	1,500	108,886	2,521	

ID gruppo ancoranti
1-6

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	6
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	2xUPN350 6 ancoranti	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

1.4 Carico di taglio EN 1992-4, sezione 7.2.2

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	20,932	84,768	25	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	125,000	206,689	61	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	41,863	47,469	89	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)
When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Ed} \le V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$ EN 1992-4, Eq. (7.35)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
105,960	1,000	105,960	1,250	84,768	20,932

1.4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Ed} \le V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$ EN 1992-4, Eq. (7.39c)

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
226.884	82.944	144,0	288,0	2,000	30,00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
11,000	56,671	1,500	206,689	125,000

ID gruppo ancoranti
1-6

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Impresa:		Pagina:	7
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	2xUPN350 6 ancoranti	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

1.4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		fib Bulletin 58, Table (10.2-1)
$V_{Rk,c}$	$= V^0_{Rk,c} \cdot \psi_{A,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5)
$V^0_{Rk,c}$	$= k_v \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a)
α	$= 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a$_1$)
β	$= 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a$_2$)
$A^0_{c,V}$	$= 4,5 \cdot c_1^2$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5b)
$\psi_{A,V}$	$= \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}}$	fib bulletin 58 (07/2011) Section 10.2.5.1.1 b)
$A_{c,V}$		fib bulletin 58 (07/2011) Figure 10.2-4
$\psi_{s,V}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \le 1,00$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5d)
$\psi_{h,V}$	$= \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1,00$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5c)
$\psi_{ec,V}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1,00$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5e)
$\psi_{\alpha,V}$	$= \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{\psi_{90°,V}}\right)^2}} \ge 1,00$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5f))
$V_{Rk,c}$	$= \frac{V_{Rk,c}(c_{1,n1})}{n_1}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-6)

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_V	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]	c_1 [mm]
96,0	24,00	2,400	0,039	0,052	30,00	645,0
$A_{c,V}$ [mm^2]	$A^0_{c,V}$ [mm^2]	$\psi_{A,V}$	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$
834.000	1.872.112	0,445	1,000	1,555	0,0	1,000
α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$				
0,04	1,000	1,000				
$\psi_{90°,V}$	$V^0_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rk,c}$ [kN]	n_1	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
2,000	308,314	213,610	3	1,500	47,469	41,863

Note: Resistance limit acc. to fib bulletin 58 (07/2011) Eq. (10.2-6) is governing

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1.5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,008	0,247	2,000	7	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1,0$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,023	0,882	1,000	76	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$

1.6 Attenzione

- I metodi di progettazione in PROFIS Engineering richiedono l'impiego di piastre di ancoraggio rigide in base alle attuali disposizioni (ETAG 001/Appendice C, EOTA TR029, ecc.). Questo significa che la ridistribuzione sugli ancoranti dovuta alle deformazioni elastiche della piastra di ancoraggio non è considerata - si presuppone che la piastra di ancoraggio sia sufficientemente rigida da non essere deformata quando sottoposta al carico di progetto. PROFIS Engineering calcola lo spessore minimo richiesto per la piastra di ancoraggio con CBFEM per limitare la sollecitazione della piastra di ancoraggio basata sui precedenti presupposti. La verifica se la piastra base rigida sia valida non viene eseguita da PROFIS Engineering. I dati inseriti e i risultati vanno confrontati con le attuali condizioni per verificarne la plausibilità!
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- Please note that this design utilizes user defined material safety factor values that differ from the default values recommended in EN1992-4. Partial Safety factor value: $\gamma_c = 1,500$
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- Il progetto è valido soltanto se il foro è riempito per eliminare il gioco, gioco come da EN 1992-4 Tabella 6.1
- I metodi di progettazione dell'ancoraggio in PROFIS Engineering richiedono delle piastre base rigide, come previsto dalla normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/allegato C, TR029 EOTA, ecc.). Ciò significa che la piastra di base deve essere sufficientemente rigida da evitare la ridistribuzione del carico tra gli ancoranti dovuta a spostamenti elastici / plastici. L'utente accetta che la piastra base sia considerata quasi rigida secondo i canoni di progettazione."
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	9
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	2xUPN350 6 ancoranti	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

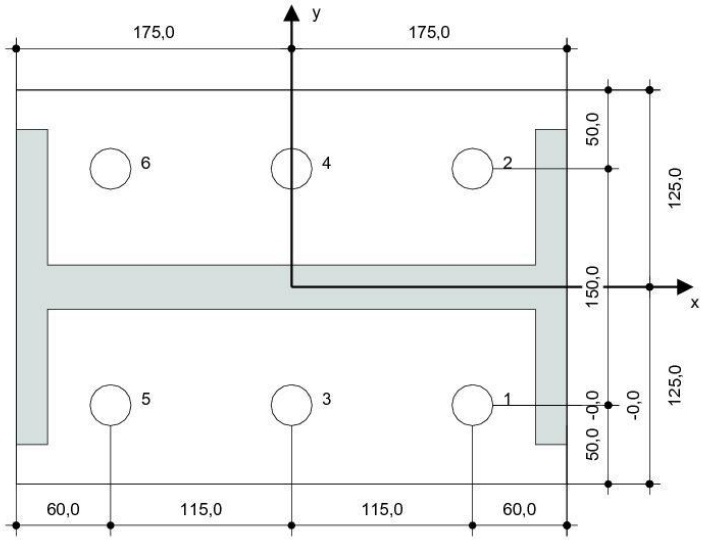
1.7 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2	Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M24
Profilo: Profilo a I, ; (L x W x T x FT) = 350,0 mm x 200,0 mm x 28,0 mm x 20,0 mm	Codice articolo: 2223881 HAS-U 5.8 M24x300 (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Diametro del foro nella piastra: d_f = 26,0 mm	Coppia di serraggio massima: 200 Nm
Spessore della piastra (input): 12,0 mm	Diametro del foro nel materiale base: 28,0 mm
	Profondità del foro nel materiale base: 96,0 mm
Metodo di perforazione: SafeSet - pulizia automatica	Spessore minimo del materiale base: 152,0 mm
Pulizia: Ottenuto automaticamente durante la perforazione	

Hilti HAS-U 5.8 barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 96 mm embedment hef, M24, Acciaio zincato, SAFEset - Pulizia automatica installation per ETA 20/0541, con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.

1.7.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
• Idoneo per rotopercussione • Punta dimensionata correttamente per sistema di pulizia automatica SAFEset (TE-CD / TE-YD) • Aspiratore	• Non sono richiesti accessori	• Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore • Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}	Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	115,0	-75,0	405,0	415,0	-	-	4	0,0	75,0	290,0	530,0	-	-
2	115,0	75,0	405,0	415,0	-	-	5	-115,0	-75,0	175,0	645,0	-	-
3	0,0	-75,0	290,0	530,0	-	-	6	-115,0	75,0	175,0	645,0	-	-

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2 Controllo di rigidità della piastra

2.1 Dati da inserire

Piastra d'ancoraggio:	Forma: Rettangolare l_x x l_y x t = 350,0 mm x 250,0 mm x 12,0 mm Calcolo: Controllo di rigidità piastra Materiale: S 235; F_y = 235,00 N/mm²; ε_{lim} = 5,00%
Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M24, h_{ef} = 96,0 mm
Rigidezza di ancoraggio:	L'ancorante è modellato considerando i valori dirigidezza valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidezza dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.
Metodo di progettazione:	Progettazione basata su EN utilizzando il FEM basato sul componente
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Fissaggio a filo materiale base); t = 12,0 mm
Profilo:	Personalizzato; (L x W x T x FT) = 350,0 mm x 200,0 mm x 28,0 mm x 20,0 mm Materiale: S 235; F_y = 235,00 N/mm²; ε_{lim} = 5,00% Eccentricità x: 0,0 mm Eccentricità y: 0,0 mm
Materiale base:	Calcestruzzo non fessurato; Custom; $f_{c,cyl}$ = 30,00 N/mm²; h = 400,0 mm; E = 30.000,00 N/mm²; G = 12.000,00 N/mm²; v = 0,20; D = 2.500,00 kg/m³
Saldature (profilo rispetto alla piastra base):	Tipo di ridistribuzione: Plastica Materiale: S 235
Dimensioni delle maglie:	Numero di elementi sul bordo: 8 Dimensione minima dell'elemento: 10,0 mm Dimensione massima dell'elemento: 50,0 mm

2.2 Classificazione piastra di ancoraggio

I risultati in basso sono riportati per le combinazioni decisive del carico: Combinazione 1

Forze di tensione di ancoraggio	Piastra di ancoraggio rigida equivalente (FEM)	Piastra di ancoraggio flessibile (FEM)
Ancoraggio 1	0,152 kN	0,998 kN
Ancoraggio 2	0,152 kN	1,017 kN
Ancoraggio 3	0,000 kN	0,216 kN
Ancoraggio 4	0,000 kN	0,228 kN
Ancoraggio 5	0,000 kN	0,037 kN
Ancoraggio 6	0,000 kN	0,025 kN

L'utente ha accettato di considerare la piastra di ancoraggio selezionata come rigida in base al proprio giudizio di progettazione. Ciò significa che le linee guida di progettazione di ancoraggio si possono applicare.

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri del cliente."
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2.3 Attenzione

- Utilizzando la funzionalità di calcolo flessibile di PROFIS Engineering si può agire di fuori i codici al di fuori dei codici di calcolo applicabili e la piastra di ancoraggio specificata potrebbe non rivelarsi propriamente rigida. Si prega di convalidare i risultati con un progettista professionista e/o ingegnere strutturale per garantire l'idoneità e l'adeguatezza per esigenze specifiche di progetto e normative.
- L'ancorante è modellato considerando i valori dirigidezza valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidezza dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri del cliente."
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

3 Sintesi dei risultati

	Combinazione carichi	Utilizzo max.	Stato
Ancoranti	Combinazione 1	89%	OK

L'ancoraggio risulta verificato!

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri del cliente."
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

4.2 Impalcato di copertura Atrio - Verifica connessione a taglio tra schiena UPN350 e trave esistente

Si dispone un ancorante ogni metro

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	1
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	barra passante	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

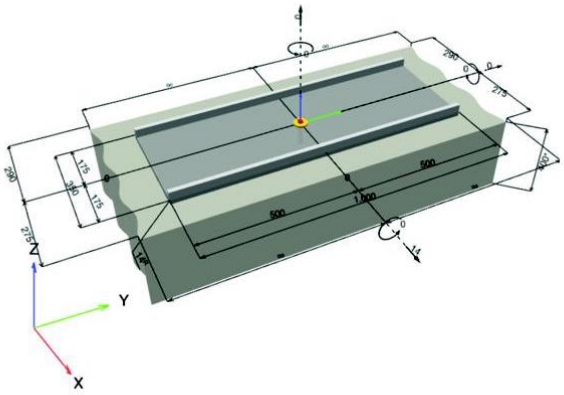
Commenti del progettista:

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HST3 M16 hef1**
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2114053 HST3 M16x115 15/-
Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e ancorante.	
Specification text:	Hilti HST3 ancorante a filetto esterno, profondità di posa 65 mm, M16 hef1, Acciaio zincato, installazione come da ETA 98/0001 , con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,opti}$ = 65,0 mm ($h_{ef,limit}$ = 84,0 mm), h_{nom} = 78,0 mm
Materiale:	
Certificazione No.:	ETA 98/0001
Emesso I Valido:	20/07/2023 | -
Prova:	SOFA based on EN 1992-4 and fib bulletin 58, Mechanical
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Senza distanziamento); t = 14,0 mm
Piastra d'ancoraggio[R] :	l_x x l_y x t = 350,0 mm x 1.000,0 mm x 14,0 mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	Doppia Barra d'acciaio, ; (L x W x T) = 1.000,0 mm x 350,0 mm x 16,0 mm
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, Custom, $f_{c,cyl}$ = 29,00 N/mm^2; h =400,0 mm, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm) senza armatura di bordo longitudinale

[R] - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

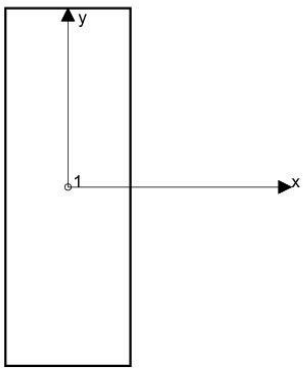
www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	2
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	barra passante	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 2	N = 0,000; V_x = 14,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;	no	no	33

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante



Carichi sull'ancorante [kN]
Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	14,000	14,000	0,000

Max. concrete compressive strain: - [‰]
Max. concrete compressive stress: - [N/mm^2]
Resulting tension force in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	4
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	barra passante	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	14,000	43,600	33	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	14,000	70,571	20	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	14,000	56,082	25	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)
When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Ed} \le V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$ EN 1992-4, Eq. (7.35)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
54,500	1,000	54,500	1,250	43,600	14,000

4.2 Rottura per pryout

$V_{Ed} \le V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c}$ EN 1992-4, Eq. (7.39a)

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
38.025	38.025	97,5	195,0	3,410	29,00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
11,000	31,043	1,500	70,571	14,000

ID gruppo ancoranti
1

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	5
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	barra passante	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$ — fib Bulletin 58, Table (10.2-1)

$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \psi_{A,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V}$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5)

$V^0_{Rk,c} = k_v \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a)

$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a$_1$)

$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a$_2$)

$A^0_{c,V} = 4,5 \cdot c_1^2$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5b)

$\psi_{A,V} = \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}}$ — fib bulletin 58 (07/2011) Section 10.2.5.1.1 b)

$A_{c,V}$ — fib bulletin 58 (07/2011) Figure 10.2-4

$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \le 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5d)

$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5c)

$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5e)

$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{\psi_{90°,V}}\right)^2}} \ge 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5f))

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_V	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]	c_1 [mm]
65,0	16,00	2,400	0,049	0,057	29,00	275,0

$A_{c,V}$ [mm^2]	$A^0_{c,V}$ [mm^2]	$\psi_{A,V}$	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$
330.000	340.312	0,970	1,000	1,016	0,0	1,000

α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$
0,00	1,000	1,000

$\psi_{90°,V}$	$V^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
1,500	85,427	1,500	56,082	14,000

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

5 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

N_{Sk}	=	0,000 [kN]	δ_N	=	0,0000 [mm]
V_{Sk}	=	10,370 [kN]	δ_V	=	1,4672 [mm]
			δ_{NV}	=	1,4672 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk}	=	0,000 [kN]	δ_N	=	0,0000 [mm]
V_{Sk}	=	10,370 [kN]	δ_V	=	2,2008 [mm]
			δ_{NV}	=	2,2008 [mm]

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo! Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!

6 Attenzione

- Fenomeni di ridistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- Il progetto è valido soltanto se il foro è riempito per eliminare il gioco, gioco come da EN 1992-4 Tabella 6.1
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- Please note that this design utilizes user defined material safety factor values that differ from the default values recommended in EN1992-4. Partial Safety factor value: γ_c = 1,500
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

L'ancoraggio risulta verificato!

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

7 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2

Profilo: Doppia Barra d'acciaio, ; (L x W x T) = 1.000,0 mm x 350,0 mm x 16,0 mm

Diametro del foro nella piastra: d_f = 18,0 mm

Spessore della piastra (input): 14,0 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Metodo di perforazione: SafeSet - pulizia automatica

Pulizia: Ottenuto automaticamente durante la perforazione

Tipo e dimensione dell'ancorante: HST3 M16 hef1

Codice articolo: 2114053 HST3 M16x115 15/-

Coppia di serraggio massima: 110 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 16,0 mm

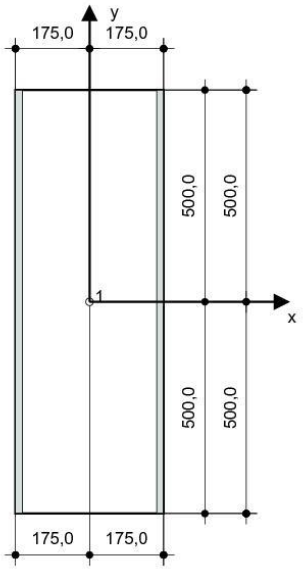
Profondità del foro nel materiale base: 86,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 120,0 mm

Hilti HST3 ancorante a filetto esterno, profondità di posa 65 mm, M16 hef1, Acciaio zincato, installazione come da ETA 98/0001 , con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.

7.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
• Idoneo per rotopercussione • Punta dimensionata correttamente per sistema di pulizia automatica SAFEset (TE-CD / TE-YD) • Aspiratore	• Non sono richiesti accessori	• Utensile di impatto cordless a coppia controllata • Chiave dinamometrica • Martello



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	0,0	0,0	290,0	275,0	-	-

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Impresa:		Pagina:	8
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	barra passante	Data:	13/12/2024
Contratto N°:			

8 Foratura e installazione

HST3 (-R) subject to:

Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling*	TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling*	DD-30W, DD-EC1					
Setting tool*	Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling*	-	TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set**	Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)					-
Impact Wrench and Adaptive Torque Module	Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
No annular gap, double design resistance (agap=1)

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

4.3 Impalcato di copertura Atrio - Verifica saldature

La sollecitazione di taglio all'appoggio vale Vsd = 125 kN da ripartire tra i due profili metallici.

Ciascun profilo è saldato a piatto terminale mediante due cordoni di saldatura con altezza di gola a = 6mm e lunghezza 285mm

Ciascun cordone è' quindi soggetto V'sd = Vsd / 2 / 2 = 31 kN

Plate "1"	
Steel class	S355
ε	0.814
Thickness t_1 [mm]	10.0
f_u [N/mm²]	510
f_y [N/mm²]	355
βw	0.90
Plate "2"	
Steel class	S235
ε	1.000
Thickness t_2 [mm]	14.0
f_u [N/mm²]	360
f_y [N/mm²]	235
βw	0.80
γ_{M0}	1.05
γ_{M2}	1.25

	Fusion faces L1 and L2:
Straight welds	◉ L1 = L2
Throat thickness a [mm]	6.0
Fusion face 1 length L1	8.5
Fusion face 1 length L2	8.5
Outer face length L3	12.0
Angle θ between fusion faces [deg]	90.0
Angle between L1 and L3 [deg]	45.0
Angle between L2 and L3 [deg]	45.0
Angle α between throat and L1 [deg]	45.0
Min fusion face length (=0.5* tmin) [mm]	5
Max fusion face length (= tmin) [mm]	10.0
Fillet weld length L [mm]	285
Effective fillet weld length Leff [mm]	273

	Fsd // [kN]
Design value (for 1 fillet weld)	31
Directional method	
τ // [N/mm2]	18.9
τ ⊥ [N/mm2]	0.0
σ ⊥ [N/mm2]	0.0
Limit σ ⊥ [N/mm2]	259.2
Ideal stress [N/mm2]	32.8
Limit stress [N/mm2]	360.0
Check	OK
Limit design value	340
Sr/Sd	10.98

4.4 Impalcato di copertura bassa Torre Scenica lato Petrarca - Verifica connessione a taglio tra MC450 e trave di bordo

A favore di sicurezza la connessione viene dimensionata per il 100% del carico trasmesso dal sistema trave c.a. + rinforzo metallico

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	1
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Cop Bassa Torre Scenica - Connessione interna	Data:	17/12/2024
Contratto N°:			

Commenti del progettista:

1 Dimensionamento ancorante

1.1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M30**
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	non disponibile (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)
Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e ancorante.	
Specification text:	Hilti HAS-U 5.8 barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 120 mm embedment hef, M30, Acciaio zincato, SAFEset - Pulizia automatica installation per ETA 20/0541, con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,opti}$ = 120,0 mm ($h_{ef,limit}$ = 330,0 mm)
Materiale:	5.8
Certificazione No.:	ETA 20/0541
Emesso I Valido:	09/06/2023 | -
Prova:	SOFA based on EN 1992-4 and fib bulletin 58, Chemical
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Senza distanziamento); t = 14,0 mm
Piastra d'ancoraggio[CBFEM] :	l_x x l_y x t = 450,0 mm x 400,0 mm x 14,0 mm;
Profilo:	Profilo cavo allungato, ; (L x W x T) = 450,0 mm x 200,0 mm x 15,0 mm
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, Custom, $f_{c,cyl}$ = 30,00 N/mm^2; h =400,0 mm, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm)
	senza armatura di bordo longitudinale

[CBFEM] - Il calcolo dell'ancorante è basato su un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	2
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Cop Bassa Torre Scenica - Connessione interna	Data:	17/12/2024
Contratto N°:			

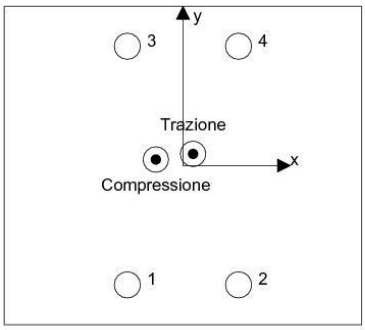
1.1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	N = 0,000; V_x = 200,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000; N_{sus} = 0,000; $M_{x,sus}$ = 0,000; $M_{y,sus}$ = 0,000;	no	no	99

1.2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]
Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,252	49,752	49,751	-0,194
2	0,483	49,947	49,945	-0,405
3	0,414	50,051	50,050	0,330
4	0,479	50,255	50,254	0,270



Resulting tension force in (x/y)=(12,7/14,7): 1,628 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(-34,1/7,6): 2,206 [kN]

Le forze di ancoraggio sono calcolate in base ad un Metodo ad Elementi Finiti basato sui componenti (CBFEM)

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1.3 Carico di trazione EN 1992-4, sezione 7.2.1

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	0,483	187,000	1	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	1,628	241,765	1	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	1,628	201,699	1	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

1.3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.1

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
280,500	1,500	187,000	0,483

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1.3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$$N_{Ed} \le N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.1

$$N_{Rk,p} = N^0_{Rk,p} \cdot \frac{A_{p,N}}{A^0_{p,N}} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,Np} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np}$$ EN 1992-4, Eq. (7.13)

$$N^0_{Rk,p} = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}$$ EN 1992-4, Eq. (7.14)

$$\psi_{sus} = 1$$ EN 1992-4, Eq. (7.14a)

$$s_{cr,Np} = 7{,}3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk}} \le 3 \cdot h_{ef}$$ EN 1992-4, Eq. (7.15)

$$\psi_{g,Np} = \psi^0_{g,Np} - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot \left(\psi^0_{g,Np} - 1\right) \ge 1{,}00$$ EN 1992-4, Eq. (7.17)

$$\psi^0_{g,Np} = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \ge 1{,}00$$ EN 1992-4, Eq. (7.18)

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}}$$ EN 1992-4, Eq. (7.19)

$$\psi_{s,Np} = 0{,}7 + 0{,}3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \le 1{,}00$$ EN 1992-4, Eq. (7.20)

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1{,}00$$ EN 1992-4, Eq. (7.21)

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \le 1{,}00$$ EN 1992-4, Eq. (7.21)

$A_{p,N}$ [mm²]	$A^0_{p,N}$ [mm²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
330.000	129.600	14,00	360,0	180,0	740,0	30,00

ψ_c	$\tau_{Rk,ucr}$ [N/mm²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm²]	$\psi^0_{g,Np}$	$\psi_{g,Np}$
1,041	14,58	11,000	7,00	1,000	1,000

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$
12,7	0,934	14,7	0,925	1,000	1,000

ψ^0_{sus}	α_{sus}	ψ_{sus}
0,880	0,000	1,000

$N^0_{Rk,p}$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
164,888	362,647	1,500	241,765	1,628

ID gruppo ancoranti
1-4

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1.3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$N_{Ed} \le N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$ EN 1992-4, Tabella 7.1

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 2,0 - \frac{z}{1,5 \cdot h_{ef}} \ge 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
330.000	129.600	180,0	360,0	30,00

$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
12,7	0,934	14,7	0,925	1,000	1,000	47,4

$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
1,737	11,000	79,200	1,500	201,699	1,628

ID gruppo ancoranti
1-4

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	6
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Cop Bassa Torre Scenica - Connessione interna	Data:	17/12/2024
Contratto N°:			

1.4 Carico di taglio EN 1992-4, sezione 7.2.2

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	50,255	134,688	38	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	200,000	268,070	75	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	100,201	101,402	99	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)
When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

1.4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Ed} \le V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$ EN 1992-4, Eq. (7.35)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
168,360	1,000	168,360	1,250	134,688	50,255

1.4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

$V_{Ed} \le V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\}$ EN 1992-4, Eq. (7.39c)

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]	
330.000	129.600	180,0	360,0	2,000	30,00	
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,5	0,997	1,000	1,000	1,000
k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
11,000	79,200	1,500	268,070	200,000		

ID gruppo ancoranti
1-4

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	7
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Cop Bassa Torre Scenica - Connessione interna	Data:	17/12/2024
Contratto N°:			

1.4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		fib Bulletin 58, Table (10.2-1)
$V_{Rk,c}$	$= V^0_{Rk,c} \cdot \psi_{A,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5)
$V^0_{Rk,c}$	$= k_v \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a)
α	$= 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a$_1$)
β	$= 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a$_2$)
$A^0_{c,V}$	$= 4,5 \cdot c_1^2$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5b)
$\psi_{A,V}$	$= \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}}$	fib bulletin 58 (07/2011) Section 10.2.5.1.1 b)
$A_{c,V}$		fib bulletin 58 (07/2011) Figure 10.2-4
$\psi_{s,V}$	$= 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \le 1,00$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5d)
$\psi_{h,V}$	$= \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1,00$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5c)
$\psi_{ec,V}$	$= \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1,00$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5e)
$\psi_{\alpha,V}$	$= \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{\psi_{90°,V}}\right)^2}} \ge 1,00$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5f))
$V_{Rk,c}$	$= \frac{V_{Rk,c}(c_{1,n1})}{n_1}$	fib Bulletin 58, Eq. (10.2-6)

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_V	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]	c_1 [mm]
120,0	30,00	2,400	0,037	0,051	30,00	880,0
$A_{c,V}$ [mm^2]	$A^0_{c,V}$ [mm^2]	$\psi_{A,V}$	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$
1.176.000	3.484.800	0,337	1,000	1,817	0,4	1,000
α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$				
0,30	1,000	1,000				
$\psi_{90°,V}$	$V^0_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rk,c}$ [kN]	n_1	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
2,000	496,394	304,207	2	1,500	101,402	100,201

Note: Resistance limit acc. to fib bulletin 58 (07/2011) Eq. (10.2-6) is governing

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	8
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Cop Bassa Torre Scenica - Connessione interna	Data:	17/12/2024
Contratto N°:			

1.5 Carichi combinati di trazione e di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.3)

Rottura dell'acciaio

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,003	0,373	2,000	14	OK

$\beta_N^{\alpha} + \beta_V^{\alpha} \leq 1,0$

Rottura del calcestruzzo

β_N	β_V	α	Utilizzo $\beta_{N,V}$ [%]	Stato
0,008	0,988	1,000	84	OK

$(\beta_N + \beta_V) / 1.2 \leq 1,0$

1.6 Attenzione

- I metodi di progettazione in PROFIS Engineering richiedono l'impiego di piastre di ancoraggio rigide in base alle attuali disposizioni (ETAG 001/Appendice C, EOTA TR029, ecc.). Questo significa che la ridistribuzione sugli ancoranti dovuta alle deformazioni elastiche della piastra di ancoraggio non è considerata - si presuppone che la piastra di ancoraggio sia sufficientemente rigida da non essere deformata quando sottoposta al carico di progetto. PROFIS Engineering calcola lo spessore minimo richiesto per la piastra di ancoraggio con CBFEM per limitare la sollecitazione della piastra di ancoraggio basata sui precedenti presupposti. La verifica se la piastra base rigida sia valida non viene eseguita da PROFIS Engineering. I dati inseriti e i risultati vanno confrontati con le attuali condizioni per verificarne la plausibilità!
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- Il progetto selezionato prevede i fori pieni, Accertarsi che esista un metodo adeguato per riempire lo spazio anulare tra l'elemento di fissaggio e HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M30, e contattare Hilti per qualsiasi dubbio.
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- Please note that this design utilizes user defined material safety factor values that differ from the default values recommended in EN1992-4. Partial Safety factor value: γ_c = 1,500
- L'adesione chimica caratteristica dipende dalle temperature di breve e di lungo periodo.
- L'armatura di bordo non è necessaria per evitare la modalità di rottura per fessurazione (splitting)
- Il progetto è valido soltanto se il foro è riempito per eliminare il gioco, gioco come da EN 1992-4 Tabella 6.1
- I metodi di progettazione dell'ancoraggio in PROFIS Engineering richiedono delle piastre base rigide, come previsto dalla normativa vigente (AS 5216:2021, ETAG 001/allegato C, TR029 EOTA, ecc.). Ciò significa che la piastra di base deve essere sufficientemente rigida da evitare la ridistribuzione del carico tra gli ancoranti dovuta a spostamenti elastici / plastici. L'utente accetta che la piastra base sia considerata quasi rigida secondo i canoni di progettazione."
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	9
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Cop Bassa Torre Scenica - Connessione interna	Data:	17/12/2024
Contratto N°:			

1.7 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2

Profilo: Profilo cavo allungato, ; (L x W x T) = 450,0 mm x 200,0 mm x 15,0 mm

Diametro del foro nella piastra: d_f = 33,0 mm

Spessore della piastra (input): 14,0 mm

Metodo di perforazione: SafeSet - pulizia automatica

Pulizia: Ottenuto automaticamente durante la perforazione

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M30

Codice articolo: non disponibile (inserire) / 2287552 HIT-RE 500 V4 (resina)

Coppia di serraggio massima: 300 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 35,0 mm

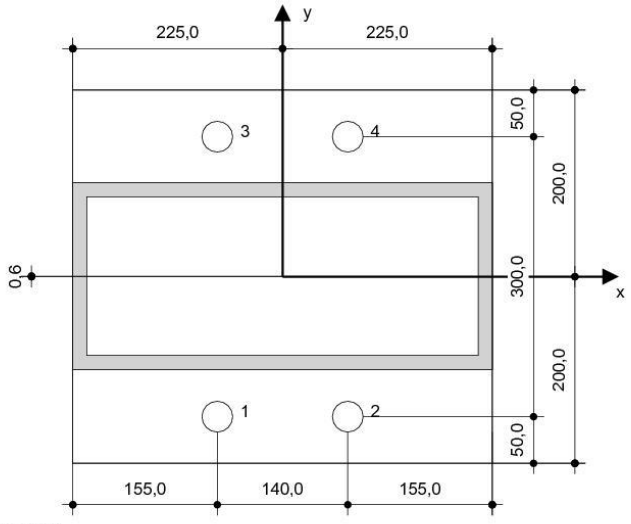
Profondità del foro nel materiale base: 120,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 190,0 mm

Hilti HAS-U 5.8 barra filettata with HIT-RE 500 V4 Resina ad iniezione with 120 mm embedment hef, M30, Acciaio zincato, SAFEset - Pulizia automatica installation per ETA 20/0541, con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.

1.7.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
• Idoneo per rotopercussione • Punta dimensionata correttamente per sistema di pulizia automatica SAFEset (TE-CD / TE-YD) • Aspiratore	• Non sono richiesti accessori	• Il dispenser include il portacartucce e il miscelatore • Chiave dinamometrica



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	-70,0	-150,0	-	880,0	-	-
2	70,0	-150,0	-	740,0	-	-
3	-70,0	150,0	-	880,0	-	-
4	70,0	150,0	-	740,0	-	-

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2 Controllo di rigidità della piastra

2.1 Dati da inserire

Piastra d'ancoraggio:	Forma: Rettangolare l_x x l_y x t = 450,0 mm x 400,0 mm x 14,0 mm Calcolo: Controllo di rigidità piastra Materiale: S 235; F_y = 235,00 N/mm²; ε_{lim} = 5,00%
Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-RE 500 V4 + HAS-U 5.8 M30, h_{ef} = 120,0 mm
Rigidezza di ancoraggio:	L'ancorante è modellato considerando i valori dirigidezza valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidezza dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.
Metodo di progettazione:	Progettazione basata su EN utilizzando il FEM basato sul componente
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Fissaggio a filo materiale base); t = 14,0 mm
Profilo:	Personalizzato; (L x W x T x FT) = 450,0 mm x 200,0 mm x 15,0 mm x - Materiale: S 235; F_y = 235,00 N/mm²; ε_{lim} = 5,00% Eccentricità x: 0,0 mm Eccentricità y: 0,6 mm
Materiale base:	Calcestruzzo non fessurato; Custom; $f_{c,cyl}$ = 30,00 N/mm²; h = 400,0 mm; E = 30.000,00 N/mm²; G = 12.000,00 N/mm²; v = 0,20; D = 2.500,00 kg/m³
Saldature (profilo rispetto alla piastra base):	Tipo di ridistribuzione: Plastica Materiale: S 235
Dimensioni delle maglie:	Numero di elementi sul bordo: 8 Dimensione minima dell'elemento: 10,0 mm Dimensione massima dell'elemento: 50,0 mm

2.2 Classificazione piastra di ancoraggio

I risultati in basso sono riportati per le combinazioni decisive del carico: Combinazione 1

Forze di tensione di ancoraggio	Piastra di ancoraggio rigida equivalente (FEM)	Piastra di ancoraggio flessibile (FEM)
Ancoraggio 1	0,000 kN	0,252 kN
Ancoraggio 2	0,234 kN	0,483 kN
Ancoraggio 3	0,000 kN	0,414 kN
Ancoraggio 4	0,234 kN	0,479 kN

L'utente ha accettato di considerare la piastra di ancoraggio selezionata come rigida in base al proprio giudizio di progettazione. Ciò significa che le linee guida di progettazione di ancoraggio si possono applicare.

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri del cliente."
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

2.3 Attenzione

- Utilizzando la funzionalità di calcolo flessibile di PROFIS Engineering si può agire di fuori i codici al di fuori dei codici di calcolo applicabili e la piastra di ancoraggio specificata potrebbe non rivelarsi propriamente rigida. Si prega di convalidare i risultati con un progettista professionista e/o ingegnere strutturale per garantire l'idoneità e l'adeguatezza per esigenze specifiche di progetto e normative.
- L'ancorante è modellato considerando i valori dirigidezza valutati secondo le curve sforzo-deformazione determinate tramite test in laboratori indipendenti. Si prega di notare che non è possibile provvedere ad una semplice sostituzione dell'ancorante, in quanto la rigidezza dell'ancorante ha grande impatto sui risultati della distribuzione del carico.

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri del cliente."
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

3 Sintesi dei risultati

	Combinazione carichi	Utilizzo max.	Stato
Ancoranti	Combinazione 1	99%	OK

L'ancoraggio risulta verificato!

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri del cliente."
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

4.5 Impalcato di copertura bassa Torre Scenica lato Petrarca - Verifica connessione a taglio tra MC450 e trave esistente

Si dispone un ancorante ogni metro

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	1
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Connessione Schiena C450	Data:	17/12/2024
Contratto N°:			

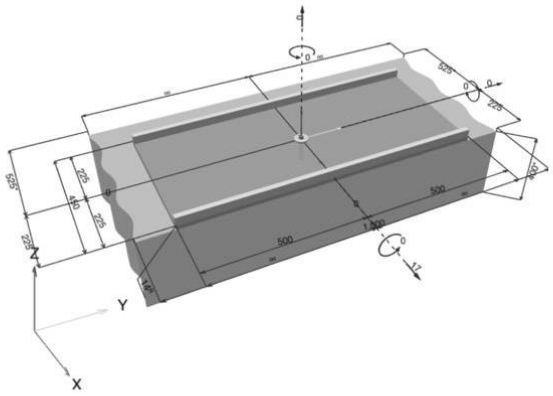
Commenti del progettista:

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HST3 M16 hef1**
Vita utile (durata in anni):	50
Codice articolo:	2114053 HST3 M16x115 15/-
Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e ancorante.	
Specification text:	Hilti HST3 ancorante a filetto esterno, profondità di posa 65 mm, M16 hef1, Acciaio zincato, installazione come da ETA 98/0001 , con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,opti}$ = 65,0 mm ($h_{ef,limit}$ = 84,0 mm), h_{norm} = 78,0 mm
Materiale:	
Certificazione No.:	ETA 98/0001
Emesso I Valido:	20/07/2023 | -
Prova:	SOFA based on EN 1992-4 and fib bulletin 58, Mechanical
Fissaggio distanziato:	e_b = 0,0 mm (Senza distanziamento); t = 14,0 mm
Piastra d'ancoraggio[R] :	l_x x l_y x t = 450,0 mm x 1.000,0 mm x 14,0 mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)
Profilo:	Doppia Barra d'acciaio, ; (L x W x T) = 1.000,0 mm x 450,0 mm x 18,0 mm
Materiale base:	non fessurato calcestruzzo, Custom, $f_{c,cyl}$ = 29,00 N/mm^2; h =400,0 mm, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm)
	senza armatura di bordo longitudinale

[R] - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]

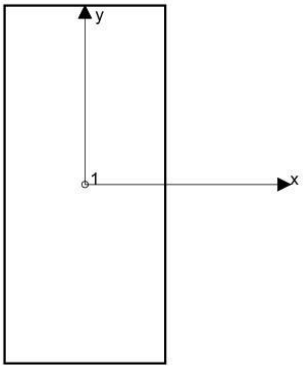


Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 2	N = 0,000; V_x = 17,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;	no	no	40

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante



Carichi sull'ancorante [kN]
Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	17,000	17,000	0,000

Max. concrete compressive strain: - [‰]
Max. concrete compressive stress: - [N/mm^2]
Resulting tension force in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]
Resulting compression force in (x/y)=(-/-): 0,000 [kN]

Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	4
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Connessione Schiena C450	Data:	17/12/2024
Contratto N°:			

4 Carico di taglio (EN 1992-4, sezione 7.2.2)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	17,000	43,600	39	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	17,000	70,571	25	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	17,000	43,168	40	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)
When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$V_{Ed} \le V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V^0_{Rk,s}$ EN 1992-4, Eq. (7.35)

$V^0_{Rk,s}$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
54,500	1,000	54,500	1,250	43,600	17,000

4.2 Rottura per pryout

$V_{Ed} \le V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc,p}}$ EN 1992-4, Tabella 7.2

$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c}$ EN 1992-4, Eq. (7.39a)

$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{V,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$\psi_{M,N} = 1$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	k_8	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
38.025	38.025	97,5	195,0	3,410	29,00

$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000

k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	$\gamma_{Mc,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
11,000	31,043	1,500	70,571	17,000

ID gruppo ancoranti
1

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$V_{Ed} \le V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$ — fib Bulletin 58, Table (10.2-1)

$V_{Rk,c} = V^0_{Rk,c} \cdot \psi_{A,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{re,V}$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5)

$V^0_{Rk,c} = k_v \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a)

$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5}$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a$_1$)

$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2}$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5a$_2$)

$A^0_{c,V} = 4,5 \cdot c_1^2$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5b)

$\psi_{A,V} = \frac{A_{c,V}}{A^0_{c,V}}$ — fib bulletin 58 (07/2011) Section 10.2.5.1.1 b)

$A_{c,V}$ — fib bulletin 58 (07/2011) Figure 10.2-4

$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \le 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5d)

$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \ge 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5c)

$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_V}{3 \cdot c_1}\right)} \le 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5e)

$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + \left(\frac{\sin \alpha_V}{\psi_{90°,V}}\right)^2}} \ge 1,00$ — fib Bulletin 58, Eq. (10.2-5f))

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_V	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm^2]	c_1 [mm]
65,0	16,00	2,400	0,054	0,059	29,00	225,0

$A_{c,V}$ [mm^2]	$A^0_{c,V}$ [mm^2]	$\psi_{A,V}$	$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$
227.812	227.812	1,000	1,000	1,000	0,0	1,000

α_V [°]	$\psi_{\alpha,V}$	$\psi_{re,V}$
0,00	1,000	1,000

$\psi_{90°,V}$	$V^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
1,500	64,752	1,500	43,168	17,000

When the input edge distance is set to "infinity", edge breakout verification is not performed in that direction

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

5 Spostamenti (ancorante più sollecitato)

Carichi a breve termine:

N_{Sk}	=	0,000 [kN]	δ_N	=	0,0000 [mm]
V_{Sk}	=	12,593 [kN]	δ_V	=	1,7816 [mm]
			δ_{NV}	=	1,7816 [mm]

Carichi a lungo termine:

N_{Sk}	=	0,000 [kN]	δ_N	=	0,0000 [mm]
V_{Sk}	=	12,593 [kN]	δ_V	=	2,6724 [mm]
			δ_{NV}	=	2,6724 [mm]

Commenti: Gli spostamenti a trazione risultano validi con metà del valore della coppia di serraggio richiesta per non fessurato calcestruzzo! Gli spostamenti a taglio sono validi trascurando l'attrito tra il calcestruzzo e la piastra d'ancoraggio! Lo spazio derivante dal foro eseguito con perforatore e dalle tolleranze dei fori non viene considerato in questo calcolo!

Gli spostamenti ammissibili dell'ancorante dipendono dalla struttura fissata e devono essere definiti dal progettista!

6 Attenzione

- Fenomeni di ridistribuzione dei carichi sugli ancoranti derivanti da eventuali deformazioni elastiche della piastra non sono presi in considerazione. Si assume una piastra di ancoraggio sufficientemente rigida in modo che non risulti deformabile sotto l'azione di carichi!
- The equations presented in this report are based on metric units. When inputs are displayed in imperial units, the user should be aware that the equations remain in their metric format.
- Il progetto è valido soltanto se il foro è riempito per eliminare il gioco, gioco come da EN 1992-4 Tabella 6.1
- La verifica del trasferimento dei carichi nel materiale base è necessaria conformemente a EN 1992-A, allegato A!
- La progettazione è valida solamente se il foro passante non è più largo rispetto al valore riportato nella tabella 6.1 of EN 1992-4! Per diametri maggiori del foro passante vedere paragrafo 6.2.2 di EN 1992-4!
- La lista accessori inclusa in questo report di calcolo è da ritenersi solo come informativa dell'utente. In ogni caso, le istruzioni d'uso fornite con il prodotto dovranno essere rispettate per garantire una corretta installazione.
- Per la determinazione del $\psi_{re,v}$ (rottura del bordo di calcestruzzo) è utilizzato il minimo copriferro definito nei parametri di calcolo come copriferro del rinforzo del bordo.
- Please note that this design utilizes user defined material safety factor values that differ from the default values recommended in EN1992-4. Partial Safety factor value: γ_c = 1,500
- L'adesione chimica caratteristica dipende dal periodo di ritorno (durata in anni): 50

L'ancoraggio risulta verificato!

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Hilti PROFIS Engineering 3.1.8

www.hilti.it

Impresa:		Pagina:	7
Indirizzo:		Progettista:	
Telefono I Fax:	|	E-mail:	
Design:	Connessione Schiena C450	Data:	17/12/2024
Contratto N°:			

7 Dati relativi all'installazione

Piastra d'ancoraggio, acciaio: S 235; E = 210.000,00 N/mm^2; f_{yk} = 235,00 N/mm^2

Profilo: Doppia Barra d'acciaio, ; (L x W x T) = 1.000,0 mm x 450,0 mm x 18,0 mm

Diametro del foro nella piastra: d_f = 18,0 mm

Spessore della piastra (input): 14,0 mm

Spessore della piastra raccomandato: non calcolato

Metodo di perforazione: SafeSet - pulizia automatica

Pulizia: Ottenuto automaticamente durante la perforazione

Tipo e dimensione dell'ancorante: HST3 M16 hef1

Codice articolo: 2114053 HST3 M16x115 15/-

Coppia di serraggio massima: 110 Nm

Diametro del foro nel materiale base: 16,0 mm

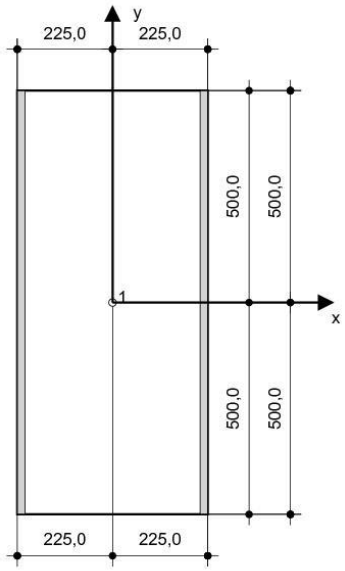
Profondità del foro nel materiale base: 86,0 mm

Spessore minimo del materiale base: 120,0 mm

Hilti HST3 ancorante a filetto esterno, profondità di posa 65 mm, M16 hef1, Acciaio zincato, installazione come da ETA 98/0001 , con fori riempiti attraverso Set Dinamico o altre soluzioni analoghe.

7.1 Accessori richiesti

Perforazione	Pulizia	Posa
• Idoneo per rotopercussione • Punta dimensionata correttamente per sistema di pulizia automatica SAFEset (TE-CD / TE-YD) • Aspiratore	• Non sono richiesti accessori	• Utensile di impatto cordless a coppia controllata • Chiave dinamometrica • Martello



Coordinate dell'ancorante [mm]

Ancorante	x	y	c_{-x}	c_{+x}	c_{-y}	c_{+y}
1	0,0	0,0	525,0	225,0	-	-

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

8 Foratura e installazione

HST3 (-R) subject to:

Anchor size	M8	M10	M12	M16	M20	M24
Hammer drilling*	TE2(-A) – TE30(-A)				TE40 – TE70	
Diamond core drilling*	DD-30W, DD-EC1					
Setting tool*	Setting tool HS-SC				-	
Hollow drill bit drilling*	-	TE-CD, TE-YD				
Seismic Set/ Filling Set**	Seismic/Filling Set M8-M20 (Carbon and Stainless Steel A4)					-
Impact Wrench and Adaptive Torque Module	Impact Wrench SIW 6AT-A22 and adaptive torque module SI-AT-A22				-	

*Installation methods provided in ETA-98/0001
**Seismic set needed to fill the annular gap between anchor and fixture:
No annular gap, double design resistance (agap=1)

Il cliente e/o l'utilizzatore finale è tenuto sempre a verificare la conformità dei dati inseriti e dei risultati con la situazione reale effettiva e la loro plausibilità! Si applica sempre il paragrafo "Osservazioni; doveri de
PROFIS Engineering (c) 2003-2024 Hilti AG, FL-9494 Schaan Hilti è un marchio registrato di Hilti AG, Schaan

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

4.6 Impalcato di copertura della Torre Scenica Lato Petrarca - Verifica saldature

La sollecitazione di taglio all'appoggio vale Vsd = 199 kN da ripartire tra i due profili metallici.

Ciascun profilo è saldato a piatto terminale mediante due cordoni di saldatura con altezza di gola a = 8mm e lunghezza 377mm

Ciascun cordone è quindi soggetto V'sd = Vsd / 2 / 2 = 50 kN

Plate "1"	
Steel class	S355
ε	0.814
Thickness t_1 [mm]	14.0
f_u [N/mm²]	510
f_y [N/mm²]	355
βw	0.90

Plate "2"	
Steel class	S235
ε	1.000
Thickness t_2 [mm]	18.0
f_u [N/mm²]	360
f_y [N/mm²]	235
βw	0.80

γ_{M0}	1.05
γ_{M2}	1.25

Straight welds	Fusion faces L1 and L2: ◉ L1 = L2
Throat thickness a [mm]	8.0
Fusion face 1 length L1	11.3
Fusion face 1 length L2	11.3
Outer face length L3	16.0
Angle θ between fusion faces [deg]	90.0
Angle between L1 and L3 [deg]	45.0
Angle between L2 and L3 [deg]	45.0
Angle α between throat and L1 [deg]	45.0
Min fusion face length (=0.5* tmin) [mm]	7
Max fusion face length (= tmin) [mm]	14.0
Fillet weld length L [mm]	377
Effective fillet weld length Leff [mm]	361

	Fsd // [kN]
Design value (for 1 fillet weld)	50
Directional method	
τ // [N/mm2]	17.3
τ ⊥ [N/mm2]	0.0
σ ⊥ [N/mm2]	0.0
Limit σ ⊥ [N/mm2]	259.2
Ideal stress [N/mm2]	30.0
Limit stress [N/mm2]	360.0
Check	OK
Limit design value	600
Sr/Sd	12.01

COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo – Strutture Corpo Basso

Allegato 9

Progetto di rinforzo del muro di facciata Atrio e pensilina

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Emissione Progetto Esecutivo a seguito dei pareri espressi dagli Enti preposti in Cds	G. Berti	G. Berti	M. Majowiecki

SOMMARIO

1 Introduzione 7
1.1 Descrizione del sistema strutturale 7
1.2 Normativa di riferimento 9
1.2.1 Normativa italiana: 9
1.2.2 Normativa Europea: 9
1.3 Elaborati grafici di riferimento 9
2 Descrizione del modello di calcolo 10
2.1 Caratteristiche generali 10
2.1.1 Geometria 10
2.1.2 Proprietà delle sezioni 11
2.2 Materiali strutturali 12
2.2.1 Acciaio da carpenteria 12
2.2.2 Connettori alla muratura 15
2.2.3 Barre inghisate nel calcestruzzo 15
2.2.4 Materiali strutturali delle strutture esistenti 16
2.2.5 Materiali impiegati nel modello di calcolo 19
2.3 Analisi dei carichi 20
2.3.1 Peso proprio strutturale 20
2.3.2 Permanenti strutturali 20
2.3.3 Permanenti portati 20
2.3.4 Azione del vento 20
2.3.5 Azione della neve 21
2.3.6 Azione sismica 22
2.4 Combinazioni di carico 23
2.4.1 Condizioni di carico 23
2.4.2 Combinazioni agli Stati Limite Ultimi 23
2.4.3 Combinazioni agli Stati Limite Salvaguardia della Vita 23
2.4.4 Combinazioni agli Stati Limite di Esercizio 24
3 Risultati delle analisi 25
3.1 Telai a supporto della facciata 25

3.1.1 Azioni nei profili 25
3.1.2 Percentuale di sfruttamento dei profili 26
3.1.3 Verifica estesa di un profilo 27
3.2 Verifica travetti di copertura con sezione mista 37
3.3 Profili a sostegno della vetrata 44
3.3.1 Azioni nei profili 44
3.3.2 Percentuale di sfruttamento dei profili 45
3.3.3 Verifica estesa di un profilo 46
3.3.4 Verifica di deformabilità 49
3.4 Pilastri di travertino a sostegno della pensilina 50
3.4.1 Descrizione metodo di verifica 50
3.4.2 Azioni nei profili e spostamenti dei nodi in sommità 51
3.4.3 Verifica di resistenza della sezione 60
3.4.4 Verifica dei pilastri 68
3.5 Rinforzo delle travi in calcestruzzo della pensilina 69
3.5.1 Descrizione del sistema di rinforzo 69
3.5.2 Verifica a flessione 70
3.5.3 Verifica a taglio 71
3.6 Rinforzo della trave esistente sopra la vetrata 72
3.6.1 Descrizione del sistema di rinforzo 72
3.6.2 Verifica a flessione 73
3.6.3 Verifica a taglio 74
3.7 Muratura di facciata 75
3.7.1 Verifica al ribaltamento, cenni teorici 75
3.7.2 Verifica dei conci di parete 77
3.8 Verifica dei dettagli strutturali 80
3.8.1 Nodo di estremità dei profili a sostegno della vetrata 80
3.8.2 Connessione alla base del pilastro HEA 240 83
3.8.3 Coprigiunto trave HEA 240 90
3.8.4 Coprigiunto trave a T 97
3.8.5 Verifica ancoraggi laterali travi HEA 240 103

3.8.6 Verifica ancoraggi superiori travi HEA 240 105
3.8.7 Ancoraggi alla pensilina esterna 110
3.8.8 Ancoraggi alla muratura della facciata 112

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1 Introduzione

1.1 Descrizione del sistema strutturale

Il presente documento contiene la sintesi delle soluzioni strutturali adottate per:

- Il rinforzo della parete di facciata in corrispondenza dell'ingresso del teatro, in particolare nell'interfaccia con la pensilina di ingresso;
- La struttura portante della vetrata di facciata in corrispondenza dell'apertura principale della parete;
- Il progetto del rinforzo del solaio della pensilina;
- La verifica dei pilastri in travertino a sostegno della pensilina.

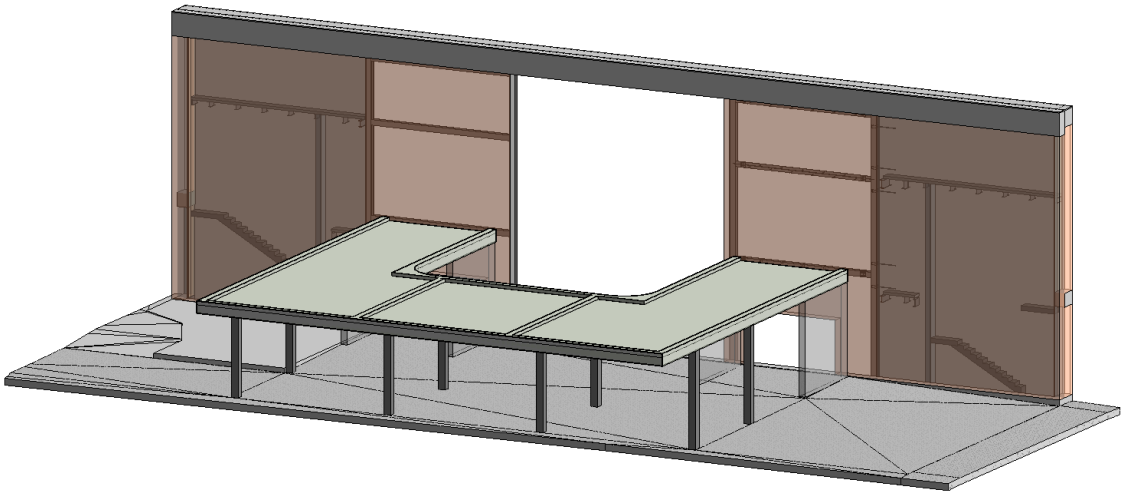


Figura 1-1: Vista esterna della pensilina situata difronte alla facciata dell'edificio

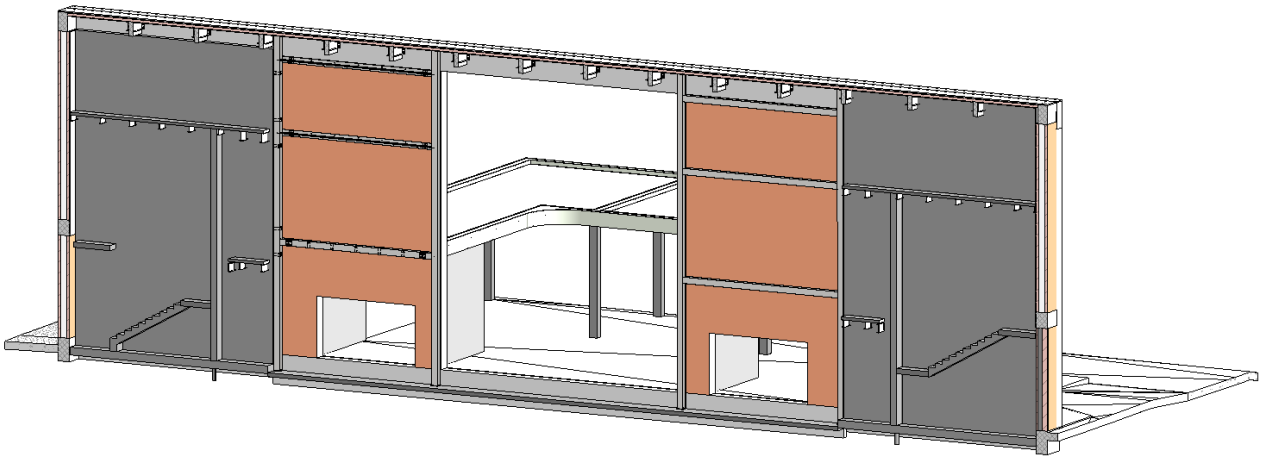


Figura 1-2: Vista interna della struttura a rinforzo della facciata

Il solaio della pensilina esterna è costituito da travetti IPE 160 in acciaio (ipotesi da verificare) ed elementi in laterizio . I pilastri sono realizzati con blocchi di travertino di cui non si conosce esattamente il tipo di collegamento tra uno e l'altro, nel modello di calcolo sono stati considerati come delle bielle che trasmettono solo sforzo assiale.

