

**MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**



COMUNE DI TORINO



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA
Lotto Costruttivo 2: Bologna - Politecnico**

PROGETTO DEFINITIVO		 INFRASTRUTTURE per la mobilità		INFRATRASPORTI S.r.l.										
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA													
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. F. Rizzo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9337K	PROGETTO STRUTTURALE – POZZI E MANUFATTI DI LINEA POZZO DI INTERTRATTA CARLO ALBERTO RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURE												
		ELABORATO			REV.	SCALA	DATA							
		Int.	Est.											
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A2	D	STR	PCA	R	001	0	1	-	16/11/2023

AGGIORNAMENTI


Fig. 1 di 1

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	18/01/22	LFA	PDM	FRI	RCR
1	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	16/11/23	PDM	PDM	FRI	RCR
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 2</td> <td>CARTELLA</td> <td>9.4.10</td> <td>1</td> <td>MTL2T1A2D</td> <td>STRPCAR001</td> </tr> </table>	LOTTO 2	CARTELLA	9.4.10	1	MTL2T1A2D	STRPCAR001	<p align="center">STAZIONE APPALTANTE</p> <p align="center">DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio</p> <p align="center">RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro</p>
LOTTO 2	CARTELLA	9.4.10	1	MTL2T1A2D	STRPCAR001		

**INDICE**

1.	PREMESSA	5
2.	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO	7
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	7
2.2	PROGRAMMI DI CALCOLO	7
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	8
3.1	CALCESTRUZZO PER MICROPALI/MICROPALI: C25/30	8
3.2	MAGRONE: C12/15	8
3.3	SOLETTA DI FONDO/STRUTTURE INTERNE: C30/37	8
3.4	ACCIAIO DA CEMENTO ARMATO: B450C	9
3.5	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	9
3.6	COPRIFERRO MINIMO E COPRIFERRO NOMINALE:	9
4.	DESCRIZIONE DELLE OPERE	11
5.	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	14
5.1	CONTESTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO	14
5.2	PARAMETRI GEOTECNICI DI RIFERIMENTO	16
6.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	17
6.1	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI BASE	17
6.2	FATTORE DI AMPLIFICAZIONE DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO	18
6.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	18
6.4	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO	19
7.	CRITERI DI CALCOLO DELLE OPERE	21
7.1	CENNI NORMATIVI	21
7.2	MODELLAZIONE NUMERICA	23
7.3	CARICHI APPLICATI ALLE STRUTTURE	24
8.	CABINA TECNICA – SEZ. 3 PIANI	26
8.1	ANALISI DEI CARICHI	26
8.2	MODELLO DI CALCOLO	27
8.3	SOLLECITAZIONI AGENTI PER UNITÀ DI LUNGHEZZA	39
8.4	VERIFICHE PILASTRI IN C.A. (CONTROPARETI)	43

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

8.5	VERIFICHE TRAVATE C.A.	63
8.6	SINTESI DELLE SEZIONI ED ARMATURE ADOTTATE	79
8.7	VERIFICA A GALLEGGIAMENTO STRUTTURA DEFINITIVA	80
9.	SEZIONE TRASVERSALE DEL POZZO	82
10.	SOLETTONE DI FONDO DEL POZZO	84
11.	RIVESTIMENTO DEFINITIVO DEL CUNICOLO DI COLLEGAMENTO DEL POZZO	90

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Key-plan della Linea 2 – tratta funzionale 1: Politecnico-Rebaudengo	5
Figura 2.	Sezione trasversale del pozzo di intertratta Carlo Alberto (PCA)	11
Figura 3.	Quadro strutturale tratto dal progetto CARG (Fonte: Forno M.G., 2012)	14
Figura 4.	Schematizzazione metodo di Wood	25
Figura 5.	Carichi in condizione permanenti portati [kN/m]	29
Figura 6.	Carichi in condizione variabile Fsx [kN/m]	30
Figura 7.	Carichi in condizione variabile Fdx [kN/m]	31
Figura 8.	Carichi in condizione variabile F _{CV} [kN/m]	32
Figura 9.	Carichi in condizione Sisma [kN/m]	33
Figura 10.	Carichi in condizione E [kN/m]	34
Figura 11.	Carichi in condizione Pesi (spinta idrica) [kN/m]	35
Figura 12.	Inviluppo Diagramma Momento flettente agente SLU [kNm]	39
Figura 13.	Inviluppo Sforzo normale agente SLU [kN]	40
Figura 14.	Inviluppo taglio agente [kN]	41
Figura 15.	Deformazioni massime registrate SLU [m]	42
Figura 16.	Schema statico della sezione trasversale del pozzo	82

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1.	Parametri di resistenza e deformabilità per le unità geotecniche di riferimento	16
Tabella 2.	Sintesi dei parametri di pericolosità sismica di base	19
Tabella 3.	Sintesi delle azioni sismiche di progetto	20
Tabella 4.	Coefficienti parziali per le azioni	22
Tabella 5.	Coefficienti parziali per le resistenze dei materiali naturali	22
Tabella 6.	Coefficienti parziali per le verifiche di opere di materiali sciolti	23
Tabella 7.	Coefficienti amplificativi dei carichi secondo NTC 2018	23
Tabella 8.	Combinazioni di carico SLU	36
Tabella 9.	Combinazioni di carico SLE rara	37
Tabella 10.	Combinazioni di carico SLE frequente	37
Tabella 11.	Combinazioni di carico SLE quasi permanente	38


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Tabella 12. Sintesi delle sezioni geometriche ed armature adottate	79
Tabella 13. Coefficienti amplificativi dei carichi secondo NTC 2018	80
Tabella 14. Calcolo azione stabilizzante	81
Tabella 15. Verifica al galleggiamento e calcolo del SF	81
Tabella 16. Calcolo del carico agente	83
Tabella 17. Risultato della verifica condotta	83
Tabella 18. Sollecitazioni caratteristiche	84
Tabella 19. Momento flettente di calcolo	85
Tabella 20. Taglio di calcolo	85
Tabella 21. Verifiche allo SLE	85
Tabella 22. Verifiche a pressoflessione allo SLU	90
Tabella 23. Verifiche a taglio allo SLU	90
Tabella 24. Verifiche allo SLE	90



1. PREMESSA

La presente relazione si inserisce nell’ambito dell’affidamento dei servizi di ingegneria relativi alla Progettazione Definitiva della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana, disciplinato dal Contratto tra la Città di Torino e la società Infratrasporti.TO s.r.l., ed ha per oggetto le fasi realizzative, le analisi strutturali e le verifiche relative alle opere definitive del pozzo di ventilazione Carlo Alberto “PCA” previsto alla PK 9+136.45.

Il tracciato urbano della Linea 2 della Metropolitana di Torino, si sviluppa per circa 14.50 km dal settore Nord/Est al settore Sud/Ovest della città di Torino e cioè dalla nuova stazione Rebaudengo del passante ferroviario, si inserisce nell’ex scalo ferroviario Vanchiglia, utilizzando la trincea tra le vie Gottardo e Sempione, percorre corso Regio Parco, attraversa il fiume Dora, i Giardini Reali, piazza castello, devia verso via Roma, interseca la linea 1 esistente nella stazione di Porta Nuova e, attraversando prima la stazione ferroviaria di Porta Nuova e successivamente corso Stati Uniti, devia su Corso Trento, percorre corso Duca degli Abruzzi per immettersi lungo corso Orbassano fino al cimitero parco (per maggiori dettagli si riporta nella figura seguente il key-plan della linea in questione).

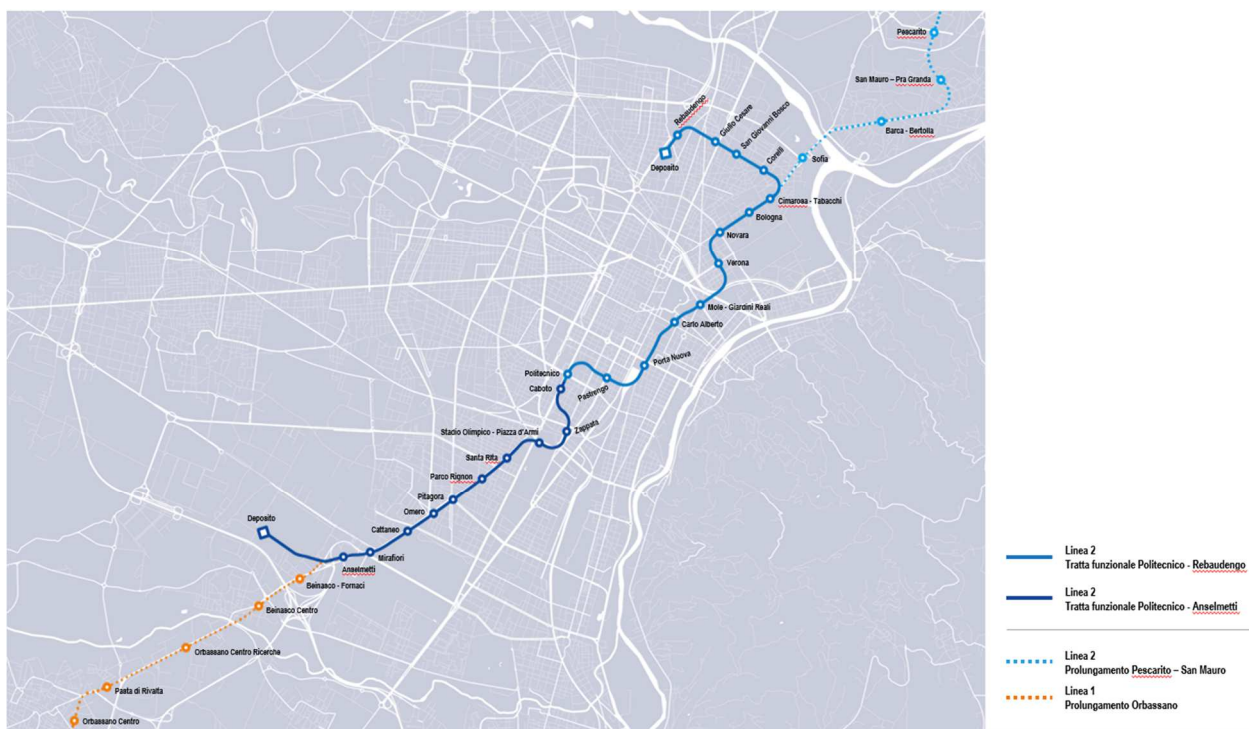



Figura 1. Key-plan della Linea 2 – tratta funzionale 1: Politecnico-Rebaudengo

La prima tratta funzionale della Linea 2 della Metropolitana di Torino, inclusa tra le stazioni Rebaudengo e Politecnico, si colloca interamente nel territorio comunale di Torino, presenta una lunghezza di circa 9,7 km, e, procedendo da nord verso sud, si sviluppa a partire dalla stazione di corrispondenza con la stazione F.S. Rebaudengo-Fossata, proseguendo poi lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione. Il tracciato, a partire dalla fermata Corelli passa lungo via Bologna, al fine di servire meglio gli insediamenti dell’area interessata esistenti e futuri con le fermate intermedie Cimarosa-Tabacchi, Bologna e Novara. Dopo la fermata Novara, il tracciato si allontana dall’asse di Via Bologna mediante una curva in direzione sud-est e si immette

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

sotto l'asse di Corso Verona fino alla Stazione Verona ubicata in Largo Verona. Dopo la fermata Verona, sotto attraversato il fiume Dora e Corso Regina Margherita, la linea entra nel centro storico della città con le fermate Mole/Giardini Reali e Carlo Alberto, portandosi poi in corrispondenza di via Lagrange, sino ad arrivare alla stazione Porta Nuova, posta lungo via Nizza, che sarà di corrispondenza sia con la linea F.S. che con la Linea 1 della metropolitana di Torino.


Dalla fermata Porta Nuova il tracciato prosegue lungo l'allineamento di via Pastrengo, per poi portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.

La tratta funzionale è costituita dalle seguenti opere:

- 13 stazioni sotterranee;
- 12 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione, uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi
- La galleria di linea costituita da:
 - o Un tratto in galleria naturale realizzato con scavo tradizionale per una lunghezza di 135m circa, che va dal manufatto di retrostazione Rebaudengo alla Stazione Rebaudengo;
 - o Un tratto in galleria artificiale in Cut&Cover ad uno o due livelli, per una lunghezza complessiva di circa 3,0km che collega le stazioni Rebaudengo, Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto in retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara;
 - o Un tratto in galleria naturale realizzato con scavo meccanizzato mediante una TBM (Tunnel Borin Machine) avente diametro di circa 10,00m, che scaverà la galleria di linea dal manufatto in retrostazione Bologna fino al tronchino in retrostazione Politecnico per una lunghezza complessiva di circa 5,6km;
- Un pozzo terminale di fine tratta funzionale per l'estrazione della TBM, posto all'estremità del tronchino in retrostazione Politecnico;
- Il manufatto in retrostazione Rebaudengo, avente la funzione di deposito-officina, per la manutenzione ordinaria programmata sui treni, oltre che il parcheggio di 7 treni in stalli predisposti e complessivamente di 10 treni a fine servizio;
- La predisposizione per la realizzazione del manufatto di bivio nella diramazione nord verso San Mauro Torinese.

Nella presente relazione saranno trattati i seguenti argomenti:

- documenti e normative di riferimento per la progettazione definitiva delle opere;
- descrizione delle opere e delle caratteristiche dei materiali impiegati per la realizzazione;
- descrizione del contesto geologico, idrogeologico e caratterizzazione geotecnica;
- caratterizzazione sismica dell'area di riferimento;
- criteri di calcolo delle opere, dimensionamento e verifica delle stesse.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

2. DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO

2.1 Normative di riferimento

La progettazione definitiva delle opere sarà condotta in accordo alle seguenti norme:

- [1] Legge n. 1086 del 05/11/1971: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
- [2] DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni" - NTC2018 - (GU n.42 del 20/02/2018).
- [3] Circolare esplicativa del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti del 21 gennaio 2019, n.7 del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici recante "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018" (GU Serie Generale n.35 del 11-02-2019 - Suppl. Ordinario n. 5).
- [4] UNI EN 206:2016, "Calcestruzzo – Parte 1: specificazione, prestazione, produzione e conformità".
- [5] UNI 11104-2016, "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità – Specificazioni complementari per l'applicazione della EN 206".
- [6] Stucchi M., et al., 2004 - Pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale MPS04. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. (<https://doi.org/10.13127/sh/mps04/ag>).
- [7] Azioni sismiche - Spettri di risposta ver.1.03 (Software sperimentale disponibile dal sito del CSLLPP, <http://cslp.mit.gov.it>).
- [8] Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo
- [9] Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica
- [10] Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

2.2 Programmi di calcolo

Per il dimensionamento delle paratie/micropali:


- Plaxis 2D Connect Edition V21 Update 1 – Bentley
- PresFle v5.33 - Concrete

Per le analisi di stabilità:

- Plaxis 2D Connect Edition V21 Update 1 – Bentley

Per il dimensionamento delle opere interne:

- Sismicad della Concrete S.r.l.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

3.1 Calcestruzzo per micropali/micropali: C25/30


Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza:	S3
Dosaggio minimo cemento:	300Kg/m ³
Diametro massimo aggregati:	25mm
Resistenza caratteristica a compressione:	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 24.90 \text{ MPa}$
Resistenza media a compressione:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 32.90 \text{ MPa}$
Modulo Elastico:	$E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 31447.16 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 14.11 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.55 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione:	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 1.79 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione di calcolo:	$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c = 1.19 \text{ MPa}$

3.2 Magrone: C12/15

Classe di esposizione:	X0
------------------------	----

3.3 Soletta di fondo/strutture interne: C30/37

Classe di esposizione:	XC2
Classe di consistenza:	S3
Dosaggio minimo cemento:	300Kg/m ³
Diametro massimo aggregati:	25mm
Resistenza caratteristica a compressione:	$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} = 30.71 \text{ MPa}$
Resistenza media a compressione:	$f_{cm} = f_{ck} + 8 = 38.71 \text{ MPa}$
Modulo Elastico:	$E_{cm} = 22000 \cdot (f_{cm}/10)^{0.3} = 33019.43 \text{ MPa}$
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.5 = 17.40 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione media:	$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.94 \text{ MPa}$
Resistenza a trazione:	$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm} = 2.03 \text{ MPa}$

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Resistenza a trazione di calcolo: $f_{ctd} = f_{ctk}/\gamma_c = 1.35 \text{ MPa}$

3.4 Acciaio da cemento armato: B450C

Tensione di rottura caratteristica	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento di calcolo	$f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = f_{yk}/1.15 = 391.3 \text{ MPa}$
Allungamento caratteristico	$\geq 7.5\%$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ MPa}$

3.5 Acciaio da carpenteria metallica

Tubi:

Acciaio S355J0

Tensione di rottura caratteristica	$f_{tk} \geq 510 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$

Profili e piastre:

Acciaio S355J0

Tensione di rottura caratteristica	$f_{tk} \geq 510 \text{ MPa}$
Tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} \geq 355 \text{ MPa}$

3.6 Copriferro minimo e copriferro nominale:

Al fine di preservare le armature dai fenomeni di aggressione ambientale, dovrà essere previsto un idoneo copriferro; il suo valore, misurato tra la parete interna del cassero e la generatrice dell'armatura metallica più vicina, individua il cosiddetto "copriferro nominale".

Il copriferro viene calcolato secondo le prescrizioni dell'Eurocodice 2 (UNI EN 1992-1-1, §4.4.1): il copriferro nominale è definito come il copriferro minimo (c_{min}) più un margine di progetto per gli scostamenti ΔC_{dev} :


$$C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$$

Il copriferro minimo (c_{min}) è pari a:

$$C_{min} = \max (C_{min,b}; C_{min,dur} + \Delta C_{dur,\gamma} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}; 10 \text{ mm})$$

in cui:

- $C_{min,b}$ è il copriferro minimo dovuto al requisito di aderenza e vale 20 mm (diametro massimo delle barre isolate);
- $C_{min,dur}$ è il copriferro minimo dovuto alle condizioni ambientali (30 mm);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

- $\Delta c_{dur,\gamma}$ riduzione del copriferro per margine di sicurezza (0 mm);
- $\Delta c_{dur,st}$ riduzione del copriferro per utilizzo di acciaio inossidabile (0 mm);
- $\Delta c_{dur,add}$ riduzione del copriferro per utilizzo di protezione aggiuntiva (0 mm).

Pertanto, si ha $c_{min} = 45$ mm. Nel caso in esame, sarà adottato un copriferro nominale pari a 50 mm per tutte le opere interne e 75 mm per i micropali.



4. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il pozzo di ventilazione oggetto di studio della presente relazione tecnica e di calcolo, si sviluppa per una profondità circa 29 m. L'opera è composta da una cabina tecnica, un pozzo circolare avente diametro interno pari a 6,00 e dal tronchino di collegamento che collegherà la galleria di linea con il pozzo di ventilazione. Si riporta nella figura seguente una sezione trasversale rappresentativa dell'opera.

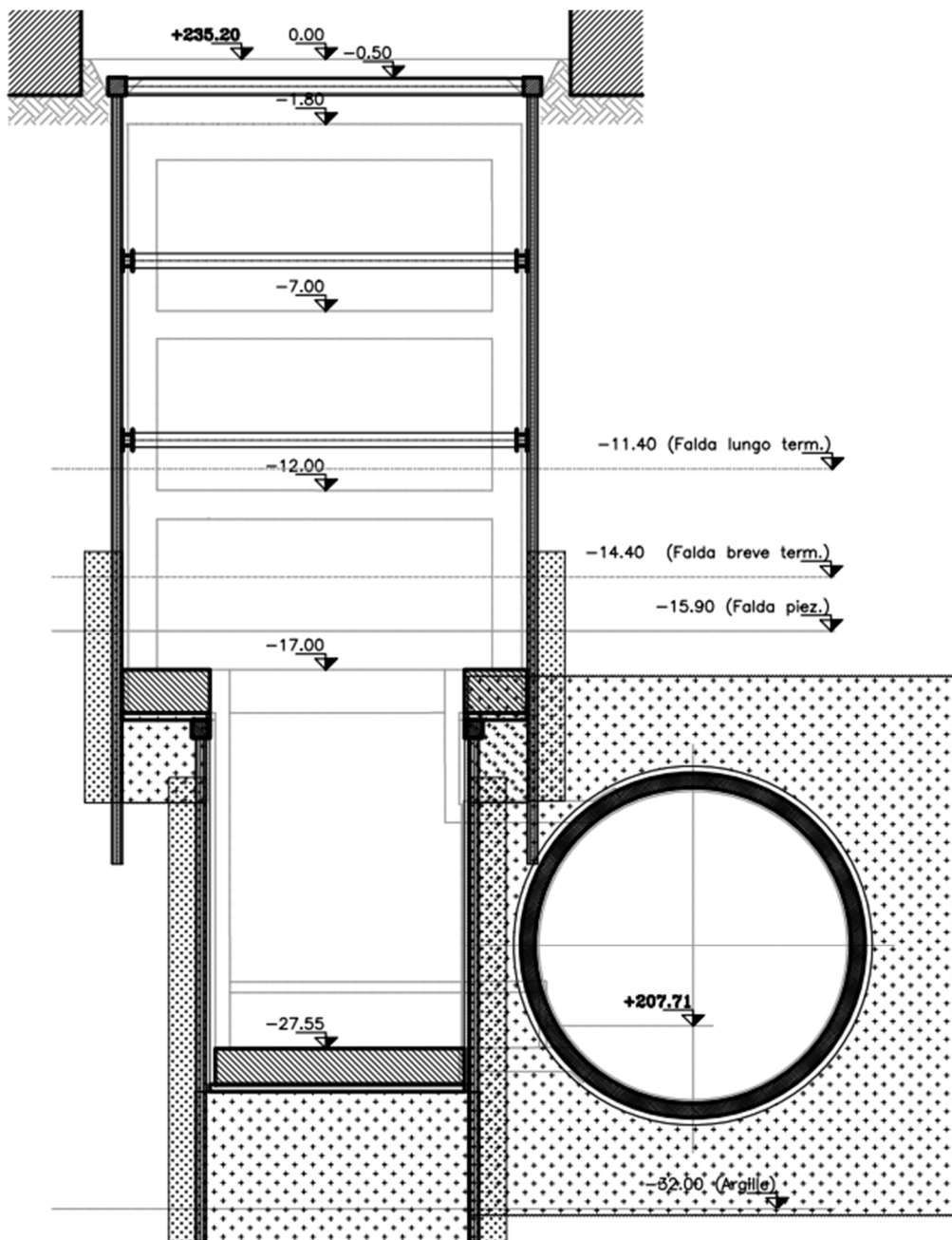



Figura 2. Sezione trasversale del pozzo di intertratta Carlo Alberto (PCA)

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

La cabina tecnica verrà realizzata attraverso la tecnologia esecutiva di tipo bottom-up, caratterizzata da uno scavo sostenuto da paratia di micropali e sistema di contrasto in carpenteria metallica. In particolare, le fasi realizzative prevedono:

- delimitazione area di cantiere, deviazione viabilità;
- deviazioni pubblici servizi/sottoservizi;
- bonifica bellica superficiale e profonda;
- rimozione pavimentazione e sottofondo (sp. 50cm);
- realizzazione consolidamenti (sub-verticali) mediante jet grouting per un volume che copra una distanza pari a 2,50m dallo sviluppo esterno delle superfici di scavo della galleria TBM e del tronchino di raccordo;
- esecuzione scavi preliminari per la realizzazione dei micropali;
- esecuzione di micropali $\varnothing 300/450\text{mm}$ a presidio dello scavo della cabina tecnica, con perforazione con martello a fondo foro (tipo "Odex") armati con tubo metallico $\varnothing 273\text{mm}$ sp=5mm o barre in VTR in corrispondenza delle aree di interferenza con il passaggio della TBM;
- realizzazione del cordolo di irrigidimento in testa ai micropali, in conglomerato (dimensione cordolo 50x50cm - C30/37, incidenza armatura = 100 kg/m³);
- realizzazione consolidamenti mediante jet grouting da p.c. a tergo delle paratie di cabina tecnica (da quota +1.00m da quota falda design breve termine);
- realizzazione tampone di fondo mediante jet grouting della cabina tecnica (h=2.50m);
- installazione del primo ordine di puntoni metallici provvisori di contrasto fissati al cordolo testa micropali (tubi in acciaio $\varnothing 323.9 \times 8\text{mm}$);
- scavo fino a quota installazione secondo ordine di puntoni di contrasto (-0,50m quota asse puntone);
- installazione travi perimetrali accoppiate 2xheb600 e secondo ordine di puntoni provvisori di contrasto (tubi in acciaio $\varnothing 457 \times 12.5\text{mm}$);
- scavo fino a quota installazione terzo ordine di puntoni di contrasto (-0,50m quota asse puntone);
- installazione travi perimetrali accoppiate 2xHEB600 e terzo ordine di puntoni provvisori di contrasto ($\varnothing 457 \times 12.5\text{mm}$);
- scavo fino a quota installazione quarto ordine di puntoni di contrasto (-0,50m quota asse puntone);
- installazione travi perimetrali accoppiate 2xHEB400 e quarto ordine di puntoni provvisori di contrasto ($\varnothing 355.6 \times 12.5\text{mm}$);
- scavo fino a quota fondo cabina tecnica;
- dal fondo della cabina tecnica, realizzazione di doppia coronella di consolidamento con colonne jet grouting sul perimetro di scavo del pozzo verticale da p.c. (le colonne saranno immorsate per 1.00m oltre lo strato di argille);
- realizzazione tampone di fondo in jet grouting pozzo verticale (h=4.25m ad intercettare il sottostante strato argilloso per circa un metro);
- passaggio galleria TBM;
- realizzazione paratia di micropali $\varnothing 220/450\text{mm}$ con perforazione con martello a fondo foro (tipo "Odex") armati con tubo metallico $\varnothing 193.7\text{mm}$ sp=8mm in corrispondenza del pozzo verticale e a partire da quota fondo scavo cabina tecnica;
- realizzazioni cordolo testa micropali del pozzo verticale;
- sul fondo scavo della cabina tecnica, posa del dispersore di terra e disposizione di riprese verticali laterali per successiva risalita dei cavi elettrici di messa a terra verticali;



- posa dello strato di magrone sul fondo scavo e installazione del sistema di impermeabilizzazione della soletta di fondo risvoltato sulle pareti di almeno 1,50m, per la successiva sovrapposizione;
- getto della soletta di fondo della cabina tecnica lasciando i ferri di ripresa per la successiva realizzazione delle fodere e dei setti interni;
- rimozione del 4° livello di puntoni provvisori della cabina tecnica;
- scavo del pozzo, per ribassi successivi fino a quota fondo scavo e contestuale con posa in opera centine heb160 (passo di 2,00m, uno strato di calcestruzzo proiettato C25/30 spessore medio 15cm armato con rete metallica elettrosaldata \varnothing 8 maglia 20x20cm);
- posa del dispersore di terra e disposizione di riprese verticali laterali per successiva risalita dei cavi elettrici di messa a terra verticali;
- posa dello strato di magrone sul fondo scavo e installazione del sistema di impermeabilizzazione della soletta di fondo risvoltato sulle pareti di almeno 1,50m, per la successiva sovrapposizione;
- getto della soletta di fondo lasciando i ferri di ripresa per la successiva realizzazione delle fodere;
- rimozione centine pozzo verticale;
- inserimento di una struttura metallica provvisoria di supporto dei conci in corrispondenza dell'imbocco del cunicolo;
- taglio della porzione di micropali e centine in corrispondenza dell'innesto del collegamento con la galleria di linea;
- scavo del tronco di collegamento in galleria naturale con installazione di centine metalliche HEB160/1000, rete elettrosaldata e strato di cls proiettato;
- taglio a diamante dei conci di galleria per l'apertura del cunicolo di collegamento con la galleria di linea;
- posa in opera del manto impermeabilizzante su tutto il perimetro di scavo del tronco di collegamento cunicolo con la galleria di linea;
- esecuzione del telaio definitivo di rinforzo all'innesto del cunicolo verso la galleria di linea;
- esecuzione del rivestimento definitivo in c.a. del tronco di collegamento;
- ad avvenuta maturazione, rimozione della struttura metallica provvisoria di supporto dei conci;
- posa del sistema impermeabilizzazione su tutto il perimetro di scavo del pozzo;
- realizzazione delle pareti di rivestimento definitivo del pozzo in c.a. raccordandole con la soletta di fondo della cabina, precedentemente realizzata;
- posa del sistema di impermeabilizzazione sulle pareti della cabina tecnica fino al 3 livello di sistema di contrasto;
- armatura e getto delle pareti e della soletta intermedia (-2) lasciando i ferri di ripresa per le strutture superiori;
- ad avvenuta maturazione della soletta intermedia (-2), rimozione dei puntoni provvisori e getto delle pareti di rivestimento e soletta intermedia (-1) della cabina tecnica;
- ad avvenuta maturazione della soletta intermedia (-1), rimozione dei puntoni provvisori e getto delle pareti di rivestimento e soletta di copertura della cabina tecnica;
- ad avvenuta maturazione della soletta di copertura rimozione dei puntoni provvisori;
- demolizione cordoli testa micropali;
- posa muretto di sostegno del terreno al di sopra della soletta di copertura;
- posa in opera del sistema di impermeabilizzazione e dei relativi massetti di protezione all'estradosso della soletta.



5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

5.1 Contesto geologico e idrogeologico

L'area lungo la quale si realizzerà la linea 2 della Metropolitana di Torino si ubica nella cosiddetta "pianura piemontese settentrionale" delimitata a Nord-Ovest dalle Alpi e verso Sud-Est dai rilievi collinari della Collina di Torino e del Monferrato. Tale struttura è caratterizzata da una potente serie di età pliocenico superiore – olocenica formata dagli apporti successivi di due ampi conoidi fluvio-glaciali appartenenti al fiume Dora Riparia e torrente Stura di Lanzo. All'interno dei depositi fluvio-glaciali, si rinvengono termini litologici legati ai litotipi del bacino idrografico di alimentazione, per esempio serpentiniti e ultrabasiti del Massiccio Ultrabascico di Lanzo, gneiss e quarziti del Complesso del Dora Maira. I materiali di natura continentale sono sovrapposti ad una serie marina pliocenica composta da depositi sabbiosi, sabbioso-limosi fino a totalmente limosi. Ad ulteriore profondità si rinvengono formazioni marine di età terziaria di natura prevalentemente marnosa ed arenaceo-conglomeratica costituenti la Collina di Torino. Come si può osservare dalla figura sottostante, il fianco occidentale della Collina di Torino, con struttura anticlinale con asse circa NE-SW, si immerge al di sotto dei depositi quaternari della pianura.

