

**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 Generale: Politecnico - Rebaudengo**


PROGETTO DEFINITIVO		 INFRASTRUTTURE PER LA MOBILITÀ INFRA TRASPORTI 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. Azzarone Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12287J	IMPIANTI NON DI SISTEMA – ELABORATI GENERALI RELAZIONE GENERALE STAZIONI, POZZI, GALLERIE E MANUFATTI												
		ELABORATO					REV.		SCALA	DATA				
							Int.	Est.						
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A0	D	IMP	GEN	R	001	0	1	-	05/07/23

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1


REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	31/03/22	Vari	FAz	FAz	RCr
1	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	05/07/23	Vari	FAz	FAz	RCr
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 1</td> <td>CARTELLA</td> <td>12.1</td> <td>1</td> <td>MTL2T1A0D</td> <td>IMPGENR001</td> </tr> </table>						LOTTO 1	CARTELLA	12.1	1	MTL2T1A0D	IMPGENR001	STAZIONE APPALTANTE DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro						
LOTTO 1	CARTELLA	12.1	1	MTL2T1A0D	IMPGENR001													


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-0

INDICE


1.	PREMESSA	8
1.1	INQUADRAMENTO GENERALE	8
1.2	CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE E FUNZIONALI DELLA LINEA	10
1.3	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INFRASTRUTTURA CIVILE	12
1.3.1	STAZIONI	13
1.3.1.1	Concetto di Smart Station	14
1.3.2	POZZI DI INTERTRATTA	15
1.3.3	MANUFATTI DI BIVIO	16
1.3.4	MANUFATTI DI FINE TRATTA	16
1.4	CARATTERISTICHE TIPOLOGICHE FUNZIONALI DI STAZIONI, POZZI E MANUFATTI	17
1.5	DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI UTILIZZATE	19
1.6	LOCALI TECNOLOGICI DI STAZIONE	20
1.7	INQUADRAMENTO GENERALE PROGETTAZIONE IMPIANTISTICA	21
1.7.1	PROGETTAZIONE IMPIANTI TECNOLOGICI NON DI SISTEMA	22
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	23
2.1	NORME DI CARATTERE GENERALE	23
2.2	PRINCIPALI DECRETI E SISTEMI DI NORMATIVA DI RILEVANZA IMPIANTISTICA	23
2.3	NORMATIVE DI RIFERIMENTO SISTEMI DI SUPPORTO PER IMPIANTI	24
2.3.2	SISTEMI DI SUPPORTO PER IMPIANTI	24
2.3.3	SISTEMI DI ANCORAGGIO:	25
2.3.4	COMPARTIMENTAZIONI AL FUOCO PER IMPIANTI E GIUNTI LINEARI:	25
2.4	NORMATIVE DI RIFERIMENTO PROGETTAZIONE ANTINCENDIO	26
2.4.1	LEGGI GENERALI DI PREVENZIONE INCENDI	26
2.4.2	RIVELAZIONE INCENDI	26
2.4.3	ESTINZIONE INCENDI	27
2.5	NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMP. VENTILAZIONE, TERMICI E CLIMATIZZAZIONE	30
2.6	ACUSTICA	35
2.7	IMPIANTI IDRICO-SANITARI	36

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


2.8	VENTILAZIONE ANTINCENDIO	37
2.9	VIBRAZIONI	38
2.10	IMPIANTI ELETTRICI	39
2.11	CAMPI ELETTROMAGNETICI	42
2.12	IMPIANTI SPECIALI	42
2.13	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO	44
2.13.1	ASCENSORI	44
2.13.2	SCALE MOBILI	46
3.	IMPIANTI MECCANICI DI STAZIONE	47
3.1	IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO	47
3.1.1	IMPIANTO MANUALE AD IDRANTI	48
3.1.2	IMPIANTO AUTOMATICO A DILUVIO	49
3.1.3	IMPIANTO AUTOMATICO TIPO SPRINKLER	50
3.1.4	IMPIANTI WATER MIST	50
3.2	IMPIANTI DI ADDUZIONE IDRICO-SANITARIO	52
3.3	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO E RILANCIO ACQUE NERE	52
3.3.1	IMPIANTO DI AGGOTTAMENTO	52
3.3.2	IMPIANTO DI AGGOTTAMENTO E RILANCIO ACQUE NERE	54
3.4	IMPIANTI VENTILAZIONE ANTINCENDIO DI STAZIONE	55
3.5	IMPIANTI DI SOVRAPPRESSIONE E SEPARAZIONE AERAUICA	58
3.5.1	BARRIERE D'ARIA	58
3.5.2	PRESSURIZZAZIONE FILTRI	60
3.6	IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO STAZIONI	61
3.6.1	PREMESSA PRINCIPI BASE IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO DI STAZIONE	61
3.6.2	CONDIZIONAMENTO DELLE AREE APERTE AL PUBBLICO	62
3.6.3	CONDIZIONAMENTO DELLE AREE TECNICHE	63
3.6.4	DISPOSIZIONI E APPLICAZIONE LINEE GUIDA CONTROLLO LEGIONELLOSI	64
3.6.5	SISTEMA GEOTERMICO	64
3.6.6	SISTEMI PER LA PRODUZIONE DELLA ENERGIA GEOTERMICO	65

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


4.	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI STAZIONI	66
4.1	DESCRIZIONE GENERALE	66
4.1.1	CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI DI STAZIONE	66
4.2	FONTE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA PRIMARIA	71
4.3	VIE CAVI DI DISTRIBUZIONE	72
4.3.1	DISTRIBUZIONE LINEE MT	72
4.3.2	DISTRIBUZIONE LINEE BT	72
4.3.3	DISTRIBUZIONE PRINCIPALE	73
4.3.4	DISTRIBUZIONE SECONDARIA E TERMINALE	74
4.3.4.1	<i>Linee dorsali</i>	74
4.3.4.2	<i>Derivazione alle utenze "Ordinarie"</i>	74
4.3.4.3	<i>Derivazione alle utenze "di Emergenza" e "No-break"</i>	75
4.3.4.4	<i>Gruppi prese FM</i>	75
4.3.4.5	<i>Apparecchi di sezionamento e comando utenze servizi di emergenza</i>	76
4.3.4.6	<i>Apparecchi di comando alimentazione motori</i>	76
4.4	QUADRI DI STAZIONE (SECONDARI E A SERVIZIO DELLE UTENZE CONCENTRATE)	76
4.4.1	POMPE DI CALORE E QUADRI HVAC	77
4.5	ELENCO CARICHI ELETTRICI	78
4.6	GRUPPI DI CONTINUITÀ TRIFASE (CPS)	78
4.6.1	ALIMENTAZIONE DELLA RETE "NO-BREAK"	78
4.6.2	ALIMENTAZIONE DELLA RETE "LUCI DI SICUREZZA"	79
4.7	IMPIANTO DI TERRA E PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	79
4.7.1	IMPIANTI DI TERRA E DI PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI VAGANTI	79
4.7.2	PROTEZIONE DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE	81
4.8	IMPIANTI FOTOVOLTAICI	81
4.9	ILLUMINAZIONE NORMALE NELLE STAZIONI	82
4.9.1	SISTEMA DI CONTROLLO ILLUMINAZIONE	84
4.9.2	CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI	86
4.10	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA NELLE STAZIONI	86
4.10.1	CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI ILLUMINANTI DI EMERGENZA	88
4.10.2	SISTEMA DI MONITORAGGIO AUTOMATICO DELL'ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	88
4.11	IMPIANTI CORRENTI DEBOLI E SPECIALI	91
4.11.1	RIVELAZIONE INCENDI DI STAZIONE	91
4.11.2	CAVO SENSORE CON TECNOLOGIA LASER VIA DI CORSA	92
4.11.3	SEGNALETICA DI SICUREZZA	93
4.11.4	SISTEMA DI CONTROLLO ACCESSI DI STAZIONE	93
4.11.5	PREDISP. DI BIGLIETTAZIONE, VARCHI ACCESSO E CONNESSIONE UCAV-S	94
4.11.6	SISTEMA MULTICRITERIO DI STAZIONE	95

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

4.11.7	PREDISPOSIZIONI PER SISTEMI INFORMATIVI, PUBBLICITÀ, ECC.	95
5.	SISTEMA SCADA	97
5.1	SISTEMA DI CONTROLLO E GESTIONE DEGLI APPARATI NON DI SISTEMA	97
5.2	SCADA	97
5.3	TIPOLOGIA DI SOFTWARE E CARATTERISTICHE DEL FORNITORE	98
5.4	SCALABILITÀ DEL SISTEMA	98
5.5	LOGICA CLIENT-SERVER NATIVA	99
5.6	CONTROLLORI LOGICI PROGRAMMABILI (PLC)	100
6.	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO STAZIONI	101
6.1	SCALE MOBILI	101
6.1.1	CONDIZIONI AMBIENTALI	101
6.1.2	VITA TECNICA MEDIA E AFFIDABILITÀ	102
6.1.3	ABACO SCALE MOBILI	104
6.1.4	CARATTERISTICHE ANTINCENDIO DEI MATERIALI	105
6.1.5	CARATTERISTICHE TECNICHE	106
<i>6.1.5.1</i>	<i>Caratteristiche generali</i>	106
<i>6.1.5.2</i>	<i>Caratteristiche di esercizio</i>	107
<i>6.1.5.3</i>	<i>Caratteristiche principali</i>	108
<i>6.1.5.4</i>	<i>Caratteristiche elettriche</i>	108
6.2	ASCENSORI ELETTRICI	109
6.2.1	CONDIZIONI AMBIENTALI	109
6.2.2	VINCOLI FUNZIONALI PER L'ACCESSO DELLE BICICLETTE	110
6.2.3	PRINCIPALI CARATTERISTICHE TECNICHE ASCENSORI ELETTRICI	110
6.2.4	SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONE	111
6.2.5	VITA TECNICA MEDIA E AFFIDABILITÀ	112
6.2.6	ABACO ASCENSORI	114
6.2.7	CARATTERISTICHE ANTINCENDIO DEI MATERIALI	117
6.2.8	CARATTERISTICHE TECNICHE	118
<i>6.2.8.1</i>	<i>Caratteristiche Generali</i>	118
<i>6.2.8.2</i>	<i>Caratteristiche di esercizio</i>	120
<i>6.2.8.3</i>	<i>Macchina di sollevamento</i>	120
<i>6.2.8.4</i>	<i>Impianti elettrici</i>	120
7.	IMPIANTI MECCANICI DI LINEA, GALLERIA E POZZI	122
7.1	IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO	122
7.1.1	IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO DI GALLERIA	122
7.1.2	IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO DEI POZZI	122

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

7.2	IMPIANTI DI ADDUZIONE IDRICO-SANITARI DI GALLERIA E POZZI	122
7.3	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO	123
7.3.1	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO DI GALLERIA	123
7.3.2	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO DI POZZO	123
7.4	IMPIANTI VENTILAZIONE ANTINCENDIO POZZI E GALLERIA	125
7.5	IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO NEI POZZI	126
8.	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI DI LINEA, GALLERIA E POZZI	128
8.1	DESCRIZIONE GENERALE IMPIANTI DI POZZO	128
8.2	DISTRIBUZIONE PRIMARIA POZZO	129
8.3	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DI GALLERIA E DI POZZO	130
8.3.1	POZZI	130
8.3.2	GALLERIA	131
8.4	IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO	131
8.5	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA DI GALLERIA E DI POZZO	132
8.5.1	POZZI	132
8.5.2	GALLERIA	132
8.6	IMPIANTO DI TERRA DI POZZI E GALLERIE	133
8.7	FIBRE OTTICHE IN GALLERIA: PREDISP. PER IMPIANTO BIGLIETTAZIONE AUTOMATICA E CONTROLLO ACCESSI DELLE STAZIONI; CONNESSIONE UCAV-S/UCAV-P	134
8.8	IMPIANTI CORRENTI DEBOLI E SPECIALI	135
8.8.1	IMPIANTI RIVELAZIONE INCENDI DI POZZO E GALLERIA	135
8.8.2	CAVO SENSORE CON TECNOLOGIA LASER IN GALLERIA	135
8.8.3	ILLUMINAZIONE DINAMICA DI GALLERIA	136
8.8.4	ALLESTIMENTI DI SICUREZZA DI GALLERIA E DI POZZO	136
<i>8.8.4.1</i>	<i>Segnaletica di sicurezza</i>	136
<i>8.8.4.2</i>	<i>Sistema di controllo accessi di pozzo/uscite di sicurezza</i>	136
<i>8.8.4.3</i>	<i>Sensore Multicriterio pozzi</i>	137
9.	ELEMENTI DI SOSTEGNO DEGLI IMPIANTI DI EMERGENZA	138
9.1	PREMESSA	138
9.2	PRINCIPI GENERALI DI PROGETTAZIONE DEI COLLEGAMENTI	138
9.3	INTERFERENZA DI RETI IMPIANTISTICHE CON SISTEMI GESTIONE INCENDI	139


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Corografia della linea 2	9
------------------------------------	---

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Elenco delle WBS delle opere incluse nel 1° lotto costruttivo	10
Tabella 2. Elenco delle WBS delle opere incluse nel 2° lotto costruttivo	11
Tabella 3. Tabella riassuntiva delle tipologie di stazione	17
Tabella 4. Tabella riassuntiva delle tipologie Pozzi e Manufatti	18
Tabella 5. Denominazioni ed abbreviazioni Stazioni e Pozzi	19
Tabella 6. Tabella riassuntiva delle capacità delle vasche di accumulo	47
Tabella 7. Tabella riassuntiva ubicazione vasca di aggotamento	53
Tabella 8. Tabella riassuntiva quantità e ubicazione vasca di rilancio	55
Tabella 9. Tabella riassuntiva ventilatori di emergenza di stazione (estrattori fumo)	57
Tabella 10. Tabella riassuntiva barriere d'aria di stazione	58
Tabella 11. Valori Illuminotecnici locali di stazione	84
Tabella 12. Tabella tipologia Scale Mobili	101
Tabella 13. Tabella tipologica - Vita tecnica media scale mobili	102
Tabella 14. Abaco Scale Mobili	104
Tabella 15. Tabella tipologia Ascensori	109
Tabella 16. Tabella tipologica- Vita tecnica media ascensori	112
Tabella 17. Abaco Ascensori	114
Tabella 18. Vasca di aggotamento pozzi	123

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

1. PREMESSA

1.1 Inquadramento Generale


La realizzazione dell'intera linea 2, che include la tratta centrale da Anselmetti a Rebaudengo ed i prolungamenti Nord e Sud, avverrà per lotti successivi sulla base della disponibilità dei finanziamenti.

In virtù del finanziamento complessivo assegnato, per ottimizzare i tempi di realizzazione dell'opera, l'Amministrazione intende appaltare l'intera tratta Rebaudengo – Politecnico.

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, *prosegue lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione dove sono ubicate tre stazioni Giulio Cesare, S. Giovanni Bosco e Corelli*. Da quest'ultima, il tracciato 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 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 una fermata 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 curvare in direzione sud per portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.

La prima tratta funzionale è costituita dalle seguenti opere:

- 13 stazioni sotterranee
- 13 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione
- 1 pozzo di ventilazione ad inizio tratta incluso nel manufatto del deposito/officina Rebaudengo
- 1 uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi
- 2 pozzi terminali provvisori, di cui uno a fine tratta funzionale per l'estrazione della TBM, posto all'estremità del tronchino in retrostazione Politecnico e l'altro alla fine della galleria a foro cieco realizzata con metodo tradizionale.
- La galleria di linea è costituita da:
 - ✓ la galleria naturale a foro cieco realizzata con scavo tradizionale per una lunghezza complessiva di 570m circa, che va dal manufatto di retrostazione Rebaudengo alla Stazione Rebaudengo e da quest'ultima al pozzo terminale PT2 ubicato alla fine dello scavo a foro cieco e costituisce l'inizio della galleria artificiale;
 - ✓ la galleria artificiale in Cut&Cover ad uno o due livelli, per una lunghezza complessiva di circa 2.390m che collega il pozzo PT2 e le stazioni Giulio Cesare, San Giovanni

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto in retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara;

✓la galleria naturale realizzata in scavo meccanizzato mediante una TBM (Tunnel Borin Machine) avente diametro di 10,00m, che andrà dal Pozzo Novara fino al tronchino in retrostazione Politecnico per una lunghezza complessiva di circa 5.175m;

- 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.



Figura 1. Corografia della linea 2

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

1.2 Caratteristiche tipologiche e funzionali della linea

La tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico, oggetto della progettazione definitiva, è una parte della tratta centrale del PFTE (Rebaudengo – Anselmetti) di lunghezza pari a 9,7 km lungo la quale sono previste 13 stazioni di linea con un distanziamento medio interstazione di circa 673m. Nella tabella seguente sono elencate tutte le opere puntuali e le gallerie di linea suddivise in WBS (work breakdown structure) per la tratta funzionale in studio.


Alla luce di quanto sopra, la progettazione definitiva della tratta Rebaudengo-Politecnico è articolata in due lotti costruttivi:

- **1° lotto costruttivo: "Rebaudengo-Bologna"** che si sviluppa tra il deposito/officina Rebaudengo ed il pozzo Novara per una lunghezza complessiva di circa 4,0km, comprende: un primo tratto di 570m di galleria naturale a foro cieco realizzata con metodo tradizionale, il successivo tratto in galleria artificiale per una lunghezza pari a 2.390m, 6 stazioni (Rebaudengo, Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna), n. 6 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione della linea e un pozzo di inizio tratta ricavato all'interno del manufatto del deposito/officina Rebaudengo, e la di un manufatto di predisposizione per la realizzazione della futura diramazione nord verso San Mauro Torinese;
- **2° lotto costruttivo: "Bologna-Politecnico"**, che si sviluppa tra il pozzo Novara ed il pozzo terminale ubicato a fine tratta, nell'estremità sud del retrostazione Politecnico, comprende un tratto di galleria di linea pari a 5.7km, n. 7 stazioni (Novara, Verona, Mole/Giardini Reali, Carlo Alberto, Porta Nuova, Pastrengo, Politecnico), n. 7 pozzi di intertratta aventi funzione di ventilazione della linea, n. 1 avente funzione di uscita di emergenza ed un pozzo terminale per l'estrazione della TBM. In questo lotto la galleria di linea è realizzata a foro cieco con metodo meccanizzato con l'ausilio di una TBM-EPB, che avvierà gli scavi dal pozzo Novara (realizzato nell'ambito del 1° lotto funzionale) dove è prevista l'installazione del cantiere della TBM fino al retrostazione Politecnico.

Schematicamente, le WBS relative alle opere che compongono il progetto, distinte per i due lotti costruttivi sopra menzionati, sono indicate nelle seguenti tabelle.