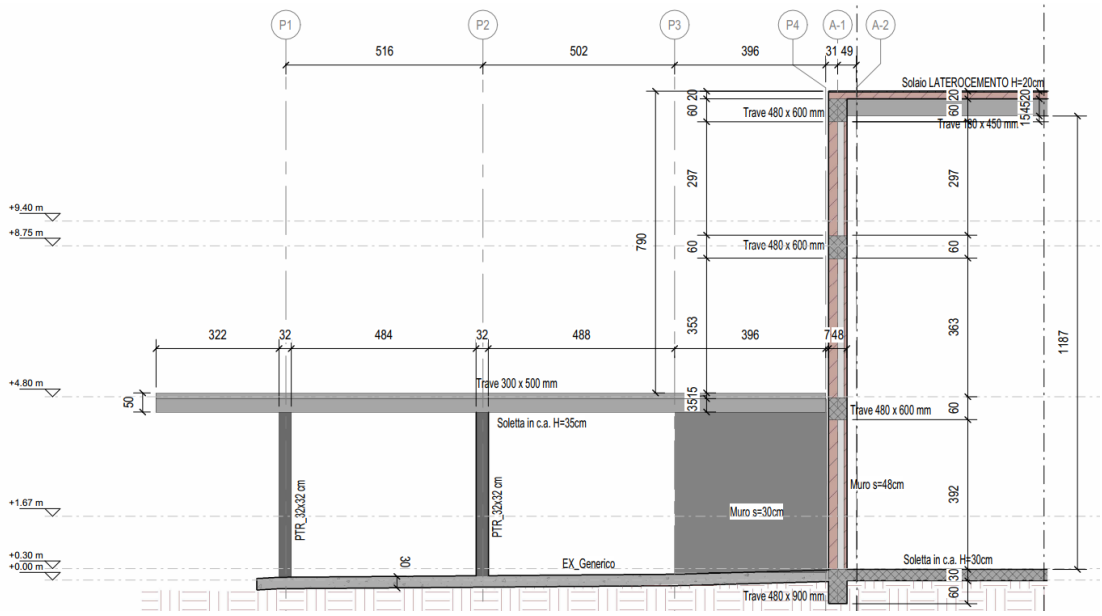


Figura 1-3: Vista in sezione della struttura esistente della pensilina e della facciata

Nello stato di fatto sono presenti delle pareti in corrispondenza del contatto tra la pensilina e la facciata. Le pareti hanno le superfici rivestite in travertino e sono realizzate con una muratura a due teste dello spessore totale di 25[cm]. Non avendo certezza del tipo di collegamento tra i setti in muratura e il solaio della pensilina si è deciso di dimensionare il telaio in acciaio retrostante in modo da resistere all'azione sismica trasmessa dalla struttura della pensilina.

Figura 1-4: Vista esterna della pensilina di entrata allo stato attuale

1.2 Normativa di riferimento

1.2.1 Normativa italiana:

- DECRETO 17 gennaio 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (di seguito indicato come “NTC 2018”);
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019 , n. 7 C.S.LL.PP. - Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 (di seguito indicata come “Circolare NTC 2018”).

1.2.2 Normativa Europea:

- EN1991. “Basi della progettazione ed azioni sulle strutture”;
- EN1992. “Progettazione delle strutture di calcestruzzo”;
- EN1993-1-1 “Progettazione delle strutture di acciaio: regole generali e regole per gli edifici”;
- EN1993-1-2 “Progettazione delle strutture di acciaio: progettazione strutturale contro l’incendio”;
- EN1993-1-3 “Progettazione delle strutture di acciaio: Regole supplementari per l’impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo”;
- EN1993-1-8 “Progettazione delle strutture di acciaio: progettazione dei collegamenti”;
- EN1998-1-1. “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica. Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici”.
- EN1997-1. “Progettazione Geotecnica. Parte 1: Regole generali”.
- EN1998-5. “Progettazione Geotecnica. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici”.
- CNR-DT-207-R1-2018 “Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni”.

1.3 Elaborati grafici di riferimento

ST238 - Dettaglio 10 - PENSILINA - Rinforzo dei pilastri esistente – Descrizione intervento e dettagli

2 Descrizione del modello di calcolo

2.1 Caratteristiche generali

Sono stati realizzati due modelli di calcolo di seguito descritti con lo scopo di cogliere differenti aspetti strutturali:

- Modello per il dimensionamento del telaio in acciaio in cui la parete di muratura di facciata è modellata come un'area di carico (modello "2025-02-12 Modello facciata");
- Modello per la verifica delle strutture della pensilina in cui la parete di muratura della facciata è modellata con la sua effettiva rigidezza in modo da rappresentare nel modo più realistico le sollecitazioni e spostamenti a cui sono soggetti gli elementi strutturali della pensilina (modello "2025-04-24 Modello facciata – Pensilina").

2.1.1 Geometria

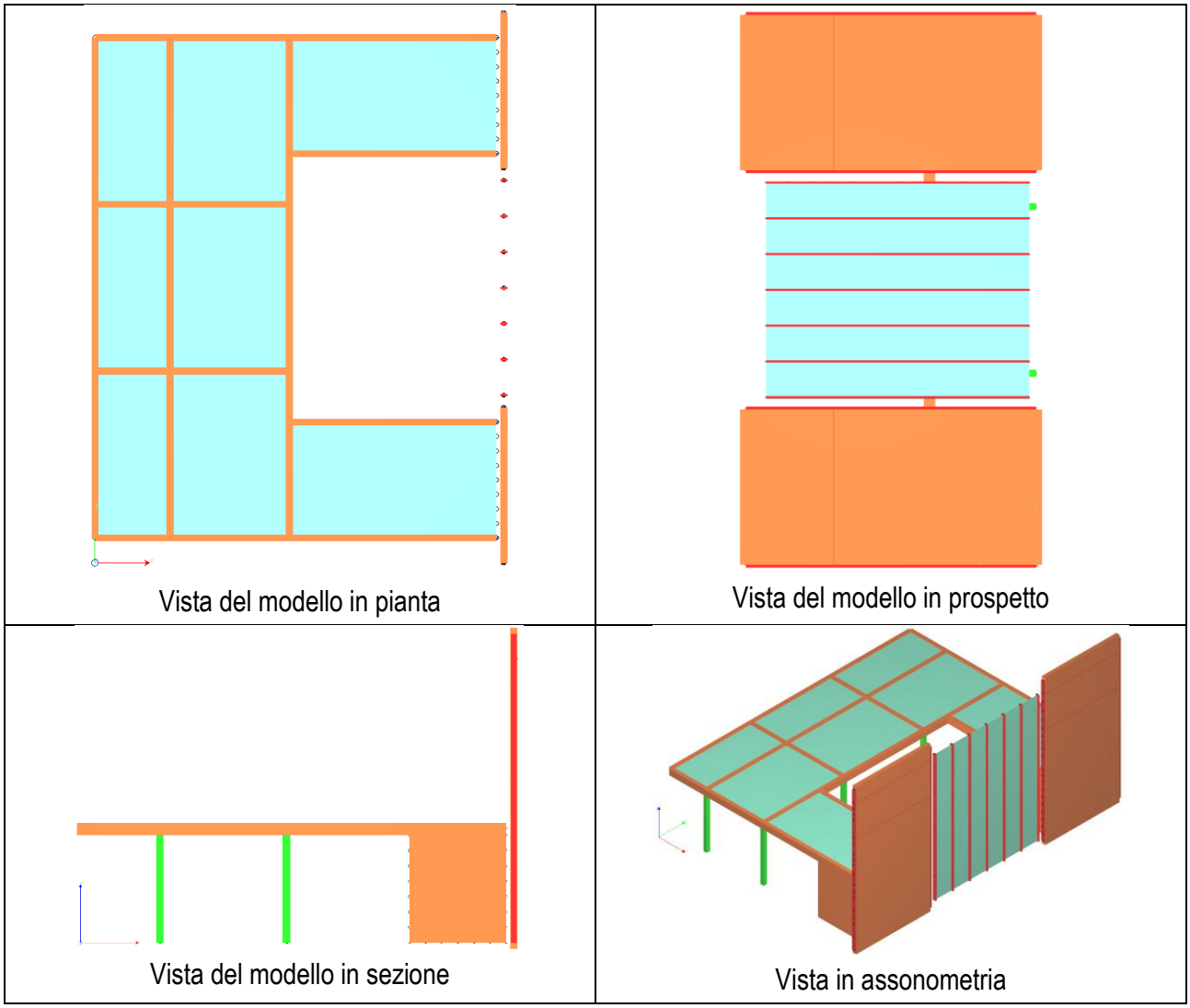


Figura 2-1: Viste significative del modello di calcolo strutturale

2.1.2 Proprietà delle sezioni

Pilastro Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]	
101	30	B= 30 H= 30	Rett. Pilastri

Sezione	Area [cm^2]	J3 [cm^4]	J2 [cm^4]	J23 [cm^4]	Jt [cm^4]	Xx	Xy
101	900.00	67500	67500	-0	113866	1.2	1.2

Trave Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]	
101	1	B= 30 H= 50	Rett. Trave 01
201	1	B= 30 H= 25	Rett. Trave 02
301	2		HEA 240 Telaio acciaio(D.B.)
311	2		Profili_a_T 230x240x12 Travetti in acciaio(D.B.)
401	2		RHS_EN10219_V 300.0X150.0X10.0 Profili vetro(D.B.)
1001	10	B= 30 H= 50	Rett. Trave AUX Dummy

Sezione	Area [cm^2]	J3 [cm^4]	J2 [cm^4]	J23 [cm^4]	Jt [cm^4]	Xx	Xy
101	1500.00	312500	112500	0	273656	1.2	1.2
201	750.00	39062	56250	0	74913	1.2	1.2
301	76.99	7778	2769	0	42	4.2	1.4
311	55.68	2871	1386	0	27	2.3	2.1
401	82.49	9193	3121	0	7833	1.5	2.7
1001	1500.00	312500	112500	0	273656	1.2	1.2

Setto Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	B suola [cm]	H suola [cm]	Spessore [cm]		
101	20			t_M=25 t_F=25	Muratura Setti verticali	

Triangolare Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	Spessore [cm]		
101	1	s= 5 [cm]	Mesh isotropa SolettaSigmaZ=0	
201	20	s= 45 [cm]	Mesh isotropa Muratura facciataSigmaZ=0	

Biella Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]	
101		Connessioni setti a N	KN 999999957.17 [kN/m]
201		Connessioni setti a Taglio	KVy 999999957.17 [kN/m]

2.2 Materiali strutturali

2.2.1 Acciaio da carpenteria

Classe di esecuzione

Con riferimento alle normative UNI EN 1990 e UNI EN1993-1-1 si determina la classe di esecuzione.

- Classe di conseguenza: CC3

Classe di conseguenze	Descrizione	Esempi di edifici e di opere di ingegneria civile
CC3	Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali	Gradinate in impianti sportivi, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono alte (per esempio, una sala concerti)
CC2	Conseguenze medie per perdita di vite umane, conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali	Edifici residenziali e per uffici, edifici pubblici nei quali le conseguenze del collasso sono medie (per esempio un edificio per uffici)
CC1	Conseguenze basse per perdita di vite umane, e conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali	Costruzioni agricole, nei quali generalmente nessuno entra (per esempio, i magazzini), serre

- Classe di esecuzione EXC3 in base alla tabella seguente, considerando il tipo di carico statico o quasi statico e per la sismica in bassa duttilità.

Reliability Class (RC) or Consequences Class (CC)	Type of loading	
	Static, quasi-static or seismic DCL[a]	Fatigue[b] or seismic DCM or DCH[a]
RC3 or CC3	EXC3[c]	EXC3[c]
RC2 or CC2	EXC2	EXC3
RC1 or CC1	EXC1	EXC2

Classe di esecuzione

Functional tolerance class = 2;
Altre tolleranze di fabbricazione secondo:

- EN ISO 13920 – “General tolerances for welded constructions dimensions for lengths, angles, shape and position” →classe AE;
- EN ISO 2768 – “General tolerances -Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications” →classe mk.

Temperatura minima di servizio

Con riferimento al p.to 3.5.2 delle NTC 2018, temperatura minima di servizio:

- Zona I
- $T_{min} = -15 – 4\ a_s / 1000$ con a_s = quota s.l.m. del sito $\cong$ 239m
- Si ottiene $T_{min} = -16°C$

Acciaio da carpenteria

Profili aperti laminati a caldo secondo UNI EN 10034 e UNI EN 10025
Acciaio da carpenteria per piatti e profili aperti laminati a caldo:
S355 secondo UNI EN 10025-2 con valore caratteristico minimo della tensione a snervamento $f_{yk} \geq 355$ N/mm²

Si faccia riferimento alla tabella 2.1 di EN1993-1-10 assumendo
$T_{Ed} = -16°$.
$\sigma_{Ed} = 0.25\ fy(t)$ per strutture compresse
$\sigma_{Ed} = 0.75\ fy(t)$ per le altre strutture

Massimi valori dello spessore in accordo con il prospetto 2.1 delle UNI EN 1993-1-10. In questo progetto il valore tipico è JR essendo i profili impiegati di spessore massimo inferiore ai 20[mm].

prospetto 2.1 **Massimi valori ammissibili dello spessore dell'elemento *t* in mil**

Classe di acciaio	Sotto-classe	Energia della prova di Charpy *KV* alla temperatura *T* [°C]	J_{min}	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
				$\sigma_{Ed} = 0{,}75\ f_y(t)$						
S355	JR	20	27	40	35	25	20	15	15	10
	J0	0	27	60	50	40	35	25	20	15
	J2	-20	27	90	75	60	50	40	35	25
	K2,M,N	-20	40	110	90	75	60	50	40	35
	ML,NL	-50	27	155	130	110	90	75	60	50

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Resilienza del materiale e proprietà attraverso lo spessore - Classe dell'acciaio da carpenteria (valore Z)

In accordo con EN1991-1-10 p. 3.1, tavola 3.1 si assume classe 1.

Nella selezione degli assemblaggi o connessioni di acciaio, per la protezione contro lo strappo lamellare si raccomanda di considerare i seguenti aspetti:

- l'importanza della posizione in termini di tensione di trazione applicata e il grado di ridondanza;
- la deformazione nella direzione che attraversa lo spessore nell'elemento in cui è fatta la connessione. Questa deformazione è dovuta al ritiro del metallo della saldatura prodotto dal raffreddamento. Essa si incrementa molto dove gli spostamenti sono impediti da altre porzioni della struttura;
- la natura del particolare costruttivo del collegamento, in particolare collegamenti saldati a croce, a T e collegamenti d'angolo.
- proprietà chimiche del materiale sollecitato trasversalmente. In particolare, elevati livelli di zolfo, anche se inferiori ai normali limiti forniti delle norme di prodotto per acciai, possono incrementare lo strappo lamellare.

Si raccomanda che la suscettibilità del materiale sia determinata misurando la qualità della "duttilità attraverso lo spessore" secondo la EN 10164, che è espressa in termini di classi di qualità identificate da valori Z.

Una linea guida per evitare lo strappo lamellare durante la saldatura è fornita nella EN 1011-2.

Per i dettagli suscettibili di produrre tensioni di trazione applicate e/o indotte nella direzione dello spessore del materiale, la qualità dell'acciaio (valore Z) deve essere definita in accordo con le reali ipotesi di fabbricazione definite nel progetto costruttivo e dei disegni d'officina elaborati dal Fornitore della carpenteria metallica.

Acciaio per perni

Acciaio 30 CrNiMo 8 secondo EN 10083:

valore caratteristico minimo della tensione a snervamento $f_{yk} \geq 700$ N/mm²

valore caratteristico minimo della tensione a rottura $f_{uk} \geq 900$ N/mm²

Bulloni

Bulloni "non a serraggio controllato":

In accordo con UNI EN 15048-1 e p.to 11.3.4.6.1 NTC 2018:

viti classe 8.8 e 10.9 (UNI EN ISO 898-1:2013)

dadi classe 8 e classe 10 (UNI EN 898-2:2012)

rondelle acciaio C50 temperato e rinvenuto HRC 32-40 (UNI EN 10083-2:2006)

Bulloni "a serraggio controllato":

In accordo con UNI EN 14399-1 e p.to 11.3.4.6.2 NTC 2018:

viti classe 8.8 e 10.9 (UNI EN 14399-1, 14399-3 e 14399-4)

dadi classe 8 e 10 (UNI EN 14399-3,14399-4)

rondelle durezza 300-370 HV (UNI EN 14399 parti 5 e 6)

Si assume che nelle giunzioni bullonate a taglio i piani di taglio NON interessano la porzione filettata del gambo.

Coppie di serraggio secondo NTC 2018.

I bulloni devono essere montati con una rondella sotto la testa della vite e una rondella sotto il dado.

I bulloni dovranno essere contrassegnati con le indicazioni del produttore e la classe di resistenza.
I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite rivolta verso l'alto e il dado verso il basso.

Saldature e processi di saldatura
Si veda p.to 11.3.4.5 NTC 2018.
Collegamenti saldati secondo NTC 2018.

Protezione dalla corrosione delle strutture in acciaio
I profili chiusi a cassone devono avere le saldature continue tali da impedire le infiltrazioni di acqua (*air and water tight*) e quindi la formazione di un ambiente umido favorevole allo sviluppo di fenomeni corrosivi non controllabili.
Si prescrive per l'acciaio un trattamento superficiale di verniciatura che garantisca le seguenti prestazioni:

- classe di corrosività C2 secondo prospetto 1 delle UNI EN ISO 12944-2, "Interno - Edifici non riscaldati dove può verificarsi condensa, per esempio depositi, locali sportivi";
- sistema di verniciatura in accordo le UNI EN ISO 12944-5 in modo da garantire una durabilità maggiore dei 25 anni in ambiente di corrosività C2.

2.2.2 Connettori alla muratura
Come da specifiche della relazione generale.

2.2.3 Barre inghisate nel calcestruzzo
Come da specifiche della relazione generale.

2.2.4 Materiali strutturali delle strutture esistenti

2.2.4.1 Strutture esistenti determinazione del fattore di confidenza

Determinazione del fattore di confidenza secondo il punto 4.2 D.P.C.M. 09/02/2011.

Rilievo geometrico	rilievo geometrico completo	$F_{C1} = 0.05$
	rilievo geometrico completo, con restituzione grafica dei quadri fessurativi e deformativi	$F_{C1} = 0$
Identificazione delle specificità storiche e costruttive della fabbrica	restituzione ipotetica delle fasi costruttive basata su un limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche)	$F_{C2} = 0.12$
	restituzione parziale delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su: a) limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione e alla verifica delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, verifica diagnostica delle ipotesi storiografiche); b) esteso rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche)	$F_{C2} = 0.06$
	restituzione completa delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su un esaustivo rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, eventuali indagini diagnostiche)	$F_{C2} = 0$
Proprietà meccaniche dei materiali	parametri meccanici desunti da dati già disponibili	$F_{C3} = 0.12$
	limitate indagini sui parametri meccanici dei materiali	$F_{C3} = 0.06$
	estese indagini sui parametri meccanici dei materiali	$F_{C3} = 0$
Terreno e fondazioni	limitate indagini sul terreno e le fondazioni, in assenza di dati geotecnici e disponibilità d'informazioni sulle fondazioni	$F_{C4} = 0.06$
	disponibilità di dati geotecnici e sulle strutture fondazionali; limitate indagini sul terreno e le fondazioni	$F_{C4} = 0.03$
	estese o esaustive indagini sul terreno e le fondazioni	$F_{C4} = 0$

- Per le verifiche di resistenza della muratura di facciata in base a quanto esposto dal documento "ST510 – Risultati delle indagini sui materiali strutturali" si assume FC = 1.35;
- Per le verifiche delle travi esistenti in acciaio si assume FC = 1.12 (parametri meccanici desunti da dati già disponibili). I fattori F_{C1} e F_{C2} sono assunti unitari in quanto si è stati cautelativi sulle dimensioni dei travetti esistenti e si conosce il carico agente su di essi venendo demolito il massetto esistente;
- Per le verifiche sui pilastri in travertino si assume FC = 1.35;
- Per le strutture in calcestruzzo armato esistente si assume FC = 1.

2.2.4.2 Muratura esistente

In base a quanto riportato nel documento ST510 (considerando un fattore di confidenza pari a 1.35) le proprietà meccaniche medie della muratura di facciata sono pari a:

- f_m = 1.82 / 1.35 = 1.348 [N/mm^2]
- $\tau_{0,m}$ = 0.04 / 1.35 = 0.030 [N/mm^2]
- $f_{v0,m}$ = 0.09 / 1.35 = 0.067 [N/mm^2]
- E = 1200 [N/mm^2]
- G = 400 [N/mm^2]
- w = 18 [kg/m^3] (assunto in base alle indicazioni della tabella C8.5.II della circolare esplicativa alle NTC 2018 per muratura in mattoni pieni e malta di calce)

Resistenze caratteristiche (punto 11.10.3.1.2 del DM 2018), $f_k = 0.8\ f_m$:

- f_k = 1.079 [N/mm^2]
- $\tau_{0,k}$ = 0.024 [N/mm^2]
- $f_{v0,k}$ = 0.053 [N/mm^2]

Resistenze di progetto nelle combinazioni sismiche (punto C8.7.1 della circolare esplicativa del DM 2018), $f_d = f_k / \gamma_M$, γ_M = 2:

- f_d = 0.539 [N/mm^2]
- $\tau_{0,d}$ = 0.012 [N/mm^2]
- $f_{v0,d}$ = 0.027 [N/mm^2]

Resistenze di progetto nelle combinazioni statiche (punto 4.5.6.1 del DM 2018), $f_d = f_k / \gamma_M$, γ_M = 3:

- f_d = 0.360 [N/mm^2]
- $\tau_{0,d}$ = 0.008 [N/mm^2]
- $f_{v0,d}$ = 0.018 [N/mm^2]

2.2.4.3 *Calcestruzzo armato esistente*

In accordo con il punto C8.5.4.2 della circolare esplicativa delle NTC 2018 e al punto 8.7.2 delle NTC 2018 si assume che per le strutture in acciaio e calcestruzzo armato il valore caratteristico della resistenza sia pari a:
$R_k = R_{media\ provini}$

Il valore della resistenza di progetto è pari a:
$R_d = R_k / (FC \times \gamma_M)$
Dove $\gamma_M = 1$ per meccanismi duttili e $\gamma_M = 1.5$ per meccanimi fragili.

In base a quanto esposto nel documento "22044D02_3_0_E_ST_00_CD__510_1 - RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEI RISULTATI DELLE INDAGINI STRUTTURALI E SINTESI RAGIONATA DELLE PROVE SUI MATERIALI" si assumono i seguenti valori di resistenza caratteristici dei materiali.

- Acciaio in barre per cemento armato: $f_{yk} = 362.8[N/mm^2]$, $f_{tk} = 512.4[N/mm^2]$.
- Calcestruzzo: $f_{ck} = 24.6[N/mm^2]$, $R_{ck} = 29.6[N/mm^2]$

2.2.4.4 *Calcestruzzo armato di nuova realizzazione*

I setti in calcestruzzo posti dietro la facciata sono realizzati con calcestruzzo di classe 30/37.

- Produzione calcestruzzo: Ordinaria
- Valore di f_{bd} riferito a barre $\Phi \leq 32mm$

Classe	f_{ck}	α_{cc}	γ_{cls}	E_{cm}	f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctk}	f_{ctd}	f_{cfm}	f_{bk}	f_{bd}	ε_{c2}	ε_{cu}	$\sigma_{c,Rara}$	$\sigma_{c,QP}$
	[MPa]			[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]			[MPa]	[MPa]
C30/37	30.00	0.85	1.50	32'837	17.00	2.90	2.03	1.35	3.48	4.57	3.04	0.00200	0.00350	18.00	13.50

2.2.4.5 *Blocchi di travertino*

I pilastri della pensilina sono realizzati con blocchi di travertino le cui proprietà meccaniche sono state assunte in base a quanto riportato in letteratura ed in particolare nell'articolo "Il travertino: la pietra di Roma" di Giampaolo e Aldega (Rendiconti online della Società Geologica Italiana Luglio 2013).

Resistenza a compressione semplice (Mpa)	104	±11,7
Resistenza a compressione semplice dopo cicli di gelività (Mpa)	101	±16,5
Coefficiente di imbibizione in peso (%)	0,81	±0,08
Resistenza a flessione (Mpa)	13,5	±0,98
Resistenza all'urto: altezza minima di caduta (cm)	32	±3,8
Coefficiente di dilatazione lineare termica (mm/m °C)	0,0052	±0,00074
Usura per attrito radente: coefficiente relativo di abrasione	0,45	±0,24
Massa volumica reale (kN/m^3)	26,36	± 0,39
Massa volumica apparente (kN/m^3)	24,18	± 0,87
Modulo elastico semplice (Gpa)	57,3	± 3,7

Nel presente progetto si assumono le seguenti proprietà:
$f_{ck} = 100[N/mm^2]$ (resistenza a compressione)

E = 57300[N/mm^2] (modulo elastico)

Determinazione della resistenza di progetto supponendo γ_M = 3 e FC = 1.35:
f_{cd} = 100 / (3 x 1.35) = 24.7[N/mm^2] (resistenza a compressione di progetto)

2.2.5 Materiali impiegati nel modello di calcolo

Mat Num	Info	Tipo	E [MPa]	v	α 1/[1/°C]	Peso Specifico [kN/m^3]
1	Calcestruzzo	Non specificato	28608.0	0.12	0.000012	25.00
2	Acciaio	Non specificato	210000.0	0.33	0.000012	78.50
10	Cls no peso	Non specificato	28608.0	0.12	0.000012	0.00
20	Muratura	Non specificato	1200.0	0.50	0.000012	18.00
30	Travertino	Non specificato	57000.0	0.12	0.005200	25.00

2.3 Analisi dei carichi

2.3.1 Peso proprio strutturale

In base alla tabella 3.1.I delle NTC 2018 si assumono i seguenti valori di peso specifico dei materiali strutturali:

- Acciaio: 78.5[kN/m^3] (valutato un aumento del 15% per tenere conto del peso delle unioni);
- Calcestruzzo armato: 25.0[kN/m^3];
- Malta di cemento: 21.0[kN/m^3];
- Muratura: 18.0[kN/m3] (Tabella C8.5.I delle istruzioni per l'applicazione delle NTC 2018);
- Travertino: 25.00[kN/m^3].

2.3.2 Permanenti strutturali

Pensilina:

- Soletta in calcestruzzo s = 5[cm] $\Rightarrow$ p = 25 x 0.05 = 1.25 [kN/m^2];

2.3.3 Permanenti portati

Pensilina:

- Massetto per le pendenze spessore medio s = 7[cm] $\Rightarrow$ p = 10 x 0.07 = 0.70[kN/m^2];
- Blocchi in laterizio s = 16[cm] $\Rightarrow$ p = 8 x 0.16 = 1.28[kN/m^2];
- IPE 160 passo 0.28[m] $\Rightarrow$ p = 0.158 / 0.28 = 0.564[kN/m^2];
- Intonaco per sistema antisfondellamento e rivestimento superiore: s = 4[cm] $\Rightarrow$ p =21 x 0.04 = 0.84[kN/m^2]

Facciata:

- Intonaco armato interno s = 3[cm] $\Rightarrow$ p = 21 x 0.03 = 0.63[kN/m^2];
- Muratura s = 45[cm] $\Rightarrow$ p =18 x 0.45 = 8.1[kN/m^2];
- Travertino esterno s=3[cm] $\Rightarrow$ p = 25 x 0.03 = 0.75[kN/m^2];
- Vetrata di facciata (vetro e infissi): p = 1[kN/m^2].

2.3.4 Azione del vento

Calcolo del coefficiente di esposizione considerando una altezza totale della parete pari a 12.6[m]

v_r =	25	[m/s]
q_r =	0.391	[kN/m^2]
Classe terreno =	C	
Cat esposizione =	III	
k_r =	0.2	
z_0 =	0.1	[m]
z =	12.6	[m]
c_e =	2.29	

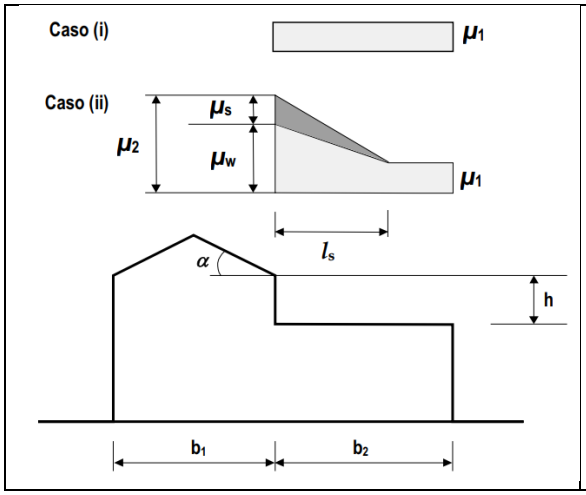
c_{pe} =	0.8	Coefficiente di pressione esterna, punto C3.3.8.1.1 circolare delle NTC 2018
c_{pi} =	0.72	Coefficiente di pressione interna, punto C3.3.8.5 circolare delle NTC 2018
c_f =	1.52	Coefficiente di forza totale
p =	1.36	[kN/m^2]

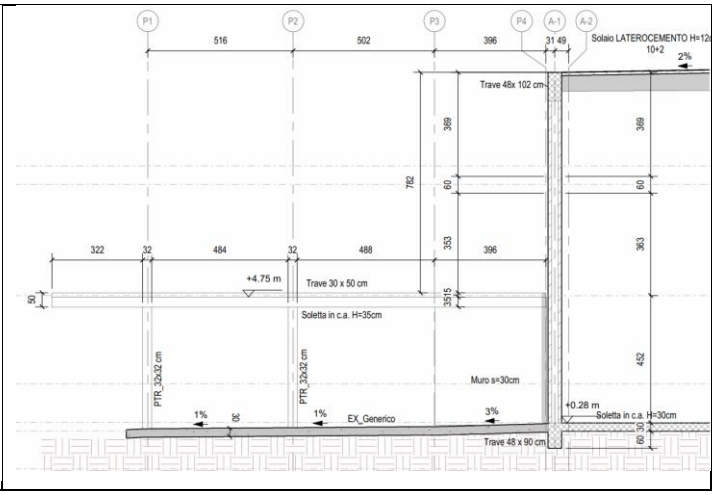
2.3.5 Azione della neve

Valore caratteristico della neve al suolo: q_{sk} = 1.54[kN/m^2]

Coefficiente di forma per coperture piane: μ_1 = 0.8

Calcolo del valore di carico della neve tenendo conto dell'accumulo dovuto alla prossimità della pensilina con la parete di facciata del corpo basso:





b_1 = 60.34[m]

b_2 = 17.54[m]

h = 7.82[m]

α = 1.14[°]

μ_s = 0

$\mu_{w,lim}$ = 2 x 7.82 / 1.5 = 10.43

μ_w = 4.98 ma si assume μ_w = 4 data la limitazione riportata nel punto C3.4.3.3.2 della circolare esplicativa del DM 2018.

μ_2 = 4

l_s = 2 x 7.82 = 15.64[m] $\Rightarrow$ l_s = 15[m] (in base a limitazione data dal punto C3.4.3.3.2 della circolare esplicativa del DM 2018)

$C_E = C_t$ = 1

Carico della neve tenendo conto dell'accumulo: p_n = 1.54 x 4 = 6.16[kN/m^2]

2.3.6 Azione sismica

Spettro in accordo con TU 2018, nella verifica degli elementi strutturali si considera il 30% dell'azione sismica in accordo con quanto assunto nella relazione generale.

- Torino TO Longitudine 7.6814 Latitudine 45.0482
- Tipo di Terreno B
- Coefficiente di amplificazione topografica (ST) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (VN) 50.0 anni
- Classe d'uso III coefficiente CU 1.5
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di duttilità αu/α1 per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza K_R 1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti K_W 1.00
- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

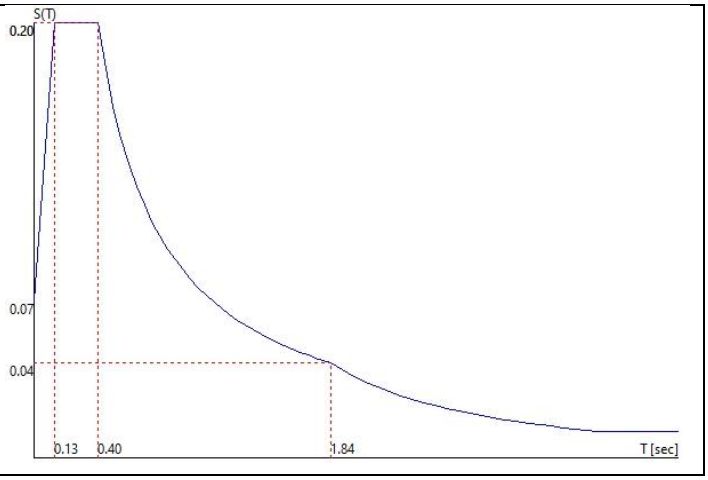
Stato Limite	C $q_o = C\ \alpha_u/\alpha_1$	q_H	q_V
SLV	1.00	1.00	1.50

Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	Peso proprio	1.000000
2	Permanenti	1.000000
3	Facciata	1.000000

TU 2018 SLV H

- Probabilità di superamento (PVR) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 712 (anni)
- S_s 1.200
- T_B 0.13 [sec]
- T_C 0.40 [sec]
- T_D 1.84 [sec]
- a_g/g 0.0610
- F_o 2.7896
- T_C^* 0.2811



2.4 Combinazioni di carico

2.4.1 Condizioni di carico

Condizione	
1	Peso proprio x 1.15 unioni
2	Permanenti
3	Folla su parapetto
4	Vento in facciata
5	Neve su pensilina
6	Sisma 0
7	Sisma 90
8	Sisma -1

2.4.2 Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Comb.\Cond		1	2	3	4	5
1	SLU Permanenti	1.3	1.5			
2	SLU Vento	1.3	1.5		1.5	0.75
3	SLU Vento 2	1	0.8		1.5	
4	SLU Vento/Folla parapetto	1.3	1.5	1.05	1.5	0.75
5	SLU Vento 2/Folla parapetto	1	0.8	1.05	1.5	
6	SLU Folla parapetto/Vento	1.3	1.5	1.5	0.9	0.75
7	SLU Folla parapetto/Vento 2	1	0.8	1.5	0.9	
8	SLU Neve	1.3	1.5	1.05	0.9	1.5

2.4.3 Combinazioni agli Stati Limite Salvaguardia della Vita

Comb.\Cond		1	2	3	6	7	8
9	SLV X+	1	1	0.6	0.3		
10	SLV X-	1	1	0.6	-0.3		
11	SLV Y+	1	1	0.6		0.3	
12	SLV Y-	1	1	0.6		-0.3	
13	SLV Z+	1	1	0.6			0.3
14	SLV Z-	1	1	0.6			-0.3
15	SLV X+ y+ z+	1	1	0.6	0.3	0.099	0.099
16	SLV X+ y+ z-	1	1	0.6	0.3	0.099	-0.099
17	SLV X+ y- z+	1	1	0.6	0.3	-0.099	0.099
18	SLV X+ y- z-	1	1	0.6	0.3	-0.099	-0.099
19	SLV X- y+ z+	1	1	0.6	-0.3	0.099	0.099
20	SLV X- y+ z-	1	1	0.6	-0.3	0.099	-0.099
21	SLV X- y- z+	1	1	0.6	-0.3	-0.099	0.099
22	SLV X- y- z-	1	1	0.6	-0.3	-0.099	-0.099
23	SLV Y+ x+ z+	1	1	0.6	0.099	0.3	0.099
24	SLV Y+ x+ z-	1	1	0.6	0.099	0.3	-0.099
25	SLV Y+ x- z+	1	1	0.6	-0.099	0.3	0.099
26	SLV Y+ x- z-	1	1	0.6	-0.099	0.3	-0.099
27	SLV Y- x+ z+	1	1	0.6	0.099	-0.3	0.099
28	SLV Y- x+ z-	1	1	0.6	0.099	-0.3	-0.099
29	SLV Y- x- z+	1	1	0.6	-0.099	-0.3	0.099
30	SLV Y- x- z-	1	1	0.6	-0.099	-0.3	-0.099
31	SLV Z+ x+ y+	1	1	0.6	0.099	0.099	0.3
32	SLV Z+ x+ y-	1	1	0.6	0.099	-0.099	0.3
33	SLV Z+ x- y+	1	1	0.6	-0.099	0.099	0.3

34	SLV Z+ x- y-	1	1	0.6	-0.099	-0.099	0.3
35	SLV Z- x+ y+	1	1	0.6	0.099	0.099	-0.3
36	SLV Z- x+ y-	1	1	0.6	0.099	-0.099	-0.3
37	SLV Z- x- y+	1	1	0.6	-0.099	0.099	-0.3
38	SLV Z- x- y	1	1	0.6	-0.099	-0.099	-0.3

2.4.4 Combinazioni agli Stati Limite di Esercizio

Comb.\Cond		1	2	3	4	5
39	SLE Permanenti	1	1			
40	SLE Vento	1	1		1	0.5
41	SLE Vento 2	1	0.8		1	
42	SLE Vento/Folla parapetto	1	1	0.7	1	0.5
43	SLE Vento 2/Folla parapetto	1	0.8	0.7	1	
44	SLE Folla parapetto/Vento	1	1	1	0.6	0.5
45	SLE Folla parapetto/Vento 2	1	0.8	1	0.6	
46	SLE Neve	1	1	0.7	0.6	1

3 Risultati delle analisi

3.1 Telai a supporto della facciata

3.1.1 Azioni nei profili

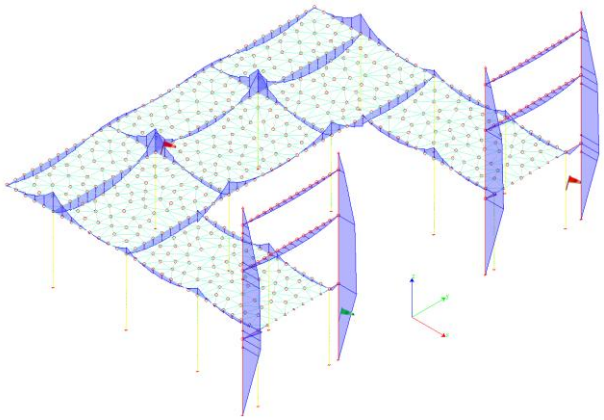


Diagramma dei momenti flettenti sotto l'azione del vento in pressione

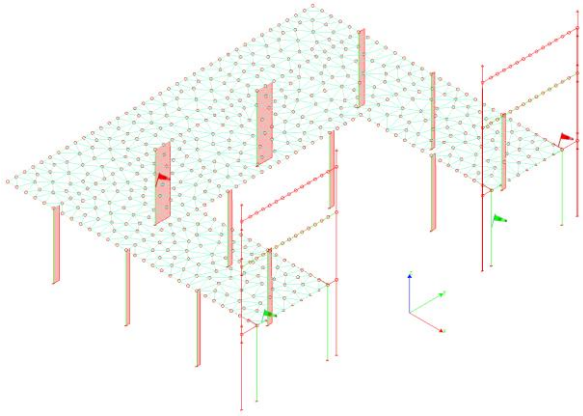


Diagramma degli sforzi normali sotto l'azione dei carichi gravitazionali

Trave Sezione numero 301 HEA 240 Telaio acciaio

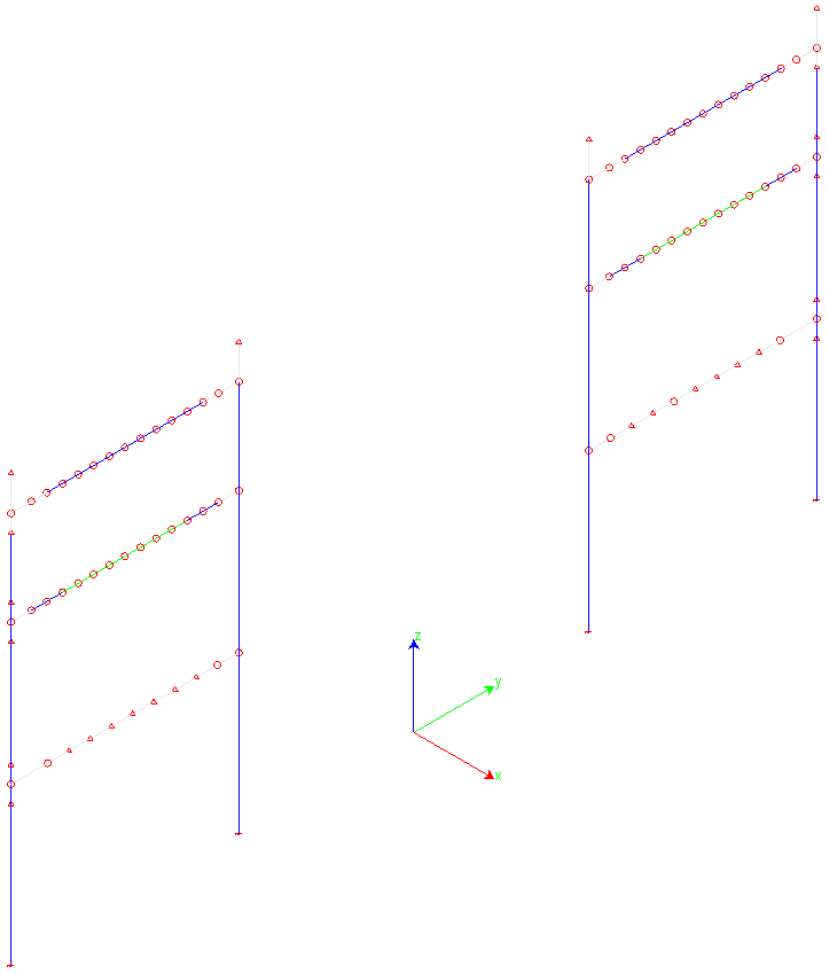
Sforzo normale	Min asta 564 542	-20.95 [kN]	Comb. 28	Max asta 564 542	20.95 [kN]	Comb. 23
Taglio piano 1-2	Min asta 744 768	-40.12 [kN]	Comb. 2	Max asta 260 272	31.07 [kN]	Comb. 2
Taglio piano 1-3	Min asta 642 651	-10.92 [kN]	Comb. 23	Max asta 642 651	10.92 [kN]	Comb. 28
Momento torcente	Min asta 641 607	-0.00 [kNm]	Comb. 23	Max asta 641 607	0.00 [kNm]	Comb. 28
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 444 690	-129.41 [kNm]	Comb. 2	Max asta 151 169	50.65 [kNm]	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 642 651	-4.46 [kNm]	Comb. 23	Max asta 642 651	4.46 [kNm]	Comb. 28

Trave Sezione numero 311 Profili_a_T 230x240x12 Travetti in acciaio

Sforzo normale	Min asta 675 676	-9.58 [kN]	Comb. 24	Max asta 675 676	9.58 [kN]	Comb. 26
Taglio piano 1-2	Min asta 675 676	-23.87 [kN]	Comb. 2	Max asta 688 689	23.87 [kN]	Comb. 2
Taglio piano 1-3	Min asta 675 676	-2.18 [kN]	Comb. 1	Max asta 688 689	2.18 [kN]	Comb. 1
Momento torcente	Min asta 747 746	-0.00 [kNm]	Comb. 23	Max asta 747 746	0.00 [kNm]	Comb. 28
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 736 737	-3.83 [kNm]	Comb. 20	Max asta 697 696	40.23 [kNm]	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 697 696	-3.71 [kNm]	Comb. 1	Max asta 681 682	3.71 [kNm]	Comb. 1

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

3.1.2 Percentuale di sfruttamento dei profili



Distribuzione degli elementi Trave (n. di elementi in ogni campo)

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 99%	Sd/Sr ≤ 1000%
301	HEA 240/Telaio acciaio	56.52 (26)	43.48 (20)	0.00 (0)	0.00 (0)
311	Profili_a_T 230x240x12/Travetti in acciaio	21.43 (12)	50.00 (28)	28.57 (16)	0.00 (0)

Elementi maggiormente sollecitati

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
301 HEA 240/Telaio acciaio	260 272	0.07	444 690	0.63
311 Profili_a_T 230x240x12/Travetti in acciaio	746 745	0.16	697 696	0.80

3.1.3 Verifica estesa di un profilo

VERIFICHE TRAVE DAL NODO 682 AL NODO 683 / Sez. 311 Profili_a_T 230x240x12 (Travetti in acciaio)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	0.462	[m]
Sezione numero	311	Profili_a_T 230x240x12 (Travetti in acciaio)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00	
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00	

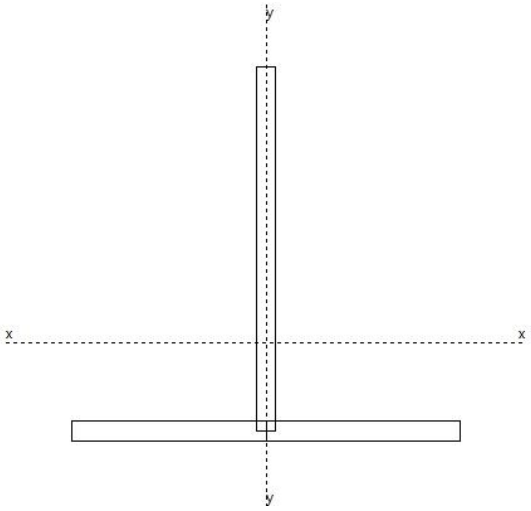
Materiale Acciaio S 355 (FE 510)

f_y	355.0	[MPa]
f_u	510.0	[MPa]
ε	0.81	

Coefficienti di sicurezza:

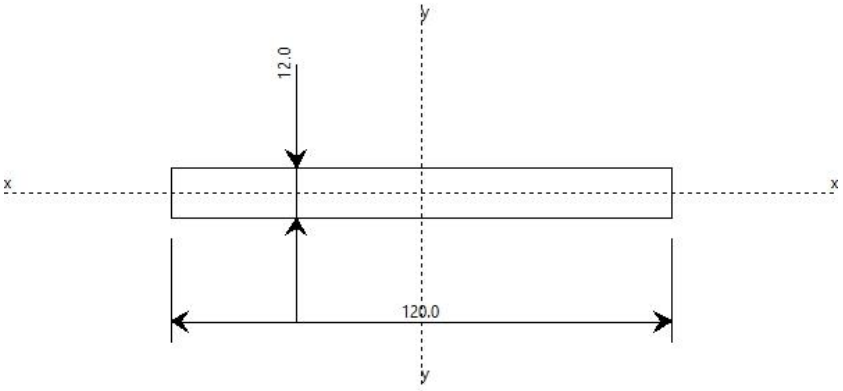
γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : Profili_a_T 230x240x12



Area	55.68 [cm^2]	A.Traz	55.68 [cm^2] (L collegamento 0 [mm])
Jx	2871 [cm^4]	ix	71.8 [mm]
Wx	169 [cm^3]	Zx	303 [cm^3]
Jy	1386 [cm^4]	iy	49.9 [mm]
Wy	115 [cm^3]	Zy	181 [cm^3]
Jt	27 [cm^4]		
Cw	0 [cm^6]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	**c**		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	**c**		

DATI INERZIALI PROFILO : Piatto 120.0x12

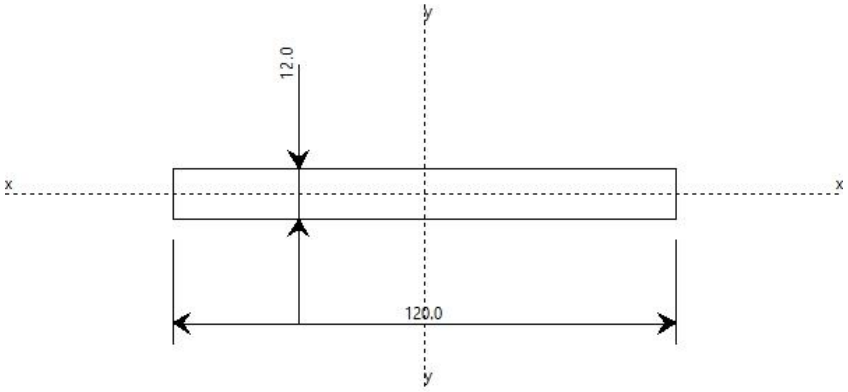


Area	14.40 [cm^2]	A.Traz	14.40 [cm^2] (L collegamento 0 [mm])
Jx	2 [cm^4]	ix	3.5 [mm]
Wx	3 [cm^3]	Zx	4 [cm^3]
Jy	173 [cm^4]	iy	34.6 [mm]
Wy	29 [cm^3]	Zy	43 [cm^3]
Jt	7 [cm^4]		
Cw	0 [cm^6]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	**c**		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	**c**		

Piatto

L	120	[mm]
t	12	[mm]

DATI INERZIALI PROFILO : Piatto 120.0x12



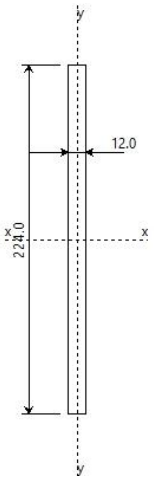
Area	14.40 [cm^2]	A.Traz	14.40 [cm^2] (L collegamento 0 [mm])
Jx	2 [cm^4]	ix	3.5 [mm]
Wx	3 [cm^3]	Zx	4 [cm^3]
Jy	173 [cm^4]	iy	34.6 [mm]
Wy	29 [cm^3]	Zy	43 [cm^3]

Jt	7 [cm^4]		
Cw	0 [cm^6]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	**c**		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	**c**		

Piatto

L	120	[mm]
t	12	[mm]

DATI INERZIALI PROFILO : Piatto 224.0x12



Area	26.88 [cm^2]	A.Traz	26.88 [cm^2] (L collegamento 0 [mm])
Jx	3 [cm^4]	ix	3.5 [mm]
Wx	5 [cm^3]	Zx	8 [cm^3]
Jy	1124 [cm^4]	iy	64.7 [mm]
Wy	100 [cm^3]	Zy	151 [cm^3]
Jt	13 [cm^4]		
Cw	0 [cm^6]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	**c**		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	**c**		

Piatto

L	224	[mm]
t	12	[mm]

Classificazione generale della sezione:

Compressione : 4

Flessione Mx : 4

Flessione My : 3

Nelle verifiche a trazione Nu,Rd=βAnetft,k/γ2 β=0.90

Compressione classe 4

	Iniziale	Classe 4	
Area	55.68	47.29	[cm^2]
Jx	2871	1038	[cm^4]
Wx^{y+}	169	84	[cm^3]
Wx^{y-}	478	287	[cm^3]
ix	71.8	46.8	[mm]
Jy	1386	1385	[cm^4]
Wy^{x-}	115	115	[cm^3]
Wy^{x+}	115	115	[cm^3]
iy	49.9	54.1	[mm]
fxG	0.0	0.0	[mm]
fyG	-0.0	-23.9	[mm]

Classificazione dei pannelli componenti la sezione:

Tipo	xi [mm]	yi [mm]	xj [mm]	yj [mm]	L [mm]	t [mm]	L/t	Classe	Ψ	k_σ	λ	ρ	L_{inv}
Flange	0	-54	-120	-54	120	12	10.00	3					
Flange	0	-54	120	-54	120	12	10.00	3					
Flange	0	-54	0	170	224	12	18.67	4	1.00	0.43	1.232	0.688	70

Sezione in Classe 4. Caratteristiche inerziali EFFICACI a Flessione Mx:

Flessione Mx+ classe 3

Flessione Mx- classe 4

	Iniziale	Classe 4	
Area	55.68	51.76	[cm^2]
Jx	2871	1873	[cm^4]
Wx^{y+}	169	126	[cm^3]
Wx^{y-}	478	387	[cm^3]
ix	71.8	60.2	[mm]
Jy	1386	1385	[cm^4]
Wy^{x-}	115	115	[cm^3]
Wy^{x+}	115	115	[cm^3]
iy	49.9	51.7	[mm]
fxG	0.0	0.0	[mm]
fyG	-0.0	-11.6	[mm]

Classificazione dei pannelli componenti la sezione:

Tipo	xi [mm]	yi [mm]	xj [mm]	yj [mm]	L [mm]	t [mm]	L/t	Classe	Ψ	k_σ	λ	ρ	L_{inv}
Flange	0	-54	-120	-54	120	12	10.00	1					
Flange	0	-54	120	-54	120	12	10.00	1					
Flange	0	-54	0	170	224	12	18.67	4	-0.32	0.64	1.007	0.808	33

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	3	
$Area_{Eff}$	55.68	[cm^2]
Wx_{Eff}	169	[cm^3]
Wy_{Eff}	115	[cm^3]
$A_{w,y}$	26.88	[cm^2]
Combinazione critica	2	
Ascissa	0.000	[m]

N_D	-0.00 [kN]	N_D/N_R=0.00
$M_{x,D}$	40.23 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.70
$M_{y,D}$	3.71 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.10
$V_{y,D}$	0.00 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.80	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	0.462	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	0.85	
Raggio d'inerzia i	71.8	[mm]
Snellezza	6.43	
Snellezza ridotta λ	0.08	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	1.00	
Azione assiale	5.39 [kN]	Combinazione 26
N_{SD}/N_{SR}	0.00	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	0.462	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	0.85	
Raggio d'inerzia i	49.9	[mm]
Snellezza	9.25	
Snellezza ridotta λ	0.11	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	1.00	
Azione assiale	5.39 [kN]	Combinazione 26
N_{SD}/N_{SR}	0.00	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	4	
$Area_{Eff}$	47.29	[cm^2]
Wx_{Eff}	126	[cm^3]
e_x	0.0	[mm]
Wy_{Eff}	115	[cm^3]
e_y	-23.9	[mm]
Combinazione critica	28	
N_D	5.39 [kN]	N_D/N_R=0.16
$M_{x,D}$	3.20 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.00
$M_{y,D}$	3.10 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.16	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	0.462	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	0.85	
Raggio d'inerzia i	71.8	[mm]

Snellezza	6.43	
Snellezza ridotta λ	0.08	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	1.00	
Azione assiale	5.39 [kN]	Combinazione 28

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	0.462	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	0.85	
Raggio d'inerzia i	49.9	[mm]
Snellezza	9.25	
Snellezza ridotta λ	0.11	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	1.00	
Azione assiale	5.39 [kN]	Combinazione 28

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	**λ**	**X**	**μ**	**C_m**
1-2	0.08	1.00	1.00	0.994 Lineare
1-3	0.11	1.00	1.00	1.000 NON Lineare

Fattori di Interazione

a_{LT}	0.99	b_{LT}	0.00
c_{LT}	0.00	d_{LT}	0.00
e_{LT}	0.00		
$C_{22\ (yy)}$	1.00	$C_{23\ (yz)}$	1.00
$C_{32\ (zy)}$	1.00	$C_{33\ (zz)}$	1.00
$k_{22\ (yy)}$	0.99	$k_{23\ (yz)}$	1.00
$k_{32\ (zy)}$	0.99	$k_{33\ (zz)}$	1.00

VERIFICHE TRAVE DAL NODO 272 AL NODO 689 / Sez. 301 HEA 240 (Telaio acciaio)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	4.155	[m]
Sezione numero	301	HEA 240 (Telaio acciaio)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	3.03	
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00	

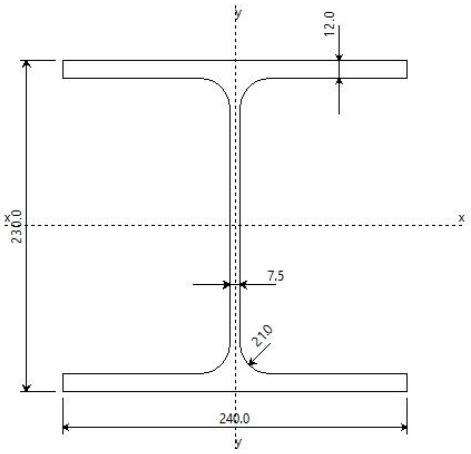
Materiale Acciaio S 355 (FE 510)

f_y	355.0	[MPa]
f_u	510.0	[MPa]
ε	0.81	

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : HEA 240



Area	76.99 [cm^2]	A.Traz	106.14 [cm^2] (L collegamento 0 [mm])
Jx	7778 [cm^4]	ix	100.5 [mm]
Wx	676 [cm^3]	Zx	746 [cm^3]
Jy	2769 [cm^4]	iy	60.0 [mm]
Wy	231 [cm^3]	Zy	352 [cm^3]
Jt	42 [cm^4]		
Cw	328486 [cm^6]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	**b**		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	**c**		

Doppio T

B	240	[mm]
H	230	[mm]
tf	12	[mm]
tw	8	[mm]
r	21	[mm]

Classificazione generale della sezione:

Compressione : 2

Flessione Mx : 2

Flessione My : 2

Nelle verifiche a trazione Nu,Rd=βAnetft,k/γ2 β=0.90

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	2	
$Area_{Eff}$	76.99	[cm^2]
Wx_{Eff}	746	[cm^3]
Wy_{Eff}	352	[cm^3]
$A_{w,y}$	25.33	[cm^2]
Combinazione critica	2	
Ascissa	0.000	[m]
N_D	11.36 [kN]	N_D/N_R=0.00
$M_{x,D}$	-129.41 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.51
$M_{y,D}$	-0.00 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
$V_{y,D}$	-3.15 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}$=0.01
S_D/S_R	0.51	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	4.155	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	3.03	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	100.5	[mm]
Snellezza	125.34	
Snellezza ridotta λ	1.64	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.30	
L_{LT}	4.155	[m]
$N_{cr,T}$	5426.98	[kN]
$N_{cr,TF}$	5426.98	[kN]
λ_{LT}	0.71	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.84	
Azione assiale	11.36 [kN]	Combinazione 1
N_{SD}/N_{SR}	0.01	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	4.155	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	60.0	[mm]
Snellezza	69.28	
Snellezza ridotta λ	0.91	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.60	

Azione assiale	11.36 [kN]	Combinazione 1
N_{SD}/N_{SR}	0.01	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITÀ FLESSOTORSIONALE (SVERGOLAMENTO)

Luce dell'asta libera di svergolare	4.155	[m]
Fattore di lunghezza effettiva **k**	1.00	
Fattore di ritegno torsionale d'estremità $\mathbf{k_w}$	1.00	
Verifica condotta con il metodo **generale**		
Eccentricità fra il centro di taglio ed il punto di applicazione dei carichi esterni $\mathbf{z_g}$	115.0	[mm]
Fattore $\mathbf{z_j}$	0.0	[mm]
Andamento del diagramma del momento	Lineare	
Coefficienti d'interazione carico vincoli		
C_1	1.05	
C_2	0.00	
C_3	1.00	
Momento critico d'instabilità M_{Cr}	522.76	[kNm]
Snellezza adimensionale λ_{LT}	0.71	
Curve d'instabilità	a	
Coefficiente di riduzione per instabilità χ_{LT}	0.84	
Sezione in classe	2	
Momento massimo M_D	-129.41 [kNm]	Combinazione 2
M_{SD}/M_{SR}	0.61	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	2	
$Area_{Eff}$	76.99	[cm^2]
Wx_{Eff}	746	[cm^3]
Wy_{Eff}	352	[cm^3]
Combinazione critica	2	
N_D	11.36 [kN]	N_D/N_R=0.01
$M_{x,D}$	129.41 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.61
$M_{y,D}$	0.00 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.63	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	4.155	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	3.03	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	100.5	[mm]
Snellezza	125.34	
Snellezza ridotta λ	1.64	
Curva d'instabilità	b	
Coeff. di riduzione χ	0.30	
L_{LT}	4.155	[m]
$N_{cr,T}$	5426.98	[kN]
$N_{cr,TF}$	5426.98	[kN]
λ_{LT}	0.71	
$Curva_{LT}$	a	
χ_{LT}	0.84	
Azione assiale	11.36 [kN]	Combinazione 2

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	4.155	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	60.0	[mm]
Snellezza	69.28	
Snellezza ridotta λ	0.91	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.60	
Azione assiale	11.36 [kN]	Combinazione 2

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	**λ**	**X**	**μ**	**C_m**
1-2	1.64	0.30	0.99	0.998 Lineare
1-3	0.91	0.60	1.00	0.614 Lineare
LT_o	0.73	0.83		
LT	0.71	0.84		1.000

Fattori di Interazione

a_{LT}	0.99	b_{LT}	0.00
c_{LT}	0.57	d_{LT}	0.00
e_{LT}	0.97		
$C_{22\ (yy)}$	1.00	$C_{23\ (yz)}$	0.72
$C_{32\ (zy)}$	0.99	$C_{33\ (zz)}$	1.00
$k_{22\ (yy)}$	1.00	$k_{23\ (yz)}$	0.44
$k_{32\ (zy)}$	0.52	$k_{33\ (zz)}$	0.62

3.2 Verifica travetti di copertura con sezione mista

Si ipotizza per i travetti di copertura una sezione IPE 160 in acciaio S235 (ipotesi da confermare da rilievi più approfonditi).
Si realizza una nuova soletta superiore spessa 5[cm] in calcestruzzo classe 30/37.