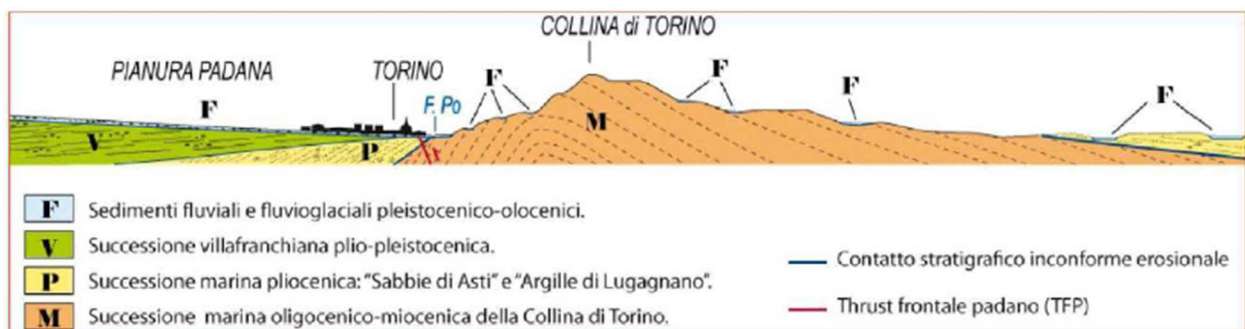



Figura 3. Quadro strutturale tratto dal progetto CARG (Fonte: Forno M.G., 2012)

I terreni presenti in superficie appartengono quindi all'ambiente continentale e risalgono al periodo Pleistocenico (Era Quaternaria); tali depositi sono formati in prevalenza da materiali ghiaiosi, sabbiosi e limosi all'interno dei quali si rinvengono localmente ciottoli silicatici, silicei e calcarei. I ciottoli possono avere dimensioni molto variabili (fino a pluridecimetriche, in media di 10-30 cm), e generalmente sono composti da quarziti, gneiss, serpentiniti e metagabbri. A minori profondità si possono incontrare lenti limoso-argillose attribuibili al fiume Po. La caratteristica principale dei depositi pleistocenici di origine fluvio-glaciale è la presenza in forma discontinua e localizzata, di orizzonti e livelli con grado di cementazione (e/o addensamento) variabile. I livelli conglomeratici, dotati di maggior cementazione, sono caratteristici del sottosuolo di Torino e sono conosciuti con il nome di "puddinghe". I depositi fluvio-glaciali possono presentare caratteristiche notevolmente variabili in termini di resistenza e deformabilità geotecnica in funzione del grado di cementazione ma anche dal punto di vista granulometrico.

A maggiori profondità, al di sotto dei depositi del Quaternario, si possono riscontrare i seguenti materiali geologici, dipendendo dalla zona della città in considerazione:

- depositi lacustri e fluviolacustri del Villafranchiano (Pleistocene inferiore-Pliocene superiore) che possono essere di due differenti tipologie:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

- materiale di ambiente lacustre-palustre, caratterizzati da una granulometria predominante fine e costituiti da alternanza di limi e argille;
- materiali di ambiente fluviale, più grossolani e rappresentati da livelli sabbioso-ghiaiosi;
- la successione marina Pliocenica (composta da limi argillosi, limi sabbiosi e sabbie grigio-azzurre con fossili);
- la successione marina Oligo-Miocenica della Collina di Torino (formata da marne, siltiti, arenarie e conglomerati marini).

In base agli studi idrogeologici realizzati nella città di Torino e considerando le esperienze previe di progetti simili, possono essere identificati due principali livelli idrogeologici:

- Complesso ghiaioso-sabbioso, sede dell'acquifero libero principale, è formato dai depositi grossolani del Quaternario (ciottoli, ghiaie, e sabbie in matrice sabbioso-limosa) con potenza tra i 30-40 m. In genere i depositi quaternari possono essere caratterizzati da una permeabilità maggiore a 1.0E-04 m/s (permeabilità da media a alta) e localmente presentano un grado di permeabilità inferiore (permeabilità media, compresa tra 1.0E-06 m/s e 1.0E-04 m/s).
- Complesso argilloso-limoso-ghiaioso, sede di un acquifero profondo di tipo "multifalda" situato ad una profondità indicativa tra 40 e 200 m dal p.c. Questo acquifero è costituito da alternanze di depositi medio grossolani e fini appartenenti ai depositi fluviolacustri del Villafranchiano (con una permeabilità media, compresa tra 1.0E-06 m/s e 1.0E-04 m/s), chiusi al tetto da depositi argillosi (potenti fino a 20-30 m e con permeabilità medio-bassa, da 1.0E-08 m/s a 1.0E-06 m/s).

Si può concludere che i lavori della Linea 2 interferiranno esclusivamente con l'acquifero superficiale del complesso ghiaioso-sabbioso, con eccezione della tratta compresa tra le stazioni di Zappata e Caboto lungo la quale la soletta della galleria attraverserà i depositi del Villafranchiano. Con riferimento all'esperienza della Linea 1 della Metropolitana di Torino, la falda superficiale si colloca ad una profondità variabile tra i 14 m ed i 16 m dal piano campagna e l'oscillazione annuale stagionale può raggiungere un valore indicativamente pari a 1.5÷2.0 m.



5.2 Parametri geotecnici di riferimento

Con riferimento alla relazione Geotecnica, sono state individuate 7 unità geotecniche, caratterizzate da un comportamento meccanico-deformativo simile.

Nella seguente tabella si riportano gli intervalli di valori proposti per i parametri di resistenza e deformabilità delle unità geotecniche interessate dalla realizzazione delle opere in sotterraneo della linea 2 della Metropolitana di Torino. Considerando la quantità di prove di laboratorio eseguite sino a questa fase, ed una volta verificato che i materiali attraversati sono principalmente gli stessi, si è usato come riferimento la caratterizzazione geo-meccanica utilizzata nel contesto del progetto esecutiva della linea 1 della Metropolitana di Torino esistente.

Tabella 1. Parametri di resistenza e deformabilità per le unità geotecniche di riferimento


Tabella 34. Sintesi dei parametri geotecnici che caratterizzano il terreno

Unità	Geologia	Peso di volume (γ)	Coesione c' (kPa)	Angolo resistenza ϕ'	Modulo (MPa)	Poisson (-)	Coeff. permeabilità (m/s)
1	UID	18÷19	0	29÷30	12÷16	0.30	$2 \cdot 10^{-5}$ a $8 \cdot 10^{-6}$
2	AFR-INS	18÷19	10÷15	36÷38	150÷170	0.30	$2 \cdot 10^{-5}$ a $8 \cdot 10^{-6}$
3	AFR-INS	19÷20	30÷50	38÷40	170÷200	0.30	$8 \cdot 10^{-6}$ a $5 \cdot 10^{-6}$
4	AFR-INS	19÷20	50÷100	38÷40	200÷260	0.30	$8 \cdot 10^{-6}$ a $5 \cdot 10^{-6}$
6	SFR	18÷20	15÷25	30÷32	90÷100	0.35	$5 \cdot 10^{-6}$
5	FAA	19÷21	35÷40	22-26	50÷80	0.35	$2 \div 6 \cdot 10^{-9}$
7	SAF	20÷21	25÷50	26÷28	100÷200	0.35	$2 \div 6 \cdot 10^{-9}$

NOTE:

- 1) Il valore del coefficiente di permeabilità nell'Unità 1 (UID) è assimilato a quello degli strati immediatamente inferiori, tenuto conto della sua elevata variabilità granulometrica,
- 2) Lo stesso parametro per l'Unità 2 (AFR e INS) va inteso come valore minimo e per direzione di flusso orizzontale; per direzione di flusso verticale è di circa un ordine di grandezza inferiore.
- 3) Il valore di k nell'Unità 6 (SFR) è stimato in base alla granulometria del terreno.
- 4) Il valore di k per le Unità 5 e 7 (FAA e SAF) si base sui risultati delle prove edometriche, con riferimento al terreno sovraconsolidato.

Per ulteriori dettagli e/o approfondimenti in merito alla caratterizzazione geotecnica dei materiali si rimanda all'elaborato specialistico.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

La caratterizzazione sismica prevede:

- la definizione dell'accelerazione sismica di riferimento su substrato rigido di base;
- l'individuazione della classe di sottosuolo, per la valutazione dell'amplificazione stratigrafica;
- l'individuazione di un valore di riferimento per la magnitudo massima attesa.

6.1 Valutazione dell'azione sismica di base

La valutazione dell'azione sismica per il dimensionamento degli elementi delle infrastrutture, si basa sulla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui la pericolosità è quantificata dall'accelerazione di picco (normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità), a_g/g , in condizioni ideali di sottosuolo rigido e superficie orizzontale, associata a diverse probabilità di superamento in 50 anni. I valori di a_g/g sono dati su una griglia di punti equi-spaziati di 10km. Sulla stessa griglia sono dati anche in valori dei parametri caratteristici dello spettro di risposta elastico su substrato rigido (Cfr. §3.2 "azione sismica" delle NTC 2018 che, per i valori di a_g , F_0 , T^*_C necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si rimanda agli allegati A e B delle NTC 2008), per le probabilità di superamento associate agli stati limite di verifica previsti dalla normativa di riferimento.


L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, nei modi chiaramente precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

La normativa delinea il processo di individuazione dell'azione sismica di progetto che prevede:

- la definizione della vita utile dell'opera, V_R , sulla base della correlazione tra vita nominale V_N e classe d'uso C_U : $V_R = V_N \times C_U$
- la stima del periodo di ritorno, T_R , sulla base delle probabilità di superamento, P_{VR} , associata agli stati limite di verifica, secondo la formula: $T_R = V_R / \ln(1 - P_{VR})$
- la stima dei valori dei parametri caratteristici dello spettro di risposta elastico su suolo rigido (parametri d'azione) in funzione di T_R .

I parametri d'azione sono:

- a_g/g , accelerazione massima normalizzata, su sito di riferimento rigido orizzontale;
- F_0 , moltiplicatore di a_g/g che quantifica l'amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2.2;
- $T^*_{C_r}$, periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale su sito di riferimento rigido.
- Gli stati limite di verifica previsti dalla NTC2018 sono elencati di seguito, con le corrispondenti probabilità di superamento in 50 anni:
 - Stato limite ultimo di collasso, SLC, $P_{RV} = 5\%$;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

- Stato limite ultimo di vulnerabilità, SLV, $P_{RV} = 10\%$;
- Stato limite di esercizio, di danno, SLD, $P_{RV} = 63\%$;
- Stato limite di esercizio, di operatività, SLO, $P_{RV} = 81\%$.

6.2 Fattore di amplificazione dello spettro di risposta elastico

In coerenza con le prescrizioni normative, l'accelerazione orizzontale massima in superficie, a_{max}/g , si ottiene moltiplicando l'accelerazione massima di base, a_g/g , per un fattore di amplificazione stratigrafica, S_s , ed uno di amplificazione topografica, S_T :

$$a_{max} /g = S_s \cdot S_T \cdot a_g/g$$

Il fattore di amplificazione stratigrafica dipende dalla classe di sottosuolo definita sulla base di indagini specifiche per la valutazione delle velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s , nel sottosuolo di sedime delle singole opere, e si calcola secondo la formulazione riportata nella normativa di riferimento (paragrafo 3.2.3.2.1, Tabella 3.2.IV), in funzione dei parametri spettrali F_0 ed a_g/g .

La classe di sottosuolo modifica anche il valore del periodo T_C di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione, attraverso il coefficiente C_C secondo la formulazione riportata in norma (paragrafo 3.2.3.2.1, Tabella 3.2.IV).

Nel caso specifico, l'andamento altimetrico dell'area attraversata dall'infrastruttura di progetto, prevalentemente pianeggiante, con rilievi di pendenza minore di 15° , giustifica l'assunzione di una categoria topografica T1, a cui corrisponde $S_T = 1$ (Tabella 3.2.III e Tabella 3.2.V).

6.3 Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle NTC2018, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_s .

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:


$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

h_i = spessore dell' i -esimo strato;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N = numero di strati;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

6.4 Valutazione dell'azione sismica di progetto

Sulla base delle caratteristiche delle opere in progetto, sono stati scelti i seguenti parametri:

- **Vita nominale: 100 anni** (Tipo di costruzione di categoria 3 – grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica);
- **Classe d'uso: III** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significanti. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provoca situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso;
- **Coefficienti C_u : 1.5** (funzione della classe d'uso).

I parametri di pericolosità sismica di base sono stati elaborati a partire dalle coordinate del sito di riferimento. Con riferimento alle opere in oggetto:

- **Latitudine: 45.08081°**
- **Longitudine: 7.694603°**

Sulla base di tali parametri di ingresso si ottengono i seguenti valori di pericolosità sismica:

Tabella 2. Sintesi dei parametri di pericolosità sismica di base

Parametri stati limite	u.m.	SLD	SLV
Probabilità di superamento (P_{VR})	%	63	10
Tempo di ritorno (T_R)	anni	151	1424
Accelerazione orizzontale massima su suolo rigido (a_g)	g	0.039	0.068
Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0)	-	2.681	2.854
Tempo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (T^*_c)	s	0.232	0.290

La categoria di sottosuolo è stata definita in funzione dei materiali naturali interessati dalle opere in progetto; in particolare nel caso in esame si adotta la categoria di sottosuolo **B** (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*).


Per quanto riguarda le condizioni topografiche è stata attribuita alle opere in oggetto la categoria T1 (*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$*).

Sulla base di quanto sopra esposto, i parametri sismici di progetto che saranno impiegate per le analisi delle opere in oggetto risultano:



Tabella 3. Sintesi delle azioni sismiche di progetto

Stato Limite	Coefficienti sismici	Depositi di paleofrana
SLD	Ss	1.200
	Cc	1.473
	St	1.000
	a_{max} (g)	0.046
SLV	Ss	1.200
	Cc	1.409
	St	1.000
	a_{max} (g)	0.080

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

7. CRITERI DI CALCOLO DELLE OPERE

In ottemperanza con la normativa vigente, i calcoli sono condotti con il metodo semi-probabilistico agli stati limite.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) sono state effettuate nel rispetto dei criteri delle NTC2018.

In generale, le analisi degli stati limite di esercizio (SLE) sono utilizzate per ottenere informazioni circa gli spostamenti attesi sotto i carichi di esercizio e per verificarne l'ammissibilità nei confronti della funzionalità dell'opera.

Le analisi agli stati limite ultimi (SLU) sono impiegate per le verifiche di resistenza degli elementi strutturali e per le verifiche geotecniche.

7.1 Cenni Normativi

I criteri per la verifica e il dimensionamento di seguito esposti si applicano a tutte le opere.

In accordo con quanto prescritto dalla Normativa vigente, per ogni Stato Limite Ultimo (SLU) deve essere rispettata la seguente condizione:

$$E_d < R_d$$

in cui E_d rappresenta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione, mentre R_d è il valore di progetto della resistenza. Per quanto concerne le azioni di progetto E_d , queste possono essere determinate applicando i coefficienti parziali sulle azioni caratteristiche, oppure, successivamente, sulle sollecitazioni prodotte dalle azioni caratteristiche.

Le azioni sull'opera di sostegno sono quelle dovute al peso proprio del terreno e del materiale di riempimento, ai sovraccarichi e all'acqua. In particolar modo, nella valutazione dei sovraccarichi a tergo di un'opera di sostegno, è necessario tenere in conto dell'eventuale presenza di costruzioni, di depositi di materiale, di veicoli in transito o di apparecchi di sollevamento.

I valori dei coefficienti parziali da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi sono riportati nella seguente tabella (Tab. 2.6.I delle NTC 2018):


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Tabella 4. Coefficienti parziali per le azioni

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Il valore di progetto della resistenza R_d può essere determinato in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, opportunamente ridotto in funzione del coefficiente parziale specificato nella Tab 6.2.II delle NTC2018.

Tabella 5. Coefficienti parziali per le resistenze dei materiali naturali


Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Le analisi finalizzate al dimensionamento strutturale nelle quali si consideri l'interazione terreno – struttura si dovranno eseguire con i valori caratteristici dei parametri geotecnici, amplificando l'effetto delle azioni con i coefficienti parziali del gruppo A1, così come previsto al §6.2.4.2 della normativa vigente.

Per il calcolo e la verifica si devono considerare i seguenti stati limite ultimi, accertando che le resistenze superino le azioni agenti per ciascuno stato limite considerato:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)
 - Collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera (atto di moto rigido);
 - Collasso per carico limite verticale;
 - Sfilamento di uno o più ancoraggi;
 - Instabilità del fondo scavo;
 - Instabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno.
- SLU di tipo strutturale (STR)
 - Raggiungimento della resistenza di uno o più sistemi di contrasto;
 - Raggiungimento della resistenza della struttura della paratia.

La verifica di stabilità globale del complesso opera di sostegno – terreno deve essere effettuata secondo l'approccio 1, con la Combinazione 2 (A2+M2+R2) tenendo conto dei valori dei

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I. Le rimanenti verifiche devono essere effettuate secondo l'Approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3).

Tabella 6. Coefficienti parziali per le verifiche di opere di materiali sciolti

COEFFICIENTE	R2
γ_R	1,1

Nelle condizioni di esercizio, gli spostamenti dell'opera di sostegno e del terreno circostante devono essere valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza e funzionalità di manufatti adiacenti, anche a seguito di modifiche indotte sul regime delle pressioni interstiziali.

Le verifiche a galleggiamento saranno condotte considerando opportuni coefficienti di sicurezza, di cui al paragrafo 6.2.4.2 delle NTC 2018:

Tabella 7. Coefficienti amplificativi dei carichi secondo NTC 2018

	Effetto	Coefficiente parziale	Sollevamento (UPL)
Carichi permanenti G1	Favorevole	YG1	0.9
	Sfavorevole		1.1
Carichi permanenti G2	Favorevole	YG2	0.8
	Sfavorevole		1.5
Azioni variabili Q	Favorevole	YQi	0.0
	Sfavorevole		1.5

7.2 Modellazione numerica


L'approccio avuto rispetto alla progettazione è stato differente a seconda dell'opera oggetto di studio.

Tale differenza è dettata dalla diversa geometria delle strutture definitive costituenti le opere interne. Nel caso specifico, le opere oggetto di dimensionamento sono:

- camera a una cella completamente interrata ⇒ scatolare chiuso;
- sezione trasversale del pozzo ⇒ schema statico: anello circolare chiuso;
- sezione trasversale policentrica del cunicolo di collegamento tra pozzo e galleria di linea.

La prima è stata schematizzata con modelli piani FEM; in particolare si è utilizzato il codice Sismicad (Finite Element Analysis System), in cui le strutture sono schematizzate con un modello chiuso costituito da elementi finiti monodimensionali (elementi beams) sui quali sono stati applicati staticamente i carichi agenti (sia verticali che orizzontali).

La seconda è stata dimensionata facendo riferimento alle formule classiche della "Scienza delle costruzioni", considerando un anello circolare di profondità unitaria soggetto a pressione radiale costante.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Infine, la terza è stata dimensionata andando a verificare le sezioni dell'opera definitiva alle sollecitazioni registrate durante la analisi condotte dal punto di vista geotecnico e riportate nella specifica relazione. Le sollecitazioni fornite dalla modellazione geotecnica, considerate come caratteristiche, sono state amplificate del 50% per condurre le verifiche allo Stato Limite Ultimo in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente.

7.3 Carichi applicati alle strutture

Al fine di massimizzare le azioni sollecitanti per la definizione dei carichi (permanenti, accidentali, ecc.) per le relative combinazioni (Stati Limite Ultimi, Stati limiti di Esercizio, Stati limiti di Danno, etc.) saranno prese in considerazione tutte le prescrizioni del citato DM 17 gennaio 2018: Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni" (GU n.42 del 20/02/2018).

I software FEM più comuni consentono l'applicazione di forze e momenti concentrati o distribuiti esterni, per situazioni molto speciali. I carichi da considerare sono riepilogati di seguito.

- **Peso della struttura.** Il peso proprio della struttura è calcolato in base alla geometria degli elementi strutturali e al peso specifico assunto per i materiali (CLS) pari a:
 $\gamma_{cls}=25.0 \text{ kN/m}^3$
- **Spinte del suolo e ricoprimento della struttura definitiva.** La spinta del terreno viene solitamente calcolata dai software considerando la storia di carico dell'opera di sostegno, in diverse fasi di costruzione, considerando la pressione attiva (K_a) e la pressione passiva (K_p).
- **Spinta pressione idraulica in caso di presenza di falda.** Nella fase transitoria della costruzione i micropali saranno progettati al fine di sopportare la spinta del suolo e la spinta idraulica dovuta alla falda quando presente. A lungo termine, invece, si considereranno i micropali come strutture permanenti per la sola spinta del suolo. Per quanto riguarda la spinta idraulica, a favore di sicurezza, si considererà che i giunti fra un micropalo e l'altro non saranno più in grado di "trattenere" l'acqua di falda che, quindi, andrà a esercitare la propria pressione per la sua interezza sulle fodere interne opportunamente impermeabilizzate.
 I livelli di breve termine (fase di costruzione) e lungo termine (fase di esercizio) sono così definiti:
 - Breve termine: livello indicato sul profilo + 1.5m (livello di falda considerato nella verifica a galleggiamento del tappo di fondo).
 - Lungo termine: livello di breve termine + 3.0m (livello di falda considerato nella verifica a sifonamento e a galleggiamento della stazione).
- **Sovraccarichi esterni per circolazione mezzi.** Fatte salve situazioni singolari dove il ricoprimento non ha uno spessore adeguato a ridistribuire i carichi stradali da normativa agenti sull'estradosso della soletta (per queste configurazioni rimangono valide le indicazioni definite dalle NTC2018), per simulare la presenza di circolazione di mezzi di cantiere (nella fase di costruzione) e traffico stradale (nella fase definitiva) a tergo delle opere di sostegno, sarà considerato un carico nastriforme di 20 kPa applicato uniformemente su tutto il solaio di copertura e come spinta dal solo lato di azione del sisma. Tale sovraccarico sarà considerato anche in fase di costruzione quale carico di cantiere e/o riapertura al traffico.



- **Carichi degli edifici posti a tergo delle opere di contenimento.** Per tenere in conto di questa situazione si considererà, quale scarico a quota fondazione dell'edificio, un carico di 10 kPa per ogni piano dell'edificio stesso.
- **Carichi sismici.** Per quello che riguarda l'applicazione della spinta sismica, si utilizzerà il metodo di Wood (1973). Tale metodo fornisce la sovraspinta sismica del terreno su una parete interrata.

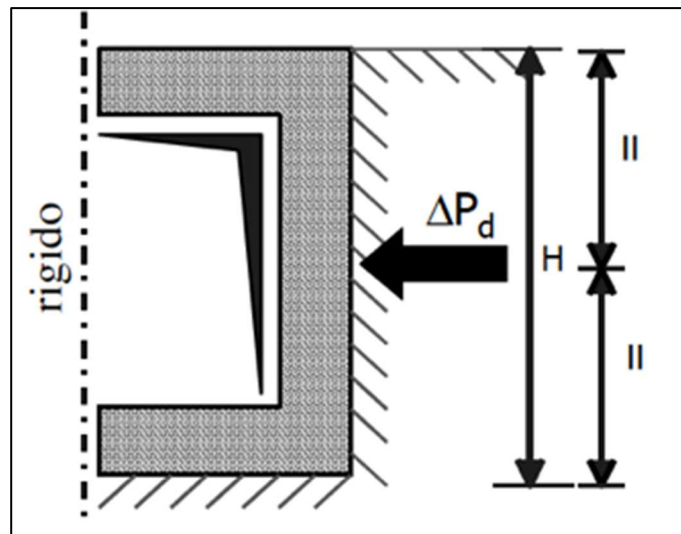



Figura 4. Schematizzazione metodo di Wood

Tale metodo è utilizzato nel caso di manufatti scatolari e l'incremento di spinta legato al sisma può essere stimato secondo la relazione:

$$\Delta P_d = \frac{a_g}{g} \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2$$

In cui γ è il peso specifico del terreno supposto uniforme. Poiché tale risultante ha il punto di applicazione a metà dell'altezza H del muro, è possibile assumere una pressione uniforme di entità pari a:

$$\Delta p_d = \frac{a_g}{g} \cdot S \cdot \gamma \cdot H$$

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

8. CABINA TECNICA – SEZ. 3 PIANI

8.1 Analisi dei carichi


Per l'analisi dei carichi della struttura definitiva si sono considerati agenti i seguenti carichi:

- peso proprio della struttura, da calcolare in base al peso per unità di volume del calcestruzzo armato, pari a $\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/m}^3$.
- carichi del terreno di ricoprimento della struttura definitiva:
 - o pressione verticale uniformemente distribuita, da calcolare con: $\gamma_{ter} = 19 \text{ kN/m}^3$;
 - o $\gamma_{pav} = 24 \text{ kN/m}^3$;

tenendo conto di 1,80 m di terreno e 0,30 m di pavimentazione stradale al di sopra della soletta di copertura;

- o spinta orizzontale, da calcolare considerando k_0 come coefficiente di spinta del terreno;
- o sovraccarico variabile indotto dal transito stradale agente in fase definitiva: pressione verticale, uniformemente distribuita, pari a $q_{v1} = 20 \text{ kN/m}^2$ sulla soletta di copertura;
- o spinta orizzontale dovuta al massimo tra il carico di transito stradale ($q_2 = 20 \text{ kN/m}^2$) ed il carico generato dal fabbricato in adiacenza ($q_2 = 10 \text{ kN/m}^2 \times n^{\circ}_{\text{piani}}$), uniformemente distribuita, pari a $q_{h2} = k_0 \cdot q_{v2r}$, sugli elementi verticali, agente da entrambe i lati della struttura.
- o sovraccarichi accidentali dovuti agli impianti e agente all'interno della cabina: 5 kN/m^2 .
- o sovraccarico fisso: $g_2 = 2,50 \text{ kN/m}^2$
- o sovraccarico dovuto al peso dei ventilatori pari a $10,00 \text{ kN/m}^2$

Nel calcolo della spinta laterale del terreno è stato applicato il coefficiente amplificativo previsto dalla combinazione A1-M1-R1 della Tab. 2.6.1. delle NTC 2018.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

8.2 Modello di calcolo

I dati di input utilizzati per la definizione del modello sono:

- la geometria;
- i vincoli;
- i carichi agenti (i carichi sono sempre per metro lineare nella direzione perpendicolare al piano di analisi).

Geometria

E' una struttura scatolare chiusa interrotta nella mezzeria da un solaio intermedio ed è formata dalla soletta di fondo, dalle pareti del rivestimento definitivo e dalla soletta di copertura.

Dimensioni:

- larghezza netta interna 7,90 m;
- altezza netta interna per ciascun piano 4,20 m;
- spessore solettone di fondo 1,20 m;
- spessore solettone di copertura 1,00 m;
- spessore solettone piano intermedio 0,80m;
- spessore piedritti 0,70 m.


Vincoli

L'elemento orizzontale inferiore è vincolato esternamente da molle, che simulano il terreno, in direzione verticale (vincoli di tipo *spring*) di rigidezza $k_{\text{sottofondo}}$ pari a 40000 kN/m³.

Carichi agenti

Per quanto riguarda i carichi a cui sono soggette le strutture si sono suddivisi in verticali (sulla soletta di copertura) ed orizzontali (sulle pareti), definendo le 6 seguenti condizioni di carico:

- 1) permanenti verticali (peso proprio, carico terreno e pavimentazione) $q_p = 1,80 \times 19 + 0,30 \times 24 = 41,40 \text{ kN/m}^2$
- 2) permanente verticale (G2) = 2,50 kN/m²
- 3) permanenti orizzontali (spinta trapezoidale dovuta al terreno, spinta dovuta al sovraccarico pavimentazione, con $k_0 = 0,412$)
 - valore in asse solettone di copertura: $(19 \times 2,30 + 0,3 \times 24) \times 0,412 = 50,90 \times 0,412 = 20,97 \text{ kN/m}^2$
 - valore in asse solettone di fondo: $(19 \times 17,60 + 0,3 \times 24) \times 0,412 = 341,60 \times 0,412 = 140,74 \text{ kN/m}^2$
- variabili stradali soletta (sovraccarico distribuito su soletta di copertura) $q_v = 20 \text{ kN/m}^2$
- spinta indotta dalla presenza di fabbricati su parete sinistra: $q_{sx} = 30 \times 0,412 = 12,36 \text{ kN/m}^2$
- spinta indotta dalla presenza di fabbricati su parete destra: $q_{dx} = 40 \times 0,412 = 16,48 \text{ kN/m}^2$
- variabili impianti:
 - solettone di fondo: 5 kN/m²
 - piano intermedio (carico dovuto alla possibile presenza dei ventilatori): 10 kN/m²

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

4) spinta idrostatica:

- sottospinta: $\gamma_w z = 10 \times 5,90 = 59\text{kN/m}^2$
- spinta triangolare laterale:
 1. valore inizio falda a lungo termine (quota -11,70m): $q = 0,00\text{kN/m}^2$
 2. valore in asse solettone di fondo: $q = 59,00\text{kN/m}^2$

5) spinta indotta da sisma:

- $\Delta_p = (a_g/g) S Y H = 0,068 \times 1,2 \times 19,00 \times 16,40 = 25,43 \text{ kN/m}$

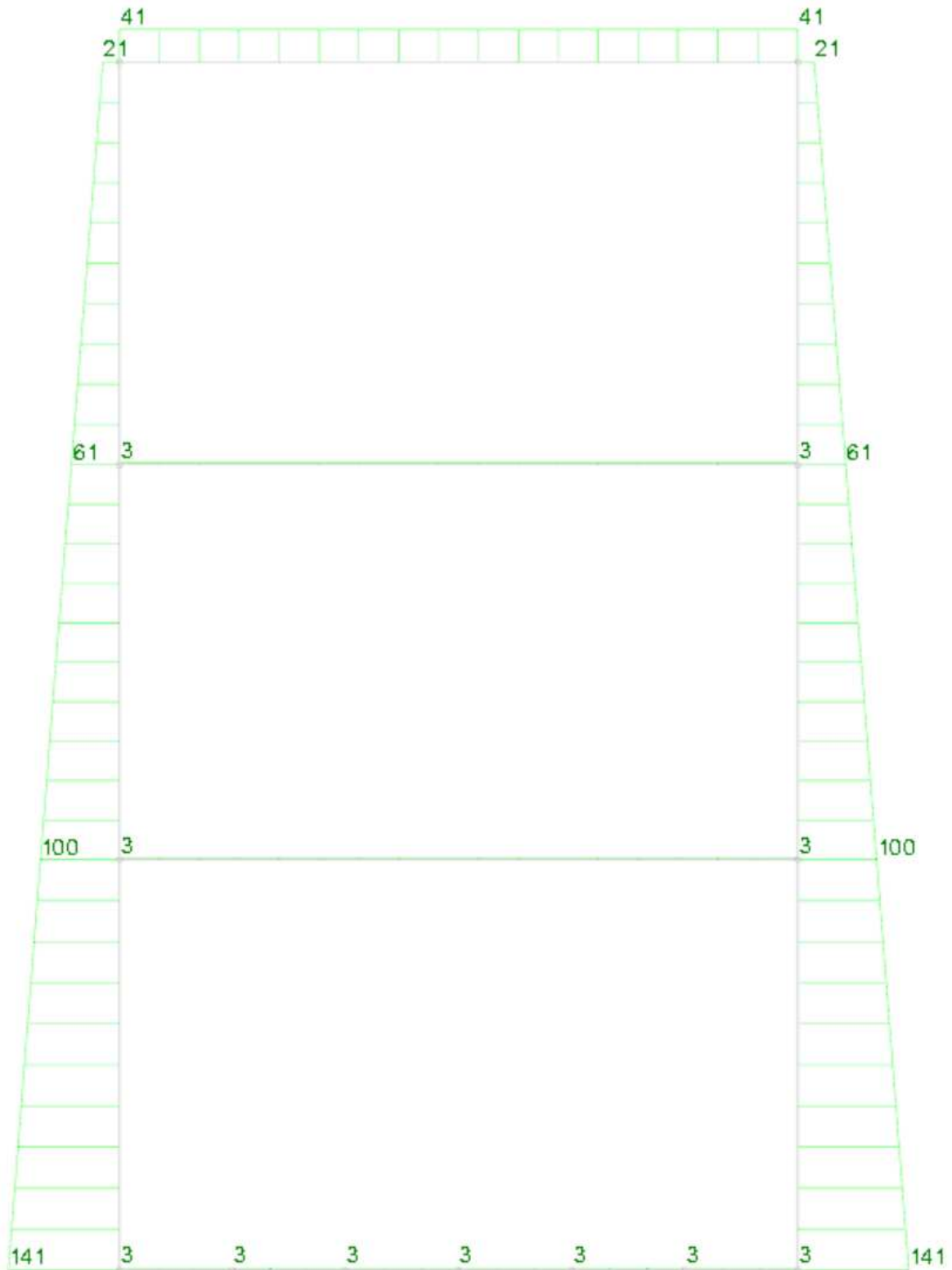


Figura 5. Carichi in condizione permanenti portati [kN/m]