Tabella 1. Elenco delle WBS delle opere incluse nel 1° lotto costruttivo


WBS	Descrizione WBS	Da PK	A PK	Sviluppo [m]
DRB	Deposito Officina Rebaudengo	15+236,86	15+589,47	352,61
PRB	Pozzo di inizio tratta incluso nel manufatto del deposito/officina Rebaudengo			
GN1	Galleria di linea naturale con metodo tradizionale da DRB a SRB	14+957,25	15+236,86	279,61
SRB	Stazione Rebaudengo	14+853,85	14+957,25	103,40
GN2	Galleria di linea naturale con metodo tradizionale da SRB fino al pozzo costruttivo PT2	14+561,22	14+853,85	292,63
PT2	Pozzo terminale estremità est della galleria artificiale – pozzo costruttivo per lo scavo della galleria a foro cieco dalla PK 14+560 verso stazione Rebaudengo	14+533,80	14+561,22	27,42

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

WBS	Descrizione WBS	Da PK	A PK	Sviluppo [m]
GA1	Galleria di linea artificiale da PT2 a SGC	14+151,04	14+533,80	382,76
PGC	Pozzo di intertratta Giulio Cesare		14+431,34	
SGC	Stazione Giulio Cesare	14+062,29	14+151,04	88,75
GA2	Galleria di linea artificiale da SGC a SSG	13+693,32	14+062,29	368,97
PSG	Pozzo di intertratta San Giovanni Bosco		13+902,27	
SSG	Stazione San Giovanni Bosco	13+605,13	13+693,32	88,19
GA3	Galleria di linea artificiale da SGC a SCO	13+122,58	13+605,13	482,55
PCO	Pozzo di intertratta Corelli		13+397,59	
SCO	Stazione Corelli	13+032,99	13+122,58	89,59
GA4	Galleria di linea artificiale da SCO a SCI - Manufatto di bivio nord e ramo ovest	12+398,84	13+032,99	634,15
PCI	Pozzo di intertratta Cimarosa/Tabacchi		12+672,97	
SCI	Stazione Cimarosa/Tabacchi	12+268,56	12+398,84	130,28
GA5	Galleria di linea artificiale da SCI a SBO	11+956,53	12+268,56	312,03
PBO	Pozzo di intertratta Bologna		12+074,00	
SBO	Stazione Bologna	11+838,94	11+956,53	117,59
GA6	Galleria di linea artificiale da SBO a PNO - Manufatto Retrostazione Bologna	11+630,34	11+838,94	208,60
PNO	Pozzo di intertratta Novara - pozzo partenza TBM	11+602,34	11+630,34	28,00

Tabella 2. Elenco delle WBS delle opere incluse nel 2° lotto costruttivo

WBS	Descrizione WBS	Da PK	A PK	Sviluppo [m]
PNO	Pozzo di intertratta Novara - pozzo partenza TBM	11+602,34	11+630,34	28,00
GT1	Galleria di linea naturale in TBM da PNO a SNO	11+281,96	11+602,34	320,38
SNO	Stazione Novara	11+217,66	11+281,96	64,30
GT2	Galleria di linea naturale in TBM da SNO a SVR	10+561,04	11+217,66	656,62
PVR	Pozzo di intertratta Verona		10+879,70	
SVR	Stazione Verona	10+487,44	10+561,04	73,60
GT3	Galleria di linea naturale in TBM da SVR a SMO	9+560,82	10+487,44	926,62
PMO	Pozzo di intertratta Mole/Giardini Reali		10+034,19	
EMO	Pozzo di Emergenza Mole		9+926,33	
SMO	Stazione Mole/Giardini Reali	9+496,52	9+560,82	64,30
GT4	Galleria di linea naturale in TBM da SMO a SCA	8+973,57	9+496,52	522,95
PCA	Pozzo di intertratta Carlo Alberto		9+144,80	
SCA	Stazione Carlo Alberto	8+899,97	8+973,57	73,60
GT5	Galleria di linea naturale in TBM da SCA a SPN	8+030,22	8+899,97	869,75
PPN	Pozzo di intertratta Porta Nuova		8+526,72	
SPN	Stazione Porta Nuova - interconnessione con Linea 1	7+941,62	8+030,22	88,60
GT6	Galleria di linea naturale in TBM da SPN a SPA	7+099,44	7+941,62	842,18

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

PPA	Pozzo di intertratta Pastrengo		7+415,42	
SPA	Stazione Pastrengo	7+035,04	7+099,44	64,40
GT7	Galleria di linea naturale in TBM da SPA a SPO	6+205,05	7+035,04	829,99
PPO	Pozzo di intertratta Politecnico		6+805,94	
SPO	Stazione Politecnico	6+131,45	6+205,05	73,60
GT8	Galleria di linea naturale in TBM da SPO a P01	5+925,75	6+131,45	205,70
PCB	Pozzo di intertratta Caboto		5+993,04	
PT1	Pozzo terminale della 1^ tratta funzionale nel retrostazione Politecnico (pozzo di estrazione della TBM)	5+907,75	5+925,75	18,00

Gli elementi fondamentali costituenti l'opera in esame sono: il deposito officina Rebaudengo, le stazioni, i pozzi e le gallerie che saranno sia naturali che artificiali e nel primo caso saranno realizzate sia con metodo tradizionale che con scavo meccanizzato (TBM).

1.3 Caratteristiche generali dell'infrastruttura civile

L'infrastruttura relativa alla metropolitana è caratterizzata dal Deposito-Officina realizzato fuori terra o in via subordinata parzialmente interrato, dalla galleria, dai pozzi di ventilazione e accesso, dai pozzi con solo accesso di emergenza, dai manufatti di bivio, manovra e parcheggio e dalle stazioni da 1 a 4 livelli rispondenti a varie caratteristiche tipologiche e speciali.

La linea è prevista in sotterraneo per la circolazione di convogli su doppia via di corsa.


La galleria si distingue nelle seguenti tipologie fondamentali:

- galleria artificiale in cut&cover con opere di sostegno laterali;
- galleria naturale scavata a foro cieco, con metodo tradizionale o meccanizzato, che interessa l'intero sviluppo delle tratte salvo le eventuali diverse soluzioni eventualmente implementate a seguito delle prescrizioni del Ministero dei Trasporti.

Lungo la linea sono realizzati i manufatti a servizio dell'infrastruttura come pozzi di ventilazione, accessi VV.F. ed uscite di sicurezza, deviatori.

Queste strutture sotterranee quali stazioni, pozzi, gallerie artificiali o altre strutture (manufatto di bivio, uscite di sicurezza, etc.) caratterizzate da coperture ridotte saranno realizzate secondo la metodologia costruttiva denominata CUT & COVER (C&C) che risulta essere tipica per questo tipo di strutture anche in ambiente urbano.

Tra le opere sotterranee rientrano le gallerie a foro cieco realizzate con metodo tradizionale, con scavo a piena sezione o a sezione parzializzata per la realizzazione delle gallerie di linea e delle stazioni in caverna, per i tronchini di collegamento tra manufatti isolati (i.e. pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione e/o uscita di emergenza), nonché le nicchie per alloggiamento di dotazioni impiantistiche che sono oggetto della prestazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Fanno parte dell'infrastruttura stazioni interrato con atrio fuori terra con copertura metallica vetrata per le quali sarà necessario lo sviluppo della progettazione integrata.

1.3.1 Stazioni

Sono presenti diverse tipologie di stazione, sia di tipo superficiale che profondo. La profondità del piano di rotolamento, e di conseguenza anche delle stazioni, è stata determinata in base alla minima copertura della galleria in rapporto al suo diametro o dimensione (per la scatolare), assumendo un valore di ricoprimento in media pari a circa una volta il diametro della galleria stessa.

Sono assunti valori della lunghezza delle banchine e della larghezza delle stazioni compatibili con le diverse tipologie di materiale rotabile per metropolitane automatiche di caratteristiche adeguate allo svolgimento dell'esercizio sulla linea in oggetto.

Tutte le stazioni sono caratterizzate da un atrio unico (di tipo aperto verso il piano banchina o architettonicamente separato), una o due linee di controllo (stazioni di corrispondenza con altra infrastruttura) e, per le stazioni con atrio interrato, almeno due accessi di collegamento con il livello stradale.


Ogni accesso è dotato di una scala fissa e di una scala mobile (tranne alcuni casi particolari); in almeno uno dei due è stato previsto un ascensore di collegamento dalla superficie al piano atrio.

In tutte le stazioni sono stati previsti uno o due ascensori per singola via per il collegamento atrio/banchina, utilizzabili sia in condizioni di ordinario esercizio sia in condizioni di emergenza (in relazione alla linea in oggetto) tranne ove diversamente specificato.

Su ogni banchina si innestano almeno due possibili percorsi di sfollamento, possibilmente contrapposti rispetto alla lunghezza della banchina stessa e dimensionati secondo quanto prescritto dal D.M. 21/10/2015. In condizioni di normale esercizio, ad ogni percorso è associato un flusso passeggeri specializzato (entrata o uscita).

Le stazioni seguono le seguenti tipologie primarie:

- Stazioni tipologiche a 1 livello interrato (S1L)
- Stazione speciale di corrispondenza a 2 livelli interrati (S2L)
- Stazione tipologica a 2 livelli interrati (S2L)
- Stazione speciale a 2 livelli a banchine sovrapposte
- Stazioni tipologiche con gallerie di banchina a 4 livelli interrati (S4G)
- Stazione tipologica a 3 livelli interrati (S3L)
- Stazione speciale a 4 livelli interrati
- Stazioni speciale a 4 livelli interrati di corrispondenza

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Stazione tipologica a 4 livelli interrati (S4L)

1.3.1.1 Concetto di Smart Station

Con l’emanazione del D.M. 26/06/2015 – “Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici”, funzionale alla piena attuazione della direttiva 2010/31/UE (testo consolidato nel 2018), è richiesta la realizzazione di un “*livello minimo di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell’edificio e degli impianti termici (BACS), corrispondente alla classe B, come definita nella tabella 1 della norma UNI EN 15232*” al fine di ottimizzare l’uso dell’energia negli edifici; seppure tale prescrizione, riguardante determinate tipologie di edifici, non risulti cogente per le stazioni in oggetto, essa sarà comunque considerata come utile riferimento al fine di perseguire un adeguato contenimento dei consumi energetici legati agli impianti non di sistema.


I principi base e le finalità della normativa UNI EN 15232 riguardano l’impatto dei sistemi BACS (Building Automation and Control Systems) e TBM (Technical Building Management) sulle prestazioni energetiche degli edifici. La normativa non si riferisce semplicemente a delle prescrizioni su come realizzare gli impianti di automazione edifici, ma fornisce un metodo per la stima dell’impatto dei sistemi di automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici.

La progettazione degli impianti della Linea 2 della Metropolitana, in termini di “Smart Station” nell’ottica della UNI EN 15232, si baserà sulla valutazione della domanda energetica e dei consumi elettrici in termini di “best practices”, massimizzando la richiesta di rendimento elettrico degli apparati e, per quanto possibile, utilizzando sistemi elettro-meccanici alimentati ad energia rinnovabile; è dunque previsto lo studio di sistemi di efficienza energetica attiva, che hanno la funzione di massimizzare l’efficienza energetica degli impianti tecnici delle stazioni in relazione alle condizioni ambientali esterne e ai differenti profili di utilizzo e occupazione degli ambienti.

L’obiettivo è quello di realizzare sistemi BACS e TBM “ad alte prestazioni energetiche”, tali da garantire elevate prestazioni energetiche all’impianto; più in generale, i dispositivi di controllo delle stazioni dovranno essere in grado di gestire gli impianti elettrici e di climatizzazione (HVAC) tenendo conto di diversi fattori (valori prestabiliti basati sulla rilevazione dell’occupazione, sulla qualità dell’aria, ecc.) e di includere funzioni aggiuntive integrate per le relazioni multidisciplinari tra HVAC ed i vari servizi dell’edificio (consumi carichi elettrici, illuminazione, ecc.).

Pur essendo noto che l’applicazione in oggetto (stazione metropolitana) non è coerente con gli ambiti tipici di applicazione della UNI EN 15232 (es. terziario ad uffici) per le principali tipologie applicative indicate dalla normativa, è prevista ad esempio l’adozione delle seguenti misure:

- Illuminazione: utilizzo diffuso di corpi illuminanti a LED con gestione mediante sistema di regolazione del tipo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) ovvero, laddove non sia necessaria una specifica regolazione, gli apparecchi saranno comunque equipaggiati con sorgente luminosa a LED e la relativa accensione sarà comunque monitorata dal sistema di gestione e supervisione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


- Condizionamento (si rimanda comunque alla specifica sezione del progetto):
 - è proposta la progettazione integrata, ove possibile, con sistemi geotermici, consentendo così di soddisfare parte della richiesta di energia per la climatizzazione della stazione tramite una pompa di calore geotermica, con possibilità di raggiungere valori elevati di EER (Energy Efficiency Ratio);
 - è da considerare parte integrante del concetto base dell'energy-recovery la gestione del sistema di condizionamento disponibile, sia in esercizio di ventilazione ordinaria che di condizionamento mediante il free-cooling, nelle fasce orarie e negli ambiti termoigrometrici disponibili per la città di Torino;
 - per quanto concerne il sistema di ventilazione e condizionamento dedicato al rinnovo dell'aria primaria ed al conseguimento delle condizioni di comfort per i passeggeri, si potranno mutuare le esperienze già realizzate per altre linee in termini di gestione in "real-time management", legando la portata dell'aria esterna alla reale presenza delle persone in stazione.
- Produzione energia elettrica: laddove possibile (quindi soltanto in corrispondenza delle stazioni superficiali) si prevederà l'installazione di un campo fotovoltaico per la generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile.
- Gestione dell'Energia: Sistema per il controllo dinamico dei parametri contabili e storici del profilo energetico dell'impianto, che permetta di evidenziare e prevenire le criticità che possono condurre a sprechi o guasti. Tale Sistema di monitoraggio dell'energia (integrato nella supervisione SCADA) dovrà consentire opportunità per razionalizzare i costi e tutelare macchinari, impianti e servizi.

1.3.2 Pozzi di intertratta

Nel rispetto delle disposizioni del D.M. 21/10/2015 e delle indicazioni contenute nella progettazione definitiva di riferimento sono presenti, lungo il tracciato della linea, i pozzi situati nelle intertratte tra le fermate, destinati a svolgere le funzioni di ventilazione, aggettamento, accesso per i Vigili del Fuoco e/o eventuale uscita di emergenza.

I pozzi di intertratta e ventilazione hanno le seguenti caratteristiche riferite a tipologie e ubicazioni:

- Presso infrastruttura Deposito Rebaudengo
- Su GA, in linea, dotati di doppia griglia di ventilazione
- Su manufatto nord, doppio livello, griglia unica di ventilazione
- Su manufatto nord, in linea, doppia griglia di ventilazione
- Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia di ventilazione
- Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica di ventilazione
- Su gall. TBM, uscita emergenza

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Su gall. TBM, triplo livello, griglia unica di ventilazione

1.3.3 Manufatti di bivio


Nell'ambito delle possibili diramazioni della linea verso il prolungamento nord è presente il manufatto di bivio. Il manufatto di bivio è caratterizzato dalle seguenti configurazioni:

- dalla sovrapposizione dei due binari che concorrono tra loro per poi sfioccare entrambi dando origine a quattro diverse vie, che tornano ad essere parallele a coppie per indirizzarsi ognuna nella propria direzione;
- dalla caratteristica configurazione a "salto di montone", in cui la tratta principale continua diritta, ma entrambi i binari si biforcano, dando origine a due nuove vie.

1.3.4 Manufatti di fine tratta

I manufatti di fine tratta sono posti in corrispondenza dei capolinea e sono dotati delle necessarie aste di manovra per consentire:

- l'inversione dei treni che, arrivati al capolinea, devono riprendere servizio nel verso opposto;
- il ricovero dei treni, utile per accelerare la ripresa del servizio dopo l'intervallo notturno o dopo le ore di morbida dell'esercizio.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

1.4 Caratteristiche tipologiche funzionali di stazioni, pozzi e manufatti

Le tipologie di stazione individuate secondo il tracciato di riferimento sono quelle descritte nella tabella seguente:

Tabella 3. Tabella riassuntiva delle tipologie di stazione

N.	STAZIONI	TIPOLOGIA	LIVELLI INTERRATI
TRATTA CENTRALE			
1	REBAUDENGO	Stazione speciale 2 livelli interrati di corrispondenza F.S.	2
2	GIULIO CESARE	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
3	SAN GIOVANNI BOSCO	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
4	CORELLI	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
5	CIMAROSA/TABACCHI	Stazione speciale 2 livelli interrati a banchine sovrapposte	3
6	BOLOGNA	Stazione tipo 2 livelli interrati (S2L)	2
7	NOVARA	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
8	VERONA	Stazione tipo 3 livelli interrati (S3L)	3
9	MOLE/GIARDINI REALI	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
10	CARLO ALBERTO	Stazione speciale a 4 livelli interrati (S4L speciale per il solo livello atrio)	4
11	PORTA NUOVA	Stazione speciale a 4 livelli interrati di corrispondenza F.S./Linea 1	4
12	PASTRENGO	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
13	POLITECNICO	Stazione tipo a 4 livelli interrati (S4L)	4



 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Tabella 4. Tabella riassuntiva delle tipologie Pozzi e Manufatti

POZZI E MANUFATTI		CARATTERISTICHE
TRATTA CENTRALE		
1	POZZO REBAUDENGO	Presso Deposito Rebaudengo Liv. -1
2	POZZO GIULIO CESARE	In linea con GA, doppia griglia
3	POZZO SAN GIOVANNI BOSCO	In linea con GA, doppia griglia
4	POZZO CORELLI	In linea con GA, doppia griglia
5	POZZO CIMAROSA/TABACCHI	Su manufatto nord, doppio livello, griglia unica
6	POZZO BOLOGNA	In linea su manufatto nord, doppia griglia
7	RETROSTAZIONE BOLOGNA	Su Manufatto Nord tra SBO e PNO
8	POZZO NOVARA	Su Retrostazione SBO, doppio livello, griglia unica
9	POZZO VERONA	Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia
10	POZZO MOLE/GIARDINI REALI	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
11	POZZO EMERGENZA MOLE	Su gall. TBM, uscita emergenza
11	CARLO ALBERTO	Su gall. TBM, triplo livello, griglia unica
12	PORTA NUOVA	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
13	PASTRENGO	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
14	POLITECNICO	Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia
15	RETROSTAZIONE POLITECNICO	Su Galleria TBM


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

1.5 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate

Le denominazioni e le codifiche e abbreviazioni delle Stazioni e Pozzi sono quelle descritte nella tabella seguente:

Tabella 5. Denominazioni ed abbreviazioni Stazioni e Pozzi

N.	STAZIONI	CODIFICA	POZZI	CODIFICA
1	REBAUDENGO	SRB	REBAUDENGO	PRB
2	GIULIO CESARE	SGC	GIULIO CESARE	PGC
3	SAN GIOVANNI BOSCO	SGB	SAN GIOVANNI BOSCO	PGB
4	CORELLI	SCO	CORELLI	PCO
5	CIMAROSA/TABACCHI	SCI	CIMAROSA/TABACCHI	PCI
6	BOLOGNA	SBO	BOLOGNA	PBO
7	NOVARA	SNO	NOVARA	PNO
8	VERONA	SVE	VERONA	PVE
9	MOLE/GIARDINI REALI	SMO	MOLE/GIARDINI REALI	PMO
10	CARLO ALBERTO	SCA	EMERGENZA MOLE	EMO
11	PORTA NUOVA	SPN	CARLO ALBERTO	PCA
12	PASTRENGO	SPA	PORTA NUOVA	PPN
13	POLITECNICO	SPO	PASTRENGO	PPA
14	-	-	POLITECNICO	PPO

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

1.6 Locali tecnologici di stazione

In generale, il progetto definisce l'ubicazione e il dimensionamento dei locali tecnici di sistema e civili di stazione contenenti gli impianti di sistema e non di sistema.

Per i locali tecnologici non di sistema i requisiti funzionali principali sono i seguenti:


- vano e botola di calaggio;
- vani di ventilazione antincendio con apertura diretta verso l'esterno;
- vani di ventilazione HVAC con apertura diretta verso l'esterno;
- ventilazione naturale ove possibile o, se necessario, forzata e condizionamento;
- vasca antincendio con botola di accesso dall'esterno.

In stazione, i principali locali non di sistema sono:

- locali ventilazione antincendio (due o quattro locali a seconda della tipologia di stazione);
- locale Quadri/SCADA;
- locale QNB (Quadro no-break);
- locali UPS e batterie (uno o due locali ridondati);
- locali HVAC (uno, due o quattro locali a seconda della tipologia di stazione);
- locale centrale idrica antincendio;
- locali sottocentrale idrica antincendio di sottobanchina (un locale per singola via);
- locale Water Mist;
- locale Quadri di banchina (un locale per singola via);
- locale tecnico banchina (accesso cavedio, due per singola via);
- locale impianto fotovoltaico (ove previsto).

Per i locali tecnologici di sistema i principali requisiti sono i seguenti:

- altezza netta non inferiore a 4 metri;
- vano e botola di calaggio;
- pavimento flottante;
- binari di scorrimento trasformatori a filo pavimento flottante e con adeguata struttura di supporto (ove necessario);
- ventilazione naturale ove possibile o, se necessario, forzata e condizionamento;
- impianto e/o ventilazione antincendio (ove richiesto)
- dispositivi tagliafiamma in conformità con le norme.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

In stazione, i locali di sistema sono principalmente:


- locale telecomunicazioni;
- locale telecomando/segnalamento;
- locale sottostazione elettrica (SSE);
- locale adduzione da società elettrica;
- locale cabina di bassa tensione
- Locali QGBT 1/2;
- locale UPS e batterie;
- locale cabine di trasformazione MT/BT;
- locale sezionatori;
- locali cortocircuitatore (uno per via di corsa);
- locale bigliettazione;
- area o locale quadri porte di banchina.

Sono inoltre presenti in stazione:

- locale bigliettazione/Gestore emettitrici;
- locale V.V.F.;
- locale sorvegliante (ove presente);
- locale spogliatoi/pulizie (ove presente);
- locale WC (ad uso del personale);
- locali a disposizione.