Analisi dei carichi

			SLE RARA			
Cond.	**Commento**	**Carico**	**γ**	**q**	**M**	**T**
		[KN/m^2]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.56	1.0	0.16	1.0	0.6
2	Soletta	1.25	1.0	0.35	2.3	1.3
3	Perm Port	2.82	1.0	0.79	5.2	2.9
4	Accidentali	6.16	1.0	1.72	11.3	6.2
	TOTALE	10.79		3.02	19.8	10.9

			SLU			
Cond.	**Commento**	**Carico**	**γ**	**q**	**M**	**T**
		[KN/m^2]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.56	1.3	0.21	1.3	0.7
2	Soletta	1.25	1.3	0.46	3.0	1.6
3	Perm Port	2.82	1.5	1.18	7.8	4.3
4	Accidentali	6.16	1.5	2.59	17.0	9.4
	TOTALE	10.79	1.466	4.43	29.0	16.0

			SLE QUASI PERM			
Cond.	**Commento**	**Carico**	**γ**	**q**	**M**	**T**
		[KN/m^2]		[KN/m]	[KNm]	[KN]
1	Peso proprio	0.56	1.00	0.16	1.0	0.6
2	Soletta	1.25	1.00	0.35	2.3	1.3
3	Perm Port	2.82	1.00	0.79	5.2	2.9
4	Accidentali	6.16	0.60	1.03	6.8	3.7
	TOTALE	10.79		2.33	15.3	8.4

Caratteristiche geometriche

i_{max} =	0.28	[m]	Distanza DX tra le travi
i_{min} =	0.28	[m]	Distanza SX tra le travi
i =	0.28	[m]	Interasse
L =	7.24	[m]	Luce della trave
L_e =	7.24	[m]	Luce effettiva
b_0 =	0.00	[mm]	Distanza trasversale connettori
b_e =	140	[mm]	
b_{eff} (assegnata) =	0		Larghezza efficace (se assegnata)
b_{eff} =	280	[mm]	Larghezza efficace (punto 4.3.2.3 DM 2008)
h_c =	50	[mm]	Altezza soletta in calcestruzzo
h_t =	50	[mm]	Altezza solaio
A_c =	14000	[mm^2]	Area della sezione in calcestruzzo
u =	478	[mm]	Perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria
h_0 =	58.58	[mm]	$2A_c/u$

Caratteristiche acciaio (considerando fattore di confidenza pari a 1.12)

CARATTERISTICHE ACCIAIO			
$\gamma_{acciaio}$ =	78.5	[KN/m^3]	Peso specifico acciaio
E_s =	210’000	[N/mm^2]	Modulo elastico acciaio
f_{yk} =	210	[N/mm^2]	Carico caratteristico di snervamento dell'acciaio
γ_a =	1.05		
ε =	1.06		
f_{yd} =	200	[N/mm^2]	

Caratteristiche calcestruzzo

CARATTERISTICHE CALCESTRUZZO			
Calcestruzzo:	C30/37		Classe del calcestruzzo
Classe di massa:	D1.9	[D1.9/D2.0]	Non usato (per cls alleggerito)
Lim sup. massa	1900	[kg/m3]	Non usato (per cls alleggerito)
η_1 =	0.918		Non usato (per cls alleggerito)
η_E =	0.746		Non usato (per cls alleggerito)
γ_{cls} =	25.00	[KN/m^3]	Peso specifico calcestruzzo

f_{ck} =	30	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica caratteristica
f_{cm} =	38.00	[N/mm^2]	Resistenza cilindrica media
$f_{cm}o$ =	10	[N/mm^2]	Appendice B - UNI EN 1992-1-1
f_{ctm} =	2.90	[N/mm^2]	Resistenza media a trazione semplice
f_{cfm} =	3.48	[N/mm^2]	Resistenza a trazione per flessione
E_{cm} =	32837	[N/mm^2]	Modulo elastico istantaneo
γ_c =	1.50		Coeff parziale di sicurezza del calcestruzzo (punto 4.3.3 DM 2008)
α_{cc} =	0.85		Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata (punto 4.1.2.1.1.1 DM 2008)
0.85 f_{cd} =	17.00	[N/mm^2]	Resistenza di calcolo a compressione
α_c =	1.20E-05	[1/°C]	Coefficiente di dilatazione termica

Viscosità			
η_2 =	1.0		EN1992-1-1 p. 11.3.3 per LC ≥ 20/22
$\phi(\infty,t_0)$=	2.3000		Coefficiente finale di viscosità
ψ_L =	1.1		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti dei carichi di lunga durata
$E_{c,\infty}$ =	9302	[N/mm^2]	
ψ_{sh} =	0.55		Fattore correttivo del coefficiente di viscosità per gli effetti del ritiro
$E_{c,sh}$ =	14497	[N/mm^2]	

Coefficienti di omogenizzazione		
n_0 =	6.40	Coefficiente di omogenizzazione istantaneo
n_∞ =	22.58	Coefficiente di omogenizzazione tempo infinito
n_{sh} =	14.49	Coefficiente di omogenizzazione del ritiro

Caratteristiche profilo

CARATTERISTICHE PROFILO			
Profilo:	IPE 160 10	IPE 160	
A_a =	2009	[mm^2]	Area sezione
J_a =	8692922	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione
h_a =	160	[mm]	Altezza sezione
b_f =	82	[mm]	Larghezza ala superiore sezione
t_f =	7.4	[mm]	Spessore ala superiore sezione
t_w =	5.0	[mm]	Spessore anima sezione

y_s =	80	[mm]	Distanza del baricentro dall'ala superiore
n_{anime} =	1		Numero di anime della sezione
$b_{f,inf}$ =	82	[mm]	Larghezza ala inferiore sezione
$t_{f,inf}$ =	7.4	[mm]	Spessore ala inferiore sezione
r =	9	[mm]	Raggio di raccordo
J_t =	36043	[mm^4]	Modulo di rigidezza torsionale sezione
W_x =	108662	[mm^3]	Modulo di resistenza elastico
Z_x =	123860	[mm^3]	Modulo di resistenza plastico
A_r =	17.38	[mm^2]	Area del singolo raccordo
h_w =	145.2	[mm]	Altezza anima
$h_{w,rid}$ = c_w =	127.2	[mm]	Altezza anima al netto dei raccordi
c_f =	29.500	[mm]	Larghezza semiala dei raccordi
CLASSE =	1		(dell'ala sup.)
CLASSE =	1		(dell'anima)

Verifiche di resistenza

VERIFICA A MOMENTO		
M_{Ed} =	29	[kNm]
M_{Ed} / $M_{pl,Rd}$ =	0.77	
M_{Ed} / $M_{pl,parz.\ Con.Rd}$ =	0.77	

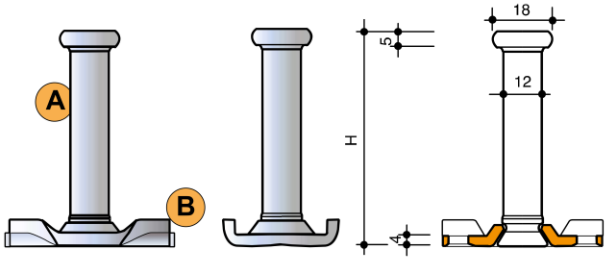
VERIFICA A TAGLIO			
A_v =	966	[mm^2]	Verifica ad instabilita' non inclusa
V_{Rd} =	111	[KN]	
V_{Ed} =	16	[KN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.14		OK

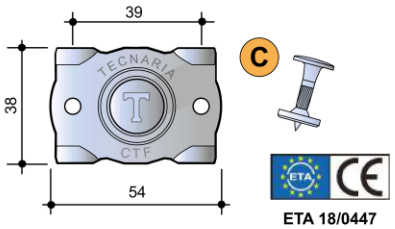
VERIFICA DI RESISTENZA A SCORRIMENTO E PROGETTO DEI CONNETTORI			
L_{cr} =	3620	[mm]	Lunghezza critica
F_{cf} =	238.0	[KN]	Forza totale che deve essere contrastata dai connettori per realizzare collegamento a completo ripristino
Tipo connettore	N	[N/H]	N = Nelson, H = Hilti HVB

Descrizione tecnica

Il connettore a piolo **CTF TECNARIA** consiste di:
A) Un gambo con testa ottenuta a freddo da una barra di acciaio di diametro nominale 12 mm
B) una piastra di base rettangolare 38x54 mm di spessore 4 mm ottenuta tramite stampaggio. Il connettore a piolo e la piastra di base sono uniti tramite ricalco a freddo.
C) Due chiodi che passano attraverso i due fori della piastra.
Chiodi in acciaio al carbonio Ø 4,5 mm lunghezza 22,5 mm, Ø testa 14 mm.
Tutte le parti del connettore sono zincate elettroliticamente con una protezione media di 8 µm che corrisponde ad una resistenza alla corrosione di 2 cicli "Kesternich"

Voce di capitolato: connettore a piolo in acciaio zincato, diametro 12 mm con testa, ribattuto a freddo ad una piastra di ancoraggio 38 x 54 mm di spessore 4 mm, fissato alla struttura in acciaio mediante due chiodi, cerificato CE.





ETA 18/0447
DoP: 18/0447

Codice	Altezza gambo
CTF020	20 mm
CTF025	25 mm
CTF030	30 mm
CTF040	40 mm
CTF060	60 mm
CTF070	70 mm
CTF080	80 mm
CTF090	90 mm
CTF105	105 mm
CTF125	125 mm
CTF135	135 mm

Misura	CTF040	Codice	CTF040
ϕ =	12	[mm]	Diametro
h =	40	[mm]	Altezza totale
H =	18	[mm]	Diametro della testa
A =	5	[mm]	Spessore della testa
ϕ_{sald} =	18	[mm]	Diametro del colletto di saldatura
h_{sald} =	2	[mm]	Altezza media colletto di saldatura
f_u =	450	[N/mm^2]	Resistenza ultima
γ_v =	1.25		Coefficiente parziale di sicurezza
P_{Rd1} =	32.6	[KN]	Resistenza di progetto a taglio (rottura per trazione del connettore)
P_{Rd2} =	33.2	[KN]	Resistenza di progetto a taglio (rottura per compressione del calcestruzzo)
P_{Rd} =	32.6	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
numero file =	1		Numero file connettori
Passo $p_{connettori}$ =	150	[mm]	LIMITI: min 60 mm - max 172 mm
distanza trasversale =	~~0~~	[mm]	LIMITI: min 30 mm - max -- mm

CONNESSIONE TOTALE/PARZIALE			
$P_{Rd\ soletta\ piena}$ =	32.6	[KN]	Resistenza di progetto a taglio in soletta piena
kt =	1.000		Fattore riduttivo per lamiera grecata (se presente)
P_{Rd} =	30.1	[KN]	Resistenza di progetto a taglio
$N_{f\ 100\%}$ =	8		Nr. connettori necessari su L/2 per completo ripristino resistenza
$N_{f\ max}$ =	24		Nr. connettori posizionabili su L/2
% di connessione	100%		Grado di connessione
% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio I)

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

% min di connessione	40%		Grado minimo di connessione (criterio II)

Verifiche di deformabilità

CALCOLO DELL'INERZIA ISTANTANEA DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	75.2	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	20'699'105	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	2'070	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	1'860'297	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	186	[cm^4]	

CALCOLO DELL'INERZIA A LUNGO TERMINE DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	105	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	14'046'595	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	1'405	[cm^4]	
$J_{t,id}$ =	552'829	[mm^4]	Modulo inerzia torsionale sezione mista
	55	[cm^4]	

CALCOLO DELL'INERZIA DA RITIRO DELLA SEZIONE MISTA (omog. ad acciaio)			
y_G =	96	[mm]	Baricentro della sezione mista misurato da estradosso soletta
I_{id} =	16'088'884	[mm^4]	Modulo di inerzia sezione mista
	1'609	[cm^4]	

CALCOLO FRECCIA PER FASI			
% di connessione	100%	--	EN1994-1-1 p. 7.2.1(8) e p. 7.3.1(4)
Puntellata [S/N]	N		Puntellata in fase di getto
Esclusione f_I [S/N]	S		EN1994-1-1 p. 7.3.1(3)
f_I =	10	[mm]	Trave + soletta
f_{II} (t = ∞) =	10	[mm]	Permanenti portati
f_{sh} (t = ∞) =	10	[mm]	Deformazione da ritiro
f_{III} (t = 0) =	14	[mm]	Carichi variabili
f_{perm} =	20	[mm]	Freccia permanenti
f_{tot} =	34	[mm]	Freccia totale
L / f_{perrm} =	365		
L / f_{III} =	510		
L / f_{tot} =	213		

CALCOLO FREQUENZA (Gk + 0.7 Qk)		
f_{freq} =	21	[mm]
f =	3.96	[Hz]

Verifiche dell'armatura trasversale

ARMATURA TRASVERSALE			
vEd =	4.0	[N/mm2]	Taglio longitudinale
k fctd =	0.54	[N/mm2]	EN1992-1-1 p.to 6.2.4(6), k = 0.4
--			
vEd, lim =	5.28	[N/mm2]	Taglio longitudinale limite lato cls
Check Ved < Ved,lim	OK		
Sf =	150	[mm]	Passo armatura
Asf =	76.6	[mm2]	Area
As,min =	15.0	[mm2]	Area minima
Numero ferri =	2		Nr. Superfici
ϕ =	7	[mm]	Diametro minimo
Con flessione trasv. As =max(Asf, 50% Asf + As,trasv)			EN1992-1-1 p.to 6.2.4(5)

3.3 Profili a sostegno della vetrata

3.3.1 Azioni nei profili

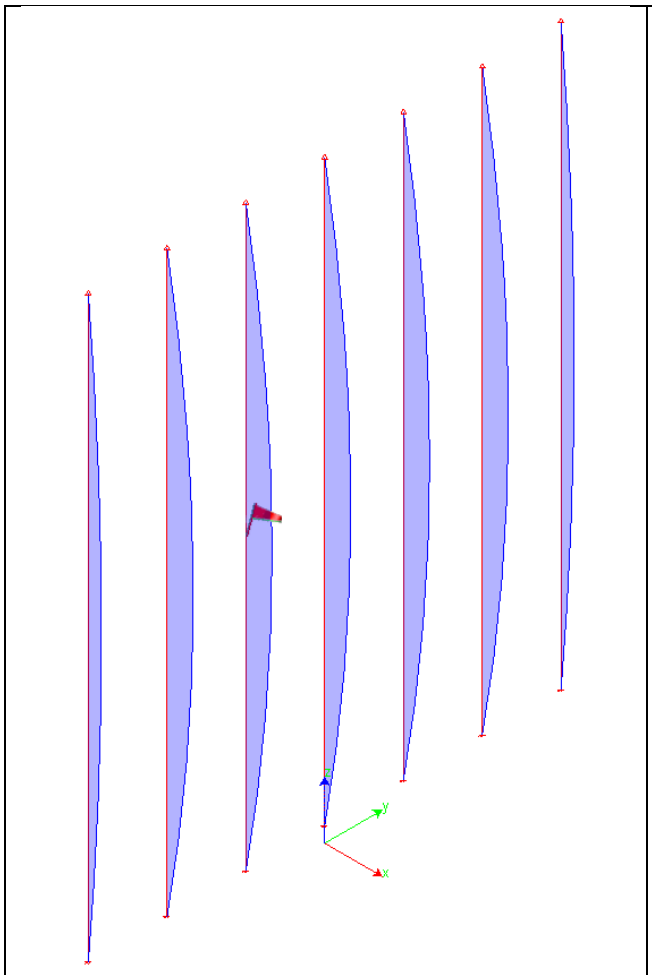


Diagramma dei momenti flettenti sotto l'azione del vento in pressione

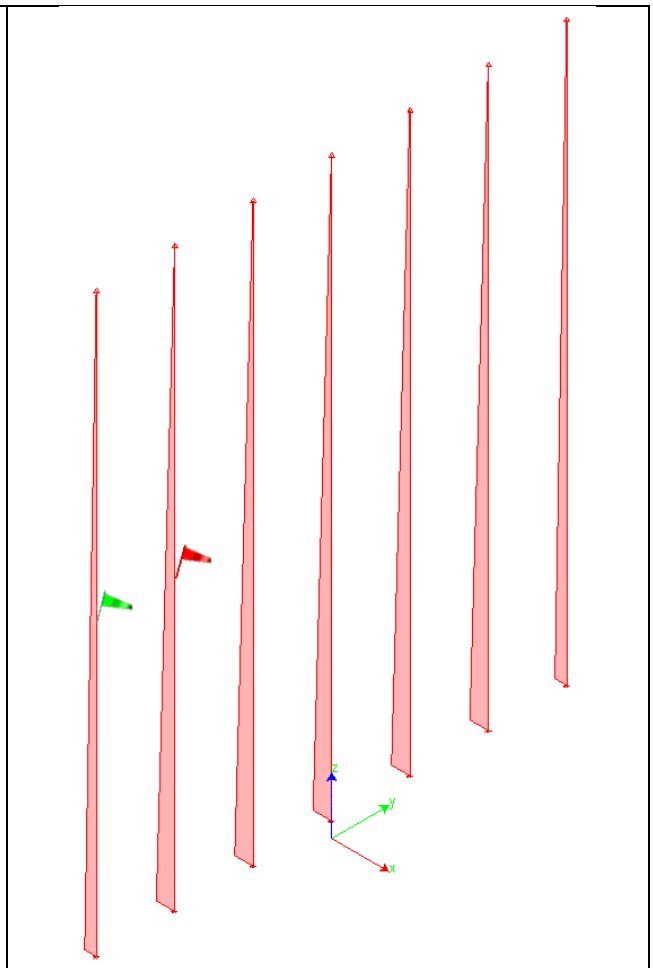
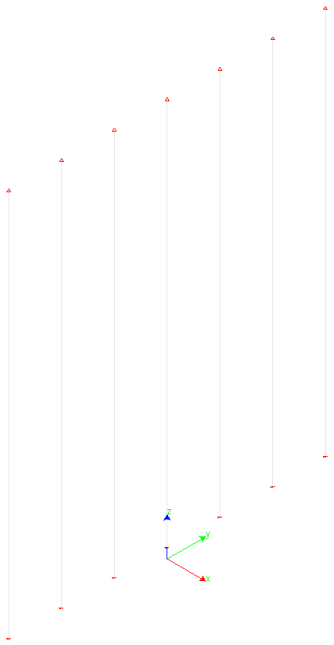


Diagramma degli sforzi normali sotto l'azione dei carichi gravitazionali

Sollecitazioni massime negli elementi:

Sforzo normale	Min asta 725 764	0.03 [kN]	Comb. 13	Max asta 30 37	37.85 [kN]	Comb. 1
Taglio piano 1-2	Min asta 725 764	-18.54 [kN]	Comb. 4	Max asta 30 37	22.48 [kN]	Comb. 4
Taglio piano 1-3	Min asta 30 37	-0.52 [kN]	Comb. 11	Max asta 30 37	0.52 [kN]	Comb. 10
Momento torcente	Min asta 43 50	0.00 [kNm]	Comb. 1	Max asta 43 50	0.00 [kNm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 645 654	-54.30 [kNm]	Comb. 4	Max asta 671 710	1.03 [kNm]	Comb. 20
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 645 654	-1.91 [kNm]	Comb. 10	Max asta 645 654	1.91 [kNm]	Comb. 11

3.3.2 Percentuale di sfruttamento dei profili



Distribuzione degli elementi Trave (n. di elementi in ogni campo)

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 99%	Sd/Sr ≤ 1000%
401	RHS_EN10219_V 300.0X150.0X10.0/Profili vetro	100.00 (14)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)

Elementi maggiormente sollecitati

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_D/S_R	Max Elemento nodi	Max S_D/S_R
401 RHS_EN10219_V 300.0X150.0X10.0/Profili vetro	30...765	0.00	26...761	0.21

3.3.3 Verifica estesa di un profilo

VERIFICHE TRAVE DAL NODO 28 AL NODO 763 / Sez. 401 RHS_EN10219_V 300.0X150.0X10.0 (Profili vetro)

DATI GENERALI

Luce dell'asta	11.420	[m]
Sezione numero	401	RHS_EN10219_V 300.0X150.0X10.0 (Profili vetro)
$\beta_{1\text{-}2/x\text{-}x}$	1.00	
$\beta_{1\text{-}3/y\text{-}y}$	1.00	

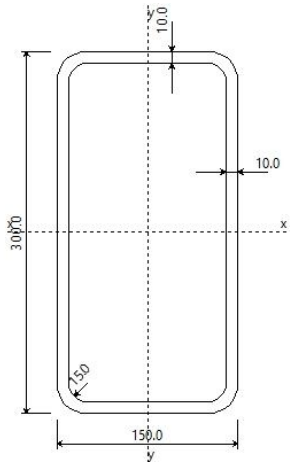
Materiale Acciaio S 355 (FE 510)

f_y	355.0	[MPa]
f_u	510.0	[MPa]
ε	0.81	

Coefficienti di sicurezza:

γ_{Mo}	1.05
γ_{M1}	1.05
γ_{M2}	1.25
fattore di confidenza	1.00

DATI INERZIALI PROFILO : RHS_EN10219_V 300.0X150.0X10.0



Area	82.49 [cm²]	A.Traz	82.49 [cm²] (L collegamento 0 [mm])
Jx	9193 [cm⁴]	ix	105.6 [mm]
Wx	613 [cm^3]	Zx	775 [cm^3]
Jy	3121 [cm⁴]	iy	61.5 [mm]
Wy	416 [cm^3]	Zy	479 [cm^3]
Jt	7833 [cm⁴]		
Cw	35200 [cm⁶]		
Curva di instabilità piano 1-2 (x-x)	**c**		
Curva di instabilità piano 1-3 (y-y)	**c**		

Tubo quadro

B	150	[mm]

H	300	[mm]
tb	10	[mm]
tw	10	[mm]
r	15	[mm]

Classificazione generale della sezione:

Compressione : 1

Flessione Mx : 1

Flessione My : 1

Nelle verifiche a trazione Nu,Rd=βAnetft,k/γ2 β=0.90

VERIFICA DI RESISTENZA

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	82.49	[cm^2]
Wx_{Eff}	775	[cm^3]
Wy_{Eff}	479	[cm^3]
$A_{w,y}$	27.50	[cm^2]
Combinazione critica	4	
Ascissa	5.591	[m]
N_D	19.25 [kN]	N_D/N_R=0.01
$M_{x,D}$	-54.30 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.21
$M_{y,D}$	-0.00 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
$V_{y,D}$	-0.09 [kN]	$V_{y,D}/V_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.21	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA DA SFORZO NORMALE

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	11.420	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	105.6	[mm]
Snellezza	108.18	
Snellezza ridotta λ	1.42	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.34	
Azione assiale	37.85 [kN]	Combinazione 1
N_{SD}/N_{SR}	0.04	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	11.420	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	61.5	[mm]
Snellezza	185.65	
Snellezza ridotta λ	2.43	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.14	
Azione assiale	37.85 [kN]	Combinazione 1
N_{SD}/N_{SR}	0.10	**VERIFICATA**

VERIFICA DI INSTABILITA A PRESSO-FLESSIONE

Verifica condotta in accordo a EC3 UNI EN 1993-1-1:2005 paragrafo 6.3.3 e appendice A.

Sezione in classe	1	
$Area_{Eff}$	82.49	[cm^2]
Wx_{Eff}	775	[cm^3]
Wy_{Eff}	479	[cm^3]
Combinazione critica	4	
N_D	20.38 [kN]	N_D/N_R=0.02
$M_{x,D}$	54.13 [kNm]	$M_{x,D}/M_{x,R}$=0.21
$M_{y,D}$	-0.00 [kNm]	$M_{y,D}/M_{y,R}$=0.00
S_D/S_R	0.23	**VERIFICATA**

Verifica di Instabilità nel Piano 1/2 / Profilo Singolo

Luce	11.420	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	105.6	[mm]
Snellezza	108.18	
Snellezza ridotta λ	1.42	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.34	
Azione assiale	20.38 [kN]	Combinazione 4

Verifica di Instabilità nel Piano 1/3 / Profilo Singolo

Luce	11.420	[m]
β (Lc= β L_{Netta})	1.00	
β_A	1.00	
Raggio d'inerzia i	61.5	[mm]
Snellezza	185.65	
Snellezza ridotta λ	2.43	
Curva d'instabilità	c	
Coeff. di riduzione χ	0.14	
Azione assiale	20.38 [kN]	Combinazione 4

Snellezze e Fattori di interazione dei momenti flettenti

Piano	**λ**	**X**	**μ**	**C_m**
1-2	1.42	0.34	0.99	1.001 NON Lineare
1-3	2.43	0.14	0.96	1.010 Lineare

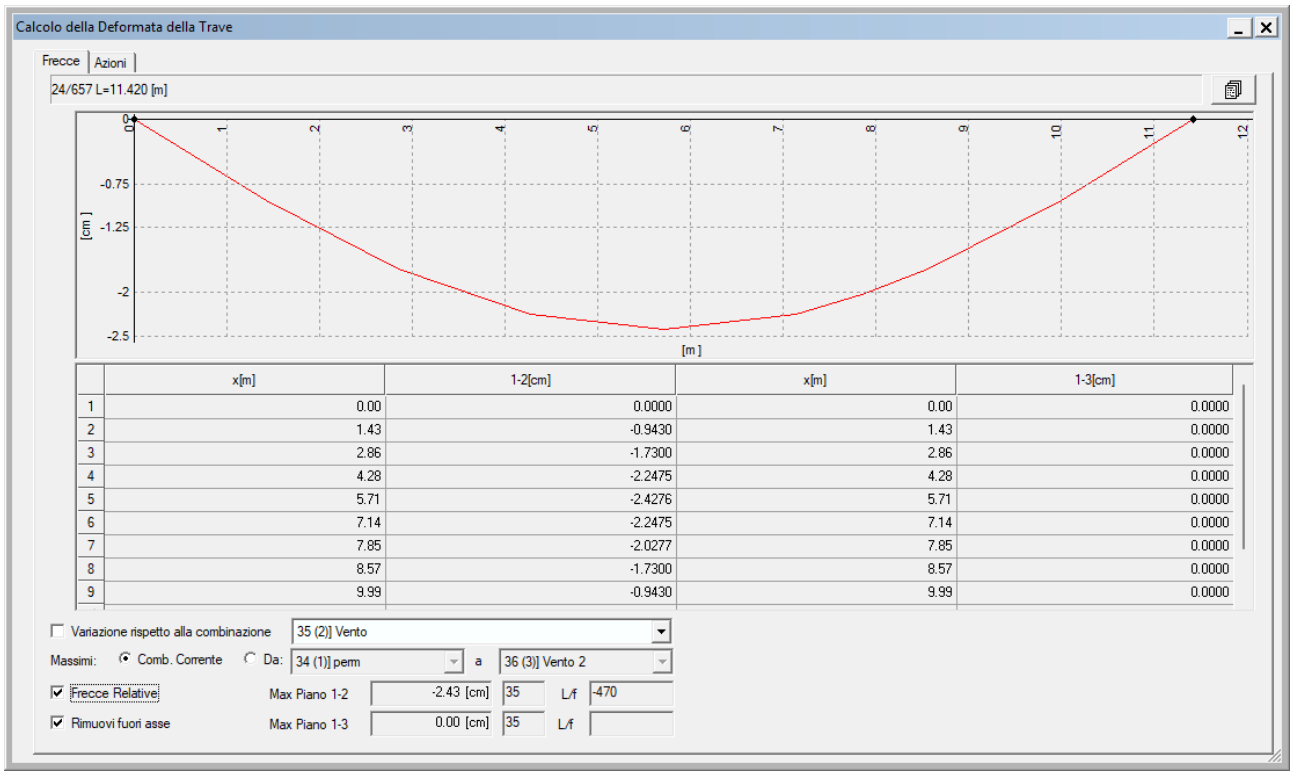
Fattori di Interazione

a_{LT}	0.15	b_{LT}	-0.00
c_{LT}	0.00	d_{LT}	-0.00
e_{LT}	0.00		
$C_{22\ (yy)}$	0.98	$C_{23\ (yz)}$	0.96
$C_{32\ (zy)}$	0.95	$C_{33\ (zz)}$	0.99
$k_{22\ (yy)}$	1.02	$k_{23\ (yz)}$	0.69
$k_{32\ (zy)}$	0.65	$k_{33\ (zz)}$	1.03

3.3.4 Verifica di deformabilità

Rapporto Luce / freccia sotto l'azione caratteristica del vento: L / f = 470

Valore da confrontare con il fornitore della parete vetrata.

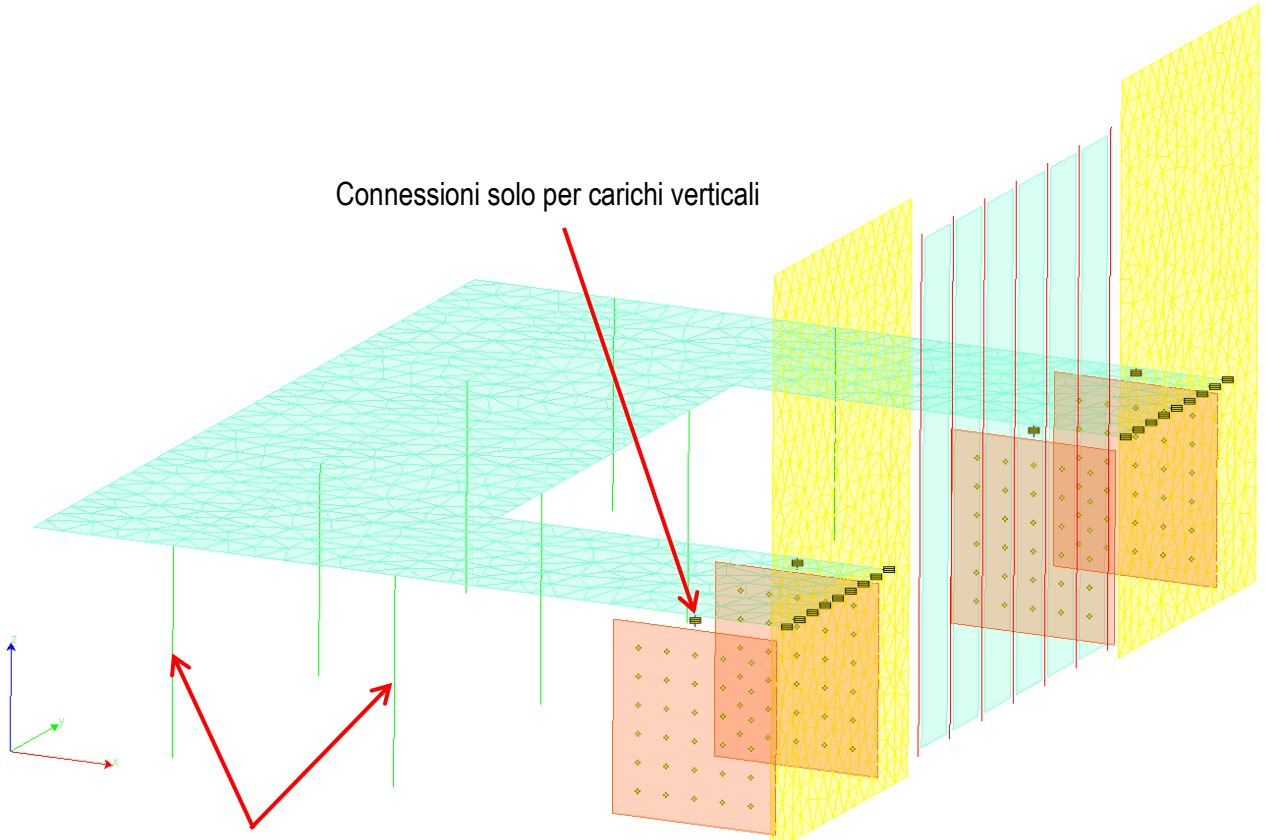


	x[m]	1-2[cm]	x[m]	1-3[cm]
1	0.00	0.0000	0.00	0.0000
2	1.43	-0.9430	1.43	0.0000
3	2.86	-1.7300	2.86	0.0000
4	4.28	-2.2475	4.28	0.0000
5	5.71	-2.4276	5.71	0.0000
6	7.14	-2.2475	7.14	0.0000
7	7.85	-2.0277	7.85	0.0000
8	8.57	-1.7300	8.57	0.0000
9	9.99	-0.9430	9.99	0.0000

3.4 Pilastri di travertino a sostegno della pensilina

3.4.1 Descrizione metodo di verifica

I pilastri a sostegno della pensilina sono realizzati con blocchi di travertino aventi sezione quadrata di lato 30[cm]. Per rendere solidali i blocchi viene inserita nel centro una barra filettata M30 di acciaio 8.8 in un preforo di diametro 50[mm] in cui verrà successivamente iniettata della resina o malta antiritiro.
I pilastri sono stati modellati come bielle e quindi non contribuiscono alla risposta sismica che viene affidata ai telai in acciaio inseriti dietro alla parete di facciata. I setti in muratura sono collegati alle sovrastanti travi in cemento armato mediante un elemento che rappresenta solo una trasmissione di forze verticali ma non nel piano orizzontale.



I pilastri saranno verificati come elementi secondari in accordo con il punto 7.2.3 delle NTC 2018 verificando che le sezioni resistano allo sforzo normale e abbiano una capacità di rotazione tale da garantire lo spostamento impresso alla sommità. Gli spostamenti in sommità dei pilastri saranno valutati nelle combinazioni SLE, SLU, SLV e SLC, considerando gli spostamenti SLC pari a 1.25 volte gli spostamenti ottenuti dall'SLV in accordo con il punto 7.3.3.3 delle NTC 2018.

3.4.2 Azioni nei profili e spostamenti dei nodi in sommità

Si riportano le azioni nei pilastri a sostegno della pensilina.

Nodo	Comb.	Ux [mm]	Uy [mm]	Uxy [mm]	N [kN]	Mx [KNm]	My [KNm]
677	8	8.6	0.0	8.6	632	5.42	-0.02
795	8	8.6	0.0	8.6	632	5.41	-0.02
677	2	14.3	0.0	14.3	565	8.09	-0.02
677	4	14.3	0.0	14.3	565	8.09	-0.02
677	6	8.6	0.0	8.6	565	4.85	-0.01
795	2	14.3	0.0	14.3	565	8.08	-0.02
795	4	14.3	0.0	14.3	565	8.08	-0.02
795	6	8.6	0.0	8.6	565	4.84	-0.01
677	1	0.0	0.0	0.0	499	-0.01	0.00
795	1	0.0	0.0	0.0	498	-0.01	0.00
677	46	5.7	0.0	5.7	445	2.54	-0.01
795	46	5.7	0.0	5.7	445	2.54	-0.01
677	40	9.5	0.0	9.5	400	3.82	-0.01
677	42	9.5	0.0	9.5	400	3.82	-0.01
677	44	5.7	0.0	5.7	400	2.29	-0.01
795	40	9.5	0.0	9.5	400	3.81	-0.01
795	42	9.5	0.0	9.5	400	3.81	-0.01
795	44	5.7	0.0	5.7	400	2.29	-0.01
677	13	0.0	0.0	0.0	358	0.00	0.00
677	31	1.5	1.8	2.4	358	0.55	0.64
677	32	2.4	-1.8	3.0	358	0.87	-0.64
677	33	-2.5	1.8	3.1	358	-0.88	0.64
677	34	-1.6	-1.8	2.4	358	-0.56	-0.64
795	31	2.4	1.8	3.0	358	0.87	0.64
795	13	0.0	0.0	0.0	358	0.00	0.00
795	32	1.6	-1.8	2.4	358	0.55	-0.64
795	33	-1.6	1.8	2.4	358	-0.56	0.64
795	34	-2.5	-1.8	3.0	358	-0.88	-0.64
677	15	5.6	1.8	5.9	357	2.00	0.63
677	17	6.5	-1.8	6.8	357	2.32	-0.65
677	23	0.6	5.4	5.5	357	0.23	1.94
677	25	-3.4	5.4	6.4	357	-1.20	1.94
677	27	3.4	-5.4	6.4	357	1.20	-1.94
677	29	-0.7	-5.4	5.5	357	-0.23	-1.94
677	19	-6.5	1.8	6.8	357	-2.33	0.65
677	21	-5.6	-1.8	5.9	357	-2.01	-0.63
795	15	6.5	1.8	6.7	357	2.32	0.63
795	23	3.3	5.4	6.4	357	1.19	1.94

795	17	5.6	-1.8	5.9	357	2.00	-0.65
795	19	-5.6	1.8	5.9	357	-2.01	0.65
795	25	-0.7	5.4	5.5	357	-0.24	1.94
795	21	-6.5	-1.8	6.8	357	-2.33	-0.63
795	27	0.7	-5.4	5.5	357	0.23	-1.94
795	29	-3.4	-5.4	6.4	357	-1.20	-1.94
677	9	6.1	0.0	6.1	356	2.16	-0.01
677	11	-1.4	5.4	5.6	356	-0.49	1.94
677	39	0.0	0.0	0.0	356	0.00	0.00
677	10	-6.1	0.0	6.1	356	-2.16	0.01
677	12	1.3	-5.4	5.6	356	0.48	-1.94
795	9	6.1	0.0	6.1	356	2.16	-0.01
795	11	1.3	5.4	5.6	356	0.48	1.94
795	10	-6.1	0.0	6.1	356	-2.17	0.01
795	12	-1.4	-5.4	5.6	356	-0.48	-1.94
795	39	0.0	0.0	0.0	356	0.00	0.00
677	16	5.6	1.8	5.9	355	2.00	0.63
677	18	6.5	-1.8	6.8	355	2.31	-0.65
677	24	0.6	5.4	5.5	355	0.23	1.93
677	26	-3.4	5.4	6.4	355	-1.20	1.94
677	28	3.4	-5.4	6.4	355	1.19	-1.94
677	30	-0.7	-5.4	5.5	355	-0.23	-1.93
677	20	-6.5	1.8	6.8	355	-2.32	0.64
677	22	-5.6	-1.8	5.9	355	-2.00	-0.63
795	16	6.5	1.8	6.7	355	2.31	0.63
795	24	3.3	5.4	6.4	355	1.19	1.93
795	26	-0.7	5.4	5.5	355	-0.24	1.93
795	18	5.6	-1.8	5.9	355	2.00	-0.64
795	20	-5.6	1.8	5.9	355	-2.00	0.64
795	22	-6.5	-1.8	6.8	355	-2.32	-0.63
795	28	0.7	-5.4	5.5	355	0.23	-1.93
795	30	-3.4	-5.4	6.4	355	-1.19	-1.93
677	35	1.5	1.8	2.4	354	0.55	0.63
677	36	2.4	-1.8	3.0	354	0.87	-0.64
677	14	0.0	0.0	0.0	354	0.00	0.00
677	37	-2.5	1.8	3.0	354	-0.87	0.64
677	38	-1.6	-1.8	2.4	354	-0.55	-0.63
795	14	0.0	0.0	0.0	354	0.00	0.00
795	35	2.4	1.8	3.0	354	0.86	0.63
795	36	1.6	-1.8	2.4	354	0.55	-0.64
795	37	-1.6	1.8	2.4	354	-0.56	0.64
795	38	-2.5	-1.8	3.0	354	-0.87	-0.63
677	3	14.3	0.0	14.3	320	4.58	-0.01

677	5	14.3	0.0	14.3	320	4.58	-0.01
677	7	8.6	0.0	8.6	320	2.75	-0.01
677	41	9.5	0.0	9.5	320	3.06	-0.01
677	43	9.5	0.0	9.5	320	3.06	-0.01
677	45	5.7	0.0	5.7	320	1.83	-0.01
795	3	14.3	0.0	14.3	320	4.58	-0.01
795	5	14.3	0.0	14.3	320	4.58	-0.01
795	7	8.6	0.0	8.6	320	2.75	-0.01
795	41	9.5	0.0	9.5	320	3.05	-0.01
795	43	9.5	0.0	9.5	320	3.05	-0.01
795	45	5.7	0.0	5.7	320	1.83	-0.01
685	8	8.6	0.0	8.6	292	2.50	0.00
803	8	8.6	0.0	8.6	292	2.50	-0.01
1005	8	8.6	0.0	8.6	268	2.30	-0.01
483	8	8.6	0.0	8.6	268	2.31	0.00
997	8	8.6	0.0	8.6	250	2.15	-0.01
455	8	8.6	0.0	8.6	250	2.15	-0.01
685	2	14.3	0.0	14.3	237	3.40	-0.01
685	4	14.3	0.0	14.3	237	3.40	-0.01
685	6	8.6	0.0	8.6	237	2.04	0.00
803	2	14.3	0.0	14.3	237	3.39	-0.01
803	4	14.3	0.0	14.3	237	3.39	-0.01
803	6	8.6	0.0	8.6	237	2.03	-0.01
997	2	14.3	0.0	14.3	233	3.32	-0.01
997	4	14.3	0.0	14.3	233	3.32	-0.01
997	6	8.6	0.0	8.6	233	1.99	-0.01
455	2	14.4	0.0	14.4	233	3.34	-0.01
455	4	14.4	0.0	14.4	233	3.34	-0.01
455	6	8.6	0.0	8.6	233	2.00	-0.01
997	1	0.0	0.0	0.0	215	0.00	0.00
455	1	0.0	0.0	0.0	215	0.00	0.00
1005	2	14.3	0.0	14.3	210	3.00	-0.01
1005	4	14.3	0.0	14.3	210	3.00	-0.01
1005	6	8.6	0.0	8.6	210	1.80	-0.01
483	2	14.4	0.0	14.4	210	3.01	0.00
483	4	14.4	0.0	14.4	210	3.01	0.00
483	6	8.6	0.0	8.6	210	1.81	0.00
685	46	5.7	0.0	5.7	203	1.16	0.00
803	46	5.7	0.0	5.7	203	1.16	0.00
1005	46	5.7	0.0	5.7	185	1.06	0.00
483	46	5.7	0.0	5.7	185	1.06	0.00
685	1	0.0	0.0	0.0	183	0.00	0.00
803	1	0.0	0.0	0.0	183	0.00	0.00

997	46	5.7	0.0	5.7	179	1.02	0.00
455	46	5.7	0.0	5.7	179	1.03	0.00
997	40	9.5	0.0	9.5	167	1.59	0.00
997	42	9.5	0.0	9.5	167	1.59	0.00
997	44	5.7	0.0	5.7	167	0.96	0.00
455	40	9.6	0.0	9.6	167	1.60	0.00
455	42	9.6	0.0	9.6	167	1.60	0.00
455	44	5.7	0.0	5.7	167	0.96	0.00
685	40	9.5	0.0	9.5	166	1.59	0.00
685	42	9.5	0.0	9.5	166	1.59	0.00
685	44	5.7	0.0	5.7	166	0.95	0.00
803	40	9.5	0.0	9.5	166	1.58	0.00
803	42	9.5	0.0	9.5	166	1.58	0.00
803	44	5.7	0.0	5.7	166	0.95	0.00
997	33	-0.7	1.8	1.9	156	-0.10	0.28
997	34	-3.3	-1.8	3.8	156	-0.52	-0.28
997	13	0.0	0.0	0.0	156	0.00	0.00
997	31	3.4	1.8	3.8	156	0.52	0.28
997	32	0.7	-1.8	1.9	156	0.10	-0.28
455	33	-3.3	1.8	3.8	156	-0.52	0.28
455	34	-0.6	-1.8	1.9	156	-0.10	-0.28
455	13	0.0	0.0	0.0	156	0.00	0.00
455	31	0.7	1.8	1.9	156	0.10	0.28
455	32	3.3	-1.8	3.8	156	0.52	-0.28
997	19	-4.7	1.8	5.1	156	-0.74	0.28
997	21	-7.4	-1.8	7.6	156	-1.15	-0.28
997	25	2.1	5.4	5.8	156	0.32	0.85
997	29	-6.1	-5.4	8.1	156	-0.94	-0.85
997	23	6.1	5.4	8.1	156	0.95	0.85
997	27	-2.1	-5.4	5.8	156	-0.32	-0.85
997	15	7.4	1.8	7.6	156	1.15	0.28
997	17	4.7	-1.8	5.1	156	0.74	-0.28
455	19	-7.4	1.8	7.6	156	-1.15	0.28
455	21	-4.7	-1.8	5.0	156	-0.73	-0.28
455	25	-6.1	5.4	8.2	156	-0.95	0.85
455	23	-2.1	5.4	5.8	156	-0.32	0.85
455	29	2.1	-5.4	5.8	156	0.32	-0.85
455	27	6.1	-5.4	8.2	156	0.95	-0.85
455	15	4.7	1.8	5.0	156	0.73	0.28
455	17	7.4	-1.8	7.6	156	1.15	-0.28
997	10	-6.1	0.0	6.1	155	-0.94	0.00
997	11	4.1	5.4	6.8	155	0.63	0.85
997	39	0.0	0.0	0.0	155	0.00	0.00

997	12	-4.1	-5.4	6.8	155	-0.63	-0.85
455	10	-6.0	0.0	6.0	155	-0.94	0.00
997	9	6.1	0.0	6.1	155	0.94	0.00
455	11	-4.1	5.4	6.8	155	-0.63	0.85
455	39	0.0	0.0	0.0	155	0.00	0.00
455	12	4.1	-5.4	6.8	155	0.63	-0.85
455	9	6.1	0.0	6.1	155	0.94	0.00
997	20	-4.7	1.8	5.1	155	-0.73	0.28
997	22	-7.4	-1.8	7.6	155	-1.15	-0.28
997	26	2.1	5.4	5.8	155	0.32	0.85
997	24	6.1	5.4	8.1	155	0.94	0.84
997	30	-6.1	-5.4	8.1	155	-0.94	-0.84
455	20	-7.4	1.8	7.6	155	-1.15	0.28
455	22	-4.7	-1.8	5.0	155	-0.73	-0.28
997	28	-2.1	-5.4	5.8	155	-0.32	-0.85
455	26	-6.1	5.4	8.2	155	-0.94	0.85
997	16	7.4	1.8	7.6	155	1.15	0.28
997	18	4.7	-1.8	5.1	155	0.73	-0.28
455	24	-2.1	5.4	5.8	155	-0.32	0.84
455	30	2.1	-5.4	5.8	155	0.32	-0.84
455	28	6.1	-5.4	8.2	155	0.94	-0.85
455	16	4.7	1.8	5.0	155	0.73	0.28
455	18	7.4	-1.8	7.6	155	1.15	-0.28
997	37	-0.7	1.8	1.9	155	-0.10	0.28
997	38	-3.3	-1.8	3.8	155	-0.52	-0.28
997	14	0.0	0.0	0.0	155	0.00	0.00
455	37	-3.3	1.8	3.8	155	-0.52	0.28
455	38	-0.6	-1.8	1.9	155	-0.10	-0.28
997	35	3.3	1.8	3.8	155	0.52	0.28
997	36	0.7	-1.8	1.9	155	0.10	-0.28
455	14	0.0	0.0	0.0	155	0.00	0.00
455	35	0.7	1.8	1.9	155	0.10	0.28
455	36	3.3	-1.8	3.8	155	0.52	-0.28
1005	1	0.0	0.0	0.0	152	0.00	0.00
483	1	0.0	0.0	0.0	152	0.00	0.00
1005	40	9.5	0.0	9.5	147	1.40	0.00
1005	42	9.5	0.0	9.5	147	1.40	0.00
1005	44	5.7	0.0	5.7	147	0.84	0.00
483	40	9.6	0.0	9.6	147	1.40	0.00
483	42	9.6	0.0	9.6	147	1.40	0.00
483	44	5.7	0.0	5.7	147	0.84	0.00
997	3	14.3	0.0	14.3	143	2.04	-0.01
997	5	14.3	0.0	14.3	143	2.04	-0.01

997	7	8.6	0.0	8.6	143	1.22	0.00
997	41	9.5	0.0	9.5	143	1.36	0.00
997	43	9.5	0.0	9.5	143	1.36	0.00
997	45	5.7	0.0	5.7	143	0.82	0.00
455	3	14.3	0.0	14.3	143	2.05	-0.01
455	5	14.3	0.0	14.3	143	2.05	-0.01
455	7	8.6	0.0	8.6	143	1.23	0.00
455	41	9.6	0.0	9.6	143	1.37	0.00
455	43	9.6	0.0	9.6	143	1.37	0.00
455	45	5.7	0.0	5.7	143	0.82	0.00
685	34	-1.6	-1.1	1.9	131	-0.20	-0.15
685	32	2.4	-1.2	2.7	131	0.32	-0.15
685	13	0.0	0.0	0.0	131	0.00	0.00
685	33	-2.5	1.2	2.7	131	-0.32	0.15
685	31	1.5	1.2	1.9	131	0.20	0.15
803	13	0.0	0.0	0.0	131	0.00	0.00
803	31	2.4	1.1	2.7	131	0.32	0.15
803	33	-1.6	1.2	2.0	131	-0.21	0.15
803	32	1.6	-1.2	1.9	131	0.20	-0.15
803	34	-2.5	-1.2	2.7	131	-0.32	-0.15
685	29	-0.7	-3.5	3.6	130	-0.09	-0.46
685	21	-5.6	-1.1	5.7	130	-0.73	-0.15
685	27	3.3	-3.5	4.8	130	0.44	-0.46
685	17	6.5	-1.2	6.6	130	0.85	-0.15
685	19	-6.5	1.2	6.6	130	-0.85	0.15
685	15	5.6	1.1	5.7	130	0.73	0.15
685	25	-3.4	3.5	4.9	130	-0.44	0.46
685	23	0.6	3.5	3.6	130	0.08	0.46
803	23	3.3	3.5	4.8	130	0.43	0.46
803	25	-0.7	3.5	3.6	130	-0.09	0.46
803	15	6.5	1.1	6.6	130	0.85	0.15
803	19	-5.6	1.2	5.8	130	-0.74	0.15
803	17	5.6	-1.2	5.7	130	0.73	-0.15
803	21	-6.5	-1.1	6.6	130	-0.85	-0.15
803	27	0.7	-3.5	3.6	130	0.08	-0.46
803	29	-3.4	-3.5	4.9	130	-0.44	-0.46
685	12	1.3	-3.5	3.7	130	0.18	-0.46
685	10	-6.1	0.0	6.1	130	-0.79	0.00
685	39	0.0	0.0	0.0	130	0.00	0.00
685	9	6.1	0.0	6.1	130	0.79	0.00
685	11	-1.4	3.5	3.8	130	-0.18	0.46
803	11	1.3	3.5	3.7	130	0.17	0.46
803	9	6.1	0.0	6.1	130	0.79	0.00

803	10	-6.1	0.0	6.1	130	-0.79	0.00
803	39	0.0	0.0	0.0	130	0.00	0.00
803	12	-1.4	-3.5	3.8	130	-0.18	-0.46
685	30	-0.7	-3.5	3.6	130	-0.09	-0.45
685	22	-5.6	-1.1	5.7	130	-0.73	-0.15
685	28	3.3	-3.5	4.8	130	0.44	-0.46
685	18	6.5	-1.2	6.6	130	0.85	-0.15
685	20	-6.5	1.2	6.6	130	-0.85	0.15
685	16	5.6	1.1	5.7	130	0.73	0.15
685	24	0.6	3.5	3.6	130	0.08	0.45
685	26	-3.4	3.5	4.9	130	-0.44	0.46
803	24	3.3	3.5	4.8	130	0.43	0.45
803	26	-0.7	3.5	3.6	130	-0.09	0.46
803	16	6.5	1.1	6.6	130	0.85	0.15
803	20	-5.6	1.2	5.8	130	-0.73	0.15
803	18	5.6	-1.2	5.7	130	0.73	-0.15
803	22	-6.5	-1.1	6.6	130	-0.85	-0.15
803	28	0.7	-3.5	3.6	130	0.08	-0.46
803	30	-3.4	-3.5	4.9	130	-0.44	-0.45
685	38	-1.6	-1.1	1.9	129	-0.20	-0.15
685	36	2.4	-1.2	2.7	129	0.32	-0.15
685	14	0.0	0.0	0.0	129	0.00	0.00
685	37	-2.5	1.2	2.7	129	-0.32	0.15
685	35	1.5	1.2	1.9	129	0.20	0.15
803	35	2.4	1.1	2.7	129	0.32	0.15
803	37	-1.6	1.2	2.0	129	-0.20	0.15
803	14	0.0	0.0	0.0	129	0.00	0.00
803	36	1.6	-1.2	1.9	129	0.20	-0.15
803	38	-2.5	-1.2	2.7	129	-0.32	-0.15
685	3	14.3	0.0	14.3	116	1.66	0.00
685	5	14.3	0.0	14.3	116	1.66	0.00
685	7	8.6	0.0	8.6	116	1.00	0.00
685	41	9.5	0.0	9.5	116	1.11	0.00
685	43	9.5	0.0	9.5	116	1.11	0.00
685	45	5.7	0.0	5.7	116	0.66	0.00
803	3	14.3	0.0	14.3	116	1.66	0.00
803	5	14.3	0.0	14.3	116	1.66	0.00
803	7	8.6	0.0	8.6	116	1.00	0.00
803	41	9.5	0.0	9.5	116	1.11	0.00
803	43	9.5	0.0	9.5	116	1.11	0.00
803	45	5.7	0.0	5.7	116	0.66	0.00
1005	31	3.4	1.1	3.5	109	0.36	0.12
1005	33	-0.6	1.1	1.3	109	-0.07	0.12

1005	13	0.0	0.0	0.0	109	0.00	0.00
1005	32	0.7	-1.2	1.3	109	0.07	-0.13
1005	34	-3.3	-1.2	3.5	109	-0.36	-0.13
483	13	0.0	0.0	0.0	109	0.00	0.00
483	31	0.7	1.2	1.3	109	0.07	0.13
483	32	3.4	-1.1	3.5	109	0.36	-0.12
483	33	-3.3	1.2	3.5	109	-0.36	0.13
483	34	-0.6	-1.1	1.3	109	-0.07	-0.12
1005	23	6.1	3.5	7.0	108	0.66	0.38
1005	25	2.1	3.5	4.1	108	0.22	0.38
1005	15	7.4	1.1	7.5	108	0.80	0.12
1005	17	4.7	-1.2	4.9	108	0.51	-0.13
1005	19	-4.7	1.2	4.9	108	-0.51	0.13
1005	21	-7.4	-1.1	7.5	108	-0.80	-0.12
1005	27	-2.1	-3.5	4.1	108	-0.22	-0.38
1005	29	-6.1	-3.5	7.0	108	-0.66	-0.38
483	17	7.4	-1.2	7.5	108	0.80	-0.12
483	15	4.7	1.2	4.9	108	0.51	0.12
483	27	6.1	-3.5	7.0	108	0.66	-0.38
483	23	-2.1	3.5	4.1	108	-0.22	0.38
483	29	2.1	-3.5	4.1	108	0.23	-0.38
483	19	-7.4	1.2	7.5	108	-0.80	0.13
483	21	-4.7	-1.1	4.8	108	-0.51	-0.12
483	25	-6.1	3.5	7.0	108	-0.66	0.38
1005	11	4.1	3.5	5.4	108	0.44	0.38
1005	9	6.1	0.0	6.1	108	0.66	0.00
1005	39	0.0	0.0	0.0	108	0.00	0.00
1005	10	-6.1	0.0	6.1	108	-0.65	0.00
1005	12	-4.1	-3.5	5.4	108	-0.44	-0.38
483	9	6.1	0.0	6.1	108	0.65	0.00
483	12	4.1	-3.5	5.4	108	0.44	-0.38
483	39	0.0	0.0	0.0	108	0.00	0.00
483	11	-4.1	3.5	5.4	108	-0.44	0.38
483	10	-6.0	0.0	6.0	108	-0.65	0.00
1005	24	6.1	3.5	7.0	108	0.66	0.38
1005	26	2.1	3.5	4.1	108	0.22	0.38
1005	16	7.4	1.1	7.5	108	0.80	0.12
1005	18	4.7	-1.2	4.9	108	0.51	-0.13
1005	20	-4.7	1.2	4.9	108	-0.51	0.12
1005	22	-7.4	-1.1	7.5	108	-0.80	-0.12
1005	28	-2.1	-3.5	4.1	108	-0.22	-0.38
1005	30	-6.1	-3.5	7.0	108	-0.65	-0.38
483	16	4.7	1.1	4.9	108	0.51	0.12

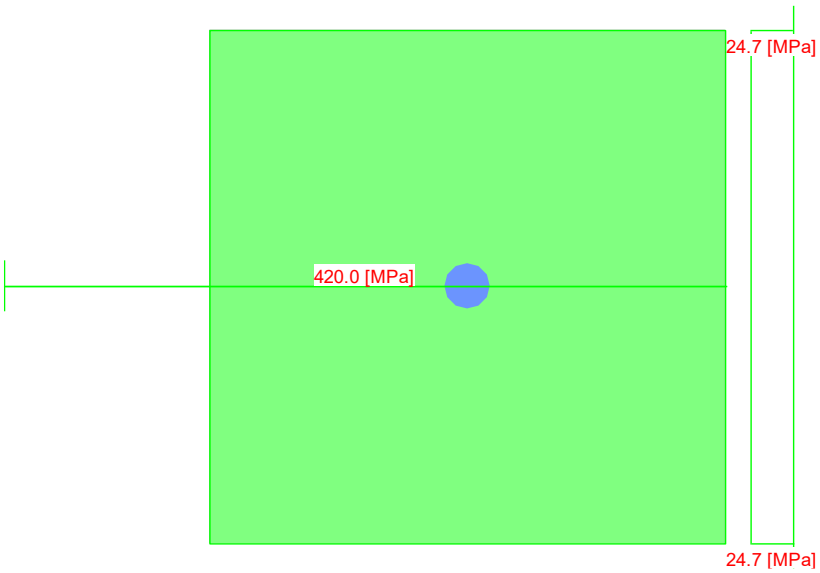
483	18	7.4	-1.2	7.5	108	0.80	-0.12
483	28	6.1	-3.5	7.0	108	0.66	-0.38
483	24	-2.1	3.5	4.1	108	-0.22	0.38
483	30	2.1	-3.5	4.1	108	0.23	-0.38
483	26	-6.1	3.5	7.0	108	-0.65	0.38
483	20	-7.4	1.2	7.5	108	-0.80	0.13
483	22	-4.7	-1.1	4.8	108	-0.51	-0.12
1005	35	3.4	1.1	3.5	107	0.36	0.12
483	36	3.4	-1.1	3.5	107	0.36	-0.12
483	14	0.0	0.0	0.0	107	0.00	0.00
483	35	0.7	1.2	1.3	107	0.07	0.12
483	38	-0.6	-1.1	1.3	107	-0.07	-0.12
1005	14	0.0	0.0	0.0	107	0.00	0.00
1005	37	-0.7	1.2	1.3	107	-0.07	0.12
483	37	-3.3	1.2	3.5	107	-0.36	0.12
1005	36	0.7	-1.2	1.3	107	0.07	-0.13
1005	38	-3.3	-1.2	3.5	107	-0.36	-0.12
1005	3	14.3	0.0	14.3	96	1.38	0.00
1005	5	14.3	0.0	14.3	96	1.38	0.00
1005	7	8.6	0.0	8.6	96	0.83	0.00
1005	41	9.5	0.0	9.5	96	0.92	0.00
1005	43	9.5	0.0	9.5	96	0.92	0.00
1005	45	5.7	0.0	5.7	96	0.55	0.00
483	3	14.4	0.0	14.4	96	1.38	0.00
483	5	14.4	0.0	14.4	96	1.38	0.00
483	7	8.6	0.0	8.6	96	0.83	0.00
483	41	9.6	0.0	9.6	96	0.92	0.00
483	43	9.6	0.0	9.6	96	0.92	0.00
483	45	5.7	0.0	5.7	96	0.55	0.00

3.4.3 Verifica di resistenza della sezione

La condizione di carico con il massimo sfruttamento risulta essere la numero 19. Di questa condizione si riporta di seguito la verifica dettagliata.