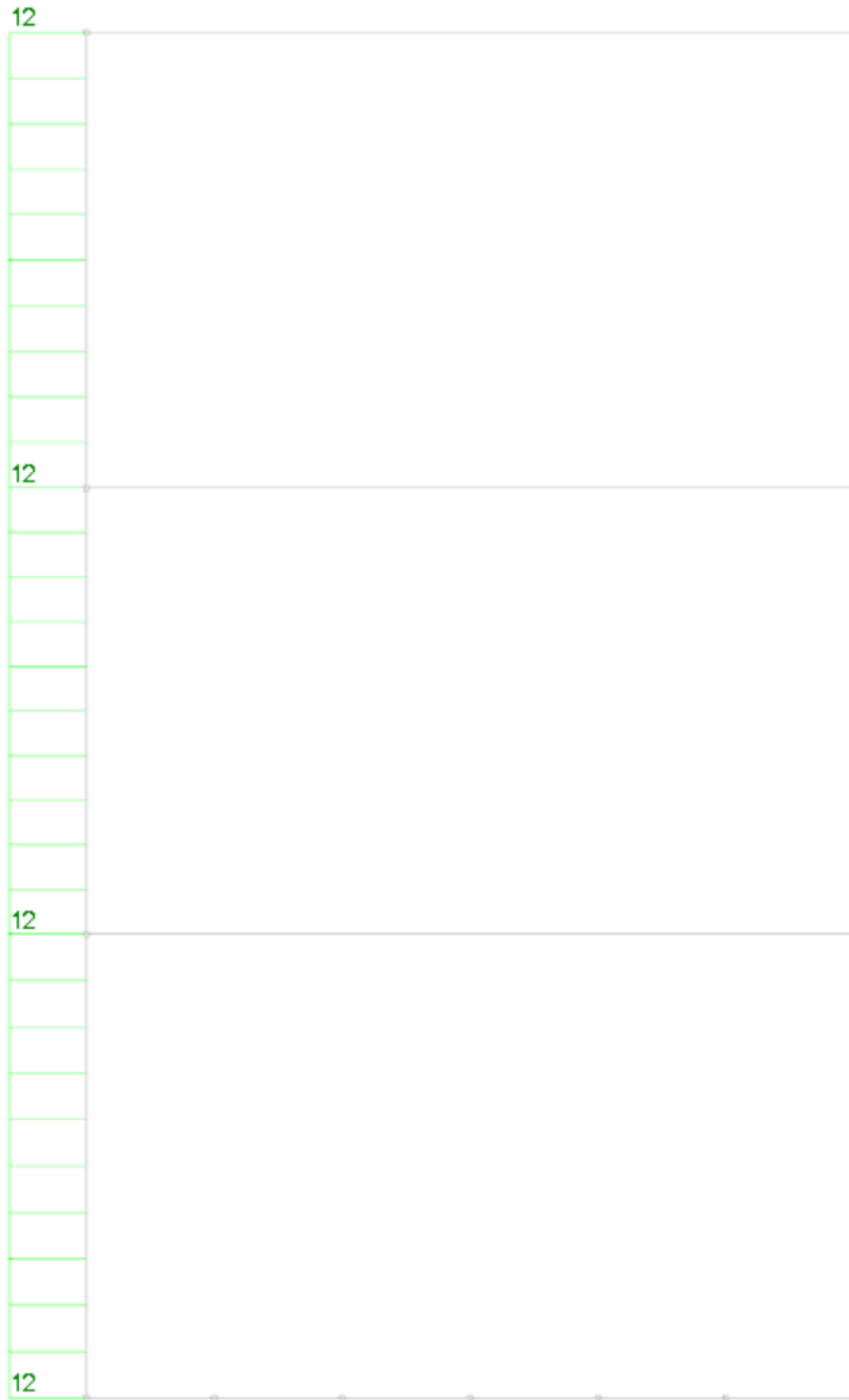


Figura 6. Carichi in condizione variabile F_{sx} [kN/m]

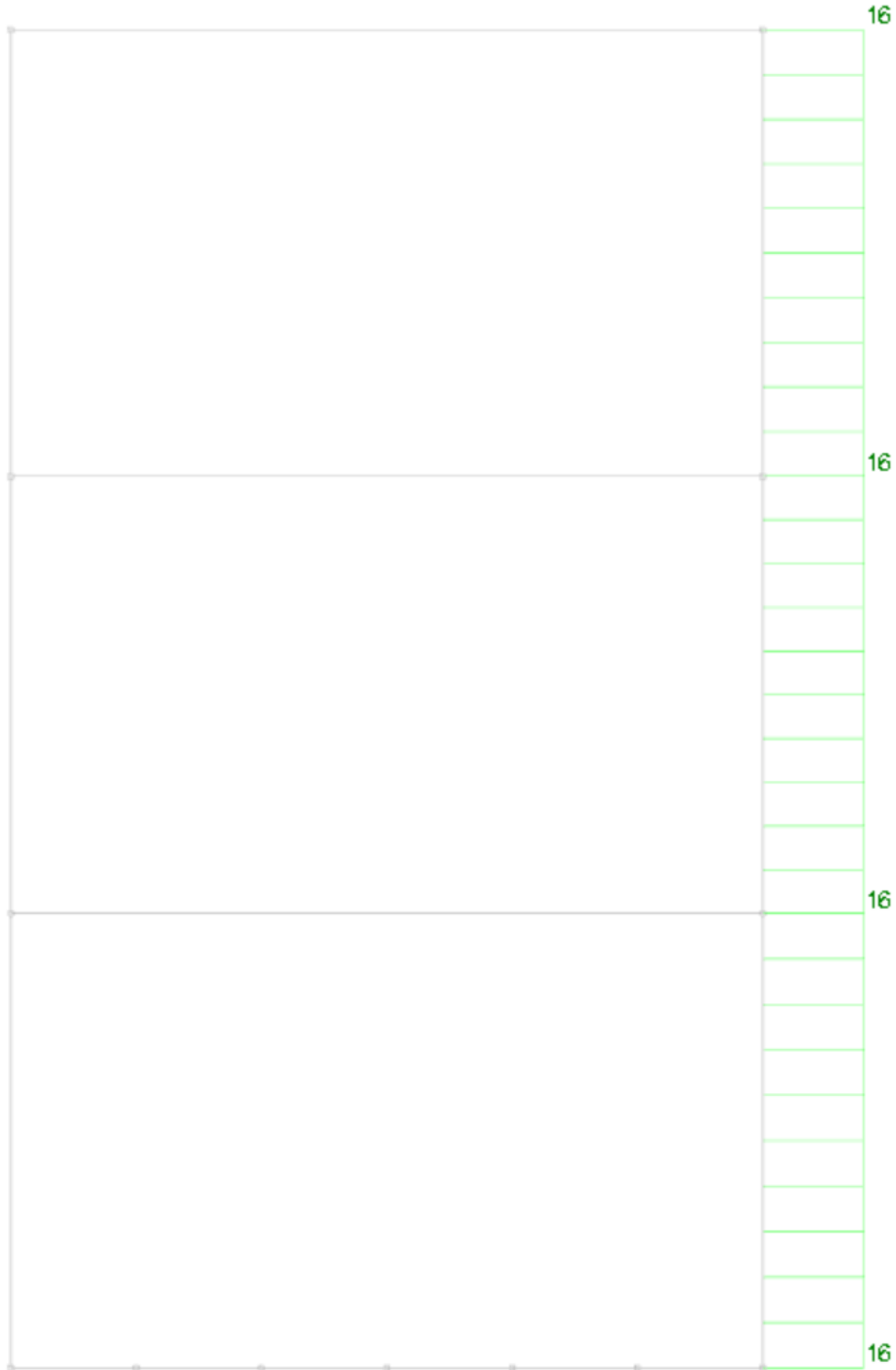


Figura 7. Carichi in condizione variabile F_{dx} [kN/m]

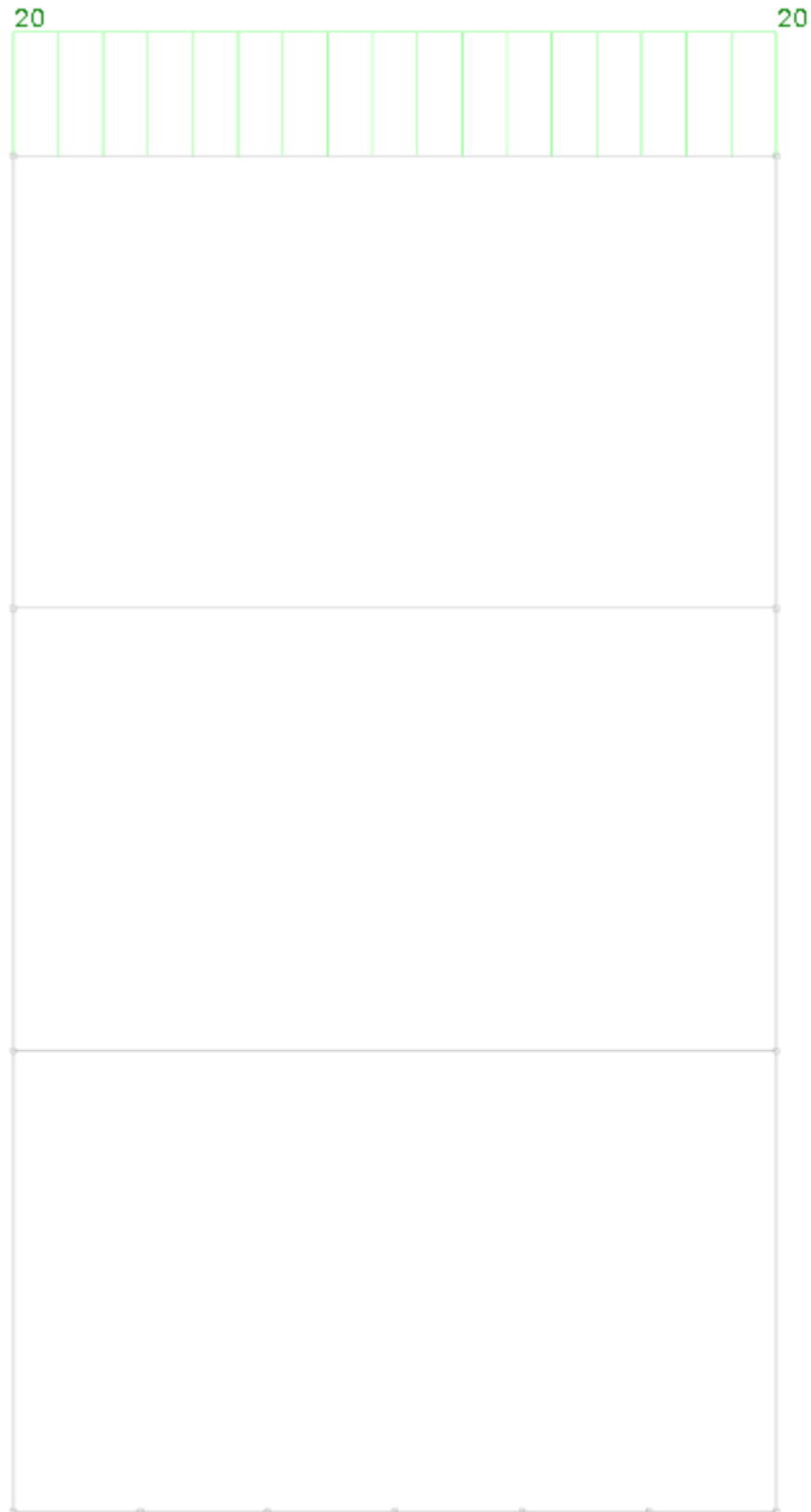


Figura 8. Carichi in condizione variabile F_{CV} [kN/m]

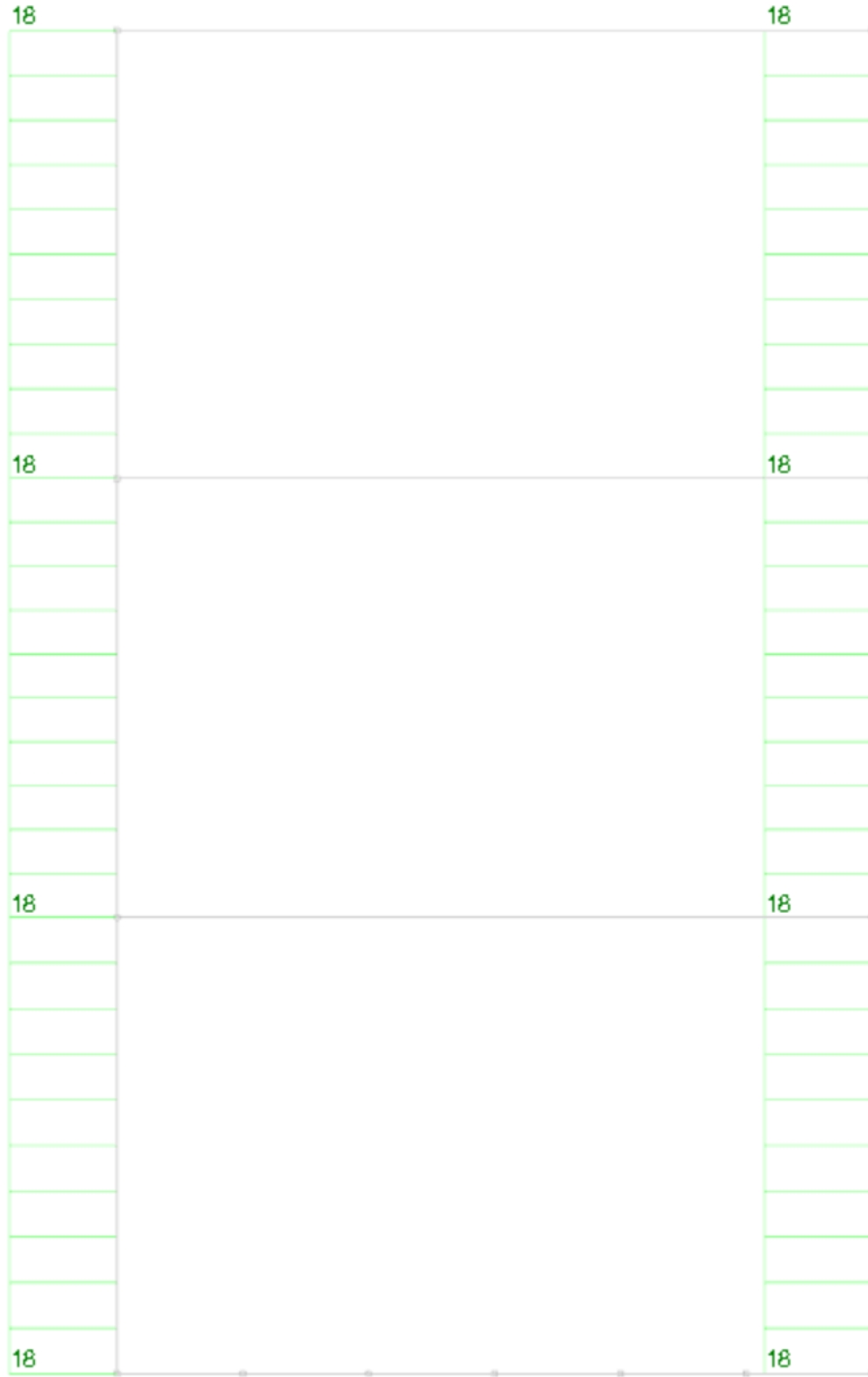


Figura 9. Carichi in condizione Sisma [kN/m]

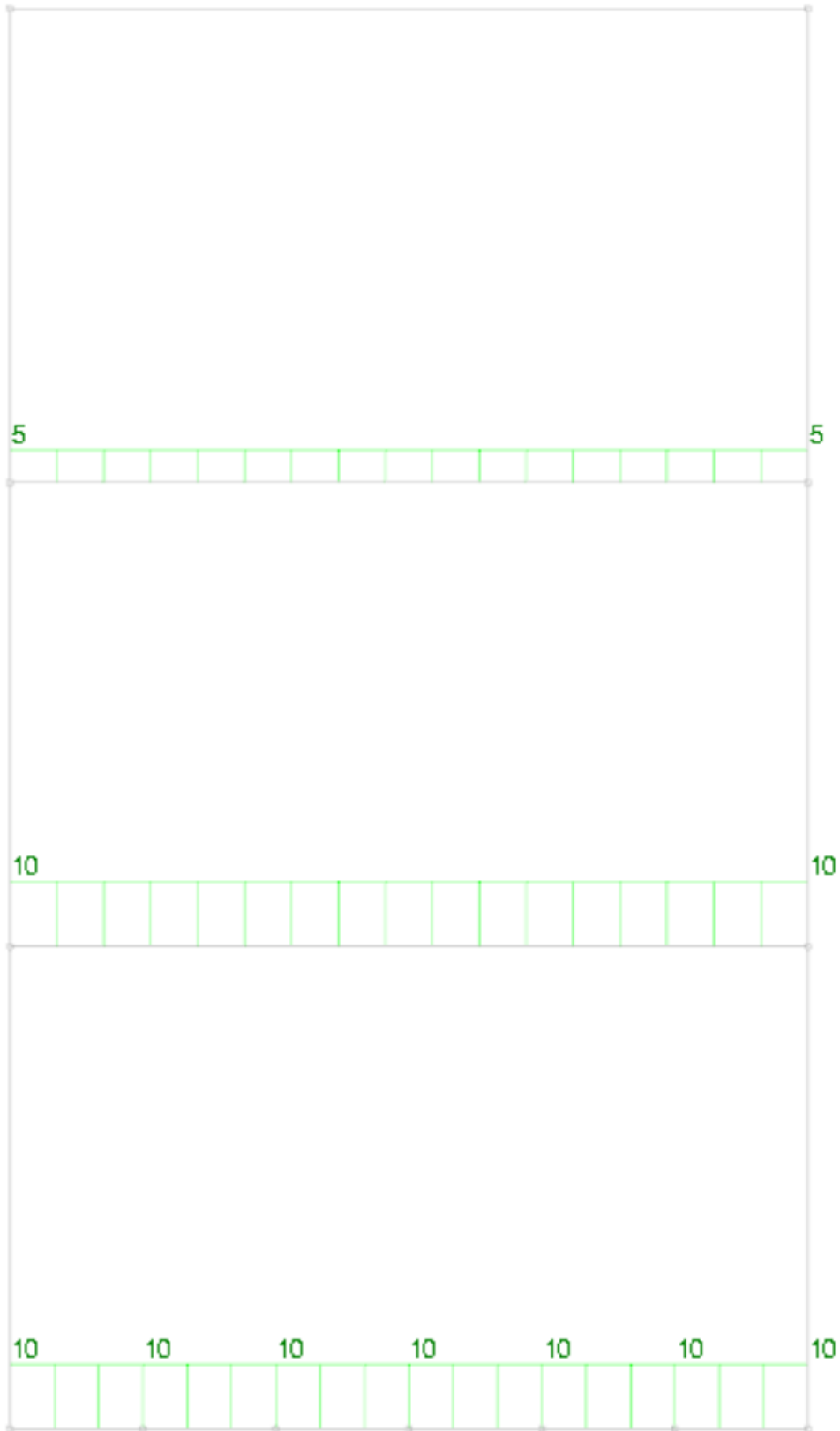


Figura 10. Carichi in condizione E [kN/m]

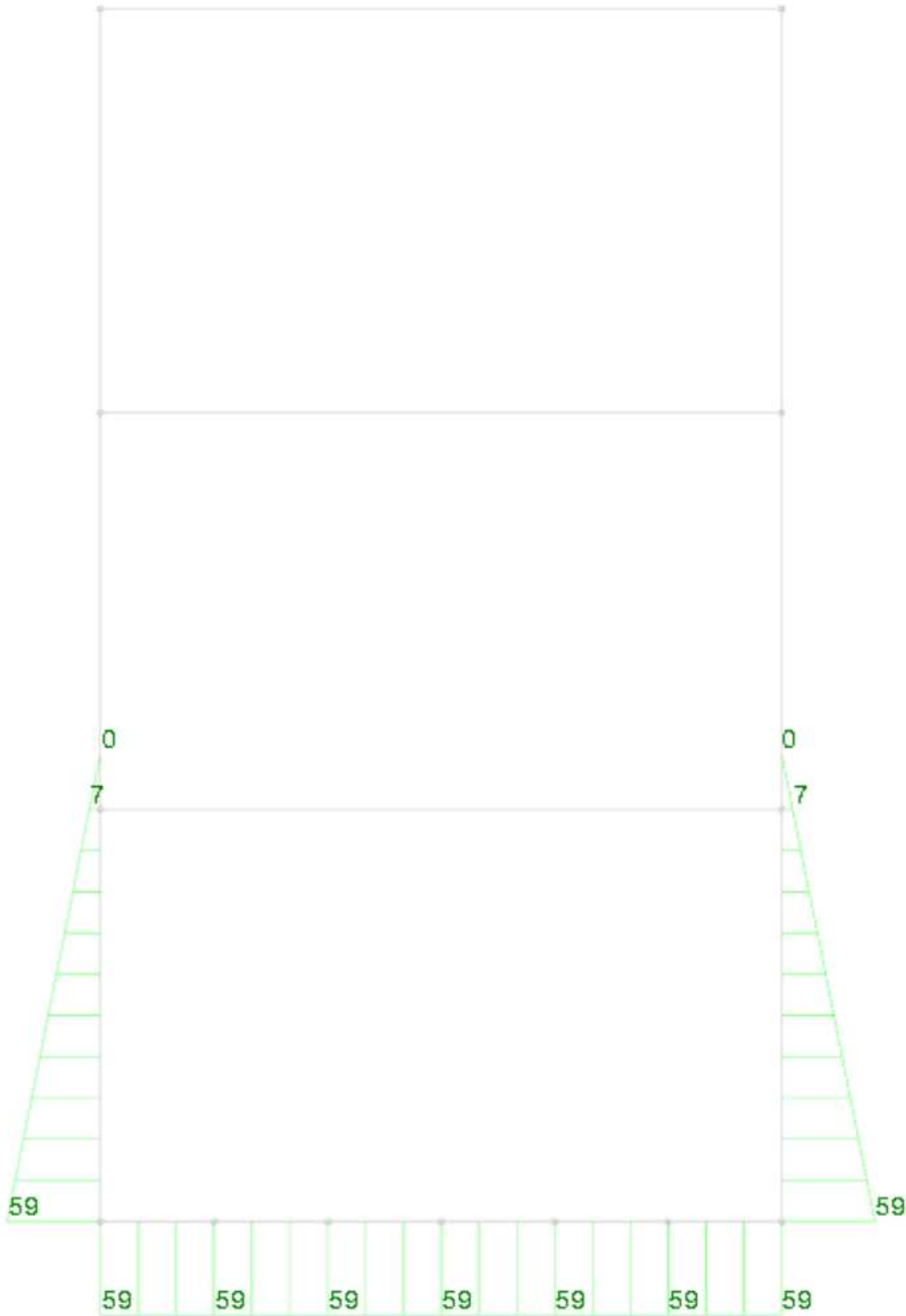



Figura 11. Carichi in condizione Pesi (spinta idrica) [kN/m]

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Con queste condizioni di carico si sono definite le seguenti combinazioni di carico:

Nome: E' il nome esteso che contraddistingue la condizione elementare di carico.

Nome breve: E' il nome compatto della condizione elementare di carico, che viene utilizzato altrove nella relazione.

Pesi: Pesi strutturali

Port.: Permanenti portati

Variabile Fsx: Variabile Fsx

Variabile E (CV): Variabile E (CV)

Variabile Fdx: Variabile Fdx

Variabile F(CV): Variabile F(CV)

Sisma: Sisma

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia SLU

Il nome compatto della famiglia è SLU.

Tabella 8. Combinazioni di carico SLU

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile Fsx	Variabile E (CV)	Variabile Fdx	Variabile F(CV)	Sisma
1	SLU 1	1	0.8	0	1.5	0	1.5	0
2	SLU 2	1	0.8	0	1.5	1.05	1.5	0
3	SLU 3	1	0.8	0	1.5	1.5	1.05	0
4	SLU 4	1	0.8	0	1.5	0	1.05	0
5	SLU 5	1	0.8	0	1.5	1.05	1.05	0
6	SLU 6	1	0.8	1.05	1.5	0	1.5	0
7	SLU 7	1	0.8	1.05	1.5	0	1.05	0
8	SLU 8	1	0.8	1.5	1.5	0	1.05	0
9	SLU 9	1	1.5	0	1.5	0	1.5	0
10	SLU 10	1	1.5	0	1.5	1.05	1.5	0
11	SLU 11	1	1.5	0	1.5	1.5	1.05	0
12	SLU 12	1	1.5	0	1.5	0	1.05	0
13	SLU 13	1	1.5	0	1.5	1.05	1.05	0
14	SLU 14	1	1.5	1.05	1.5	0	1.5	0
15	SLU 15	1	1.5	1.05	1.5	0	1.05	0
16	SLU 16	1	1.5	1.5	1.5	0	1.05	0
17	SLU 17	1.3	0.8	0	1.5	0	1.5	0
18	SLU 18	1.3	0.8	0	1.5	1.05	1.5	0
19	SLU 19	1.3	0.8	0	1.5	1.5	1.05	0



Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile Fsx	Variabile (CV)	E Variabile Fdx	Variabile F(CV)	Sisma
20	SLU 20	1.3	0.8	0	1.5	0	1.05	0
21	SLU 21	1.3	0.8	0	1.5	1.05	1.05	0
22	SLU 22	1.3	0.8	1.05	1.5	0	1.5	0
23	SLU 23	1.3	0.8	1.05	1.5	0	1.05	0
24	SLU 24	1.3	0.8	1.5	1.5	0	1.05	0
25	SLU 25	1.3	1.5	0	1.5	0	1.5	0
26	SLU 26	1.3	1.5	0	1.5	1.05	1.5	0
27	SLU 27	1.3	1.5	0	1.5	1.5	1.05	0
28	SLU 28	1.3	1.5	0	1.5	0	1.05	0
29	SLU 29	1.3	1.5	0	1.5	1.05	1.05	0
30	SLU 30	1.3	1.5	1.05	1.5	0	1.5	0
31	SLU 31	1.3	1.5	1.05	1.5	0	1.05	0
32	SLU 32	1.3	1.5	1.5	1.5	0	1.05	0
Sisma	SLU Sisma	1	1	0.7	1	0.7	0.7	1

Famiglia SLE rara

Il nome compatto della famiglia è SLE RA.

Tabella 9. Combinazioni di carico SLE rara

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile Fsx	Variabile (CV)	E Variabile Fdx	Variabile F(CV)	Sisma
1	SLE RA 1	1	1	0	1	0	1	0
2	SLE RA 2	1	1	0	1	0.7	1	0
3	SLE RA 3	1	1	0	1	1	0.7	0
4	SLE RA 4	1	1	0	1	0	0.7	0
5	SLE RA 5	1	1	0	1	0.7	0.7	0
6	SLE RA 6	1	1	0.7	1	0	1	0
7	SLE RA 7	1	1	0.7	1	0	0.7	0
8	SLE RA 8	1	1	1	1	0	0.7	0

Famiglia SLE frequente

Il nome compatto della famiglia è SLE FR.

Tabella 10. Combinazioni di carico SLE frequente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile Fsx	Variabile (CV)	E Variabile Fdx	Variabile F(CV)	Sisma
1	SLE FR 1	1	1	0	0.8	0	0.5	0
2	SLE FR 2	1	1	0	0.8	0.6	0.5	0
3	SLE FR 3	1	1	0	0.8	0.7	0.3	0
4	SLE FR 4	1	1	0	0.9	0	0.3	0
5	SLE FR 5	1	1	0	0.9	0.6	0.3	0
6	SLE FR 6	1	1	0.6	0.8	0	0.5	0

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile Fsx	Variabile (CV)	E Variabile Fdx	Variabile F(CV)	Sisma
7	SLE FR 7	1	1	0.6	0.9	0	0.3	0
8	SLE FR 8	1	1	0.7	0.8	0	0.3	0

Famiglia SLE quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è SLE QP.

Tabella 11. Combinazioni di carico SLE quasi permanente

Nome	Nome breve	Pesi	Port.	Variabile Fsx	Variabile (CV)	E Variabile Fdx	Variabile F(CV)	Sisma
1	SLE QP 1	1	1	0	0.8	0	0.3	0
2	SLE QP 2	1	1	0	0.8	0.6	0.3	0
3	SLE QP 3	1	1	0.6	0.8	0	0.3	0

Nota: le combinazioni di carico sono state determinate facendo riferimento ai coefficienti amplificativi previsti dalla combinazione A1-M1-R1 della Tab. 2.6.1. delle NTC 2018.