1.7 Inquadramento generale progettazione impiantistica


La progettazione degli impianti non di sistema della Linea 2 della Metropolitana di Torino è basata su un criterio di armonizzazione delle "best practices" internazionali riferite al contesto delle metro moderne, con particolare riferimento all'innovazione e all'eco-compatibilità. Gli scenari di attuazione del progetto dovranno essere comunque basati sui requisiti normativi applicabili e propedeutici alla corretta progettazione del contesto impiantistico, con l'essenziale riferimento al D.M. 21/01/2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane". Il contesto impiantistico dovrà essere armonizzato a quello funzionale, civile ed architettonico al fine di inserire i contenuti impiantistici nell'ambito delle predisposizioni e delle finiture in modo organico. La carta dell'architettura dovrà inoltre essere considerata un'interfaccia privilegiata al fine assecondare la selezione delle tipologie, dell'utilizzo degli spazi così come della luce all'interno delle stazioni.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

1.7.1 Progettazione Impianti Tecnologici non di Sistema

Le dotazioni impiantistiche non di sistema sviluppate nel PFTE costituiscono la base progettuale sulla quale è strutturato il Progetto Definitivo, sono stati presi in esame i seguenti sistemi primari inerenti le aree interne ed esterne relative alle opere di stazione, galleria, pozzi e manufatti:

- Impianti di ventilazione di emergenza antincendio (smoke ventilation)
- Impianti di sovrappressione e separazione aeraulica (filtri pressurizzati, barriere aria)
- Impianti di ventilazione ordinaria (immissione, estrazione)
- Impianti termici e di condizionamento (HVAC)
- Interpretazione e ingegnerizzazione delle Analisi fluidodinamiche e modellazione fumi SES/CFD per la galleria, i manufatti, le stazioni.
- Analisi energetiche di edificio (ex-Legge10) ove richiesto.
- Impianti geotermici (ordinari e da geostrutture energetiche)
- Impianti idrici antincendio (norma EN)
- Impianti antincendio (gas ove presente)
- Impianti meccanici (altri), idrico sanitari, adduzione acque e scarichi
- Impianti di aggettamento in pressione e drenaggio acque a gravità
- Impianti elettrici e forza motrice
- Impianti di messa a terra e protezione correnti vaganti
- Impianti di protezione scariche atmosferiche
- Impianti di illuminazione
- Impianti fotovoltaici (Stazioni S1L)
- Impianti di rivelazione incendi (differenti tipologie a seconda della parte d'opera)
- Impianti speciali e correnti deboli
- Impianti di sollevamento (scale mobili e ascensori)
- Impianti di supervisione e controllo
- Interfaccia impianti opere di sistema (correnti forti, telecomunicazione, dati, segnalamento, telecomando, porte di banchina, Scada etc.)
- Interfaccia impianti di controllo varchi ed emettitrici (Bigliettazione automatica)

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO


2.1 Norme di carattere generale

La progettazione definitiva è strutturata facendo riferimento alle seguenti norme nazionali:

- D.lgs. n. 50 del 18/04/2016 e s.m.i.: Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.
- D.P.R. n. 207 del 5/10/2010: Regolamento di attuazione nelle parti ancora in vigore.
- D.M. n. 560 del 01/12/2017 (come modificato dal d.m. MIMS 2 agosto 2021, n. 312): Modalità e i tempi di progressiva introduzione, da parte delle stazioni appaltanti, delle amministrazioni concedenti e degli operatori economici, dell'obbligatorietà dei metodi e degli strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione delle opere e relative verifiche.
- UNI 11337:2017-2018 - Edilizia e opere di Ingegneria Civile: Gestione digitale dei processi informativi:
 - Parte 1 – Descrizione dei modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotto e processi
 - Parte 4 – Evoluzione e sviluppo di tali modelli, elaborati e oggetti informativi
 - Parte 5 – Flussi informativi nei processi digitalizzati
 - Parte 6 – Redazione del capitolato informativo
 - Parte 7 - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza delle figure coinvolte nella gestione e nella modellazione informativa.

2.2 Principali decreti e sistemi di normativa di rilevanza impiantistica

- Decreto Ministero dell'Interno 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- Decreto del Ministero dell'Interno 3 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- Decreto del Ministero dell'Interno 15 settembre 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


- Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 17 “Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori”.
- Eurocodici.
- Norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione).
- Norme ISO (International Organization for Standardization).
- Norme UNI EN – UNI ISO – UNI EN ISO.
- Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).
- Norme CNR (Consiglio Nazionale Ricerche).
- Norme UNIFER.
- Normative, Linee Guida e prescrizioni Ispettorato del Lavoro, ISPESL e ASL.

2.3 Normative di riferimento sistemi di supporto per impianti

Come integrazione e specificazione di quanto descritto nella documentazione a base di gara, ai fini della redazione del Progetto Preliminare si elencano di seguito i principali riferimenti normativi nazionali ed europei relativi i sistemi di supporto da applicare per l’installazione degli impianti in generale. Le indicazioni contenute nelle normative sono pertanto valide per tutte le installazioni impiantistiche:

2.3.2 Sistemi di supporto per impianti

- DM 17/01/2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 “Istruzioni per l’ applicazione dell’ Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” .
- Eurocodice 1-Azioni sulle strutture:
 - UNI EN 1991-1-2:2004 Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco.
- Eurocodice 2-Progettazione delle strutture di calcestruzzo:
 - UNI EN 1992-1-1:2015 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1992-1-2:2019 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- Eurocodice 3-Progettazione delle strutture di acciaio:
 - UNI EN 1993-1-1:2022 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1993-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio;
 - UNI EN 1993-1-3:2007 Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo;
 - UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


- UNI EN 1993-1-9:2005 Parte 1-9: Fatica.
- Eurocodice 8-Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
 - UNI EN 1998-1:2013 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1998-4:2006 Parte 4: Silos, serbatoi e condotte.
- Eurocodice 9 Progettazione delle strutture di alluminio:
 - UNI EN 1999-1-1:2014 Parte 1-1: Regole strutturali generali;
 - UNI EN 1999-1-2:2007 Parte 1-2: Progettazione strutturale contro l'incendio;
 - UNI EN 1999-1-3:2011 Parte 1-3: Strutture sottoposte a fatica;
 - UNI EN 1999-1-4:2011 Parte 1-4: Lamiere sottili piegate a freddo.

2.3.3 Sistemi di ancoraggio:

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- Eurocodice 2-Progettazione delle strutture di calcestruzzo:
 - UNI EN 1992-4:2018 Parte 4: "Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo".

2.3.4 Compartimentazioni al fuoco per impianti e giunti lineari:

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. 03.08.2015 "Codice di Prevenzione Incendi";
- D.M. 16.02.2007 Sezione A.4.5 (Classificazione resistenza al fuoco) / Allegato B.8;
- D.P.R. n°151 01.08.2011 "Nuovo regolamento di prevenzione incendi";
- EN13501-2 2016 "Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione";
- EN1366-3 2022 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi";
- EN1366-4 2021 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi".

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


2.4 Normative di riferimento progettazione antincendio

2.4.1 Leggi Generali di Prevenzione Incendi

- DECRETO 21/10/2015 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane.
- DECRETO 3 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- DECRETO del Ministero dell'interno del 20/12/2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro gli incendi installate nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi".
- D.P.R. n°151 del 01/08/2011 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
- D.M. 30/11/1983 Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi
- Decreto 7 gennaio 2005 Ministero dell'Interno. Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio.
- D. M. del 10 marzo 1998 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";

2.4.2 Rivelazione incendi

- UNI EN 54: 2006/2021 - Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio.
- UNI 9795: 2021 – fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11224: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


2.4.3 Estinzione incendi

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)


- Decreto 18/10/2019: Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministero dell'Interno 3 Agosto 2015 recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 8/3/2006 n. 139";
- Decreto 15/05/2020: "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, per le attività di autorimesse";
- Decreto Ministeriale 12 Aprile 2019: Modifiche al decreto 3 agosto recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 8/3/2006 n. 139";
- Legge, 1 marzo 1968, nr. 186;
- D.M.I. 20/12/12 "Impianti di protezione attiva antincendi";
- Decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 recante: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3/08/2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.P.R. 01/08/2011 n.151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 49, comma 4-quater, del decreto-legge 317572010 n.78 convertito, con modificazioni, dalla legge 30/7/2010 n.122;
- Decreto 07/08/2012 recante: "Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e della documentazione da allegare, ai sensi dell'art. 2, comma 7 del DPR 151/11";
- DM. 22 Gennaio 2008 n. 37

PRINCIPALI NORMATIVE UNI-EN:

- UNI 10779:2021 Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11292:2019 Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali.
- UNI EN12845:2020 Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler Progettazione, installazione e manutenzione.
- UNI 14384-2006 Idranti antincendio a colonna soprasuolo.
- UNI EN 14339-2006 Idranti antincendio sottosuolo
- UNI EN 14972-1:2021 Installazioni fisse antincendio - Sistemi ad acqua nebulizzata - Parte 1: Progettazione, installazione, controllo e manutenzione.
- UNI EN 13565-1:2019 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 1: Requisiti e metodi di prova per i componenti.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


- UNI EN 13565-2:2021 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 2: Progettazione, costruzione e manutenzione.
- UNI EN 1452-2010b Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U).
- UNI EN 804-2020 Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI EN 671- 1 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide.
- UNI EN 671- 2-2012 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 671- 3 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni – Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 694-2014 Tubazioni semirigide per sistemi fissi antincendio.
- UNI EN 10224-2006 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10255-2007 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 12201 2012-2013 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE)
- UNI EN 14540-2014 Tubazioni antincendio – Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi.
- EN 2-2005 Classificazione dei fuochi
- UNI EN 3-7 2008 Estintori d'incendio portatili - Parte 7: Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova
- UNI EN 1866-1 2008: Estintori carrellati d'incendio - Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova
- UNI EN 9994-2013 Apparecchiature per estinzione incendi - Estintori di incendio - Parte 1: Controllo iniziale e manutenzione
- UNI 810 Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite.
- UNI 814 Apparecchiature per estinzione incendi - Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili.
- UNI 7421 Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI 7422 Apparecchiature per estinzione incendi – Sistemi di fissaggio per tubazioni appiattibili prementi.
- UNI EN ISO 15493 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (ABS, PVC-U e PVC-C). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- UNI EN ISO 15494 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (PB, PE e PP). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
- UNI EN ISO 14692 Industrie del petrolio e del gas naturale – Tubazioni in plastica vetro-rinforzata.
- UNI 11443 Sistemi fissi antincendio - Sistemi di tubazioni - Valvole di intercettazione antincendio
- UNI CEN/TS 14816:2009 "Installazioni fisse antincendio - Sistemi spray ad acqua - Progettazione, installazione e manutenzione";
- UNI EN 12259-2:2006 Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2;

PRINCIPALI NORMATIVE NFPA (SOLO RIFERIMENTO):

- NFPA 13:2013(NPFA 13:2022) Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
- NFPA 14:2013 (NPFA 14:2019) Standard for the Installation of Standpipes and Hose Systems.
- NFPA 15:2012 (NPFA 15:2022) Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection.
- NFPA 20:2013 (NPFA 20:2022) Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.
- NFPA 22:2013 (NPFA 22:2023) Standard for Water Tanks for Private Fire Protection.
- NFPA 25:2014 (NPFA 25:2023) Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems.
- NFPA 72:2016 (NPFA 72:2022) National Fire Alarm and Signaling Code.
- NFPA 90A: 2018 (NPFA 90A:2021) Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems.
- NFPA 92:2018 (NPFA 92:2021) Standard for Smoke Control Systems.
- NFPA 101: 2018 (NPFA 101:2021) Life Safety Code.
- NFPA 130:2017 (NPFA 130:2023) Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.
- NFPA 204: 2018 (NPFA 204:2021) Standard for Smoke and Heat Venting.
- NFPA 750:2015 (NPFA 750: 2023) Standard on Water Mist Fire Protection Systems.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


2.5 Normative di riferimento Imp. ventilazione, termici e climatizzazione

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)


- Legge n. 10/91 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- D.Lgs. n. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- D.Lgs. n. 311/06 "Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- Decreto Del Presidente Della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- DECRETO LEGISLATIVO 3/03/2011, n. 28 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- DGR n. 46-11968 4/08/2009 Regione Piemonte e s.m.i. - Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria [...]
- D.M. 1° dicembre 1975 - D.lgs. n. 26/16 - D.M.01/12/04 n°329 Attrezzature in pressione
- Linee Guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi, Ministero della Salute e disposizioni Regione Piemonte in materia (in riferimento anche agli impianti Idrico Sanitari).
- Regione Piemonte n.109 del 04.03.2008 Raccomandazioni per la sorveglianza, la prevenzione e il controllo delle polmoniti da Legionella - Campo di applicazione: strutture sanitarie pubbliche e private.

PRINCIPALI NORMATIVE


- UNI 10339:1995 - Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI 10349: 2016 (1-2-3) - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
- UNI 10375:2011 - Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- UNI EN ISO 7730: 2006 - Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.
- UNI/TS 11300-1/6: 2010-2019 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI EN 12237:2004 - Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica.
- UNI EN 1507:2008 - Ventilazione degli edifici - Condotte rettangolari di lamiera metallica - Requisiti di resistenza e di tenuta.
- UNI EN 16798-1:2019 - Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6.
- UNI CEN/TR 16798-2:2020 Prestazioni energetiche degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 2: Interpretazione dei requisiti della norma EN 16798-1 - Parametri di input ambientale interno per la progettazione e la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica (Modulo M1-6).
- UNI EN 16798-3:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- UNI CEN/TR 16798-4:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 4: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-3 - per gli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- UNI EN 16798-5-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 5-1: Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di ventilazione (Moduli M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8) - Metodo 1: Distribuzione e generazione.
- UNI CEN/TR 16798-6:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 6: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-5-1 e nella EN 16798-5-2 - Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di ventilazione e condizionamento dell'aria (Moduli M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8).
- UNI EN 16798-7:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 7: Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici compresa l'infiltrazione (Moduli M5-5).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- UNI CEN/TR 16798-8:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 8: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-7 - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici incluse le infiltrazioni (Modulo M5-5).
- UNI EN 16798-9:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 9: Metodi di calcolo per il fabbisogno energetico dei sistemi di raffreddamento (Moduli M4-1, M4-4, M4-9) – Generalità.
- UNI CEN/TR 16798-10:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 10: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-9 - Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di raffrescamento (Moduli M4-1, M4-4, M4-9) – Generalità.
- UNI EN 16798-17:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 17: Linee guida per l'ispezione degli impianti di ventilazione e condizionamento dell'aria (Modulo M4-11, M5-11, M6-11, M7-11).
- UNI EN 12831-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti, Modulo M3-3.
- UNI EN ISO 52017-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Carichi termici sensibili e latenti e temperature interne - Parte 1: Procedure generali di calcolo.
- UNI EN ISO 52016-1:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo.
- UNI EN ISO 13788:2013 - Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 14683:2018 - Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.
- UNI EN ISO 6946:2018 - Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 10211:2018 - Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati.
- UNI EN ISO 16890-1:2017 Filtri d'aria per ventilazione generale - Parte 1: Specifiche tecniche, requisiti e sistema di classificazione dell'efficienza basato sul particolato (ePM).
- UNI EN 1861:2000 - Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Diagrammi di flusso del sistema e diagrammi delle tubazioni e della strumentazione - Disposizione e simboli.
- UNI EN 12102-2:2019 - Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore, raffreddatori di processo e deumidificatori con compressori azionati elettricamente - Determinazione del livello di potenza sonora - Parte 2: Scaldacqua a pompa di calore.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- UNI EN 14511 1-4:2022 Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico.
- UNI EN 16147:2017 Pompe di calore con compressore elettrico - Prove, valutazione delle prestazioni e requisiti per la marcatura delle apparecchiature per acqua calda sanitaria.
- UNI EN 12309-1:2015 - Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Parte 1: Termini e definizioni.
- UNI EN 12309-2:2015 - Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Parte 2: Sicurezza.
- UNI EN 12599:2012 - Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti di ventilazione e di condizionamento dell'aria.
- UNI EN 378-1:2021 - Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione.
- Ambiente e atmosfera


Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Decisione 2004/470/CE del 29/04/2004 e s.m.i. (2004/470/CE R01) - Decisione della Commissione sugli orientamenti per un metodo di riferimento provvisorio per il campionamento e la misurazione delle PM_{2,5}.
- Direttiva 2008/50/CE e s.m.i.- Qualità aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D.P.R. 203/88 e s.m.i. - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183.
- D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i. – Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti;
- D.M. 25 agosto 2000 - Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203;
- L. 23 Marzo 2001, n. 93 e s.m.i. – Disposizioni in campo ambientale;
- D.Lgs. 21/5/2004 n. 171 - Attuazione della direttiva 2001/81/Ce relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- D.Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell’art. 1 della L. 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.Lgs. 26 Giugno 2008, n. 120 – Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 3 Agosto 2007, n. 152 – Attuazione della Dir. 2004/107/CE concernente l’arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli IPA nell’aria ambiente;
- D.Lgs. 29 Giugno 2010, n. 128 – Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.Lgs. 13 Agosto 2010, n. 155 e s.m.i. – Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa.
- Legge 12 Agosto 2016, n. 170 - Delega al Governo per il recepimento delle direttive europee e l'attuazione di altri atti dell'Unione europea - Legge di delegazione europea 2015.
- L.R. 7/4/2000 n. 43 - Disposizioni per la tutela dell’ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell’aria;
- D.G.R. n. 27-614 del 31/07/2000 - Raccomandazioni per la popolazione esposta ad episodi acuti di inquinamento da Ozono;
- L.R. 18 Febbraio 2010, n.5 – Norme sulla protezione dai rischi da esposizione a radiazioni ionizzanti;
- D.G.R. 27 luglio 2011, n. 70-2479 Attuazione della Legge Regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento dello Stralcio di Piano 5.1 del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.G.R. 30 maggio 2016, n. 29-3386 - Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Armonizzazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria con gli aggiornamenti del quadro normativo comunitario e nazionale.
- D.G.R. 5 giugno 2017, n. 13-5132 - Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 e legge regionale 7 aprile 2000, n. 43. Adozione della Proposta di Piano Regionale di Qualità dell'Aria e approvazione del Rapporto Ambientale ai sensi dell'articolo 13 del decreto legislativo 152/2016.
- D.G.R. n. 42-5805 del 20 ottobre 2017.
- D.G.R. 9 agosto 2019, n. 8-199.
- Direttive e notifiche ASL TO nel contesto specifico.
- Direttive e notifiche ARPA nel contesto specifico.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

2.6 Acustica

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- DPCM 1/3/1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- L. 26/10/1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DM 11/12/1996: Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo ubicati nelle zone diverse da quelle esclusivamente industriali o le cui attività producono i propri effetti in zone diverse da quelle esclusivamente industriali (G.U. n. 52 del 4/3/97).
- DPCM 14/11/1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- DM 16/3/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- DPR 18/11/1998, n. 459 - Regolamento recante norme di esecuzione dell'Art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario
- L. 09/12/98 n. 426 – Nuovi interventi in campo ambientale
- DM 29/11/2000 - Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- L. 31/7/02, n. 179 – Disposizioni in materia ambientale
- D.Lgs. 4/9/2002, n. 262: Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. (GU n. 273 del 21-11-2002- Suppl. Ordinario n.214)
- Decreto 24/7/2006 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare – Modifiche dell'allegato I - Parte b, del D.Lgs. 4/9/2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno. (GU n. 182 del 7/8/2006)
- DPR 30/3/2004, n. 142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447
- Circolare 6/9/2004: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004)
- D.Lgs. 19/8/2005, n. 194 – Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005)

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


- D.Lgs. 9/4/08, n. 81 – Attuazione dell’art. 1 della L. 3/8/07, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.Lgs. 27/1/10, n. 17 – Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori
- D.Lgs. 17/2/2017, n. 42 - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.
- Legge Regionale 20/10/2000, n.52
- D.G.R. 27 giugno 2012 n. 24-4049: Disposizioni per il rilascio da parte delle Amministrazioni comunali delle autorizzazioni in deroga ai valori limite per le attività temporanee, ai sensi dell'articolo 3, comma 3, lettera b) della l.r. 25 ottobre 2000, n. 52.
- D.G.R. 2/2/2004, n. 9-11616 (BURP n. 5 del 5/2/2004, SO n.2): L.R. n. 52/2000, art. 3, comma 3, lettera c). Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico.

PRINCIPALI NORMATIVE

- UNI 8199:2016 Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti.
- UNI EN ISO 3746:2011 - Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora e dei livelli di energia sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione della pressione sonora - Metodo di controllo con una superficie avvolgente su un piano riflettente.

2.7 Impianti Idrico-sanitari


- D.M. n. 443/90 per il trattamento delle acque destinate ai consumi civili.
- D.Lgs. N° 152 del 11/05/99 e successive modifiche ed integrazioni, contenenti norme per la tutela delle acque dall’inquinamento.
- UNI 9182: 2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d’acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- Norma UNI EN 12056-1/5 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici.
- UNI EN ISO 9906: 2012 Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione - Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C);
- UNI EN 806 1-3: 2008 - Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 1-3.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- UNI EN 752:2017 - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici - Gestione del sistema di fognatura.
- UNI EN 1333:2007 Flange e loro giunzioni - Componenti di reti di tubazioni - Definizione e selezione del PN.