Azioni baricentriche valutate rispetto al punto 0.0,0.0 [mm] (baricentro della sezione con materiali in accordo al tipo di analisi)

Verifiche condotte agli Stati Limite Ultimi
Combinazione di Carico: 19 α(N,Mx,My)



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
-357.87	0.00	0.00	-2458.69	-0.00	0.00	0.15

Tensioni massime riscontrate

Materiale	Min				
	Condizione	x [mm]	y [mm]	ε x 1000	σ [MPa]
Travertino SLU		-150.0	-150.0	-2.000	-24.7
8.8 eps_u=10% (gM = 1.15)		0.0	0.0	-2.000	-420.0

Max				
Condizione	x [mm]	y [mm]	ε x 1000	σ [MPa]
	-150.0	-150.0	-2.000	-24.7
	0.0	0.0	-2.000	-420.0

Di seguito sono riportate le verifiche sintetiche delle sezioni in tutte le combinazioni di carico:

Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr
1	-631.87	5.42	-0.02	Baricentrica	N costante	0.11
2	-631.69	5.41	-0.02	Baricentrica	N costante	0.11
3	-565.19	8.09	-0.02	Baricentrica	N costante	0.14
4	-565.19	8.09	-0.02	Baricentrica	N costante	0.14
5	-565.19	4.85	-0.01	Baricentrica	N costante	0.11
6	-565.04	8.08	-0.02	Baricentrica	N costante	0.14
7	-565.04	8.08	-0.02	Baricentrica	N costante	0.14
8	-565.04	4.84	-0.01	Baricentrica	N costante	0.11
9	-498.51	-0.01	0.00	Baricentrica	N costante	0.07
10	-498.39	-0.01	0.00	Baricentrica	N costante	0.07
11	-444.90	2.54	-0.01	Baricentrica	N costante	0.08
12	-444.77	2.54	-0.01	Baricentrica	N costante	0.08
13	-400.45	3.82	-0.01	Baricentrica	N costante	0.08
14	-400.45	3.82	-0.01	Baricentrica	N costante	0.08
15	-400.45	2.29	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
16	-400.34	3.81	-0.01	Baricentrica	N costante	0.08
17	-400.34	3.81	-0.01	Baricentrica	N costante	0.08
18	-400.34	2.29	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
19	-357.87	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.15
20	-357.87	0.55	0.64	Baricentrica	N costante	0.07
21	-357.87	0.87	-0.64	Baricentrica	N costante	0.07
22	-357.87	-0.88	0.64	Baricentrica	N costante	0.07
23	-357.87	-0.56	-0.64	Baricentrica	N costante	0.07
24	-357.78	0.87	0.64	Baricentrica	N costante	0.07
25	-357.78	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.15
26	-357.78	0.55	-0.64	Baricentrica	N costante	0.07
27	-357.78	-0.56	0.64	Baricentrica	N costante	0.07
28	-357.78	-0.88	-0.64	Baricentrica	N costante	0.07
29	-356.61	2.00	0.63	Baricentrica	N costante	0.07
30	-356.61	2.32	-0.65	Baricentrica	N costante	0.07
31	-356.61	0.23	1.94	Baricentrica	N costante	0.07
32	-356.61	-1.20	1.94	Baricentrica	N costante	0.08
33	-356.61	1.20	-1.94	Baricentrica	N costante	0.08
34	-356.61	-0.23	-1.94	Baricentrica	N costante	0.07
35	-356.61	-2.33	0.65	Baricentrica	N costante	0.07
36	-356.61	-2.01	-0.63	Baricentrica	N costante	0.07
37	-356.53	2.32	0.63	Baricentrica	N costante	0.07
38	-356.53	1.19	1.94	Baricentrica	N costante	0.08
39	-356.53	2.00	-0.65	Baricentrica	N costante	0.07
40	-356.53	-2.01	0.65	Baricentrica	N costante	0.07
41	-356.53	-0.24	1.94	Baricentrica	N costante	0.07
42	-356.53	-2.33	-0.63	Baricentrica	N costante	0.07
43	-356.53	0.23	-1.94	Baricentrica	N costante	0.07
44	-356.53	-1.20	-1.94	Baricentrica	N costante	0.08
45	-355.99	2.16	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
46	-355.99	-0.49	1.94	Baricentrica	N costante	0.07
47	-355.99	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.14
48	-355.99	-2.16	0.01	Baricentrica	N costante	0.07
49	-355.99	0.48	-1.94	Baricentrica	N costante	0.07
50	-355.91	2.16	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07

51	-355.91	0.48	1.94	Baricentrica	N costante	0.07
52	-355.91	-2.17	0.01	Baricentrica	N costante	0.07
53	-355.91	-0.48	-1.94	Baricentrica	N costante	0.07
54	-355.91	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.14
55	-355.38	2.00	0.63	Baricentrica	N costante	0.07
56	-355.38	2.31	-0.65	Baricentrica	N costante	0.07
57	-355.38	0.23	1.93	Baricentrica	N costante	0.07
58	-355.37	-1.20	1.94	Baricentrica	N costante	0.08
59	-355.37	1.19	-1.94	Baricentrica	N costante	0.08
60	-355.37	-0.23	-1.93	Baricentrica	N costante	0.07
61	-355.37	-2.32	0.64	Baricentrica	N costante	0.07
62	-355.37	-2.00	-0.63	Baricentrica	N costante	0.07
63	-355.29	2.31	0.63	Baricentrica	N costante	0.07
64	-355.29	1.19	1.93	Baricentrica	N costante	0.08
65	-355.29	-0.24	1.93	Baricentrica	N costante	0.07
66	-355.29	2.00	-0.64	Baricentrica	N costante	0.07
67	-355.29	-2.00	0.64	Baricentrica	N costante	0.07
68	-355.29	-2.32	-0.63	Baricentrica	N costante	0.07
69	-355.29	0.23	-1.93	Baricentrica	N costante	0.07
70	-355.29	-1.19	-1.93	Baricentrica	N costante	0.08
71	-354.12	0.55	0.63	Baricentrica	N costante	0.07
72	-354.12	0.87	-0.64	Baricentrica	N costante	0.07
73	-354.12	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.14
74	-354.12	-0.87	0.64	Baricentrica	N costante	0.07
75	-354.12	-0.55	-0.63	Baricentrica	N costante	0.07
76	-354.04	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.14
77	-354.04	0.86	0.63	Baricentrica	N costante	0.07
78	-354.04	0.55	-0.64	Baricentrica	N costante	0.07
79	-354.04	-0.56	0.64	Baricentrica	N costante	0.07
80	-354.04	-0.87	-0.63	Baricentrica	N costante	0.07
81	-320.27	4.58	-0.01	Baricentrica	N costante	0.09
82	-320.27	4.58	-0.01	Baricentrica	N costante	0.09
83	-320.27	2.75	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
84	-320.27	3.06	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
85	-320.27	3.06	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
86	-320.27	1.83	-0.01	Baricentrica	N costante	0.06
87	-320.20	4.58	-0.01	Baricentrica	N costante	0.09
88	-320.20	4.58	-0.01	Baricentrica	N costante	0.09
89	-320.20	2.75	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
90	-320.20	3.05	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
91	-320.20	3.05	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
92	-320.20	1.83	-0.01	Baricentrica	N costante	0.06
93	-291.84	2.50	0.00	Baricentrica	N costante	0.06
94	-291.75	2.50	-0.01	Baricentrica	N costante	0.06
95	-268.00	2.30	-0.01	Baricentrica	N costante	0.06
96	-267.96	2.31	0.00	Baricentrica	N costante	0.06
97	-250.19	2.15	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05
98	-250.17	2.15	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05
99	-237.42	3.40	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
100	-237.42	3.40	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
101	-237.42	2.04	0.00	Baricentrica	N costante	0.05
102	-237.35	3.39	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
103	-237.35	3.39	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07

104	-237.35	2.03	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05
105	-232.52	3.32	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
106	-232.52	3.32	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
107	-232.52	1.99	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05
108	-232.50	3.34	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
109	-232.50	3.34	-0.01	Baricentrica	N costante	0.07
110	-232.50	2.00	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05
111	-214.84	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.09
112	-214.83	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.09
113	-210.01	3.00	-0.01	Baricentrica	N costante	0.06
114	-210.01	3.00	-0.01	Baricentrica	N costante	0.06
115	-210.01	1.80	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05
116	-209.97	3.01	0.00	Baricentrica	N costante	0.06
117	-209.97	3.01	0.00	Baricentrica	N costante	0.06
118	-209.97	1.81	0.00	Baricentrica	N costante	0.05
119	-202.66	1.16	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
120	-202.60	1.16	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
121	-185.30	1.06	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
122	-185.27	1.06	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
123	-183.00	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.07
124	-182.95	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.07
125	-179.05	1.02	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
126	-179.03	1.03	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
127	-167.26	1.59	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
128	-167.26	1.59	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
129	-167.26	0.96	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
130	-167.25	1.60	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
131	-167.25	1.60	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
132	-167.25	0.96	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
133	-166.38	1.59	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
134	-166.38	1.59	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
135	-166.38	0.95	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
136	-166.33	1.58	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
137	-166.33	1.58	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
138	-166.33	0.95	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
139	-156.23	-0.10	0.28	Baricentrica	N costante	0.03
140	-156.23	-0.52	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
141	-156.23	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.06
142	-156.23	0.52	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
143	-156.23	0.10	-0.28	Baricentrica	N costante	0.03
144	-156.22	-0.52	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
145	-156.22	-0.10	-0.28	Baricentrica	N costante	0.03
146	-156.22	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.06
147	-156.22	0.10	0.28	Baricentrica	N costante	0.03
148	-156.22	0.52	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
149	-155.73	-0.74	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
150	-155.73	-1.15	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
151	-155.73	0.32	0.85	Baricentrica	N costante	0.04
152	-155.73	-0.94	-0.85	Baricentrica	N costante	0.04
153	-155.73	0.95	0.85	Baricentrica	N costante	0.04
154	-155.73	-0.32	-0.85	Baricentrica	N costante	0.04
155	-155.72	1.15	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
156	-155.72	0.74	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04

157	-155.72	-1.15	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
158	-155.72	-0.73	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
159	-155.72	-0.95	0.85	Baricentrica	N costante	0.04
160	-155.72	-0.32	0.85	Baricentrica	N costante	0.04
161	-155.72	0.32	-0.85	Baricentrica	N costante	0.04
162	-155.72	0.95	-0.85	Baricentrica	N costante	0.04
163	-155.72	0.73	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
164	-155.72	1.15	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
165	-155.48	-0.94	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
166	-155.48	0.63	0.85	Baricentrica	N costante	0.04
167	-155.48	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.06
168	-155.48	-0.63	-0.85	Baricentrica	N costante	0.04
169	-155.48	-0.94	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
170	-155.48	0.94	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
171	-155.47	-0.63	0.85	Baricentrica	N costante	0.04
172	-155.47	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.06
173	-155.47	0.63	-0.85	Baricentrica	N costante	0.04
174	-155.47	0.94	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
175	-155.23	-0.73	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
176	-155.23	-1.15	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
177	-155.23	0.32	0.85	Baricentrica	N costante	0.04
178	-155.23	0.94	0.84	Baricentrica	N costante	0.04
179	-155.23	-0.94	-0.84	Baricentrica	N costante	0.04
180	-155.23	-1.15	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
181	-155.23	-0.73	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
182	-155.23	-0.32	-0.85	Baricentrica	N costante	0.04
183	-155.23	-0.94	0.85	Baricentrica	N costante	0.04
184	-155.23	1.15	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
185	-155.23	0.73	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
186	-155.23	-0.32	0.84	Baricentrica	N costante	0.04
187	-155.23	0.32	-0.84	Baricentrica	N costante	0.04
188	-155.22	0.94	-0.85	Baricentrica	N costante	0.04
189	-155.22	0.73	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
190	-155.22	1.15	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
191	-154.73	-0.10	0.28	Baricentrica	N costante	0.03
192	-154.73	-0.52	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
193	-154.73	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.06
194	-154.72	-0.52	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
195	-154.72	-0.10	-0.28	Baricentrica	N costante	0.03
196	-154.72	0.52	0.28	Baricentrica	N costante	0.04
197	-154.72	0.10	-0.28	Baricentrica	N costante	0.03
198	-154.72	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.06
199	-154.72	0.10	0.28	Baricentrica	N costante	0.03
200	-154.72	0.52	-0.28	Baricentrica	N costante	0.04
201	-152.02	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.06
202	-151.99	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.06
203	-146.64	1.40	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
204	-146.64	1.40	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
205	-146.64	0.84	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
206	-146.61	1.40	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
207	-146.61	1.40	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
208	-146.61	0.84	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
209	-142.76	2.04	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05

210	-142.76	2.04	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05
211	-142.76	1.22	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
212	-142.76	1.36	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
213	-142.76	1.36	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
214	-142.76	0.82	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
215	-142.76	2.05	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05
216	-142.76	2.05	-0.01	Baricentrica	N costante	0.05
217	-142.76	1.23	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
218	-142.76	1.37	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
219	-142.76	1.37	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
220	-142.76	0.82	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
221	-130.81	-0.20	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
222	-130.81	0.32	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
223	-130.81	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.05
224	-130.81	-0.32	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
225	-130.81	0.20	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
226	-130.77	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.05
227	-130.77	0.32	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
228	-130.77	-0.21	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
229	-130.77	0.20	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
230	-130.77	-0.32	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
231	-130.34	-0.09	-0.46	Baricentrica	N costante	0.03
232	-130.33	-0.73	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
233	-130.33	0.44	-0.46	Baricentrica	N costante	0.03
234	-130.33	0.85	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
235	-130.33	-0.85	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
236	-130.33	0.73	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
237	-130.33	-0.44	0.46	Baricentrica	N costante	0.03
238	-130.33	0.08	0.46	Baricentrica	N costante	0.03
239	-130.30	0.43	0.46	Baricentrica	N costante	0.03
240	-130.30	-0.09	0.46	Baricentrica	N costante	0.03
241	-130.30	0.85	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
242	-130.30	-0.74	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
243	-130.30	0.73	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
244	-130.30	-0.85	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
245	-130.30	0.08	-0.46	Baricentrica	N costante	0.03
246	-130.30	-0.44	-0.46	Baricentrica	N costante	0.03
247	-130.10	0.18	-0.46	Baricentrica	N costante	0.03
248	-130.10	-0.79	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
249	-130.10	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.05
250	-130.10	0.79	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
251	-130.09	-0.18	0.46	Baricentrica	N costante	0.03
252	-130.07	0.17	0.46	Baricentrica	N costante	0.03
253	-130.07	0.79	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
254	-130.07	-0.79	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
255	-130.07	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.05
256	-130.07	-0.18	-0.46	Baricentrica	N costante	0.03
257	-129.87	-0.09	-0.45	Baricentrica	N costante	0.03
258	-129.86	-0.73	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
259	-129.86	0.44	-0.46	Baricentrica	N costante	0.03
260	-129.86	0.85	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
261	-129.86	-0.85	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
262	-129.86	0.73	0.15	Baricentrica	N costante	0.03

263	-129.86	0.08	0.45	Baricentrica	N costante	0.03
264	-129.86	-0.44	0.46	Baricentrica	N costante	0.03
265	-129.84	0.43	0.45	Baricentrica	N costante	0.03
266	-129.84	-0.09	0.46	Baricentrica	N costante	0.03
267	-129.83	0.85	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
268	-129.83	-0.73	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
269	-129.83	0.73	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
270	-129.83	-0.85	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
271	-129.83	0.08	-0.46	Baricentrica	N costante	0.03
272	-129.83	-0.44	-0.45	Baricentrica	N costante	0.03
273	-129.39	-0.20	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
274	-129.39	0.32	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
275	-129.38	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.05
276	-129.38	-0.32	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
277	-129.38	0.20	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
278	-129.36	0.32	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
279	-129.36	-0.20	0.15	Baricentrica	N costante	0.03
280	-129.36	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.05
281	-129.36	0.20	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
282	-129.36	-0.32	-0.15	Baricentrica	N costante	0.03
283	-116.23	1.66	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
284	-116.23	1.66	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
285	-116.23	1.00	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
286	-116.23	1.11	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
287	-116.23	1.11	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
288	-116.23	0.66	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
289	-116.20	1.66	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
290	-116.20	1.66	0.00	Baricentrica	N costante	0.04
291	-116.20	1.00	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
292	-116.20	1.11	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
293	-116.20	1.11	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
294	-116.20	0.66	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
295	-108.63	0.36	0.12	Baricentrica	N costante	0.02
296	-108.63	-0.07	0.12	Baricentrica	N costante	0.02
297	-108.62	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.04
298	-108.62	0.07	-0.13	Baricentrica	N costante	0.02
299	-108.62	-0.36	-0.13	Baricentrica	N costante	0.02
300	-108.58	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.04
301	-108.58	0.07	0.13	Baricentrica	N costante	0.02
302	-108.58	0.36	-0.12	Baricentrica	N costante	0.02
303	-108.57	-0.36	0.13	Baricentrica	N costante	0.02
304	-108.57	-0.07	-0.12	Baricentrica	N costante	0.02
305	-108.20	0.66	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
306	-108.20	0.22	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
307	-108.19	0.80	0.12	Baricentrica	N costante	0.03
308	-108.19	0.51	-0.13	Baricentrica	N costante	0.02
309	-108.19	-0.51	0.13	Baricentrica	N costante	0.02
310	-108.19	-0.80	-0.12	Baricentrica	N costante	0.03
311	-108.19	-0.22	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03
312	-108.19	-0.66	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03
313	-108.16	0.80	-0.12	Baricentrica	N costante	0.03
314	-108.16	0.51	0.12	Baricentrica	N costante	0.02
315	-108.16	0.66	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03

316	-108.16	-0.22	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
317	-108.16	0.23	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03
318	-108.16	-0.80	0.13	Baricentrica	N costante	0.03
319	-108.16	-0.51	-0.12	Baricentrica	N costante	0.02
320	-108.16	-0.66	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
321	-107.98	0.44	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
322	-107.98	0.66	0.00	Baricentrica	N costante	0.02
323	-107.98	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.04
324	-107.98	-0.65	0.00	Baricentrica	N costante	0.02
325	-107.97	-0.44	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03
326	-107.95	0.65	0.00	Baricentrica	N costante	0.02
327	-107.95	0.44	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03
328	-107.95	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.04
329	-107.95	-0.44	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
330	-107.95	-0.65	0.00	Baricentrica	N costante	0.02
331	-107.77	0.66	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
332	-107.77	0.22	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
333	-107.77	0.80	0.12	Baricentrica	N costante	0.03
334	-107.76	0.51	-0.13	Baricentrica	N costante	0.02
335	-107.76	-0.51	0.12	Baricentrica	N costante	0.02
336	-107.76	-0.80	-0.12	Baricentrica	N costante	0.03
337	-107.76	-0.22	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03
338	-107.76	-0.65	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03
339	-107.75	0.51	0.12	Baricentrica	N costante	0.02
340	-107.75	0.80	-0.12	Baricentrica	N costante	0.03
341	-107.75	0.66	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03
342	-107.75	-0.22	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
343	-107.75	0.23	-0.38	Baricentrica	N costante	0.03
344	-107.75	-0.65	0.38	Baricentrica	N costante	0.03
345	-107.75	-0.80	0.13	Baricentrica	N costante	0.03
346	-107.75	-0.51	-0.12	Baricentrica	N costante	0.02
347	-107.33	0.36	0.12	Baricentrica	N costante	0.02
348	-107.33	0.36	-0.12	Baricentrica	N costante	0.02
349	-107.33	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.04
350	-107.33	0.07	0.12	Baricentrica	N costante	0.02
351	-107.33	-0.07	-0.12	Baricentrica	N costante	0.02
352	-107.33	0.00	0.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.04
353	-107.33	-0.07	0.12	Baricentrica	N costante	0.02
354	-107.33	-0.36	0.12	Baricentrica	N costante	0.02
355	-107.33	0.07	-0.13	Baricentrica	N costante	0.02
356	-107.33	-0.36	-0.12	Baricentrica	N costante	0.02
357	-96.33	1.38	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
358	-96.33	1.38	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
359	-96.33	0.83	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
360	-96.33	0.92	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
361	-96.33	0.92	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
362	-96.33	0.55	0.00	Baricentrica	N costante	0.02
363	-96.31	1.38	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
364	-96.31	1.38	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
365	-96.31	0.83	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
366	-96.31	0.92	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
367	-96.31	0.92	0.00	Baricentrica	N costante	0.03
368	-96.31	0.55	0.00	Baricentrica	N costante	0.02

3.4.4 Verifica dei pilastri

Verifica nella condizione con il massimo sforzo normale:

Caratteristiche geometriche			
h =	4400	[mm]	Altezza da terra del pilastrino
b =	300	[mm]	Lato della sezione
E =	57000	[N/mm^2]	Modulo elastico del travertino
A_c =	90000	[mm^2]	Area della sezione
J =	675000000	[mm^4]	Momento di inerzia della sezione
ρ =	86.6	[mm]	Raggio di inerzia della sezione
λ =	50.8		Snellezza

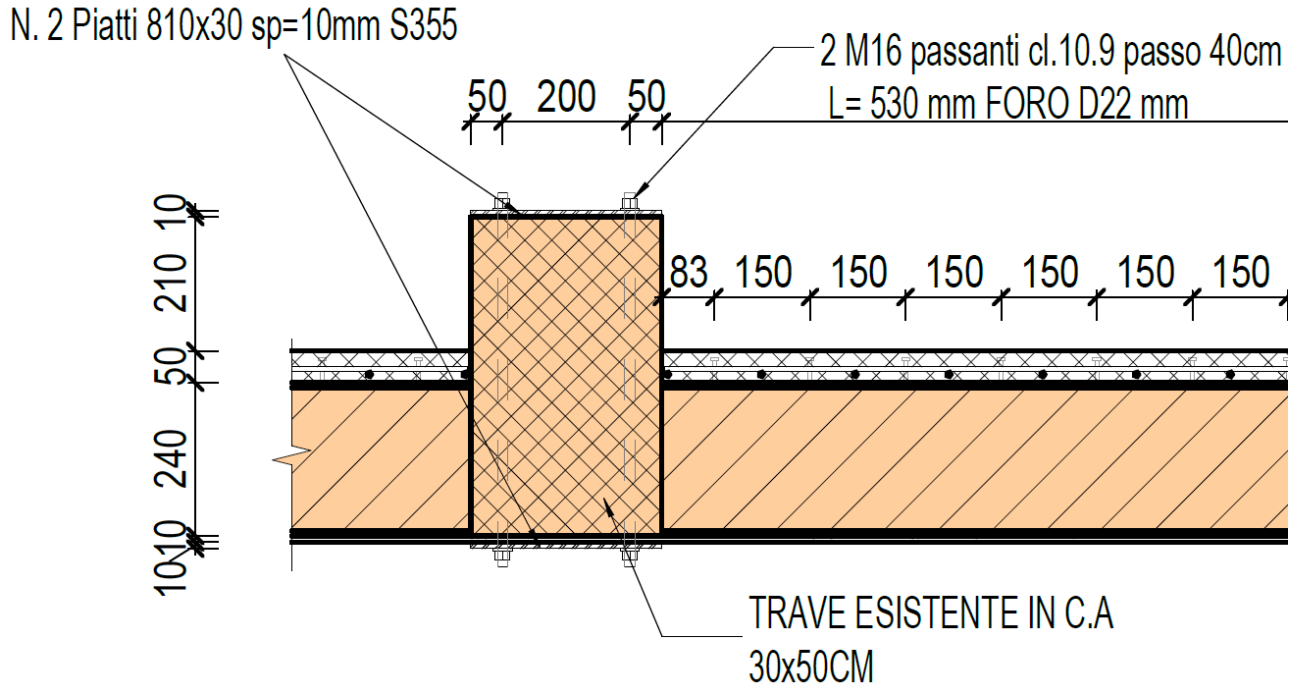
Verifica a instabilità della sezione (punto 12.6.5.2 delle EN 1992-1-1)			
N_{Ed} =	632	[kN]	Sforzo di compressione massimo
δ =	8.6	[mm]	Massimo spostamento in direzione xy
f_{ck} =	100	[N/mm^2]	Resistenza a compressione caratteristica del travertino
γ_M x FC =	4.05		Fattore di sicurezza
f_{cd} =	24.7	[N/mm^2]	Resistenza a compressione di progetto del travertino
υ =	0.28		Azione assiale adimensionalizzata (punto 4.1.2.3.9.2 delle NTC 2018)
λ_{lim} =	46.9		
λ/λ_{lim} =	1.08	Vanno considerati gli effetti del secondo ordine	
b = h_w =	300	[mm]	
l_0 =	4400	[mm]	
e_0 =	8.6	[mm]	
e_i =	11.0	[mm]	Punto 5.2 delle UNI EN 1992-1-1
e_{tot} =	19.6	[mm]	
Φ =	0.70		
N_{Rd} =	1550	[kN]	
N_{Ed} / N_{Rd} =	0.41	VERIFICATO	

Verifica rotazione della sezione			
χ_u =	0.000040	[1/mm]	Curvatura corrispondente al momento ultimo
l_p =	300	[mm]	Lunghezza cerniera plastica
φ_u =	0.01200	[rad]	Angolo di rotazione corrispondente al momento ultimo
δ_u =	52.80	[mm]	Spostamento in sommità del pilastro corrispondente al momento ultimo
δ_{max} / δ_u =	0.16	VERIFICATO	

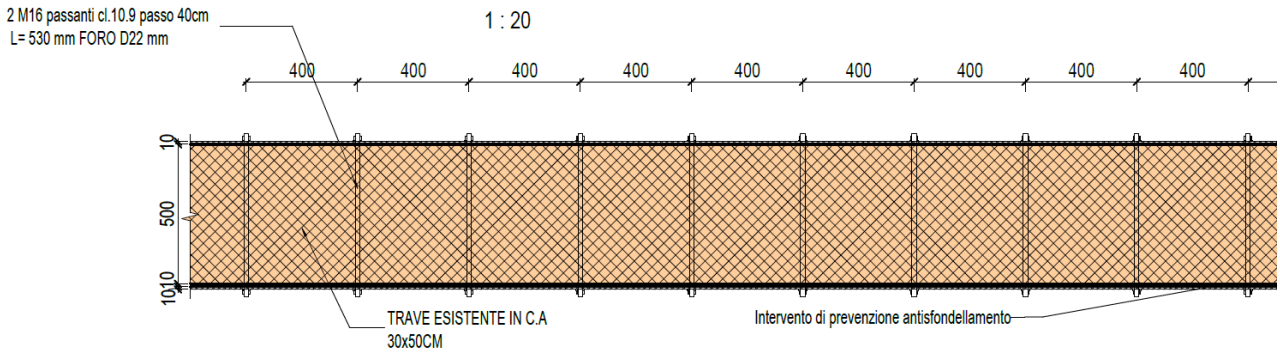
3.5 Rinforzo delle travi in calcestruzzo della pensilina

3.5.1 Descrizione del sistema di rinforzo

Le travi in calcestruzzo della pensilina hanno sezione 500[cm] x 300[cm]. Il rinforzo a flessione è costituito da due piatti in acciaio a intradosso ed estradosso dello spessore di 10[mm] collegati da barre filettate M16 passanti a passo 400[mm] che fungono anche da armatura a taglio aggiuntiva.
L'intervento è descritto nell'elaborato grafico 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_238_0.



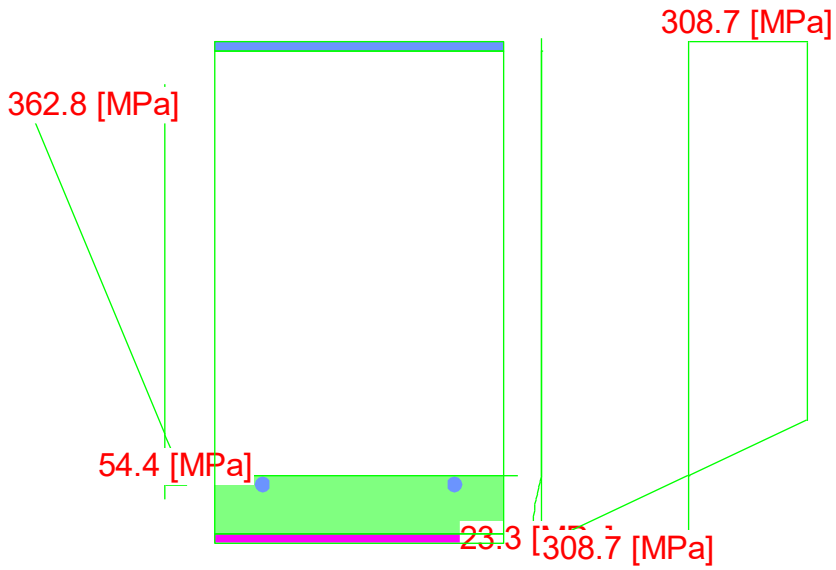
STRUTTURE - PENSILINA - SEZIONE PD-1



STRUTTURE - PENSILINA - SEZIONE P1-3

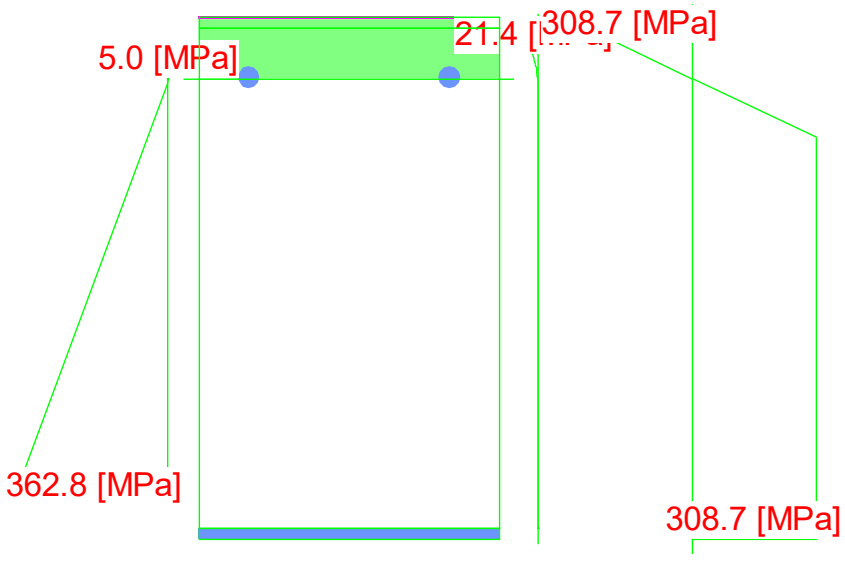
3.5.2 Verifica a flessione

Verifica a momento negativo:



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
0.00	-432.00	0.00	-0.00	-589.81	-0.00	0.73

Verifica a momento positivo:



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
0.00	320.00	0.00	-0.00	534.22	-0.00	0.60

3.5.3 Verifica a taglio

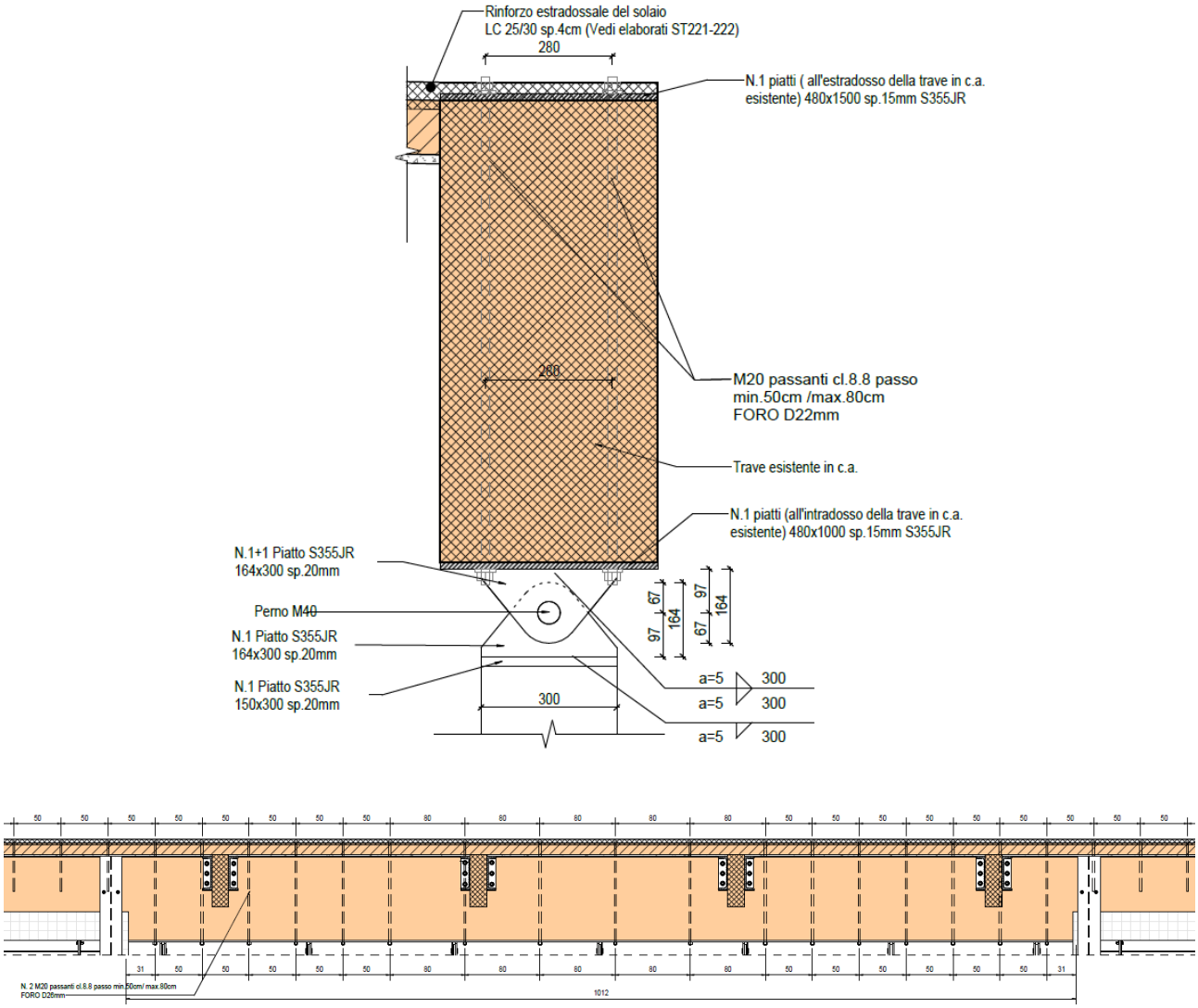
V_{Ed} =	197	[kN]	Taglio sollecitante

Verifica a taglio armato			
A_{M20} =	157	[mm^2]	Area dei rinforzi
$n_{braccia}$ =	2		
A_{sw} =	314	[mm^2]	
s =	400	[mm]	Passo delle staffe
f_{yk} =	900	[N/mm^2]	Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio
γ_s =	1.15		
f_{yd} =	783	[N/mm^2]	
α =	90	[°]	
cotgθ =	1		
V_{Rsd} =	276	[kN]	
ν =	0.5		
α_c =	1		
V_{Rcd} =	554	[kN]	
V_{Rd} =	276	[kN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.71	VERIFICATO	

3.6 Rinforzo della trave esistente sopra la vetrata

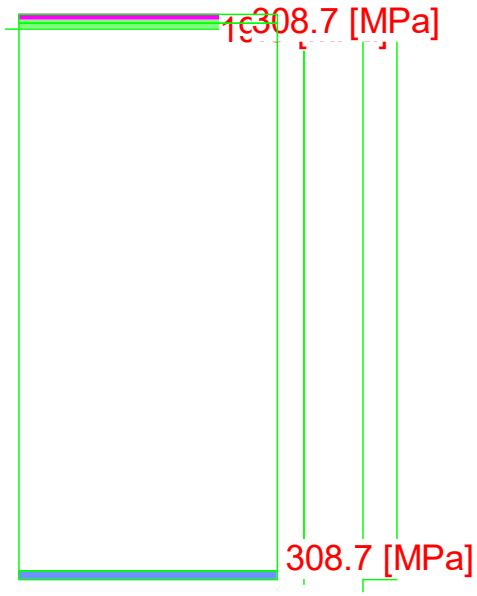
3.6.1 Descrizione del sistema di rinforzo

La trave esistente in calcestruzzo armato viene rinforzata con due piatti in acciaio a intradosso ed estradosso dello spessore di 15[mm] collegati da barre filettate passanti M20 che fungono anche da armatura a taglio aggiuntiva. Tavole grafiche di riferimento: 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_216_0 e 22044D02_3_0_E_ST_00_BC_217_0.



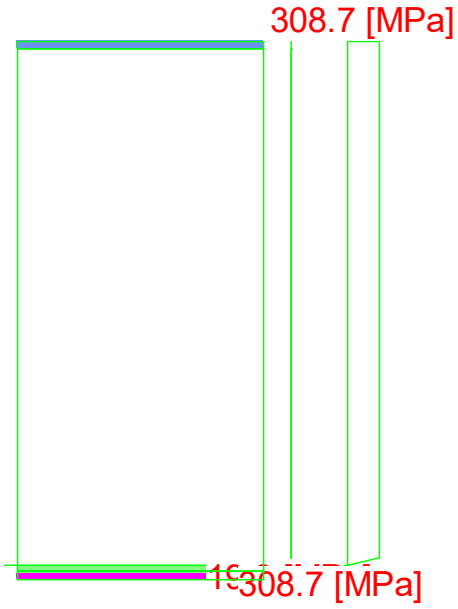
3.6.2 Verifica a flessione

Massimo momento positivo: 492[kN m]



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
0.00	492.00	0.00	-0.00	2300.11	-0.00	0.21

Massimo momento negativo: 366[kN m]



Sd			Sr			Sd/Sr
N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	
0.00	-366.00	0.00	-0.00	-2300.11	-0.00	0.16

3.6.3 Verifica a taglio

Taglio agli appoggi: 330[kN] (barre M20 a passo 50[cm]

Verifica a taglio armato			
A_{M20} =	245	[mm^2]	Area dei rinforzi
$n_{braccia}$ =	2		
A_{sw} =	490	[mm^2]	
s =	500	[mm]	Passo delle staffe
f_{yk} =	640	[N/mm^2]	Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio
γ_s =	1.15		
f_{yd} =	557	[N/mm^2]	
α =	90	[°]	
cotgθ =	1		
V_{Rsd} =	501	[kN]	
ν =	0.5		
α_c =	1		
V_{Rcd} =	1807	[kN]	
V_{Rd} =	501	[kN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.66	VERIFICATO	

Taglio a 3.00[m] dagli appoggi: 140[kN] (barre M20 a passo 80[cm]

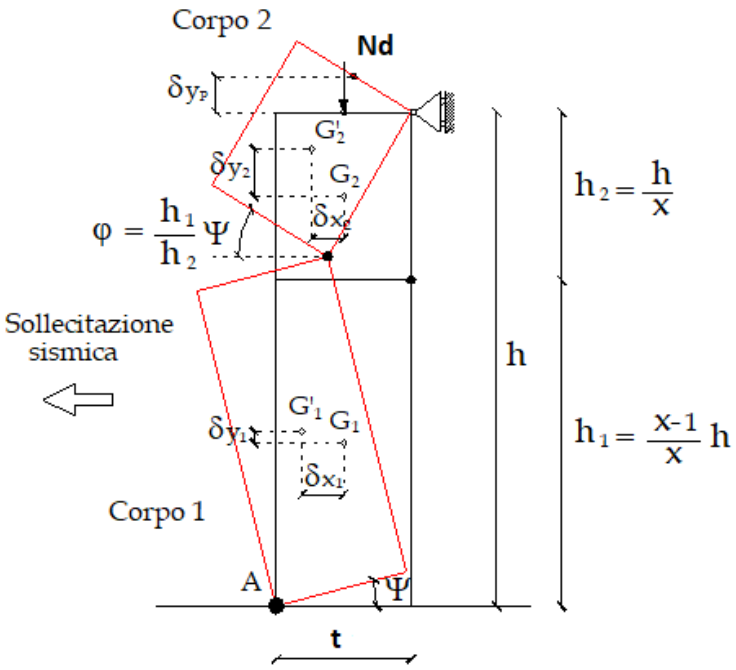
Verifica a taglio armato			
A_{M20} =	245	[mm^2]	Area dei rinforzi
$n_{braccia}$ =	2		
A_{sw} =	490	[mm^2]	
s =	800	[mm]	Passo delle staffe
f_{yk} =	640	[N/mm^2]	Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio
γ_s =	1.15		
f_{yd} =	557	[N/mm^2]	
α =	90	[°]	
cotgθ =	1		
V_{Rsd} =	313	[kN]	
ν =	0.5		
α_c =	1		
V_{Rcd} =	1807	[kN]	
V_{Rd} =	313	[kN]	
V_{Ed} / V_{Rd} =	0.45	VERIFICATO	

3.7 Muratura di facciata

3.7.1 Verifica al ribaltamento, cenni teorici

In una porzione di muro compresa tra due cordoli di piano il meccanismo di ribaltamento è impedito ma si può verificare una rottura del muro per ribaltamento. Seguendo lo schema sotto riportato si ricava l'espressione del moltiplicatore sismico c, la verifica da effettuare per evitare questo tipo di collasso è la seguente:

$c \geq \alpha_s$



Applicando il principio dei lavori virtuali si ricava l'espressione del moltiplicatore sismico c in funzione di x:

$$c = \frac{t}{h} \cdot \left(\frac{2 \cdot x + \frac{N_d}{P_d} \cdot (x+1) \cdot x}{x-1} \right)$$

Imponendo dc/dx = 0 si determina il valore di x e, quindi, l'altezza della sezione di frattura cui corrisponde il minimo moltiplicatore di collasso:

$$x = 1 + \sqrt{2 \cdot \frac{P_d + N_d}{N_d}}$$

Il moltiplicatore sismico delle forze orizzontali viene stimato con la seguente espressione da letteratura (riportata anche al punto 7.2.2 delle NTC 2008):

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z/H)}{1 + (1 - T_a/T_1)^2} - 0,5 \right]$$

Dove:

- α è il rapporto tra l'accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo tipo A da considerare nello stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;
- T_a è il periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;
- T_1 è il periodo fondamentale di vibrazione della costruzione nella direzione considerata;
- Z è la quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione;
- H è l'altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

Dato che $T_a << T_1$ l'espressione di S_a diventa:

$$S_a = \alpha \cdot S \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \frac{Z}{H}\right)$$

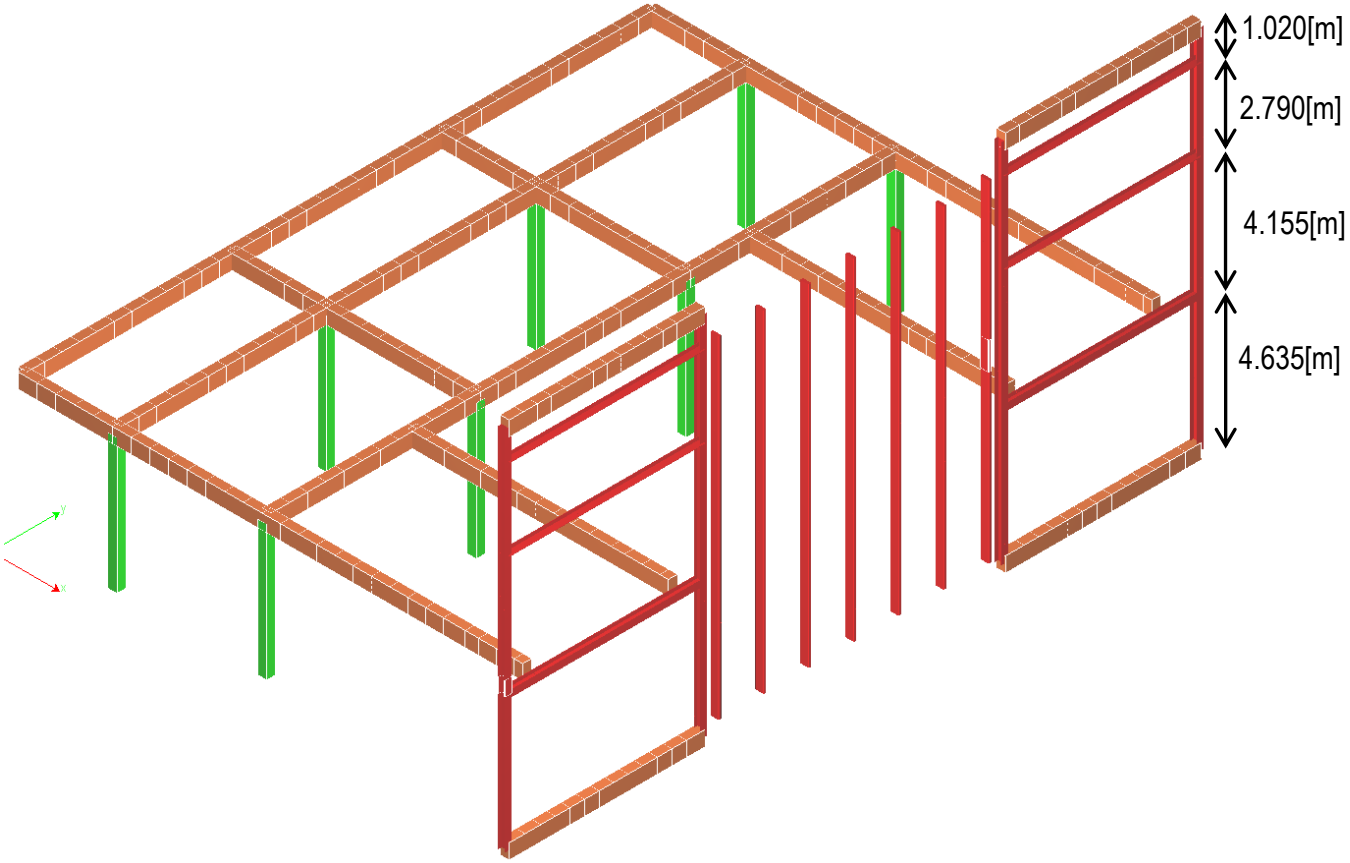
In questo caso in particolare si ha che:
$\alpha = a_{g,SLV} = 0.061$
S = 1.2

Nella parete di facciata viene applicata nel lato interno una rete di rinforzo del tipo Geosteel Grid 200 come da specifiche di capitolato e indicazioni delle tavole grafiche. La funzione di questa rete è quella di solidalizzare e stabilizzare la parete in muratura e la si può applicare solo al lato interno data la presenza in esterno del rivestimento storico in travertino. A favore di sicurezza il contributo della rete non viene considerato nelle verifiche a stabilità della parete in muratura.

Sistemi Geosteel FRM – ETA n° 19/0326					
FRM – Geocalce F Antisismico & Geosteel Grid 200					
Caratteristica prestazionale[1]	**Metodo di prova**		**Prestazioni sistema Geosteel FRM su supporto in laterizio**	**Prestazioni sistema Geosteel FRM su supporto in tufo**	**Prestazioni sistema Geosteel FRM su supporto in pietra**
Tensione limite convenzionale	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.2)	$\sigma_{lim,conv}$	945 MPa	917 MPa	871 MPa
Deformazione limite convenzionale	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.1)	$\varepsilon_{lim,conv}$	1,52%	1,48%	1,40%
Modulo elastico del tessuto	LG FRCM (§§ 2.1 – 7.1.1)	E_f	62 GPa		
Resistenza a compressione della malta (valore caratteristico)	EN 12190	$f_{c,mat}$	>15 MPa (28 gg)		
Percentuale in peso delle componenti organiche			< 1%		
Permeabilità al vapore acqueo	EN 1745	μ	da 15 a 35 (valore tabulato)		

3.7.2 Verifica dei conci di parete

Si verificano i conci di parete in muratura compresi tra i traversi del telaio in acciaio collegati al retro della facciata in muratura.



Verifica primo concio:

Azione sismica			
F_C =	1.35		Fattore di confidenza
$a_{g,SLV}$ =	0.061	[g]	Accelerazione al suolo del sito
S =	1.2		Coefficiente topografico e stratigrafico
q =	1		Fattore di struttura
Z =	2.3	[m]	Altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle masse
H =	12.6	[m]	Altezza della struttura rispetto alla fondazione
Caratteristiche geometriche			
h =	4.635	[m]	Altezza del muro considerato
t =	0.45	[m]	Spessore del muro
N_d =	147.12	[KN/m]	Carico in sommità del muro
γ =	18	[KN/m^3]	Peso specifico muratura
P_d =	37.54	[KN/m]	Peso del muro
α_s =	0.126		Moltiplicatore delle forze orizzontali
VERIFICA A ROTTURA PER FLESSIONE DELLA PARETE			

x =	2.58		
h_1 =	2.84	[m]	
h_2 =	1.79	[m]	
c =	2.54		
α_s / c =	0.05	VERIFICATO	

Verifica secondo concio:

Azione sismica			
F_C =	1.35		Fattore di confidenza
$a_{g,SLV}$ =	0.061	[g]	Accelerazione al suolo del sito
S =	1.2		Coefficiente topografico e stratigrafico
q =	1		Fattore di struttura
Z =	6.7	[m]	Altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle masse
H =	12.6	[m]	Altezza della struttura rispetto alla fondazione
Caratteristiche geometriche			
h =	4.155	[m]	Altezza del muro considerato
t =	0.45	[m]	Spessore del muro
N_d =	72.33	[KN/m]	Carico in sommità del muro
γ =	18	[KN/m^3]	Peso specifico muratura
P_d =	33.66	[KN/m]	Peso del muro
α_s =	0.178		Moltiplicatore delle forze orizzontali
VERIFICA A ROTTURA PER FLESSIONE DELLA PARETE			
x =	2.71		
h_1 =	2.62	[m]	
h_2 =	1.53	[m]	
c =	1.71		
α_s / c =	0.10	VERIFICATO	

Verifica terzo concio:

Azione sismica			
F_C =	1.35		Fattore di confidenza
$a_{g,SLV}$ =	0.061	[g]	Accelerazione al suolo del sito
S =	1.2		Coefficiente topografico e stratigrafico
q =	1		Fattore di struttura
Z =	10.2	[m]	Altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle masse
H =	12.6	[m]	Altezza della struttura rispetto alla fondazione
Caratteristiche geometriche			
h =	2.790	[m]	Altezza del muro considerato
t =	0.45	[m]	Spessore del muro

N_d =	22.11	[KN/m]	Carico in sommità del muro
γ =	18	[KN/m^3]	Peso specifico muratura
P_d =	22.60	[KN/m]	Peso del muro
α_s =	0.219		Moltiplicatore delle forze orizzontali
VERIFICA A ROTTURA PER FLESSIONE DELLA PARETE			
x =	3.01		
h_1 =	1.86	[m]	
h_2 =	0.93	[m]	
c =	1.43		
α_s / c =	0.15	VERIFICATO	

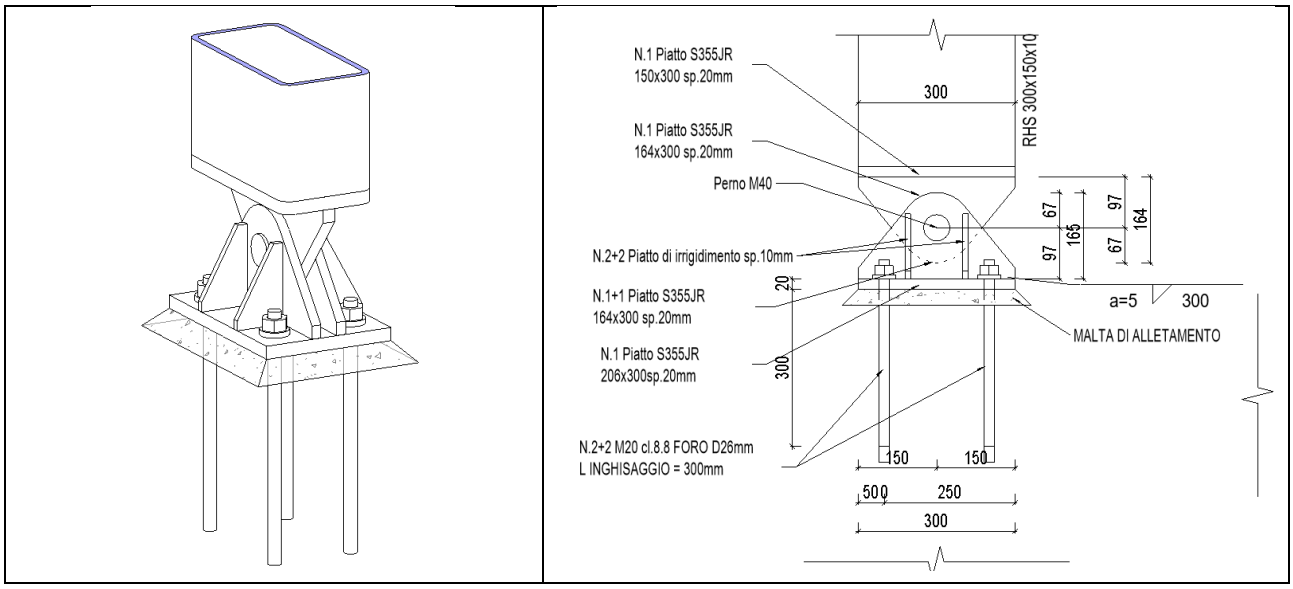
Verifica quarto concio:

Azione sismica			
F_C =	1.35		Fattore di confidenza
$a_{g,SLV}$ =	0.061	[g]	Accelerazione al suolo del sito
S =	1.2		Coefficiente topografico e stratigrafico
q =	1		Fattore di struttura
Z =	12.1	[m]	Altezza rispetto alla fondazione del baricentro delle masse
H =	12.6	[m]	Altezza della struttura rispetto alla fondazione
Caratteristiche geometriche			
h =	1.020	[m]	Altezza del muro considerato
t =	0.45	[m]	Spessore del muro
N_d =	3.75	[KN/m]	Carico in sommità del muro (cordolo in cemento armato)
γ =	18	[KN/m^3]	Peso specifico muratura
P_d =	8.26	[KN/m]	Peso del muro
α_s =	0.241		Moltiplicatore delle forze orizzontali
VERIFICA A ROTTURA PER FLESSIONE DELLA PARETE			
x =	3.53		
h_1 =	0.73	[m]	
h_2 =	0.29	[m]	
c =	2.50		
α_s / c =	0.10	VERIFICATO	

3.8 Verifica dei dettagli strutturali

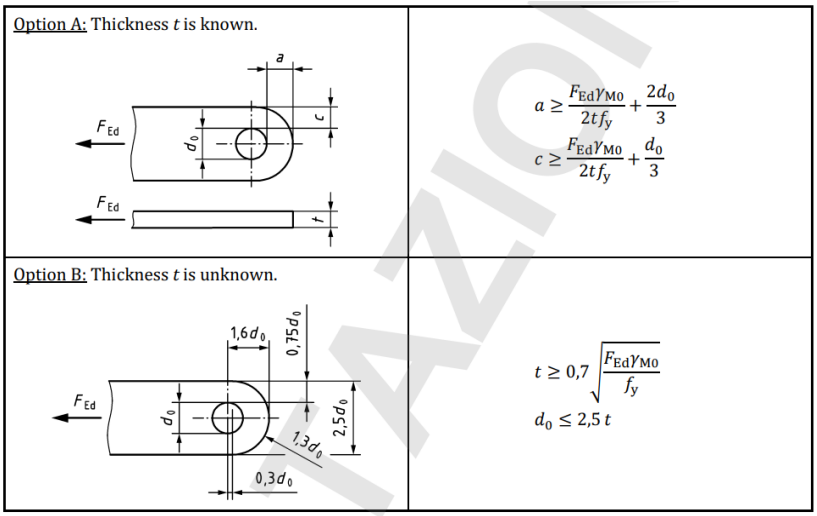
3.8.1 Nodo di estremità dei profili a sostegno della vetrata

Il nodo di estremità dei profili verticali a sostegno della vetrata viene realizzato con un perno in modo da realizzare il vincolo a cerniera previsto nel modello di calcolo.