8.3 Sollecitazioni agenti per unità di lunghezza

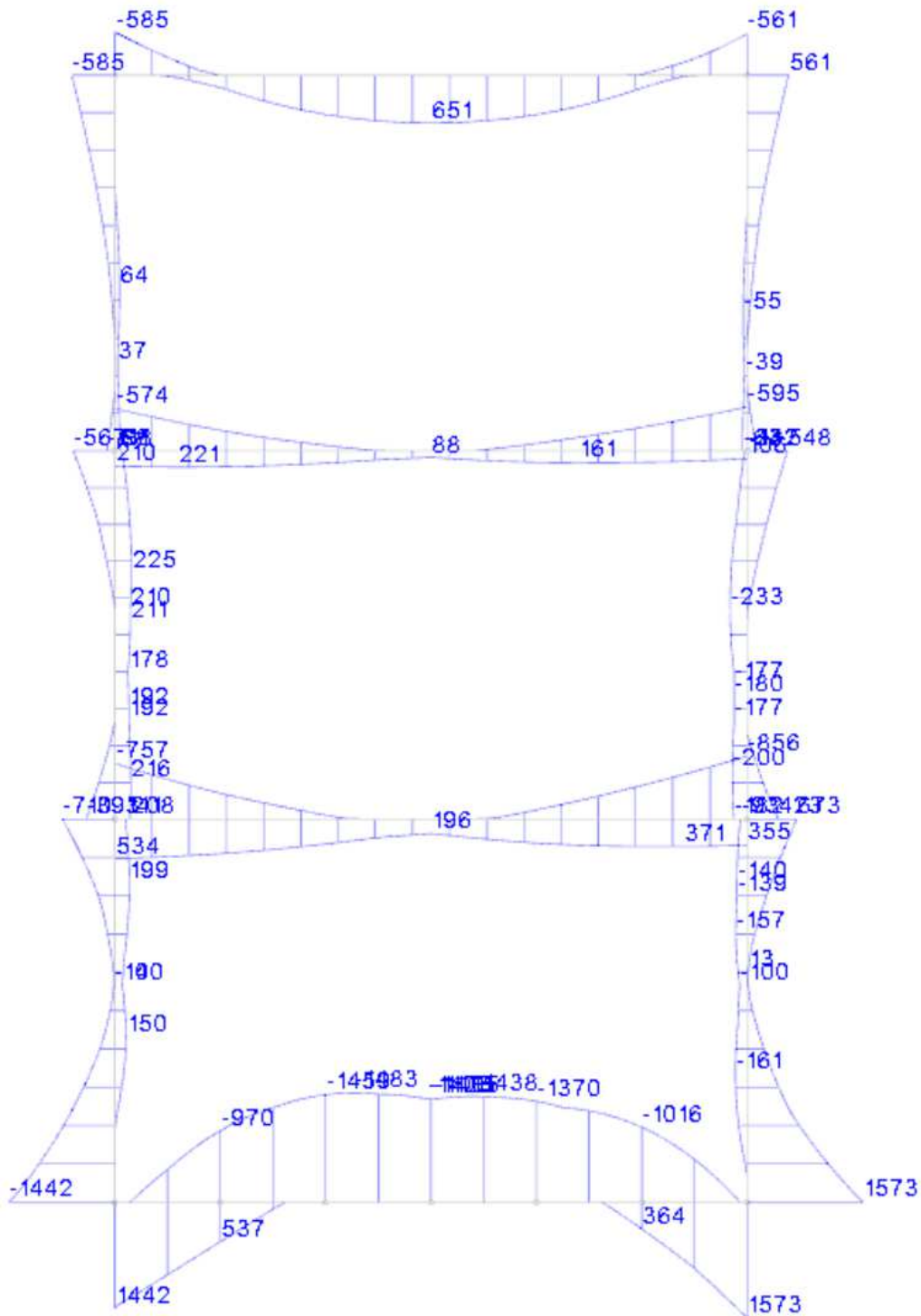


Figura 12. Involuppo Diagramma Momento flettente agente SLU [kNm]

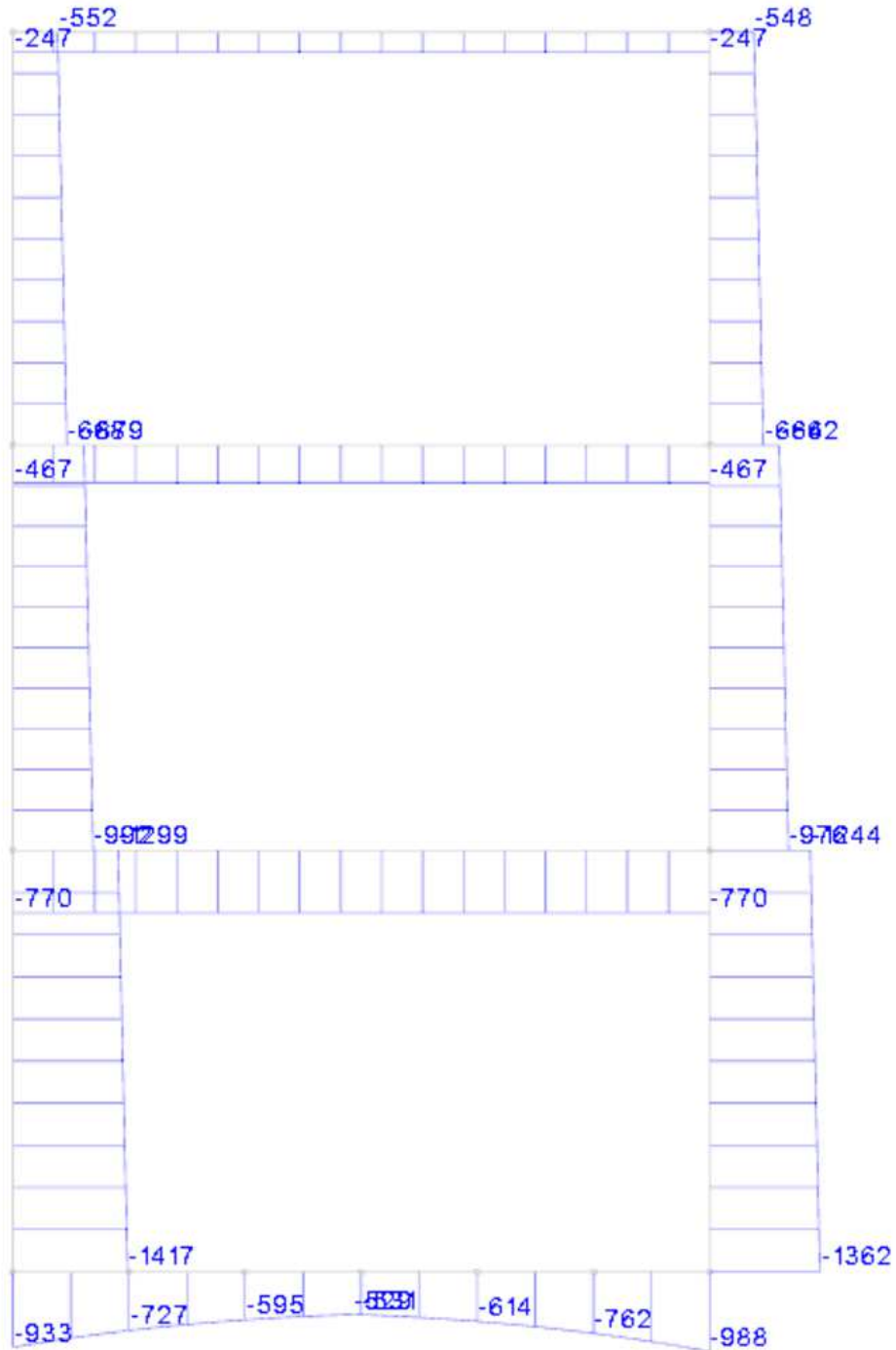


Figura 13. Inviluppo Sforzo normale agente SLU [kN]

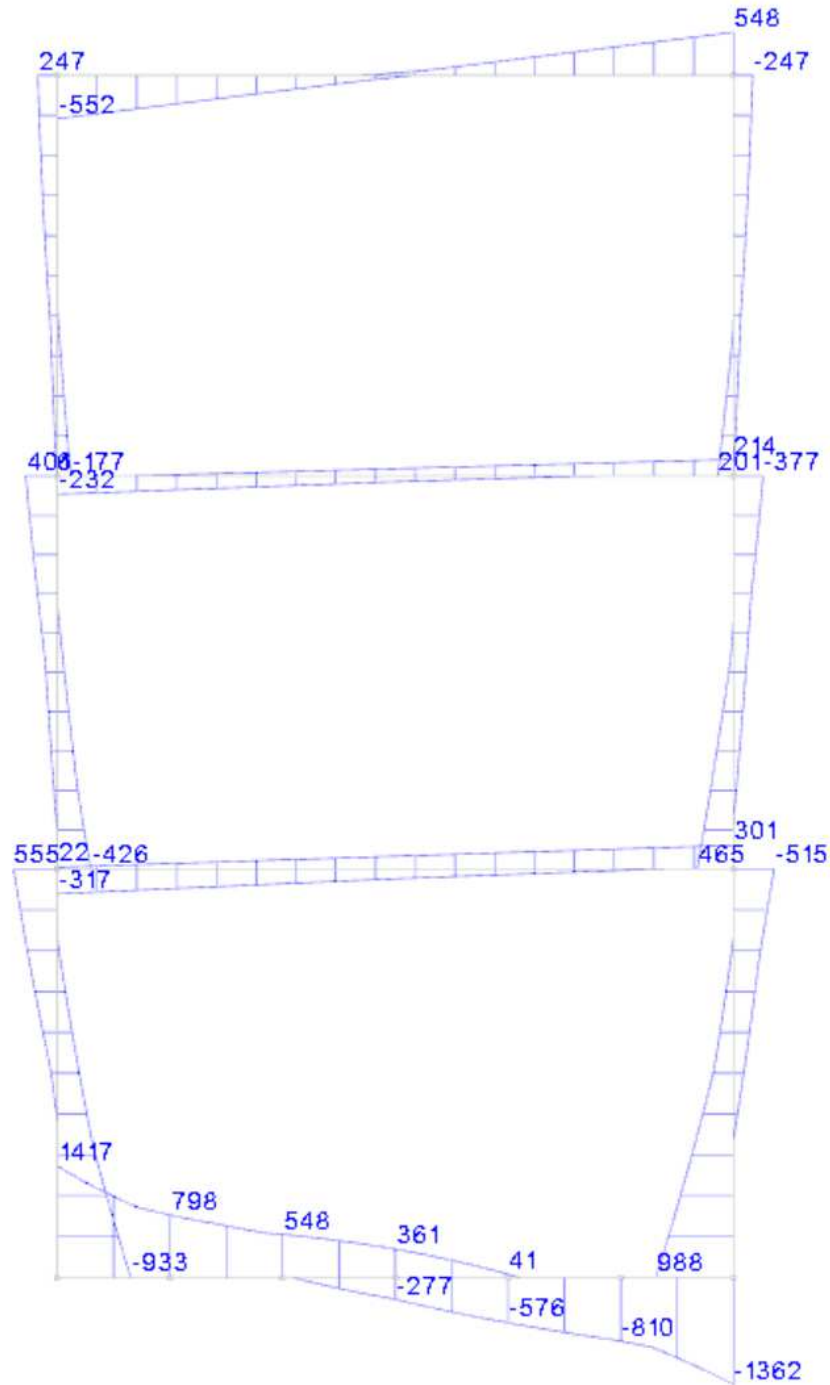


Figura 14. Inviluppo taglio agente [kN]

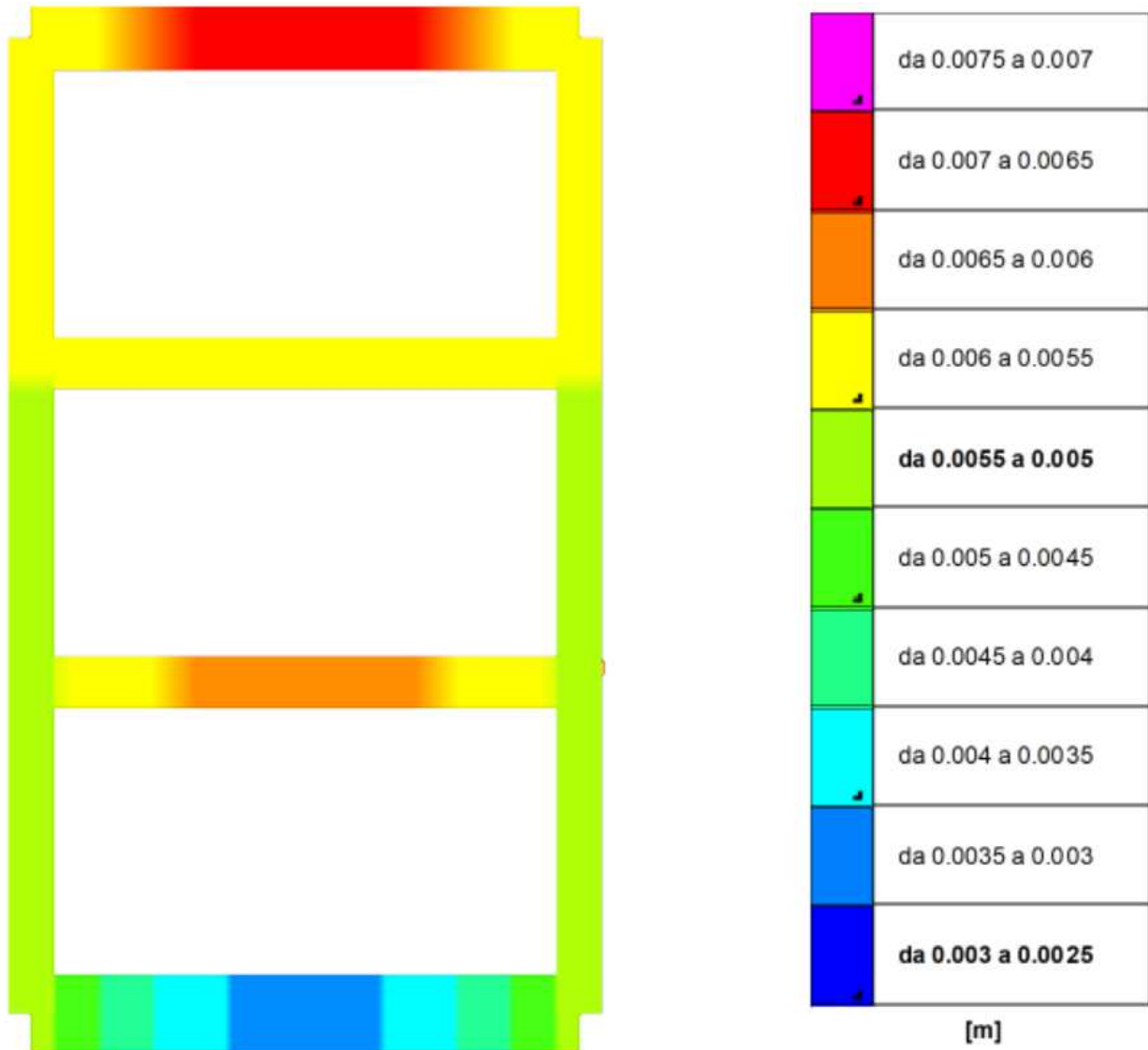



Figura 15. Deformazioni massime registrate SLU [m]

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

8.4 Verifiche pilastri in C.A. (CONTROPARETI)

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN] ove non espressamente specificato.

Q.inf.: quota inferiore. [m]

Q.sup.: quota superiore. [m]

Sezione: sezione impiegata.

Esistente: campata esistente.

Secondaria: campata secondaria.

Dissipativa: campata dissipativa.

Interna a parete: campata adiacente ad una parete in c.a.

Sovraresistenza: aliquota di sovraresistenza da assicurare in verifica.

Materiale CLS: materiale calcestruzzo impiegato.

Materiale Acciaio: materiale/i acciaio impiegato/i.

FC: fattore di confidenza riferito al materiale CLS.

Staffatura: descrizione della staffatura del campo considerato.

quota: quota di riferimento. [m]

sommatoriaBiQuadro: sommatoriaBiquadro.

α_n : coefficiente di efficienza longitudinale.

α_s : coefficiente di efficienza trasversale.

b_x : dimensione del nucleo confinato in direzione x. [m]

b_y : dimensione del nucleo confinato in direzione y. [m]

D0: dimensione del nucleo confinato circolare. [m]

σ_l : pressione di confinamento trasversale. [kN/m²]

α : coefficiente di efficienza.

σ_2 : pressione efficace di confinamento. [kN/m²]

$f_{ck,c}$: resistenza caratteristica confinata del cls. [kN/m²]

$\epsilon_{2,c}$: deformazione elastica confinata del cls.

$\epsilon_{cu2,c}$: deformazione ultima confinata del cls.

Posizione: posizione della barra.


X: ascissa relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [m]

Y: ordinata relativa della barra rispetto al baricentro della sezione. [m]

Diametro: diametro nominale della barra. [m]

Area: area nominale della barra. [m²]

Q.inf.: quota inferiore della barra. [m]

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Q.sup.: quota superiore della barra. [m]

Materiale: materiale della barra.

Quota: quota della sezione. [m]

As: area complessiva delle armature verticali. [m²]

%: percentuale di acciaio.

At: area delle armature verticali destinata alla verifica di torsione. [m²]

Pos.: posizioni barre longitudinali presenti nella sezione.

Mx: momento Mx. [kN*m]

My: momento My. [kN*m]

N: sforzo normale. [kN]

MRdx: momento resistente in direzione X. [kN*m]

MRdy: momento resistente in direzione Y. [kN*m]

Comb.: combinazione peggiore.

Coeff.s.: coefficiente di sicurezza minimo.

Verifica: stato di verifica.

Staffe: staffatura presente nella sezione.

Direzione X: dati della verifica a taglio in direzione X.

V: taglio di verifica per la direzione considerata. [kN]

N: sforzo normale per la verifica nella direzione considerata. [kN]

Comb.: combinazione per la verifica nella direzione considerata.

VRd: resistenza a taglio del calcestruzzo non staffato per la verifica nella direzione considerata. [kN]

VRsd: resistenza a taglio delle staffe per la verifica nella direzione considerata. [kN]

VRcd: resistenza a taglio delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata. [kN]

Cot: cotangente delle bielle compresse per la verifica nella direzione considerata.

c.s.: coefficiente di sicurezza per la verifica nella direzione considerata.

Direzione Y: dati della verifica a taglio in direzione Y.

$\sigma_{c,max}$: tensione massima sul calcestruzzo. [kN/m²]

$\sigma_{f,max}$: tensione massima sull'acciaio. [kN/m²]

$M_{x,sr}$: momento Mx di fessurazione. [kN*m]

$M_{y,sr}$: momento My di fessurazione. [kN*m]

$N_{,sr}$: sforzo normale di fessurazione. [kN]

σ_s : tensione massima sull'acciaio in condizioni fessurate. [kN/m²]

$A_{c,eff}$: area di calcestruzzo efficace. [m²]



ρ, eff : rapporto geometrico di area d'acciaio efficace.

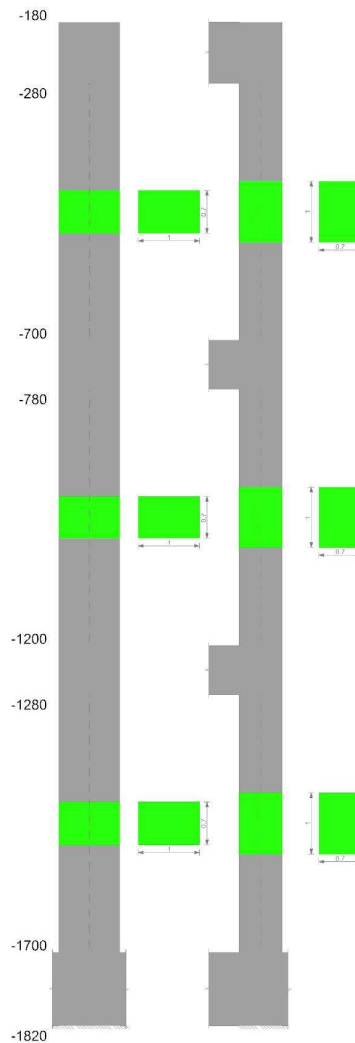
S_m : distanza media fra le fessure. [m]

W_k : apertura delle fessure. [m]

Fessurata: presenza di fessurazione.

Pilastrate (-328; -245)-(532; -245)

Geometria



Dati della pilastrata-tipo

Viene data una rappresentazione tabellare delle caratteristiche principali della sequenza di pilastri valida per tutte le pilastrate considerate.

Campate costituenti la pilastrata

Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Esistente	Secondaria	Dissipativa	Interna a parete	Sovreresistenza	Materiale CLS	Materiale Acciaio	FC
-17	-12.8	R 100x70	No	No	No	No		C30/37	B450C	
-12	-7.8	R 100x70	No	No	No	No		C30/37	B450C	

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Esistente	Secondaria	Dissipativa	Interna a parete	Sovreresistenza	Materiale CLS	Materiale Acciaio	FC
-7	-2.8	R 100x70	No	No	No	No		C30/37	B450C	

Dati relativi al confinamento di sezioni secondo D.M. 17-01-18 NTC §4.1.2.1.2.1

Staffatura	quota	sommatoriaBiQuadro	α_n	α_s	b_x	b_y	σ_l	α	σ_2	fck,c	ec2,c	ecu2,c
Staffa $\phi 14/30$ 2X 4Y (-1820/-1700)	-17.6	10495.62	0.66308	0.61806	0.886	0.586	906	0.40983	371	32567	-0.002	-0.0035
Staffa $\phi 14/30$ 2X 4Y (-1700/-1280)	-17	10495.62	0.66308	0.61807	0.886	0.586	906	0.40983	371	32567	-0.00225	-0.00592
Staffa $\phi 14/26.7$ 2X 4Y (-1280/-1200)	-12.4	10495.62	0.66308	0.65622	0.886	0.586	1020	0.43513	444	32928	-0.002	-0.0035
Staffa $\phi 14/30$ 2X 4Y (-1200/-780)	-12	10495.62	0.66308	0.61807	0.886	0.586	906	0.40983	371	32567	-0.00225	-0.00592
Staffa $\phi 14/26.7$ 2X 4Y (-780/-700)	-7.4	10495.62	0.66308	0.65622	0.886	0.586	1020	0.43513	444	32928	-0.002	-0.0035
Staffa $\phi 14/30$ 2X 4Y (-700/-280)	-7	10495.62	0.66308	0.61807	0.886	0.586	906	0.40983	371	32567	-0.00225	-0.00592
Staffa $\phi 14/25$ 2X 4Y (-280/-180)	-2.3	10495.62	0.66308	0.6757	0.886	0.586	1088	0.44804	487	33147	-0.002	-0.0035

Disposizione delle armature longitudinali

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.1	-0.4193	-0.2693	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.4193	-0.2693	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.4193	0.2693	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	-0.4193	0.2693	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	-0.3391	-0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	-0.2422	-0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	-0.1453	-0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	-0.0484	-0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.0484	-0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.1453	-0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.2422	-0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.3391	-0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	-0.3391	0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	-0.2422	0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	-0.1453	0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	-0.0484	0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.0484	0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.1453	0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.2422	0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.1	0.3391	0.274	0.024	0.0004524	-17.6	-17	R 100x70	B450C
p.2	-0.4193	-0.2693	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.4193	-0.2693	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.4193	0.2693	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	-0.4193	0.2693	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	-0.3391	-0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	-0.2422	-0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	-0.1453	-0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	-0.0484	-0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.0484	-0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.1453	-0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.2422	-0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.3391	-0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C



Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.2	-0.3391	0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	-0.2422	0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	-0.1453	0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	-0.0484	0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.0484	0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.1453	0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.2422	0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.2	0.3391	0.274	0.024	0.0004524	-17	-12	R 100x70	B450C
p.3	-0.4193	-0.2693	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.4193	-0.2693	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.4193	0.2693	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	-0.4193	0.2693	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	-0.3391	-0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	-0.2422	-0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	-0.1453	-0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	-0.0484	-0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.0484	-0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.1453	-0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.2422	-0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.3391	-0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	-0.3391	0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	-0.2422	0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	-0.1453	0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	-0.0484	0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.0484	0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.1453	0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.2422	0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.3	0.3391	0.274	0.024	0.0004524	-12	-7	R 100x70	B450C
p.4	-0.4193	-0.2693	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	0.4193	-0.2693	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	0.4193	0.2693	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	-0.4193	0.2693	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	-0.3391	-0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	-0.2422	-0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	-0.1453	-0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	-0.0484	-0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	0.0484	-0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	0.1453	-0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	0.2422	-0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	0.3391	-0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	-0.3391	0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	-0.2422	0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	-0.1453	0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	-0.0484	0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	0.0484	0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	0.1453	0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Posizione	X	Y	Diametro	Area	Q.inf.	Q.sup.	Sezione	Materiale
p.4	0.2422	0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C
p.4	0.3391	0.274	0.024	0.0004524	-7	-2.56	R 100x70	B450C

Pilastrata (-328; -245)*Verifica a pressoflessione in SLU*

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
-17	0.009048	2.6	0	1,2	972.6395	-14.9635	-575.52	1149.9471	-17.6913	SLU Sisma	1.182	Si
-16.7	0.009048	2.6	0	1,2	783.2999	-14.8293	-570.36	1196.2357	-22.6469	SLU Sisma	1.527	Si
-16.4	0.009048	2.6	0	1,2	609.1817	-14.6928	-565.11	1264.8567	-30.507	SLU Sisma	2.076	Si
-16.1	0.009048	1.3	0	2	453.5346	-14.5563	-559.86	1370.9875	-44.0022	SLU Sisma	3.023	Si
-15.8	0.009048	1.3	0	2	316.3931	-14.4198	-554.61	1524.7332	-69.4907	SLU Sisma	4.819	Si
-15.5	0.009048	1.3	0	2	-116.0848	35.6032	-1369.35	-828.7236	254.1693	SLU 27	7.139	Si
-15.2	0.009048	1.3	0	2	-123.6551	35.4257	-1362.53	-870.675	249.4381	SLU 27	7.041	Si
-14.9	0.009048	1.3	0	2	-110.959	35.2483	-1355.7	-807.6122	256.5536	SLU 27	7.278	Si
-14.6	0.009048	1.3	0	2	-77.941	35.0708	-1348.88	-616.5016	277.4049	SLU 27	7.91	Si
-14.3	0.009048	1.3	0	2	-34.8934	34.8934	-1342.05	-291.3505	291.3505	SLU 27	8.35	Si
-14	0.009048	1.3	0	2	45.3461	34.7159	-1335.23	380.5637	291.3505	SLU 27	8.392	Si
-13.7	0.009048	1.3	0	2	133.7457	34.5385	-1328.4	936.3668	241.8072	SLU 27	7.001	Si
-13.4	0.009048	1.3	0	2	239.1351	34.361	-1321.58	1335.3982	191.8817	SLU 27	5.584	Si
-13.1	0.009048	1.3	0	2	361.7341	34.1836	-1314.75	1594.1504	150.6459	SLU 27	4.407	Si
-12.8	0.009048	1.3	0	2	499.5255	30.395	-1169.04	1625.9685	98.9367	SLU 11	3.255	Si
-12	0.009048	2.6	0	2,3	248.8463	12.7449	-509.79	1587.1812	81.2888	SLU Sisma	6.378	Si
-11.7	0.009048	2.6	0	2,3	-213.8708	20.8542	-834.17	-1560.6478	152.176	SLU 19	7.297	Si
-11.4	0.009048	2.6	0	2,3	-204.9457	20.6835	-827.34	-1542.1779	155.6397	SLU 19	7.525	Si
-11.1	0.009048	1.3	0	3	-190.9059	23.8164	-952.66	-1406.3052	175.4431	SLU 27	7.366	Si
-10.8	0.009048	1.3	0	3	-190.1426	23.6458	-945.83	-1408.4875	175.1567	SLU 27	7.408	Si
-10.5	0.009048	1.3	0	3	-177.3887	23.7286	-949.15	-1358.4027	181.7086	SLU 26	7.658	Si
-10.2	0.009048	1.3	0	3	-189.3804	20.6425	-825.7	-1497.5313	163.2311	SLU 30	7.908	Si
-9.9	0.009048	1.3	0	3	-207.5303	18.9689	-758.75	-1592.8076	145.5872	SLU 32	7.675	Si
-9.6	0.009048	1.3	0	3	-210.0414	18.7982	-751.93	-1602.1653	143.3903	SLU 32	7.628	Si
-9.3	0.009048	1.3	0	3	-220.8155	11.5658	-462.63	-1594.6951	83.5265	SLU Sisma	7.222	Si
-9	0.009048	1.3	0	3	-224.6555	11.4346	-457.38	-1584.9925	80.6733	SLU Sisma	7.055	Si
-8.7	0.009048	1.3	0	3	-219.4324	11.3033	-452.13	-1589.0881	81.8565	SLU Sisma	7.242	Si
-8.4	0.009048	1.3	0	3	214.0324	22.2808	-891.23	1524.9961	158.752	SLU 27	7.125	Si
-8.1	0.009048	1.3	0	3	309.6548	22.1101	-884.41	1649.8577	117.804	SLU 27	5.328	Si
-7.8	0.009048	1.3	0	3	412.3639	21.9424	-877.69	1600.0432	85.1401	SLU 27	3.88	Si
-7	0.009048	2.6	0	3,4	-61.8147	13.6235	-534.26	-1027.9313	226.5485	SLU 18	16.629	Si
-6.7	0.009048	2.6	0	3,4	-32.7717	16.63	-652.16	-549.8745	279.034	SLU 26	16.779	Si
-6.4	0.009048	2.6	0	3,4	-30.8038	16.456	-645.33	-526.8043	281.4288	SLU 26	17.102	Si
-6.1	0.009048	1.3	0	4	-21.5343	16.282	-638.51	-377.9255	285.7476	SLU 26	17.55	Si
-5.8	0.009048	1.3	0	4	-16.1079	16.1079	-631.68	-285.7476	285.7476	SLU 26	17.74	Si
-5.5	0.009048	1.3	0	4	17.3083	15.9339	-624.86	310.3958	285.7476	SLU 26	17.933	Si
-5.2	0.009048	1.3	0	4	46.0993	15.7598	-618.03	753.6236	257.6391	SLU 26	16.348	Si
-4.9	0.009048	1.3	0	4	80.7281	15.5858	-611.21	1117.5157	215.7536	SLU 26	13.843	Si
-4.6	0.009048	1.3	0	4	120.4116	15.4136	-604.46	1401.9062	179.4551	SLU 26	11.643	Si



Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Table with 13 columns: Quota, As, %, At, Pos., Mx, My, N, MRdx, MRdy, Comb., Coeff.s, Verifica. It contains 7 rows of structural calculation data.

Verifica a taglio in famiglia SLU

Large table with 18 columns: Quota, Staffe, Direzione X (V, N, Comb., VRd, VRsd, VRcd, Cot, c.s.), Direzione Y (V, N, Comb., VRd, VRsd, VRcd, Cot, c.s.), and Verifica. It contains 32 rows of shear verification data.