2.8 Ventilazione Antincendio

- UNI EN 12101-1/8:2006-2022: Sistemi per il controllo di fumo e calore.
- UNI EN 12101-3:2015 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Specifiche per gli evacuatori forzati di fumo e calore
- UNI EN 12101-7:2011 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 7: Condotte per il controllo dei fumi
- UNI EN 12101-8:2011 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 8: Serrande per il controllo dei fumi
- UNI EN 15650:2010 Ventilazione degli edifici - Serrande tagliafuoco
- UNI EN 13501-4:2016: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo
- UNI UNIFER 8686-1/7:1985 Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni.
- UNI 9494-1: 2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SENFEC).
- UNI 9494-2: 2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFC).
- UNI 9494-3: 2014 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore
- UNI 1366-1: 2020 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 1: Condotte di ventilazione
- UNI EN 1366-8:2005 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 8: Condotte di estrazione fumo.
- UNI EN 1366-9:2008 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 9: Condotte di estrazione del fumo per singolo comparto.
- UNI EN ISO 1461:2022- Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
- UNI EN ISO 12944 1-8:2017-2019 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 1-8 (riferibile anche agli altri contesti impiantistici inerenti la protezione dalla corrosione).
- UNI EN 15423:2008 - Ventilazione degli edifici - Misure antincendio per i sistemi di distribuzione dell'aria negli edifici.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- ASHRAE codes
- SEDH: Subway Environmental Design Handbook, Volume I, Principles and Applications

2.9 Vibrazioni

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica


- ANSI S3.29 - "Guide to the evaluation of human exposure to vibration in buildings" (American National Standard) – Acoustical Society of America, New York – 1983;
- BS 6472 - "Evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 to 80 Hz)"- British Standards Institution – 1984;
- DIN 4150 - "Structural Vibration I Buildings" – 1986;
- ISO 2631/1 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte 1: Specifiche generali;
- ISO 2631/2 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo -Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz);
- UNI EN ISO 8041-1:2017 Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 1: Strumenti per la misura di vibrazioni per uso generale
- UNI EN ISO 8041-2:2021 Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 2: Strumenti per la misura dell'esposizione personale alle vibrazioni
- UNI 9614 (2017) Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo; Norma internazionale ISO 4866 (prima edizione 1990) Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici.
- UNI 9916 (2014) Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.
- UNI ISO 10816-3:2018 - Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 3: Macchine industriali con potenza nominale maggiore di 15 kW e velocità di rotazione nominale compresa tra 120 giri/min e 15 000 giri/min, quando misurate in opera.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

2.10 Impianti elettrici

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Legge 1/03/1968 - N° 168, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 Marzo 1968:
 - "Art. 1 - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte";
 - "Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte".
- Legge n.46 del 5/3/90 "Norme per la sicurezza degli impianti" (articoli non abrogati dal D.M. n°37 del 2008).
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- D.M. 11 giugno 1992 - Approvazione dei modelli dei certificati di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali delle imprese e del responsabile tecnico ai fini della sicurezza degli impianti.
- D.P.R. n°462 del 22/10/2001 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Prescrizioni della Società erogatrice dell'energia elettrica competente per la zona.
- Le leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.
- Le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.
- Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 maggio 2016, n. 86 Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.


- Regolamento UE n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (c.d. "regolamento CPR")

PRINCIPALI NORMATIVE

- Norma CEI 64-8 edizione 2021 (e successive varianti) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI EN 61936-1 Norma CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni".
- Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.".
- Norma CEI 64-12 Anno 2019 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- CEI 81-29 Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305
- CEI EN IEC 62858 "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" - Maggio 2020.
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) "Protezione contro i fulmini. Principi generali".
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) "Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio".
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) "Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) "Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture".
- CEI 81-27 "Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione".
- CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305"
- IEC EN 60034-30-1 Rotating electrical machines - Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code).
- UNI EN 12464/2 – Anno 2014 - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno".
- UNI EN 12464/1 Anno 2021 - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni".
- UNI UNIFER 8097 - Anno 2004 - "Metropolitane - Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie".
- UNI EN 1838 - Anno 2013 – "Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza".

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- UNI EN ISO 52120-1:2022 Prestazione energetica degli edifici - Contributo dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici - Parte 1: Quadro generale e procedure
- UNI 8686-7 - Anno 1987 – “Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni. Locali di servizio per il pubblico.
- EN 50575 (CPR UE305/11) “Power, control and communication cables - Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements.
- CCEI EN 61058-1 2019 Interruttori per apparecchi Parte 1 Prescrizioni generali
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-37 - Guida all’esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria – Riferimento come guida;
- CEI EN 61439 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-22 - Prova dei cavi non propaganti l’incendio;
- CEI 20-40 - Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50565-1 Cavi elettrici - Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U);
- CEI 20-67 - Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- CEI-UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI-UNEL 35026 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI EN 60598 – Apparecchi di illuminazione.
- UNI EN 13032-1 Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- UNI EN 13032-2 - Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno.
- UNI EN 12665 - Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici;
- Rapporto tecnico CIE 97 - Maintenance of Indoor Electric Lighting System


2.11 Campi Elettromagnetici

- Direttiva 2013/35/UE. “• Protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai CEM (campi elettromagnetici)”.
- Direttiva 2008/46/CE. Modifica la direttiva 2000/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).
- Legge Quadro 36/01 e s.a.i. sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

2.12 Impianti speciali

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)


- Direttiva 1999/05/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio “On radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity”
- Nuova direttiva RED 2014/53 UE (direttiva Radio Equipment Directive) 2014/53/UE, che sostituisce la direttiva R&TTE (Radio and telecommunications Terminal Equipment) 1999/05/CE
- Circolare n. GM/123709/4517DL/CR del Ministero delle Comunicazioni “Istruzioni in ordine alla direttiva 1999/05/CE riguardante le apparecchiature radio e le apparecchiature terminali di telecomunicazioni e il reciproco riconoscimento della loro conformità”
- DM 381/1998 “Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana”
- Legge quadro 36/2001 sulla protezione delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- DPCM 08/07/2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100kHz e 300GHz”

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Legge della Regione Piemonte 19/2004 "Nuova disciplina regionale sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- Legge n.186 del 1/3/1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici"
- Le leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.
- Le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.
- Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- Legge n° 447 del 26/10/95 "Legge quadro sull' inquinamento acustico"

PRINCIPALI NORMATIVE

- CEI 11-27/1 "Sicurezza nei lavori di impiantistica elettrica e di manutenzione"
- CEI 111 "Esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza"
- CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10kHz – 300GHz, con riferimento all'esposizione umana"
- CEI EN 50173 "Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio strutturato"
- CEI EN 55022 "Apparecchi (CEI 110-5;Ab) per la tecnologia dell'informazione – Caratteristiche di radiodisturbo – Limiti e metodi di misura" e variante
- CEI EN 62368-1: (CEI 108-17) "Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione – Sicurezza"
- CEI EN 50121 "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Compatibilità elettromagnetica"
- Standard ETSI/CENELEC sulla compatibilità elettromagnetica
- Standard CENELEC sulla sicurezza delle apparecchiature per la tecnologia dell'informazione
- UNI ISO 7240-19 2010 "Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza"

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


- UNI CEN/TS 54-32 2015 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio - Parte 32: Pianificazione, progettazione, installazione, messa in servizio, esercizio e manutenzione dei sistemi di allarme vocale"
- CEI EN 50849:2019-02 "Sistemi di allarme sonoro per applicazioni di emergenza".
- UNI EN 54-4 2007 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 4: Apparecchiatura di alimentazione"
- UNI EN 54-16 2008 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 16: Apparecchiatura di controllo e segnalazione per i sistemi di allarme vocale"
- UNI EN 54-24 2008 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 24: Componenti di sistemi di allarme vocale – Altoparlanti"

2.13 Impianti di sollevamento

2.13.1 Ascensori

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)


- D.M. 10/01/2017, n° 23 recante Regolamento concernente modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 30 aprile 1999, n. 162, per l'attuazione della direttiva 2014/33/UE relativa agli ascensori ed ai componenti di sicurezza degli ascensori nonché per l'esercizio degli ascensori.
- D.M: 9/03/2015 - Disposizioni relative all'esercizio degli ascensori in servizio pubblico destinati al trasporto di persone.
- DPR n° 8 del 19/01/2015 "Norme relative all'esercizio degli ascensori in servizio pubblico destinati al trasporto persone".
- DPR 24/07/1996 n° 503 "Regolamento recante le norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici" (e, conseguentemente, alla norma tecnica EN 81.70).
- D.M. n° 236 del 14/06/1989, "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche".
- D.P.R. n° 268 del 28/03/1994, "Regolamento recante attuazione della direttiva n. 90/486 CEE relativa alla disciplina degli ascensori elettrici, idraulici od oleoelettrici".
- D.M. 27/01/2010, n° 17 Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori.
- D.P.R. n° 162 del 30/04/1999 (Direttiva ascensori 95/16 CE oggi sostituita con 2014/33UE), modificato ed integrato dal D.P.R. 7/05/2002 n° 129 e D.P.R. n° 214 del 5/10/2010.
- D.M. 15/09/2005 Norme sugli ascensori nelle attività soggette ai controlli V.V.F.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- D.P.R. 753 del 11/07/1980 Nuove norme in materia di Polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto.

PRINCIPALI NORMATIVE

- UNI EN 81-70:2022 "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori e montacarichi - Parte 70: Accessibilità agli ascensori delle persone, compresi i disabili".
- UNI EN 81-71:2022 Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per trasporto di persone e merci - Parte 71: Ascensori resistenti ai vandali.
- UNI EN 81-72:2020 Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per passeggeri e per merci - Parte 72: Ascensori antincendi.
- UNI EN 81-73:2020 Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori - Applicazioni particolari per ascensori per persone e per merci - Parte 73: Comportamento degli ascensori in caso di incendio
- Ascensori elettrici UNI EN 81-20 2020 "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Ascensori per il trasporto di persone e cose".
- Ascensori elettrici UNI EN 81-50 2020 "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione degli ascensori – Verifiche e prove. Regole di progettazione, calcoli, verifiche e prove dei componenti degli ascensori".
- Direttiva ascensori 2014/33UE (sicurezza, costruzione, procedure di valutazione della conformità).
- EN 81.58 Porte tagliafuoco per impianti elevatori
- Direttiva Compatibilità EMC 89/336/CEE.
- UNI EN 81-28 Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di ascensori - Ascensori per il trasporto di persone e merci - Parte 28: Teleallarmi per ascensori e ascensori per merci

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

2.13.2 Scale mobili

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)


- D.M. 18/09/1975, Ab "Norme tecniche di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle scale mobili in servizio pubblico" – come riferimento.
- D.L. 27/01/2010, n. 17 Attuazione della direttiva 2006/42/CE.
- D.P.R. 24/7/96 n. 459, "Regolamento per l'attuazione delle Direttive Europee 89/392/CE (rispondenze dei materiali alle norme UNI-CEI od europee equivalenti) – come riferimento.
- D.P.R. 753 del 11/07/1980 Nuove norme in materia di Polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto.

PRINCIPALI NORMATIVE

- UNI EN 115-1:2017, "Regole di sicurezza per la costruzione e l'installazione di scale mobili e marciapiedi mobili".
- Direttiva relative alle macchine 2006/42/CE
- Direttiva Compatibilità EMC

NOTA:

Sono considerati acquisiti tutti gli eventuali aggiornamenti normativi e legislativi intercorsi o che saranno attivi nel contesto della progettazione dopo la emissione del presente documento.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

3. IMPIANTI MECCANICI DI STAZIONE


Si presenta di seguito una descrizione degli impianti presenti nelle varie tipologie di stazione, tali caratteristiche sono ritenute a titolo generale per la valutazione del contesto tecnico dell'opera, si specifica che, in ogni caso, per singola tipologia di stazione le caratteristiche saranno quelle descritte nei documenti relativi specifici per singola disciplina e tipologia di stazione, pozzo, galleria

3.1 Impianti idrici antincendio

La protezione attiva viene realizzata mediante la distribuzione delle linee idranti, sprinkler, e diluvio di stazione alimentati da sistemi di pompaggio connessi ad una alimentazione idrica di tipo singolo superiore come da UNI EN 12845 (Capo VI.2.2). In ogni caso è stata prevista la disposizione di una vasca di accumulo a capacità totale per ciascuna stazione dimensionata al fine di corrispondere a tutti gli scenari di emergenza ipotizzati secondo quanto di seguito riepilogato:

Tabella 6. Tabella riassuntiva delle capacità delle vasche di accumulo

N.	STAZIONI	CAPACITÀ RISERVA IDRICA IDRANTI (m ³)	CAPACITÀ RISERVA IDRICA DILUVIO/SPRINKLER (m ³)	CAPACITA' TOTALE RISERVA IDRICA (m ³)
1	REBAUDENGO	64	217	300
2	GIULIO CESARE	60	191	300
3	SAN GIOVANNI BOSCO	60	191	300
4	CORELLI	60	191	300
5	CIMAROSA/TABACCHI	59	221	300
6	BOLOGNA	59	210	300
7	NOVARA	60	208	300
8	VERONA	61	227	300
9	MOLE/GIARDINI REALI	60	208	300

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

10	CARLO ALBERTO	60	212	300
11	PORTA NUOVA	60	212	300
12	PASTRENGO	60	208	300
13	POLITECNICO	60	211.5	300

In riferimento al punto 10.2 della norma UNI 12845 prevede l'utilizzo di n. 1 elettropompa + n. 1 motopompa. Nel progetto sono previsti due gruppi di pompaggio (uno per gli idranti e l'altro per gli sprinkler / diluvio), ciascuno costituito da n. 2 elettropompe (con alimentazioni distinte). Tale scelta è stata supportata da un'analisi quantitativa eseguita mediante la tecnica Fault Tree (albero dei guasti), che ha fornito, per i due sistemi (n. 2 elettropompe vs n. 1 elettropompa + n. 1 motopompa), un analogo indice di disponibilità, pari al 99,99%. Oltre a ciò, l'impiego di n. 2 elettropompe consente di eliminare gli inconvenienti tipici legati all'utilizzo di una motopompa diesel al piano interrato (es. presenza di liquidi infiammabili, produzione di fumi/gas di scarico in area urbana, manutenzione più onerosa...). Tale scelta è altresì avvalorata dalla positiva esperienza condotta sulla Linea 1 della Metropolitana di Torino, dove in 16 anni di esercizio non si sono mai riscontrati disservizi legati al sistema di pompaggio delle stazioni. (per una trattazione di dettaglio fare riferimento all'elaborato 01_MTL2T1A0DVVFGENR0011-0-1)


Tutti i singoli scenari di attivazione del sistema idrico antincendio di stazione dovranno essere verificati, i principali per tutte le stazioni risultano essere:

- Caso incendio in atrio – Protezione attiva tramite impianto idranti
- Caso incendio treno in banchina – Protezione attiva tramite impianto a diluvio
- Caso incendio scale mobili – Protezione attiva tramite impianto sprinkler
- Caso incendio nei LT – Protezione attiva tramite impianto Water Mist

Per quanto concerne le aree tecniche, con particolare riferimento alle aree dedicate agli apparati di sistema, è stato previsto un impianto di tipo Water Mist con un sistema di pompaggio dedicato ed alimentazione idrica proveniente da una riserva di accumulo integrata tramite collegamento diretto con l'acquedotto.

3.1.1 Impianto manuale ad idranti

La definizione delle caratteristiche del sistema a idranti è determinata dal D.M. 21/10/2015 (Capo VI.1) con grado di pericolosità 3 ai sensi della UNI 10779 il quale prevede che l'impianto garantisca il simultaneo funzionamento di non meno di quattro idranti posti a muro in stazione e che la portata sia garantita per non meno di 120 minuti. Lo scenario considerato per il dimensionamento della rete di spegnimento idranti prevede quindi l'apertura contemporanea

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

dei n. 4 idranti UNI 45 con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 Mpa tra i più sfavoriti presenti in stazione.

Nella galleria di stazione dovranno essere posti almeno due idranti DN 45 collocati sul piano di ciascuna banchina in modo da ottenere una copertura totale della stessa in relazione al corrispondente raggio di azione (Capo VI.1).

All'ingresso esterno di ogni stazione dovrà essere posto un idrante soprasuolo con minimo diametro DN 100, conforme alla UNI 14384, connesso alla rete idrica comunale della capacità di erogazione minima pari a 500 l/min (Capo VI.1.5).

3.1.2 Impianto automatico a diluvio


A protezione della galleria di stazione e dello scenario di incendio del materiale rotabile sarà utilizzato l'impianto a diluvio dimensionato secondo la UNI 14816:2009. Il sistema a diluvio dovrà essere ad attivazione controllata (da verificare in termini di interfaccia con la progettazione delle opere di sistema per il sezionamento della linea elettrica di trazione) e suddiviso in azionamenti su varie linee di ugelli D.M. 21/10/2015 (Capo VI.2-4). Sebbene nel contesto della Linea 2 non si ricada nella tipologia di "stazioni profonde" (oltre i 24 m di profondità Capo VI.2-4), la progettazione è stata indirizzata esclusivamente verso l'impiego di questa forma di protezione per tutte le stazioni interrato, ciò a maggior cautela dei passeggeri in primis, e a protezione generale dell'infrastruttura seguendo le "best practices" internazionali.

La decisione di utilizzare tale misura di protezione integrativa si pone i seguenti obiettivi principali:

- Mitigazione effetti incendio sul convoglio. Le analisi fluidodinamiche CFD svolte non tengono conto della presenza dell'impianto di spegnimento diluvio, a favore di sicurezza. In ogni caso, in sede di realizzazione esecutiva, all'appaltatore sarà richiesto che la facciata di stazione assicuri una resistenza al fuoco all'incendio di progetto non inferiore a 10 minuti.
- Mitigazione degli effetti incendio sulle facciate di banchina, evitando l'interferenza con il piano di calpestio della banchina (ugelli diretti verso il convoglio e non verso le banchine)

La norma UNI 14816:2009, di cui sopra prevede una densità minima di progetto pari a 10 l/min/m² ed una lunghezza operativa minima di 30 m desunta al punto 5.24 della specifica norma. L'impianto a diluvio è stato sezionato in n. 3 zone A, B e C ciascuna di dimensioni pari a lunghezza m 20, larghezza m 7 e superficie cadauna pari a m² 140, prevedendo una protezione a banchina e sotto banchina (per la presenza di carico di incendio del materiale rotabile).

L'area operativa è definita dall'attivazione contemporanea di n. 2 zone adiacenti di lunghezza complessiva pari a m 40 e superficie da proteggere pari a m² 280.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

In riferimento al contesto nell'ambito delle analoghe tipologie di metropolitane, provviste di galleria di separazione con porte di banchina, si considera l'utilizzo di testine poste a protezione del vano sotto-cassa del convoglio, elemento che tipologicamente racchiude il maggior carico di incendio nel caso in cui il materiale rotabile richieda questo tipo di protezione (da verificare con la tipologia di treno selezionata), in via subordinata il sistema sarà previsto nella parte alta del tunnel di banchina.

3.1.3 Impianto automatico tipo sprinkler

Anche per quanto concerne gli impianti di spegnimento automatico di tipo sprinkler viene seguita l'applicazione della EN12845 (Capo VI.2) con i medesimi riferimenti all'alimentazione idrica. Quest'ultimi dovranno essere utilizzati a protezione dei vani scala mobile (Capo IV.7), delle eventuali zone di servizio (area snack atrio) e a protezione della sala pompe antincendio.

Non sono previste attività commerciali in nessuna stazione. In alcune stazioni, negli atri, in aggiunta alle piccole aree predisposte per il posizionamento di distributori automatici di snack e bevande, saranno delle aree di modesta superficie adibite ad area espositive costituite da bacheche contenenti reperti che saranno trovati durante gli scavi.

Per l'impianto di spegnimento automatico di tipo sprinkler per le aree destinate a snack, esposizione e per le scale mobili è stata selezionata la classe di pericolosità OH3 ai sensi della norma EN12845 (Capo VI.2.2), che stabilisce una durata minima della scarica pari a 60 minuti (punto 8.1.1). L'impianto sarà del tipo a preazione attivato dall'impianto di rilevazione di fumo.


Per la protezione sprinkler della sala pompe antincendio le caratteristiche sono definite secondo quanto previsto dalla EN12845 par 10.3.2.

3.1.4 Impianti water mist

Per quanto concerne le aree tecniche con particolare riferimento alle aree dedicate agli apparati di sistema (correnti forti e segnalamento), in cui è stato ipotizzato un carico d'incendio maggiore di 300 MJ/m² è stato previsto un impianto di tipo Water Mist alta pressione $p > 34,5$ bar ($80 \text{ bar} \leq p \leq 100 \text{ bar}$) con un sistema di pompaggio dedicato di tipo superiore alimentato da idonea riserva idrica in conformità alla norma UNI EN 14972-1:2021.