Azioni		
$F_{Ed,SLU}$ =	44.02	[kN]
$F_{Ed,SLE}$ =	30.35	[kN]

f_{upk} =	510	[N/mm^2]
f_{ypk} =	355	[N/mm^2]
f_y =	355	[N/mm^2]
γ_{M2} =	1.25	
γ_{M0} =	1.05	
$\gamma_{M6,ser}$ =	1	



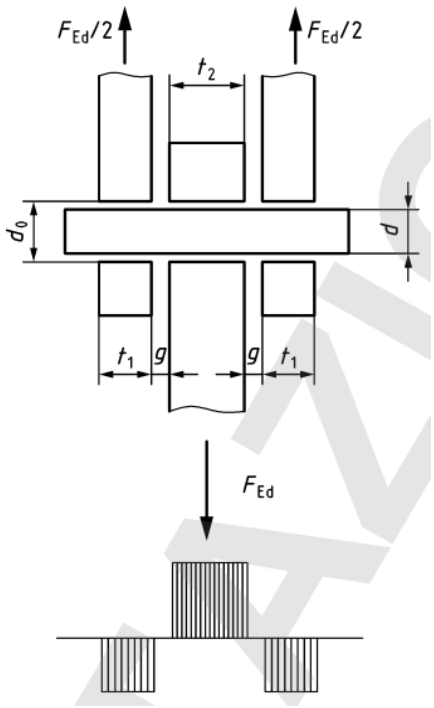
d =	40	[mm]
d_0 =	42	[mm]
A =	1257	[mm^2]
t_1 =	10	[mm]
t_2 =	20	[mm]
g =	3	[mm]
$t_{2,min}$ =	16.8	[mm]

Verifiche SLU		
$F_{v,Rd}$ =	308	[kN]
$F_{Ed,SLU}$ / $F_{v,Rd}$ =	0.14	

$F_{b,Rd}$ =	406	[kN]
$F_{Ed,SLU}$ / $F_{b,Rd}$ =	0.11	

$M_{Ed,SLU}$ =	0.286	[kN m]
W_{el} =	6283	[mm^3]
M_{Rd} =	3.186	[kN m]
$M_{Ed,SLU}$ / M_{Rd} =	0.09	

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com



Verifiche SLE		
$F_{b,Rd,ser}$ =	170.4	[kN]
$M_{Rd,ser}$ =	1.78	[kN m]
$F_{Ed,SLE}$ / $F_{b,Rd,ser}$ =	0.18	
$M_{Ed,SLE}$ =	0.20	[kN m]
$M_{Ed,SLE}$ / $M_{Rd,ser}$ =	0.11	

3.8.2 Connessione alla base del pilastro HEA 240

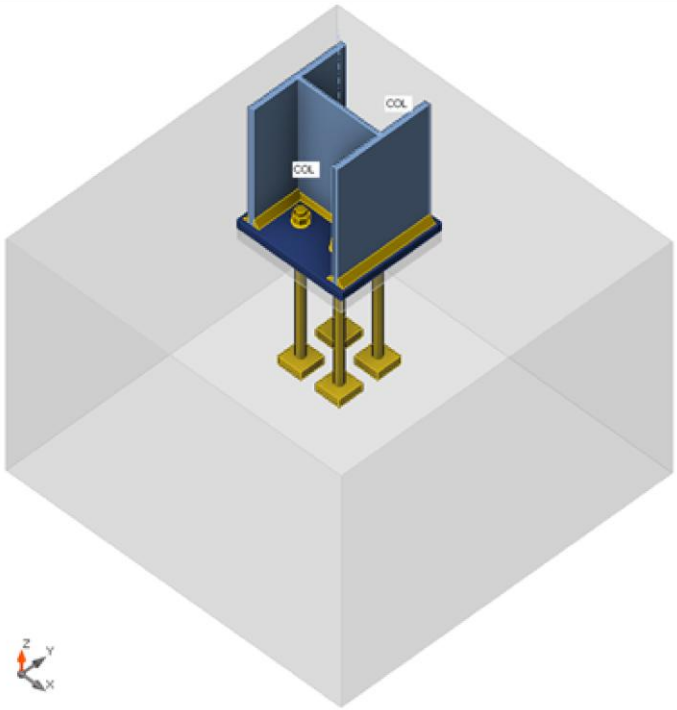
Membrature

Geometria

Nome	Sezione	β – Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
COL	1 - CON1(HEA240)	0,0	90,0	0,0	0	0	0

Vincoli e forze

Nome	Appoggio	Forze in	X [mm]
COL / fine		Nodo	0



Sezioni

Nome	Materiale
1 - CON1(HEA240)	S 355

Ancoraggi

Nome	Diametro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm^2]
M20 8.8	20	640,0	800,0	314

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	COL / Fine	-4,8	1,4	27,6	0,0	0,0	0,0

Forze non equilibrate

Nome	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	-27,6	1,4	-4,8	0,0	0,0	0,0

Blocco di fondazione

Elemento	Valore	Unità
CB 1		
Dimensioni	860 x 870	mm
Altezza	600	mm
Ancoraggio	M20 8.8	
Lunghezza di ancoraggio	300	mm
Trasferimento dello sforzo di taglio	Ancoraggi	
Giunto di malta	30	mm

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Verifica Stato
Analisi	100,0%	OK
Piastre	0,0 < 5,0%	OK
Ancoraggi	51,2 < 100%	OK
Saldature	4,3 < 100%	OK
Blocco di calcestruzzo	0,4 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

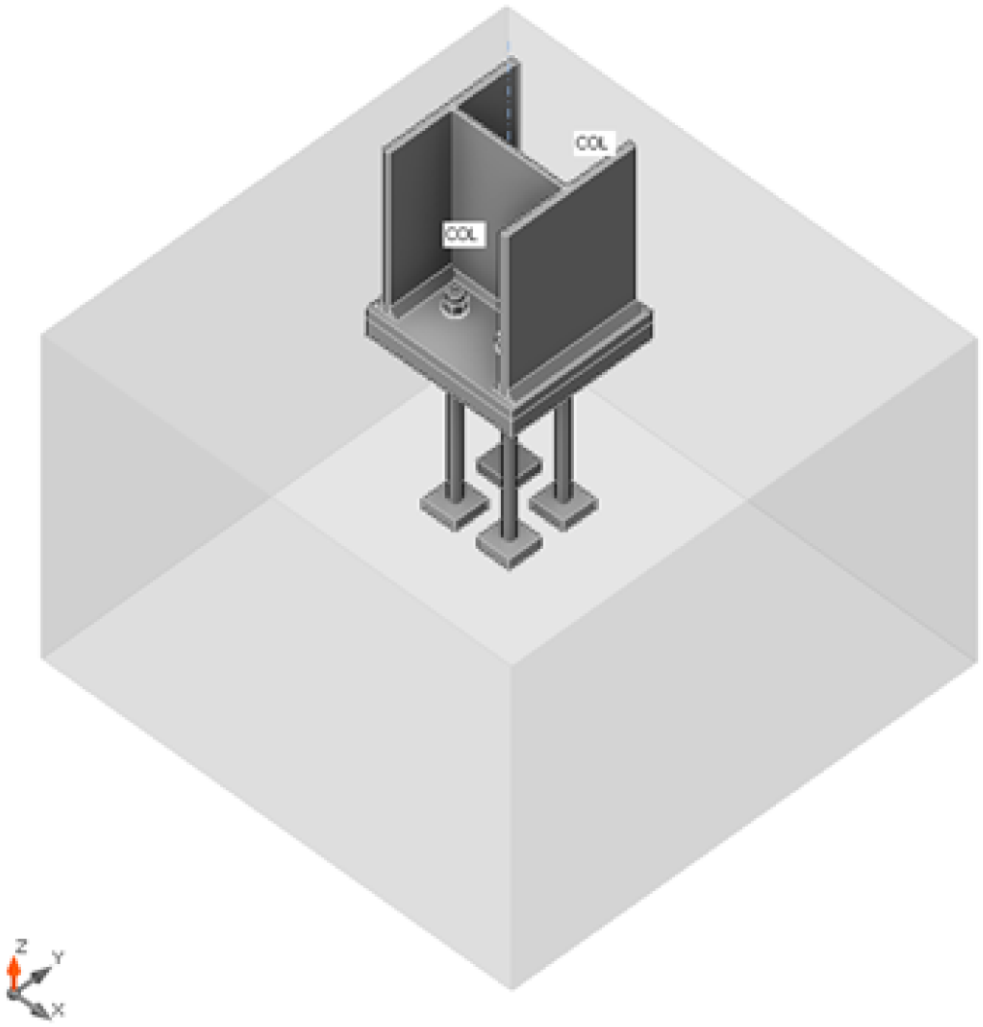
Nome	t_p [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
COL-bfl 1	12,0	LE1	15,8	0,0	0,0	OK
COL-tfl 1	12,0	LE1	14,7	0,0	0,0	OK
COL-w 1	7,5	LE1	30,7	0,0	0,0	OK
BP1	20,0	LE1	16,1	0,0	0,0	OK

Dati Progetto

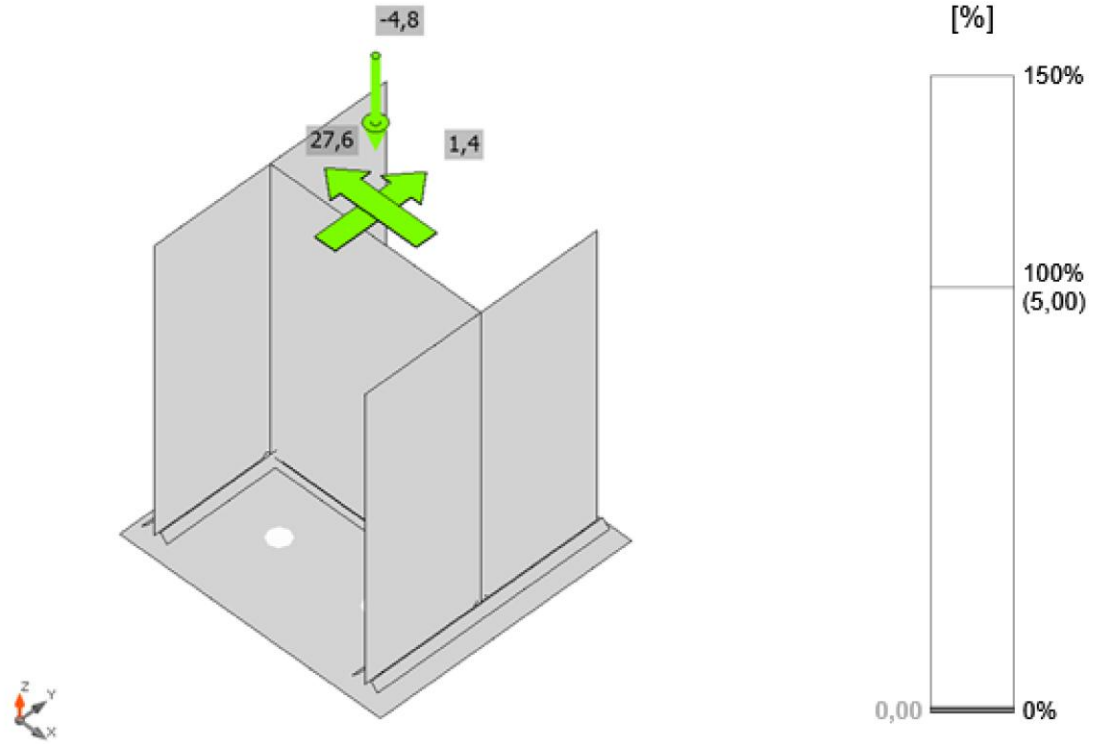
Materiale	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

Spiegazione dei simboli

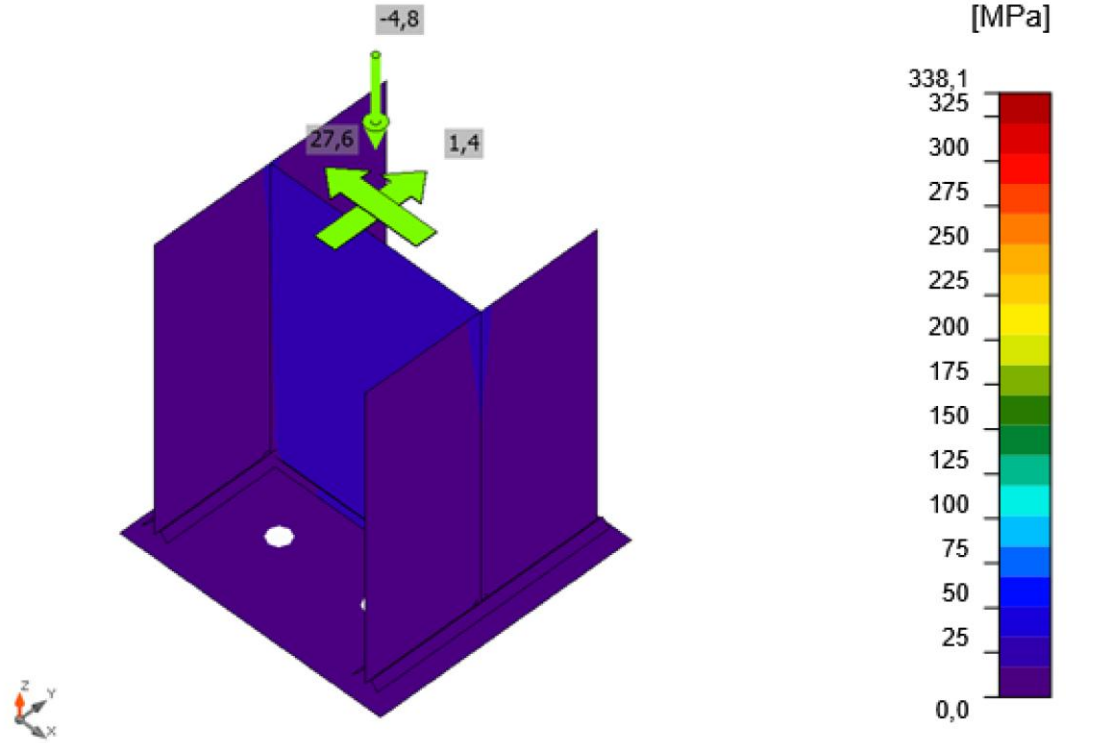
t_p	Spessore piastra
σ_{Ed}	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ε_{lim}	Limite di deformazione plastica



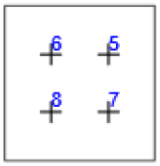
Verifica globale, LE1



Verifica deformazione, LE1



Sforzo equivalente, LE1

Forma	Elemento	Carichi	N_{Ed} [kN]	V_{Ed} [kN]	$N_{Rd,p}$ [kN]	$V_{Rd,s}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$V_{Rd,cp}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	A5	LE1	0,0	6,9	410,7	16,6	53,8	335,6	0,0	51,2	36,7	OK	OK
	A6	LE1	0,0	6,9	410,7	16,6	53,8	335,6	0,0	51,2	36,7	OK	OK
	A7	LE1	0,0	6,9	410,7	16,6	107,2	335,6	0,0	41,5	4,6	OK	OK
	A8	LE1	0,0	6,9	410,7	16,6	-	335,6	0,0	41,4	2,4	OK	OK

Dati Progetto

Classe	$N_{Rd,s}$ [kN]
M20 8.8 - 1	111,1

Spiegazione dei simboli

N_{Ed}	Forza di trazione
V_{Ed}	Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$N_{Rd,p}$	Resistenza di progetto in caso di rottura per pull-out - EN 1992-4 – 7.2.1.5
$V_{Rd,s}$	Resistenza di progetto a taglio di un elemento di fissaggio in caso di rottura dell'acciaio - EN 1992-4 – 7.2.2.3.2
$V_{Rd,c}$	Resistenza di progetto in caso di rottura del cono di calcestruzzo sotto carico di taglio - EN 1992-4 – 7.2.2.5
$V_{Rd,cp}$	Resistenza di progetto in caso di rottura del calcestruzzo per pryout - EN 1992-4 – 7.2.2.4
Ut_t	Utilizzo in trazione
Ut_s	Utilizzo a taglio
Ut_{ts}	Utilizzo in trazione e taglio
$N_{Rd,s}$	Resistenza di progetto alla trazione di un elemento di fissaggio in caso di rottura dell'acciaio - EN 1992-4 – 7.2.1.3

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
BP1	COL-bfl 1	◢ 10,0 ◣	238	LE1	4,0	0,0	-2,3	-1,0	-1,6	0,9	0,0	OK	OK
		◢ 10,0 ◣	238	LE1	4,6	0,0	0,4	0,4	2,6	1,1	0,0	OK	OK
BP1	COL-tfl 1	◢ 10,0 ◣	238	LE1	4,6	0,0	-1,4	0,0	-2,5	1,1	0,0	OK	OK
		◢ 10,0 ◣	238	LE1	3,9	0,0	1,9	-0,4	1,9	0,9	0,0	OK	OK
BP1	COL-w 1	◢ 6,0 ◣	216	LE1	18,7	0,0	-0,8	-0,8	10,8	4,3	4,3	OK	OK
		◢ 6,0 ◣	216	LE1	18,7	0,0	-0,8	0,8	-10,8	4,3	4,3	OK	OK

Dati Progetto

Materiale	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	490,0	0,90	435,6	352,8

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Spiegazione dei simboli

T_w	Spessore della gola a
L	Lunghezza
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
Ut	Utilizzo
Ut_c	Stima della capacità della saldatura
◢	Saldatura riempita
f_u	Resistenza ultima della saldatura
β_w	Fattore di correlazione EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
0.9 σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare: 0.9*fu/γM2

Elemento	Carichi	c [mm]	A_{eff} [mm^2]	σ [MPa]	k_j [-]	f_{jd} [MPa]	Ut [%]	Stato
CB 1	LE1	33	33726	0,1	3,00	40,2	0,4	OK

Spiegazione dei simboli

c	Larghezza del supporto
A_{eff}	Area effettiva
σ	Tensione media nel calcestruzzo
k_j	Fattore di Concentrazione
f_{jd}	La portata ultima del basamento in calcestruzzo
Ut	Utilizzo

Stabilità

Analisi stabilità non calcolata.

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Coefficiente di sicurezza γ_{M0}	1,05	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M1}	1,05	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Coefficiente di sicurezza γ_{C}	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Coefficiente di sicurezza γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0,25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0,40	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0,05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	Si		
Distanza tra i bulloni [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di αb calcolato nella verifica a rifollamento.	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	Si		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

3.8.3 Coprigiunto trave HEA 240

Elemento di progetto Trave di facciata - Flangia

Progetto

Nome	Trave di facciata - Flangia
Descrizione	
Analisi	Sforzo, deformazione/ carichi in equilibrio

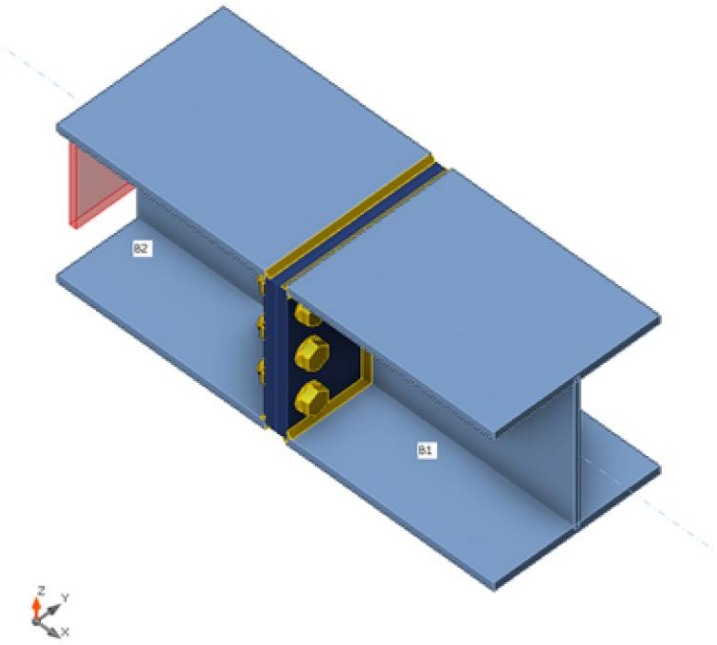
Membrature

Geometria

Nome	Sezione	β – Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
B1	8 - HEA240	0,0	0,0	0,0	0	0	0
B2	8 - HEA240	180,0	0,0	0,0	0	0	0

Vincoli e forze

Nome	Appoggio	Forze in	X [mm]
B1 / fine		Nodo	0
B2 / fine	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Nodo	0



Sezioni

Nome	Materiale
8 - HEA240	S 355

Bulloni

Nome	Diametro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm^2]
M20 10.9	20	900,0	1000,0	314

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1 / Fine	183,0	5,0	-31,0	0,0	0,0	0,0
	B2 / Fine	183,0	5,0	31,0	0,0	0,0	0,0

Forze non equilibrate

Nome	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Verifica Stato
Analisi	100,0%	OK
Piastre	0,0 < 5,0%	OK
Bulloni	37,8 < 100%	OK
Saldature	33,2 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

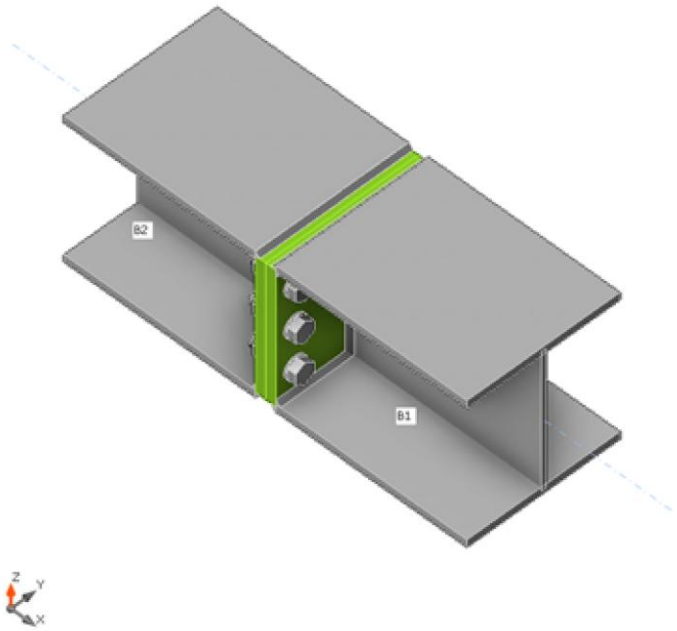
Nome	t_p [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
B1-bfl 1	12,0	LE1	187,1	0,0	0,0	OK
B1-tfl 1	12,0	LE1	172,7	0,0	0,0	OK
B1-w 1	7,5	LE1	78,0	0,0	0,0	OK
B2-bfl 1	12,0	LE1	172,6	0,0	0,0	OK
B2-tfl 1	12,0	LE1	187,2	0,0	0,0	OK
B2-w 1	7,5	LE1	78,2	0,0	0,0	OK
PP1a	16,0	LE1	302,4	0,0	35,8	OK
PP1b	16,0	LE1	301,8	0,0	35,8	OK

Dati Progetto

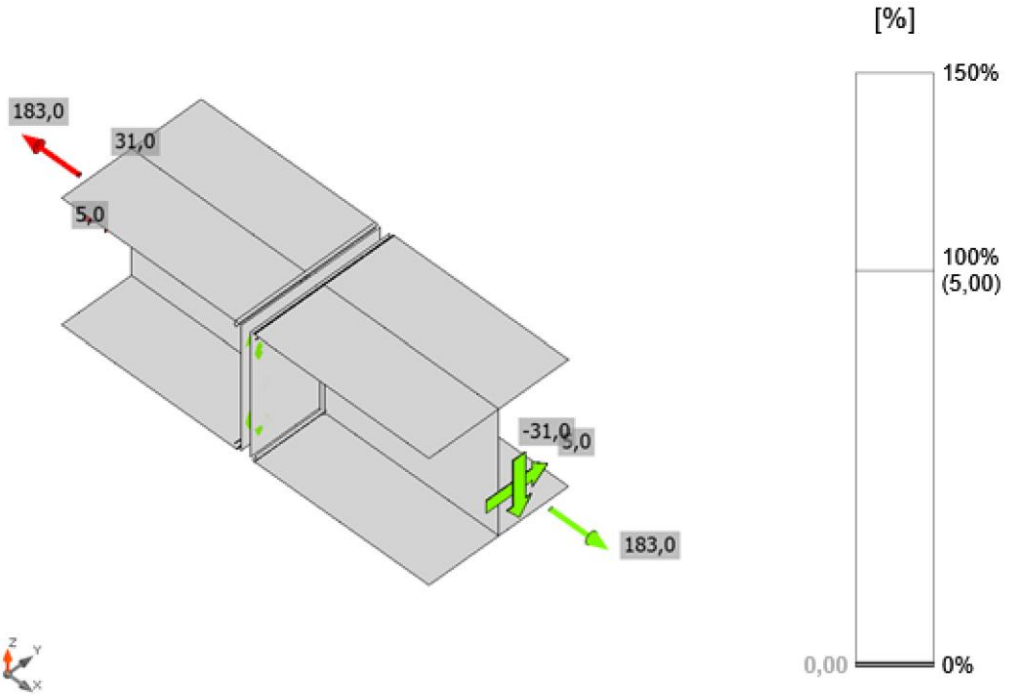
Materiale	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

Spiegazione dei simboli

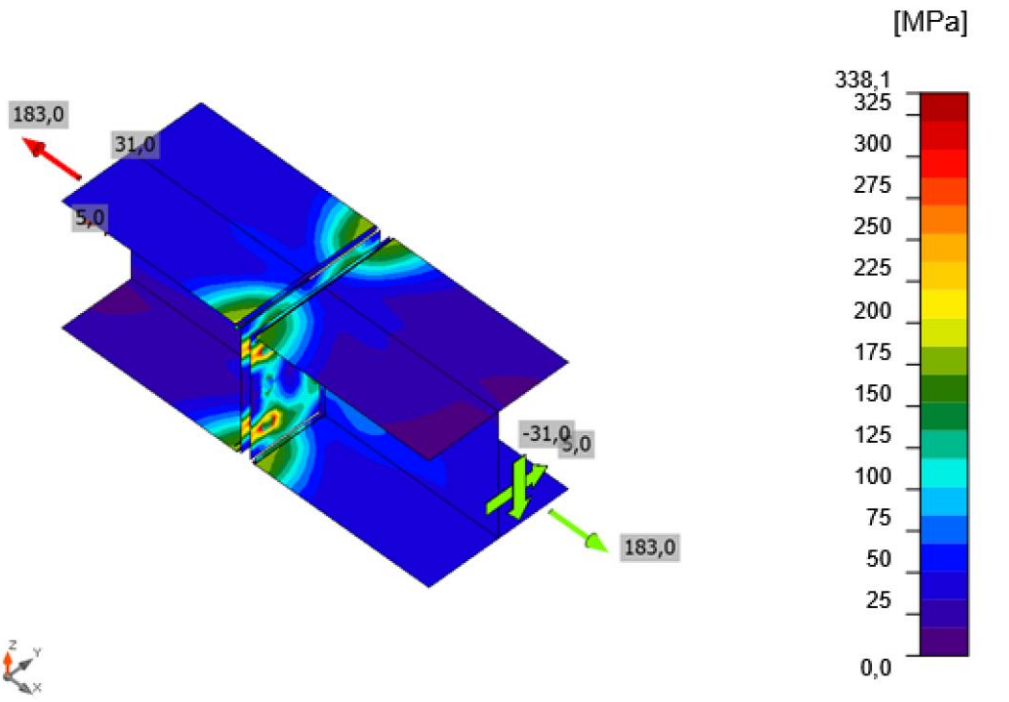
t_p	Spessore piastra
σ_{Ed}	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ε_{lim}	Limite di deformazione plastica



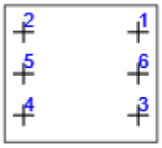
Verifica globale, LE1



Verifica deformazione, LE1



Sforzo equivalente, LE1

Forma	Elemento	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	M20 10.9 - 1	LE1	66,7	5,2	169,2	37,8	5,3	32,3	OK	OK
	B2	M20 10.9 - 1	LE1	66,7	5,3	169,1	37,8	5,4	32,4	OK	OK
	B3	M20 10.9 - 1	LE1	66,7	5,3	169,1	37,8	5,4	32,4	OK	OK
	B4	M20 10.9 - 1	LE1	66,7	5,2	169,2	37,8	5,3	32,3	OK	OK
	B5	M20 10.9 - 1	LE1	18,3	5,3	194,5	10,4	5,4	12,8	OK	OK
	B6	M20 10.9 - 1	LE1	18,4	5,3	194,5	10,4	5,4	12,8	OK	OK

Dati Progetto

Classe	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M20 10.9 - 1	176,4	375,5	98,0

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$F_{v,Ed}$	Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilizzo in trazione
Ut_s	Utilizzo a taglio
Ut_{ts}	Interazione di trazione e taglio EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
PP1a	B1-bfl 1	◢ 5,0 ◣	238	LE1	144,8	0,0	97,3	37,9	-49,0	33,2	30,1	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	238	LE1	72,4	0,0	-27,7	-4,0	38,4	16,6	10,1	OK	OK
PP1a	B1-tfl 1	◢ 5,0 ◣	238	LE1	69,9	0,0	-21,1	2,2	-38,4	16,0	9,8	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	238	LE1	130,1	0,0	90,8	-41,5	-34,2	29,9	28,0	OK	OK
PP1a	B1-w 1	◢ 5,0 ◣	212	LE1	75,9	0,0	34,8	35,4	-16,2	17,4	9,6	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	212	LE1	75,5	0,0	35,5	-35,0	16,0	17,3	9,8	OK	OK
PP1b	B2-bfl 1	◢ 5,0 ◣	238	LE1	129,9	0,0	90,8	41,5	34,1	29,8	27,9	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	238	LE1	69,8	0,0	-21,0	-2,2	38,3	16,0	9,8	OK	OK
PP1b	B2-tfl 1	◢ 5,0 ◣	238	LE1	72,4	0,0	-28,0	4,1	-38,3	16,6	10,1	OK	OK

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
		◢ 5,0 ◣	238	LE1	144,6	0,0	97,1	-37,8	49,0	33,2	30,1	OK	OK
PP1b	B2-w 1	◢ 5,0 ◣	212	LE1	75,3	0,0	32,6	33,2	20,9	17,3	10,8	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	212	LE1	75,4	0,0	35,6	-35,6	-14,5	17,3	11,5	OK	OK

Dati Progetto

Materiale	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	490,0	0,90	435,6	352,8

Spiegazione dei simboli

T_w	Spessore della gola a
L	Lunghezza
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
Ut	Utilizzo
Ut_c	Stima della capacità della saldatura
◢	Saldatura riempita
f_u	Resistenza ultima della saldatura
β_w	Fattore di correlazione EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
0.9 σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare: 0.9*fu/γM2

Stabilità

Analisi stabilità non calcolata.

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Coefficiente di sicurezza γ_{M0}	1,05	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M1}	1,05	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Coefficiente di sicurezza γ_{C}	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Coefficiente di sicurezza γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0,25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0,40	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0,05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	Si		
Distanza tra i bulloni [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di αb calcolato nella verifica a rifollamento.	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	Si		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

3.8.4 Coprigiunto trave a T

Elemento di progetto T di facciata - Flangia

Progetto

Nome	T di facciata - Flangia
Descrizione	
Analisi	Sforzo, deformazione/ carichi in equilibrio

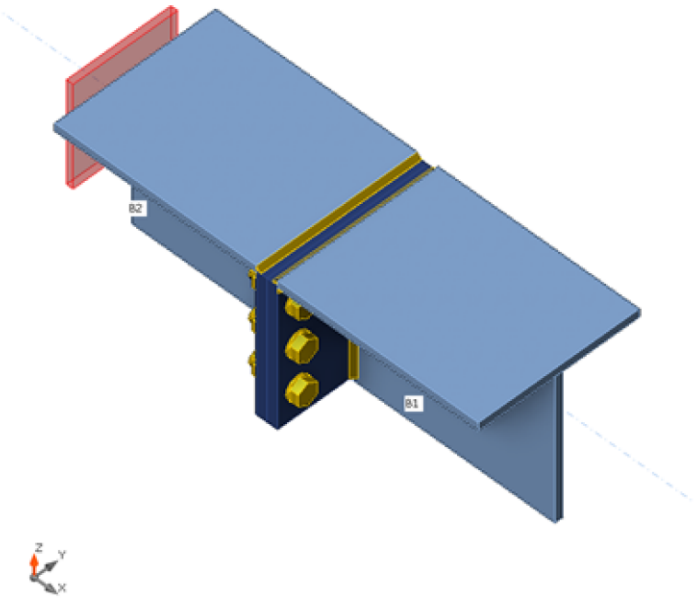
Membrature

Geometria

Nome	Sezione	β – Direzione [°]	γ - Pendenza [°]	α - Rotazione [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
B1	13 - Tw230x240x12(Tw230x240)	0,0	0,0	0,0	0	0	0
B2	14 - Tw230x240	180,0	0,0	0,0	0	0	0

Vincoli e forze

Nome	Appoggio	Forze in	X [mm]
B1 / fine		Nodo	0
B2 / fine	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Nodo	0



Sezioni

Nome	Materiale
13 - Tw230x240x12(Tw230x240)	S 355
14 - Tw230x240	S 355

Bulloni

Nome	Diametro [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Superficie lorda [mm^2]
M20 10.9	20	900,0	1000,0	314

Effetti del carico (forze in equilibrio)

Nome	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1 / Fine	34,0	3,0	24,0	0,0	0,0	0,0
	B2 / Fine	34,0	3,0	-24,0	0,0	0,0	0,0

Forze non equilibrate

Nome	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Verifica

Riassunto

Nome	Valore	Verifica Stato
Analisi	100,0%	OK
Piastre	0,0 < 5,0%	OK
Bulloni	12,8 < 100%	OK
Saldature	11,7 < 100%	OK
Stabilità	Non calcolato	

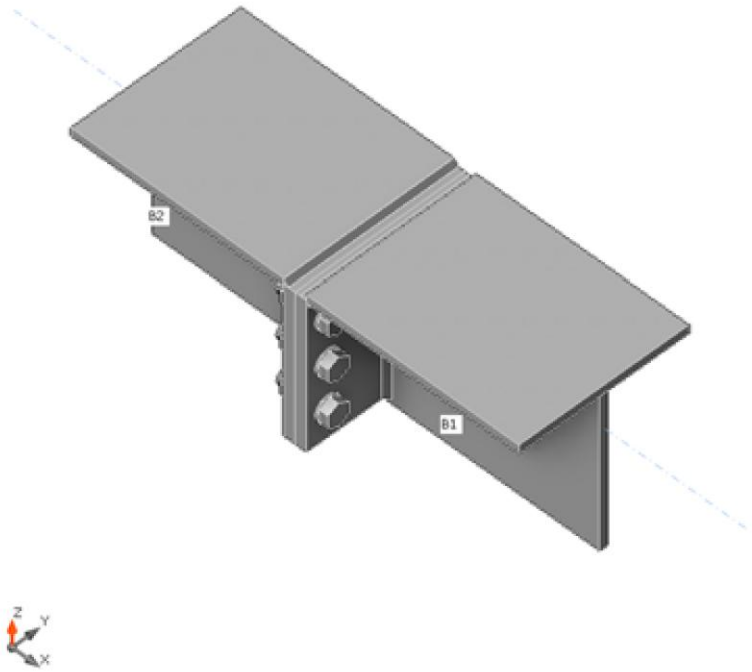
Nome	t_p [mm]	Carichi	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Stato
B1-tfl 1	12,0	LE1	68,4	0,0	0,0	OK
B1-w 1	12,0	LE1	37,2	0,0	0,0	OK
B2-tfl 1	12,0	LE1	60,0	0,0	0,0	OK
B2-w 1	12,0	LE1	49,3	0,0	0,0	OK
PP1a	16,0	LE1	108,4	0,0	10,5	OK
PP1b	16,0	LE1	105,1	0,0	10,5	OK

Dati Progetto

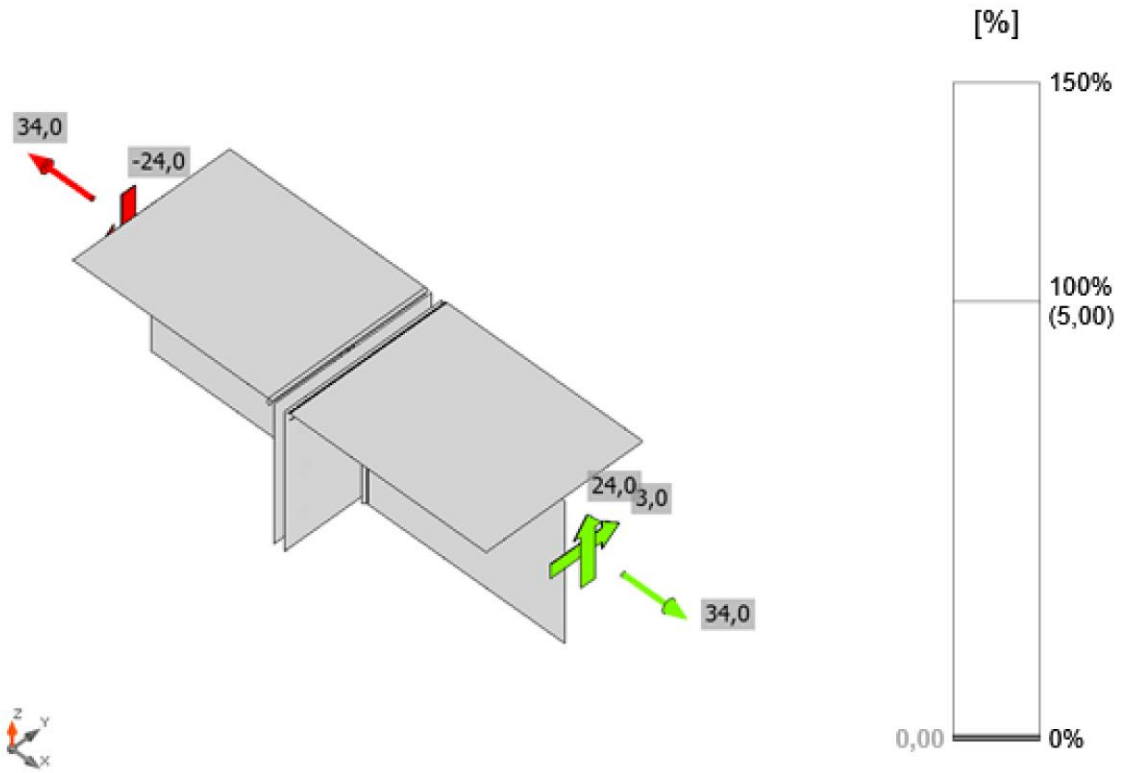
Materiale	f_y [MPa]	ε_{lim} [%]
S 355	355,0	5,0

Spiegazione dei simboli

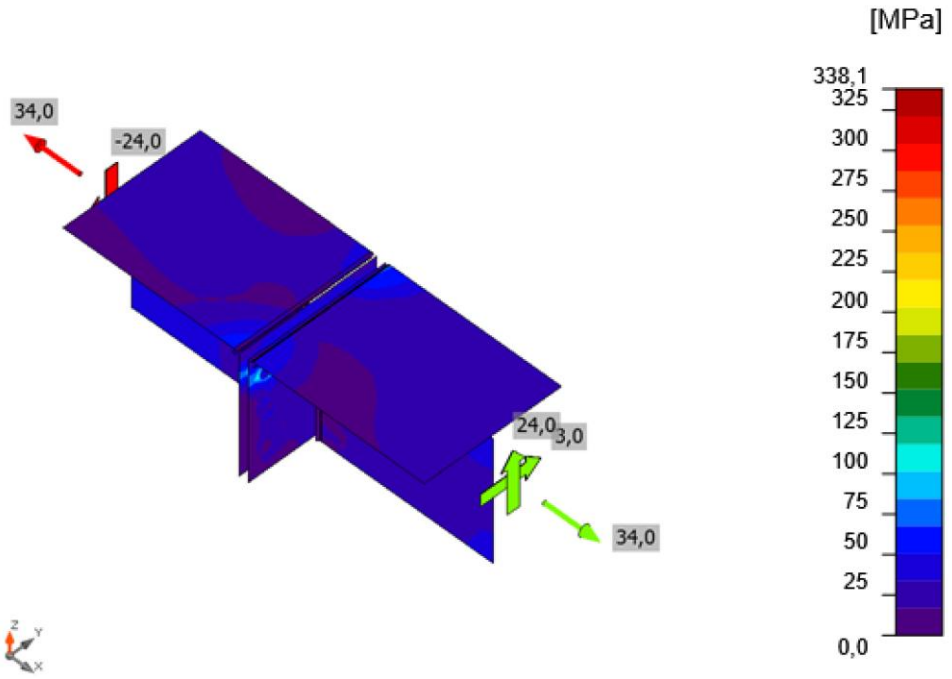
t_p	Spessore piastra
σ_{Ed}	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione Plastica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensione di contatto
f_y	Tensione di snervamento
ε_{lim}	Limite di deformazione plastica



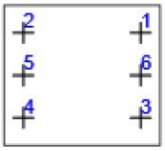
Verifica globale, LE1



Verifica deformazione, LE1



Sforzo equivalente, LE1

Forma	Elemento	Classe	Carichi	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_t [%]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Dettagli costruttivi	Stato
	B1	M20 10.9 - 1	LE1	20,8	4,1	168,3	11,8	4,2	12,6	OK	OK
	B2	M20 10.9 - 1	LE1	20,8	4,3	169,7	11,8	4,4	12,8	OK	OK
	B3	M20 10.9 - 1	LE1	4,9	3,7	169,1	2,8	3,8	5,8	OK	OK
	B4	M20 10.9 - 1	LE1	4,9	4,0	169,1	2,8	4,1	6,1	OK	OK
	B5	M20 10.9 - 1	LE1	5,2	4,1	195,2	2,9	4,2	6,3	OK	OK
	B6	M20 10.9 - 1	LE1	5,2	4,0	194,6	2,9	4,1	6,2	OK	OK

Dati Progetto

Classe	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M20 10.9 - 1	176,4	375,5	98,0

Spiegazione dei simboli

$F_{t,Ed}$	Forza di trazione
$F_{v,Ed}$	Risultante delle forze di taglio del bullone Vy e Vz nei piani di taglio
$F_{b,Rd}$	Resistenza di progetto della piastra EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
Ut_t	Utilizzo in trazione
Ut_s	Utilizzo a taglio
Ut_{ts}	Interazione di trazione e taglio EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{t,Rd}$	Resistenza a trazione dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$B_{p,Rd}$	Resistenza a taglio a punzonamento EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
$F_{v,Rd}$	Resistenza a taglio dei bulloni EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Elemento	Bordo	T_w [mm]	L [mm]	Carichi	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ε_{Pl} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	Ut [%]	Ut_c [%]	Dettagli costruttivi	Stato
PP1a	B1-tfl 1	◢ 5,0 ◣	238	LE1	24,2	0,0	-11,4	2,2	-12,1	5,5	5,5	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	238	LE1	50,8	0,0	38,4	-17,9	-6,7	11,7	11,3	OK	OK
PP1a	B1-w 1	◢ 5,0 ◣	208	LE1	29,2	0,0	12,2	12,0	-9,6	6,7	6,7	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	208	LE1	32,3	0,0	8,6	-8,9	15,6	7,4	6,8	OK	OK
PP1b	B2-tfl 1	◢ 5,0 ◣	238	LE1	22,1	0,0	-6,0	0,9	-12,3	5,1	5,1	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	238	LE1	44,4	0,0	33,1	-15,7	-6,8	10,2	9,8	OK	OK
PP1b	B2-w 1	◢ 5,0 ◣	208	LE1	42,7	0,0	11,5	11,2	20,9	9,8	7,5	OK	OK
		◢ 5,0 ◣	209	LE1	32,8	0,0	-9,0	-7,3	-16,7	7,5	7,5	OK	OK

Dati Progetto

Materiale	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9 σ [MPa]
S 355	490,0	0,90	435,6	352,8

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Spiegazione dei simboli

T_w	Spessore della gola a
L	Lunghezza
$\sigma_{w,Ed}$	Sforzo equivalente
ε_{Pl}	Deformazione
$\sigma_{\perp}$	Tensione perpendicolare
$\tau_{\perp}$	Sforzo di taglio perpendicolare all'asse della saldatura
$\tau_{\parallel}$	Sforzo di taglio parallelo all'asse della saldatura
Ut	Utilizzo
Ut_c	Stima della capacità della saldatura
◢	Saldatura riempita
f_u	Resistenza ultima della saldatura
β_w	Fattore di correlazione EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Resistenza sforzo equivalente
0.9 σ	Resistenza allo sforzo perpendicolare: 0.9*fu/γM2

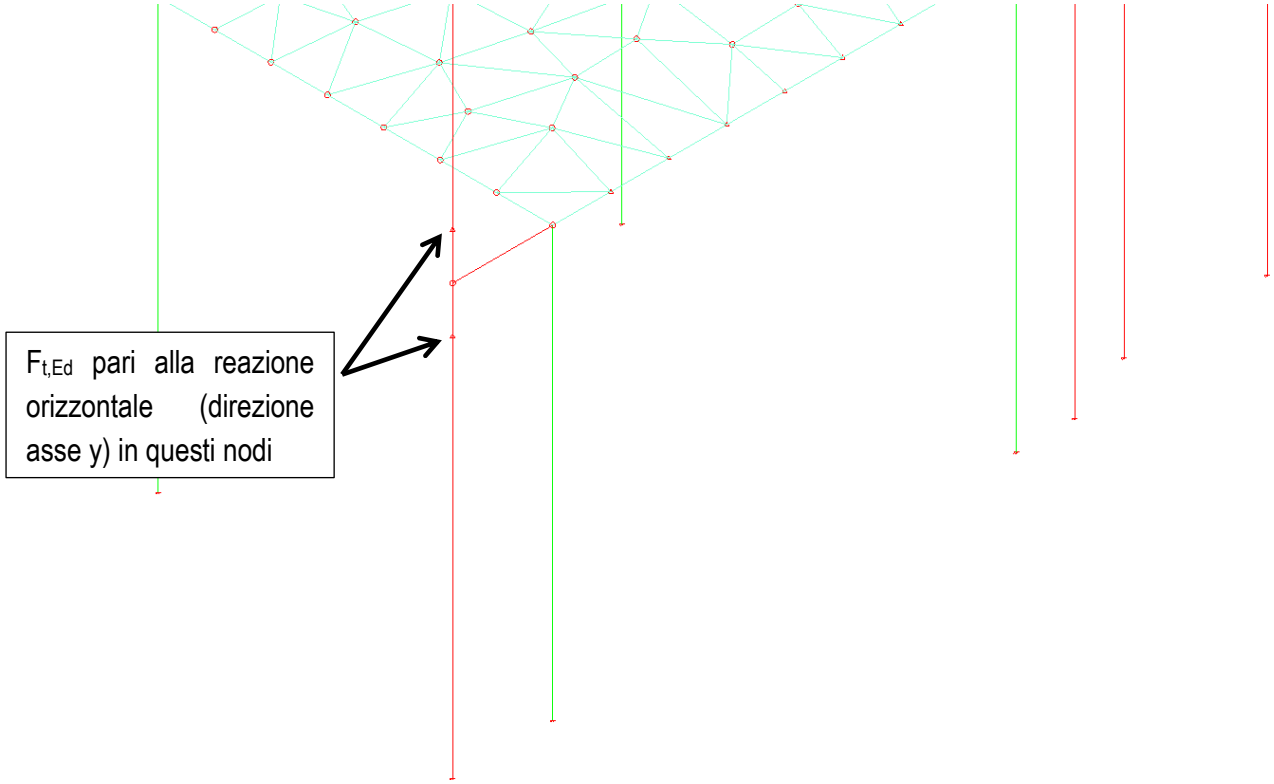
Stabilità

Analisi stabilità non calcolata.