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	Staffe	Direzione X								Direzione Y								Verifica
		V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
-5.2	2X/4Y ø14/30	0	-429.67	SLU 1	244.75	779.16	1511.95	2.5	1000	106.56	-586.31	SLU 27	287.01	1024.65	1526.64	2.5	9.62	Si
-4.9	2X/4Y ø14/30	0	-424.42	SLU 1	243.98	779.16	1511.16	2.5	1000	125.69	-579.48	SLU 27	286.02	1024.65	1525.61	2.5	8.15	Si
-4.6	2X/4Y ø14/30	0	-419.22	SLU 1	243.22	779.16	1510.38	2.5	1000	143.6	-572.73	SLU 27	285.04	1024.65	1524.6	2.5	7.14	Si
-4.3	2X/4Y ø14/30	0	-413.92	SLU 1	242.45	779.16	1509.58	2.5	1000	160.78	-565.83	SLU 27	284.04	1024.65	1523.56	2.5	6.37	Si
-4	2X/4Y ø14/30	0	-408.67	SLU 1	241.68	779.16	1508.78	2.5	1000	176.72	-559.01	SLU 27	283.05	1024.65	1522.54	2.5	5.8	Si
-3.7	2X/4Y ø14/30	0	-403.42	SLU 1	240.91	779.16	1507.99	2.5	1000	191.61	-552.18	SLU 27	282.06	1024.65	1521.51	2.5	5.35	Si
-3.4	2X/4Y ø14/30	0	-398.17	SLU 1	240.15	779.16	1507.2	2.5	1000	205.46	-545.36	SLU 27	281.07	1024.65	1520.49	2.5	4.99	Si
-3.1	2X/4Y ø14/30	0	-392.92	SLU 1	239.38	779.16	1506.4	2.5	1000	218.27	-538.53	SLU 27	280.08	1024.65	1519.46	2.5	4.69	Si
-2.8	2X/4Y ø14/30	0	-387.75	SLU 1	238.63	779.16	1505.62	2.5	1000	229.82	-531.82	SLU 27	279.1	1024.65	1518.45	2.5	4.46	Si

Verifica delle tensioni in combinazioni rara

Quota	Mx	My	N	Comb.	oc,max	Mx	My	N	Comb.	of,max	Verifica
-17	657.6954	0	-751.2	SLE RA 8	-9547	657.6954	0	-751.2	SLE RA 8	210419	Si
-16.7	512.7807	0	-746.03	SLE RA 8	-7866	512.7807	0	-746.03	SLE RA 8	150135	Si
-16.4	382.6275	0	-740.78	SLE RA 8	-6234	382.6275	0	-740.78	SLE RA 8	96889	Si
-16.1	269.6987	0	-735.53	SLE RA 8	-4714	269.6987	0	-735.53	SLE RA 8	-63671	Si
-15.8	173.9913	0	-730.28	SLE RA 8	-3200	173.9913	0	-730.28	SLE RA 8	-42879	Si
-15.5	-64.1521	0	-980.97	SLE RA 3	-2295	-64.1521	0	-980.97	SLE RA 3	-30930	Si
-15.2	-72.1046	0	-975.72	SLE RA 3	-2381	-72.1046	0	-975.72	SLE RA 3	-32076	Si
-14.9	-66.1315	0	-970.47	SLE RA 3	-2302	-66.1315	0	-970.47	SLE RA 3	-31014	Si
-14.6	-46.2177	0	-965.22	SLE RA 3	-2057	-46.2177	0	-965.22	SLE RA 3	-27746	Si
-14.3	-73.2482	0	-704.03	SLE RA 8	-1978	-73.2482	0	-704.03	SLE RA 8	-26328	Si
-14	-79.3872	0	-698.78	SLE RA 8	-2042	-79.3872	0	-698.78	SLE RA 8	-27180	Si
-13.7	90.555	0	-949.47	SLE RA 3	-2559	90.555	0	-949.47	SLE RA 3	-34428	Si
-13.4	159.8857	0	-944.22	SLE RA 3	-3359	159.8857	0	-944.22	SLE RA 3	-45373	Si
-13.1	240.9023	0	-938.97	SLE RA 3	-4510	240.9023	0	-938.97	SLE RA 3	-61378	Si
-12.8	331.0295	0	-933.81	SLE RA 3	-5750	331.0295	0	-933.81	SLE RA 3	-79291	Si
-12	-91.4047	0	-697.1	SLE RA 3	-2182	-91.4047	0	-697.1	SLE RA 3	-29037	Si
-11.7	-114.0924	0	-691.94	SLE RA 3	-2442	-114.0924	0	-691.94	SLE RA 3	-32507	Si
-11.4	-128.7289	0	-686.69	SLE RA 3	-2606	-128.7289	0	-686.69	SLE RA 3	-34710	Si
-11.1	-135.1189	0	-681.44	SLE RA 3	-2673	-135.1189	0	-681.44	SLE RA 3	-35609	Si
-10.8	-133.2886	0	-676.19	SLE RA 3	-2644	-133.2886	0	-676.19	SLE RA 3	-35203	Si
-10.5	-123.4645	0	-677.7	SLE RA 2	-2531	-123.4645	0	-677.7	SLE RA 2	-33679	Si
-10.2	-130.1375	0	-594.7	SLE RA 6	-2483	-130.1375	0	-594.7	SLE RA 6	-32921	Si
-9.9	-140.9159	0	-549.37	SLE RA 8	-2541	-140.9159	0	-549.37	SLE RA 8	-33639	Si
-9.6	-141.2686	0	-544.12	SLE RA 8	-2537	-141.2686	0	-544.12	SLE RA 8	-33581	Si
-9.3	-133.5305	0	-538.87	SLE RA 8	-2438	-133.5305	0	-538.87	SLE RA 8	-32241	Si
-9	-117.9086	0	-533.62	SLE RA 8	-2246	-117.9086	0	-533.62	SLE RA 8	-29659	Si
-8.7	87.8034	0	-639.44	SLE RA 3	-2051	87.8034	0	-639.44	SLE RA 3	-27215	Si
-8.4	146.7332	0	-634.19	SLE RA 3	-2738	146.7332	0	-634.19	SLE RA 3	-36417	Si
-8.1	211.8029	0	-628.94	SLE RA 3	-3792	211.8029	0	-628.94	SLE RA 3	-50521	Si
-7.8	281.5751	0	-623.77	SLE RA 3	-4762	281.5751	0	-623.77	SLE RA 3	65114	Si
-7	-24.6524	0	-464.53	SLE RA 2	-1024	-24.6524	0	-464.53	SLE RA 2	-13579	Si
-6.7	-26.9857	0	-459.37	SLE RA 2	-1045	-26.9857	0	-459.37	SLE RA 2	-13832	Si
-6.4	-24.4597	0	-454.12	SLE RA 2	-1006	-24.4597	0	-454.12	SLE RA 2	-13327	Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Mx	My	N	Comb.	σf,max	Verifica
-6.1	-25.4882	0	-429.88	SLE RA 6	-981	-25.4882	0	-429.88	SLE RA 6	-12971	Si
-5.8	-30.8826	0	-395.34	SLE RA 8	-992	-30.8826	0	-395.34	SLE RA 8	-13075	Si
-5.5	-28.2686	0	-390.09	SLE RA 8	-953	-28.2686	0	-390.09	SLE RA 8	-12557	Si
-5.2	31.6651	0	-433.12	SLE RA 2	-1061	31.6651	0	-433.12	SLE RA 2	-14000	Si
-4.9	55.965	0	-427.87	SLE RA 2	-1345	55.965	0	-427.87	SLE RA 2	-17670	Si
-4.6	83.6216	0	-422.68	SLE RA 2	-1669	83.6216	0	-422.68	SLE RA 2	-21876	Si
-4.3	115.5776	0	-417.37	SLE RA 2	-2041	115.5776	0	-417.37	SLE RA 2	-26775	Si
-4	150.4777	0	-412.12	SLE RA 2	-2446	150.4777	0	-412.12	SLE RA 2	-32169	Si
-3.7	190.3542	0	-385.72	SLE RA 3	-3233	190.3542	0	-385.72	SLE RA 3	46667	Si
-3.4	231.2655	0	-380.47	SLE RA 3	-3797	231.2655	0	-380.47	SLE RA 3	63797	Si
-3.1	274.8181	0	-375.22	SLE RA 3	-4382	274.8181	0	-375.22	SLE RA 3	82336	Si
-2.8	320.0569	0	-370.06	SLE RA 3	-4975	320.0569	0	-370.06	SLE RA 3	101697	Si

Tensione limite del calcestruzzo 18426 kN/m²Tensione limite dell'acciaio 315000 kN/m²

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Verifica delle tensioni sul calcestruzzo in combinazioni quasi permanenti

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Verifica
-17	557.2607	0	-747.77	SLE QP 3	-8397	Si
-16.7	425.7392	0	-742.61	SLE QP 3	-6788	Si
-16.4	308.772	0	-737.36	SLE QP 3	-5252	Si
-16.1	208.5828	0	-732.11	SLE QP 3	-3847	Si
-15.8	125.1556	0	-726.86	SLE QP 3	-2626	Si
-15.5	-37.7967	0	-875.17	SLE QP 2	-1818	Si
-15.2	-56.881	0	-869.92	SLE QP 2	-2038	Si
-14.9	-62.0397	0	-864.67	SLE QP 2	-2091	Si
-14.6	-53.2577	0	-859.42	SLE QP 2	-1978	Si
-14.3	-67.3026	0	-700.61	SLE QP 3	-1902	Si
-14	-63.8203	0	-695.36	SLE QP 3	-1852	Si
-13.7	50.1196	0	-843.67	SLE QP 2	-1917	Si
-13.4	108.3186	0	-838.42	SLE QP 2	-2598	Si
-13.1	178.2034	0	-833.17	SLE QP 2	-3404	Si
-12.8	257.3844	0	-828.01	SLE QP 2	-4633	Si
-12	77.2912	0	-566.37	SLE QP 3	-1814	Si
-11.7	-71.7117	0	-627.85	SLE QP 2	-1842	Si
-11.4	-94.4987	0	-622.6	SLE QP 2	-2105	Si
-11.1	-109.0392	0	-617.35	SLE QP 2	-2269	Si
-10.8	-115.3594	0	-612.1	SLE QP 2	-2335	Si
-10.5	-113.7261	0	-606.85	SLE QP 2	-2308	Si
-10.2	-120.177	0	-534.96	SLE QP 3	-2275	Si
-9.9	-123.6017	0	-529.71	SLE QP 3	-2307	Si
-9.6	-119.1707	0	-524.46	SLE QP 3	-2247	Si
-9.3	-107.091	0	-519.21	SLE QP 3	-2096	Si
-9	-87.5695	0	-513.96	SLE QP 3	-1856	Si
-8.7	-60.6907	0	-508.71	SLE QP 3	-1527	Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Verifica
-8.4	99.4585	0	-570.1	SLE QP 2	-2083	Si
-8.1	156.3778	0	-564.85	SLE QP 2	-2746	Si
-7.8	218.1353	0	-559.69	SLE QP 2	-3812	Si
-7	-13.0513	0	-402.78	SLE QP 2	-788	Si
-6.7	-19.6108	0	-397.62	SLE QP 2	-859	Si
-6.4	-21.3828	0	-392.37	SLE QP 2	-873	Si
-6.1	-25.506	0	-370.84	SLE QP 3	-889	Si
-5.8	-26.7411	0	-365.59	SLE QP 3	-896	Si
-5.5	-23.0151	0	-360.34	SLE QP 3	-843	Si
-5.2	17.5504	0	-371.37	SLE QP 2	-793	Si
-4.9	37.5524	0	-366.12	SLE QP 2	-1028	Si
-4.6	60.9573	0	-360.93	SLE QP 2	-1302	Si
-4.3	88.5691	0	-355.62	SLE QP 2	-1625	Si
-4	119.1713	0	-350.37	SLE QP 2	-1982	Si
-3.7	152.8235	0	-345.12	SLE QP 2	-2372	Si
-3.4	189.3213	0	-339.87	SLE QP 2	-3166	Si
-3.1	228.4604	0	-334.62	SLE QP 2	-3703	Si
-2.8	269.3594	0	-329.46	SLE QP 2	-4249	Si

Tensione limite del calcestruzzo 13820 kN/m²

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni frequente

Quota	Mx	My	N	Comb.	Mx,sr	My,sr	N,sr	σs	Ac,eff	p,eff	Sm	Wk	Fessurata	Verifica
-17	577.0774	0	-736.8	SLE FR 8	300.7851	0	0	177027	0.04416	0.1024	0.0636	0.000041	Si	Si
-16.7	442.5957	0	-731.64	SLE FR 8	319.5563	0	0	121646	0.04416	0.1024	0.0727	0.000027	Si	Si
-16.4	322.7268	0	-726.39										No	Si
-16.1	219.7474	0	-721.14										No	Si
-15.8	133.6449	0	-715.89										No	Si
-15.5	26.2582	0	-804.62										No	Si
-15.2	-12.5847	0	-799.37										No	Si
-14.9	-37.5021	0	-794.12										No	Si
-14.6	-48.4787	0	-788.87										No	Si
-14.3	-46.1062	0	-783.62										No	Si
-14	-31.2531	0	-778.37										No	Si
-13.7	-4.3773	0	-773.12										No	Si
-13.4	120.6485	0	-853.04										No	Si
-13.1	193.711	0	-847.79										No	Si
-12.8	276.0167	0	-842.63										No	Si
-12	86.768	0	-561.61										No	Si
-11.7	-22.7774	0	-606.97										No	Si
-11.4	-101.0046	0	-628.95										No	Si
-11.1	-113.6623	0	-623.7										No	Si
-10.8	-118.0998	0	-618.45										No	Si
-10.5	-110.1751	0	-542.36										No	Si
-10.2	-121.7672	0	-530.2										No	Si
-9.9	-126.6532	0	-524.95										No	Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	Mx	My	N	Comb.	Mx,sr	My,sr	N,sr	os	Ac,eff	p,eff	Sm	Wk	Fessurata	Verifica
-9.6	-123.573	0	-519.7										No	Si
-9.3	-112.7337	0	-514.45										No	Si
-9	-94.3419	0	-509.2										No	Si
-8.7	-68.4805	0	-503.95										No	Si
-8.4	111.7797	0	-576.45										No	Si
-8.1	170.5817	0	-571.2										No	Si
-7.8	234.1905	0	-566.03										No	Si
-7	-8.9138	0	-410.68										No	Si
-6.7	-17.7563	0	-405.52										No	Si
-6.4	-21.8499	0	-400.27										No	Si
-6.1	-21.0757	0	-395.02										No	Si
-5.8	-15.6839	0	-389.77										No	Si
-5.5	-5.9916	0	-384.52										No	Si
-5.2	7.7969	0	-379.27										No	Si
-4.9	25.4773	0	-374.02										No	Si
-4.6	66.5645	0	-378.13										No	Si
-4.3	95.2328	0	-372.82										No	Si
-4	126.8803	0	-367.57										No	Si
-3.7	161.5778	0	-362.32										No	Si
-3.4	199.1209	0	-357.07										No	Si
-3.1	239.3054	0	-351.82										No	Si
-2.8	281.2322	0	-346.66										No	Si

Valore limite di controllo 0,300 mm

Coefficiente di viscosità $F_i = 1.7$

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni quasi permanente

Quota	Mx	My	N	Comb.	Mx,sr	My,sr	N,sr	os	Ac,eff	p,eff	Sm	Wk	Fessurata	Verifica
-17	557.2607	0	-747.77	SLE QP 3	303.8726	0	0	167832	0.04416	0.1024	0.0636	0.000038	Si	Si
-16.7	425.7392	0	-742.61	SLE QP 3	324.4649	0	0	113839	0.04416	0.1024	0.0727	0.000025	Si	Si
-16.4	308.772	0	-737.36										No	Si
-16.1	208.5828	0	-732.11										No	Si
-15.8	125.1556	0	-726.86										No	Si
-15.5	21.6859	0	-787.42										No	Si
-15.2	-16.4644	0	-782.17										No	Si
-14.9	-40.6892	0	-776.92										No	Si
-14.6	-50.9731	0	-771.67										No	Si
-14.3	-47.908	0	-766.42										No	Si
-14	-32.3623	0	-761.17										No	Si
-13.7	-4.7939	0	-755.92										No	Si
-13.4	34.339	0	-750.67										No	Si
-13.1	178.2034	0	-833.17										No	Si
-12.8	257.3844	0	-828.01										No	Si
-12	77.2912	0	-566.37										No	Si
-11.7	-21.3803	0	-589.77										No	Si



Quota	Mx	My	N	Comb.	Mx,sr	My,sr	N,sr	os	Ac,eff	p,eff	Sm	Wk	Fessurata	Verifica
-11.4	-94.4987	0	-622.6										No	Si
-11.1	-109.0392	0	-617.35										No	Si
-10.8	-115.3594	0	-612.1										No	Si
-10.5	-108.6899	0	-540.21										No	Si
-10.2	-120.177	0	-534.96										No	Si
-9.9	-123.6017	0	-529.71										No	Si
-9.6	-119.1707	0	-524.46										No	Si
-9.3	-107.091	0	-519.21										No	Si
-9	-87.5695	0	-513.96										No	Si
-8.7	-13.9515	0	-537.27										No	Si
-8.4	99.4585	0	-570.1										No	Si
-8.1	156.3778	0	-564.85										No	Si
-7.8	218.1353	0	-559.69										No	Si
-7	-6.1873	0	-393.48										No	Si
-6.7	-16.0577	0	-388.32										No	Si
-6.4	-21.1966	0	-383.07										No	Si
-6.1	-21.4677	0	-377.82										No	Si
-5.8	-17.1212	0	-372.57										No	Si
-5.5	-8.4742	0	-367.32										No	Si
-5.2	4.269	0	-362.07										No	Si
-4.9	20.9041	0	-356.82										No	Si
-4.6	60.9573	0	-360.93										No	Si
-4.3	88.5691	0	-355.62										No	Si
-4	119.1713	0	-350.37										No	Si
-3.7	152.8235	0	-345.12										No	Si
-3.4	189.3213	0	-339.87										No	Si
-3.1	228.4604	0	-334.62										No	Si
-2.8	269.3594	0	-329.46										No	Si

Valore limite di controllo 0,300 mm

Coefficiente di viscosità $F_i = 1.7$

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

**Pilastrata (532; -245)***Verifica a pressoflessione in SLU*

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
-17	0.009048	2.6	0	1,2	-1032.8225	25.0801	-964.62	-1267.0722	30.7684	SLU 27	1.227	Si
-16.7	0.009048	2.6	0	1,2	-808.8127	24.9056	-957.91	-1353.8438	41.6886	SLU 27	1.674	Si
-16.4	0.009048	2.6	0	1,2	-599.4743	21.0969	-811.42	-1409.9473	49.6193	SLU 19	2.352	Si
-16.1	0.009048	1.3	0	2	-456.8406	20.9194	-804.59	-1526.6635	69.9083	SLU 19	3.342	Si
-15.8	0.009048	1.3	0	2	-331.4052	20.742	-797.77	-1632.7686	102.1917	SLU 19	4.927	Si
-15.5	0.009048	1.3	0	2	-221.846	20.5645	-790.94	-1602.1839	148.5181	SLU 19	7.222	Si
-15.2	0.009048	1.3	0	2	98.3947	33.9998	-1307.68	758.4275	262.0708	SLU 32	7.708	Si
-14.9	0.009048	1.3	0	2	97.6149	-33.8223	-1300.86	756.8667	-262.2448	SLU 32	7.754	Si
-14.6	0.009048	1.3	0	2	76.5132	-33.6449	-1294.03	628.0593	-276.1745	SLU 32	8.209	Si
-14.3	0.009048	1.3	0	2	35.9164	-33.4674	-1287.21	312.6698	-291.3505	SLU 32	8.705	Si
-14	0.009048	1.3	0	2	149.1329	-23.3085	-896.48	1276.8883	-199.5697	SLU 27	8.562	Si
-13.7	0.009048	1.3	0	2	-178.9673	-28.3031	-1088.58	-1268.7216	-200.6445	SLU Sisma	7.089	Si
-13.4	0.009048	1.3	0	2	-275.6594	-28.1666	-1083.33	-1555.4897	-158.9386	SLU Sisma	5.643	Si
-13.1	0.009048	1.3	0	2	-383.4778	-28.0301	-1078.08	-1649.0831	-120.539	SLU Sisma	4.3	Si
-12.8	0.009048	1.3	0	2	-499.4358	-27.8959	-1072.92	-1602.6314	-89.5147	SLU Sisma	3.209	Si
-12	0.009048	2.6	0	2,3	-250.2157	-16.8417	-673.67	-1649.2259	-111.0071	SLU 11	6.591	Si
-11.7	0.009048	2.6	0	2,3	199.1778	-18.8077	-752.31	1577.1457	-148.9246	SLU Sisma	7.918	Si
-11.4	0.009048	2.6	0	2,3	192.9709	-18.6764	-747.06	1564.6094	-151.4287	SLU Sisma	8.108	Si
-11.1	0.009048	1.3	0	3	173.569	-23.2214	-928.86	1358.2926	-181.7228	SLU 32	7.826	Si
-10.8	0.009048	1.3	0	3	179.8659	-23.0508	-922.03	1387.8663	-177.8623	SLU 32	7.716	Si
-10.5	0.009048	1.3	0	3	175.137	-23.3121	-932.49	1361.8148	-181.2684	SLU 30	7.776	Si
-10.2	0.009048	1.3	0	3	194.9461	-20.226	-809.04	1526.885	-158.417	SLU 26	7.832	Si
-9.9	0.009048	1.3	0	3	222.7877	-18.3739	-734.95	1629.6285	-134.3996	SLU 27	7.315	Si
-9.6	0.009048	1.3	0	3	232.0528	-18.2032	-728.13	1640.0224	-128.6505	SLU 27	7.067	Si
-9.3	0.009048	1.3	0	3	228.6295	-18.0326	-721.3	1639.0582	-129.2769	SLU 27	7.169	Si
-9	0.009048	1.3	0	3	212.8281	-17.862	-714.48	1624.855	-136.369	SLU 27	7.635	Si
-8.7	0.009048	1.3	0	3	-186.9067	-17.4952	-699.81	-1581.5689	-148.0409	SLU Sisma	8.462	Si
-8.4	0.009048	1.3	0	3	-261.2872	-17.3639	-694.56	-1647.9928	-109.518	SLU Sisma	6.307	Si
-8.1	0.009048	1.3	0	3	-341.2728	-17.2327	-689.31	-1582.12	-79.8897	SLU Sisma	4.636	Si
-7.8	0.009048	1.3	0	3	-425.1905	-17.1036	-684.15	-1486.5773	-59.7988	SLU Sisma	3.496	Si
-7	0.009048	2.6	0	3,4	-60.324	-13.3553	-523.74	-1024.8912	-226.9039	SLU 11	16.99	Si
-6.7	0.009048	2.6	0	3,4	31.2172	-16.5263	-648.09	530.8147	-281.0108	SLU 30	17.004	Si
-6.4	0.009048	2.6	0	3,4	30.7224	-16.3522	-641.26	528.4272	-281.2596	SLU 30	17.2	Si
-6.1	0.009048	1.3	0	4	36.5233	-15.4518	-605.95	637.9283	-269.886	SLU 26	17.466	Si
-5.8	0.009048	1.3	0	4	52.0968	-14.113	-553.45	893.7939	-242.1281	SLU 27	17.156	Si
-5.5	0.009048	1.3	0	4	54.0977	-13.939	-546.63	925.5584	-238.4818	SLU 27	17.109	Si
-5.2	0.009048	1.3	0	4	-40.2887	-15.6561	-613.96	-682.4112	-265.1828	SLU 30	16.938	Si
-4.9	0.009048	1.3	0	4	-73.4445	-15.482	-607.14	-1057.9118	-223.0068	SLU 30	14.404	Si
-4.6	0.009048	1.3	0	4	-111.6708	-15.3099	-600.39	-1354.7593	-185.7351	SLU 30	12.132	Si
-4.3	0.009048	1.3	0	4	-156.2752	-15.134	-593.49	-1573.7775	-152.4073	SLU 30	10.071	Si
-4	0.009048	1.3	0	4	-202.0469	-10.3459	-405.72	-1579.9228	-80.9003	SLU Sisma	7.82	Si
-3.7	0.009048	1.3	0	4	-244.1574	-10.212	-400.47	-1494.935	-62.5262	SLU Sisma	6.123	Si
-3.4	0.009048	1.3	0	4	-313.6469	-13.7584	-539.55	-1516.3851	-66.5177	SLU 32	4.835	Si
-3.1	0.009048	1.3	0	4	-375.0504	-13.5844	-532.72	-1430.7523	-51.8221	SLU 32	3.815	Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	As	%	At	Pos.	Mx	My	N	MRdx	MRdy	Comb.	Coeff.s.	Verifica
-2.8	0.009048	1.3	0	4	-439.0487	-13.4132	-526.01	-1358.5694	-41.5052	SLU 32	3.094	Si

Verifica a taglio in famiglia SLU

Quota	Staffe	Direzione X									Direzione Y						Verifica	
		V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot		c.s.
-17	2X/4Y ø14/30	0	-922.03	SLU 1	316.63	779.16	1586.31	2.5	1000	803.38	-964.62	SLU 27	341.92	1024.65	1583.43	2.5	1.28	Si
-16.7	2X/4Y ø14/30	0	-916.87	SLU 1	315.87	779.16	1585.53	2.5	1000	716.69	-957.91	SLU 27	340.94	1024.65	1582.43	2.5	1.43	Si
-16.4	2X/4Y ø14/30	0	-911.62	SLU 1	315.11	779.16	1584.74	2.5	1000	630.7	-951.08	SLU 27	339.95	1024.65	1581.4	2.5	1.62	Si
-16.1	2X/4Y ø14/30	0	-906.37	SLU 1	314.34	779.16	1583.95	2.5	1000	546.95	-944.26	SLU 27	338.96	1024.65	1580.38	2.5	1.87	Si
-15.8	2X/4Y ø14/30	0	-901.12	SLU 1	313.57	779.16	1583.15	2.5	1000	465.5	-937.43	SLU 27	337.97	1024.65	1579.35	2.5	2.2	Si
-15.5	2X/4Y ø14/30	0	-895.87	SLU 1	312.81	779.16	1582.36	2.5	1000	386.23	-930.61	SLU 27	336.98	1024.65	1578.33	2.5	2.65	Si
-15.2	2X/4Y ø14/30	0	-890.62	SLU 1	312.04	779.16	1581.57	2.5	1000	309.17	-923.78	SLU 27	335.99	1024.65	1577.3	2.5	3.31	Si
-14.9	2X/4Y ø14/30	0	-885.37	SLU 1	311.27	779.16	1580.78	2.5	1000	238.73	-917.29	SLU 19	314.73	1024.65	1555.31	2.5	4.29	Si
-14.6	2X/4Y ø14/30	0	-880.12	SLU 1	310.51	779.16	1579.98	2.5	1000	191	-910.47	SLU 19	313.74	1024.65	1554.29	2.5	5.36	Si
-14.3	2X/4Y ø14/30	0	-874.87	SLU 1	309.74	779.16	1579.19	2.5	1000	-227.2	-1099.08	SLU Sisma	361.43	1024.65	1603.62	2.5	4.51	Si
-14	2X/4Y ø14/30	0	-869.62	SLU 1	308.97	779.16	1578.4	2.5	1000	-266.88	-1093.83	SLU Sisma	360.67	1024.65	1602.84	2.5	3.84	Si
-13.7	2X/4Y ø14/30	0	-864.37	SLU 1	308.21	779.16	1577.6	2.5	1000	-304.97	-1088.58	SLU Sisma	359.91	1024.65	1602.05	2.5	3.36	Si
-13.4	2X/4Y ø14/30	0	-859.12	SLU 1	307.44	779.16	1576.81	2.5	1000	-347.29	-1124.61	SLU 16	365.14	1024.65	1607.46	2.5	2.95	Si
-13.1	2X/4Y ø14/30	0	-853.87	SLU 1	306.67	779.16	1576.02	2.5	1000	-399.93	-1119.36	SLU 16	364.38	1024.65	1606.67	2.5	2.56	Si
-12.8	2X/4Y ø14/30	0	-848.7	SLU 1	305.92	779.16	1575.24	2.5	1000	-449.79	-1114.2	SLU 16	363.63	1024.65	1605.89	2.5	2.28	Si
-12	2X/4Y ø14/30	0	-843.43	SLU 1	305.17	779.16	1574.45	2.5	1000	-499.64	-1109.1	SLU 11	299.69	1024.65	1539.75	2.5	2.61	Si
-11.7	2X/4Y ø14/30	0	-838.17	SLU 1	304.42	779.16	1573.66	2.5	1000	-549.49	-1104.0	SLU 11	298.94	1024.65	1538.98	2.5	2.99	Si
-11.4	2X/4Y ø14/30	0	-832.91	SLU 1	303.67	779.16	1572.87	2.5	1000	-599.34	-1098.9	SLU 11	298.18	1024.65	1538.19	2.5	3.49	Si
-11.1	2X/4Y ø14/30	0	-827.65	SLU 1	302.92	779.16	1572.08	2.5	1000	-649.19	-1093.8	SLU 11	297.42	1024.65	1537.4	2.5	4.18	Si
-10.8	2X/4Y ø14/30	0	-822.39	SLU 1	302.17	779.16	1571.29	2.5	1000	-699.04	-1088.7	SLU 11	296.66	1024.65	1536.61	2.5	5.18	Si
-10.5	2X/4Y ø14/30	0	-817.13	SLU 1	301.42	779.16	1570.50	2.5	1000	-748.89	-1083.6	SLU 11	295.89	1024.65	1535.82	2.5	6.76	Si
-10.2	2X/4Y ø14/30	0	-811.87	SLU 1	300.67	779.16	1569.71	2.5	1000	-798.74	-1078.5	SLU Sisma	307.29	1024.65	1547.62	2.5	7.78	Si
-9.9	2X/4Y ø14/30	0	-806.61	SLU 1	299.92	779.16	1568.92	2.5	1000	-848.59	-1073.4	SLU Sisma	306.53	1024.65	1546.83	2.5	6.64	Si
-9.6	2X/4Y ø14/30	0	-801.35	SLU 1	299.17	779.16	1568.13	2.5	1000	-898.44	-1068.3	SLU Sisma	305.77	1024.65	1546.04	2.5	5.81	Si
-9.3	2X/4Y ø14/30	0	-796.09	SLU 1	298.42	779.16	1567.34	2.5	1000	-948.29	-1063.2	SLU Sisma	305.01	1024.65	1545.25	2.5	5.18	Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	Staffe	Direzione X								Direzione Y								Verifica
		V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	V	N	Comb.	VRd	VRsd	VRcd	Cot	c.s.	
-9	2X/4Y ø14/30	0	-623.02	SLU 1	272.97	779.16	1541.16	2.5	1000	-218.22	-705.06	SLU Sisma	304.25	1024.65	1544.46	2.5	4.7	Si
-8.7	2X/4Y ø14/30	0	-617.77	SLU 1	272.21	779.16	1540.36	2.5	1000	-248.38	-874.26	SLU 32	328.8	1024.65	1569.87	2.5	4.13	Si
-8.4	2X/4Y ø14/30	0	-612.52	SLU 1	271.44	779.16	1539.57	2.5	1000	-279.83	-867.43	SLU 32	327.81	1024.65	1568.84	2.5	3.66	Si
-8.1	2X/4Y ø14/30	0	-607.27	SLU 1	270.67	779.16	1538.78	2.5	1000	-310.22	-860.61	SLU 32	326.82	1024.65	1567.82	2.5	3.3	Si
-7.8	2X/4Y ø14/30	0	-602.1	SLU 1	269.92	779.16	1538	2.5	1000	-339.08	-853.89	SLU 32	325.85	1024.65	1566.81	2.5	3.02	Si
-7	2X/4Y ø14/30	0	-461.08	SLU 1	249.33	779.16	1516.7	2.5	1000	155.08	-523.74	SLU 11	277.93	1024.65	1517.24	2.5	6.61	Si
-6.7	2X/4Y ø14/30	0	-455.92	SLU 1	248.58	779.16	1515.92	2.5	1000	122.76	-518.58	SLU 11	277.18	1024.65	1516.47	2.5	8.35	Si
-6.4	2X/4Y ø14/30	0	-450.67	SLU 1	247.81	779.16	1515.13	2.5	1000	90.92	-513.33	SLU 11	276.42	1024.65	1515.68	2.5	11.27	Si
-6.1	2X/4Y ø14/30	0	-445.42	SLU 1	247.05	779.16	1514.33	2.5	1000	60.16	-508.08	SLU 11	275.66	1024.65	1514.89	2.5	17.03	Si
-5.8	2X/4Y ø14/30	0	-440.17	SLU 1	246.28	779.16	1513.54	2.5	1000	-72.63	-437.22	SLU Sisma	265.37	1024.65	1504.25	2.5	14.11	Si
-5.5	2X/4Y ø14/30	0	-434.92	SLU 1	245.51	779.16	1512.75	2.5	1000	-84.99	-431.97	SLU Sisma	264.61	1024.65	1503.46	2.5	12.06	Si
-5.2	2X/4Y ø14/30	0	-429.67	SLU 1	244.75	779.16	1511.95	2.5	1000	-101.07	-613.96	SLU 30	291.03	1024.65	1530.79	2.5	10.14	Si
-4.9	2X/4Y ø14/30	0	-424.42	SLU 1	243.98	779.16	1511.16	2.5	1000	-120.21	-607.14	SLU 30	290.04	1024.65	1529.76	2.5	8.52	Si
-4.6	2X/4Y ø14/30	0	-419.22	SLU 1	243.22	779.16	1510.38	2.5	1000	-138.11	-600.39	SLU 30	289.06	1024.65	1528.75	2.5	7.42	Si
-4.3	2X/4Y ø14/30	0	-413.92	SLU 1	242.45	779.16	1509.58	2.5	1000	-155.29	-593.49	SLU 30	288.05	1024.65	1527.71	2.5	6.6	Si
-4	2X/4Y ø14/30	0	-408.67	SLU 1	241.68	779.16	1508.78	2.5	1000	-171.23	-586.66	SLU 30	287.06	1024.65	1526.69	2.5	5.98	Si
-3.7	2X/4Y ø14/30	0	-403.42	SLU 1	240.91	779.16	1507.99	2.5	1000	-186.13	-579.84	SLU 30	286.07	1024.65	1525.66	2.5	5.51	Si
-3.4	2X/4Y ø14/30	0	-398.17	SLU 1	240.15	779.16	1507.2	2.5	1000	-199.98	-573.01	SLU 30	285.08	1024.65	1524.64	2.5	5.12	Si
-3.1	2X/4Y ø14/30	0	-392.92	SLU 1	239.38	779.16	1506.4	2.5	1000	-212.78	-566.19	SLU 30	284.09	1024.65	1523.61	2.5	4.82	Si
-2.8	2X/4Y ø14/30	0	-387.75	SLU 1	238.63	779.16	1505.62	2.5	1000	-224.34	-559.48	SLU 30	283.12	1024.65	1522.61	2.5	4.57	Si