In aggiunta ai criteri di salvaguardia della vita umana del personale presente all'interno dei locali da proteggere in caso d'incendio, gli altri importanti benefici di un sistema ad acqua nebulizzata quando confrontato con gli altri sistemi antincendio tradizionali sono:

- ✓ L'acqua nebulizzata ha elevate caratteristiche di efficienza di raffreddamento ed è quindi ideale per ridurre drasticamente la diffusione del calore e creare condizioni più favorevoli per le persone in fuga.
- ✓ Ha la funzione primaria di minimizzare i danni dovuti al fuoco ed al fumo all'interno delle aree protette grazie all'eccezionale capacità di soppressione (riduzione drastica delle dimensioni) dell'incendio.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- ✓ Grazie all'uso ridottissimo di acqua, riduce al minimo i possibili gravi danni collaterali che sono invece tipici dei sistemi sprinkler tradizionali in caso di scarica reale (il danno provocato dall'acqua spesso supera perfino quello causato direttamente dal fuoco).
- ✓ Scarica solo acqua pulita con qualità simile a quella erogata da un comune acquedotto cittadino e di conseguenza ha minimi tempi di pulizia e riattivazione a seguito di una scarica.

Il sistema water mist sarà di tipo "total flooding" con erogatori da soffitto per installazione verticale (pendent) di tipo aperti per la protezione dell'ambiente e sottopavimento nei casi specifici ove è previsto. Ogni ramo è diviso in sottozone ognuna delle quali attivata in modo automatico mediante elettrovalvole.

Per il tempo minimo di erogazione che è stato fissato in 30 minuti il sistema richiede un'alimentazione d'acqua pulita garantita necessaria al corretto funzionamento corrispondente ad un serbatoio avente adeguata capacità. Dalla rete acquedottistica sarà derivato un collettore di alimentazione di appropriato diametro dal quale prenderà alimentazione il sistema di pressurizzazione dell'impianto water mist

Per le caratteristiche del sistema water mist, per le specifiche applicazioni in oggetto, non ricadendo in quelle previste nei test presenti nella norma UNI EN 14972-1:2021, sono stati presi come riferimento i componenti della tecnologia water mist ad alta pressione di uno specifico produttore; si precisa che è facoltà della ditta appaltatrice la scelta dei componenti, purché siano rispettati i requisiti prestazionali richiesti dal sistema.

L'impianto water mist è un impianto di tipo proprietario per cui le caratteristiche di erogazione delle testine saranno determinate ad appalto affidato. Nella protezione dei rischi tipici delle aree civili, per il corretto sviluppo di un sistema water mist, è fondamentale la comprensione della classe di rischio, in tal senso è possibile ricondursi al DIOM manuale di progettazione, installazione, funzionamento e manutenzione dell'impianto del produttore ed ai risultati dei test in scala reale con relativa validazione di una durata di funzionamento pari a 30 min.


I principali locali sottesi al presente impianto relativi ad una stazione tipologica sono:

Piano Atrio

- Locale UPS 1 e 2
- Locale Quadri/Scada
- Locale QNB;

Piano mezzanino

- Centrale Water Mist
- Cabina MT/BT 1 e 2
- Locale QGBT
- Locale SSE

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Locale Segnalamento/Telecomunicazioni/Telecomando
- Locale UPS 1 e 2

Piano banchina

- Locale Quadri/Porte di Banchina via 1 e via 2
- Locale Sezionatore/Cortocircuitatore via 1 e via 2

3.2 Impianti di adduzione idrico-sanitario

Per quanto concerne l'adduzione idrica di stazione il circuito idraulico è stato dimensionato secondo quanto prescritto dalla norma UNI 9182

Per ogni stazione si prevede una connessione alla rete acquedotto cittadina basata sugli schemi di collegamento predisposti dell'ente erogatore, all'ingresso della stazione sarà inoltre presente un dispositivo di controllo e regolazione della pressione di alimentazione al fine di gestire la distribuzione interna alla stazione.

La rete di distribuzione si diramerà a partire da un collettore principale collocato nella centrale idrica posizionata al piano atrio, e da lì verso i collettori secondari (ubicati tra il piano atrio, mezzanino e sottobanchina a seconda della tipologia di stazione) dai quali saranno distribuite le utenze nelle principali aree di stazione a tutti i livelli (principalmente in corrispondenza degli armadietti idranti di stazione e di galleria) e verso i locali adibiti a servizio o pulizie.


Le attività previste sono relative alle utenze sanitarie (dedicate solo al personale operativo), pulizia e lavaggio oltre alla eventuale alimentazione di una eventuale zona servizi posti al piano atrio.

3.3 Impianti di aggettamento e rilancio acque nere

3.3.1 Impianto di aggettamento

L'impianto di aggettamento delle acque di stazione sarà costituito da una vasca di accumulo posizionata nel punto più basso con accesso dal piano sottobanchina, in posizione centrale in cui vengono convogliate le acque provenienti dalla stazione e, in particolare:

- le acque di lavaggio provenienti dalla stazione e dalla quota parte di competenza della galleria;
- la rete di drenaggio relativa al recepimento delle acque di drenaggio meteoriche in provenienza dagli accessi, dai vani di ventilazione, dal vano ascensore esterno etc. (a loro volta rilanciate);
- gli accumuli idrici relativi all'attivazione dell'impianto antincendio di stazione

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

La vasca sarà corredata di almeno tre pompe di cui due di rilancio e una tritratrice, le quali indirizzeranno lo scarico verso la camera sifonata della rete fognaria cittadina mediante interposizione delle tubazioni di risalita corredate di valvole di non ritorno e sezionamento.


La stazione di pompaggio ha un rilancio con prevalenza altimetrica proporzionale alla quota esterna di riferimento dove è previsto l'allaccio delle tubazioni provenienti dal sottobanchina in camera sifonata (da verificare in fase di progettazione esecutiva con l'ente competente per area di ubicazione della stazione).

In funzione della posizione della rete fognaria esistente e al fine di ridurre al minimo la distanza tra la vasca di aggotamento di stazione e il punto di innesto alla fognatura in cui verranno convogliare le acque di rilanciate, per ogni stazione è stata definita la via di corsa in cui collocare la vasca come di seguito riepilogato:

Tabella 7. Tabella riassuntiva ubicazione vasca di aggotamento

N.	STAZIONI	Via di corsa ubicazione vasca di aggotamento
1	REBAUDENGO	Via 1
2	GIULIO CESARE	Via 1
3	SAN GIOVANNI BOSCO	Via 1
4	CORELLI	Via 1
5	CIMAROSA/TABACCHI	Sottobanchina inf
6	BOLOGNA	Via 1
7	NOVARA	Via 2
8	VERONA	Via 2
9	MOLE/GIARDINI REALI	Via 2
10	CARLO ALBERTO	Via 2
11	PORTA NUOVA	Via 1
12	PASTRENGO	Via 1
13	POLITECNICO	Via 1

Le pompe avranno la caratteristica di resistenza corrispondente alla tipologia delle acque collezionate ed ai residui in esse contenute; pertanto, avranno la caratteristica di tritratrice (per i punti bassi della vasca) e di rilancio con idonei sistemi di flussaggio della girante al fine di evitare sedimentazioni. Il sistema è stato dimensionato secondo un grado di ridondanza

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

idoneo ad assicurare l'operatività della stazione in caso di massimo carico ed indisponibilità parziale dell'impianto.

Per gli accessi sono previste vasche di accumulo dedicate, posizionate in corrispondenza degli stessi ingressi, per recepire le acque meteoriche provenienti dalle scale mobili e rilanciarle per mezzo di pompe trituratrici verso la vasca principale.

Questi rilanci intermedi verso la vasca nel sottobanchina e il loro dimensionamento sono commisurati al numero ed alla dimensione degli accessi e alle informazioni pluviometriche che sono presenti nel documento di progetto definitivo "idrologia e idraulica – gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio".

L'intero impianto dovrà corrispondere anche al contesto emergenziale, ovvero, all'attivazione dell'impianto antincendio di stazione dove le acque risultanti in vasca dovranno essere poi smaltite dall'impianto di aggettamento. Il dimensionamento dovrà rispondere, in prima istanza, al caso relativo al funzionamento normale consentendo un numero di attivazioni consono alla tipologia di pompe (sarà in ogni caso operata una rotazione delle unità attivate per mezzo di un PLC dedicato), ma non compromettere l'azione delle squadre di intervento in stazione in caso di incendio.

3.3.2 Impianto di aggettamento e rilancio acque nere

Il dimensionamento della rete di scarico delle acque nere è eseguito in base alle unità di scarico locale in conformità con quanto prescritto dalla norma UNI EN 12056-2:2001.

Gli scarichi relativi ai servizi igienici di stazione dovranno essere corredati di sistema autonomo di accumulo (stagno) disposto al livello sottobanchina, sollevamento e connessione alla rete fognaria.

Per le acque nere è prevista l'installazione di una stazione di sollevamento costituita da:

- serbatoio a tenuta con tubo esalatore riportato fino all'esterno della stazione;
- Pompe di sollevamento sommergibili;
- sistema di azionamento a galleggiante per ciascuna pompa;
- quadro elettrico per alimentazione e logica di rotazione ciclica.

In funzione della morfologia della stazione e delle portate considerate per il dimensionamento dell'impianto riportate negli specifici elaborati di progetto definitivo il numero di pompe di rilancio per acque nere varia per ogni stazione come riportato di seguito:


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


Tabella 8. Tabella riassuntiva quantità e ubicazione vasca di rilancio

N.	STAZIONI	Numero di pompe di sollevamento acque nere e ubicazione
1	REBAUDENGO	1 (Via 2) + 1 (Via 2)
2	GIULIO CESARE	1 (Via 1) + 1 (Via 2)
3	SAN GIOVANNI BOSCO	1 (Via 1) + 1 (Via 2)
4	CORELLI	1 (Via 1) + 1 (Via 2)
5	CIMAROSA/TABACCHI	1 (Sotto. Inf.)
6	BOLOGNA	1 (Via 1) + 1 (Via 2)
7	NOVARA	1 (Via 2)
8	VERONA	1 (Via 1) + 1 (Via 2)
9	MOLE/GIARDINI REALI	1 (Via 1) + 1 (Via 2)
10	CARLO ALBERTO	1 (Via 1)
11	PORTA NUOVA	1 (Via 1) + 1 (Via 2)
12	PASTRENGO	1 (Via 1)
13	POLITECNICO	1 (Via 1) + 1 (Via 2)

3.4 Impianti ventilazione antincendio di stazione

La ventilazione di emergenza di stazione dovrà essere strutturata sui criteri basilari espressi dal D.M. 21/10/2015 in funzione del carico di incendio nei vari scenari di riferimento (Capo I.1), del rispetto dei parametri di stato critico per la sicurezza e condizioni sostenibili per la vita umana (Capo I.2).

Le analisi alla base del progetto definitivo sono basate sulla modellazione fluidodinamica CFD sviluppata per tutte le tipologie di stazione propedeutiche alla selezione della tipologia di sistema, dei ventilatori e della distribuzione aerologica connessa, tenendo in debita considerazione tutte le norme di sistema e di prodotto che consentono di raggiungere la resistenza e la performance richiesta dall'impianto.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Parimenti dovranno essere considerate le eventuali separazioni aerauliche necessarie all'interno del contesto di stazione al fine di compartimentare le aree appartenenti ai percorsi protetti rispetto alle aree di incendio (Capo V.3).

Gli scenari che saranno ipotizzati seguiranno la numerazione di base presente nel D.M. 21/10/2015:

- **Scenario 1 A: incendio a bordo treno in stazione**
- Scenario 2: incendio a bordo treno fermo in galleria (caso studiato in altra sezione)
- Scenario 3: incendio di una eventuale attività commerciale (caso non presente quindi non studiato nella Linea 2)
- **Scenario 4: incendio in un locale tecnico**
- **Scenario 5: incendio in atrio**

Ogni stazione è composta da almeno due camere di ventilazione primarie connesse al corrispondente vano esterno grigliato.

In ciascuna camera è alloggiato un ventilatore assiale reversibile con caratteristica di resistenza F400/120 certificato EN 12101-3 gestibili in remoto dal Centro di Controllo di Stazione e corredato di componenti idonei al raggiungimento della prestazione quali:

- silenziatori
- serranda motorizzata resistente alle alte temperature
- boccaglio di aspirazione
- tronco di trasformazione
- piedi di supporto
- giunto antivibrante con resistenza al fuoco adeguata a quella del sistema di ventilazione
- basamento inerziale corredato complesso di molle
- condotte certificate per sistemi di fumo e calore

In funzione delle caratteristiche dimensionali delle stazioni, principalmente il numero di piani interrati e i volumi delle aree aperte al pubblico, le stazioni sono equipaggiate con due o quattro ventilatori in modo da poter gestire i differenti scenari e le portate dimensionate tramite studio CFD. Di seguito l'elenco del numero di ventilatori per ogni stazione:


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


Tabella 9. Tabella riassuntiva ventilatori di emergenza di stazione (estrattori fumo)

N.	STAZIONI	Numero di ventilatori di emergenza
1	REBAUDENGO	2
2	GIULIO CESARE	2
3	SAN GIOVANNI BOSCO	2
4	CORELLI	2
5	CIMAROSA/TABACCHI	2
6	BOLOGNA	2
7	NOVARA	4
8	VERONA	2
9	MOLE/GIARDINI REALI	4
10	CARLO ALBERTO	4
11	PORTA NUOVA	4
12	PASTRENGO	4
13	POLITECNICO	4

L'impianto di ventilazione nel suo complesso dovrà essere in grado di garantire in caso di emergenza l'inversione -100% /+ 100% in un tempo massimo di 45 s (totalità dei tempi di frenata ed avvio) e comunque la strategia supportata dal sistema di ventilazione deve consentire in ogni caso il mantenimento dei parametri richiesti in relazione ai limiti imposti dal D.M. 21/10/2015 per lo *Stato Critico per la sicurezza della vita umana* e le *Condizioni sostenibili per la vita umana* in relazione ai tempi di sfollamento.

La modalità di distribuzione delle portate di aria di emergenza in immissione o estrazione è coniugata a quella del sistema di climatizzazione al fine di creare un sistema comune con utilizzo di canali ad elevata caratteristica di resistenza idonei e certificati per lo smaltimento dei fumi. Il sistema di ventilazione di emergenza potrà operare in regime di ventilazione normale qualora richiesto da un particolare contesto di utilizzo come, ad esempio, la ventilazione diretta in opzione al condizionamento, e le condizioni ambientali esterne lo consentano (free cooling), da eventuali situazioni legate a tematiche manutentive di impatto sulla gestione ordinaria, o da altre necessità.

Per le stazioni di tipo superficiale si applicherà inoltre il sistema di evacuazione ai sensi della UNI 9494-2 come da D.M. 21/10/2015 (Capo V.3 punto 7), questo al fine di razionalizzare il

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

contesto relativo agli ambiti predetti, senza però diminuire il livello di sicurezza degli apparati di estrazione fumi.

3.5 Impianti di sovrappressione e separazione aerea

3.5.1 Barriere d'aria

Sulla base del D.M. 21/10/2015 (Capo V.3.2): nelle stazioni interrato di tipo superficiale ed in quelle di tipo chiuso la compartimentazione aerea tra galleria di stazione ed i percorsi protetti può essere realizzata anche solo con l'installazione di barriere d'aria, opportunamente dimensionate, nei varchi che costituiscono i passaggi tra i due compartimenti. Potranno essere utilizzati, per la compartimentazione, dispositivi diversi qualora ne venga dimostrata l'equivalenza prestazionale.

Nelle stazioni profonde, la compartimentazione aerea del percorso protetto sarà realizzata con le barriere d'aria integrate da un sistema di ventilazione degli stessi percorsi protetti che immetta adeguate portate d'aria verso la galleria di stazione, in modo che tali percorsi risultino in sovrappressione rispetto alla zona dell'incendio. Potranno essere utilizzati per la compartimentazione dispositivi diversi qualora ne venga dimostrata l'equivalenza prestazionale.


Le barriere d'aria saranno attivate tramite ventilatori i quali preleveranno aria da uno dei vani esterni grigliati di stazione.

Essendo le barriere d'aria un sistema di emergenza che si attiva in caso di incendio il vano esterno da cui prelevare l'aria esterna deve essere disgiunto dai vani di ventilazione di emergenza al fine di evitare cortocircuiti e quindi il ricircolo in stazione degli stessi fumi estratti dalla zona d'incendio che vengono aspirati dai ventilatori e espulsi attraverso i vani di ventilazione


Per ogni stazione sono state previste delle barriere d'aria di separazione tra la banchina e le aree aperte al pubblico adiacenti quali scale di accesso, disimpegno antistante i filtri degli ascensori come di seguito riepilogato:

Tabella 10. Tabella riassuntiva barriere d'aria di stazione

N.	STAZIONI	UBICAZIONE	QUANTITA BARRIERE
1	REBAUDENGO	BANCHINA VIA 1	4
		BANCHINA VIA 2	4
2	GIULIO CESARE	BANCHINA VIA 1	3
		BANCHINA VIA 2	3

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

3	SAN GIOVANNI BOSCO	BANCHINA VIA 1	3
		BANCHINA VIA 2	3
4	CORELLI	BANCHINA VIA 1	3
		BANCHINA VIA 2	3
5	CIMAROSA/TABACCHI	BANCHINA SUPERIORE	4
		BANCHINA INFERIORE	3
6	BOLOGNA	BANCHINA VIA 1	3
		BANCHINA VIA 2	3
7	NOVARA	BANCHINA VIA 1	2
		BANCHINA VIA 2	2
8	VERONA	BANCHINA VIA 1	3
		BANCHINA VIA 2	3
9	MOLE/GIARDINI REALI	BANCHINA VIA 1	2
		BANCHINA VIA 2	2
10	CARLO ALBERTO	BANCHINA VIA 1	3
		BANCHINA VIA 2	3
11	PORTA NUOVA	BANCHINA VIA 1	3
		BANCHINA VIA 2	3
12	PASTRENGO	BANCHINA VIA 1	2
		BANCHINA VIA 2	2
13	POLITECNICO	BANCHINA VIA 1	3
		BANCHINA VIA 2	3

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

3.5.2 Pressurizzazione Filtri

I sistemi di pressurizzazione dovranno essere progettati per garantire la sovrappressione dei locali filtri eventualmente disposti in corrispondenza degli sbarchi ascensori. La collocazione e selezione dei filtri deve avvenire ai sensi del DM: 21/10/2015 (Capo I.2-24; III.1-8; VII.3) per i casi di incendio, mentre l'attivazione può derivare dai sistemi di rivelazione incendi di stazione o dal corrispondente scenario di emergenza attivato dal sistema di controllo generale di stazione.

Le norme specifiche di riferimento sono il D.M. 03.08.2015, il D.M. 30.11.1983 ed alle norme UNI EN 12101-13:2022.


Il sistema di pressurizzazione delle zone filtro, per ogni via di corsa, è costituito da un ventilatore (o da una coppia di ventilatori) di immissione aria esterna posto al piano atrio da cui si diramano i canali discendenti a servizio dei locali filtri ascensori.

L'aria destinata alla pressurizzazione dei filtri viene prelevata all'esterno in punti tali da evitare l'aspirazione dei fumi dell'incendio. Nel punto di presa il canale sarà protetto da una rete antivolatile.

I locali in cui sono collocati i terminali di immissione dell'aria sono inoltre dotati di una serranda di sovrappressione, accoppiata ad una serranda tagliafuoco che ripristina le caratteristiche di resistenza al fuoco delle pareti del filtro, la quale ha la funzione di limitare la sovrappressione generata dall'impianto.

L'attivazione di tale impianto può avvenire a seguito di segnalazione dai sistemi di rivelazione incendi di stazione o dal corrispondente scenario di emergenza attivato dal sistema di controllo generale di stazione

Nelle stazioni ad un solo livello interrato il filtro a prova di fumo del vano ascensori, a differenza delle altre tipologie, è ventilato non con sistema di sovrappressione bensì con aerazione di tipo naturale realizzata a mezzo canalizzazione della sez. di 0.75 m² sfociante sulla copertura

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

3.6 Impianti di condizionamento stazioni

3.6.1 Premessa Principi base impianti di condizionamento di stazione

La progettazione del sistema di condizionamento delle stazioni, oltre ai principi generali di efficienza riconosciuti internazionalmente, dovrà tenere in considerazione delle premesse basilari che saranno legate ai seguenti fattori primari:


- condizioni termo-igrometriche esterne;
- aria di rinnovo e immissione aria esterna;
- gestione dinamica delle condizioni ambientali interne del contesto stazione verificate sulla base delle caratteristiche di affollamento registrate nell'unità di tempo prescelta (rif. Base Studi Trasportistici doc. Nr. 01.MTL2T1A0DTRAGENR001 - Relazione Tecnica Trasportistica);
- condizioni ambientali riscontrate all'interno del materiale rotabile (dotato di un proprio sistema di ventilazione e condizionamento);
- gestione delle condizioni di temperatura ambientale di esercizio delle apparecchiature elettriche sottese ai servizi delle stazioni;
- eco-compatibilità delle scelte progettuali.