Impostazioni codice

Elemento	Valore	Unità	Riferimento
Coefficiente di sicurezza γ_{M0}	1,05	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M1}	1,05	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
Coefficiente di sicurezza γ_{M3}	1,25	-	EN 1993-1-8: 2.2
Coefficiente di sicurezza γ_C	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
Coefficiente di sicurezza γ_{Inst}	1,20	-	EN 1992-4: Table 4.1
Coefficiente unione βj	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Area effettiva - influenza della dimensione della mesh	0,10	-	
Coefficiente di attrito - calcestruzzo	0,25	-	EN 1993-1-8
Coefficiente di attrito in resistenza all'attrito	0,40	-	EN 1993-1-8 scheda 3.7
Deformazione plastica limite	0,05	-	EN 1993-1-5
Dettagli costruttivi	Si		
Distanza tra i bulloni [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Distanza tra i bulloni e il bordo [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: scheda 3.3
Resistenza a rottura conica del calcestruzzo	Entrambi		EN 1992-4: 7.2.1.4 and 7.2.2.5
Usa il valore di αb calcolato nella verifica a rifollamento.	Si		EN 1993-1-8: scheda 3.4
Calcestruzzo fessurato	Si		EN 1992-4
Verifica di deformazione locale	Si		CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Limite di deformazione locale	0,03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Non linearità geometrica (GMNA)	Si		Grandi deformazioni per sezioni cave
Sistema controventato	No		EN 1993-1-8: 5.2.2.5

3.8.5 Verifica ancoraggi laterali travi HEA 240



AZIONI SOLLECITANTI		
$F_{v,Ed}$ =		[kN]
$F_{t,Ed}$ =	98	[kN]

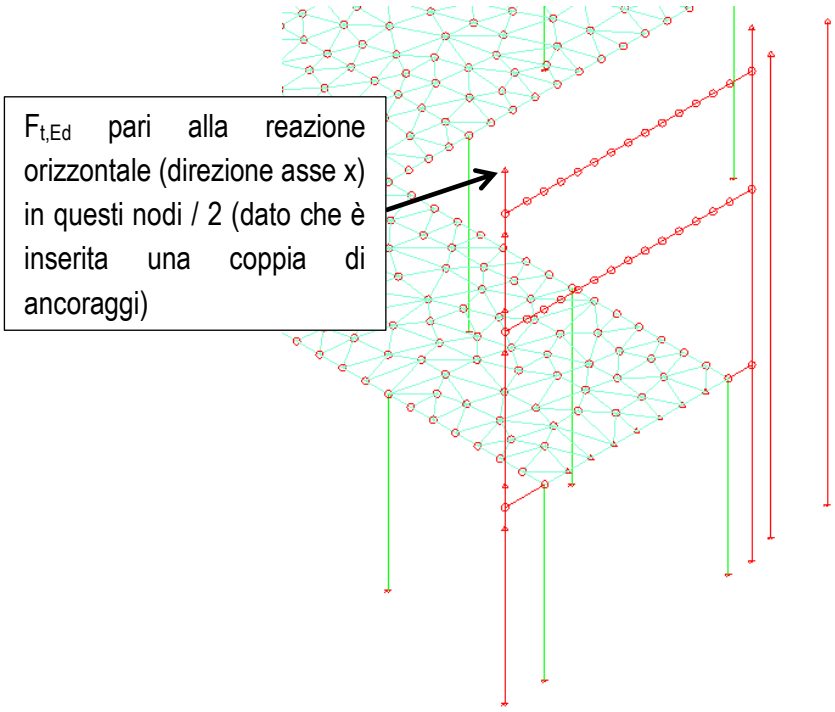
CALCESTRUZZO			
f_{ck} =	30	[N/mm^2]	
γ_c =	1.5		Punto 4.1.2.1.1.1 delle NTC 2018
α_{cc} =	0.85		Punto 4.1.2.1.1.1 delle NTC 2018
f_{cd} =	17.00	[N/mm^2]	Resistenza di progetto a compressione - Punto 4.1.2.1.1.1 delle NTC 2018
f_{ctm} =	2.90	[N/mm^2]	Punto 11.2.10.2 delle NTC 2018
$f_{ctk0,05}$ =	2.03	[N/mm^2]	Punto 11.2.10.2 delle NTC 2018
η_1 =	0.70		
η_2 =	1.00		
f_{bk} =	3.19	[N/mm^2]	
f_{bd} =	2.13	[N/mm^2]	Tensione tangenziale di aderenza di progetto - Punto 4.1.2.1.1.4 delle NTC 2018

VERIFICHE BULLONI			
Bullone =	M20		
A_{res} =	245	[mm^2]	
d =	20	[mm]	
f_{tbk} =	800	[N/mm^2]	
γ_{M2} =	1.25		
$F_{v,Rd}$ =	94	[kN]	Resistenza a taglio
$F_{v,Ed}$ / $F_{v,Rd}$ =	0.00		
$F_{t,Rd}$ =	141	[kN]	Resistenza a trazione
$F_{t,Ed}$ / $F_{t,Rd}$ =	0.69		
Φ =	0.50		Verifica taglio e trazione

VERIFICA RONDELLA			
f_{yd} =	338	[N/mm^2]	
D =	100	[mm]	
s =	15	[mm]	
A =	7540	[mm^2]	
f_c =	13.0	[N/mm^2]	
f_c / f_{cd} =	0.76	**VERIFICATO**	Verifica pressione di contatto sul calcestruzzo
b =	1.00	[mm]	
M_{Ed} =	11739	[N mm]	
W_{pl} =	56	[mm^3]	
M_{Rd} =	18112	[N mm]	
M_{Ed} / M_{Rd} =	0.65	**VERIFICATO**	Verifica a flessione della rondella

VERIFICA A SFILAMENTO			
L_b =	400	[mm]	
A_{lat} =	125664	[mm^2]	
F_b =	268	[kN]	
F_b / $F_{t,Ed}$ =	0.37	**VERIFICATO**	Verifica a sfilamento del cilindro di cls

3.8.6 Verifica ancoraggi superiori travi HEA 240



AZIONI SOLLECITANTI		
$F_{v,Ed}$ =		[kN]
$F_{t,Ed}$ =	22	[kN]

CALCESTRUZZO			
FC =	1.09		Fattore di confidenza
f_{ck} =	16	[N/mm^2]	
γ_c =	1.5		Punto 4.1.2.1.1.1 delle NTC 2018
α_{cc} =	0.85		Punto 4.1.2.1.1.1 delle NTC 2018
f_{cd} =	9.07	[N/mm^2]	Resistenza di progetto a compressione - Punto 4.1.2.1.1.1 delle NTC 2018
f_{ctm} =	1.90	[N/mm^2]	Punto 11.2.10.2 delle NTC 2018
$f_{ctk0,05}$ =	1.33	[N/mm^2]	Punto 11.2.10.2 delle NTC 2018
η_1 =	0.70		
η_2 =	1.00		
f_{bk} =	2.10	[N/mm^2]	
f_{bd} =	1.40	[N/mm^2]	Tensione tangenziale di aderenza di progetto - Punto 4.1.2.1.1.4 delle NTC 2018

VERIFICHE BULLONI			
Bullone =	M16		
A_{res} =	157	[mm^2]	
d =	16	[mm]	
f_{tbk} =	800	[N/mm^2]	
γ_{M2} =	1.25		
$F_{v,Rd}$ =	60	[kN]	Resistenza a taglio
$F_{v,Ed}$ / $F_{v,Rd}$ =	0.00		
$F_{t,Rd}$ =	90	[kN]	Resistenza a trazione
$F_{t,Ed}$ / $F_{t,Rd}$ =	0.24		
Φ =	0.17		Verifica taglio e trazione

VERIFICA A SFILAMENTO			
L_b =	400	[mm]	
A_{lat} =	20106	[mm^2]	
F_b =	26	[kN]	
F_b / $F_{t,Ed}$ =	0.85	**VERIFICATO**	Verifica a sfilamento della barra

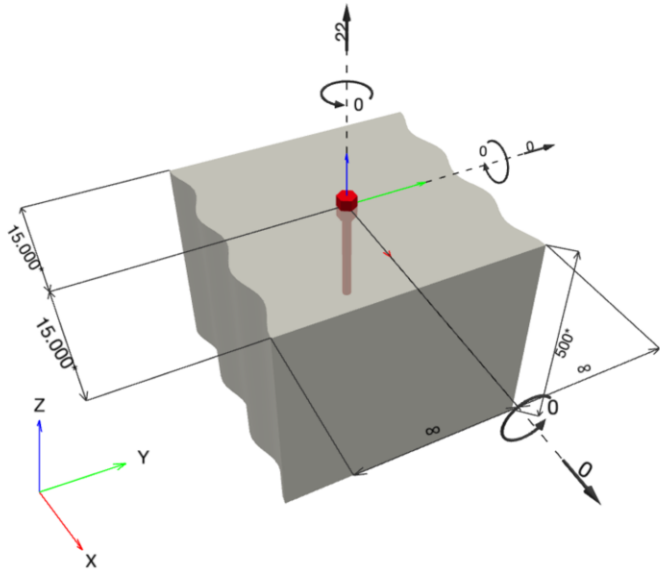
MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

Verifica con connettori commerciali HILTI o similari:

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	**HIT-HY 200-A V3 100 anni + HIT-Z-R M16**
Vita utile (durata in anni):	100
Codice articolo:	2018437 HIT-Z-R M16x240 (inserire) / 2377669 HIT-HY 200-A V3 (resina)
Specification text:	Hilti SAFEset HIT-Z A4 ancorante chimico ad espansione senza pulizia with HIT-HY 200-A V3 Resina ad iniezione with 190 mm embedment hef, M16, Acciaio INOX, SAFEset - Pulizia automatica installation per ETA 19/0632
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act}$ = 190,0 mm ($h_{ef,limit}$ = - mm)
Materiale:	A4
Certificazione No.:	ETA 19/0632
Emesso I Valido:	08/06/2023 | -
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, meccanica
Fissaggio distanziato:	
Profilo:	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C20/25, $f_{c,cyl}$ = 20,00 N/mm^2; h =500,0 mm, Temp. Breve/Lunga: 0/0 °C, Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente γ_c = 1,500
Installazione:	**Foro trapanato con pulizia automatica, Condizioni di installazione: asciutto**
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature >= 150 mm (qualunque Ø) o >= 100 mm (Ø <= 10 mm)
	senza armatura di bordo longitudinale

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	Combinazione 1	N = 22,000; V_x = 0,000; V_y = 0,000; M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;	no	no	37

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

Carichi sull'ancorante [kN]
Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	22,000	0,000	0,000	0,000

3 Carico di trazione (EN 1992-4, sezione 7.2.1)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	22,000	64,000	35	OK
Rottura per sfilamento*	22,000	70,000	32	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	22,000	60,124	37	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,s} = \frac{N_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.1

$N_{Rk,s}$ [kN]	γ_{Ms}	$N_{Rd,s}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
96,000	1,500	64,000	22,000

3.2 Rottura per sfilamento

$$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{\psi_c \cdot N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.1

$N_{Rk,p}$ [kN]	ψ_c	γ_{Mp}	$N_{Rd,p}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
105,000	1,000	1,500	70,000	22,000

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$$N_{Ed} \le N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$$ EN 1992-4, Tabella 7.1

$$N_{Rk,c} = N^0_{Rk,c} \cdot \frac{A_{c,N}}{A^0_{c,N}} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N}$$ EN 1992-4, Eq. (7.1)

$$N^0_{Rk,c} = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$$ EN 1992-4, Eq. (7.2)

$$A^0_{c,N} = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$$ EN 1992-4, Eq. (7.3)

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} \le 1,00$$ EN 1992-4, Eq. (7.4)

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,1}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{N,2}}{s_{cr,N}}\right)} \le 1,00$$ EN 1992-4, Eq. (7.6)

$$\psi_{M,N} = 1$$ EN 1992-4, Eq. (7.7)

$A_{c,N}$ [mm²]	$A^0_{c,N}$ [mm²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,cyl}$ [N/mm²]
324.900	324.900	285,0	570,0	20,00

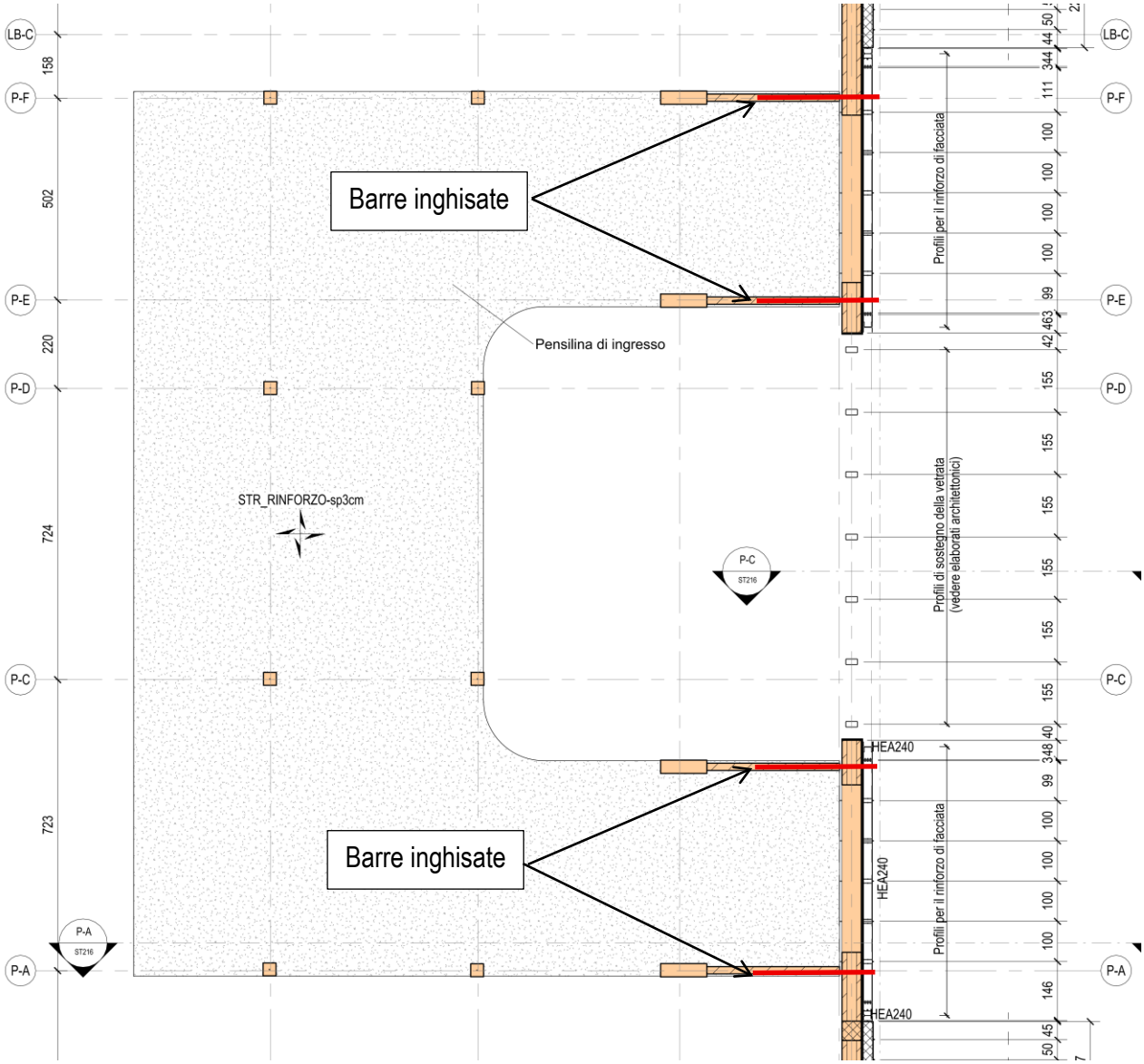
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	z [mm]
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	0,0

$\psi_{M,N}$	k_1	$N^0_{Rk,c}$ [kN]	γ_{Mc}	$N_{Rd,c}$ [kN]	N_{Ed} [kN]
1,000	7,700	90,185	1,500	60,124	22,000

ID gruppo ancoranti
1

3.8.7 Ancoraggi alla pensilina esterna

A livello della trave HEA 240 la connessione con la pensilina è realizzata mediante 4 barre M20 classe 10.9 inghisate nelle travi in calcestruzzo esistenti della pensilina.



AZIONI SOLLECITANTI		
$F_{v,Ed}$ =	16.5	[kN]
$F_{t,Ed}$ =	26.0	[kN]

CALCESTRUZZO			
FC =	1		Fattore di confidenza
f_{ck} =	24.6	[N/mm^2]	
γ_c =	1.5		Punto 4.1.2.1.1.1 delle NTC 2018

α_{cc} =	0.85		Punto 4.1.2.1.1.1 delle NTC 2018
f_{cd} =	13.94	[N/mm^2]	Resistenza di progetto a compressione - Punto 4.1.2.1.1.1 delle NTC 2018
f_{ctm} =	2.54	[N/mm^2]	Punto 11.2.10.2 delle NTC 2018
$f_{ctk0,05}$ =	1.78	[N/mm^2]	Punto 11.2.10.2 delle NTC 2018
η_1 =	0.70		
η_2 =	1.00		
f_{bk} =	2.80	[N/mm^2]	
f_{bd} =	1.87	[N/mm^2]	Tensione tangenziale di aderenza di progetto - Punto 4.1.2.1.1.4 delle NTC 2018

VERIFICHE BULLONI			
Bullone =	M20		
A_{res} =	245	[mm^2]	
d =	20	[mm]	
f_{tbk} =	1000	[N/mm^2]	
γ_{M2} =	1.25		
$F_{v,Rd}$ =	118	[kN]	Resistenza a taglio
$F_{v,Ed}$ / $F_{v,Rd}$ =	0.14		
$F_{t,Rd}$ =	176	[kN]	Resistenza a trazione
$F_{t,Ed}$ / $F_{t,Rd}$ =	0.15		
Φ =	0.25		Verifica taglio e trazione

VERIFICA A SFILAMENTO			
L_b =	500	[mm]	
A_{lat} =	31416	[mm^2]	
F_b =	59	[kN]	
F_b / $F_{t,Ed}$ =	0.44	**VERIFICATO**	Verifica a sfilamento della barra

3.8.8 Ancoraggi alla muratura della facciata

Sono presenti 11 connessioni alla muratura di facciata per cui le forze su ciascuna di esse sono determinate come segue:

$F_{v,Ed} = N_{profilo\ a\ T} / 11$ (sforzo assiale / num connettori)

$F_{t,Ed} = 2\ T_{max,HEA240} / 11$ (2* taglio massimo / num connettori)

AZIONI SOLLECITANTI		
$F_{v,Ed}$ =	3.1	[kN]
$F_{t,Ed}$ =	4.3	[kN]

MURATURA			
f_{vb} =	1.50	[N/mm^2]	Resistenza ultima a taglio della superficie tra la barra e la malta
γ_m =	3.00		Coefficiente di sicurezza

VERIFICHE BULLONI			
Bullone =	M16		
A_{res} =	157	[mm^2]	
d =	16	[mm]	
f_{tbk} =	800	[N/mm^2]	
γ_{M2} =	1.25		
$F_{v,Rd}$ =	60	[kN]	Resistenza a taglio
$F_{v,Ed} / F_{v,Rd}$ =	0.05		
$F_{t,Rd}$ =	90	[kN]	Resistenza a trazione
$F_{t,Ed} / F_{t,Rd}$ =	0.05		
Φ =	0.09		Verifica taglio e trazione

VERIFICA A SFILAMENTO			
L_b =	400	[mm]	
A_{lat} =	20106	[mm^2]	
F_b =	10	[kN]	
$F_b / F_{t,Ed}$ =	0.43	**VERIFICATO**	Verifica a sfilamento della barra

COMUNE di TORINO

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione di calcolo - Strutture Corpo Basso

Allegato 10

Rinforzo strutture esistenti

Tabella di revisione

Revisione	Data	Descrizione	Eseguito da	Controllato da	Approvato da
R00	22/05/2025	Prima Emissione	MJW	MJW	M. Majowiecki
R01	24/07/2025	Risposta validatori	MJW	MJW	M. Majowiecki
R02					

SOMMARIO

1 Introduzione 6
2 Materiali 7
2.1 Materiali esistenti 7
2.1.1 Calcestruzzo esistente 7
2.1.2 Acciaio barre di armatura esistente 7
2.2 Materiali nuovi 7
2.2.1 Calcestruzzo 7
2.2.2 Acciaio in barre di armatura 7
2.2.3 Rinforzo SRP 8
2.2.3.1 G600 singolo strato 8
2.2.3.2 G1200 singolo strato 9
2.2.3.3 G1200 doppio strato 9
2.2.4 Acciaio delle piastre di rinforzo 10
3 Verifiche strutturali 11
3.1 Telai lato Biblioteca Civica e Petrarca: fili C2 – C14 12
3.1.1 Verifica di resistenza travi P2 12
3.1.1.1 Verifiche SLU 14
3.1.1.2 Verifiche SLV 15
3.1.1.3 Riepilogo 17
3.1.2 Verifica di resistenza travi P1 17
3.1.2.1 Verifiche SLU 19
3.1.2.2 Verifiche SLV 21
3.1.2.3 Riepilogo 24
3.1.3 Verifica di resistenza pilastri piano terra 25
3.1.3.1 Verifiche SLU 26
3.1.3.2 Verifiche SLV 28
3.1.3.3 Riepilogo 30
3.1.4 Verifica di resistenza pilastri piano primo e secondo 31
3.1.4.1 Verifiche a flessione pilastro piano primo e secondo 33

3.1.4.2 Verifiche a taglio pilastro piano primo 36
3.1.4.3 Verifiche a taglio pilastro piano secondo 37
3.1.4.4 Riepilogo 39
3.2 Pilastri: filo F1 39
3.2.1.1 Verifiche SLU 40
3.2.1.2 Verifiche SLV 42
3.2.1.3 Riepilogo 44
3.3 Telaio C1 45
3.3.1 Verifica di resistenza pilastri centrali 45
3.3.1.1 Verifiche SLU 47
3.3.1.2 Verifiche SLV 48
3.3.1.3 Riepilogo 51
3.4 Telaio A4 51
3.4.1 Verifica di resistenza colonne 52
3.4.1.1 Verifiche SLU 53
3.4.1.2 Verifiche SLV 54
3.4.1.3 Riepilogo 56
3.4.2 Verifica di resistenza pilastri quadrati 57
3.4.2.1 Verifiche SLU 58
3.4.2.2 Verifiche SLV 59
3.4.2.3 Riepilogo 62

MJW structures
Via Tizzano 46/2
40033 Casalecchio di Reno
Bologna - Italy
Tel. +39 051 576232
Fax. +39 051 576006
www.mjwstructures.com

1 Introduzione

Il presente documento contiene le verifiche strutturali di una parte delle strutture esistenti del modello numerico R15.1 riportato nel documento 22044D02_3_0_E_ST_00_CD_512_0 di cui questa relazione ne costituisce allegato.

In particolare, sono stati oggetto di verifica e di eventuale rinforzo i seguenti elementi:

- Telai lato Biblioteca civica e Petrarca: fili C2 – C14 (vedi §3.1)
- Pilastri filo F1 (vedi §3.2);
- Telaio C1 (vedi §3.3);
- Telaio A4 (vedi §3.4).

In merito alla caratterizzazione geometrica e meccanica delle strutture esistenti si farà riferimento ai seguenti documenti progettuali:

Rif 1. 22044D02_3_0_E_ST_00_CD_510_0 - Relazione illustrativa indagini strutturali

Rif 2. "22044D02_3_0_E_ST_00_CD_510_0-All1 - PS24vaC633-36 - Indagini Strutturali Teatro Nuovo (integrazione)_00"

Rif 3. "22044D02_3_0_E_ST_00_CD_510_0-All2;

Rif 4. "Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" settembre 2017

Le verifiche strutturali verranno condotte con riferimento agli stati limite ultimi statico e sismico dove per quest'ultimo sarà necessario garantire un miglioramento di almeno il 30% dell'azione sismica allo SLV relativa a strutture non dissipative (fattore di struttura unitario).

Al fine di raggiungere tale requisite minimo, alcune porzioni di struttura sono state rinforzate tramite ringrossi / incamiciature in c.a., placcaggio con piatti di acciaio e fasciatura con SRP (steel reinforcement polymer) ed FRCM.

NOTA BENE:

Tutte le armature considerate a calcolo e le geometrie degli elementi esistenti, sia che esse siano state desunte da precedenti indagini o che siano state ipotizzate, dovranno essere verificate dalla DL e dell'impresa esecutrice in sede di cantiere attraverso leggera scarifica e/o controlli non distruttivi. Qualora si riscontrasse: una geometria differente, un'armatura inferiore a quella ipotizzata, una scarsa connessione tra gli elementi o comunque carenze strutturali non prevedibili a priori, potrebbe essere necessaria la modifica dell'intervento di rinforzo indicato.

2 Materiali

2.1 Materiali esistenti

2.1.1 Calcestruzzo esistente

Con riferimento al documento Rif 1, si considera una resistenza media a compressione del calcestruzzo esistente f_{cm} pari a 24.6 Mpa (resistenza media a compressione relativa all'edificio completo) e fattore di confidenza FC = 1.

Con riferimento al §C 8.5.4.2 della circolare esplicativa delle NTC18 e al §8.7.2 delle NTC18, si assume:

- $f_{cd} = f_{cm}/FC = 24.6(MPa)$ per meccanismi duttili;
- $f_{cd} = f_{cm}/(\gamma_M FC) = 24.6/(1.5 * 1) = 16.4(MPa)$ per meccanismi fragili.

Con riferimento al §3.2 Rif 4 si ha:

- $f_{ck} = f_{cm} - k = 17.6(MPa)$;
- $f_{ctm} = 0.3 * f_{ck}{}^{\frac{2}{3}} = 2.03(MPa)$

In cui k è stato assunto pari a 7.

2.1.2 Acciaio barre di armatura esistente

Con riferimento al documento Rif 1, si considera una resistenza media a trazione dell'acciaio f_{ym} pari a 362.8 Mpa (resistenza media a trazione relativa all'edificio completo) e fattore di confidenza FC = 1.

Con riferimento al §C 8.5.4.2 della circolare esplicativa delle NTC18 e al §8.7.2 delle NTC18, si assume:

- $f_{yd} = f_{ym}/FC = 362.8(MPa)$ per meccanismi duttili;
- $f_{yd} = f_{ym}/(\gamma_M FC) = 362.8/(1.15 * 1) = 315.4(MPa)$ per meccanismi fragili.

2.2 Materiali nuovi

2.2.1 Calcestruzzo

Calcestruzzo	$R_{ck}(MPa)$	$f_{ck}(MPa)$	$f_{ctm}(MPa)$	$E_{cm}(MPa)$	γ_m	α_{cc}	$f_{cd}(MPa)$
C30/37	37	30	2.9	33000	1.5	0.85	17

Tabella 2-1: Parametri meccanici calcestruzzo

2.2.2 Acciaio in barre di armatura

Barre longitudinali, staffe, spezzoni: B450C saldabile

Classe acciaio	fyk	ftk	Es	(fy/fy,nom)k	k = (ft/fy)k	σs,Rara	Diametro minimo mandrino di piegatura	
	[MPa]	[MPa]	[MPa]		[MPa]	[MPa]	Φ≤16mm	Φ>16mm
B450C	450.00	540.00	210'000	≤ 1.25	1.15 - 1.35	360.00	4Φ	7Φ

2.2.3 Rinforzo SRP

Il rinforzo in SRP (steel reinforced polymers) è il kerakoll G600/G1200 realizzato applicando tessuto unidirezionale in fibra di acciaio galvanizzato ad altissima resistenza Geosteel G600/G1200 e matrice organica Geolite gel.

Per la determinazione delle proprietà meccaniche del rinforzo in SRP si fa riferimento al documento CNR-DT 200/2025

Con riferimento alle caratteristiche del calcestruzzo esistente di cui al §2.1.1, si ha:

$$f_{bm} = k_{Gm}\frac{\sqrt{(f_{cm}f_{ctm})}}{2FC} = 1.25\frac{\sqrt{(f_{cm}f_{ctm})}}{2} = 4.42(MPa)$$

$$\Gamma_{Fm} = \frac{f_{bm}\, s_u}{2} = \frac{4.42(MPa) * 0.25(mm)}{2} = 0.5525(MPa)$$

$$f_{bk} = k_{Gk}\frac{\sqrt{(f_{cm}f_{ctm})}}{2FC} = 0.6\frac{\sqrt{(f_{cm}f_{ctm})}}{2} = 2.12(MPa)$$

$$\Gamma_{Fk} = \frac{f_{bk}\, s_u}{2} = \frac{2.12(MPa) * 0.25(mm)}{2} = 0.265(MPa)$$

2.2.3.1 G600 singolo strato

- Spessore equivalente: $t_f = 0.084(mm)$;
- Resistenza a trazione nastro: $\sigma_f = 3000(MPa)$;
- Modulo di elasticità del nastro: $E_f = 190000(MPa)$;
- Lunghezza ottimale di ancoraggio:

$$l_{ed} = max\left\{l_{ed,min}; \gamma_{Rd}\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E_f t_f s_u}{f_{bm}}}\right\} = max\left\{100mm; 1.20\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E_f t_f s_u}{f_{bm}}}\right\} = 100mm$$

- Resistenza allo stato limite ultimo per distacco di estremità (modo 1):

$$f_{fdm} = k_b\sqrt{\frac{2E_f\Gamma_{Fm}}{t_f}} = 1\sqrt{\frac{2 * 190000 * 0.5525}{0.084}} = 1580.95(MPa)$$

$$f_{fdd} = \frac{k_b}{\gamma_{f2}}\sqrt{\frac{2E_f\Gamma_{Fk}}{t_f}} = \frac{1}{1.3}\sqrt{\frac{2 * 190000 * 0.265}{0.084}} = 842.2(MPa)$$

- Resistenza allo stato limite ultimo per distacco intermedio (modo 2):

$$f_{fdd,2} = \frac{k_q k_b}{\gamma_{f2}}\sqrt{\frac{2E_f k_{Gk,2}\sqrt{f_{cm}f_{ctm}}\, s_u/(4 * FC)}{t_f}}$$

$$= \frac{1 * 1}{1.3}\sqrt{\frac{2 * 190000 * 1.6\sqrt{24.6 * 2.03} * 0.25/(4 * 1)}{0.084}} = 1375(MPa)$$

$$\varepsilon_{fdd,2} = \frac{f_{fdd,2}}{190000} = 0.72\%$$

2.2.3.2 G1200 singolo strato

- Spessore equivalente: $t_f = 0.169(mm)$;
- Resistenza a trazione nastro: $\sigma_f = 3000(MPa)$;
- Modulo di elasticità del nastro: $E_f = 190000(MPa)$;
- Lunghezza ottimale di ancoraggio:

$$l_{ed} = max\left\{l_{ed,min}; \gamma_{Rd}\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E_f t_f s_u}{f_{bm}}}\right\} = max\left\{100mm; 1.20\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E_f t_f s_u}{f_{bm}}}\right\} = 100mm$$

- Resistenza allo stato limite ultimo per distacco di estremità (modo 1):

$$f_{fdm} = k_b\sqrt{\frac{2E_f\Gamma_{Fm}}{t_f}} = 1\sqrt{\frac{2 * 190000 * 0.5525}{0.169}} = 1114(MPa)$$

$$f_{fdd} = \frac{k_b}{\gamma_{f2}}\sqrt{\frac{2E_f\Gamma_{Fk}}{t_f}} = \frac{1}{1.3}\sqrt{\frac{2 * 190000 * 0.265}{0.169}} = 593(MPa)$$

- Resistenza allo stato limite ultimo per distacco intermedio (modo 2):

$$f_{fdd,2} = \frac{k_q k_b}{\gamma_{f2}}\sqrt{\frac{2E_f k_{Gk,2}\sqrt{f_{cm}f_{ctm}}\, s_u/(4 * FC)}{t_f}}$$

$$= \frac{1 * 1}{1.3}\sqrt{\frac{2 * 190000 * 1.6\sqrt{24.6 * 2.03} * 0.25/(4 * 1)}{0.169}} = 969(MPa)$$

$$\varepsilon_{fdd,2} = \frac{f_{fdd,2}}{190000} = 0.51\%$$

2.2.3.3 G1200 doppio strato

- Spessore equivalente: $t_f = 0.338(mm)$;
- Resistenza a trazione nastro: $\sigma_f = 3000(MPa)$;
- Modulo di elasticità del nastro: $E_f = 190000(MPa)$;
- Lunghezza ottimale di ancoraggio:

$$l_{ed} = max\left\{l_{ed,min}; \gamma_{Rd}\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E_f t_f s_u}{f_{bm}}}\right\} = max\left\{100mm; 1.20\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{E_f t_f s_u}{f_{bm}}}\right\} = 115mm$$

- Resistenza allo stato limite ultimo per distacco di estremità (modo 1):

$$f_{fdm} = k_b\sqrt{\frac{2E_f\Gamma_{Fm}}{t_f}} = 1\sqrt{\frac{2 * 190000 * 0.5525}{0.338}} = 788(MPa)$$

$$f_{fdd} = \frac{k_b}{\gamma_{f2}}\sqrt{\frac{2E_f\Gamma_{Fk}}{t_f}} = \frac{1}{1.3}\sqrt{\frac{2 * 190000 * 0.265}{0.338}} = 419(MPa)$$

- Resistenza allo stato limite ultimo per distacco intermedio (modo 2):

$$f_{fdd,2} = \frac{k_q k_b}{\gamma_{f2}}\sqrt{\frac{2E_f k_{Gk,2}\sqrt{f_{cm}f_{ctm}}\, s_u/(4 * FC)}{t_f}}$$

$$= \frac{1 * 1}{1.3}\sqrt{\frac{2 * 190000 * 1.6\sqrt{24.6 * 2.03} * 0.25/(4 * 1)}{0.338}} = 685(MPa)$$

$$\varepsilon_{fdd,2} = \frac{f_{fdd,2}}{190000} = 0.36\%$$

2.2.4 Acciaio delle piastre di rinforzo

Acciaio S355 con spessore ≤ 40[mm]: fyk = 355[N/mm2]
Per profili di carpenteria: $\gamma_M = 1.05 \rightarrow f_{yd} = 338(MPa)$

Per le piastre di rinforzo degli elementi in calcestruzzo: $\gamma_M = 1.15 \rightarrow f_{yd} = 308(MPa)$

3 Verifiche strutturali

Di seguito si riportano le verifiche strutturali a taglio e a flessione per gli stati limite ultimo statico (SLU) e sismico (SLV).

Per le verifiche strutturali di elementi di nuova costruzione si farà riferimento per al §4 delle NTC18 conducendo la verifica flessionale in campo sostanzialmente elastico e la verifica a taglio attraverso il meccanismo del traliccio a inclinazione variabile.
Per le verifiche strutturali di elementi esistenti si farà riferimento alla verifica flessionale in campo sostanzialmente elastico e la verifica a taglio verrà condotta attraverso il meccanismo del traliccio a inclinazione variabile per le combinazioni SLU e attraverso la relazione del taglio ciclico (§C8.7.2.3.5 della circolare esplicativa delle NTC18) considerando una domanda di duttilità nulla ($\mu_{\Delta,pl} = 0$) per le combinazioni SLV. Dalla Figura 3-1 alla Figura 3-3 vengono riportate le combinazioni SLU e SLV analizzate.

	Commento	P.p. x 1.15	Permanenti	Variabili	Neve	Vento Pressione	Vento Depressione	Tamponamenti
1	(SLU) P.p.	1.3	0.	0.	0.	0.	0.	1.5
2	(SLU) Perm.	1.3	1.3	0.	0.	0.	0.	1.5
3	(SLU) Perm. + Var.	1.3	1.3	1.5	0.	0.	0.	1.5
4	(SLU) Perm. + Neve	1.3	1.3	0.	1.5	0.	0.	1.5
5	(SLU) Perm. + Var. + Neve	1.3	1.3	1.5	0.75	0.	0.	1.5
6	(SLU) Perm. + Var. + Neve + Vento press.	1.3	1.3	1.5	0.75	0.9	0.	1.5
7	(SLU) Perm. + Neve + Vento press.	1.3	1.3	0.	1.5	0.9	0.	1.5

Figura 3-1: Combinazioni SLU – combinazioni 1-7

	Commento	P.p. x 1.15	Permanenti	Variabili	Neve	Vento Pressione	Vento Depressione	Tamponamenti	Sisma X+	Sisma Y+	Sisma Z
1	Sisma X+ Y+ Z+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	1.	0.3	0.3
2	Sisma X+ Y+ Z-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	1.	0.3	-0.3
3	Sisma X+ Y- Z+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-1.	-0.3	0.3
4	Sisma X+ Y- Z-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-1.	-0.3	-0.3
5	Sisma Y+ X+ Z+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.3	1.	0.3
6	Sisma Y+ X+ Z-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.3	1.	-0.3
7	Sisma Y+ X- Z+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.3	-1.	0.3
8	Sisma Y+ X- Z-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.3	-1.	-0.3
9	Sisma Z+ Y+ X+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.3	0.3	1.
10	Sisma Z+ Y+ X-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.3	-0.3	1.
11	Sisma Z+ Y+ X+	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.3	0.3	-1.
12	Sisma Z+ Y+ X-	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.3	-0.3	-1.

Figura 3-2: Combinazioni SLV – combinazioni 8-19

	Commento	P.p. x 1.15	Permanenti	Variabili	Neve	Vento Pressione	Vento Depressione	Tamponamenti	Sisma X+	Sisma Y+	Sisma Z
13	Sisma X+ Y+ Z+_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.3	0.09	0.09
14	Sisma X+ Y+ Z-_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.3	0.09	-0.09
15	Sisma X+ Y- Z+_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.3	-0.09	0.09
16	Sisma X+ Y- Z-_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.3	-0.09	-0.09
17	Sisma Y+ X+ Z+_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.09	0.3	0.09
18	Sisma Y+ X+ Z-_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.09	0.3	-0.09
19	Sisma Y+ X- Z+_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.09	-0.3	0.09
20	Sisma Y+ X- Z-_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.09	-0.3	-0.09
21	Sisma Z+ Y+ X+_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.09	0.09	0.3
22	Sisma Z+ Y+ X-_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.09	-0.09	0.3
23	Sisma Z+ Y+ X+_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	0.09	0.09	-0.3
24	Sisma Z+ Y+ X-_30	1.	1.	0.6	0.	0.	0.	1.	-0.09	-0.09	-0.3

Figura 3-3: Combinazioni SLV con azione sismica ridotta al 30% – combinazioni 20-31

3.1 Telai lato Biblioteca Civica e Petrarca: fili C2 – C14

In Figura 3-4 si riporta la vista assonometrica dei Telai lato Biblioteca Civica e lato Petrarca oggetto di verifica strutturale.

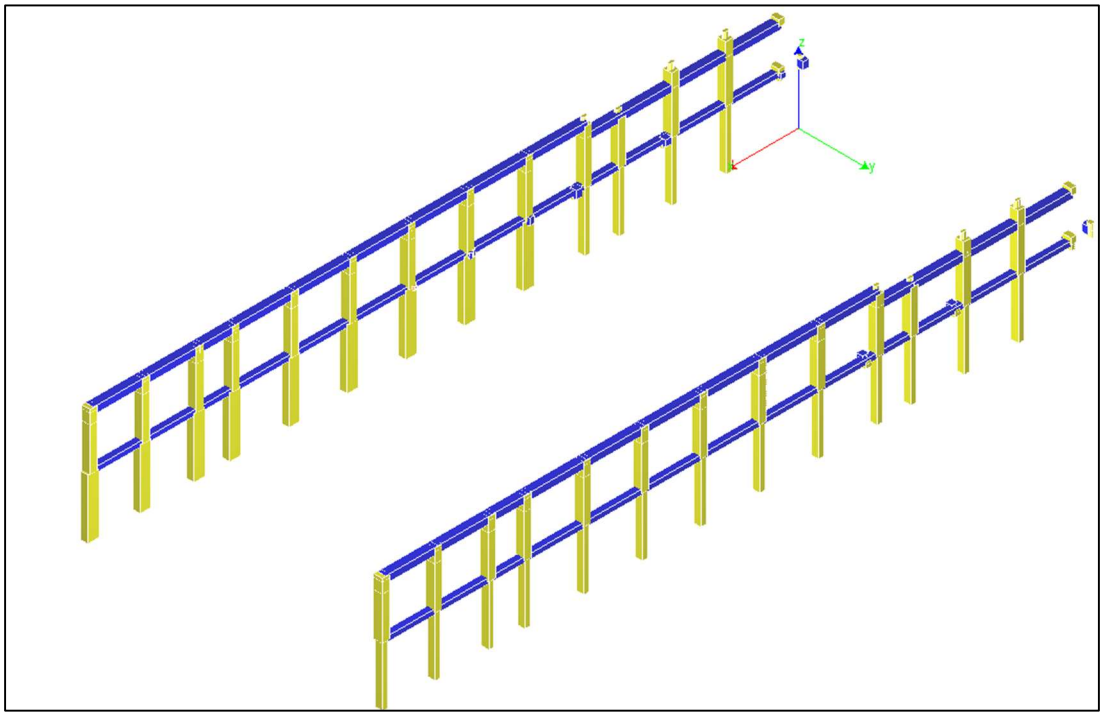


Figura 3-4: Vista assonometrica Telai lato Biblioteca Civica e Petrarca: fili C2 – C14

Di seguito si riportano le verifiche strutturali divise per gli elementi costituenti i telai.

3.1.1 Verifica di resistenza travi P2

In Figura 3-5 e Figura 3-6 vengono riportate rispettivamente le travi del piano 2° del modello numerico e il rilievo della loro sezione trasversale. Come da stato di fatto, queste travi risultano del tutto inefficaci a resistere all'azione sismica e pertanto verranno rinforzate attraverso integrazione di nuova armatura e ringrosso della sezione di calcestruzzo così come indicato in Figura 3-7.

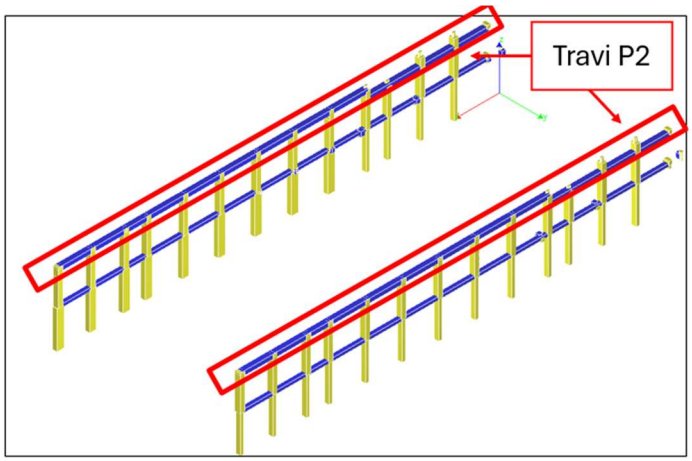


Figura 3-5: Travi piano 2°

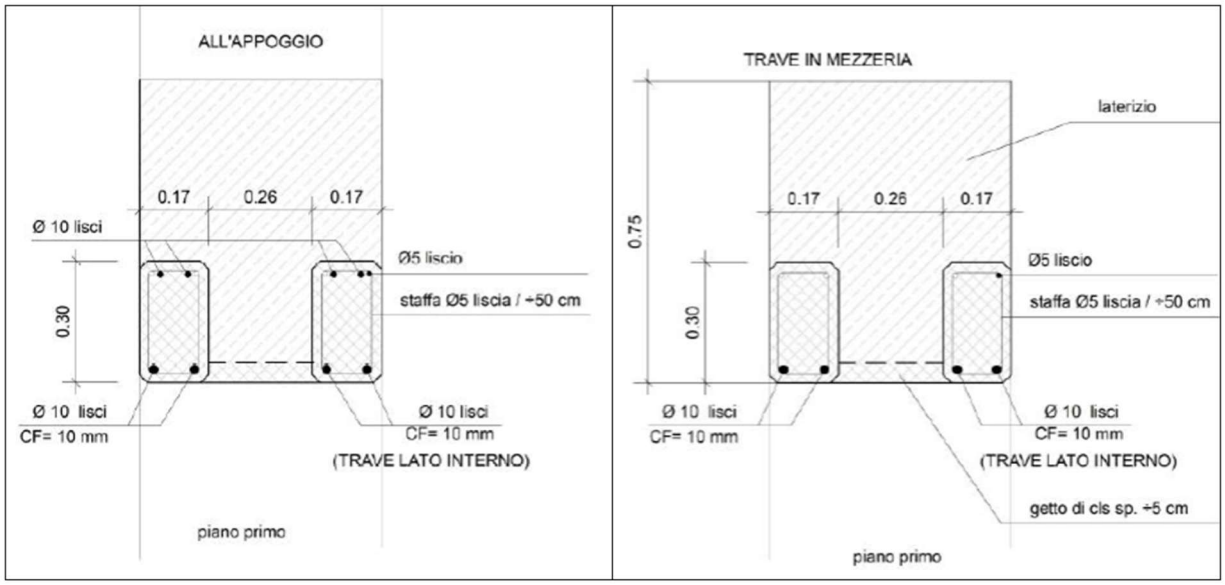


Figura 3-6: Rilievo travi esistenti piano 2° (Rif 3)

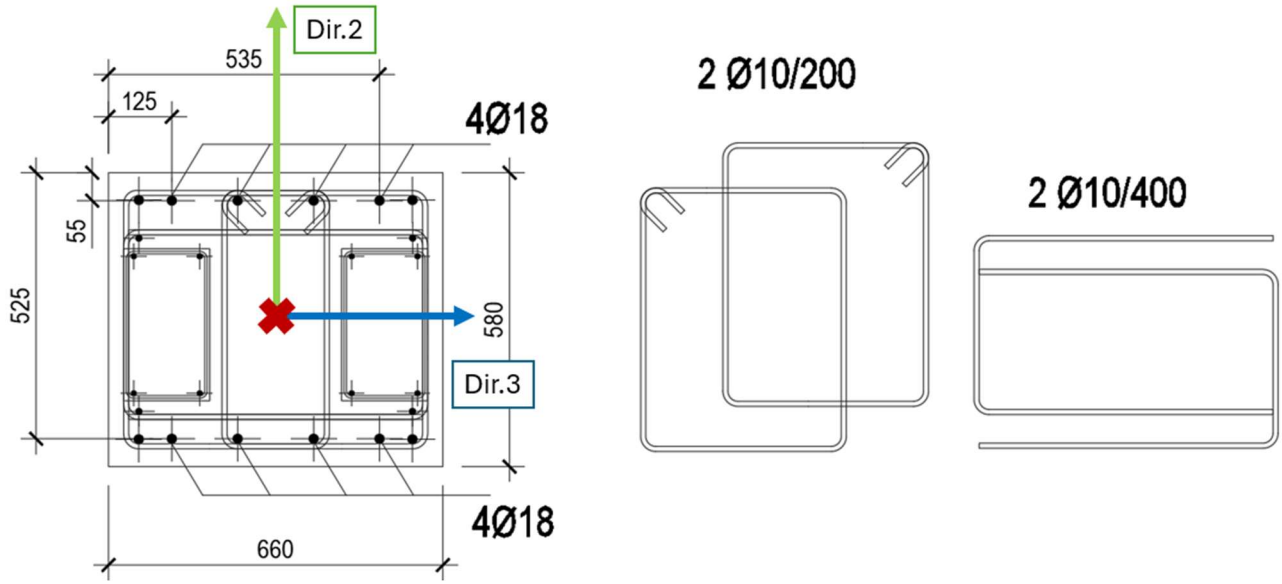


Figura 3-7: Rinforzo travi piano 2°

Ai fini delle verifiche si considera la sola componente di rinforzo, in particolare:

- Armatura longitudinale: $4 + 4\phi 18$;
- Altezza utile in direzione 2 (d2): 525(mm)
- Armatura a taglio in direzione 2:
  - $Asw = 314(mm^2)$;
  - $s = 200(mm)$
- Altezza utile in direzione 3 (d3): 535(mm)
- Armatura a taglio in direzione 3:

- $Asw = 157(mm^2)$;
- $s = 400(mm)$.

Si considerano le caratteristiche meccaniche del cls in opera per la verifica a taglio e di quello nuovo per la verifica a flessione.

In accordo al §C8.7.4.2.1 della circolare esplicativa delle NTC18, I valori resistenti di momento flettente e taglio dovranno essere ridotti adottando un coefficiente moltiplicativo di 0.9.

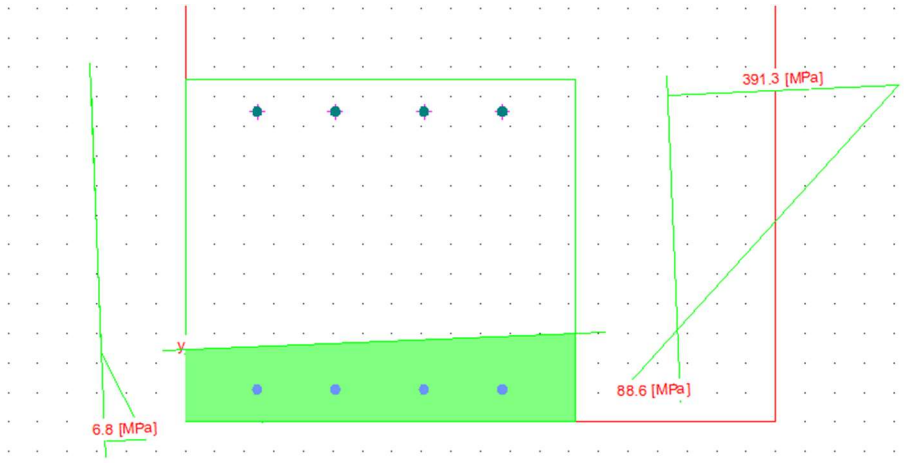
3.1.1.1 Verifiche SLU

Verifica a flessione:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLU 4;
- Elemento: 2933/990 ascissa 0.0(m);
- Sollecitazioni:
  - N = 27.22 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -37.04 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -1.67 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.21/0.9=0.24

La verifica è **soddisfatta**.



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLU	27.22	-37.04	-1.67	Baricentrica	N costante	0.21	0.00	-0.00	0.00	-0.70	14.98	2.14	45.67	0.328

Verifica a taglio:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

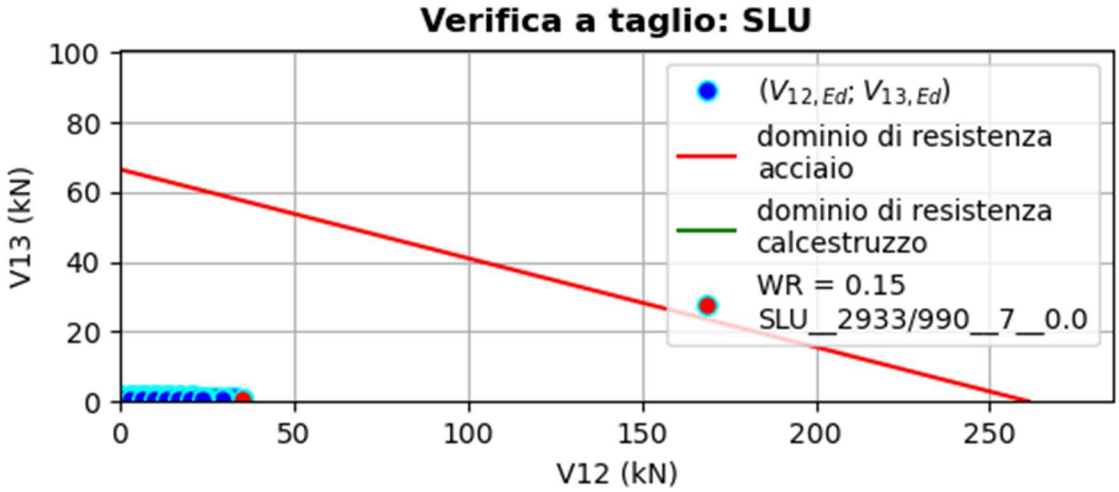
$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

Con:

$$V_{12,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 261(kN)$$

$$V_{13,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 65(kN)$$

La verifica è **soddisfatta**: is = 0.15



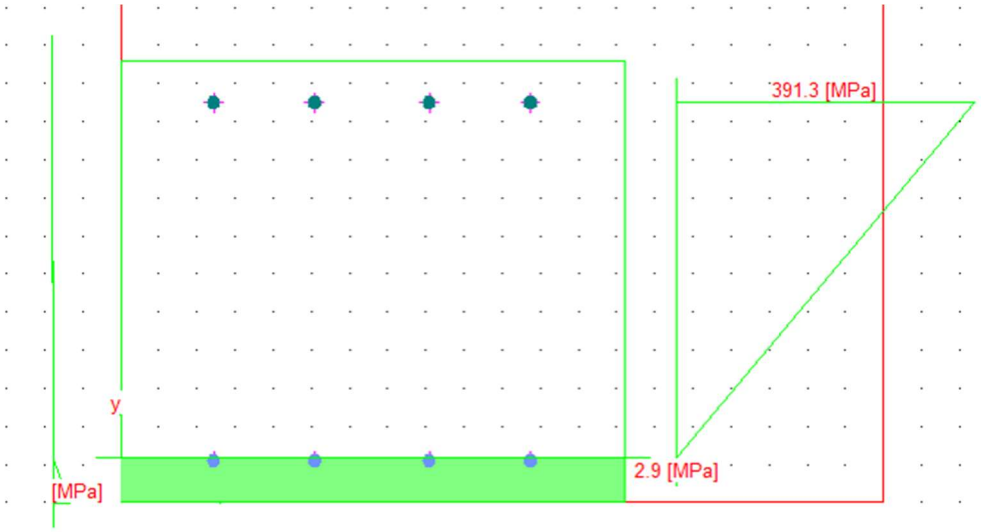
3.1.1.2 Verifiche SLV

Verifica a flessione 100% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 10;
- Elemento: 1837/2270 ascissa 0.00(m);
- Sollecitazioni:
  - N = 352.01 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -170.29kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -0.12 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 1.61/0.9=1.79.

La verifica a flessione considerando il 100% dell'azione sismica **non è soddisfatta.**

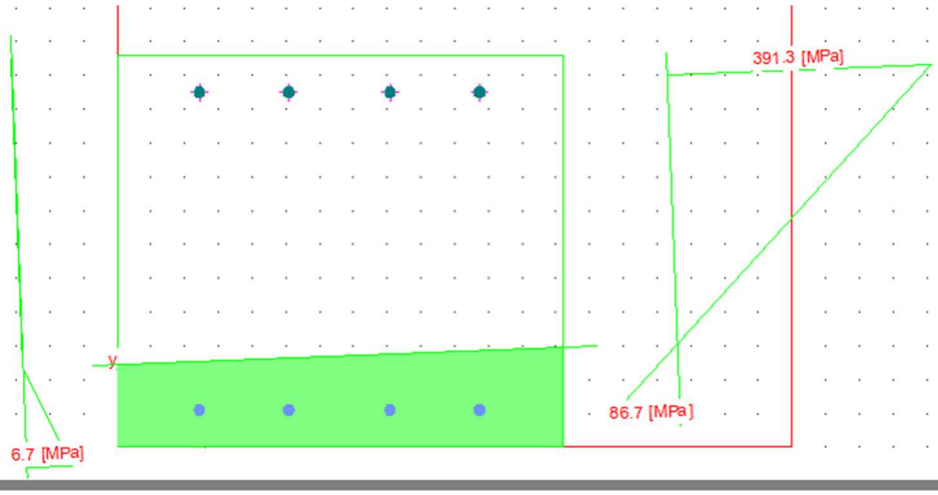


Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV	352.01	-170.29	-0.12	Baricentrica	N costante	**1.61**	0.00	-0.00	0.00	-0.23	5.85	2.08	52.20	0.112

Verifica a flessione 30% azione sismica:

- Combinazione: SLV 20;
- Elemento: 2933/990 ascissa 0.00(m);
- Sollecitazioni:
  - N = 34.8 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -76.21 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -3.21 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.43/0.9=0.48.

La verifica a flessione considerando il 30% dell'azione sismica **è soddisfatta.**



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV_30	34.80	-76.21	-3.21	Baricentrica	N costante	0.43	0.00	-0.00	0.00	-0.69	14.77	2.14	45.71	0.323

Verifica a taglio 100% azione sismica:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

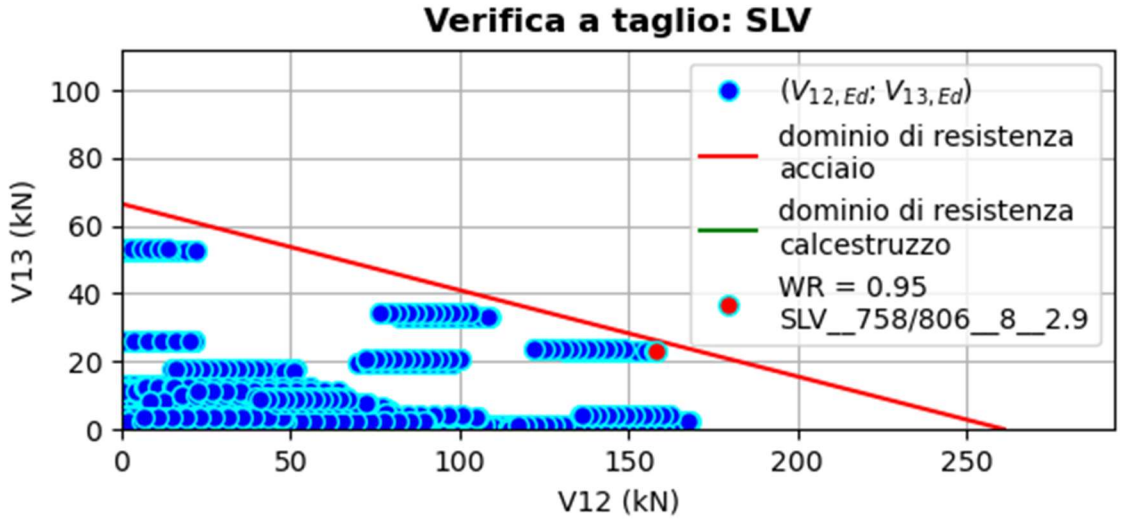
Con:

$$V_{12,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 261(kN)$$

$$V_{13,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 65(kN)$$

La verifica è soddisfatta: is = 0.95

La verifica a taglio considerando il 100% dell'azione sismica **è soddisfatta**.



3.1.1.3 Riepilogo

Gli elementi "travi P2" oggetti di ringrosso/incamiciatura in c.a. non sono in grado di resistere al 100% dell'azione sismica a causa del non soddisfacimento della verifica a flessione. Le verifiche di tali elementi risultano soddisfatte per un'azione sismica pari al 30%

3.1.2 Verifica di resistenza travi P1

In Figura 3-8 e Figura 3-9 vengono riportate rispettivamente le travi del piano 1° del modello numerico e il rilievo della loro sezione trasversale. Come da stato di fatto, queste travi risultano del tutto inefficaci a resistere all'azione sismica poiché caratterizzate da un basso quantitativo di armatura a taglio e da una non continua armatura longitudinale in estradosso. Note tali carenze strutturali, si è deciso di rinforzare la trave integrando l'armatura a taglio e quella longitudinale di estradosso come indicato in Figura 3-10.

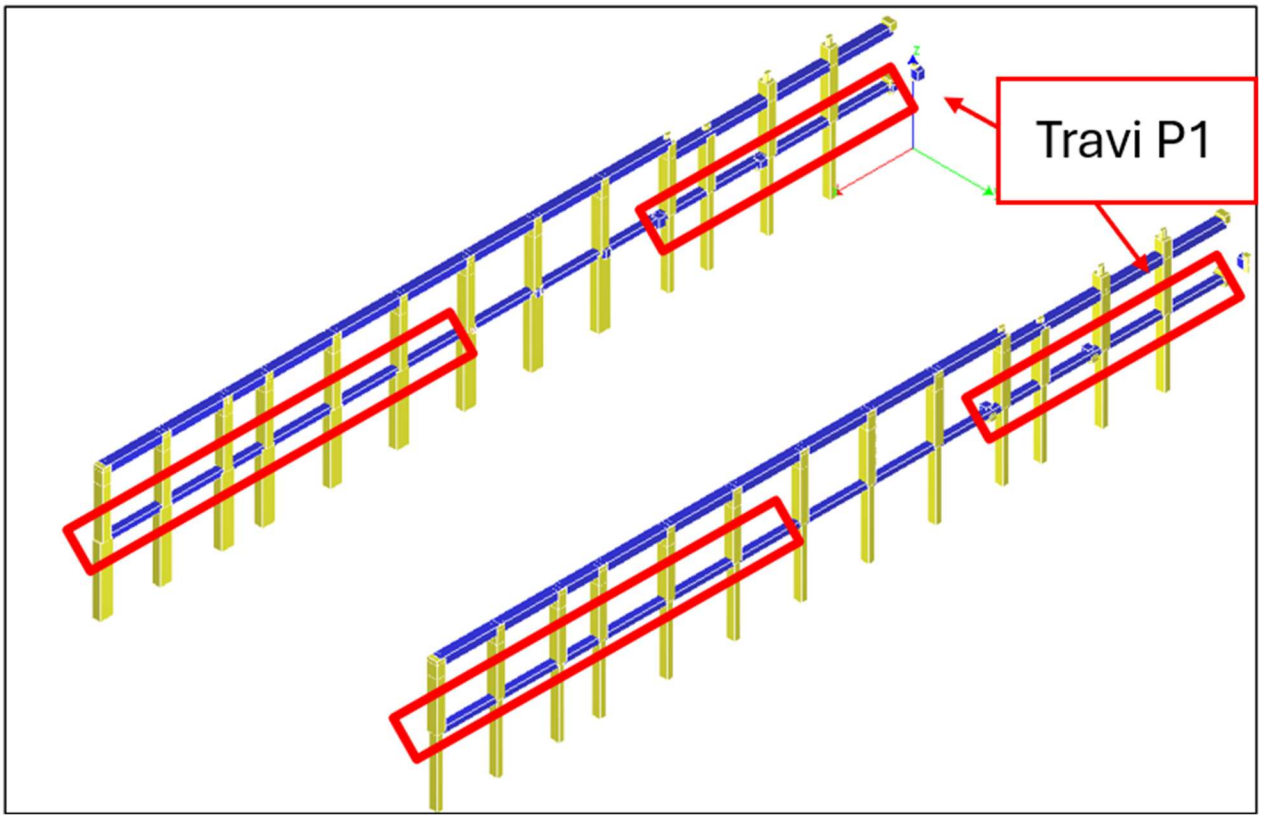


Figura 3-8: Travi piano 1°

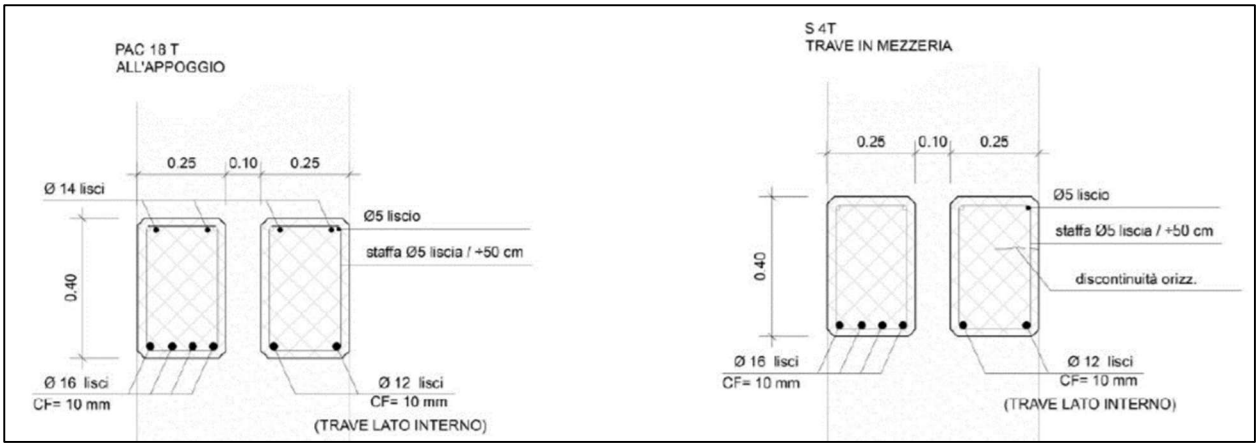


Figura 3-9: Rilievo travi esistenti piano 1° (Rif 3)

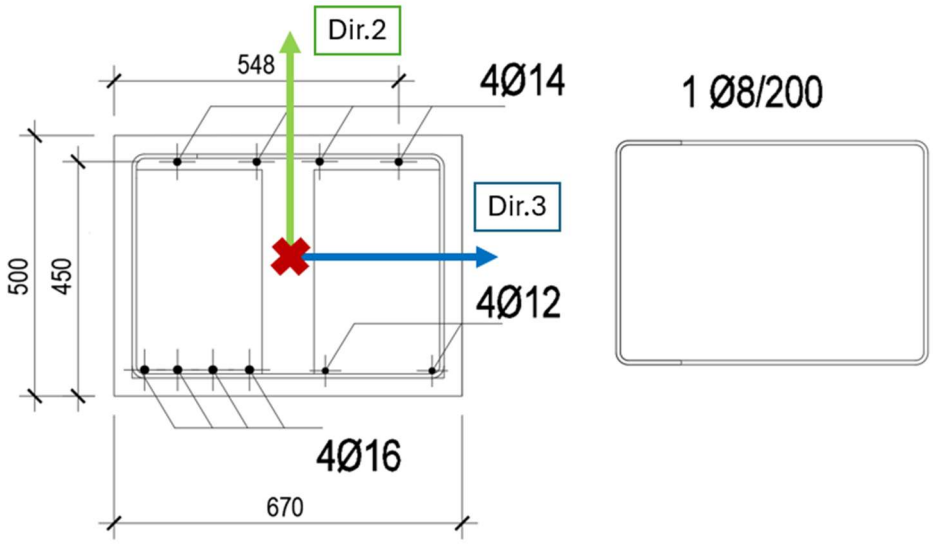


Figura 3-10: Rinforzo travi piano 1°

Ai fini delle verifiche si considera:

- Armatura longitudinale di estradosso: $4\phi 14$;
- Armatura longitudinale di intradosso: $4\phi 16 + 2\phi 12$;
- Altezza utile in direzione 2 (d2): 450(mm)
- Armatura a taglio in direzione 2:
  - $Asw = 100(mm^2)$;
  - $Asw = 200(mm^2)$ raddoppio le staffe per i soli elementi ["671/717", "670/712", "804/848", "803/847"]
  - $s = 200(mm)$
- Altezza utile in direzione 3 (d3): 548(mm)
- Armatura a taglio in direzione 3:
  - $Asw = 100(mm^2)$;
  - $Asw = 200(mm^2)$ raddoppio le staffe per i soli elementi ["671/717", "670/712", "804/848", "803/847"]
  - $s = 200(mm)$.