Verifica delle tensioni in combinazioni rara

Quota	Mx	My	N	Comb.	σc,max	Mx	My	N	Comb.	σf,max	Verifica
-17	-723.7512	0	-714.63	SLE RA 3	-10220	-723.7512	0	-714.63	SLE RA 3	241614	Si
-16.7	-568.9693	0	-709.47	SLE RA 3	-8489	-568.9693	0	-709.47	SLE RA 3	176714	Si
-16.4	-429.1436	0	-704.22	SLE RA 3	-6788	-429.1436	0	-704.22	SLE RA 3	118896	Si
-16.1	-306.914	0	-698.97	SLE RA 3	-5186	-306.914	0	-698.97	SLE RA 3	-70287	Si
-15.8	-202.289	0	-693.72	SLE RA 3	-3719	-202.289	0	-693.72	SLE RA 3	-49715	Si
-15.5	-113.9664	0	-688.47	SLE RA 3	-2436	-113.9664	0	-688.47	SLE RA 3	-32411	Si
-15.2	55.2644	0	-939.16	SLE RA 8	-2125	55.2644	0	-939.16	SLE RA 8	-28608	Si
-14.9	57.2355	0	-933.91	SLE RA 8	-2140	57.2355	0	-933.91	SLE RA 8	-28805	Si
-14.6	45.2658	0	-928.66	SLE RA 8	-1990	45.2658	0	-928.66	SLE RA 8	-26799	Si
-14.3	84.023	0	-667.47	SLE RA 3	-2049	84.023	0	-667.47	SLE RA 3	-27229	Si
-14	96.8639	0	-662.22	SLE RA 3	-2194	96.8639	0	-662.22	SLE RA 3	-29138	Si
-13.7	-67.6743	0	-912.91	SLE RA 8	-2232	-67.6743	0	-912.91	SLE RA 8	-29998	Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	Mx	My	N	Comb.	σ_c, \max	Mx	My	N	Comb.	σ_f, \max	Verifica
-13.4	-129.0609	0	-907.66	SLE RA 8	-2946	-129.0609	0	-907.66	SLE RA 8	-39632	Si
-13.1	-202.1333	0	-902.41	SLE RA 8	-3783	-202.1333	0	-902.41	SLE RA 8	-51235	Si
-12.8	-284.4487	0	-897.24	SLE RA 8	-5077	-284.4487	0	-897.24	SLE RA 8	-69365	Si
-12	-137.3524	0	-570.17	SLE RA 3	-2531	-137.3524	0	-570.17	SLE RA 3	-33529	Si
-11.7	93.1209	0	-676.07	SLE RA 8	-2170	93.1209	0	-676.07	SLE RA 8	-28850	Si
-11.4	112.4642	0	-670.82	SLE RA 8	-2391	112.4642	0	-670.82	SLE RA 8	-31788	Si
-11.1	123.5609	0	-665.57	SLE RA 8	-2514	123.5609	0	-665.57	SLE RA 8	-33429	Si
-10.8	126.4374	0	-660.32	SLE RA 8	-2539	126.4374	0	-660.32	SLE RA 8	-33770	Si
-10.5	121.9634	0	-666.59	SLE RA 6	-2496	121.9634	0	-666.59	SLE RA 6	-33198	Si
-10.2	133.8479	0	-583.59	SLE RA 2	-2510	133.8479	0	-583.59	SLE RA 2	-33266	Si
-9.9	151.0875	0	-533.5	SLE RA 3	-2636	151.0875	0	-533.5	SLE RA 3	-34906	Si
-9.6	155.9428	0	-528.25	SLE RA 3	-2685	155.9428	0	-528.25	SLE RA 3	-35562	Si
-9.3	152.3392	0	-523	SLE RA 3	-2635	152.3392	0	-523	SLE RA 3	-34876	Si
-9	140.4834	0	-517.75	SLE RA 3	-2488	140.4834	0	-517.75	SLE RA 3	-32882	Si
-8.7	120.446	0	-512.5	SLE RA 3	-2244	120.446	0	-512.5	SLE RA 3	-29601	Si
-8.4	-115.9303	0	-618.32	SLE RA 8	-2352	-115.9303	0	-618.32	SLE RA 8	-31190	Si
-8.1	-176.2933	0	-613.07	SLE RA 8	-3051	-176.2933	0	-613.07	SLE RA 8	-40662	Si
-7.8	-241.4371	0	-607.91	SLE RA 8	-4190	-241.4371	0	-607.91	SLE RA 8	-55930	Si
-7	22.6504	0	-461.82	SLE RA 6	-996	22.6504	0	-461.82	SLE RA 6	-13210	Si
-6.7	25.9494	0	-456.66	SLE RA 6	-1028	25.9494	0	-456.66	SLE RA 6	-13613	Si
-6.4	24.4054	0	-451.41	SLE RA 6	-1001	24.4054	0	-451.41	SLE RA 6	-13261	Si
-6.1	27.0587	0	-427.17	SLE RA 2	-996	27.0587	0	-427.17	SLE RA 2	-13158	Si
-5.8	36.227	0	-391.47	SLE RA 3	-1051	36.227	0	-391.47	SLE RA 3	-13822	Si
-5.5	36.3469	0	-386.22	SLE RA 3	-1044	36.3469	0	-386.22	SLE RA 3	-13729	Si
-5.2	-27.7914	0	-430.41	SLE RA 6	-1009	-27.7914	0	-430.41	SLE RA 6	-13340	Si
-4.9	-51.1093	0	-425.16	SLE RA 6	-1283	-51.1093	0	-425.16	SLE RA 6	-16855	Si
-4.6	-77.7944	0	-419.97	SLE RA 6	-1595	-77.7944	0	-419.97	SLE RA 6	-20906	Si
-4.3	-108.7578	0	-414.66	SLE RA 6	-1956	-108.7578	0	-414.66	SLE RA 6	-25644	Si
-4	-142.6759	0	-409.41	SLE RA 6	-2350	-142.6759	0	-409.41	SLE RA 6	-30876	Si
-3.7	-179.644	0	-404.16	SLE RA 6	-3101	-177.8059	0	-381.85	SLE RA 8	41921	Si
-3.4	-219.4578	0	-398.91	SLE RA 6	-3656	-217.3143	0	-376.6	SLE RA 8	58364	Si
-3.1	-261.9128	0	-393.66	SLE RA 6	-4232	-259.464	0	-371.35	SLE RA 8	76220	Si
-2.8	-306.0724	0	-388.5	SLE RA 6	-4815	-303.3234	0	-366.18	SLE RA 8	95020	Si

Tensione limite del calcestruzzo 18426 kN/m²Tensione limite dell'acciaio 315000 kN/m²

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Verifica delle tensioni sul calcestruzzo in combinazioni quasi permanenti

Quota	Mx	My	N	Comb.	σ_c, \max	Verifica
-17	-596.8941	0	-725.83	SLE QP 2	-8832	Si
-16.7	-459.4523	0	-720.67	SLE QP 2	-7186	Si
-16.4	-336.6816	0	-715.42	SLE QP 2	-5603	Si
-16.1	-230.912	0	-710.17	SLE QP 2	-4144	Si
-15.8	-142.1342	0	-704.92	SLE QP 2	-2791	Si
-15.5	-69.0744	0	-699.67	SLE QP 2	-1921	Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	Mx	My	N	Comb.	oc,max	Verifica
-15.2	46.7768	0	-847.98	SLE QP 3	-1883	Si
-14.9	56.7021	0	-842.73	SLE QP 3	-1994	Si
-14.6	52.6865	0	-837.48	SLE QP 3	-1938	Si
-14.3	73.7674	0	-678.67	SLE QP 2	-1945	Si
-14	74.3063	0	-673.42	SLE QP 2	-1943	Si
-13.7	61.9462	0	-668.17	SLE QP 2	-1788	Si
-13.4	-89.8237	0	-816.48	SLE QP 3	-2347	Si
-13.1	-154.942	0	-811.23	SLE QP 3	-3101	Si
-12.8	-229.4359	0	-806.07	SLE QP 3	-4217	Si
-12	-96.2449	0	-556.85	SLE QP 2	-2025	Si
-11.7	59.1288	0	-618.33	SLE QP 3	-1677	Si
-11.4	84.7399	0	-613.08	SLE QP 3	-1974	Si
-11.1	102.1044	0	-607.83	SLE QP 3	-2172	Si
-10.8	111.2487	0	-602.58	SLE QP 3	-2272	Si
-10.5	112.4394	0	-597.33	SLE QP 3	-2278	Si
-10.2	123.3574	0	-525.44	SLE QP 2	-2298	Si
-9.9	129.7046	0	-520.19	SLE QP 2	-2365	Si
-9.6	127.9753	0	-514.94	SLE QP 2	-2336	Si
-9.3	118.3763	0	-509.69	SLE QP 2	-2215	Si
-9	101.1144	0	-504.44	SLE QP 2	-2002	Si
-8.7	76.2704	0	-499.19	SLE QP 2	-1699	Si
-8.4	-80.9768	0	-560.58	SLE QP 3	-1849	Si
-8.1	-135.072	0	-555.33	SLE QP 3	-2481	Si
-7.8	-194.0525	0	-550.17	SLE QP 3	-3459	Si
-7	-15.9777	0	-384.18	SLE QP 2	-794	Si
-6.7	18.7226	0	-395.3	SLE QP 3	-845	Si
-6.4	21.3362	0	-390.05	SLE QP 3	-869	Si
-6.1	26.8521	0	-368.52	SLE QP 2	-902	Si
-5.8	29.9477	0	-363.27	SLE QP 2	-931	Si
-5.5	27.8621	0	-358.02	SLE QP 2	-898	Si
-5.2	20.7997	0	-352.77	SLE QP 2	-804	Si
-4.9	-33.3903	0	-363.8	SLE QP 3	-974	Si
-4.6	-55.9625	0	-358.6	SLE QP 3	-1238	Si
-4.3	-82.7235	0	-353.3	SLE QP 3	-1551	Si
-4	-112.484	0	-348.05	SLE QP 3	-1898	Si
-3.7	-145.2945	0	-342.8	SLE QP 3	-2280	Si
-3.4	-180.9506	0	-337.55	SLE QP 3	-3045	Si
-3.1	-219.248	0	-332.3	SLE QP 3	-3572	Si
-2.8	-259.3193	0	-327.13	SLE QP 3	-4111	Si

Tensione limite del calcestruzzo 13820 kN/m²

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni frequente

Quota	Mx	My	N	Comb.	Mx,sr	My,sr	N,sr	σs	Ac,eff	p,eff	Sm	Wk	Fessurata	Verifica
-17	-623.3164	0	-711.21	SLE FR 3	-294.542	0	0	198566	0.04416	0.1024	0.0636	0.000048	Si	Si
-16.7	-481.9278	0	-706.05	SLE FR 3	-309.8928	0	0	140001	0.04416	0.1024	0.0727	0.000034	Si	Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	Mx	My	N	Comb.	Mx,sr	My,sr	N,sr	os	Ac,eff	p,eff	Sm	Wk	Fessurata	Verifica
-16.4	-355.288	0	-700.8	SLE FR 3	-337.4317	0	0	88519	0.04416	0.1024	0.0857	0.000022	Si	Si
-16.1	-245.7982	0	-695.55										No	Si
-15.8	-153.4533	0	-690.3										No	Si
-15.5	-26.2582	0	-804.62										No	Si
-15.2	12.5847	0	-799.37										No	Si
-14.9	37.5021	0	-794.12										No	Si
-14.6	48.4787	0	-788.87										No	Si
-14.3	46.1062	0	-783.62										No	Si
-14	31.2531	0	-778.37										No	Si
-13.7	4.3773	0	-773.12										No	Si
-13.4	-34.063	0	-767.87										No	Si
-13.1	-166.5727	0	-822.2										No	Si
-12.8	-243.4101	0	-817.04										No	Si
-12	-108.8807	0	-550.51										No	Si
-11.7	22.7774	0	-606.97										No	Si
-11.4	89.6193	0	-617.84										No	Si
-11.1	105.5718	0	-612.59										No	Si
-10.8	113.1166	0	-604.73										No	Si
-10.5	110.2119	0	-532.84										No	Si
-10.2	125.4776	0	-519.09										No	Si
-9.9	133.7733	0	-513.84										No	Si
-9.6	133.845	0	-508.59										No	Si
-9.3	125.8997	0	-503.34										No	Si
-9	110.1443	0	-498.09										No	Si
-8.7	86.6569	0	-492.84										No	Si
-8.4	-90.2177	0	-565.34										No	Si
-8.1	-145.7249	0	-560.09										No	Si
-7.8	-206.0939	0	-554.93										No	Si
-7	8.9138	0	-410.68										No	Si
-6.7	17.7563	0	-405.52										No	Si
-6.4	21.8499	0	-400.27										No	Si
-6.1	21.0757	0	-395.02										No	Si
-5.8	15.6839	0	-389.77										No	Si
-5.5	5.9916	0	-384.52										No	Si
-5.2	-7.7969	0	-379.27										No	Si
-4.9	-25.4773	0	-374.02										No	Si
-4.6	-61.5697	0	-375.8										No	Si
-4.3	-89.3873	0	-370.5										No	Si
-4	-120.1931	0	-365.25										No	Si
-3.7	-154.0488	0	-360										No	Si
-3.4	-190.7502	0	-354.75										No	Si
-3.1	-230.0929	0	-349.5										No	Si
-2.8	-271.1921	0	-344.33										No	Si

Valore limite di controllo 0,300 mm

Coefficiente di viscosità $F_i = 1.7$

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

Verifica di apertura delle fessure nella famiglia di combinazioni quasi permanente

Quota	Mx	My	N	Comb.	Mx,sr	My,sr	N,sr	os	Ac,eff	p,eff	Sm	Wk	Fessurata	Verifica
-17	-596.8941	0	-725.83	SLE QP 2	-297.9586	0	0	186245	0.04416	0.1024	0.0636	0.000044	Si	Si
-16.7	-459.4523	0	-720.67	SLE QP 2	-315.1387	0	0	129491	0.04416	0.1024	0.0727	0.00003	Si	Si
-16.4	-336.6816	0	-715.42										No	Si
-16.1	-230.912	0	-710.17										No	Si
-15.8	-142.1342	0	-704.92										No	Si
-15.5	-21.6859	0	-787.42										No	Si
-15.2	16.4644	0	-782.17										No	Si
-14.9	40.6892	0	-776.92										No	Si
-14.6	50.9731	0	-771.67										No	Si
-14.3	47.908	0	-766.42										No	Si
-14	32.3623	0	-761.17										No	Si
-13.7	4.7939	0	-755.92										No	Si
-13.4	-34.339	0	-750.67										No	Si
-13.1	-154.942	0	-811.23										No	Si
-12.8	-229.4359	0	-806.07										No	Si
-12	-96.2449	0	-556.85										No	Si
-11.7	21.3803	0	-589.77										No	Si
-11.4	84.7399	0	-613.08										No	Si
-11.1	102.1044	0	-607.83										No	Si
-10.8	111.2487	0	-602.58										No	Si
-10.5	108.7267	0	-530.69										No	Si
-10.2	123.3574	0	-525.44										No	Si
-9.9	129.7046	0	-520.19										No	Si
-9.6	127.9753	0	-514.94										No	Si
-9.3	118.3763	0	-509.69										No	Si
-9	101.1144	0	-504.44										No	Si
-8.7	76.2704	0	-499.19										No	Si
-8.4	-80.9768	0	-560.58										No	Si
-8.1	-135.072	0	-555.33										No	Si
-7.8	-194.0525	0	-550.17										No	Si
-7	6.1873	0	-393.48										No	Si
-6.7	16.0577	0	-388.32										No	Si
-6.4	21.1966	0	-383.07										No	Si
-6.1	21.4677	0	-377.82										No	Si
-5.8	17.1212	0	-372.57										No	Si
-5.5	8.4742	0	-367.32										No	Si
-5.2	-4.269	0	-362.07										No	Si
-4.9	-20.9041	0	-356.82										No	Si
-4.6	-55.9625	0	-358.6										No	Si
-4.3	-82.7235	0	-353.3										No	Si
-4	-112.484	0	-348.05										No	Si
-3.7	-145.2945	0	-342.8										No	Si
-3.4	-180.9506	0	-337.55										No	Si
-3.1	-219.248	0	-332.3										No	Si



Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture


01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Quota	Mx	My	N	Comb.	Mx,sr	My,sr	N,sr	os	Ac,eff	p,eff	Sm	Wk	Fessurata	Verifica
-2.8	-259.3193	0	-327.13										No	Si

Valore limite di controllo 0,300 mm

Coefficiente di viscosità $F_i = 1.7$

Coefficiente di omogeneizzazione impiegato 15

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

8.5 Verifiche travate C.A.

Le unità di misura elencate nel capitolo sono in [m, kN, deg] ove non espressamente specificato.

N°: indice progressivo della sezione.

Descrizione: descrizione della sezione.

Tipo: tipo di sezione.

Base: base della sezione. [m]

Altezza: altezza della sezione. [m]

Copriferro sup.: distanza del bordo della staffa dalla superficie superiore del getto. [m]

Copriferro inf.: distanza del bordo della staffa dalla superficie inferiore del getto. [m]

Copriferro lat.: distanza del bordo della staffa dalle superfici laterali del getto. [m]

x: distanza da asse appoggio sinistro. [m]

A sup.: area efficace di armatura longitudinale superiore. [m²]

C.b. sup.: distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale superiore. [m]

A inf.: area efficace di armatura longitudinale inferiore. [m²]

C.b. inf.: distanza dal bordo del baricentro dell'armatura longitudinale inferiore. [m]

M+ela: momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre inferiori. [kN*m]

Comb.: combinazione.

M+des: momento flettente di progetto che tende le fibre inferiori. [kN*m]

M+ult: momento ultimo per trazione delle fibre inferiori. [kN*m]

x/d: rapporto tra posizione asse neutro e altezza utile.

coeff: coefficiente di sicurezza.

M-ela: momento flettente desunto dal solutore che tende le fibre superiori. [kN*m]

M-des: momento flettente di progetto che tende le fibre superiori. [kN*m]

M-ult: momento ultimo per trazione delle fibre superiori. [kN*m]

Verifica: stato di verifica.

A st: area di staffe per unità di lunghezza. [m²]

A sl: area di armatura longitudinale tesa per valutazione resistenza taglio in assenza di armature a taglio. [m²]

A sag: area equivalente di barre piegate per unità di lunghezza. [m²]


Vela: taglio elastico. [kN]

Vdes: taglio di progetto. [kN]

Vrd: resistenza a taglio della sezione senza armature. [kN]

Vrcd: sforzo di taglio che produce il cedimento delle bielle. [kN]

Vrsd: resistenza a taglio per la presenza delle armature. [kN]

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Vult: taglio ultimo. [kN]

cotg θ : cotg dell'angolo di inclinazione dei puntoni in calcestruzzo.

Rara: famiglia di combinazione di verifica.

Mela: momento elastico. [kN*m]

Mdes: momento di progetto. [kN*m]

σc : tensione di compressione nel calcestruzzo. [kN/m²]

$\sigma c \text{ lim.}$: tensione limite di compressione nel calcestruzzo. [kN/m²]

σf : tensione di trazione nell'acciaio. [kN/m²]

$\sigma f \text{ lim.}$: tensione limite di trazione nell'acciaio. [kN/m²]

Elastica+: massima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [m]

Elastica-: minima freccia a sezione interamente reagente di solo calcestruzzo. [m]

Fess.+: massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [m]

Fess.-: minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata. [m]

Quasi permanente: famiglia di combinazione di verifica.

$\sigma \text{ FRP}$: tensione di trazione nell'FRP. [kN/m²]

$\sigma \text{ FRP lim.}$: tensione limite di trazione nell'FRP. [kN/m²]

Fess. viscosa+: massima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [m]

Fess. viscosa-: minima freccia a sezione fessurata ed omogeneizzata a viscosità esaurita. [m]

I/f: rapporto luce su freccia in combinazione quasi permanente.

Frequente: famiglia di combinazione di verifica.

Bordo: bordo interessato dalla fessura.

Rara: famiglia di combinazione per verifica inferiore.

Dmax: distanza massima tra le fessure. [m]

Esm: dilatazione media delle barre di armatura.

Wd: valore di calcolo di apertura delle fessure. [m]

Comb: combinazione.

Frequente: famiglia di combinazione per verifica inferiore.

Quasi permanente: famiglia di combinazione per verifica inferiore.

Size X: misura dell'impronta al suolo lungo X. [m]


Size Y: misura dell'impronta al suolo lungo Y. [m]

Sis.: indicazione combinazione sismica.

Cnd: indicazione condizione di carico (BT breve termine o LT lungo termine).

Fx: componente orizzontale del carico lungo x. [kN]

Fy: componente orizzontale del carico lungo y. [kN]

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Fz: componente verticale del carico. [kN]

IncX: inclinazione del carico lungo x. [deg]

IncY: inclinazione del carico lungo y. [deg]

Phi: angolo di attrito di progetto. [deg]

Ad: adesione di progetto. [kN/m²]

RPI: resistenza passiva laterale unitaria di progetto. [kN/m]

yR: coefficiente parziale sulla resistenza di progetto.

Rd: resistenza di progetto. [kN]

Ed: azione di progetto. [kN]

Rd/Ed: coefficiente di sicurezza allo scorrimento.

Aste: numero delle aste del tratto in verifica.

Size X: misura dell'impronta al suolo lungo la direzione X locale. [m]

Size Y: misura dell'impronta al suolo lungo la direzione Y locale. [m]

Type: indicazione del tipo di combinazione statica o sismica.

Cond: indicazione della condizione di carico (BT breve termine o LT lungo termine).

Rd/Ed: coefficiente di sicurezza alla capacità portante.

Mx: momento risultante agente attorno x. [kN*m]

My: momento risultante agente attorno y. [kN*m]

Inc.x: inclinazione del carico lungo x. [deg]

Inc.y: inclinazione del carico lungo y. [deg]

Ecc.x: eccentricità del carico lungo x. [m]

Ecc.y: eccentricità del carico lungo y. [m]

B': larghezza efficace. [m]

L': lunghezza efficace. [m]

qd: sovraccarico di progetto. [kN/m²]

ys: peso specifico di progetto del suolo. [kN/m³]

Fi: angolo di attrito di progetto. [deg]

Coes: coesione di progetto. [kN/m²]

Amax: accelerazione normalizzata max al suolo.


N:

Nq: fattore di capacità portante per il termine di sovraccarico.

Nc: fattore di capacità portante per il termine coesivo.

Ng: fattore di capacità portante per il termine attritivo.

S:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Sq: *fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine di sovraccarico.*

Sc: *fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine coesivo.*

Sg: *fattore correttivo di capacità portante per forma (shape), per il termine attritivo.*

D:

Dq: *fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine di sovraccarico.*

Dc: *fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine coesivo.*

Dg: *fattore correttivo di capacità portante per approfondimento (deep), per il termine attritivo.*

I:

Iq: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine di sovraccarico.*

Ic: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine coesivo.*

Ig: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del carico, per il termine attritivo.*

B:

Bq: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine di sovraccarico.*

Bc: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine coesivo.*

Bg: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione della base, per il termine attritivo.*

G:

Gq: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine di sovraccarico.*

Gc: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine coesivo.*

Gg: *fattore correttivo di capacità portante per inclinazione del pendio, per il termine attritivo.*

P:

Pq: *fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine di sovraccarico.*

Pc: *fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine coesivo.*

Pg: *fattore correttivo di capacità portante per punzonamento, per il termine attritivo.*

E:

Eq: *fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine di sovraccarico.*

Ec: *fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine coesivo.*

Eg: *fattore correttivo di capacità portante per sisma (earthquake), per il termine attritivo.*



Trave a "Solettone di copertura" (-328; -245)-(-532; -245)
Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C30/37 Rck 37000

Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Copriferro sup.	Copriferro inf.	Copriferro lat.
1	R 100x100	Rettangolare	1	1	0.05	0.05	0.05

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

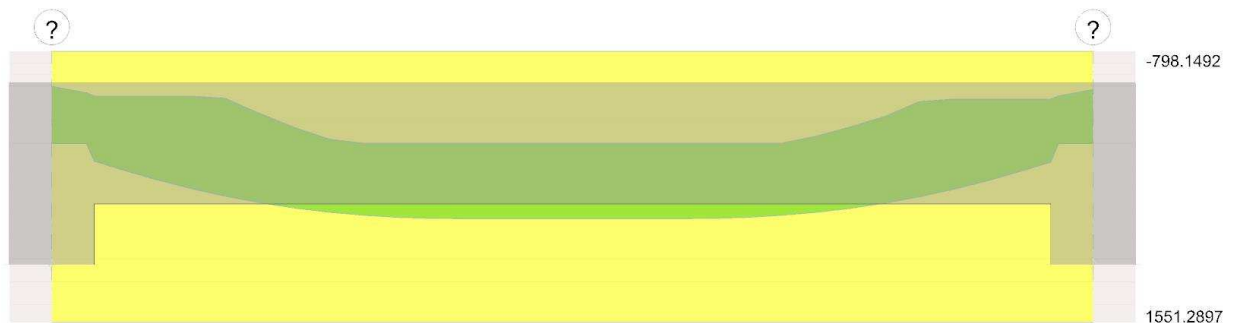


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

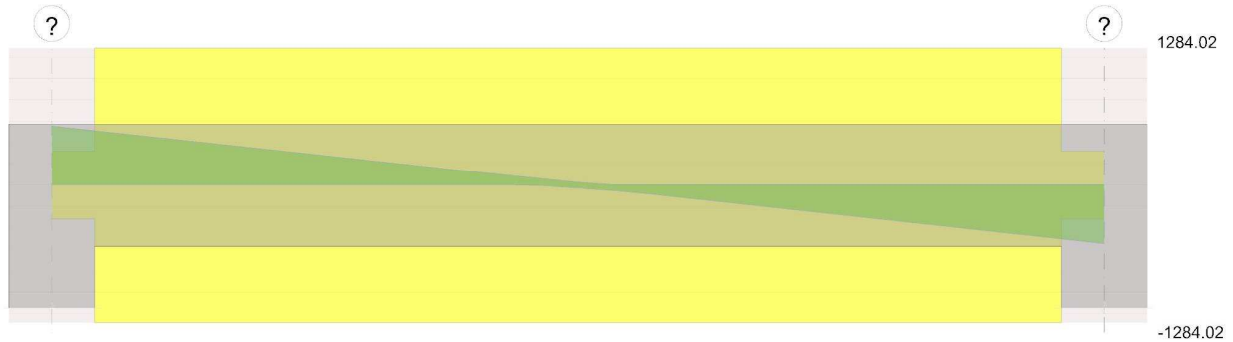
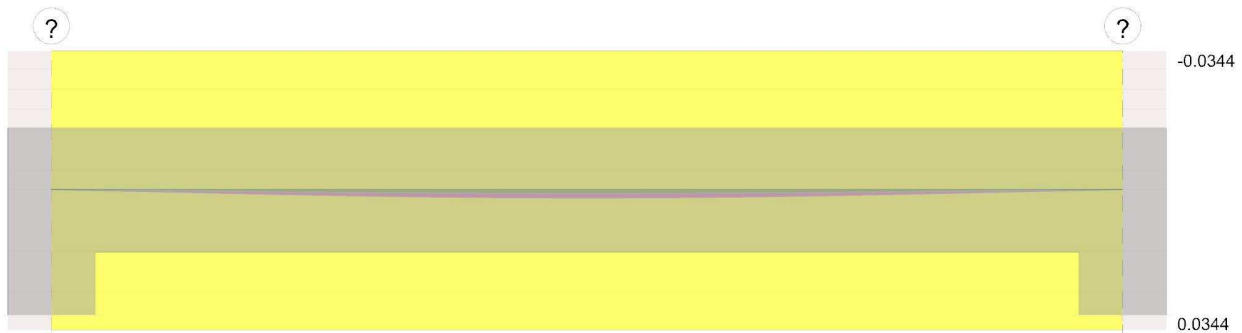


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia



Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	0.002262	0.076	0.004524	0.076							-584.6573	SLU 27	-494.4163	-798.1492	0.079	1.61	Si
0.35	0.002262	0.076	0.004524	0.076	-102.9678	SLU Sisma	152.4143	1551.2897	0.108	10.18	-410.4383	SLU 27	-410.4383	-798.1492	0.079	1.94	Si
4.3	0.002262	0.076	0.004524	0.076	651.167	SLU 25	651.167	1551.2897	0.108	2.38							Si
8.25	0.002262	0.076	0.004524	0.076	-123.384	SLU 3	161.5016	1551.2897	0.108	9.61	-383.8305	SLU 32	-383.8305	-798.1492	0.079	2.08	Si
8.6	0.002262	0.076	0.004524	0.076							-560.9093	SLU 30	-466.7912	-798.1492	0.079	1.71	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	0.002262	0	552.06	SLU 26	552.06	318.27	2495.13	0	318.27	2.5	0.58	Si
0.35	0.0000158	0.002262	0	508.45	SLU 26	508.45	318.27	2495.13	1284.02	1284.02	2.5	2.53	Si
4.3	0.0000158	0.004524	0	23.25	SLU 27	23.25	400.99	2495.13	1284.02	1284.02	2.5	55.22	Si
4.3	0.0000158	0.004524	0	-30.25	SLU Sisma	-30.25	-400.99	-2495.13	-1284.02	-1284.02	2.5	42.45	Si
8.25	0.0000158	0.002262	0	-504.38	SLU 30	-504.38	-318.27	-2495.13	-1284.02	-1284.02	2.5	2.55	Si
8.6	0	0.002262	0	-547.99	SLU 30	-547.99	-318.27	-2495.13	0	-318.27	2.5	0.58	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	-402.4394	3	-339.7939	1631	18426	25778	315000	-344.3126	2	-288.7158	1386	13820			Si
0.35	-281.5044	3	-281.5044	1351	18426	21356	315000	-237.0415	2	-237.0415	1138	13820			Si
4.3	452.2602	1	452.2602	2287	18426	32563	315000	370.8535	1	370.8535	1876	13820			Si
8.25	-263.7659	8	-263.7659	1266	18426	20010	315000	-226.3984	3	-226.3984	1087	13820			Si
8.6	-386.6074	6	-321.3772	1543	18426	24381	315000	-332.8555	3	-277.6657	1333	13820			Si



Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Verifica di apertura delle fessure

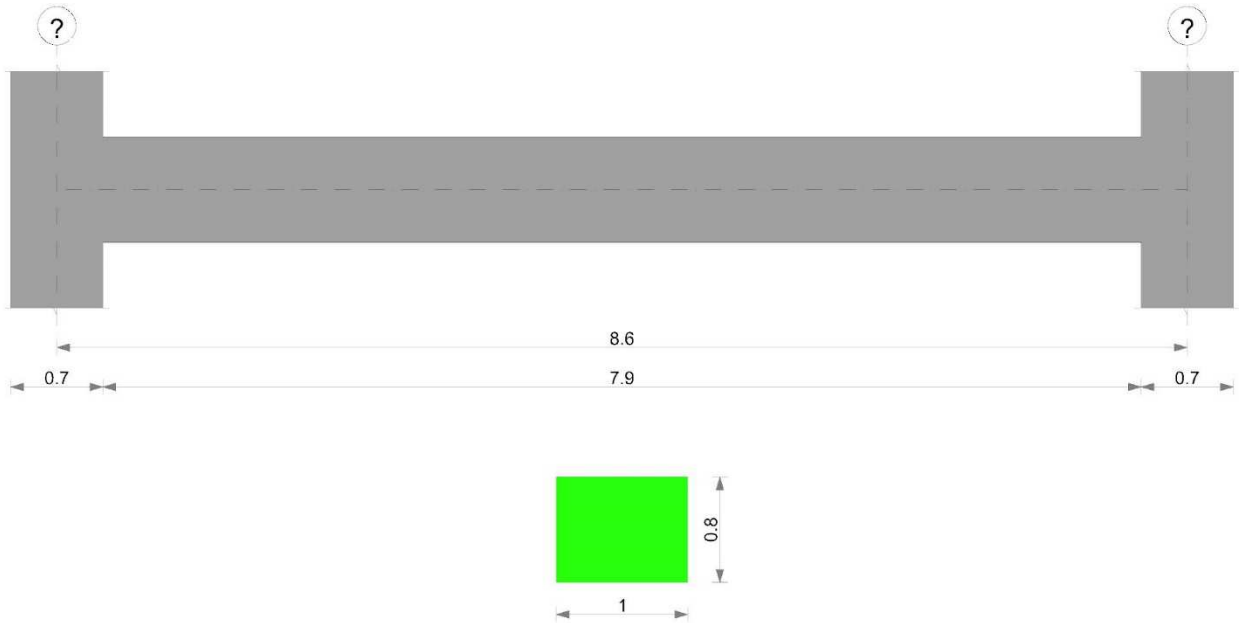
La campata non presenta apertura delle fessure

Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente						Verifica	
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Comb.	Fess. viscosa-	Comb.		I/f
0.35	0.00012	0.00009	0.0001	0.00008	0.0001	0.00008	0.00009	0.00007	0.00009	0.00008	0.00021	3	0.00018	3	9999	Si
4.3	0.00113	0.00101	0.00098	0.00087	0.00098	0.0009	0.00085	0.00078	0.00092	0.0009	0.00205	1	0.00201	1	4189	Si
8.25	0.00012	0.00009	0.0001	0.00008	0.0001	0.00008	0.00009	0.00007	0.00009	0.00009	0.00021	2	0.00019	2	9999	Si



Trave a "Solettone intermedio Piano -2" (-328; -245)-(532; -245)
Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C30/37 Rck 37000

Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Copriferro sup.	Copriferro inf.	Copriferro lat.
1	R 100x80	Rettangolare	1	0.8	0.05	0.05	0.05

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

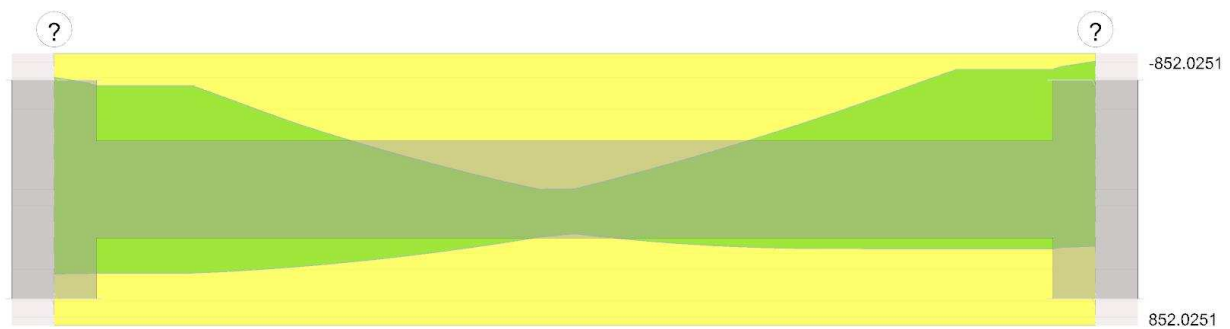


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

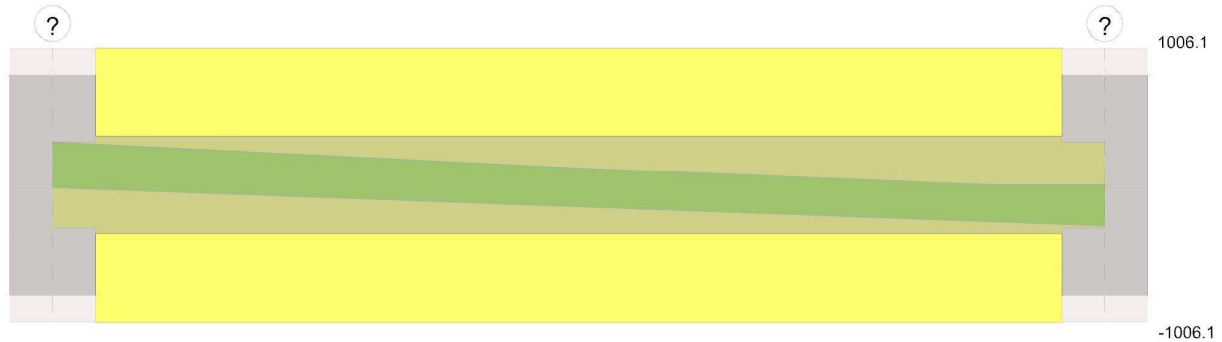
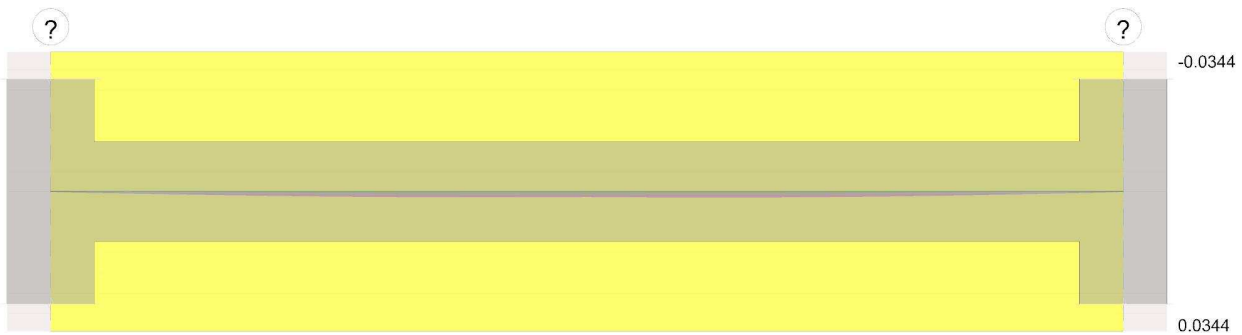


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia



Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	0.003167	0.076	0.003167	0.076	533.5718	SLU Sisma	529.5314	852.0251	0.111	1.61	-756.817	SLU 27	-701.7289	-852.0251	0.111	1.21	Si
0.35	0.003167	0.076	0.003167	0.076	523.7303	SLU Sisma	523.7303	852.0251	0.111	1.63	-649.0654	SLU 27	-649.0654	-852.0251	0.111	1.31	Si
4.3	0.003167	0.076	0.003167	0.076	195.6972	SLU 17	277.6661	852.0251	0.111	3.07	139.4796	SLU Sisma	-3.0406	-852.0251	0.111	280.21	Si
8.25	0.003167	0.076	0.003167	0.076	364.4808	SLU 3	371.1393	852.0251	0.111	2.3	-752.3119	SLU Sisma	-752.3119	-852.0251	0.111	1.13	Si
8.6	0.003167	0.076	0.003167	0.076	354.784	SLU 3	354.784	852.0251	0.111	2.4	-855.5374	SLU Sisma	-803.0443	-852.0251	0.111	1.06	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	0.003167	0	316.6	SLU 27	316.6	315.07	1955.06	0	315.07	2.5	1	Si
0	0	0.003167	0	-21.77	SLU Sisma	-21.77	-315.07	-1955.06	0	-315.07	2.5	14.47	Si
0.35	0.0000158	0.003167	0	300.93	SLU 27	300.93	315.07	1955.06	1006.1	1006.1	2.5	3.34	Si
0.35	0.0000158	0.003167	0	-33.15	SLU Sisma	-33.15	-315.07	-1955.06	-1006.1	-1006.1	2.5	30.35	Si
4.3	0.0000158	0.003167	0	124.17	SLU 27	124.17	315.07	1955.06	1006.1	1006.1	2.5	8.1	Si
4.3	0.0000158	0.003167	0	-161.52	SLU Sisma	-161.52	-315.07	-1955.06	-1006.1	-1006.1	2.5	6.23	Si
8.25	0.0000158	0.003167	0	-289.9	SLU Sisma	-289.9	-315.07	-1955.06	-1006.1	-1006.1	2.5	3.47	Si
8.6	0	0.003167	0	-301.27	SLU Sisma	-301.27	-315.07	-1955.06	0	-315.07	2.5	1.05	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	106.4989	8	106.4989	809	18426	12139	315000	7.2905	3	7.2905	55	13820			Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	σc	σc lim.	σf	σf lim.	Mela	Comb.	Mdes	σc	σc lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	-516.7009	3	-477.9877	5717	18426	230066	315000	-366.6293	2	-335.2017	4009	13820			Si
0.35	131.4608	8	174.8246	1328	18426	19927	315000	38.0711	3	95.8821	729	13820			Si
0.35	-441.0353	3	-441.0353	5275	18426	212280	315000	-305.4266	2	-305.4266	3653	13820			Si
4.3	142.8354	1	196.1887	1491	18426	22362	315000	129.5655	1	159.0903	1209	13820			Si
8.25	212.9383	3	239.4457	1820	18426	27293	315000	86.9576	2	134.6548	1023	13820			Si
8.25	-359.0194	8	-359.0194	2728	18426	40922	315000	-256.217	3	-256.217	1947	13820			Si
8.6	195.2198	3	195.2198	1483	18426	22252	315000	60.523	2	60.523	460	13820			Si
8.6	-427.4416	8	-392.3501	4693	18426	188847	315000	-313.0738	3	-283.8192	3395	13820			Si

Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	
0	superiore	0.462	0.00067	0.00031	3	0.462	0.00052	0.000239	3	0.462	0.00047	0.000217	2	Si
0.35	superiore	0.462	0.00062	0.000286	3	0.462	0.00047	0.000219	3	0.462	0.00043	0.000198	2	Si
8.6	superiore	0.462	0.00055	0.000254	8	0.462	0.00043	0.000201	8	0.462	0.0004	0.000184	3	Si

Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente						Verifica	
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Comb.	Fess. viscosa-	Comb.		I/f
0.35	0.00013	-0.00005	0.00012	-0.00007	0.0001	-0.00002	0.00009	-0.00003	0.00009	-0.00001	0.00022	3	-0.00006	3	9999	Si
4.3	0.00064	0.00062	0.00055	0.00053	0.00059	0.00056	0.00051	0.00049	0.00057	0.00056	0.00126	1	0.00125	1	6851	Si
5.45	0.00074	0.00041	0.00065	0.00035	0.00064	0.0004	0.00056	0.00034	0.00062	0.00042	0.00138	2	0.00091	2	6239	Si
8.25	0.00016	-0.00002	0.00015	-0.00003	0.00012	-0.00001	0.00011	-0.00001	0.00011	0	0.00026	2	-0.00002	2	9999	Si



Trave a "Solettone intermedio Piano -1" (-328; -245)-(532; -245)
Geometria



Caratteristiche dei materiali

Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C30/37 Rck 37000

Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Copriferro sup.	Copriferro inf.	Copriferro lat.
1	R 100x80	Rettangolare	1	0.8	0.05	0.05	0.05

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

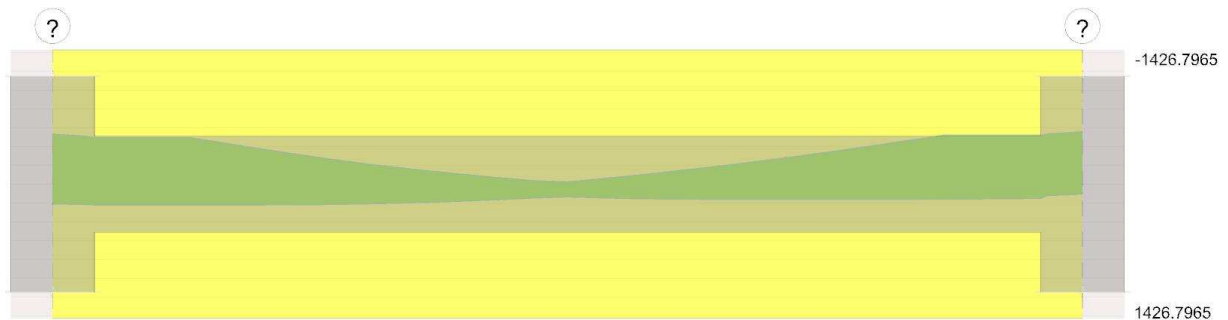
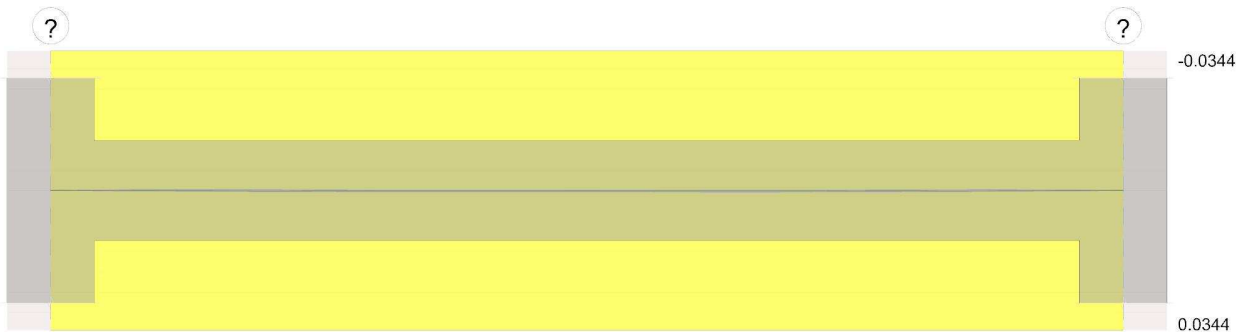


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio



Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia



Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	0.003167	0.076	0.003167	0.076	209.7805	SLU Sisma	209.7805	852.0251	0.111	6.8	-574.1342	SLU 27	-533.7765	-852.0251	0.111	2.67	Si
0.35	0.003167	0.076	0.003167	0.076	216.5334	SLU Sisma	220.8204	852.0251	0.111	6.46	-495.4369	SLU 27	-495.4369	-852.0251	0.111	2.88	Si
4.3	0.003167	0.076	0.003167	0.076	88.1466	SLU 19	134.7763	852.0251	0.111	10.59	55.378	SLU 9	-23.9103	-852.0251	0.111	59.67	Si
8.25	0.003167	0.076	0.003167	0.076	123.4635	SLU 3	150.1257	852.0251	0.111	9.5	-522.8115	SLU Sisma	-522.8115	-852.0251	0.111	2.73	Si
8.6	0.003167	0.076	0.003167	0.076	106.2625	SLU 3	106.2625	852.0251	0.111	13.43	-595.0759	SLU Sisma	-558.1987	-852.0251	0.111	2.56	Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0	0.003167	0	232.12	SLU 27	232.12	315.07	1955.06	0	315.07	2.5	1.62	Si
0.35	0.000021	0.003167	0	219.08	SLU 27	219.08	315.07	1955.06	1006.1	1006.1	2.5	6.12	Si
4.3	0.000021	0.003167	0	71.95	SLU 27	71.95	315.07	1955.06	1006.1	1006.1	2.5	18.65	Si
4.3	0.000021	0.003167	0	-93.59	SLU Sisma	-93.59	-315.07	-1955.06	-1006.1	-1006.1	2.5	14.33	Si
8.25	0.000021	0.003167	0	-202.21	SLU Sisma	-202.21	-315.07	-1955.06	-1006.1	-1006.1	2.5	6.63	Si
8.6	0	0.003167	0	-214.13	SLU 32	-214.13	-315.07	-1955.06	0	-315.07	2.5	1.76	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	-399.1765	3	-370.2836	2478	18426	37175	315000	-307.8321	2	-283.042	1894	13820			Si
0.35	-342.8805	3	-342.8805	2295	18426	34424	315000	-259.6877	2	-259.6877	1738	13820			Si
4.3	61.3061	3	91.0999	610	18426	9146	315000	60.9075	2	75.4119	505	13820			Si

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	σc	σc lim.	σf	σf lim.	Mela	Comb.	Mdes	σc	σc lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
8.25	36.0349	3	76.45	512	18426	7675	315000								Si
8.25	-295.8314	8	-295.8314	1980	18426	29700	315000	-231.4582	3	-231.4582	1549	13820			Si
8.6	13.3136	3	13.3136	89	18426	1337	315000								Si
8.6	-347.9306	8	-321.136	2149	18426	32241	315000	-277.0845	3	-253.5535	1697	13820			Si

Verifica di apertura delle fessure

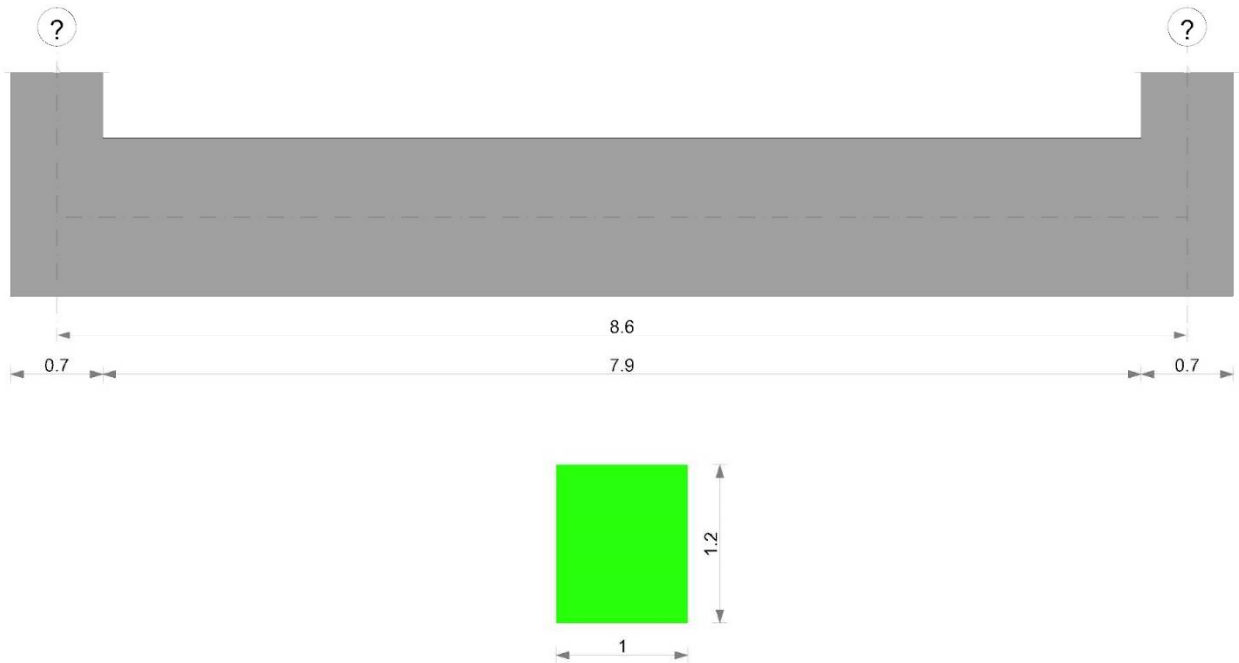
La campata non presenta apertura delle fessure

Verifica di deformabilità

x	Rara				Frequente				Quasi permanente							Verifica
	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess.+	Fess.-	Elastica+	Elastica-	Fess. viscosa+	Comb.	Fess. viscosa-	Comb.	I/f	
0.35	0.00003	-0.00007	0.00003	-0.00007	0.00002	-0.00005	0.00002	-0.00005	0.00002	-0.00004	0.00003	3	-0.00011	3	9999	Si
4.3	0.00015	0.00012	0.00011	0.00008	0.00016	0.00014	0.00012	0.0001	0.00016	0.00015	0.00026	2	0.00025	2	9999	Si
5.45	0.00023	0.00004	0.00018	0.00001	0.00021	0.00007	0.00016	0.00004	0.00019	0.00008	0.00034	2	0.0001	2	9999	Si
8.25	0.00005	-0.00006	0.00004	-0.00006	0.00003	-0.00004	0.00003	-0.00004	0.00003	-0.00004	0.00005	2	-0.00009	2	9999	Si



Trave di fondazione a "Solettone di fondo" (-328; -245)-(-532; -245)
Geometria



Caratteristiche dei materiali
Acciaio: B450C Fyk 450000

Calcestruzzo: C30/37 Rck 37000

Elenco delle sezioni

N°	Descrizione	Tipo	Base	Altezza	Copriferro sup.	Copriferro inf.	Copriferro lat.
1	R 100x120	Rettangolare	1	1.2	0.05	0.05	0.05

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

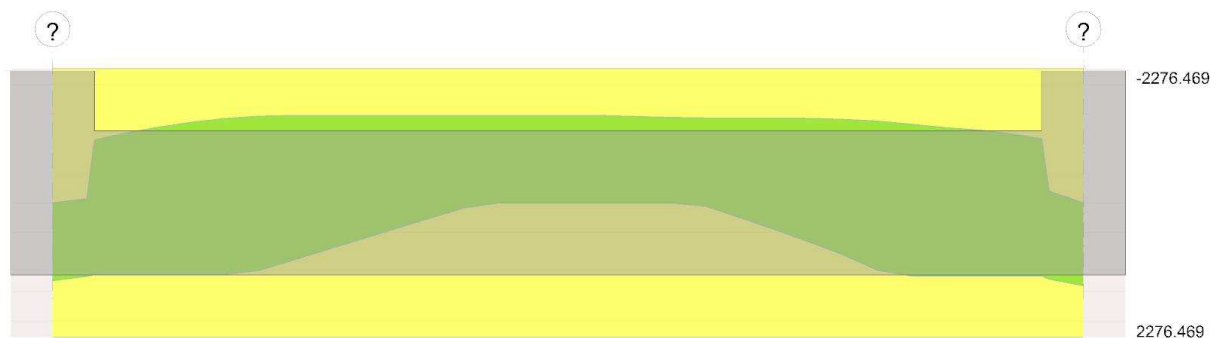
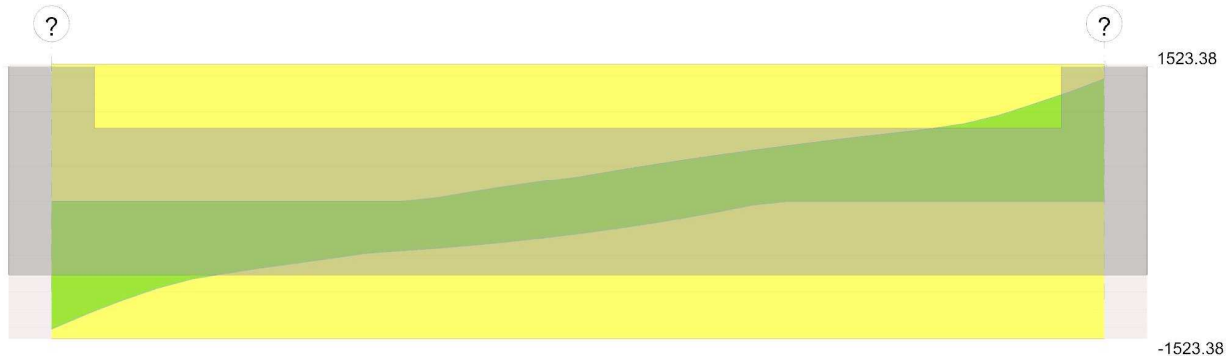


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio



Verifiche a flessione in famiglia SLU

x	A sup.	C.b. sup.	A inf.	C.b. inf.	M+ela	Comb.	M+des	M+ult	x/d	coeff	M-ela	Comb.	M-des	M-ult	x/d	coeff	Verifica
0	0.004524	0.076	0.004524	0.076	1441.6107	SLU 32	1316.36	2276.469	0.085	1.73							Si
0.35	0.004524	0.076	0.004524	0.076	1210.0862	SLU Sisma	1210.0862	2276.469	0.085	1.88	-129.0439	SLU 3	-1064.77	-2276.469	0.085	2.14	Si
3.73	0.004524	0.076	0.004524	0.076							-1462.6738	SLU 26	-1480.89	-2276.469	0.085	1.54	Si
4.3	0.004524	0.076	0.004524	0.076							-1405.3442	SLU 25	-1480.89	-2276.469	0.085	1.54	Si
8.25	0.004524	0.076	0.004524	0.076	1236.3657	SLU 27	1236.3657	2276.469	0.085	1.84	-260.9861	SLU Sisma	-1087.50	-2276.469	0.085	2.09	Si
8.6	0.004524	0.076	0.004524	0.076	1572.707	SLU 27	1401.376	2276.469	0.085	1.62							Si

Verifiche a taglio in famiglia SLU

x	A st	A sl	A sag	Vela	Comb.	Vdes	Vrd	Vrcd	Vrsd	Vult	cotgθ	coeff	Verifica
0	0.0000154	0.004524	0	-1417.13	SLU 27	-1417.13	-471.19	-3035.21	-1523.38	-1523.38	2.5	1.07	Si
0.35	0.0000154	0.004524	0	-1216.81	SLU 27	-1216.81	-471.19	-3035.21	-1523.38	-1523.38	2.5	1.25	Si
4.3	0.0000154	0.004524	0	277.47	SLU 19	277.47	471.19	3035.21	1523.38	1523.38	2.5	5.49	Si
4.3	0.0000154	0.004524	0	-360.93	SLU Sisma	-360.93	-471.19	-3035.21	-1523.38	-1523.38	2.5	4.22	Si
8.25	0.0000154	0.004524	0	1186.18	SLU 30	1186.18	471.19	3035.21	1523.38	1523.38	2.5	1.28	Si
8.6	0.0000154	0.004524	0	1362.28	SLU 32	1362.28	471.19	3035.21	1523.38	1523.38	2.5	1.12	Si

Verifiche delle tensioni in esercizio

x	Rara							Quasi permanente							Verifica
	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ f.	σ f lim.	Mela	Comb.	Mdes	σ c	σ c lim.	σ FRP	σ FRP lim.	
0	1009.365	8	876.054	2785	18426	41779	315000	880.1359	3	747.4651	2376	13820			Si
0.35	750.6119	8	750.6119	2386	18426	35797	315000	624.6447	3	624.6447	1986	13820			Si
4.3	-1032.4538	1	-1075.6148	4852	18426	192577	315000	-928.294	1	-957.1648	4317	13820			Si
8.25	848.3272	3	848.3272	2697	18426	40457	315000	683.2805	2	683.2805	2172	13820			Si
8.6	1096.7625	3	969.7874	4374	18426	173630	315000	932.5745	2	803.7117	3625	13820			Si

Verifica di apertura delle fessure

x	Bordo	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	
2.58	superiore	0.36	0.00056	0.000202	3	0.36	0.00057	0.000204	2	0.36	0.00055	0.000197	2	Si
4.3	superiore	0.36	0.00056	0.000202	3	0.36	0.00057	0.000204	2	0.36	0.00055	0.000197	2	Si



Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

x	Bordo	Rara				Frequente				Quasi permanente				Verifica
		Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	Dmax	Esm	Wd	Comb	
8.6	inferiore	0.36	0.00051	0.000182	3	0.36	0.00045	0.000161	3	0.36	0.00042	0.000151	2	Si



8.6 Sintesi delle sezioni ed armature adottate

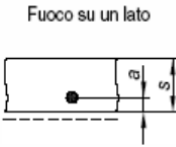
Tabella 12. Sintesi delle sezioni geometriche ed armature adottate

Elemento/Sezione		B [m]	H [m]	Af [-]	A'f [-]	Spilli [kNm]	ρ (As/Ac) [-]
Soletta copertura	campata	1,00	1,00	1 ϕ 24/10	1 ϕ 24/20	1 ϕ 14/30/40	0,007
	incastro	1,00	1,00	1 ϕ 24/10	1 ϕ 24/20	1 ϕ 14/30/40	0,005
Soletta intermedia Piano -1	campata	1,00	0,80	1 ϕ 24/15	1 ϕ 24/15	1 ϕ 14/30/20	0,014
	incastro	1,00	0,80	1 ϕ 24/15	1 ϕ 24/15	1 ϕ 14/30/20	0,014
Soletta intermedia Piano -2	campata	1,00	0,80	1 ϕ 24/15	1 ϕ 24/15	1 ϕ 14/30/40	0,008
	incastro	1,00	0,80	1 ϕ 24/15	1 ϕ 24/15	1 ϕ 14/30/40	0,008
Soletta di fondo	campata	1,00	1,20	1 ϕ 24/10	1 ϕ 24/10	1 ϕ 14/30/40	0,009
	incastro	1,00	1,20	1 ϕ 24/10	1 ϕ 24/10	1 ϕ 14/30/40	0,009
Parete	incastro	1,00	0,70	1 ϕ 24/10	1 ϕ 24/10	1 ϕ 14/30/40	0,013


Verifiche di resistenza al fuoco

Si valuta la resistenza al fuoco della struttura in c.a. secondo le direttive contenute nel documento *UNI 9502:2001* e per l'esattezza si esegue la verifica della capacità portante con i metodi semplificati riportati in Appendice A ed in particolare il punto A.1 "Verifica con il sistema tabellare".

Se si verifica che la distanza per tutte le armature dimensionate con il calcolo a freddo sia uguale o maggiore di quella riportata nel prospetto A.1, ciò è condizione sufficiente a garantire la capacità portante dell'elemento costruttivo, sempre che si possa escludere una minor capacità per riduzione di resistenza del conglomerato cementizio invece che dell'acciaio.