Inoltre, sulla base della durata della permanenza media dei passeggeri nell'ambito della stazione, con valori medi compresi nel range cautelativo di 6 minuti, si propone un sistema di condizionamento proteso solo alla mitigazione delle condizioni di transizione tra esterno ed interno stazione (atrio-banchina) e tra la condizione ambientale interna al treno e quella interna di stazione (banchina-atrio).

Infine, ulteriore compito affidato al sistema di condizionamento sarà quello di provvedere, in funzione dei livelli prestazionali attesi in termini di qualità dell'aria interna, e con le modalità che saranno utilizzabili, alla filtrazione dell'aria esterna in ingresso ai sensi della normativa applicabile, delle Linee Guida ASL e ARPA Piemonte. Ai fini della classificazione dell'aria esterna e di quella interna e di definire il livello di filtrazione, è stata utilizzata la norma UNI EN 16798.

La progettazione degli impianti di ventilazione in condizioni di esercizio normale, quindi del sistema di condizionamento, è legata fortemente al contesto della ventilazione in condizioni di emergenza, in quanto sono tra essi condivise le modalità di distribuzione delle portate di aria in immissione o estrazione, al fine di creare un sistema comune di utilizzo dei canali, ad elevata caratteristica di resistenza, idonei e certificati anche per lo smaltimento dei fumi.

Il sistema di ventilazione di emergenza potrà quindi operare in regime di ventilazione normale (ventilatori fumi a portata ridotta ad uso normale), qualora richiesto da un particolare contesto di utilizzo come, ad esempio la ventilazione diretta in opzione al condizionamento qualora vi siano le condizioni termo-igrometriche esterne, o da eventuali situazioni legate a tematiche manutentive di impatto sulla gestione ordinaria, o da ulteriori altre necessità.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Il sistema dovrà garantire inoltre, in caso di eventi pandemici, la possibilità di funzionamento a tutt'aria esterna (accettando, l'inevitabile degrado delle condizioni termo-igrometriche interne).

Le tipologie impiantistiche sono legate alle distribuzioni funzionali degli spazi e dei livelli, nell'ottica di favorire l'indipendenza gestionale e manutentiva di ogni zona.

Inoltre, dove possibile, i bypass creati per la distribuzione consentiranno comunque la funzionalità parziale del condizionamento anche in caso di indisponibilità di singole unità.

Infine, sarà presente la ventilazione in estrazione di servizio, legata alle aree WC e agli UPS (da attivare secondo necessità), al fine di accelerare lo smaltimento del calore nelle condizioni di picco termico.

L'estrazione dai locali UPS è finalizzata ad evitare l'accumulo di vapori derivanti dalle batterie.

i carichi relativi alla mitigazione delle zone aperte al pubblico saranno gestiti mediante l'utilizzo di pompe di calore condensate ad acqua, utilizzando un sistema geotermico realizzato mediante circuiti idrici inseriti nei setti strutturali di stazione e galleria di competenza

Il vantaggio nello sfruttamento di un tale sistema di scambio energetico geotermico a bassa entalpia risiede nella elevata competitività intrinseca rispetto ad altri sistemi tradizionali dello stesso ordine.


In aggiunta a tale gruppo condensato ad aria, nella possibilità che il sistema geotermico non sia disponibile, è previsto un gruppo frigorifero ad acqua di potenza equivalente.

3.6.2 Condizionamento delle aree aperte al pubblico

Il condizionamento, in termini di mitigazione delle condizioni termiche interne e di conseguenza della immissione di aria fresca esterna, è stato strutturato in modo da seguire sia l'andamento dinamico della presenza dei passeggeri in stazione, sia un target di temperatura definito come riferimento. Le condizioni interne dovranno essere quindi risultanti dalla serie di considerazioni premesse e dalla valutazione del gradiente di temperatura effettivo tra l'ambiente "treno" e l'ambiente "stazione" al fine di non creare, per quanto possibile, effetti di sbalzo termico significativi (si ipotizza un ΔT 3÷5°C tra la temperatura esterna e la temperatura interna di stazione e corrispondentemente tra la temperatura della stazione e la temperatura interna del treno).

Le unità di trattamento aria saranno quindi unità in prelievo di aria esterna, per il tramite dei vani di ventilazione dedicati allo scopo, con l'interposizione di differenti sezioni:

- Silenziatori
- Filtrazione
- Batterie trattamento e post trattamento (raffrescamento/riscaldamento).
- Sezioni ventilanti di mandata e ripresa

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Recupero di calore (scambiatore a piastre)
- Sezioni di miscela e di by-pass per il free-cooling
- Dispositivi antivibranti.

L'impianto di condizionamento sarà inoltre costituito dai seguenti sistemi:

- distribuzione e diffusione aria mediante canalizzazioni (con criterio di pulizia) e diffusori ambiente;
- sezionamento, taratura e bilanciamento;
- monitoraggio e rilievo dei parametri ambientali, mediante rete di sensori (interni ed esterni);
- sistemi di regolazione e telecontrollo dei componenti impiantistici, e dei parametri ambientali controllati.

Lo sviluppo progettuale delle reti di distribuzione degli impianti di condizionamento prevede l'integrazione e l'interazione con i sistemi deputati alla ventilazione di emergenza, ciò al fine di ottimizzare e razionalizzare le linee distributive e lo spazio da esse utilizzato.

L'alimentazione termica delle UTA avverrà attraverso sistemi idronici ad acqua calda/refrigerata primariamente mediante l'applicazione di macchine frigorifere alimentate ad energia rinnovabile di tipo geotermico a bassa entalpia e secondariamente tramite gruppi termici di tipo tradizionale con scambio termico ad aria.


3.6.3 Condizionamento delle aree tecniche

Il condizionamento delle aree tecniche (locali tecnici di stazione) avverrà mediante la distribuzione dell'aria primaria prevista, per mezzo di recuperatori dedicati, per le varie tipologie applicative secondo livelli qualitativi sopra citati, e secondo le condizioni ambientali ammissibili dalle apparecchiature tecniche previste negli stessi locali.

Per l'alimentazione termo-frigorifera dei locali tecnici si adotteranno sistemi ad espansione diretta a condensazione esterna con criterio di affidabilità elevata (unità di servizio + unità di riserva per le motocondensanti), del tipo Multi VRV/VRF, a recupero di calore (sistema a tre tubi) garantendo comunque sempre le migliori condizioni tecnico-economiche di eco-compatibilità ambientale, ed efficienza energetica.

Ogni sistema tecnologico dovrà avere una piena efficienza ed efficace integrazione con i sistemi di gestione e controllo previsti per gli impianti della Linea Metropolitana.

I carichi termici corrispondenti dovranno essere valutati in funzione delle specifiche relative agli impianti di sistema e non di sistema presenti in ciascuna area con la considerazione di un idoneo coefficiente di sicurezza che tenga in considerazione sia la eventuale ridondanza richiesta, sia l'aumento del carico termico risultante derivato dal possibile incremento dei dispositivi ospitati nelle singole aree, con particolare attenzione alle aree relative agli apparati di sistema e segnalamento.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

3.6.4 Disposizioni e applicazione Linee Guida controllo legionellosi

Sarà richiesto di finalizzare nella successiva fase di progettazione e della pianificazione della manutenzione, uno studio dedicato al controllo ed alla prevenzione della proliferazione della legionellosi negli impianti di condizionamento e sanitari, riportando nel dettaglio le azioni preventive e le verifiche in termini di gestione ordinaria degli impianti che dovranno essere poste in essere al fine di evitare qualsiasi rischio di proliferazione. Pertanto, per quanto concerne il sistema aerulico dovrà essere particolarmente curato l'aspetto della pulizia dei canali predisponendo idonee aperture per l'accesso dei sistemi di pulizia (anche robotizzati) con particolare attenzione agli elementi come serrande, silenziatori a canale (se esistenti), connessioni con terminali e particolarità del circuito.

Per quanto concerne gli apparati, particolare attenzione dovrà essere posta alla pulizia delle batterie di scambio termico delle unità di trattamento aria, ai filtri, alle prese d'aria esterna e allo scarico dell'acqua di condensa. Inoltre, si richiede la verifica delle pompe di calore refrigerazione/riscaldamento (pompe di calore aria/acqua reversibili) e alle relative parti di impianto. Per l'acqua calda sanitaria dovranno essere definiti quali trattamenti periodici (shock termico o equivalenti) dovranno essere predisposti nell'impianto relativo ai servizi di stazione.


3.6.5 Sistema geotermico

Su tutta la linea L2 della metropolitana di Torino sarà utilizzato un sistema geotermico per sfruttare l'energia termica presente nel sottosuolo, con lo scopo di ottenere energia da utilizzare per soddisfare la domanda di energia termica delle stazioni

Uno degli aspetti di innovazione che segue il percorso internazionalmente tracciato, in termini di eco-compatibilità e razionalizzazione generale dell'uso delle fonti energetiche con introduzione di energie rinnovabili a bassa entalpia, è costituito dalla integrazione dei sistemi geotermici legati all'infrastruttura sotterranea. Lo scopo è quello di ottenere energia da utilizzare al fine di soddisfare la domanda di energia termica delle stazioni (anche parziale), ed in via subordinata di possibili ricettori esterni distribuiti lungo il tracciato della Linea.

Il principio è quello dell'utilizzo dello scambio termico tra il terreno e la falda, attraverso i conchi di galleria e le paratie di stazione o manufatti, mediante l'utilizzo di pompe di calore acqua/acqua dedicate che sfruttino l'energia prodotta e la indirizzino verso l'utilizzatore. Lo sfruttamento di questa tipologia di risorsa vedrebbe una sorgente in grado di garantire un ΔT stagionale al fluido termovettore con potenze variabili per zona e per km.

Tale soluzione determinerebbe una riduzione dei consumi energetici attesi, per le aree aperte al pubblico o parte dei locali tecnici, senza la necessità di disporre di apparati per lo scambio termico con l'aria, di notevoli dimensioni altrimenti presenti con i gruppi frigo ad aria-acqua. In ogni caso gli spazi per questa tipologia di apparati sono stati funzionalmente riservati nei vani di ventilazione esterni al fine di consentire nelle successive fasi di progettazione la migliore soluzione per ogni singola tipologia di stazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


3.6.6 Sistemi per la produzione della energia geotermico

La produzione di energia richiesta dal condizionamento delle aree comuni di stazione è realizzata tramite l'utilizzo di una pompa di calore acqua-acqua, connessa lato sorgente con il generatore geotermico per mezzo di uno scambiatore a piastre e delle pompe di circolazione.

La potenza messa a disposizione dal sistema geotermico è sovrabbondante rispetto ai fabbisogni di stazione. Questi peraltro sono variabili, in funzione sia dello scenario di utilizzo della stazione (ore di punta, ore di scarsa affluenza degli utenti, ore di chiusura, funzionamento in free-cooling). Per tale motivo, la disponibilità di tale potenza in accesso è messa a disposizione di eventuali ricettori esterni.

Il sistema di generazione della energia sarà ridondante e affiancherà alla pompa di calore geotermica una pompa di calore reversibile tradizionale aria-acqua, collocata in uno dei vani esterni di ventilazione, disponibile come riserva e in grado di far fronte alle punte di fabbisogno.

Sotto l'aspetto del funzionamento sono possibili varie casistiche inerenti le ore di bassa frequenza, le ore di chiusura della metropolitana e le ore in cui le unità di trattamento aria o la ventilazione ordinaria utilizzino il free-cooling non impegnando la pompa di calore.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

4. IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI STAZIONI

4.1 Descrizione generale

La progettazione degli impianti elettrici relativi le opere non di Sistema in condizioni di esercizio "Ordinario" e di "Emergenza" si basa sui criteri e sui requisiti normativi applicabili e propedeutici al contesto, con l'essenziale riferimento al D.M. 21/10/2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".

Gli impianti suddetti dovranno essere installati in corrispondenza di tutti i livelli di stazione (gli analoghi impianti relativi alla Galleria ed ai Pozzi di Intertratta sono trattati in altre sezioni del progetto complessivo) e riguarderanno gli allestimenti elettrici per le alimentazioni in Bassa Tensione ("Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua") definiti come impianti di:

- illuminazione ("Ordinaria" e di "Emergenza");
- forza motrice (FM) "Ordinaria", per prese ed altri servizi che non influenzano la gestione di una eventuale emergenza;
- forza motrice (FM) di "Emergenza", in relazione ai servizi di emergenza così come definiti ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2, per i quali deve essere garantita (oltre all'alimentazione normale) anche un'alimentazione di sicurezza con autonomia minima di 120 minuti; questi carichi sono a loro volta suddivisi in:
 - carichi "No-break", da rialimentare entro 0,5 s
 - carichi "Privilegiati", da rialimentare entro 120 s

All'interno del presente elaborato saranno inoltre trattate le caratteristiche essenziali relative agli impianti elevatori di stazione (scale mobili ed ascensori).


4.1.1 Classificazione degli ambienti di stazione

Tutti gli ambienti aperti al pubblico che rientrano nello scopo della presente progettazione sono identificati, ai sensi della norma CEI 64-8 [751.03.2], come Luoghi di Tipo A "Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose".

Inoltre i locali dell'edificio in cui si dovranno realizzare gli impianti in progetto sono da considerarsi "Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio" anche ai sensi dell'Allegato I del D.P.R. 151-2011 e successive modifiche e integrazioni per la seguente attività:

- N°78 – "Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, con superficie coperta accessibile al pubblico superiore a 5.000 m²; metropolitane in tutto o in parte sotterranee".

Pertanto tutti gli impianti elettrici dovranno essere conformi a quanto previsto dal paragrafo 751 della Norma CEI 64-8 per gli ambienti di cui all'art. 751.03.1 della stessa norma

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Nei locali non sono presenti ambienti classificabili come "Luoghi con pericolo di esplosione" ai sensi della normativa vigente. Non verranno pertanto adottate installazioni ai sensi della normativa CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87), CEI 64, CEI 31-35-Ab, CEI 31-35-A-Ab.

Dovranno infine essere applicati anche i dettami del D.P.R. 462/2001 in merito al procedimento per la denuncia dei dispositivi di messa a terra.


Si specifica che la progettazione impiantistica fa riferimento anche alla specifica sezione del progetto complessivo dedicata alla Prevenzione Incendi, la quale si intende integralmente richiamata all'interno della presente progettazione, anche per quanto concerne eventuali ulteriori prescrizioni ed indicazioni relative al pericolo di incendio che da essa derivino; pertanto, le fasi successive di sviluppo progettuale e realizzativo dovranno tenere in considerazione anche le indicazioni contenute in detta progettazione e nei pareri e prescrizioni che scaturiranno dall'esame progetto da parte degli enti preposti.

L'alimentazione elettrica lato Media Tensione a servizio della stazione, della trazione e della galleria è considerata all'interno del contesto primario degli apparati di Sistema (non oggetto della presente relazione). In via descrittiva le alimentazioni in Media Tensione (provenienti da generatrici differenti localizzate dal sistemista tra quelle disponibili sul territorio ed attestate primariamente presso il comprensorio tecnico – deposito e lungo la linea) giungono nelle singole stazioni che ospitano la trasformazione da media in bassa tensione mediante due dorsali di Media Tensione (MT-L1 ed MT-L2) con possibilità di alimentazione da n°5 punti distinti dell'intera Linea.

Il Sistema di alimentazione sarà caratterizzato da una doppia ridondanza anche a livello BT:

- per ciascuna Stazione sono previste due cabine di trasformazione MT/BT, ciascuna alimentata da una delle due dorsali distinte, con modalità "entra-esci" sui rispettivi quadri MT
- ciascuna cabina MT/BT fornirà alimentazione ad un corrispondente Quadro Generale di Bassa Tensione (QGBT):
 - QGBT-1, alimentato dal Trasformatore 1;
 - QGBT-2, alimentato dal Trasformatore 2;
 - sistema di congiuntori tra QGBT-1 e QGBT-2, tale da consentire l'alimentazione dei carichi elettrici di entrambi i quadri a partire da un unico trasformatore e, quindi, anche in caso di fuori servizio di una delle due cabine MT/BT e/o della relativa dorsale MT a monte;
 - a tale scopo, ciascun singolo trasformatore sarà dimensionato per sopportare la totalità del carico elettrico di Stazione (back-up al 100%), sia in condizioni di funzionamento "Ordinario" che in condizioni di "Emergenza". Nel funzionamento ordinario, si prevede che il carico elettrico sia normalmente suddiviso sui due trasformatori e, quindi, che il sistema di congiuntori dei QGBT sia nelle condizioni di "aperto".

L'insieme dei due Quadri Generali di Bassa Tensione (QGBT), facente parte degli impianti "di Sistema" costituisce il limite di batteria tra l'impiantistica "di Sistema" (esclusa dalla presente

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


progettazione) e l'impiantistica "non di Sistema" (oggetto della presente progettazione); le linee di alimentazione derivate a valle dei QGBT rientrano pertanto nello scopo delle Opere non di Sistema, mentre non vi rientrano i sistemi di alimentazione posti a monte dei quadri stessi.

Dai quadri QGBT l'energia elettrica sarà indirizzata verso i quadri principali di bassa tensione, che possono essere così suddivisi:

- servizi essenziali di emergenza:
 - quadri ventilazione emergenza (di stazione e dei locali tecnici);
 - quadri pompe antincendio (impianti idranti, sprinkler e water-mist);
- altri servizi di emergenza:
 - quadri ascensori;
 - quadri scale mobili;
 - quadri lame d'aria;
 - quadri banchina e galleria (via 1 e via 2);
 - quadro luci di sicurezza (QLS);
 - quadro rete No-Break (QNB);
 - quadro di coordinamento antincendio e ventilazione (UCAV);
- servizi ordinari (di tipo "privilegiato"):
 - quadro piano atrio (in particolare la sezione illuminazione);
 - quadri cancelli accessi;
 - quadri aggrottamento;
 - quadri afferenti agli "impianti di sistema";
- servizi ordinari (di tipo "normale"):
 - quadro piano atrio (in particolare la sezione prese FM);
 - quadri dei locali tecnici;
 - quadri della climatizzazione;
 - quadri dei varchi (tornelli ed emettitrici).

Da questi quadri saranno poi derivate ulteriori diramazioni secondarie, a servizio di quadri secondari, utenze distribuite e puntuali.


Al fine di garantire le più idonee caratteristiche di alimentazione alle diverse tipologie di quadri/utenze sopra elencati, nel rispetto di quanto prescritto dal D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2 ed assicurando nel contempo la massima disponibilità possibile alle utenze essenziali, le reti BT di stazione sono state così organizzate:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- rete Privilegiata per servizi di Emergenza (sigla "PE"), destinata ad alimentare i servizi di emergenza entro 120 s dall'eventuale mancanza rete; come sopra richiamato, i servizi di emergenza saranno a loro volta distinti in:
 - servizi essenziali di emergenza: alimentati con derivazione a monte dell'interruttore generale del proprio QGBT, come richiesto da normative specifiche e al fine di garantire la massima disponibilità di alimentazione per queste utenze;
 - altri servizi di emergenza: alimentati con derivazione a valle dell'interruttore generale del proprio QGBT;
- rete Privilegiata per servizi Ordinari (sigla "PO"), destinata ad alimentare servizi che non sono strettamente essenziali per la gestione di una eventuale emergenza; la configurazione prevista per i QGBT è tale per cui anche questi servizi risulteranno derivati a valle dell'interruttore generale del proprio QGBT (quindi allo stesso livello dei servizi di emergenza "non essenziali"), potendo quindi essere rialimentati anch'essi entro 120 s dall'eventuale mancanza rete;
- rete Normale per servizi Ordinari (sigla "NO"), destinata ad alimentare servizi che sono tipici del funzionamento ordinario della stazione e, quindi, che non hanno nessuna funzione specifica durante la gestione di una eventuale emergenza; la configurazione prevista per i QGBT è comunque tale per cui anche questi servizi possano essere rialimentati entro 120 s dall'eventuale mancanza rete, salvo il caso in cui intervenga uno sgancio di emergenza (vedi seguito del documento);
- rete No-Break per servizi di emergenza (sigla "NB"), destinata ad alimentare i servizi di emergenza entro 0,5 s dall'eventuale mancanza rete (c.d. "utenze di sicurezza"); ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2, "*tale autonomia deve essere garantita anche in caso di completo fuori servizio di tutti gli allacciamenti alla media tensione e alla bassa tensione, e quindi mediante fonti di energia locali*", pertanto il quadro QNB dal quale origina questa rete sarà alimentato da un sistema di CPS ridondati, a loro volta alimentati dalla rete PE;
- rete Luci di Sicurezza (sigla "LS"), destinata ad alimentare questa particolare tipologia di servizi di emergenza, da rialimentare entro 0,5 s ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2; anche in questo caso, il quadro QLS dal quale origina questa rete sarà alimentato da un soccorritore / CPS, a sua volta alimentato dalla rete PE.