Si considerano le caratteristiche meccaniche del cls in opera per la verifica a taglio e di quello nuovo per la verifica a flessione.

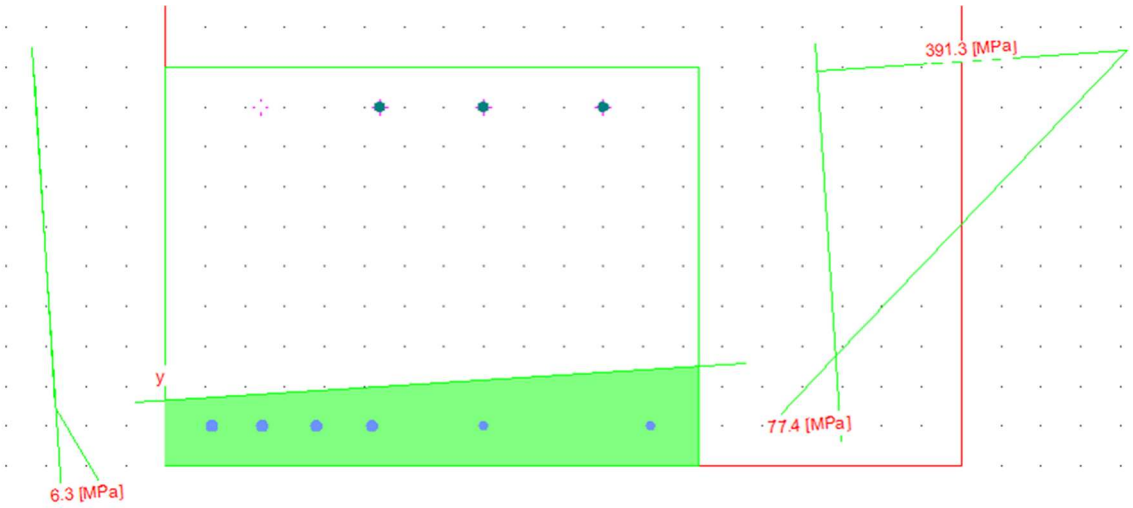
3.1.2.1 Verifiche SLU

<u>Verifica a flessione:</u>

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLU 7;
- Elemento: 670/712 ascissa 0.73 (m);
- Sollecitazioni:
  - N = -3.54 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -57.34 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -3.74 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.6/0.9=0.67.

La verifica è **soddisfatta**.



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLU	-3.54	-57.34	-3.74	Baricentrica	N costante	0.60	0.00	-0.00	0.00	-0.65	12.49	2.16	41.74	0.299

Verifica a taglio:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

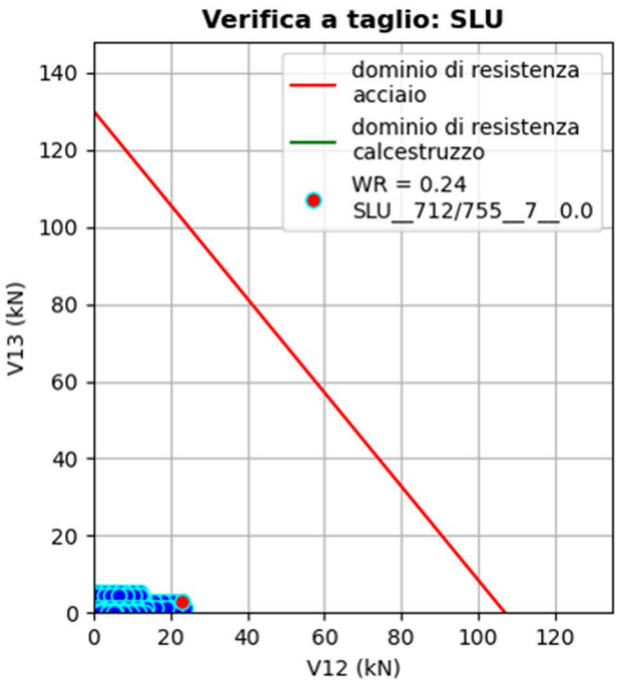
$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

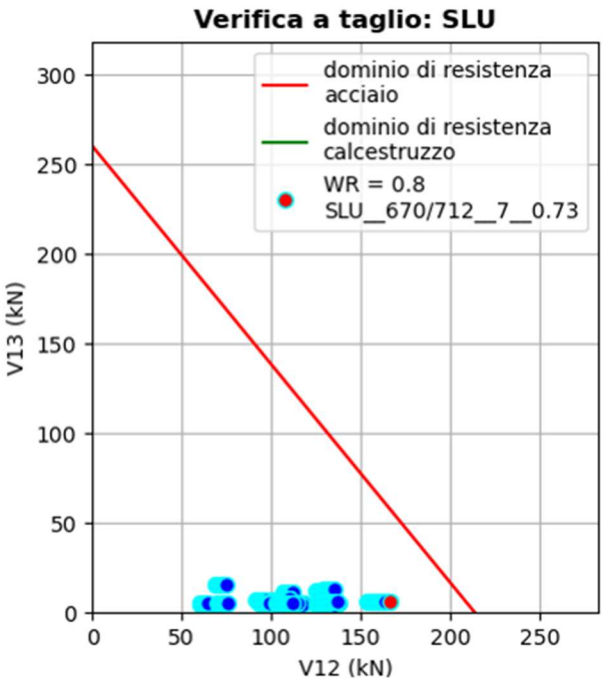
Con $cotg(\vartheta) = 1.5$, si ha:

$$V_{12,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 106(kN);\ 213(kN)$$

$$V_{13,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 130(kN); 260(kN)$$

La verifica è **soddisfatta**: is. = 0.8.





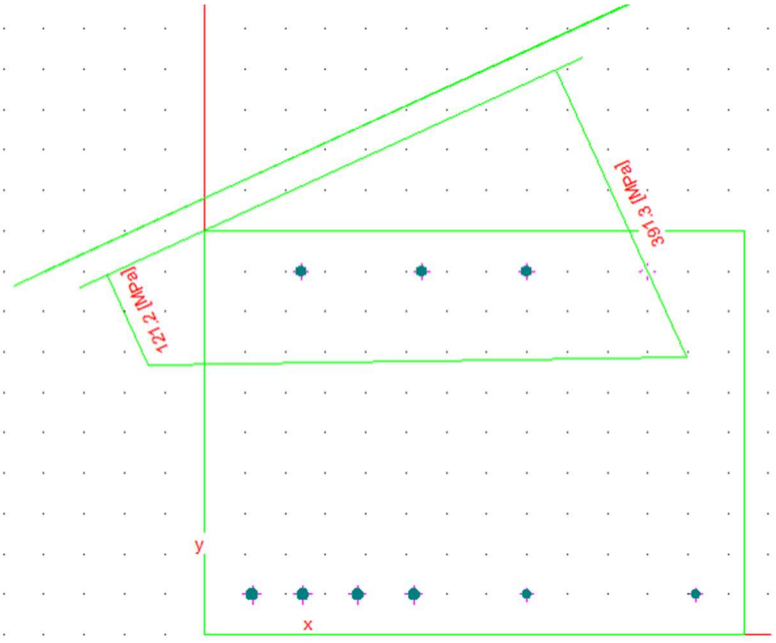
3.1.2.2 Verifiche SLV

Verifica a flessione 100% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 10;
- Elemento: 717/756 ascissa 1.895(m);
- Sollecitazioni:
  - N = 144.6kN (positivo di trazione);
  - Mx = 6.63 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -5.6 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 2.29/0.9=2.54.

La verifica a flessione considerando il 100% dell'azione sismica **non è soddisfatta.**

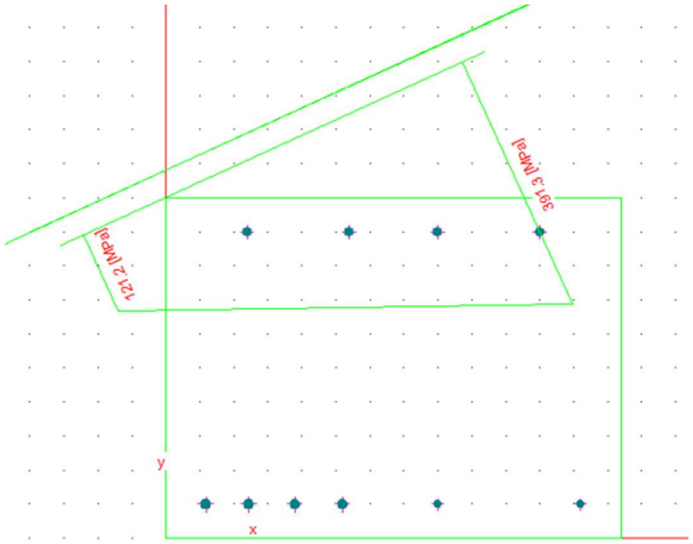


Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV	144.66	6.63	-5.60	Baricentrica	N costante	**2.29**	0.00	0.00	0.00	0.42	20.05	2.14	101.76	0.197

Verifica a flessione 30% azione sismica:

- Combinazione: SLV 22;
- Elemento: 717/756 ascissa 1.895(m);
- Sollecitazioni:
  - N = 29.6 kN (positivo di trazione);
  - Mx = 2.34 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -1.34 kNm
- Indice di sfruttamento: is =0.71/0.9=0.79.

La verifica a flessione considerando il 30% dell'azione sismica **è soddisfatta**.



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV_30	29.60	2.34	-1.38	Baricentrica	N costante	0.71	0.00	0.00	0.00	0.42	20.05	2.14	101.76	0.197

Verifica a taglio 100% azione sismica:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

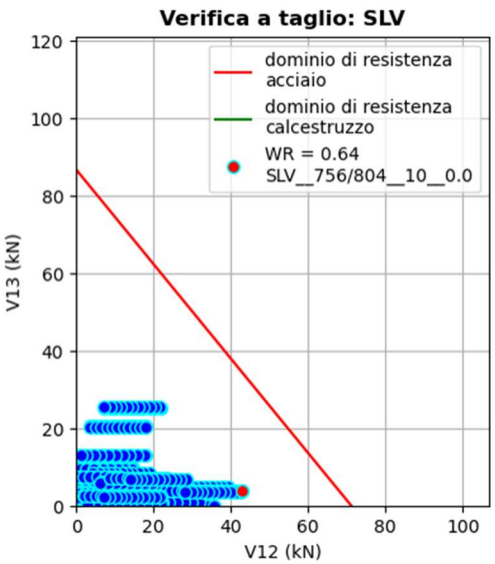
Con, si ha:

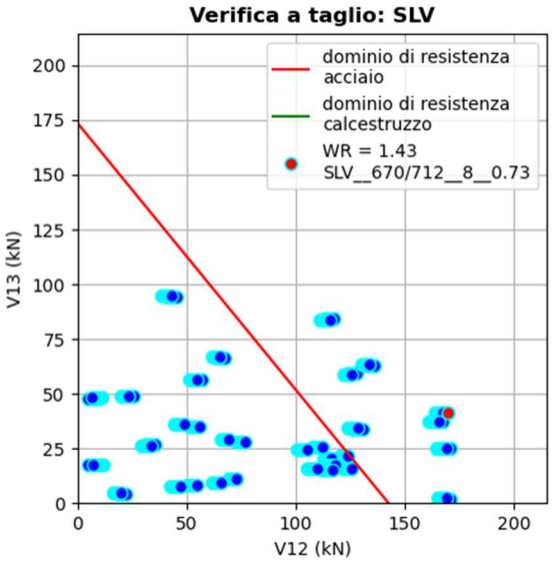
$$V_{12,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 70(kN);\ 141(kN)$$

$$V_{13,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 86(kN); 173(kN)$$

La verifica non è soddisfatta: is. = 1.43 .

La verifica a taglio considerando il 100% dell'azione sismica **non è soddisfatta.**





Verifica a taglio 30% azione sismica:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

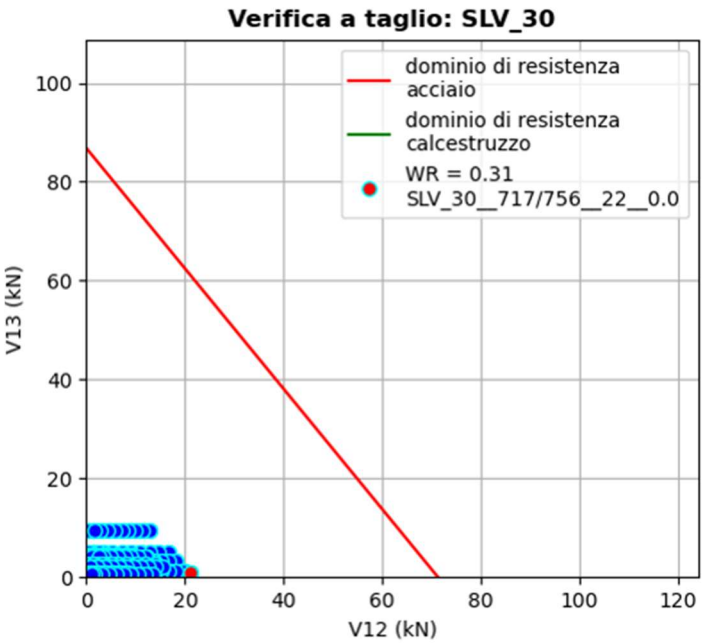
Con, si ha:

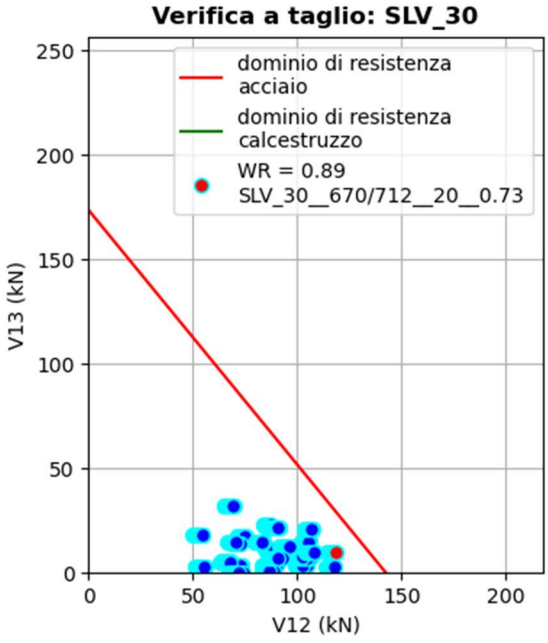
$$V_{12,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 70(kN);\ 141(kN)$$

$$V_{13,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 86(kN); 173(kN)$$

La verifica è soddisfatta: is. = 0.89.

La verifica a taglio considerando il 30% dell'azione sismica **è soddisfatta.**





3.1.2.3 Riepilogo

Gli elementi "travi P1" oggetti di ringrosso/incamiciatura in c.a. non sono in grado di resistere al 100% dell'azione sismica a causa del non soddisfacimento della verifica a flessione e taglio. Le verifiche di tali elementi risultano soddisfatte per un'azione sismica pari al 30%.

3.1.3 Verifica di resistenza pilastri piano terra

In Figura 3-11 e Figura 3-12 vengono riportate rispettivamente i pilastri del piano terra del modello numerico e il rilievo della loro sezione trasversale. Come da stato di fatto, la sezione trasversale impiegata nelle verifiche viene riportata in Figura 3-13.

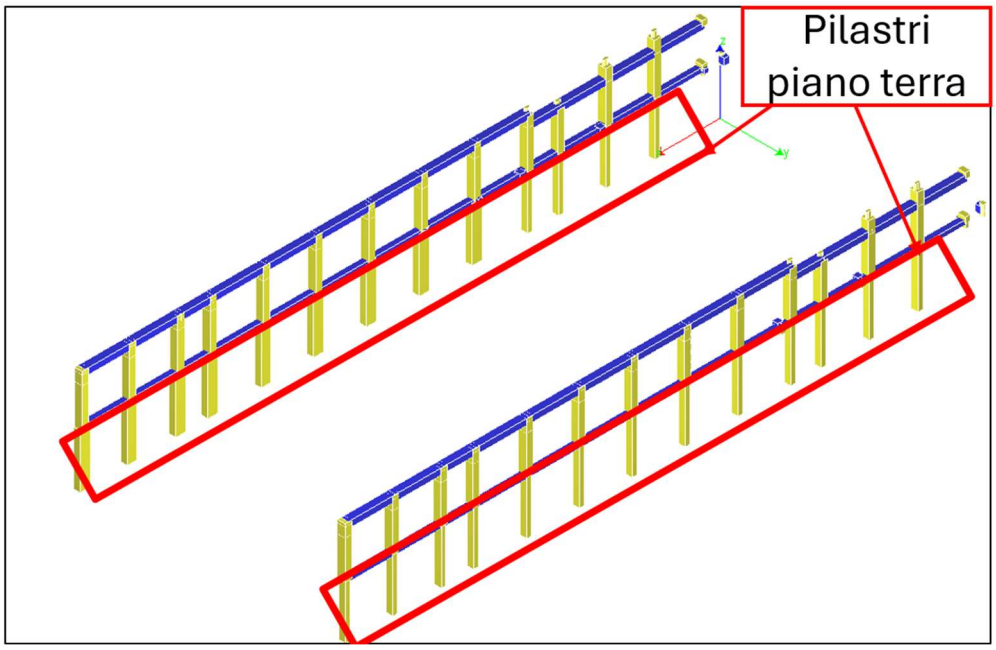


Figura 3-11: Pilastri piano terra

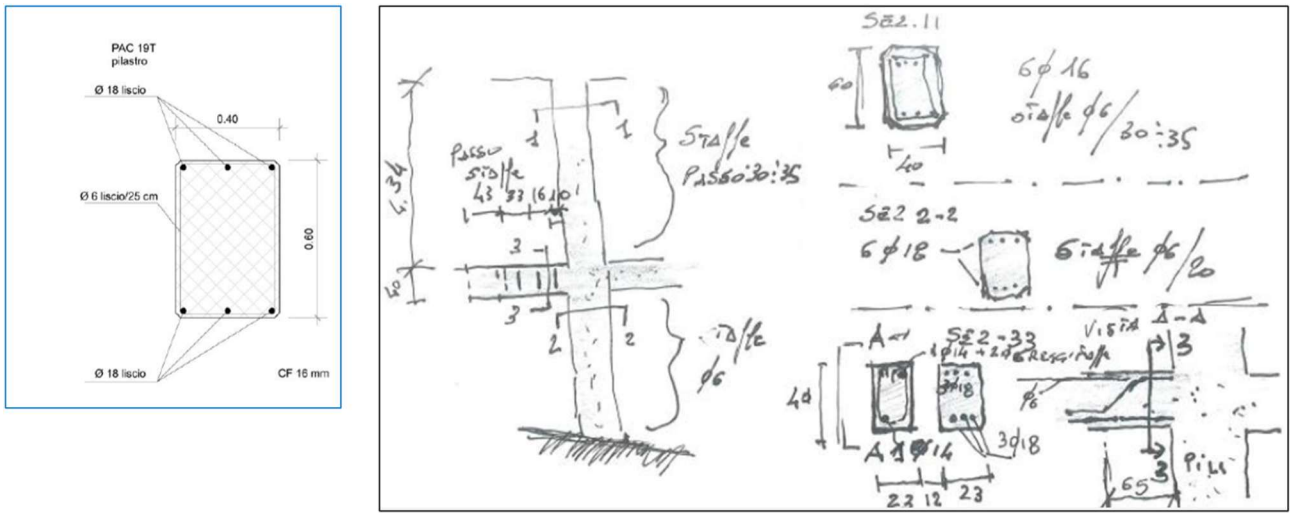


Figura 3-12: Rilievo pilastri esistenti piano terra (Rif 3 e Rif 2)

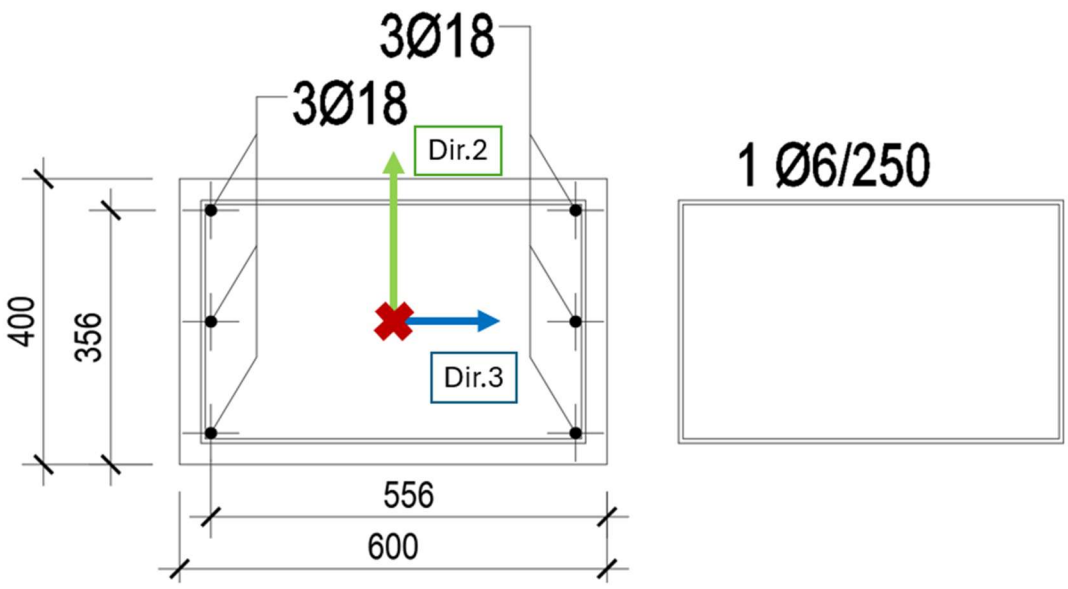


Figura 3-13: Geometria e armatura sezione trasversale pilastri piano terra (come da rilievo)

Ai fini delle verifiche si considera:

- Armatura longitudinale: $3 + 3\phi 18$;
- Altezza utile in direzione 2 (d2): 356(mm)
- Armatura a taglio in direzione 2:
  - $Asw = 56.54(mm^2)$;
  - $s = 250(mm)$;
- Altezza utile in direzione 3 (d3): 556(mm);
- Armatura a taglio in direzione 3:
  - $Asw = 56.54(mm^2)$;
  - $s = 250(mm)$.

3.1.3.1 Verifiche SLU

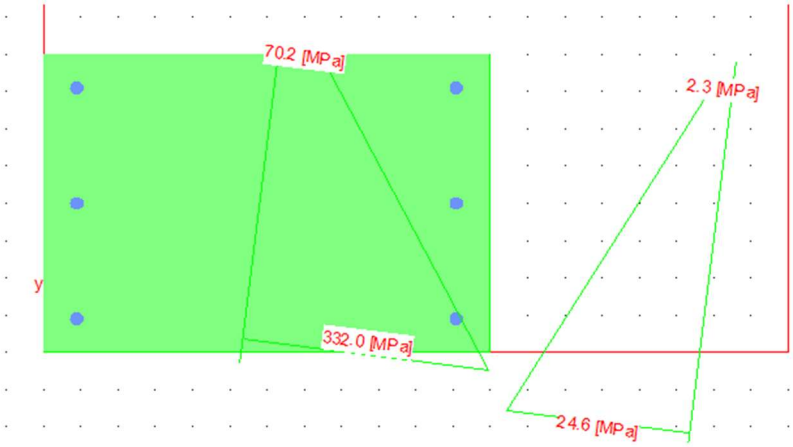
<u>Verifica a flessione:</u>

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLU 6;
- Elemento: 985/987 ascissa 5.04(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -874 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -41.29 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = 12.57 kNm

- Indice di sfruttamento: is = 0.25.

La verifica è soddisfatta



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_x [1/cm]	X_y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLU	-874.00	-41.29	12.57	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.25	0.00	0.00	0.00	-1.75	52.06	-0.17	4.93	10.565

Verifica a taglio:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

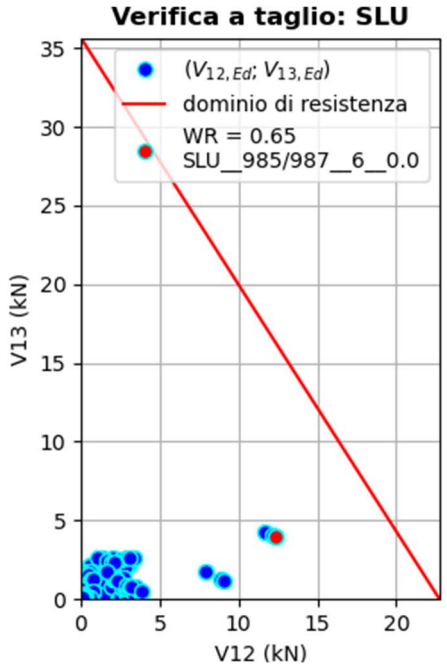
$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

I tagli resistenti vengono calcolati attraverso la teoria del traliccio a inclinazione variabile, in particolare:

$$V_{12,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 22(kN)$$

$$V_{13,Rd} = \min\{V_{rd,s};\ V_{rd,c}\} = 35(kN)$$

La verifica è **soddisfatta**: is. = 0.65.



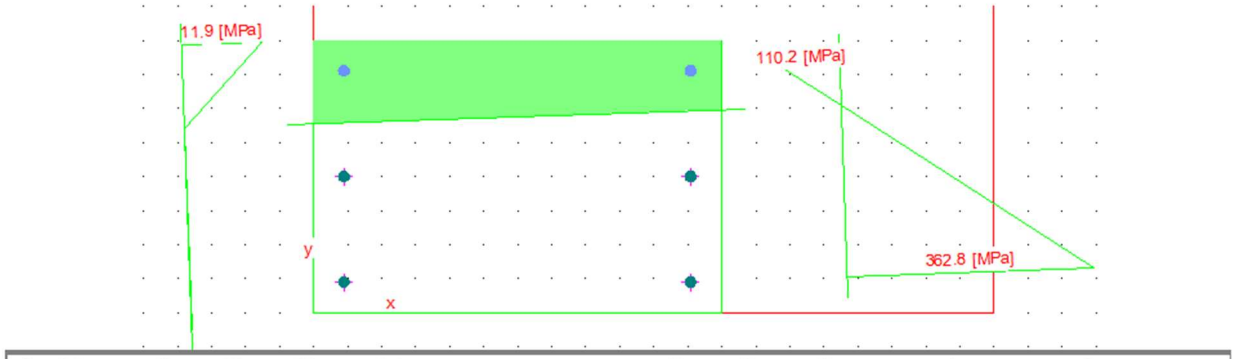
3.1.3.2 Verifiche SLV

Verifica a flessione 100% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 11;
- Elemento: 2844/2846 ascissa 0.00(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -287 (positivo di trazione);
  - Mx = 155kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = 19.34 kNm
- Indice di sfruttamento: is =1.64.

La verifica a flessione considerando il 100% dell'azione sismica **non è soddisfatta.**



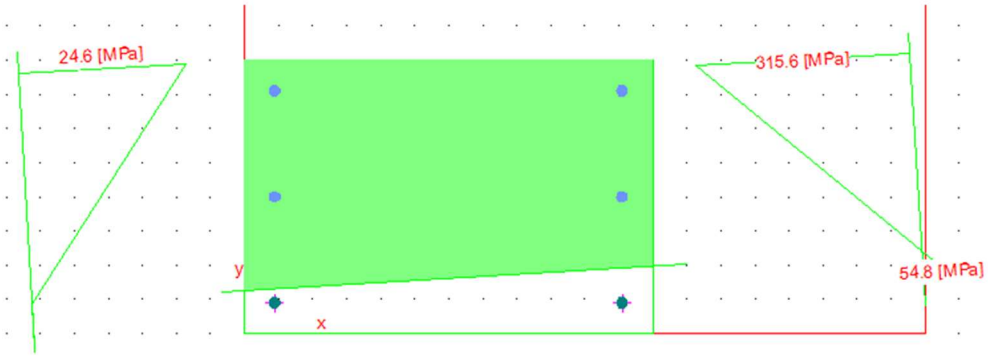
Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV	-287.17	155.89	19.34	Baricentrica	α(N,Mx,My)	**1.64**	-0.00	0.00	0.00	-0.84	12.28	2.05	29.78	0.413

Verifica a flessione 30% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 22;
- Elemento: 2265/2267 ascissa 0.00(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -546 (positivo di trazione);
  - Mx = 52kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = 7 kNm
- Indice di sfruttamento: is =0.22

La verifica a flessione considerando il 30% dell'azione sismica **è soddisfatta.**



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV_30	-546.39	52.71	7.04	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.22	-0.00	0.00	0.00	-1.75	33.71	0.51	9.78	3.446

Verifica a taglio 100% azione sismica:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

I tagli resistenti vengono calcolati attraverso la teoria del taglio ciclico attraverso la relazione:

$$V_{rd} = \frac{1}{1.15}\left(0.16 * \max\{0.5; 100 * \rho_{tot}\} * (1 - 0.16 * 5)\sqrt{fc} * A_c + Vw\right)$$

Dove:

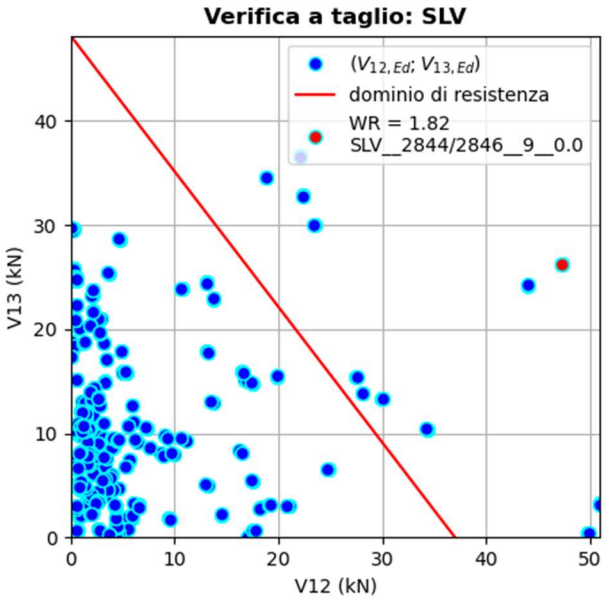
- Vw: taglio resistente dato dalle staffe considerando $cotg(\vartheta) = 1$;
- $\rho_{tot} = A_{sl}/A_c$

in particolare:

$$V_{12,Rd} = 36(kN)$$
$$V_{13,Rd} = 46(kN)$$

La verifica non è soddisfatta: is. = 1.82 .

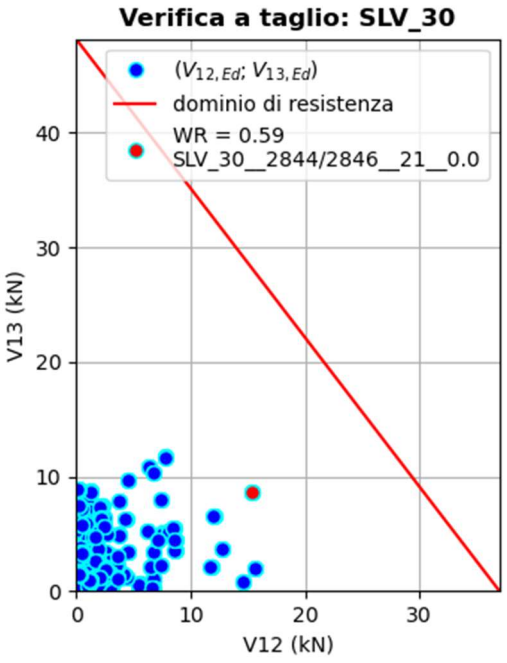
La verifica a taglio considerando il 100% dell'azione sismica **non è soddisfatta.**



Verifica a taglio 30% azione sismica:

La verifica non è soddisfatta: is. = 0.59 .

La verifica a taglio considerando il 30% dell'azione sismica **è soddisfatta.**



3.1.3.3 Riepilogo

Gli elementi "pilastro piano terra" non sono in grado di resistere al 100% dell'azione sismica a causa del non soddisfacimento della verifica a flessione e taglio. Le verifiche di tali elementi risultano soddisfatte per un'azione sismica pari al 30%.

3.1.4 Verifica di resistenza pilastri piano primo e secondo

In Figura 3-14 vengono riportati i pilastri del piano primo e secondo nel modello FEM. Questa parte di pilastro svolge l'importante compito di trasmettere le azioni sismiche dalla copertura agli impalcati delle maniche e quindi ai setti in cemento armato. Al fine di garantire una buona resistenza degli stessi e di migliorare la connessione tra pilastro e trave di copertura, si realizza l'incamiciatura in c.a. mostrata in Figura 3-15.

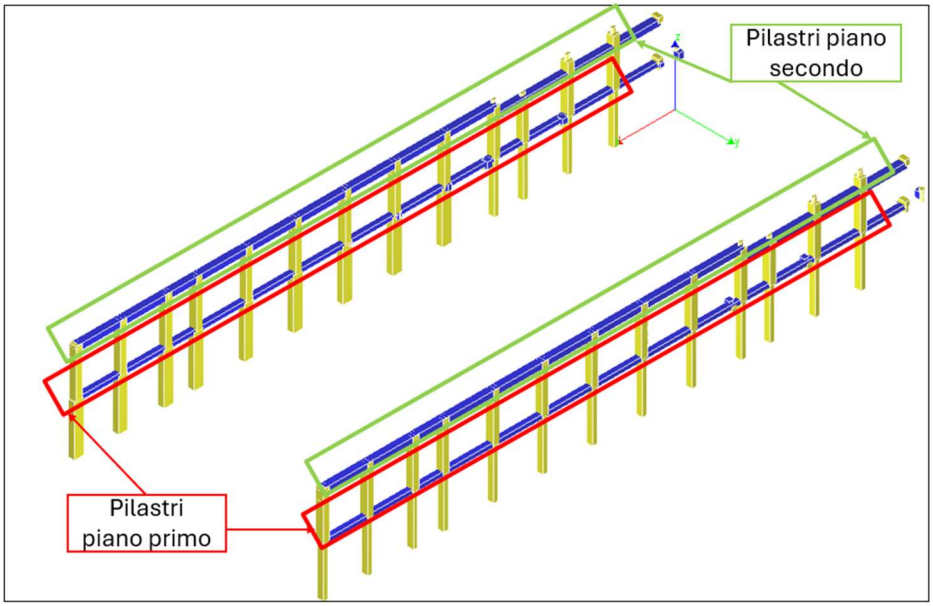


Figura 3-14: Pilastri piano primo e secondo

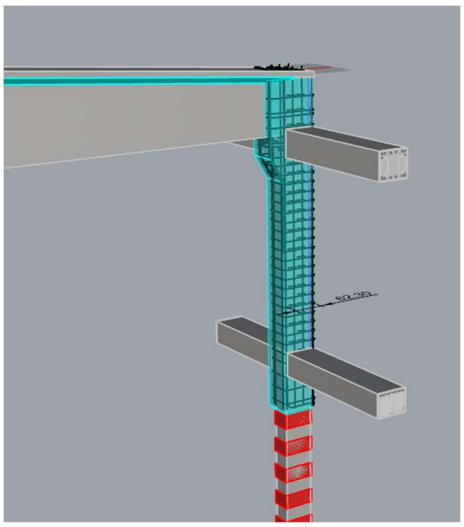


Figura 3-15: Incamiciatura in c.a. pilastri piano primo e secondo

In Figura 3-16 si riportano le sezioni trasversali dei pilastri oggetto di verifica.

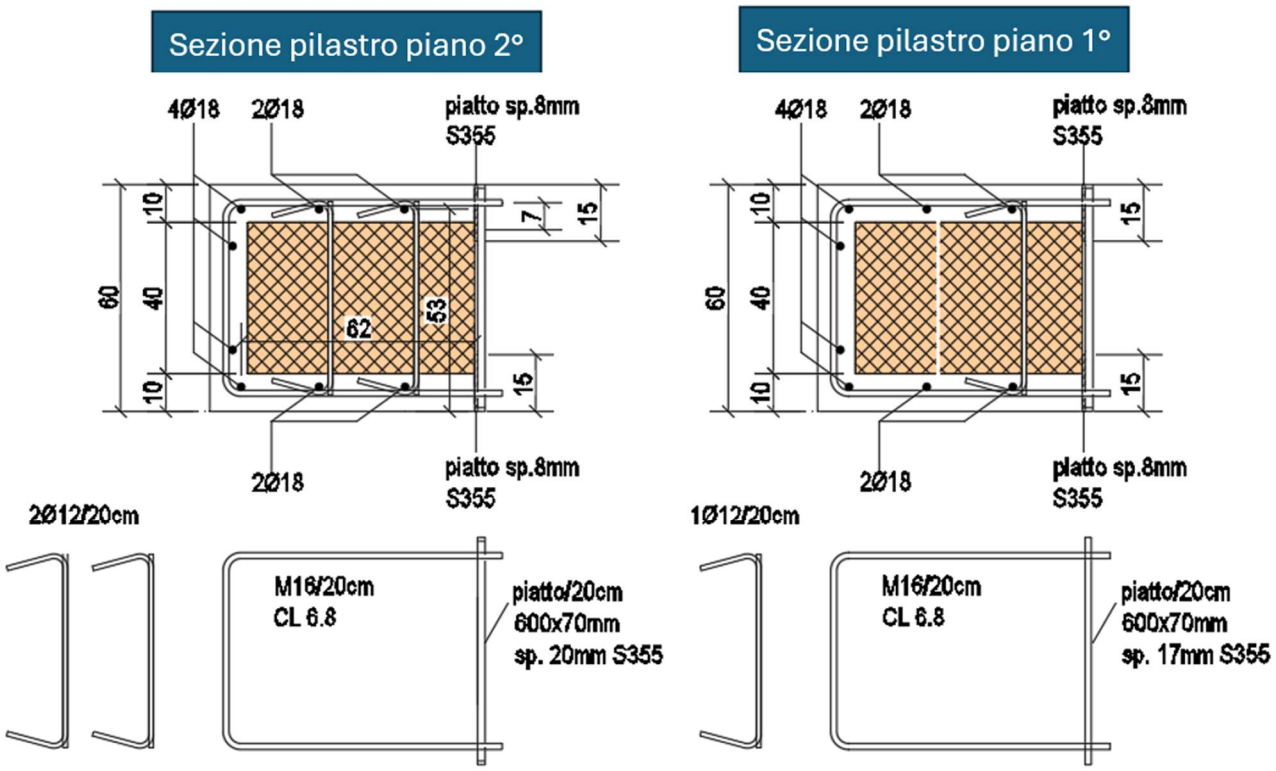


Figura 3-16: Sezioni trasversali pilastro piano primo e secondo

Nei confronti della resistenza a taglio, si considerano i seguenti contributi nelle direzioni Vx e Vy:

Sezione pilastro secondo piano:

- Taglio direzione x:
  - d = 620mm;
  - bw = 600mm;
  - nr. 2 M16 cl6.8; -> il loro contributo massimo è calcolato pensando alla crisi per flessione del piatto 600x70 sp.20mm come se lavorasse a sbalzo su una lunghezza di 70mm; ovvero:
    Frd = (Wpl*fyk/gs)/70mm = (70*20^2/4*355/1.15)/70mm = 30(kN);
  - s = 200mm
  - Vrdx = 0.9*d*Frd*2/s * 0.9 = 150kN
- Taglio direzione y:
  - d = 530mm;
  - bw = 700mm;
  - nr. 1 M16 cl6.8 + 2Φ12 + nr. 1 piatto S355 70x20; -> il loro contributo massimo è calcolato pensando alla crisi per taglio della barra filettata M16, ovvero:
    Frd = 0.5*ftbk*Ares/gm2/gs = (0.5*600*157/1.25/1.15) = 30(kN);
  - s = 200mm

- Vrdy = 0.9*d*Frd*4/s * 0.9 = 250kN

Sezione pilastro primo piano:

- Taglio direzione x:
  - d = 620mm;
  - bw = 600mm;
  - nr. 2 M16 cl6.8; -> il loro contributo massimo è calcolato pensando alla crisi per flessione del piatto 600x70 sp.20mm come se lavorasse a sbalzo su una lunghezza di 70mm; ovvero:
    Frd = (Wpl*fyk/gs)/70mm = (70*17^2/4*355/1.15)/70mm = 22(kN);
  - s = 200mm
  - Vrdx = 0.9*d*Frd*2/s * 0.9 = 110kN
- Taglio direzione y:
  - d = 530mm;
  - bw = 700mm;
  - nr. 1 M16 cl6.8 + 1Φ12 + nr. 1 piatto S355 70x17; -> il loro contributo massimo è calcolato pensando alla crisi per taglio della barra filettata M16, ovvero:
    Frd = 0.5*ftbk*Ares/gm2/gs = (0.5*600*157/1.25/1.15) = 30(kN);
  - s = 200mm
  - Vrdy = 0.9*d*Frd*3/s * 0.9 = 187kN

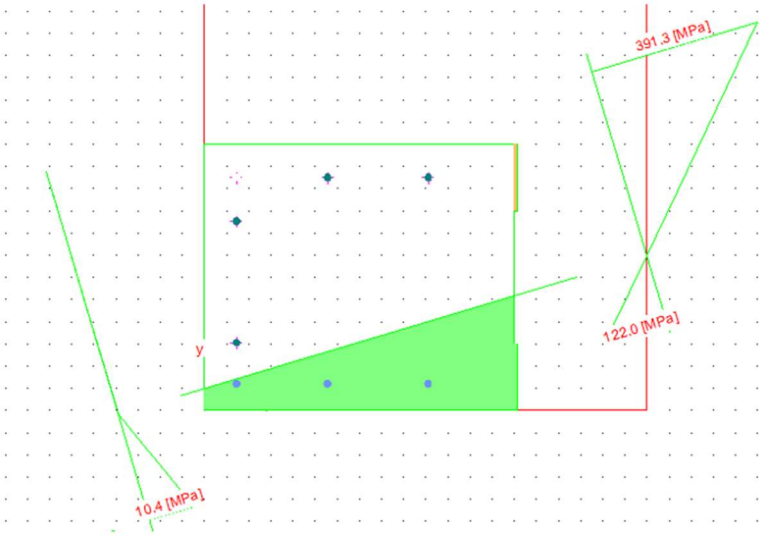
3.1.4.1 Verifiche a flessione pilastro piano primo e secondo

3.1.4.1.1 Verifica SLU

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLU 4;
- Elemento: 803/806 ascissa 0.00(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -776 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -49.13 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -13.42 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.18/0.9=0.2.

La verifica è **soddisfatta**



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLU	0.00	-49.13	-13.42	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.18	0.00	-0.00	0.00	-1.08	25.05	2.26	52.67	0.476

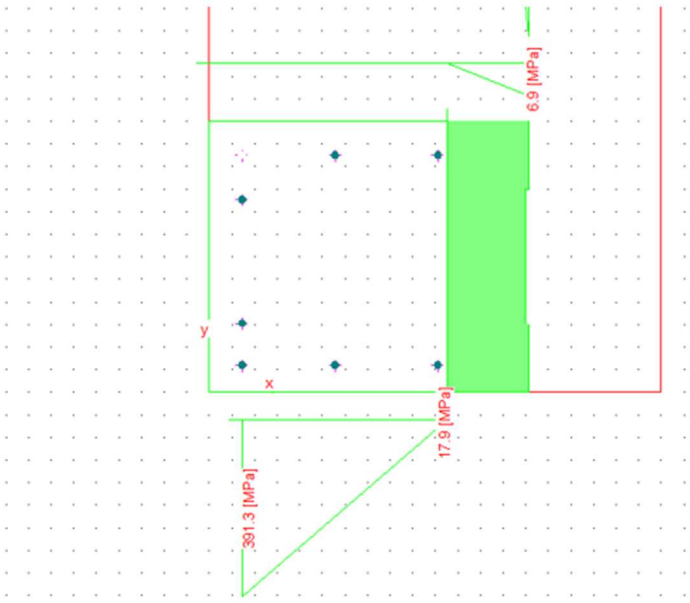
3.1.4.1.2 Verifica SLV

<u>Verifica a flessione 100% azione sismica:</u>

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 14;
- Elemento: 2846/3024 ascissa 3.62(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -273 kN (positivo di trazione);
  - Mx = 5.86 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -450.24 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 1.3/0.9=1.45.

La verifica **non è soddisfatta**



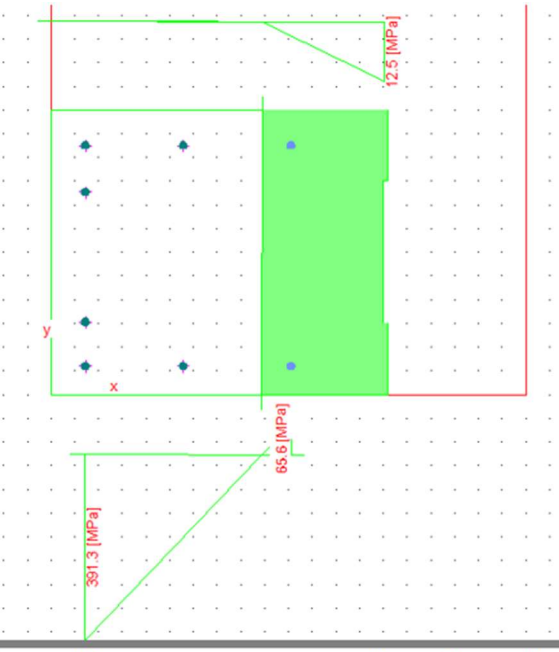
Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV	-273.04	5.86	-450.24	Baricentrica	α(N,Mx,My)	1.30	0.00	-0.00	0.00	-0.74	18.13	2.16	52.68	0.344

Verifica a flessione 30% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 26;
- Elemento: 2846/3024 ascissa 3.62(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -272 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -0.82 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -135.71 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.24/0.9=0.26.

La verifica **è soddisfatta**

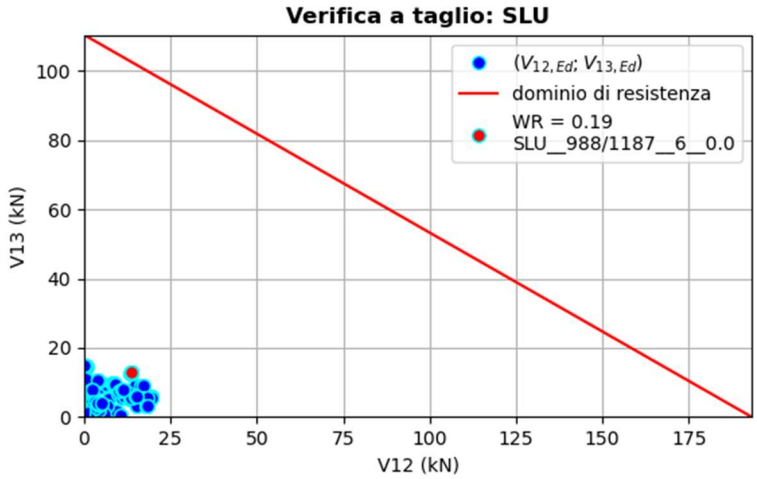


Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV_30	-272.34	0.82	-135.71	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.24	0.00	-0.00	0.00	-1.33	26.45	2.23	44.51	0.594

3.1.4.2 Verifiche a taglio pilastro piano primo

3.1.4.2.1 Verifica SLU

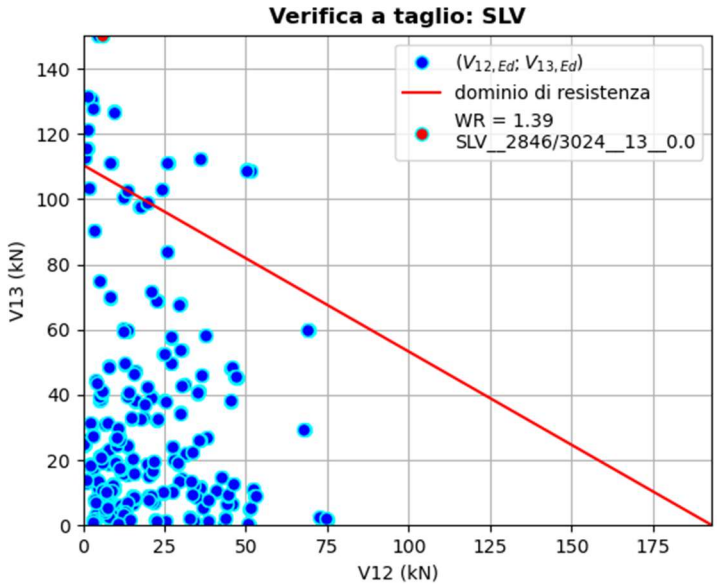
La verifica **è soddisfatta**: is. = 0.19.



3.1.4.2.2 Verifica SLV

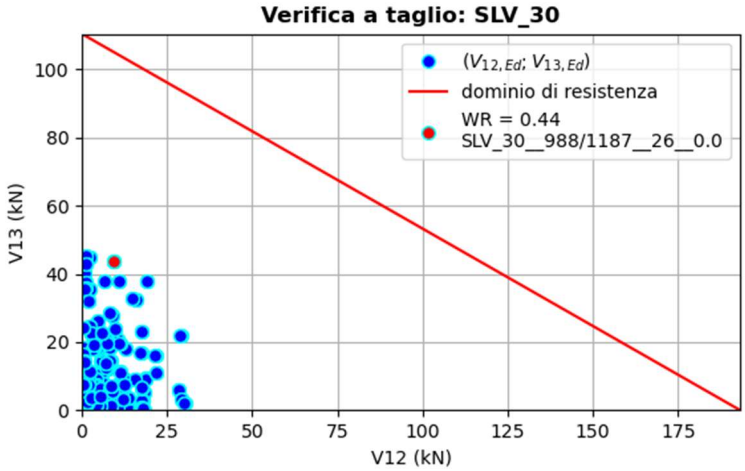
<u>Verifica a taglio 100% azione sismica:</u>

La verifica **non è soddisfatta**: is. = 1.39



Verifica a taglio 30% azione sismica:

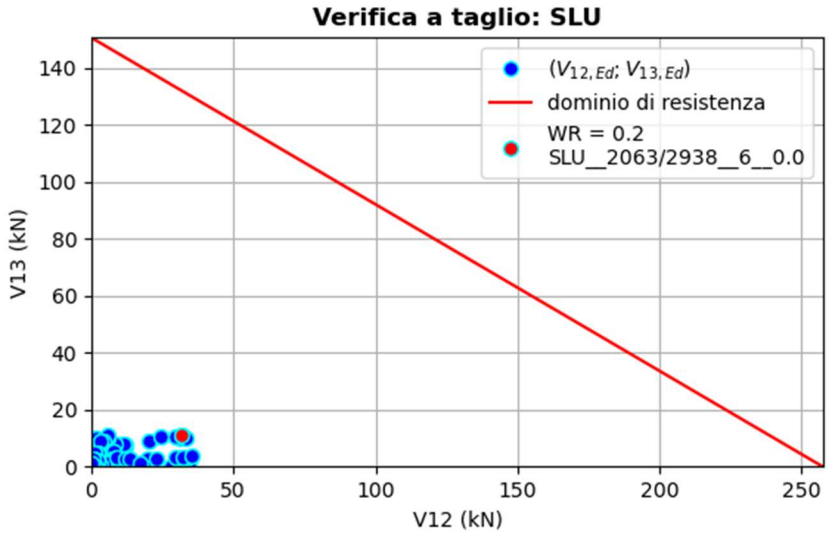
La verifica **è soddisfatta**: is. = 0.44



3.1.4.3 Verifiche a taglio pilastro piano secondo

3.1.4.3.1 Verifica SLU

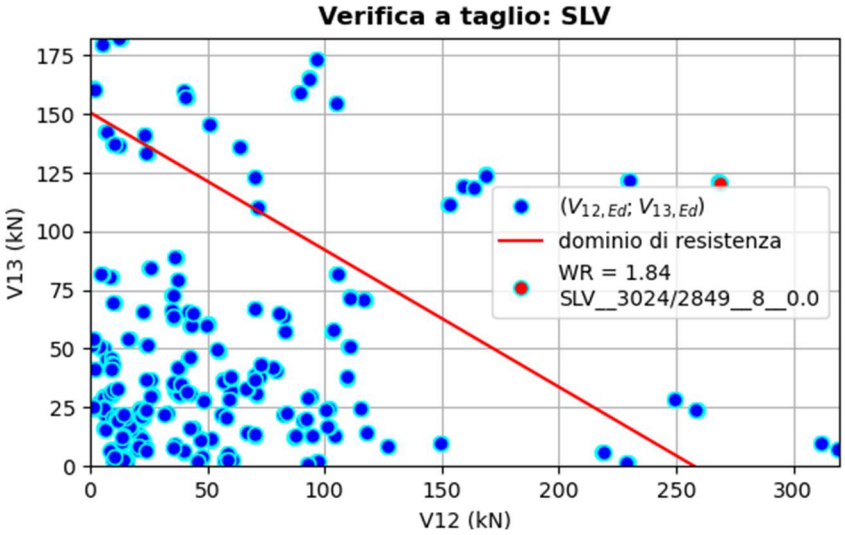
La verifica **è soddisfatta**: is. = 0.2.



3.1.4.3.2 Verifica SLV

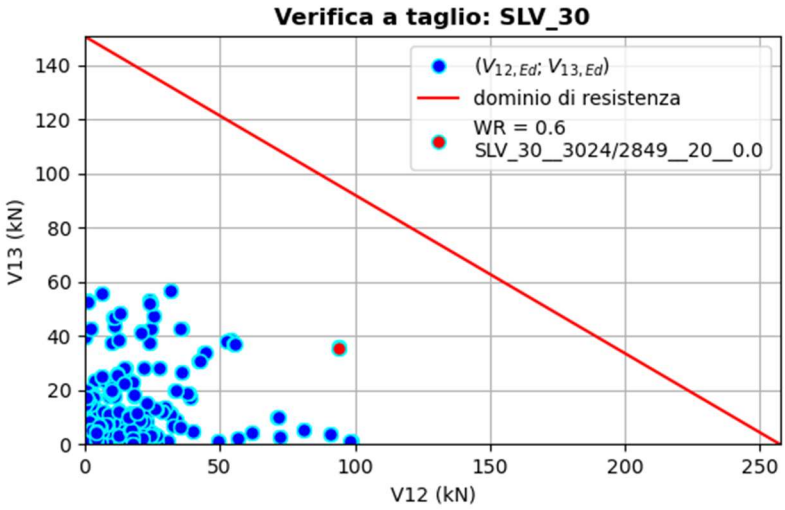
Verifica a taglio 100% azione sismica:

La verifica **non è soddisfatta**: is. = 1.84



Verifica a taglio 30% azione sismica:

La verifica è **soddisfatta**: is. = 0.6



3.1.4.4 Riepilogo

Gli elementi “pilastro piano primo e secondo” non sono in grado di resistere al 100% dell’azione sismica a causa del non soddisfacimento della verifica a flessione e taglio. Le verifiche di tali elementi risultano soddisfatte per un’azione sismica pari al 30%.