Acciaio	Tempo di esposizione t (min)	Fuoco su un lato 
Per acciaio ordinario (tipo 1)	30	2,00
	60	2,00
	90	2,72
	120	3,40
	180	4,50
	240	5,44

Si ipotizza la presenza del fuoco all'interno della struttura scatolare. Essendo il ricoprimento delle armature principali $c = 4,80$ cm e l'armatura adottata un $\phi 24$, si ha una distanza di calcolo comunque maggiore di 3,40 cm (REI 120) come riportato nel prospetto sopra citato.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

8.7 Verifica a galleggiamento struttura definitiva

Per la verifica al galleggiamento delle strutture in c.a. definitiva, saranno considerate le seguenti configurazioni:

- Falda misurata nella campagna di indagini
- Falda di progetto = falda a breve termine
- Falda a lungo termine

In entrambe le configurazioni, le verifiche saranno eseguite confrontando il valore di progetto della forza destabilizzante con la sommatoria di tutte le azioni permanenti stabilizzanti:

$$Vdst, d \leq Gstb; d + Rd$$

L'azione sfavorevole destabilizzante è la pressione dell'acqua sotto la piastra di fondazione e sotto la base dei micropali.

Le azioni permanenti, favorevoli alla stabilizzazione, sono il peso proprio delle strutture e il parziale ritombamento sulla soletta di copertura.

Viceversa, il peso proprio delle apparecchiature all'interno della stazione (come ad esempio scale mobili, trasformatori, ventilatori, ecc.) non verrà preso in considerazione nella verifica a galleggiamento.

L'effetto complessivo di questi elementi sarà valutato considerando opportuni coefficienti di sicurezza, di cui al paragrafo 6.2.4.2 delle NTC 2018:

Tabella 13. Coefficienti amplificativi dei carichi secondo NTC 2018

	Effetto	Coefficiente parziale	Sollevamento (UPL)
Carichi permanenti G1	Favorevole	YG1	0.9
	Sfavorevole		1.1
Carichi permanenti G2	Favorevole	YG2	0.8
	Sfavorevole		1.5
Azioni variabili Q	Favorevole	YQi	0.0
	Sfavorevole		1.5



Tabella 14. Calcolo azione stabilizzante

POZZO CARLO ALBERTO						
	B	L	h	γ	C	F _{Sd}
	m	m	m	kN/m ³	-	KN
Solettone di fondo	10,00	1,00	1,20	25,00	0,90	270,00
Magrone	10,00	1,00	0,15	25,00	0,90	33,75
Finiture -3	8,60	1,00	1,00	2,50	0,80	17,20
Impalcato -2	10,00	1,00	0,80	25,00	0,90	180,00
Finiture -2	8,60	1,00	1,00	2,50	0,80	17,20
Impalcato -1	10,00	1,00	0,80	25,00	0,90	180,00
Finiture -1	8,60	1,00	1,00	2,50	0,80	17,20
Copertura	10,00	1,00	1,00	25,00	0,90	225,00
Ricoprimento	10,00	1,00	1,80	18,00	0,80	259,20
Pareti 70	1,00	12,60	0,70	25,00	0,90	198,45
						1398,00

Tabella 15. Verifica al galleggiamento e calcolo del SF

	A	z _{falda}	h _{falda}	z _{fondo scavo}	γ	C	F _{Sd}	SF
	m ²	m	m	m	kN/m ³	-	KN	-
Falda attuale	10,00	15,90	2,50	18,40	10,00	1,10	275,00	5,08
Falda progetto	10,00	14,40	4,00		10,00	1,10	440,00	3,17
Falda LT	10,00	11,40	7,00 (+3,00) (*)		10,00	1,10 (1,50) (*)	890,00	1,57

Nota (*): la differenza fra il livello di falda a lungo termine e quello a breve termine (=3m) è stato considerato come un carico variabile e quindi amplificato del fattore $\gamma_{Q1} = 1,5$.



9. SEZIONE TRASVERSALE DEL POZZO

L'elemento strutturale pozzo è stato dimensionato come tubo circolare sottoposto a una pressione radiale esterna uniformemente distribuita, secondo lo schema statico riportato in figura.

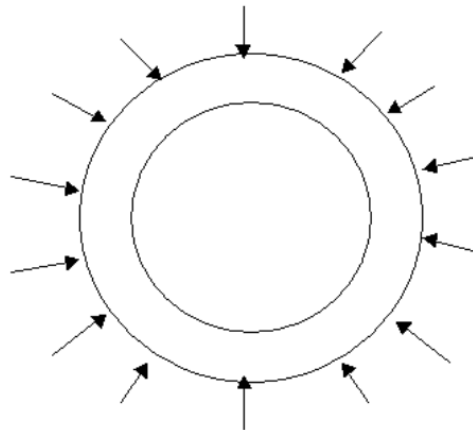


Figura 16. Schema statico della sezione trasversale del pozzo

Il pozzo è pertanto sottoposto ad una sollecitazione di compressione semplice ricavabile per mezzo della formula di Mariotte:

$$N_{sk} = q \cdot \frac{d}{2}$$

Essendo:

- q spinta orizzontale del terreno calcolata a fondo pozzo d diametro del pozzo;
- d diametro del pozzo, espresso come sotto riportato (680cm);
- $q = k_0 \sigma'_v + q_{var} + h_w + \gamma_w$
- k_0 coefficiente di spinta a riposo;
- σ'_v tensione efficace a quota fondo pozzo;
- h_w battente idraulico;
- γ_w peso specifico dell'acqua;
- q_{var} massimo tra il carico variabile stradale ed il carico generato dal fabbricato presente in superficie;

**Tabella 16. Calcolo del carico agente**

<i>Calcolo della spinta orizzontale del terreno calcolata a fondo pozzo e del conseguente N_{Ek}</i>									
k_0	h_z	Y_{sat}	σ'_v	q_{var}	h_w	Y_w	q	d	N_{Ek}
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[m]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m]	[kN]
0,412	28	19	532	20,6	16,3	10	295	6,8	1002

Per le verifiche allo Stato Limite Ultimo le sollecitazioni caratteristiche sono state opportunamente moltiplicate per il coefficiente amplificativo 1,5 in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente.

Tabella 17. Risultato della verifica condotta

Pozzo	q	Sezione resistente: geometria ed armature adottate					Verifica e calcolo FS			
		B	H	A _f	A' _f	c	N_{Ed}	N_{Rd}	FS	ρ
[-]	[kN/m ²]	[cm]	[cm]	[-]	[-]	[cm]	[kN]	[kN]	[-]	[-]
PCA	294,8272	100	40	5 Φ 16	5 Φ 16	6	1504	6490	4,32	0,005



10. SOLETTONE DI FONDO DEL POZZO

I solettoni vengono calcolati con lo schema di appoggio e carico uniformemente distribuito dovuto al battente d'acqua.

Applicando le formule del Bares, le sollecitazioni di momento e taglio valgono rispettivamente:

$$M_{sk} = q \frac{a^2}{16} (3 + \mu)(1 - \rho^2)$$

$$V_{sk} = 0,5 q a \rho$$

Essendo:

- $\rho = \frac{r}{a}$
- $\mu = 0,25$

indicando con r l'ascissa considerata lungo la direzione del raggio e a il raggio del pozzo (320 cm). La verifica è stata condotta sia a lungo termine sia a breve termine, considerando i corrispondenti battenti d'acqua.

Verifica a breve termine: - profondità di falda -7,80m; - quota tampone impermeabile -33,95m;

Verifica in esercizio: - profondità di falda -4,80m; - quota intradosso fondazione -27,75m;

Tabella 18. Sollecitazioni caratteristiche

<i>Calcolo sollecitazioni caratteristiche</i>							
	r	a	μ	ρ	q	M_{sk}	V_{sk}
	[m]	[m]	[-]	[-]	[kN/m ²]	[kNm]	[kN]
a breve termine	3,40	3,40	0,25	1,00	133	0	226
	0,00	3,40	0,25	0,00	133	312	0
In esercizio	3,40	3,40	0,25	1,00	163	0	277
	0,00	3,40	0,25	0,00	163	383	0

Per le verifiche allo Stato Limite Ultimo le sollecitazioni caratteristiche sono state opportunamente moltiplicate per il coefficiente amplificativo 1,5 in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente.

(*) $\gamma = 1,5$



Tabella 19. Momento flettente di calcolo

Verifica	M_{sd} [kNm] (*)	B [m]	H [m]	A_f	A'_f	M_{Rd} [kNm]	FS [-]	ρ (As/Ac) [-]
Breve termine	468	1,00	1,00	1 Φ 24/10	1 Φ 24/10	1552	3,31	0,009
In esercizio	574	1,00	1,00	1 Φ 24/10	1 Φ 24/10	1552	2,70	0,009

(*) $\gamma = 1,5$

Tabella 20. Taglio di calcolo

Verifica	V_{sd} [kN] (*)	B [m]	H [m]	Spilli	V_{rCd} [kN]	V_{rds} [kN]	V_{rdc} [kN]	FS [-]
Breve termine	339	1,00	1,00	1 Φ 14/40/40	402	822	2511	2,42
In esercizio	415	1,00	1,00	1 Φ 14/40/40	402	822	2511	1,98

(**) $\gamma = 1,00$

Tabella 21. Verifiche allo SLE

Verifica	M_{sk} [kNm] (**)	N_{sk} [kN] (**)	σ_s [MPa]	σ_c [MPa]	x [mm]	w [mm]
Breve termine	312	0	81,26	-2,07	257	Non fessurata
Lungo termine	383	0	99,75	-2,53	257	Non fessurata

I valori massimi di confronto sono:

$$\sigma_c = 0,45 f_{ck} = 0,45 \times 30 = 13,50 \text{ MPa}$$

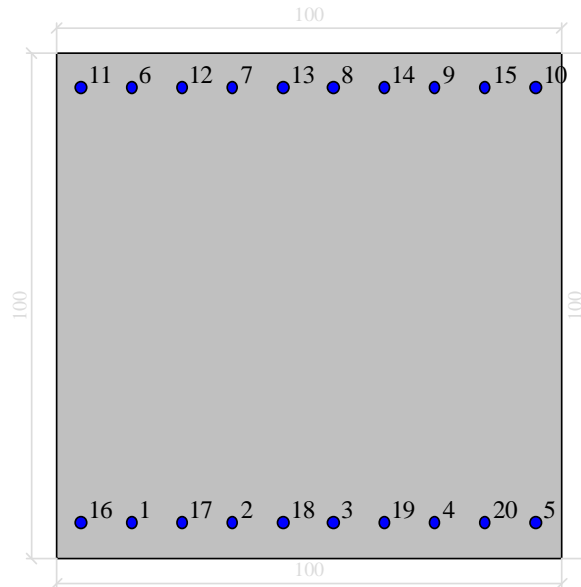
$$\sigma_s = 0,70 f_{yk} = 0,70 \times 430 = 301 \text{ MPa}$$

$$w_{max} = 0,30 \text{ mm}$$

Le verifiche risultano tutte soddisfatte.



Dati di input



Dati generali

Unità di misura daN, cm

Primo limite deformativo del cls -.002

Secondo limite deformativo del cls -.0035

Limite deformativo dell'acciaio .01

Molt. gamma c in compressione semplice 1.25

Materiali per i poligoni

n°	tipo	Nome	Dati
1	Lineare	Lineare Ec = 140000	Ec=140000
2	Par.Rett.	Rck 370 SLU	fcd=-174 ec1=-0.002 ec2=-0.0035

Materiali per le armature

n°	tipo	Nome	Dati
1	Lineare	Lineare Es = 2100000	Es=2100000
2	Lin.Rett.	B450C (SLU)	Es=2100000 fyd=3913.04

Conglomerati di cls

Poligono 1 (pieno)

fctd 0 daN/cm²



$E_c = 140000 \text{ daN/cm}^2$

Materiale : Lineare $E_c = 140000$

deformazione iniziale impressa:

$\theta_x = 0$

$\theta_y = 0$

$\epsilon(0,0) = 0$

n°	X(cm)	Y(cm)
1	-50.	-50.
2	-50.	50.
3	50.	50.
4	50.	-50.

Armature

n°	Ø(mm)	X(cm)	Y(cm)	Eps.iniz.	pol.	tipo
1	24.	-35.	-43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
2	24.	-15.	-43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
3	24.	5.	-43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
4	24.	25.	-43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
5	24.	45.	-43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
6	24.	-35.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
7	24.	-15.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
8	24.	5.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
9	24.	25.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
10	24.	45.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
11	24.	-45.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
12	24.	-25.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
13	24.	-5.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
14	24.	15.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
15	24.	35.	43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
16	24.	-45.	-43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
17	24.	-25.	-43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
18	24.	-5.	-43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$
19	24.	15.	-43.	0.	1	Lineare $E_s = 2100000$

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

20	24.	35.	-43.	0.	1	Lineare Es = 2100000
----	-----	-----	------	----	---	----------------------

Valutazione delle tensioni

Unità di misura daN, cm

*Verifica n° 1**Sollecitazioni riferite al baricentro*

Mx(daN*c m)	My(daN*c m)	N(daN)	sc,max(daN/cm q)	sc,min(daN/cm q)	sf,max(daN/cm q)	sf,min(daN/cm q)	sp,max(daN/cm q)	sp,min(daN/cm q)
3120000	0	0	0.0	-20.7	812.6	-225.6	0.0	0.0

Deformazioni riferite al sistema globale

DEps(0,0)	DTethaX	DTethaY	Ec min	Ec max	Ef max
1,397610E-04	5,748753E-06	7,913003E-23	-1,47677E-04	4,27199E-04	3,86957E-04

Hutile (d)=93,

X asse n.=25,68845896 cm

X/d =0,276219989

scarto di convergenza = 1,84E-08 % con 6 iterazioni

Caratt. geom. ideali (rif. baric. ideale):

Mod. Elast. di omog. = 140000 daN/cm^q

Xgi(cm)	Ygi(cm)	Aid(cm ^q)	Jxid(cm ⁴)	Jyid(cm ⁴)	Jxyid(cm ⁴)	Jnd(cm ⁴)
0.	-24.31	3926.013923	3.876617E+06	3.260369E+06	9.953476E-11	3.876617E+06

*Deformazioni singoli poligoni**Poligono 1:*

TethaX,in.	TethaY,in.	Eps,in.	TethaX,fin.	TethaY,fin.	Eps,fin.
0.000000E00	0.000000E00	0.000000E00	5.748753E-06	7.913003E-23	1.397610E-04

Eq.asse n.: $X*(-7,913003E-23) + Y*(5,748753E-06) + (1,397610E-04) = 0$ *Verifica n° 2**Sollecitazioni riferite al baricentro*

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Mx(daN*cm)	My(daN*cm)	N(daN)	sc,max(daN/cm ^q)	sc,min(daN/cm ^q)	sf,max(daN/cm ^q)	sf,min(daN/cm ^q)	sp,max(daN/cm ^q)	sp,min(daN/cm ^q)
3830000	0	0	0.0	-25.4	997.5	-277.0	0.0	0.0

Deformazioni riferite al sistema globale

DEps(0,0)	DTethaX	DTethaY	Ec min	Ec max	Ef max
1,715656E-04	7,056963E-06	-8,572231E-23	-1,81283E-04	5,24414E-04	4,75015E-04

Hutile (d)=93,

X asse n.=25,68845896 cm

X/d =0,276219989

scarto di convergenza = 1,84E-08 % con 6 iterazioni

Caratt. geom. ideali (rif. baric. ideale):

Mod. Elast. di omog. = 140000 daN/cm^q

Xgi(cm)	Ygi(cm)	Aid(cm ^q)	Jxid(cm ⁴)	Jyid(cm ⁴)	Jxyid(cm ⁴)	Jnd(cm ⁴)
0.	-24.31	3926.013923	3.876617E+06	3.260369E+06	5.823975E-12	3.876617E+06

Deformazioni singoli poligoni

Poligono 1:

TethaX,in.	TethaY,in.	Eps,in.	TethaX,fin.	TethaY,fin.	Eps,fin.
0.000000E00	0.000000E00	0.000000E00	7.056963E-06	-8.572231E-23	1.715656E-04

Eq.asse n.: $X*(8,572231E-23) + Y*(7,056963E-06) + (1,715656E-04) = 0$

Verifiche a fessurazione

Unità di misura daN, cm

Sollecitazioni riferite al baricentro

Mx	My	N	Es/Ec	Wm(mm)	Wk(mm)	Sm(mm)	Epsilon	fctd	K1	K2	Beta1	Beta2
3120000	0	0	15	0	0	0	0.0000E00	20.6	0.8	0.5	1	0.5
3830000	0	0	15	0	0	0	0.0000E00	20.6	0.8	0.5	1	0.5



11. RIVESTIMENTO DEFINITIVO DEL CUNICOLO DI COLLEGAMENTO DEL POZZO

Per le verifiche delle sezioni degli elementi costituenti il rivestimento definitivo del cunicolo di collegamento del pozzo si fa riferimento alle sollecitazioni riportate nello specifico elaborato (quale MTL2T1A2D-STRPCAR003) amplificate degli opportuni coefficienti sicurezza a seconda della verifica oggetto di studio.

Per le verifiche allo Stato Limite Ultimo le sollecitazioni caratteristiche sono state opportunamente moltiplicate per il coefficiente amplificativo 1,5 in conformità con quanto previsto dalla normativa vigente.

(*) $\gamma = 1,5$

Tabella 22. Verifiche a pressoflessione allo SLU

Elemento/Sezione [-]	M _{sd} [kNm]	N _{sd} [kN]	B [m]	H [m]	A _f	A' _f	$\frac{P}{(A_s/A_c)}$ [-]	M _{Rd} [kNm]	FS [-]
Arco rovescio	-315,45	-1058,85	1,00	0,65	1Φ20/20	1Φ20/20	0,005	1102,29	3,49
Piedritto	-292,05	-953,40	1,00	0,50	1Φ20/20	1Φ20/20	0,006	638,52	2,18
Calotta	-241,35	-1029,30	1,00	0,50	1Φ20/20	1Φ20/20	0,006	740,57	3,07

(*) $\gamma = 1,5$

Tabella 23. Verifiche a taglio allo SLU

Elemento/Sezione [-]	V _{sd} [kN] (*)	B [m]	H [m]	Spilli	V _{rd} [kN]	V _{rds} [kN]	V _{rdc} [kN]	FS [-]
Arco rovescio	106,25	1,00	0,65	1Φ16/20/20	225,72	1749,21	1825,32	16,67
Piedritto	-597,15	1,00	0,50	1Φ14/20/20	327,15	1325,84	1348,15	2,22
Calotta	200,70	1,00	0,50	1Φ14/20/20	337,39	1325,84	1358,74	6,67

(**) $\gamma = 1,00$

Tabella 24. Verifiche allo SLE

Elemento/Sezione [-]	M _{sk} [kNm] (**)	N _{sk} [kN] (**)	σ_s [MPa]	σ_c [MPa]	x [mm]	w [mm]
Arco rovescio	-210,30	-705,90	67,53	-4,79	30,05	Non fessurata
Piedritto	-194,70	-635,60	127,60	-7,00	20,31	0,13
Calotta	-160,90	-682,20	72,87	-5,68	24,27	Non fessurata



I valori massimi di confronto sono:

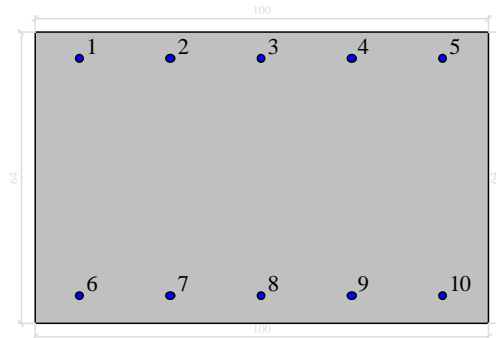
$$\sigma_c = 0,45 f_{ck} = 0,45 \times 30 = 13,50 \text{ MPa}$$

$$\sigma_s = 0,70 f_{yk} = 0,70 \times 430 = 301 \text{ MPa}$$

$$w_{max} = 0,30 \text{ mm}$$

Le verifiche risultano tutte soddisfatte.

Dati di input e verifiche all'esercizio Arco Rovescio



Dati generali

Unità di misura daN, cm

Primo limite deformativo del cls -.002

Secondo limite deformativo del cls -.0035

Limite deformativo dell'acciaio .01

Molt. gamma c in compressione semplice 1.25

Materiali per i poligoni

n°	tipo	Nome	Dati
1	Lineare	Lineare Ec = 140000	Ec=140000
2	Par.Rett.	Rck 370 SLU	fcd=-174 ec1=-0.002 ec2=-0.0035

Materiali per le armature

n°	tipo	Nome	Dati
1	Lineare	Lineare Es = 2100000	Es=2100000

Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

2	Lin.Rett.	B450C (SLU)	Es=2100000 fyd=3913.04
---	-----------	-------------	------------------------

Conglomerati di cls

Poligono 1 (pieno)

fctd 0 daN/cm²Ec 140000 daN/cm²

Materiale : Lineare Ec = 140000

deformazione iniziale impressa:

Tetha X = 0

Tetha Y = 0

Epsilon(0,0)= 0


n°	X(cm)	Y(cm)
1	-50.	-32.
2	-50.	32.
3	50.	32.
4	50.	-32.

Armature

n°	Ø(mm)	X(cm)	Y(cm)	Eps.iniz.	pol.	tipo
1	20.	-40.	26.276254	0.	1	Lineare Es = 2100000
2	20.	-20.	26.276254	0.	1	Lineare Es = 2100000
3	20.	0.	26.276254	0.	1	Lineare Es = 2100000
4	20.	20.	26.276254	0.	1	Lineare Es = 2100000
5	20.	40.	26.276254	0.	1	Lineare Es = 2100000
6	20.	-40.	-26.28	0.	1	Lineare Es = 2100000
7	20.	-20.	-26.28	0.	1	Lineare Es = 2100000
8	20.	0.	-26.28	0.	1	Lineare Es = 2100000
9	20.	20.	-26.28	0.	1	Lineare Es = 2100000
10	20.	40.	-26.28	0.	1	Lineare Es = 2100000

Valutazione delle tensioni nella famiglia Combinazioni

Comb.	Mx(daN*cm)	My(daN*cm)	N(daN)	sc,max(daN/cm ²)	sf,max(daN/cm ²)	sp,min(daN/cm ²)	sp,max(daN/cm ²)
1	5710000	0	0	-133.4	6777.9	0.0	0.0

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Valutazione delle tensioni nella combinazione peggiore

Tensione massima del cls

Sc,min -133.38

Famiglia di combinazioni: Combinazioni

combinazione:

Mx 5710000

My 0

N 0

Tensione massima dei profili

Sp,min 0

Sp,max 0

Famiglia di combinazioni: Combinazioni

combinazione:

Mx 5710000

My 0

N 0

Tensione massima delle armature

Sf,max 6777.88

Famiglia di combinazioni: Combinazioni

combinazione:

Mx 5710000


My 0

N 0

Valutazione delle tensioni

Unità di misura daN, cm

Verifica n° 1

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Sollecitazioni riferite al baricentro

Mx(daN*c m)	My(daN*c m)	N(da N)	sc,max(daN/c mq)	sc,min(daN/c mq)	sf,max(daN/c mq)	sf,min(daN/c mq)	sp,max(daN/c mq)	sp,min(daN/c mq)
2103000	0	-70590	0.0	-47.9	675.4	-582.3	0.0	0.0

Deformazioni riferite al sistema globale

DEps(0,0)	DTethaX	DTethaY	Ec min	Ec max	Ef max
2,217705E-05	1,139577E-05	-6,809580E-23	-3,42488E-04	3,86842E-04	3,21615E-04

Hutile (d)=58,276254

X asse n.=30,05392291 cm

X/d =0,515714734

scarto di convergenza = 6,28E-08 % con 6 iterazioni

Caratt. geom. ideali (rif. baric. ideale):

Mod. Elast. di omog. = 140000 daN/cm²

Xgi(cm)	Ygi(cm)	Aid(cm ²)	Jxid(cm ⁴)	Jyid(cm ⁴)	Jxyid(cm ⁴)	Jnd(cm ⁴)
0.	-14.67	3476.631189	6.689542E+05	2.881485E+06	-5.437738E-12	6.689542E+05

Deformazioni singoli poligoni

Poligono 1:

TethaX,in.	TethaY,in.	Eps,in.	TethaX,fin.	TethaY,fin.	Eps,fin.
0.000000E00	0.000000E00	0.000000E00	1.139577E-05	-6.809580E-23	2.217705E-05

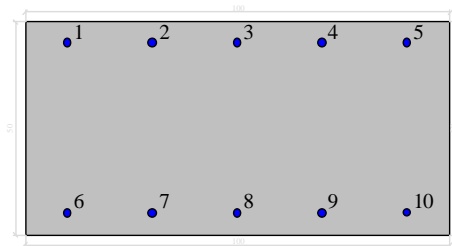
Eq.asse n.: $X*(6,809580E-23) + Y*(1,139577E-05) + (2,217705E-05) = 0$

Verifiche a fessurazione

Unità di misura daN, cm

Sollecitazioni riferite al baricentro

Mx	My	N	Es/Ec	Wm(mm)	Wk(mm)	Sm(mm)	Epsilon	fctd	K1	K2	Beta1	Beta2
2103000	0	-70590	15	0	0	0	0.0000E00	20.6	0.8	0.5	1	0.5

**Dati di input e verifiche all'esercizio piedritti e calotta***Dati generali*

Unità di misura daN, cm

Primo limite deformativo del cls -.002

Secondo limite deformativo del cls -.0035

Limite deformativo dell'acciaio .01

Molt. gamma c in compressione semplice 1.25

Materiali per i poligoni

n°	tipo	Nome	Dati
1	Lineare	Lineare Ec = 140000	Ec=140000
2	Par.Rett.	Rck 370 SLU	fcd=-174 ec1=-0.002 ec2=-0.0035

Materiali per le armature

n°	tipo	Nome	Dati
1	Lineare	Lineare Es = 2100000	Es=2100000
2	Lin.Rett.	B450C (SLU)	Es=2100000 fyd=3913.04

Conglomerati di cls

Poligono 1 (pieno)

fctd 0 daN/cm²Ec 140000 daN/cm²

Materiale : Lineare Ec = 140000



deformazione iniziale impressa:

Tetha X = 0

Tetha Y = 0

Epsilon(0,0)= 0

n°	X(cm)	Y(cm)
1	-50.	-25.
2	-50.	25.
3	50.	25.
4	50.	-25.

Armature

n°	Ø(mm)	X(cm)	Y(cm)	Eps.iniz.	pol.	tipo
1	20.	-40.	20.	0.	1	Lineare Es = 2100000
2	20.	-20.	20.	0.	1	Lineare Es = 2100000
3	20.	0.	20.	0.	1	Lineare Es = 2100000
4	20.	20.	20.	0.	1	Lineare Es = 2100000
5	20.	40.	20.	0.	1	Lineare Es = 2100000
6	20.	-40.	-20.	0.	1	Lineare Es = 2100000
7	20.	-20.	-20.	0.	1	Lineare Es = 2100000
8	20.	0.	-20.	0.	1	Lineare Es = 2100000
9	20.	20.	-20.	0.	1	Lineare Es = 2100000
10	20.	40.	-19.997939	0.	1	Lineare Es = 2100000

Valutazione delle tensioni

Unità di misura daN, cm


Verifica n° 1

Sollecitazioni riferite al baricentro

Mx(daN*c m)	My(daN*c m)	N(da N)	sc,max(daN/c mq)	sc,min(daN/c mq)	sf,max(daN/c mq)	sf,min(daN/c mq)	sp,max(daN/c mq)	sp,min(daN/c mq)
1947000	0	- 63560	0.0	-70.1	1276.4	-792.2	0.0	0.0

Deformazioni riferite al sistema globale

DEps(0,0)	DTethaX	DTethaY	Ec min	Ec max	Ef max
1,152842E-04	2,462574E-05	4,621519E-11	-5,00362E-04	7,30930E-04	6,07801E-04

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo – Lotto Costruttivo 2: Bologna-Politecnico
Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di calcolo strutture	01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

Hutile (d)=45,000169

X asse n.=20,31864376 cm

X/d =0,451523722

scarto di convergenza = 6,79E-08 % con 6 iterazioni

Caratt. geom. ideali (rif. baric. ideale):

Mod. Elast. di omog. = 140000 daN/cm²

Xgi(cm)	Ygi(cm)	Aid(cm ²)	Jxid(cm ⁴)	Jyid(cm ⁴)	Jxyid(cm ⁴)	Jnd(cm ⁴)
0.	-12.05	2503.09389	3.426466E+05	2.070204E+06	5.037027E+00	3.426466E+05

Deformazioni singoli poligoni

Poligono 1:

TethaX,in.	TethaY,in.	Eps,in.	TethaX,fin.	TethaY,fin.	Eps,fin.
0.000000E00	0.000000E00	0.000000E00	2.462574E-05	4.621519E-11	1.152842E-04

Eq.asse n.: $X*(-4,621519E-11) + Y*(2,462574E-05) + (1,152842E-04) = 0$

Verifica n° 2

Sollecitazioni riferite al baricentro

Mx(daN*c m)	My(daN*c m)	N(da N)	sc,max(daN/c mq)	sc,min(daN/c mq)	sf,max(daN/c mq)	sf,min(daN/c mq)	sp,max(daN/c mq)	sp,min(daN/c mq)
1609000	0	-68220	0.0	-56.9	728.8	-677.5	0.0	0.0

Deformazioni riferite al sistema globale

DEps(0,0)	DTethaX	DTethaY	Ec min	Ec max	Ef max
1,221876E-05	1,674068E-05	2,710571E-11	-4,06300E-04	4,30737E-04	3,47033E-04

Hutile (d)=45,000146

X asse n.=24,27019663 cm

X/d =0,539335956

scarto di convergenza = 5,65E-09 % con 6 iterazioni

Caratt. geom. ideali (rif. baric. ideale):

Mod. Elast. di omog. = 140000 daN/cm²

Xgi(cm)	Ygi(cm)	Aid(cm ²)	Jxid(cm ⁴)	Jyid(cm ⁴)	Jxyid(cm ⁴)	Jnd(cm ⁴)
---------	---------	-----------------------	------------------------	------------------------	-------------------------	-----------------------



Pozzo di intertratta Carlo Alberto – Relazione di
calcolo strutture

01_MTL2T1A2DSTRPCAR001-0-1

0.	-10.77	2898.250465	3.729393E+05	2.399501E+06	5.240287E+00	3.729393E+05
----	--------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Deformazioni singoli poligoni

Poligono 1:

TethaX,in.	TethaY,in.	Eps,in.	TethaX,fin.	TethaY,fin.	Eps,fin.
0.000000E00	0.000000E00	0.000000E00	1.674068E-05	2.710571E-11	1.221876E-05

$$\text{Eq.asse n.: } X*(-2,710571E-11) + Y*(1,674068E-05) + (1,221876E-05) = 0$$

Verifiche a fessurazione

Unità di misura daN, cm

Sollecitazioni riferite al baricentro

Mx	My	N	Es/Ec	Wm(mm)	Wk(mm)	Sm(mm)	Epsilon	fctd	K1	K2	Beta1	Beta2
1947000	0	-63560	15	0.1277	0.1277	350	3.6468E-04	20.6	0.8	0.5	1	0.5
1609000	0	-68220	15	0	0	0	0.0000E00	20.6	0.8	0.5	1	0.5