Come si può cogliere già da questa sommaria descrizione, oltre all'eventuale presenza di sorgenti locali di energia (vedi reti NB ed LS), ciò che differenzia le diverse reti è anche la diversa disponibilità garantita dall'ordine gerarchico degli sganci di emergenza che sono stati previsti:

1. Sgancio utenze normali (NO): si tratta del primo livello di sgancio, che agisce sulle utenze ininfluenti ai fini della gestione di una eventuale emergenza; questo sgancio apre i due interruttori che generano le sezioni normali nei due QGBT e può funzionare

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


anche come eventuale “alleggerimento carico”, nel caso si presentasse questa necessità. A seguito di questo sgancio restano quindi attive tutte le utenze privilegiate (PE+PO), nonché le utenze di sicurezza (NB+LS).

2. Sgancio utenze privilegiate (PE+PO): si tratta del secondo livello di sgancio, che agisce sulle utenze non essenziali ai fini della gestione di una eventuale emergenza; questo sgancio apre i due interruttori generali dei QGBT e, di conseguenza, restano attive le sole utenze privilegiate dei servizi essenziali (poste a monte dei generali di quadro) e quelle di sicurezza (che restano alimentate dalle batterie delle proprie sorgenti locali).
3. Sgancio utenze da rete MT: si tratta del terzo livello di sgancio, che agisce anche sulle utenze essenziali, in quanto apre gli interruttori di protezione dei trasformatori di stazione (mentre eventuali azioni sui trasformatori di trazione, SSE, competono agli impianti di sistema, anche in base alla gestione del traffico in linea); di conseguenza, a seguito di questo sgancio, restano attive soltanto le utenze di sicurezza (NB+LS, con alimentazione da batterie).
4. Sgancio utenze di sicurezza (NB+LS): si tratta del quarto (ed ultimo) livello di sgancio, che agisce anche sulle utenze di sicurezza, in quanto “spegne” le sorgenti locali (CPS) delle reti NB ed LS.

NB: le diverse reti si differenziano anche per la diversa modalità realizzativa delle condutture che le costituiscono - aspetto che sarà trattato in specifico paragrafo, nel seguito del presente documento.

Per maggiore chiarezza rispetto alla suddivisione delle utenze sulle diverse reti, si ribadiscono a seguire alcuni esempi per tipologie di utenza:

- rete Privilegiata per servizi di Emergenza (sigla “PE”):
 - servizi essenziali di emergenza: impianti di estinzione degli incendi ed impianti di controllo dei fumi (ventilazione, ecc.);
 - altri servizi di emergenza: ascensori e scale mobili, nonché le sorgenti locali delle reti NB ed LS;
- rete Privilegiata per servizi Ordinari (sigla “PO”): quadri ausiliari degli impianti di sistema, impianti di illuminazione ordinaria delle aree aperte al pubblico, impianti di aggettamento, cancelli di ingresso/uscita (con sblocco automatico in caso di mancata alimentazione);
- rete Normale per servizi Ordinari (sigla “NO”): quadri ed utenze di climatizzazione, impianti di illuminazione ordinaria delle aree tecniche, prese FM di servizio, insegne pubblicitarie ed illuminazione architettonica/di accento, apparecchiature ai varchi (emettitrici e tornelli, con sblocco automatico in caso di mancata alimentazione);
- rete No-Break per servizi di emergenza (sigla “NB”): impianti di rivelazione incendio e di allarme, sistema di allarme vocale (diffusione sonora di annunci ai passeggeri), impianti di videosorveglianza, impianti citofonici, funzioni di emergenza degli ascensori

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

(quali illuminazione interna, circuiti di allarme cabina, citofono, sistemi di riporto al piano della cabina, ecc.), sistemi di telecomando e telecontrollo dei servizi di sicurezza;

- rete Luci di Sicurezza (sigla "LS"): illuminazione e segnaletica luminosa di sicurezza.

4.2 Fonte dell'alimentazione elettrica primaria

Gli impianti elettrici non di sistema relativi alla Linea 2 della Metropolitana Automatica di Torino saranno alimentati dai Quadri generali di bassa tensione (QGBT 1/2). In sintesi, nelle stazioni saranno installati n°2 trasformatori che porteranno la tensione primaria dal valore definito per la media tensione (22 kV) alla bassa tensione con la ridondanza e la morfologia ammessa dal D.M. 21/10/2015. Gli apparati dovranno essere ospitati nei locali tecnici ai sensi del Capo VII.3 e VII.4 dello stesso Decreto.

E' prevista l'installazione di due dorsali di MT interconnesse in corrispondenza di n°5 diversi punti di adduzione (Cabine di Smistamento). Le dorsali sono configurate in radiale (anello aperto) con alimentazione bilaterale. Sarà possibile quindi alimentare tutte le cabine sottese a due punti di alimentazione da entrambi i lati. Inoltre è prevista la possibilità di utilizzare altri scenari, quali alimentazione da entrambe le dorsali con apertura delle linee in una cabina MT/BT intermedia qualsiasi. Opportuni interblocchi elettrici, meccanici o logici, impediranno il parallelo (volontario o involontario), delle linee MT sottese a due punti di alimentazione, qualsiasi sia la configurazione della rete MT.


Con origine dalle Cabine di Smistamento verranno raggiunte le Cabine MT/BT di Stazione e di Pozzo (sono previste n°2 Cabine MT/BT distinte sia nelle stazioni che nei pozzi tra di loro compartimentate e alimentate da dorsali diverse) mediante la distribuzione dei cavi di MT in percorsi separati sulle due vie di linea (via 1 e via 2). E' prevista la posa in passerelle/cunicoli, lungo la linea, mentre in prossimità delle stazioni/pozzi le dorsali saliranno nei cavedi verticali con percorsi compartimentati, fino ad arrivare ai due locali Media Tensione.

Il Sistema è pertanto caratterizzato da una doppia ridondanza:

- Due dorsali di Media Tensione con possibilità di alimentazione da n°5 punti distinti dell'intera Linea
- Due cabine di MT/BT per ciascuna Stazione e Pozzo alimentate da due dorsali distinte, con possibilità di alimentazione dei carichi elettrici da una delle due in caso di fuori servizio dell'altra

In generale il QGBT di ciascuna Stazione sarà così conformato:

- Sezione 1 (QGBT-1): alimentato per mezzo del Trasformatore 1 da linea di media tensione ridondante e indipendente;
- Sezione 2 (QGBT-2): alimentato per mezzo del Trasformatore 2 da linea di media tensione ridondante e indipendente;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Ciascun QGBT sarà dotato di congiuntore by-pass tra le barrature delle due sezioni in modo tale da commutare tutto il carico su un unico trasformatore. A tal proposito ciascun singolo trasformatore è stato dimensionato per supportare la totalità del carico elettrico di Stazione (back-up 100%), sia in condizioni di funzionamento "Normale" che in condizioni di "Emergenza". In generale il carico elettrico verrà suddiviso sui due trasformatori e il congiuntore del QGBT sarà in condizioni di "aperto".

4.3 Vie cavi di distribuzione

4.3.1 Distribuzione linee MT

Seppure ribadendo che la rete MT compete alle opere "di sistema", nelle competenze della presente sezione del progetto andranno comunque predisposte le relative vie cavi nell'ambito della stazione in oggetto.

Si consideri che le due dorsali MT saranno distribuite in percorsi separati sulle due vie di linea (via 1 e via 2) e che la posa risulta prevista in passerelle/cunicoli, lungo la linea, mentre in prossimità delle stazioni le dorsali transiteranno nei cavedi verticali con percorsi protetti rispetto agli ambienti di stazione, fino ad arrivare alle due cabine MT/BT, dove si attesteranno sui rispettivi quadri di Media Tensione (QMT).

4.3.2 Distribuzione linee BT


La distribuzione principale comprende tutte le linee che dai Quadri Generali di Bassa Tensione alimentano i quadri delle utenze primarie ed i quadri secondari predisposti per le utenze distribuite.

Le condutture di bassa tensione e di segnale nelle stazioni, e in particolare negli ambienti accessibili al pubblico, dovranno essere conformi alle prescrizioni previste, in materia di controllo del rischio di innesco e propagazione degli incendi, dalle norme tecniche vigenti per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento.

Per impedire la propagazione del fumo, le suddette linee dovranno essere realizzate in cavi a bassa emissione di fumi e gas corrosivi (LSZH - Low smoke zero halogen) ai sensi del Capo VII.5 ed in accordo con le vigenti norme di prodotto.

In particolare, con la pubblicazione della norma EN 50575, nell'elenco delle norme armonizzate per il Regolamento CPR 305/2011, anche i cavi elettrici dovranno essere marcati CE ai sensi del Regolamento CPR.

Nel caso in oggetto, trattandosi di infrastruttura metropolitana, luogo dove il rischio relativo all'incendio è particolarmente elevato per la presenza di pubblico e possibili alti indici di affollamento, si prevederà un utilizzo esteso di cavi con classe di reazione al fuoco B2ca – s1a, d1, a1 (secondo regolamento CPR); tipicamente i cavi utilizzati saranno del tipo FG18OM16 0,6/1kV o FTG18OM16 0,6/1kV (laddove siano richiesti cavi resistenti al fuoco).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Il tipo di condotta da realizzare sarà infatti differenziato in ragione della rete di appartenenza:

- reti "PO" ed "NO": cavi di tipo ordinario, ad es. tipo FG18OM16, posati in canaline normali o in altri cavidotti senza specifiche garanzie di mantenimento funzionale;
- reti "PE", "NB" ed "LS": cavi Resistenti al Fuoco (RF), ad es. tipo FTG18OM16, posati in canaline a "mantenimento funzionale" E60-E90 oppure entro cavidotti che garantiscano il mantenimento funzionale per tipologia di costruzione o di posa (ad es. tubazioni incassate entro getto/muratura, canaline posate su solaio, ecc.); le linee relative alle reti "NB" ed "LS" saranno generalmente posate entro vie cavi indipendenti da quelli delle reti "PE", ancorché di tipologia analoga.

Questa impostazione delle condutture permette il rispetto di quanto disposto dal Capo VII.5 del D.M. 21/10/2015 che, per i servizi di emergenza, richiede che *"la continuità di esercizio sia garantita tramite i seguenti provvedimenti:*


- *posa dei cavi entro cunicoli o polifore o locali costituenti compartimenti antincendio, rispetto alla galleria o agli altri ambienti della stazione, con grado di protezione almeno REI 60;*
- *per le parti di impianto non posate come descritto al punto precedente e il cui danneggiamento in caso d'incendio possa comportare la mancata disponibilità di funzioni essenziali per la gestione dell'emergenza, utilizzo di cavi resistenti al fuoco con requisito P o PH non inferiore a 60, secondo quanto previsto dal decreto ministeriale 16 febbraio 2007, e di eventuali accessori di installazione (es.: cassette e sistemi di derivazione, ecc.) che non pregiudichino la continuità di funzionamento dei cavi resistenti al fuoco."*

A tal proposito, i cavi per i servizi di sicurezza e per i servizi di emergenza (come sopra definiti), se distribuiti in canaline non protette REI per posa, dovranno essere resistenti al fuoco ed essere posati in sistemi certificati E60-E90 secondo DIN 4102-12.

Dovranno infine essere predisposte sigillature antincendio per tutte le aperture di passaggio cavi relative a pareti o solai compartimentati: i setti tagliafiamma, nelle modalità di posa previste, dovranno essere provvisti di certificazione di tenuta REI per la classe stabilita, rilasciata dal Ministero dell'Interno o da altro Istituto o Laboratorio nazionale o estero riconosciuto.

4.3.3 Distribuzione principale

La distribuzione delle vie cavi principali comprende tutte le canalizzazioni atte a contenere le linee che dai Quadri Generali di Bassa Tensione alimentano i quadri delle utenze primarie ed i quadri secondari predisposti per le utenze distribuite. Saranno previste le seguenti tipologie di vie cavi all'interno del corpo stazione, distribuite a tutti i livelli della stessa:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- sistemi di canaline asolate (o eventuali passerelle a traversini), completi di accessori per il montaggio a parete e a soffitto, a servizio delle linee di alimentazione reti "NO"/"PO";
- sistemi di canaline asolate, completi di accessori per il montaggio a parete e a soffitto, tali da garantire il mantenimento funzionale dell'impianto anche in caso di incendio fino a 90 minuti (requisito minimo 60 minuti, quindi classe E60-E90 secondo DIN 4102 parte 12), a servizio delle linee di alimentazione reti "PE"/"NB"/"LS".

NB: Seppure ribadendo che gli impianti "di sistema" non rientrano nelle competenze della presente sezione del progetto, andranno comunque predisposte le relative vie cavi nell'ambito della stazione in oggetto; dal punto di vista progettuale, ciò è stato realizzato seguendo le indicazioni mutate dalla precedente fase di progettazione preliminare (PFTE).

I sistemi di supporto delle vie cavi devono essere dimensionati dall'Impresa Esecutrice anche con riferimento alla riduzione della vulnerabilità del rischio sismico, in conformità alle prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (c.d. "NTC 2018"); per quanto applicabile, analoghi accorgimenti dovranno essere adottati per tutti gli elementi impiantistici passibili di causare malfunzionamenti e/o danni a persone e cose (es. quadri elettrici, apparecchi illuminanti, ecc.).

4.3.4 Distribuzione secondaria e terminale


4.3.4.1 Linee dorsali

Sono comprese tutte le linee per alimentazione luce e prese FM in partenza dai quadri secondari; come già anticipato, per le dorsali delle reti "NO"/"PO" saranno utilizzati cavi di tipo ordinario (tipo FG18OM16), mentre per le dorsali delle reti "PE"/"NB"/"LS" saranno utilizzati cavi resistenti al fuoco (tipo FTG18OM16), quindi dello stesso tipo indicato per la distribuzione primaria.

4.3.4.2 Derivazione alle utenze "Ordinarie"

Sono comprese tutte le derivazioni, a partire dalle cassette sulle dorsali, fino alle singole apparecchiature illuminanti ed alle prese FM.

Per i circuiti terminali potranno essere usati cavi a doppio isolamento, analoghi alle dorsali, oppure anche conduttori unipolari tipo FG17 450/750 V: in questo caso i conduttori dovranno essere canalizzati in tubazioni di acciaio zincato (serie leggera), con cassette metalliche stagne (almeno IP55). In ogni caso, anche quando si utilizzino cavi con doppio isolamento e pressacavi, tutti i conduttori dovranno essere distribuiti all'interno di tubazioni in acciaio zincato in modo tale da conferire idonea protezione meccanica.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

4.3.4.3 Derivazione alle utenze "di Emergenza" e "No-break"

Sono comprese tutte le derivazioni, a partire dalle cassette sulle dorsali, fino alle singole apparecchiature illuminanti di emergenza o di forza motrice in continuità assoluta "No-break".

Per i circuiti terminali dovranno essere usati cavi a norme CEI 20-36 – CEI 20-45 (tipo PH/F120 – FTG18M16) con isolamento in elastomero G18, a doppio isolamento, tensione di prova 4 kV, tensione nominale 600/1000 V; anche in questo caso i cavi dovranno essere canalizzati entro sistemi in tubazioni di acciaio zincato, a meno che non si tratti di stacchi molto brevi.


Dovranno inoltre essere utilizzate cassette di derivazione con caratteristiche di mantenimento funzionale E60-E90 secondo DIN 4102 parte 12, ovvero PH60-PH90 secondo EN 50200, aventi le seguenti caratteristiche principali:

- contenitore in lega di alluminio UNI EN 1706 oppure in materiale termoplastico
- ingresso e uscita cavi multipolari con idonei pressacavi, ovvero con raccordi per tubo metallico (nel caso di contenitore metallico)
- morsettiera multipolare in ceramica, resistente alle alte temperature, con capacità di raccordo e derivazione commisurata alle specifiche necessità
- eventuale protezione della derivazione (fase) tramite base portafusibile in ceramica con fusibile
- morsetto di terra interno ed esterno (nel caso di contenitore metallico)
- grado di protezione IP65

4.3.4.4 Gruppi prese FM

Le tipologie di prese da prevedere nelle stazioni sono state standardizzate come di seguito:

- Gruppo prese tipo "A" (o "GPA"), costituito da quadretto prese IP67 così composto:
 - base modulare completa di scatola di derivazione, raccordi e manicotti;
 - n. 1 presa IEC 60309 di tipo industriale, con interblocco meccanico ed interruttore rotativo, base portafusibile e fusibili, IP66/67, 3P+T, 400 V, 32 A, colore rosso, contatto di terra 6h;
 - n. 1 presa analoga alla precedente, ma 2P+T, 230 V, 16 A, colore blu, contatto di terra 6h.
- Gruppo prese tipo "B" (o "GPB"), costituito da quadretto prese civili così composto:
 - n. 1 interruttore magnetotermico differenziale 2 x 16 A+T, I_{dn} = 0,03A;
 - n. 4 prese di tipo "universale" UNEL P40 16A (combinazione di presa schuko a standard tedesco e presa bipasso 10/16A a poli allineati, standard italiano) di colore rosso.
- Singola presa di tipo "universale" UNEL P40 16A, installata entro apposita scatola portafrutti, di colore nero (o altro colore neutro, in funzione della serie civile prescelta).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Queste diverse tipologie di prese saranno generalmente dislocate come segue:

- Gruppo prese "GPA": da utilizzare principalmente nei diversi locali tecnici di stazione; la medesima tipologia di quadretto sarà installata anche nelle aree aperte al pubblico ma, in questo caso, l'installazione avverrà all'interno dell'armadio/nicchia idranti, in modo da impedirne l'utilizzo da parte di personale non autorizzato.
- Gruppo prese "GPB": da utilizzare principalmente come quadretto prese Vigili del Fuoco (VVF), con alimentazione derivata da QNB; la medesima tipologia di quadretto sarà utilizzata anche per alimentare i distributori automatici nelle aree aperte al pubblico ma, in questo caso, l'alimentazione sarà ordinaria e derivata dal pertinente quadro di zona (tipicamente il Quadro Atrio).
- Singola presa di tipo "universale": da utilizzare per l'allaccio di singole specifiche utenze (es. asciugamani elettrico).

4.3.4.5 *Apparecchi di sezionamento e comando utenze servizi di emergenza*

In corrispondenza delle principali utenze destinate a funzioni di sicurezza antincendio (quali ventilatori estrazione fumi, ventilatori lame d'aria, ecc.), in opportuna posizione dovrà essere predisposto un apparecchio rotativo di sezionamento e comando, avente le seguenti caratteristiche:


- Realizzazione in lega di alluminio
- Resistenza al fuoco 850°C per 90 minuti (EN50200)
- Resistenza al fuoco 400°C per 120 minuti (ANAS/2009)

4.3.4.6 *Apparecchi di comando alimentazione motori*

In corrispondenza di ogni motore, in opportuna posizione, dovrà essere predisposto un apparecchio rotativo di comando, con dati tecnici e prestazioni proporzionate alla potenza del motore, corredato di blocco a chiave: esso consentirà l'interruzione certa dell'alimentazione agli operatori per eventuali interventi sulla macchina, in conformità al D.Lgs. 81/2008; tale provvedimento dovrà essere adottato qualora il quadro di alimentazione non si trovi nei pressi della macchina e/o qualora non permetta di assolvere alla stessa funzione con analoga affidabilità e sicurezza.

4.4 **Quadri di Stazione (secondari e a servizio delle utenze concentrate)**

In ogni stazione dovranno essere previsti, alimentati dai Quadri Generali di Bassa Tensione, quadri elettrici secondari destinati all'alimentazione delle utenze distribuite (essenzialmente apparecchi illuminanti e prese FM), nonché di utenze specifiche prevalentemente di tipo termomeccanico, qualora non derivate direttamente dai quadri principali.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


Le utenze concentrate più importanti (ventilatori, scale mobili, ascensori, pompe, ecc.) saranno direttamente alimentati dai QGBT, con eventuale interposizione di specifico quadro bordo-macchina fornito a corredo dell'apparato stesso (ad es. per ascensori, scale mobili, pompe antincendio a norma UNI 12845, ecc.). Nel caso delle scale mobili e degli ascensori dovrà comunque essere prevista l'installazione di quadri di sezionamento posizionati in corrispondenza dell'utenza o nei pressi della stessa; l'operatore dovrà infatti poter utilizzare tali quadri come sezionamento di sicurezza in caso di interventi sulle apparecchiature.

Poiché le stazioni potrebbero essere non presidiate, devono essere previsti comandi a distanza e le necessarie segnalazioni verso l'interfaccia con il sistema automatico di esercizio della linea metropolitana; in particolare, tutti i quadri a servizio delle suddette apparecchiature dovranno essere dotati di una sezione "No-Break" per l'alimentazione degli apparati di Supervisione e Controllo.