3.2 Pilastri: filo F1

In Figura 3-17 e Figura 3-18 si riporta rispettivamente la vista assonometrica dei pilastri filo F1 oggetto di verifica strutturale e la sezione trasversale desunta da indagini in situ.

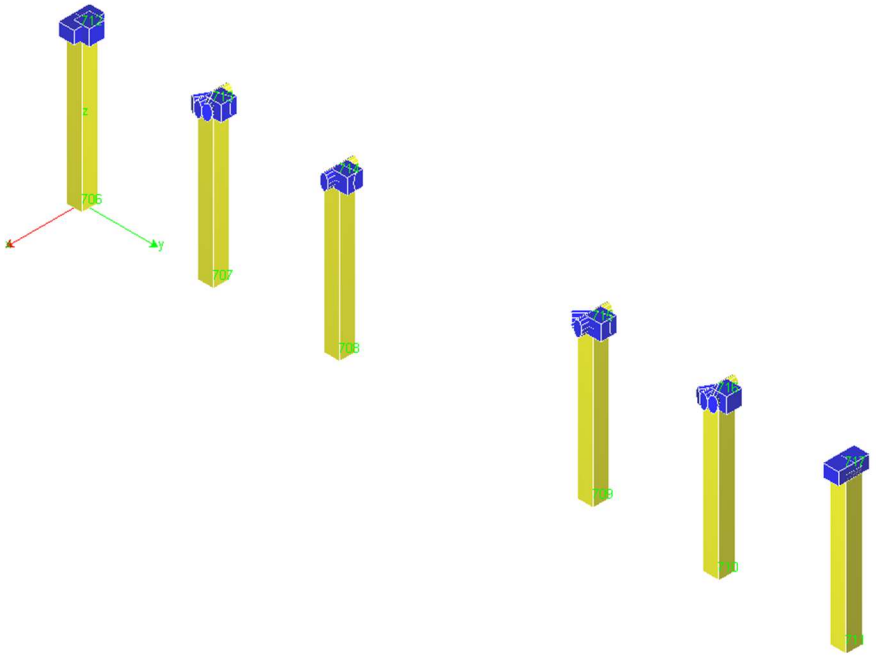


Figura 3-17: Pilastri filo F1

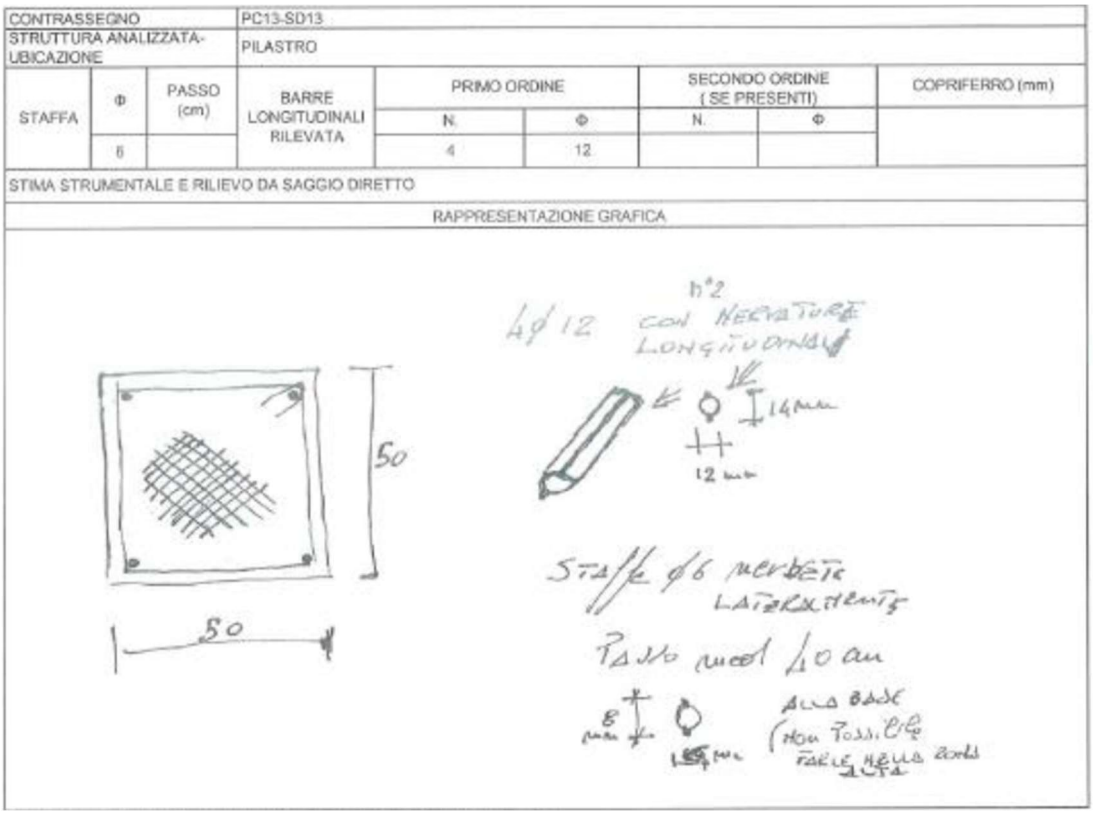


Figura 3-18: Sezione trasversale e armatura pilastri filo F1 (Rif 1, Rif 2 e Rif 3)

Data la scarsa presenza di armature, i pilastri in oggetto vengono rinforzati mediante l'applicazione di srp G600, in particolare:

- Rinforzo a flessione: fasce larghe 30cm su ogni faccia del pilastro;
- Rinforzo a taglio: fasce di larghezza 30cm disposte a passo 55cm.

Ai fini delle verifiche si considera:

- Armatura longitudinale: $2 + 2\phi 12$;
- Altezza utile in direzione 2 (d2): 450(mm)
- Armatura a taglio in direzione 2:
  - $Asw = 56.54(mm^2)$;
  - $s = 400(mm)$;
- Altezza utile in direzione 3 (d3): 450(mm);
- Armatura a taglio in direzione 3:
  - $Asw = 56.54(mm^2)$;
  - $s = 400(mm)$.

3.2.1.1 Verifiche SLU

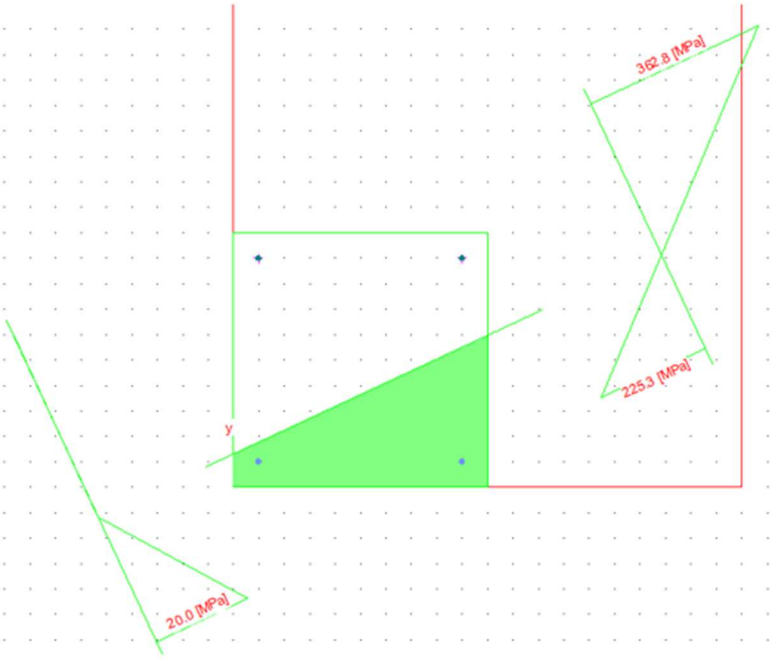
La verifica in condizione ultime viene effettuata in assenza di rinforzo.

Verifica a flessione:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLU 3;
- Elemento: 709/715 ascissa 5.04(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -513 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -110.82 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -58.16 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.88.

La verifica **è soddisfatta**.



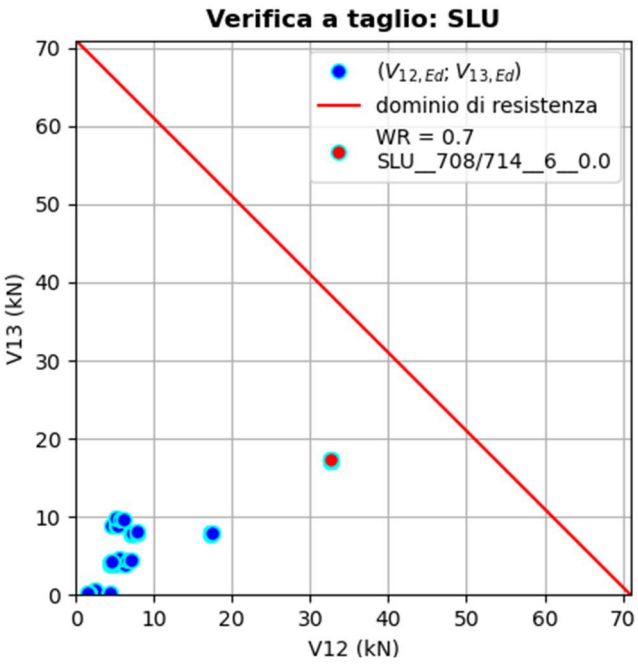
Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLU	-513.00	-110.00	-58.00	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.86	0.00	-0.00	0.00	-1.42	27.00	2.08	39.43	0.685

Verifica a taglio:

La verifica a taglio viene condotta con riferimento alla verifica a taglio non armato dove a favore di sicurezza si va a trascurare il contributo resistente dato dallo sforzo normale di compressione.

Verifica a taglio non armato			
Larghezza minima sezione	Bw	500	(mm)
Altezza sezione	h	500	(mm^2)
Altezza utile sezione	d	450	(mm)
Armatura longitudinale tesa	Asl	226.1947	(mm^2)
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	rho_l	0.001005	(/)
Resistenza caratteristica a compressione del cls	fck	17.6	(Mpa)
Sforzo normale agente sulla sezione	Ned	0	(kN)
Tensione agente sulla sezione indotta da Ned	sigma_cp	0	(Mpa)
	k1	0.15	
	k	1.666667	
Taglio resistente	Vrd	54.42729	(kN)
Taglio resistente minimo	Vrd_min	71.08534	(kN)

La verifica **è soddisfatta**: is. = 0.7.



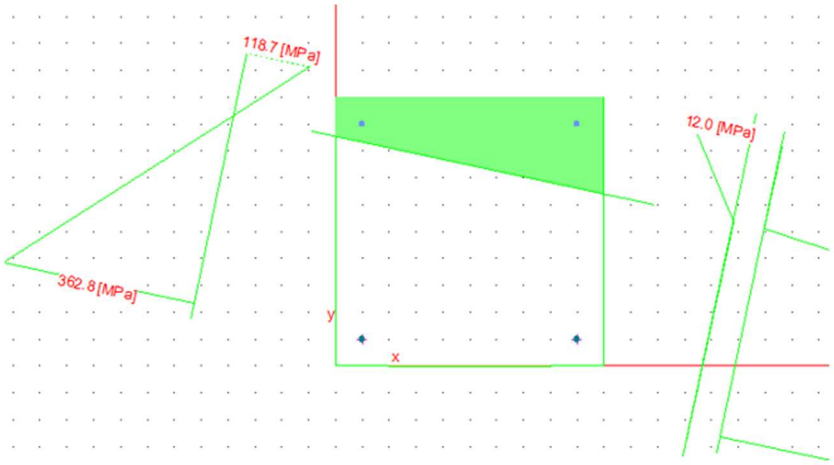
3.2.1.2 Verifiche SLV

Verifica a flessione 100% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 15;
- Elemento: 708/714 ascissa 5.04(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -294 kN (positivo di trazione);
  - Mx = 107.33 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -31.76 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 1.38.

La verifica **non è soddisfatta**.



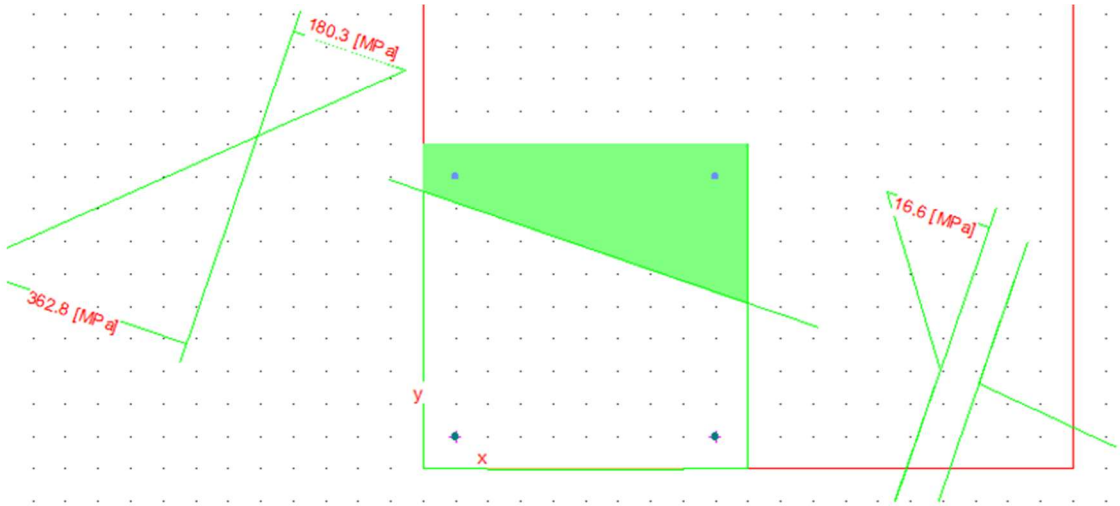
Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV	-294.00	107.00	-31.76	Baricentrica	α(N,Mx,My)	1.37	-0.00	-0.00	0.00	-0.85	17.63	2.01	41.69	0.423

Verifica a flessione 30% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 26;
- Elemento: 708/714 ascissa 5.04(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -301 kN (positivo di trazione);
  - Mx = 78.44 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -32.95 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.72.

La verifica **è soddisfatta**



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV_30	-301.00	78.44	-32.95	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.72	-0.00	-0.00	0.00	-1.18	23.23	2.05	40.31	0.576

Verifica a taglio 100% azione sismica:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

I tagli resistenti vengono calcolati attraverso la teoria del taglio ciclico attraverso la relazione:

$$V_{rd} = \frac{1}{1.15}\left(0.16 * \max\{0.5; 100 * \rho_{tot}\} * (1 - 0.16 * 5)\sqrt{fc} * A_c + Vw + f_{fed}A_{fv}0.9d/(p * \gamma_{rd})\right)$$

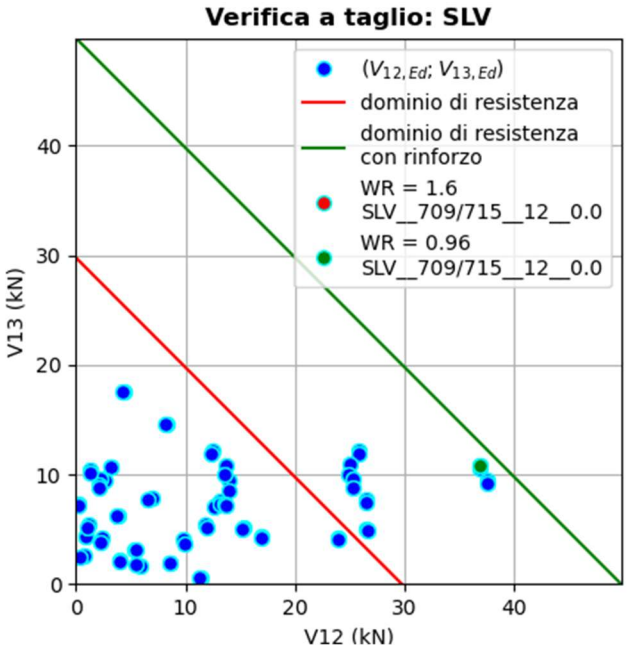
Dove:

- Vw: taglio resistente dato dalle staffe considerando $cotg(\vartheta) = 1$;
- $\rho_{tot} = A_{sl}/A_c$
- A_{fv}: area fibre (2*bf*tk);
- $\gamma_{rd} = 1.3$
- $f_{fed} = 807\ MPa$

in particolare:

$$V_{12,Rd} = 29.79 + 20(kN) = 50(kN)$$
$$V_{13,Rd} = 29.79 + 20(kN) = 50(kN)$$

La verifica **è soddisfatta**



3.2.1.3 Riepilogo

I pilastri del filo F1 non sono in grado di resistere al 100% dell'azione sismica a causa del non soddisfacimento della verifica a flessione. Le verifiche di tali elementi risultano soddisfatte per un'azione sismica pari al 30%.

3.3 Telaio C1

In Figura 3-19 si riporta la vista assonometrica del telaio C1 oggetto di verifica strutturale.

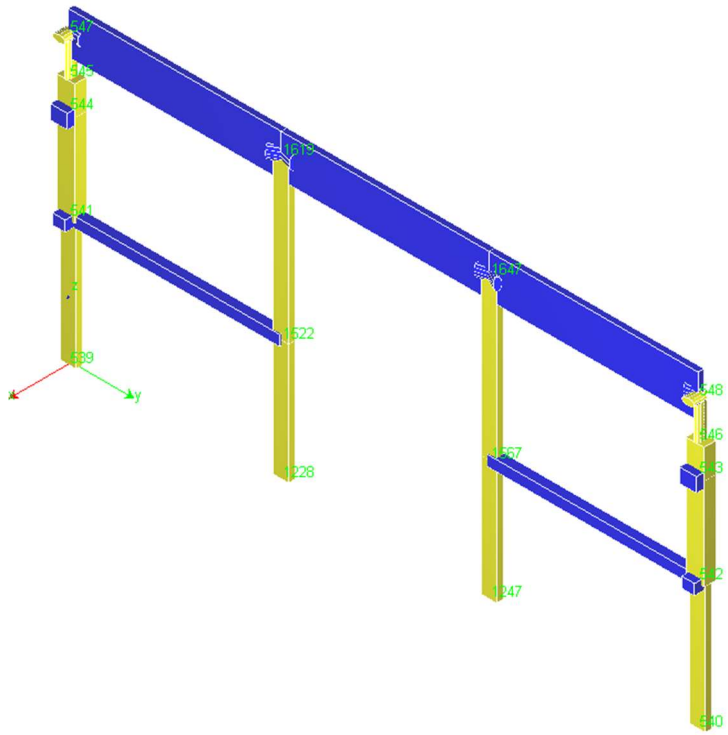


Figura 3-19: Telaio C1

Di seguito si riportano le verifiche strutturali per alcuni elementi costituenti il telaio.

3.3.1 Verifica di resistenza pilastri centrali

In Figura 3-20 e Figura 3-21 si riporta rispettivamente la vista assonometrica dei pilastri filo C1 oggetto di verifica strutturale e la sezione trasversale desunta da indagini in situ.

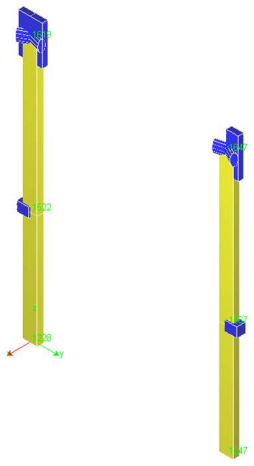


Figura 3-20: Pilastri centrali telaio C1

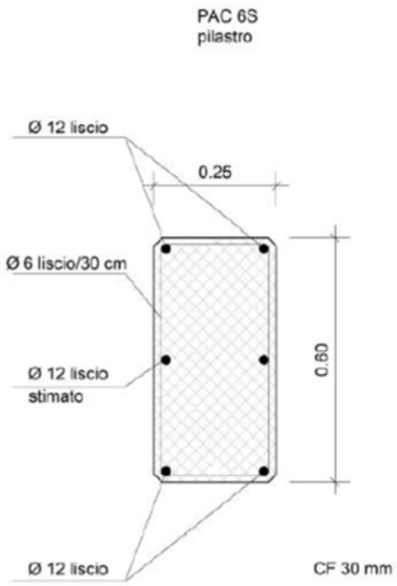


Figura 3-21: Sezione trasversale e armatura pilastri centrali filo C1 (Rif 1, Rif 2 e Rif 3)

I pilastri in oggetto vengono rinforzati a taglio mediante l'applicazione di srp G600, applicando fasce di larghezza 30cm disposte a passo 40cm.

Ai fini delle verifiche si considera:

- Armatura longitudinale: $3 + 3\phi 12$;
- Altezza utile in direzione 2 (d2): 200(mm)
- Armatura a taglio in direzione 2:
  - $Asw = 56.54(mm^2)$;
  - $s = 300(mm)$;
- Altezza utile in direzione 3 (d3): 550(mm);
- Armatura a taglio in direzione 3:
  - $Asw = 56.54(mm^2)$;
  - $s = 300(mm)$.

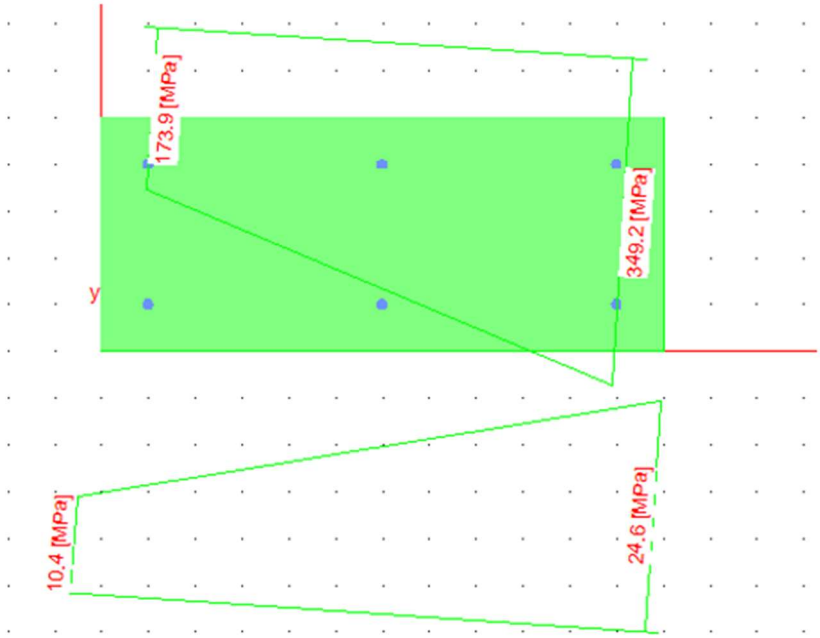
3.3.1.1 Verifiche SLU

Verifica a flessione:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLU 4;
- Elemento: 1228/1522 ascissa 4.74(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -310.96 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -0.14 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -12.53 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.11.

La verifica **è soddisfatta**.



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLU	-310.00	-0.14	-12.53	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.11	0.00	-0.00	0.00	-1.75	106.64	-0.74	45.13	2.363

Verifica a taglio:

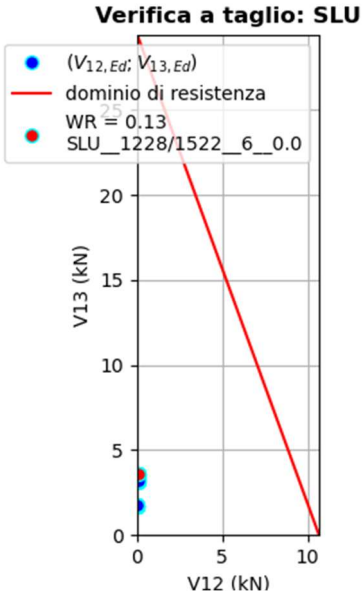
La verifica a taglio viene condotta con riferimento al meccanismo a traliccio:

$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

$$V_{12,Rd} = 29.37(kN)$$

$$V_{13,Rd} = 10.68(kN)$$

La verifica **è soddisfatta**: is. = 0.13.



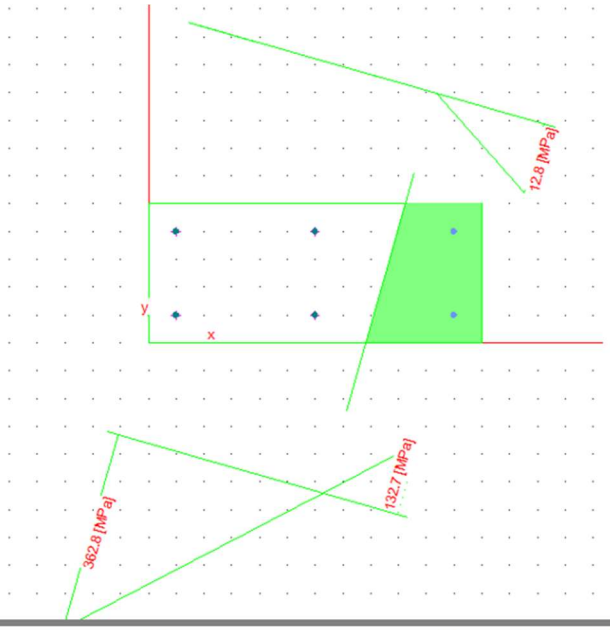
3.3.1.2 Verifiche SLV

Verifica a flessione 100% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 15;
- Elemento: 1567/1647 ascissa 0.0(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -191.15 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -6.03 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -100.46 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 1.22.

La verifica **non è soddisfatta**



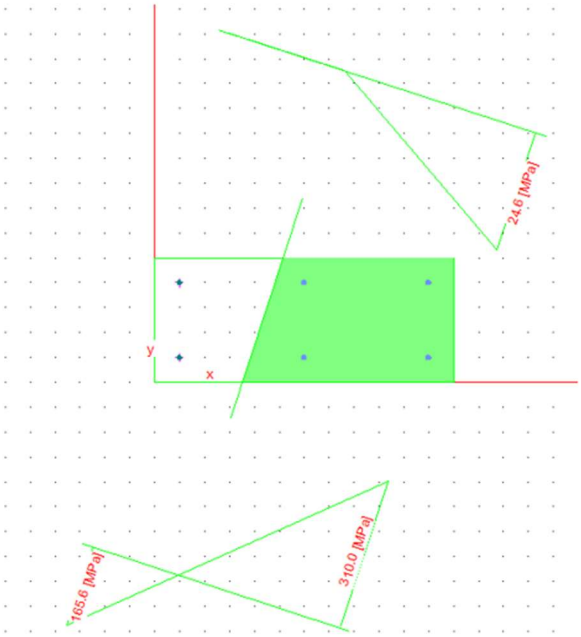
Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV	-191.15	-6.03	-100.46	Baricentrica	α(N,Mx,My)	1.22	0.00	-0.00	0.00	-0.91	20.15	2.01	44.40	0.454

Verifica a flessione 30% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 26;
- Elemento: 1567/1647 ascissa 0.0(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -193.66 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -1.83 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -35.95 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.17.

La verifica **è soddisfatta**



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV_30	-193.66	-1.83	-35.95	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.17	0.00	-0.00	0.00	-1.75	40.32	1.06	24.48	1.647

Verifica a taglio 100% azione sismica:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

I tagli resistenti vengono calcolati attraverso la teoria del taglio ciclico attraverso la relazione:

$$V_{rd} = \frac{1}{1.15}\left(0.16 * \max\{0.5; 100 * \rho_{tot}\} * (1 - 0.16 * 5)\sqrt{fc} * A_c + Vw + f_{fed} A_{fv} 0.9d/(p * \gamma_{rd})\right)$$

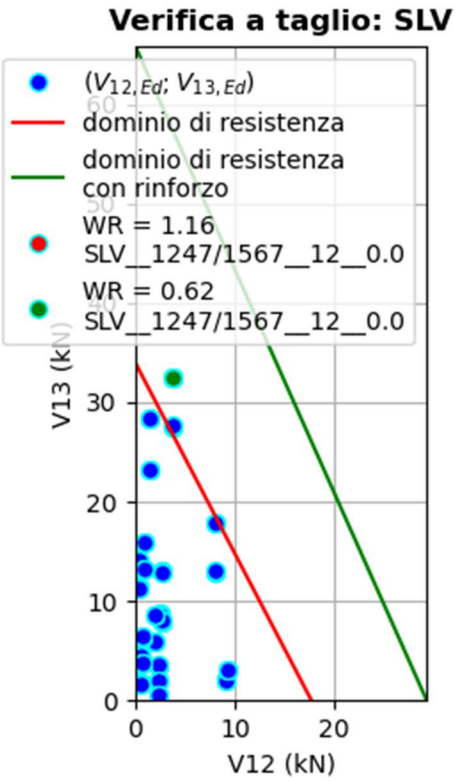
Dove:

- Vw: taglio resistente dato dalle staffe considerando $cotg(\vartheta) = 1$;
- $\rho_{tot} = A_{sl}/A_c$
- A_{fv}: area fibre (2*bf*tk);
- $\gamma_{rd} = 1.3$
- $f_{fed} = 764\ MPa$

in particolare:

$$V_{12,Rd} = 17.74 + 11.59(kN) = 29.33(kN)$$
$$V_{13,Rd} = 34.04 + 31.87(kN) = 65.9(kN)$$

La verifica **è soddisfatta**



3.3.1.3 Riepilogo

I pilastri centrali del filo C1 non sono in grado di resistere al 100% dell'azione sismica a causa del non soddisfacimento della verifica a flessione. Le verifiche di tali elementi risultano soddisfatte per un'azione sismica pari al 30%.

3.4 Telaio A4

In Figura 3-22 si riporta la vista assonometrica del telaio A4 oggetto di verifica strutturale.

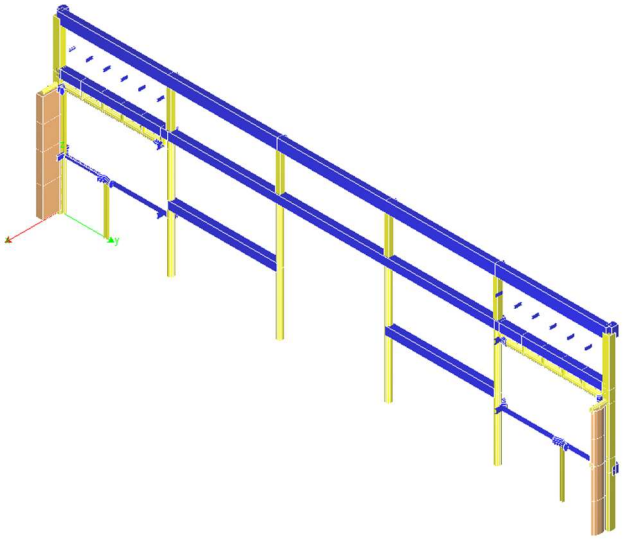


Figura 3-22: Telaio A4

Di seguito si riportano le verifiche strutturali per alcuni elementi costituenti il telaio.

3.4.1 Verifica di resistenza colonne

In Figura 3-23 e Figura 3-24 si riporta rispettivamente la vista assonometrica dei pilastri circolari filo A4 oggetto di verifica strutturale e la sezione trasversale desunta da indagini in situ.

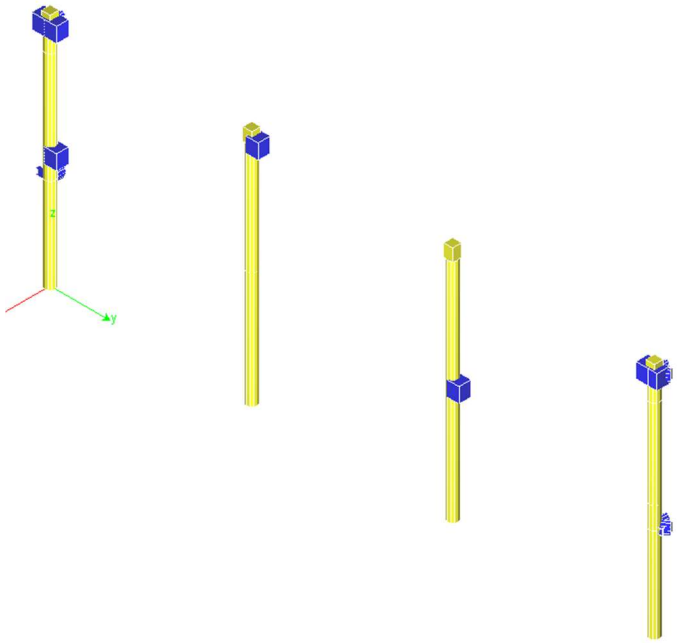


Figura 3-23: Colonne circolari telaio A4

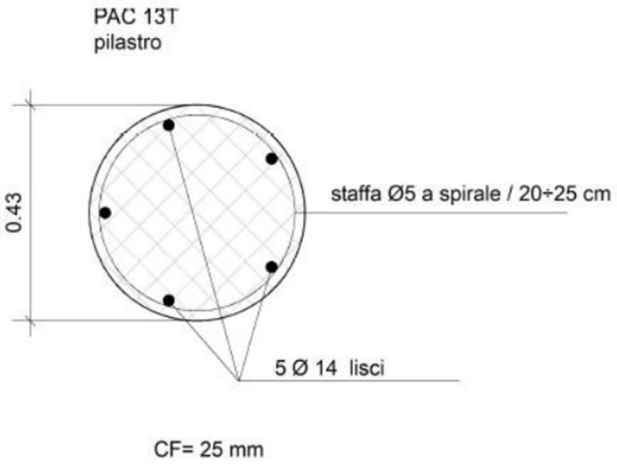


Figura 3-24: Sezione trasversale e armatura colonne circolari (Rif 1, Rif 2 e Rif 3)

Le colonne in oggetto vengono rinforzate a taglio mediante l'applicazione di srp G600, applicando fasce di larghezza 30cm disposte a passo 40cm.

Ai fini delle verifiche si considera:

- Armatura longitudinale: $5\phi14$;
- Diametro colonna: 430(mm)

- Copriferro: 25(mm)
- Armatura a taglio
  - $Asw = 39.26(mm^2)$;
  - $s = 250(mm)$;

Il taglio resistente viene valutato con la formulazione C8.7.2.10 della circolare esplicativa delle NTC18:

$$V_W = \frac{\pi}{2}\frac{A_{sx}}{s} f_{yw}(D - 2c)$$

Il contributo aggiuntivo fornito dalle fibre è pari a:

$$V_{Rd,f} = \frac{\pi}{2}\frac{t_f}{\gamma_{Rd}} f_{fed} D b_f / p_f$$

$$V_{rd} = \frac{1}{1.15}\left(0.16 * \max\{0.5; 100 * \rho_{tot}\} * (1 - 0.16 * 5)\sqrt{fc} * A_c + Vw + \frac{\pi}{2}\frac{t_f}{\gamma_{Rd}} f_{fed} D b_f / p_f)\right)$$

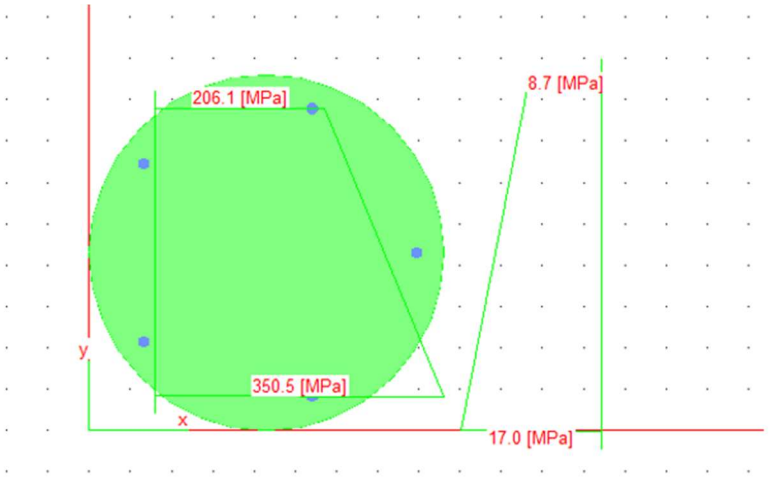
3.4.1.1 Verifiche SLU

Verifica a flessione:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLU 6;
- Elemento: 463/480 ascissa 0.0(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -1177 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -21 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = 0.04 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.55.

La verifica **è soddisfatta**.



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLU	-1177.00	-21.10	0.04	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.57	0.00	0.00	0.00	-1.75	88.59	-0.90	45.59	1.943

Verifica a taglio:

Sollecitazione massima: V_{Ed} =12.83

Taglio resistente: V_{Rd} =29.5(kN)

La verifica **è soddisfatta**.

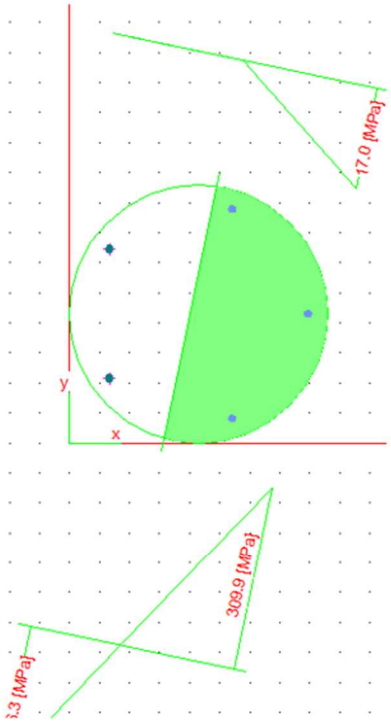
3.4.1.2 Verifiche SLV

Verifica a flessione 100% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 11;
- Elemento: 458/490 ascissa 4.51(m);
- Sollecitazioni:
  - N = --619.12kN (positivo di trazione);
  - Mx = -19.36 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -92.8 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 1.07.

La verifica **non è soddisfatta**

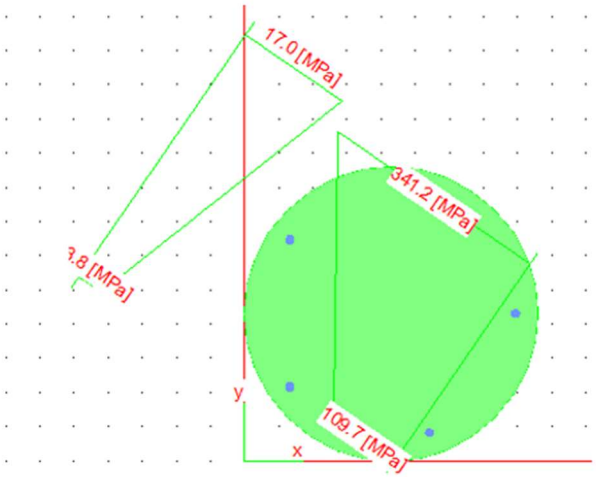


Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV	-619.12	-19.36	-92.80	Baricentrica	α(N,Mx,My)	1.07	0.00	-0.00	0.00	-1.75	22.86	1.54	20.13	1.136

Verifica a flessione 30% azione sismica:

- Combinazione: SLV 26;
- Elemento: 480/488 ascissa 0.89(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -779.48(positivo di trazione);
  - Mx = 22.87 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -15.76 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.47.

La verifica **è soddisfatta**



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV_30	-779.48	22.87	-15.76	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.47	-0.00	-0.00	0.00	-1.75	55.25	-0.39	12.25	4.509

Verifica a taglio 100% azione sismica:

I tagli resistenti vengono calcolati attraverso la teoria del taglio ciclico attraverso la relazione:

$$V_{rd} = \frac{1}{1.15}\left(Vw + \frac{\pi}{2}\frac{t_f}{\gamma_{Rd}} f_{fed} D b_f / p_f)\right)$$

Dove:

- Vw: taglio resistente dato dalle staffe considerando $cotg(\vartheta) = 1$;
- $\rho_{tot} = A_{sl}/A_c$
- A_{fv}: area fibre (2*bf*tk);
- $\gamma_{rd} = 1.3$
- $f_{fed} = 805\ MPa$

in particolare:

$$V_{Rd} = \frac{1}{1.15}\left(29.5(\text{kN}) + \frac{\pi}{2}\frac{t_f}{\gamma_{Rd}} f_{fed} D b_f / p_f)\right) = 46(kN)$$

$$V_{Ed} = 34.27(kN)$$

La verifica **è soddisfatta**

3.4.1.3 Riepilogo

Le colonne circolari del filo A4 non sono in grado di resistere al 100% dell'azione sismica a causa del non soddisfacimento della verifica a flessione. Le verifiche di tali elementi risultano soddisfatte per un'azione sismica pari al 30%.

3.4.2 Verifica di resistenza pilastri quadrati

In Figura 3-25 e Figura 3-26 si riporta rispettivamente la vista assonometrica dei pilastri quadrati del filo A4 oggetto di verifica strutturale e la sezione trasversale desunta da indagini in situ.

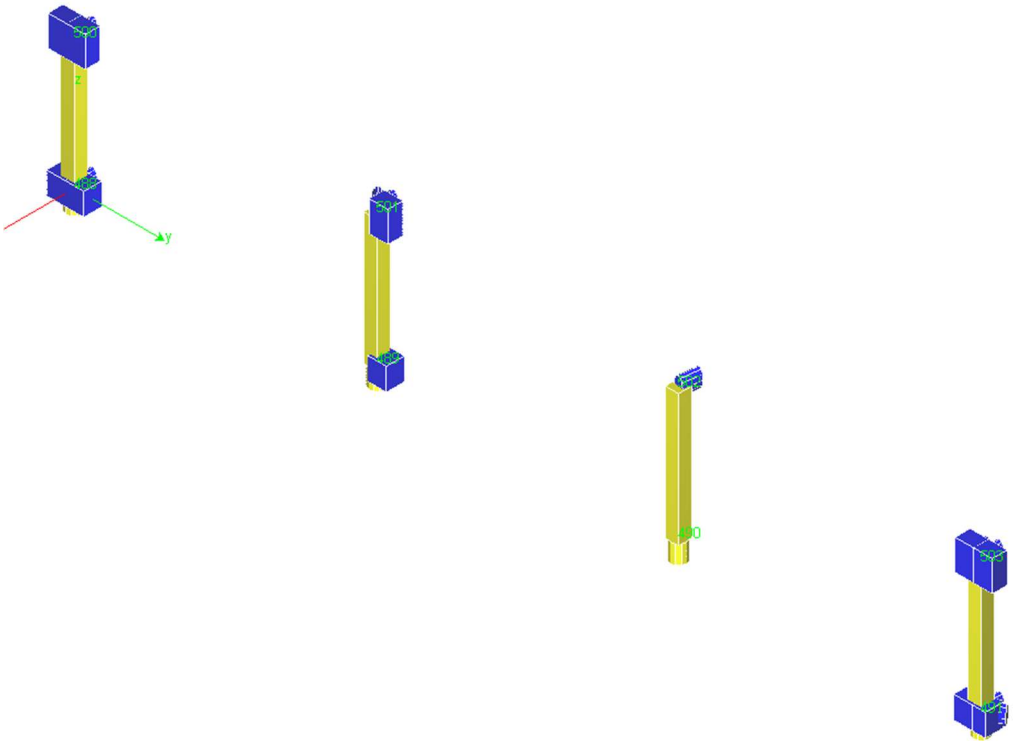


Figura 3-25: pilastri quadrati telaio A4

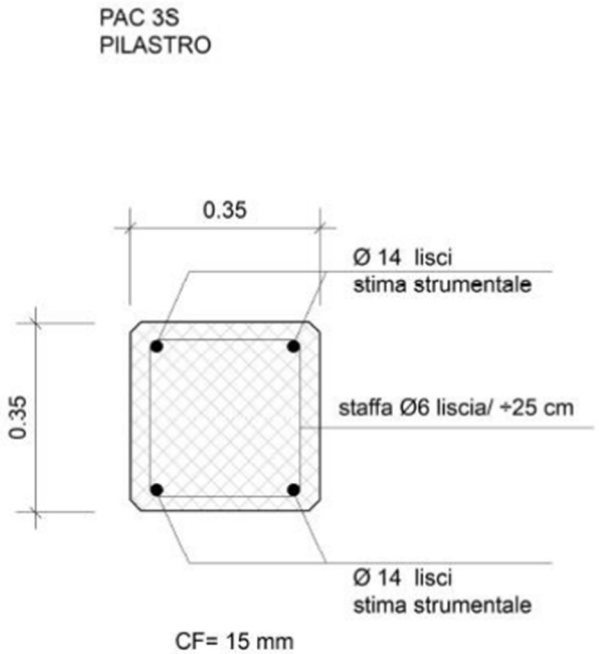


Figura 3-26: Sezione trasversale e armatura pilastri quadrati filo A4 (Rif 1, Rif 2 e Rif 3)

I pilastri in oggetto vengono rinforzati mediante l'applicazione di srp G600 e G1200:

- Rinforzo a taglio: srp G600 di larghezza 30cm disposte a passo 45cm.
- Rinforzo a flessione: srp G1200 di larghezza 30cm.

Ai fini delle verifiche si considera:

- Armatura longitudinale: $2 + 2\phi 14$;
- Altezza utile in direzione (d): 300(mm)
- Armatura a taglio:
  - $Asw = 56.54(mm^2)$;
  - $s = 250(mm)$;

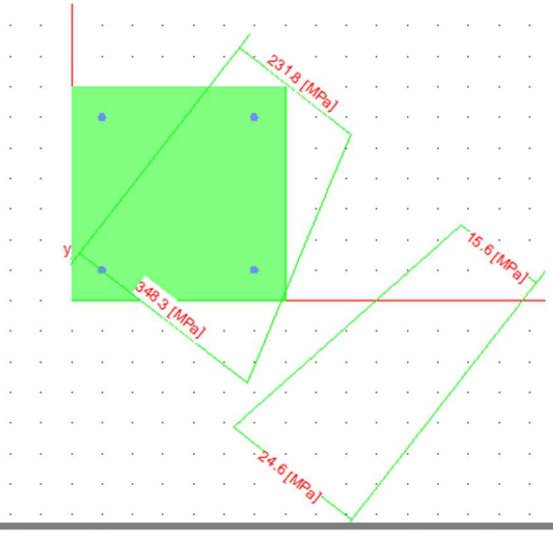
3.4.2.1 Verifiche SLU

<u>Verifica a flessione:</u>

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLU 7;
- Elemento: 491/503 ascissa 0.0(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -519 kN (positivo di trazione);
  - Mx = -3.94 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = 3.08 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.2.

La verifica **è soddisfatta**.



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_x [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLU	-519.00	-3.94	3.08	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.20	0.00	0.00	0.00	-1.75	134.43	-1.10	84.80	1.585

Verifica a taglio:

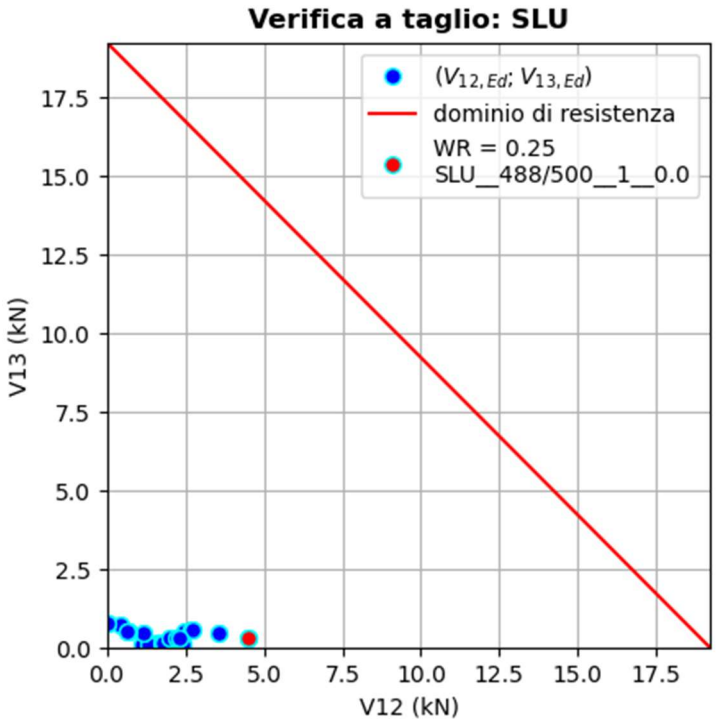
La verifica a taglio viene condotta con riferimento al meccanismo a traliccio:

$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

$$V_{12,Rd} = 19.22(kN)$$

$$V_{13,Rd} = 19.22(kN)$$

La verifica **è soddisfatta**: is. = 0.25.



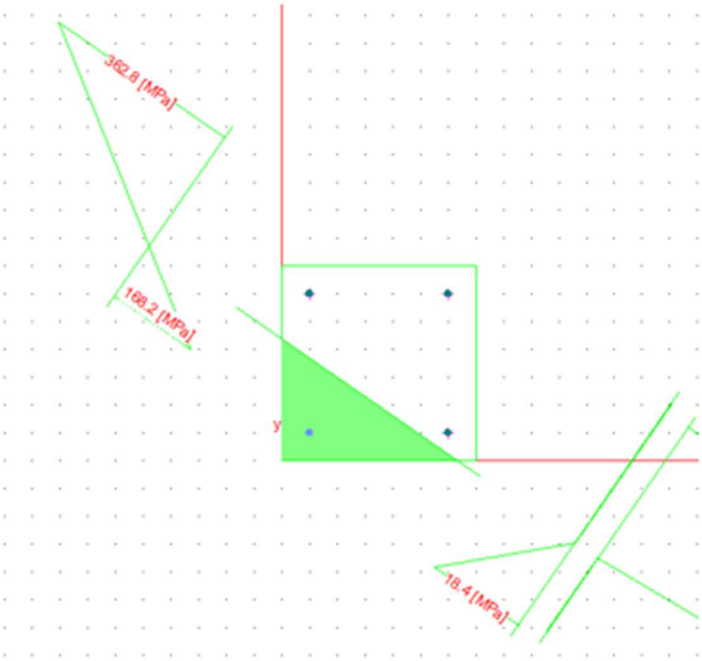
3.4.2.2 Verifiche SLV

Verifica a flessione 100% azione sismica:

La sollecitazione che massimizza l'indice di sfruttamento della verifica in oggetto è:

- Combinazione: SLV 13;
- Elemento: 488/500 ascissa 0.0(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -301kN (positivo di trazione);
  - Mx = --75.25 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = 57.9 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 2.0.

La verifica **non è soddisfatta**

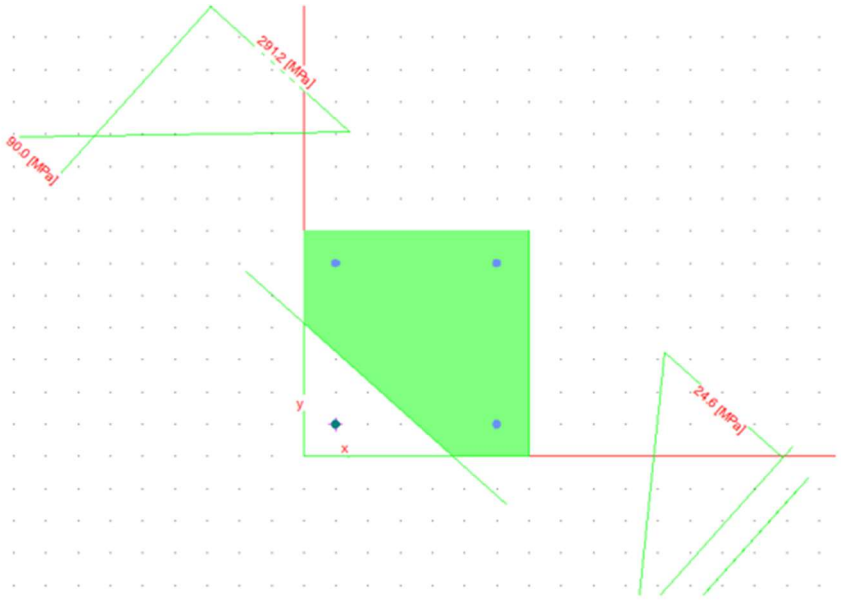


Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV	-301.00	-75.25	57.90	Baricentrica	α(N,Mx,My)	2.01	0.00	0.00	0.00	-1.31	17.98	2.23	30.73	0.585

Verifica a flessione 30% azione sismica:

- Combinazione: SLV 26;
- Elemento: 488/500 ascissa 0.00(m);
- Sollecitazioni:
  - N = -331.66 (positivo di trazione);
  - Mx = 21.79 kNm (positivo tende le fibre inferiori);
  - My = -19.31 kNm
- Indice di sfruttamento: is = 0.34.

La verifica **è soddisfatta**



Condizione di carico	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Azione Baricentrica	Tipo	Sd/Sr	X_X [1/cm]	X_Y [1/cm]	X [1/cm]	ε_{MIN} x 1000	d ε_{MIN} [cm]	ε_{MAX} x 1000	d ε_{MAX} [cm]	$\varepsilon_{MIN}/\varepsilon_{MAX}$
SLV_30	-331.00	21.79	-19.31	Baricentrica	α(N,Mx,My)	0.34	-0.00	-0.00	0.00	-1.75	34.03	0.79	15.40	2.210

Verifica a taglio 100% azione sismica:

Considerando un dominio di interazione lineare, la verifica a taglio è soddisfatta quando:

$$\frac{V_{12,Ed}}{V_{12,Rd}} + \frac{V_{13,Ed}}{V_{13,Rd}} \leq 1$$

I tagli resistenti vengono calcolati attraverso la teoria del taglio ciclico attraverso la relazione:

$$V_{rd} = \frac{1}{1.15}\left(0.16 * \max\{0.5; 100 * \rho_{tot}\} * (1 - 0.16 * 5)\sqrt{fc} * A_c + Vw + f_{fed}A_{fv}0.9d/(p * \gamma_{rd})\right)$$

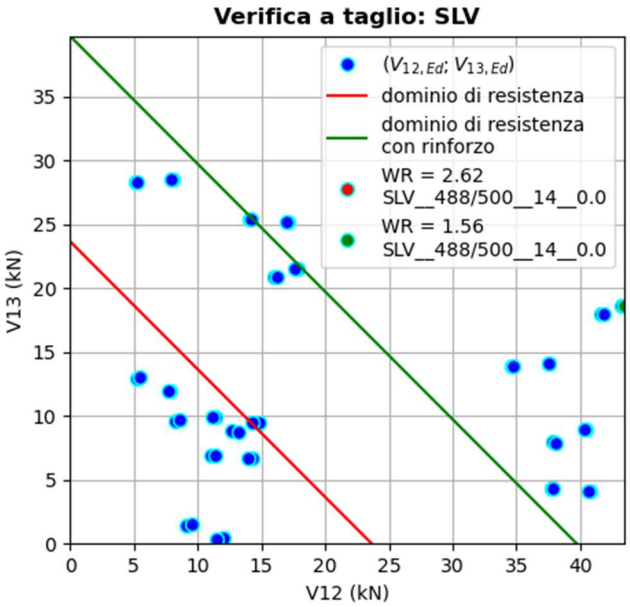
Dove:

- Vw: taglio resistente dato dalle staffe considerando $cotg(\vartheta) = 1$;
- $\rho_{tot} = A_{sl}/A_c$
- A_{fv}: area fibre (2*bf*tk);
- $\gamma_{rd} = 1.3$
- $f_{fed} = 795\ MPa$

in particolare:

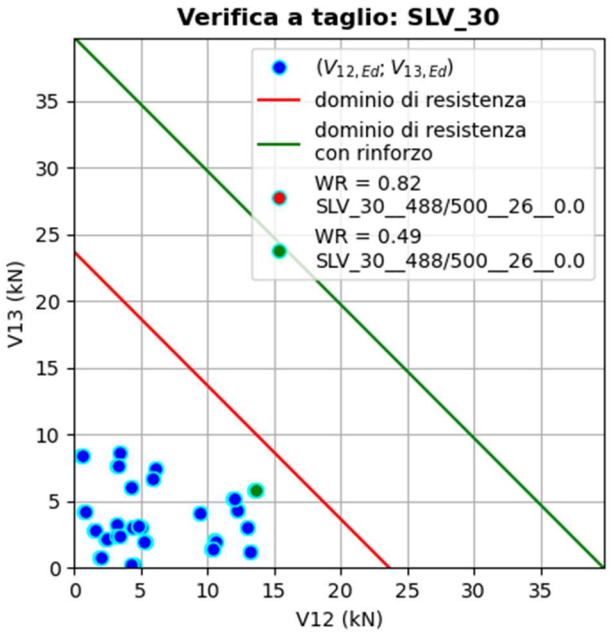
$$V_{12,Rd} = 23.65 + 16.08(kN) = 39.73(kN)$$
$$V_{13,Rd} = 23.65 + 16.08(kN) = 39.73(kN)$$

La verifica **non è soddisfatta**



Verifica a taglio 30% azione sismica:

La verifica **è soddisfatta.**



3.4.2.3 Riepilogo

I pilastri quadrati del filo A4 non sono in grado di resistere al 100% dell'azione sismica a causa del non soddisfacimento della verifica a flessione e taglio. Le verifiche di tali elementi risultano soddisfatte per un'azione sismica pari al 30%.