Alcuni quadri di piano/zona (ad esempio Quadri Locali Tecnici, Quadro Atrio, Quadro Mezzanino, Quadro Banchina-Galleria, ecc...) saranno dotati di una doppia sezione, "Normale" o "Privilegiata" e "No-Break"; da questa seconda sezione saranno alimentate, oltre agli apparati di Supervisione e Controllo, anche le utenze di sicurezza presenti nelle zone di competenza del quadro stesso. In particolare, dai Quadri Banchina-Galleria (Via 1 e Via 2) avranno origine le linee di alimentazione No-Break per il sistema di illuminazione dinamica della galleria; si precisa invece che i corpi illuminanti di galleria saranno derivati dai Quadri Banchina-Galleria limitatamente alla illuminazione ordinaria, in quanto l'illuminazione di sicurezza sarà derivata direttamente dal quadro QLS (analogia derivazione diretta, senza interposizione di quadri intermedi, è prevista per tutti i circuiti di illuminazione di sicurezza della stazione). Infine, si precisa che le linee di alimentazione No-Break delle utenze di Pozzo saranno derivate direttamente dal quadro QNB.

4.4.1 Pompe di Calore e Quadri HVAC

Le stazioni della Linea 2 della Metropolitana saranno dotate di impianto di climatizzazione inteso come riscaldamento, raffrescamento e ricambio aria primaria. A tal proposito è prevista l'installazione di Pompe di Calore (PdC) di tipo acqua-acqua nel contesto dei sistemi geotermici legati all'infrastruttura sotterranea (Enertun), ovvero acqua-aria (come rinalzo al sistema principale geotermico). Il principio è quello dell'utilizzo dello scambio termico tra il terreno e la falda, attraverso i conchi di galleria e le paratie di stazione o manufatti, mediante l'interposizione di PdC che integri l'energia prodotta e la indirizzi verso l'utilizzatore. Lo sfruttamento di questa tipologia di risorsa vede una sorgente in grado di garantire un ΔT stagionale al fluido termovettore con potenze variabili per zona e per km; si è pertanto prevista l'integrazione di tale fonte energetica mediante utilizzo di PdC di tipo aria-acqua. In ogni caso l'alimentazione delle PdC sarà derivata direttamente dai QGBT di stazione (sezione "normale" – "NO"). Gli apparati a servizio della climatizzazione (quali UTA, elettropompe circuiti primari, elettropompe circuiti secondari, elettropompe recupero termico, sistemi VRF, ecc.) faranno invece capo ai Quadri HVAC (ovvero ai quadri di zona, per le utenze distribuite).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

4.5 Elenco carichi elettrici

Per ogni stazione dovrà essere prevista la redazione dei relativi elenchi carichi elettrici dettagliati per i casi di esercizio normale e di emergenza secondo uno schema di verifica da concordare con la Stazione Appaltante.

4.6 Gruppi di continuità trifase (CPS)

4.6.1 Alimentazione della rete "No-Break"

Per l'alimentazione delle utenze sottese alla rete "No-Break" (tra cui il sistema di segnalamento e controllo ed, in generale, il sistema di supervisione) sarà prevista una coppia di gruppi statici di continuità con ridondanza interna (a doppia conversione, forma d'onda sinusoidale, distorsione < 0,08 secondo IEC 61000-2 con carico sia lineare che non lineare) e con bypass automatico in caso di guasto (o altra forma ammissibile) dedicati per ciascuna stazione; questo permetterà di realizzare un sistema di alimentazione delle utenze di sicurezza conforme alle prescrizioni di cui al Capo VII.2 del D.M. 21/10/2015.


Gli UPS dovranno essere conformi alla norma CEI EN 50171 "Sistemi di alimentazione centralizzata", che riguarda specificatamente le sorgenti di sicurezza e che definisce le caratteristiche costruttive dei sistemi di alimentazione centralizzata destinati a fornire alimentazione ad apparecchiature essenziali e di sicurezza, definiti Central Power Supply System (CPS System o anche CPSS); i CPS dovranno inoltre essere conformi alle norme EN 50091-1-1, EN 50091-1-2, EN 50091-2, ENV 50091-3, EN 50272-2.

I suddetti gruppi statici di continuità saranno del tipo "on-line" (inverter erogante normalmente sul carico) con il compito di garantire la continuità di alimentazione al carico, con tensione e frequenza stabilizzate, sia in presenza che in assenza della tensione di rete, immagazzinando energia durante la presenza della tensione di rete e restituendola quando questa venga a mancare.

Per l'alimentazione della rete "NB" è stata prevista l'installazione di n.2 CPS per ogni stazione in configurazione di "Parallelo Ridondante", in modo tale da garantire la ridondanza dell'alimentazione dei sistemi di sicurezza in percentuale del 100% e la stessa durata dei componenti; il sistema ridondante sarà a sua volta alimentato da due diverse linee (principale e di soccorso), nonché da una terza linea per la realizzare del bypass esterno, per eventuali esigenze manutentive (tutte le commutazioni ed i sezionamenti di ingresso/uscita del sistema saranno gestiti all'interno di un apposito Quadro di Commutazione, denominato "QCOM").

Come detto, la principale funzione dei CPS sarà fornire energia elettrica condizionata, affidabile e senza interruzioni ad un carico critico e, per garantire la massima affidabilità e disponibilità, si prevede di utilizzare una configurazione in parallelo, nella quale le due unità condivideranno il carico; in caso di guasto di una delle unità, la restante continuerà a supportare il carico critico.

I componenti principali costituenti la singola apparecchiatura sono:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- raddrizzatore carica batterie: prelevando energia dalla rete di alimentazione, attua la conversione da alternata in continua per l'erogazione contemporanea alla batteria ed all'inverter;
- batteria: rappresenta la riserva autonoma di energia (con autonomia minima di 2 ore);
- inverter: attua la conversione da continua in alternata, filtrata e stabilizzata, ed è dedicato all'alimentazione del carico utilizzatore;
- commutatore statico (bypass automatico): trasferisce al carico la tensione alternata proveniente dall'inverter o dalla linea di soccorso (in caso di sovraccarico oppure di avaria sul ramo di doppia conversione o sulla linea di alimentazione principale);
- by-pass manuale: permette di escludere l'apparecchiatura per operazioni di manutenzione, senza disalimentare il carico.

4.6.2 Alimentazione della rete "Luci di Sicurezza"

Come già anticipato in precedenza, gli impianti di illuminazione di sicurezza rientrano tra le utenze di sicurezza che necessitano di essere rialimentate entro 0,5 s, ai sensi del Capo VII.2 del D.M. 21/10/2015.

Pertanto, per l'alimentazione delle utenze sottese alla rete "LS" si prevede l'utilizzo di un "soccorritore" che avrà caratteristiche di CPS, del tutto analoghe a quelle elencate al punto precedente e che qui si intendono integralmente richiamate.

In questo caso la macchina sarà esclusivamente dedicata all'illuminazione di sicurezza, in modo da poter essere correttamente monitorata nel più ampio contesto del monitoraggio automatico dell'impianto di illuminazione di emergenza centralizzata (vedi oltre nel presente documento).

Anche per il CPS della rete "LS" è prevista una alimentazione con due diverse linee (principale e di soccorso), in modo da poter disporre di una possibilità di bypass automatico (in caso di avaria sul ramo di doppia conversione o sulla linea di alimentazione principale).


4.7 Impianto di terra e protezione dalle scariche atmosferiche

4.7.1 Impianti di terra e di protezione contro le correnti vaganti

Gli impianti di terra e di protezione contro le correnti vaganti delle stazioni e della linea della Metropolitana Automatica devono essere progettati in conformità alle prescrizioni delle norme CEI EN 61936-1, CEI EN 50522, CEI EN 50119, CEI 50122-1, CEI EN 50122-2, CEI EN 50122-3, CEI 64-8/1-7.

Dovranno essere previsti i sistemi di messa a terra, collegamento equipotenziale, protezione contro le correnti vaganti.

I sistemi di messa a terra comprendono la terra di protezione e la terra funzionale.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Dove possibile, i conduttori di terra al di fuori di componenti e quadri saranno inclusi in cavi multipolari.

Gli impianti di terra delle stazioni e delle gallerie non sono metallicamente connessi, per impedire la propagazione delle correnti vaganti ed i sistemi di distribuzione previsti sono i seguenti:

- nelle stazioni, sedi delle cabine di trasformazione, i conduttori di neutro e di protezione sono separati ma connessi allo stesso impianto di terra (i centro-stella dei trasformatori sono connessi agli impianti di terra delle stazioni) e pertanto la distribuzione è del tipo TN-S;
- anche per le utenze distribuite in galleria l'alimentazione è derivata dalle cabine di trasformazione di stazione, ma in questo caso le masse sono collegate ad una terra elettricamente indipendente da quella di stazione e, pertanto, la relativa distribuzione è del tipo TT;
- nei pozzi, infine, l'alimentazione è derivata dalle relative cabine di trasformazione; anche in questo caso i conduttori di neutro e di protezione sono separati ma connessi ad uno stesso impianto di terra (i centro-stella dei trasformatori sono infatti connessi agli impianti di terra dei pozzi) e pertanto la distribuzione è comunque del tipo TN-S.

Pertanto, la rete di terra è divisa in più tratte, ciascuna delle quali con una propria terra per la protezione dell'insieme delle opere e delle apparecchiature della tratta stessa. Ogni tratta della linea sarà isolata dalle due tratte adiacenti, allo scopo di impedire la propagazione delle correnti vaganti a grandi distanze, con opportuni giunti dielettrici che realizzano la discontinuità elettrica necessaria.


Sia la terra di protezione, che la terra funzionale, avranno il proprio dispersore realizzato nell'ambito delle Opere Civili. Per la terra di protezione il dispersore sarà composto da una maglia in tondini di acciaio zincato, saldati tra loro, immersa nel terreno sotto il piano di fondazione. Per la terra funzionale il dispersore sarà composto da una piastra in rame elettrolitico posto all'esterno della paratia del vano di calaggio o in altra zona ritenuta possibile rispetto alla funzione.

Nei locali cabine MT/BT e nei locali correlati verrà garantita l'equipotenzialità mediante l'installazione di quanto di seguito descritto:

- maglia equipotenziale sotto il pavimento;
- bandella di terra continua lungo tutto il perimetro del locale.

La suddetta bandella costituirà il nodo equipotenziale principale, al quale verranno collegati:

- il dispersore di terra di stazione;
- la maglia equipotenziale sottopavimento;
- i centri-stella dei trasformatori MT/BT;
- tutte le masse metalliche;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- i conduttori di protezione fino ai vari quadri secondari;
- i conduttori per la messa a terra delle canalizzazioni.

Nei restanti locali tecnici verrà garantita l'equipotenzialità mediante le medesime installazioni sopra previste.

I centri-stella dei trasformatori saranno connessi ai rispettivi nodi equipotenziali. In stazione il sistema di distribuzione sarà di tipo TN-S (conduttori di neutro e di protezione separati ma connessi allo stesso impianto di terra).

4.7.2 Protezione dalle scariche atmosferiche

Per quanto concerne le stazioni interrato, non risulta necessaria la valutazione del rischio di fulminazione.

Tale valutazione, basata sulla serie di norme CEI EN 62305 è effettuata sulle sole stazioni che presentano piani fuori terra e di seguito riportate:

- Stazione Corelli;
- Stazione San Giovanni Bosco;
- Stazione Giulio Cesare.

Sono stati presi in considerazione i seguenti rischi:

- Perdita di vite umane
- A favore di sicurezza si è considerata anche la perdita di servizio pubblico


Gli edifici sono stati assimilati, sempre a favore di sicurezza, come dei parallelepipedi di dimensioni tali da includere l'intera struttura.

Come risulta dalle relazioni di calcolo le strutture risultano autoprotette dalla fulminazione

4.8 Impianti fotovoltaici

Per le stazioni ad un livello interrato ed atrio fuori terra (S1L) sono inserite all'interno delle specifiche elettriche i principi di progettazione inerenti agli impianti fotovoltaici che, opzionalmente, potranno essere previsti in corrispondenza della copertura dei locali tecnici di stazione, nel rispetto del progetto architettonico e tenendo conto dell'orientamento atto a massimizzare la produzione di energia elettrica. Di conseguenza i pannelli dovranno essere previsti in silicio monocristallino e quindi con la massima potenza di picco disponibile. All'interno dei locali tecnici è previsto un locale dedicato ad ospitare le apparecchiature specifiche.

L'impianto dovrà possedere le seguenti caratteristiche minime:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Potenza: da realizzare con pannelli monocristallini da circa 400Wp, con posa sulla copertura come da elaborato grafico Dimensioni indicative 1754x1096x30 mm, IP68 – 1500 DC 3 Schottky bypass diodes, garanzia prestazionale minima 25 anni, garanzia sul prodotto di 12 anni. Tenuta al vento di almeno 2400 Pa e al carico di neve di 5400 Pa. Conformi alle normative vigenti.
- Montaggio su una struttura in alluminio dimensionata e certificata per garantire la loro resistenza alle intemperie.
- Singole stringhe protette sia dal corto circuito, sia dalle sovratensioni, da quadretti di campo contenenti le protezioni magnetotermiche in DC e gli scaricatori di sovratensione.
- Il lato continua del sistema di generazione dovrà essere posto in copertura ed eventualmente sezionato in emergenza se le linee transiteranno all'interno della struttura secondo quanto richiesto dalla "Guida all'installazione per gli impianti fotovoltaici" (VVF Nota DCPREV prot.n. 1324 del 7 febbraio 2012) e relativi chiarimenti (VVF Nota DCPREV prot.n. 6334 del 4 maggio 2012).
- I quadretti di campo dovranno essere collegati ai singoli ingressi degli inverter (in numero non inferiore a due con potenza da 50/60 kW cadauno) che a loro volta saranno collegati in un quadro di parallelo di bassa tensione posto nei locali predisposti (munito dei sistemi di protezione di non ritorno e di sistema di sgancio dedicato).
- L'impianto dovrà essere collegato in un arrivo specifico del Quadro Generale di Bassa Tensione.
- L'impianto fotovoltaico dovrà essere predisposto per la connessione al Sistema di Supervisione di Stazione

4.9 Illuminazione normale nelle stazioni


Dovranno essere rispettate le prescrizioni contenute nel D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008, nonché le norme UNI EN 12464-1 e UNI UNIFER 8097.

L'illuminazione artificiale dovrà assicurare una buona visibilità negli ambienti normalmente frequentati dagli utenti e dagli addetti al servizio.

Nelle stazioni sotterranee gli ambienti possono essere così distinti:

- ambienti nei quali il pubblico non è ammesso (locali tecnici e zone di servizio);
- ambienti aperti al pubblico (atrio con biglietteria e varchi, scale fisse e mobili, ascensori, mezzanino, banchine).

Nei locali tecnici, con possibilità di accesso solo per gli addetti al servizio (compreso il sottobanchina), dovrà essere conseguito un valore di illuminamento medio, sul piano di lavoro a 80 cm dal suolo, non inferiore a 200 lux, con l'impiego di apparecchi a Led adeguati al locale di installazione, con l'eccezione del locale PET (e di tutti i locali contenenti apparati di Supervisione e Controllo), nel quale deve essere previsto l'impiego di apparecchi illuminanti a

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

led per locali con videoterminali, con compiti visivi severi e illuminamento medio non inferiore a 500 lux.

Nei corridoi tra locali tecnici, l'illuminamento medio "di base" non dovrà essere inferiore a 100 lux, da conseguire sempre con apparecchi a LED adeguati; tuttavia, in caso di necessità operative, anche nei corridoi si dovrà poter conseguire l'illuminamento "pieno" di 200 lux.

Negli ambienti aperti al pubblico l'illuminamento a pavimento (superficie sensibile del luxometro a 10 cm dal suolo) dovrà essere comunque non inferiore a 100 lux, con coefficienti di uniformità E_{min}/E_{max} non inferiori a 1/4, secondo UNI UNIFER 8097.

Gli apparecchi illuminanti da impiegare potranno avere caratteristiche determinate anche dalle finiture architettoniche: si deve prevedere però l'impiego di apparecchi per lampade con temperature di colore da 3000 a 4500 K e con indice di resa dei colori $R > 65$ (tipicamente $CRI > 80$).

In termini generali, anche negli ambienti aperti al pubblico gli apparecchi dovranno avere comunque caratteristiche di protezione secondo quanto rappresentato negli elaborati specifici dell'impianto di illuminazione in modo da garantire adeguata protezione rispetto all'ingresso di polvere (con conseguente sporco delle ottiche e decadimento del flusso luminoso emesso dagli apparecchi).

Come precedentemente anticipato, gli obiettivi illuminotecnici di progetto sono tipicamente superiori rispetto a quelli minimi di norma e vengono riassunti nella tabella seguente:


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Tabella 11. Valori Illuminotecnici locali di stazione

LOCALE	ILLUM. MEDIO (LUX)
Locali Tecnici	200
Corridoi tecnici (illuminamento « base »)	100
Locali Supervisione/PET	500
Zone aperte al pubblico – aree di circolazione	300
Zone aperte al pubblico - zona tornelli / emettitrici	350
Zone aperte al pubblico - corridoi di accesso	250
Filtri ascensori, sbarchi scale mobili	350
Scale interne (fisse e mobili *)	250
Scale di accesso dall'esterno	50
Cavedi elettrici / vani di calaggio e ventilazione	100 / 50

() per le scale mobili, quota parte dell'illuminazione sarà fornita dal proprio sistema integrato di illuminazione (al pari dell'illuminazione interna delle cabine ascensori)*


4.9.1 Sistema di controllo illuminazione

L'impianto di illuminazione della stazione sarà gestito per mezzo di un sistema di regolazione del tipo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) ovvero, laddove non sia necessaria una specifica regolazione, gli apparecchi saranno comunque equipaggiati con sorgente luminosa a LED e la relativa accensione sarà comunque monitorata dal sistema di gestione e supervisione.

Il sistema dovrà utilizzare un protocollo di comunicazione integrato negli alimentatori elettronici dei corpi illuminanti e lo standard utilizzato avrà la caratteristica di essere non proprietario, per garantire l'intercambiabilità tra gli alimentatori elettronici di diversi produttori. Tale sistema consentirà di controllare i singoli apparecchi di illuminazione associando un proprio indirizzo ad ogni alimentatore; mediante il sistema dovrà inoltre essere possibile impostare e modificare la configurazione dell'intera illuminazione di stazione, senza prevedere interventi di ricablaggio fisico.

Infine, il sistema dovrà consentire la programmazione di determinati scenari, comandando l'alimentatore elettronico dei corpi illuminanti e/o gli attuatori predisposti.

In termini esemplificativi, il sistema potrà implementare le seguenti funzionalità principali:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Aree aperte al pubblico: possibilità di riduzione dei livelli di illuminamento, che potranno essere comunque quelli minimi da norma UNI UNIFER 8097 (sensibilmente inferiori rispetto a quelli di progetto) o altri valori a discrezione del gestore dell'infrastruttura; tale riduzione potrà avvenire su base oraria ovvero mediante comando impartito dalla supervisione generale, ad es. in base alla rilevazione delle presenze in stazione (da tornelli, telecamere, ecc.) o ancora a seguito di comandi manuali impartiti dagli operatori preposti.
- Locali tecnici: il comando sarà manuale, mediante pulsanti interfacciati al sistema di controllo, ad es. secondo logica "push&dim" (unico pulsante che funziona per accensione/spegnimento o regolazione, in caso di pressione prolungata); ai fini di risparmio energetico, si prevederà lo spegnimento automatico dell'illuminazione dopo un intervallo di tempo settabile a sistema (previo abbassamento del livello, quale preavviso di spegnimento).
- Corridoi dei locali tecnici: accensione automatica al livello "base" mediante sensori di presenza; si prevede poi lo spegnimento temporizzato, in assenza di movimento (previo abbassamento del livello, quale preavviso di spegnimento). Gli operatori avranno inoltre la possibilità di aumentare l'illuminazione fino al livello massimo mediante pulsanti locali distribuiti lungo i percorsi; anche in questo caso, ai fini di risparmio energetico, si prevederà comunque il ritorno al livello "base" dopo un intervallo di tempo settabile a sistema.


In sostanza, il sistema di controllo dell'illuminazione, pur potendo operare autonomamente (secondo le logiche programmate ed i parametri di volta in volta impostabili) potrà anche riportare eventuali informazioni di funzionamento (ad es. in forma aggregata) verso il sistema di supervisione generale, consentendo agli operatori preposti una visione "d'insieme" circa lo stato di funzionamento degli impianti di illuminazione della singola stazione; questo riguarderà anche le informazioni legate al corretto funzionamento degli impianti / apparecchi, che genereranno eventuali segnalazioni di avaria agli operatori preposti alla manutenzione.

Il sistema dovrà poter essere integrato per mezzo di interfacce specifiche con il sistema "BMS" di stazione (ad es. mediante protocolli KNX, EIB, LON, BACNET o equivalenti).

All'interno delle stazioni si prevede pertanto la distribuzione dei seguenti bus di regolazione e controllo (oltre a quelli relativi all'alimentazione degli apparecchi illuminanti):

- bus DALI o equivalente: con funzione di regolazione e monitoraggio degli apparecchi illuminanti;
- bus KNX o equivalente: con funzione di aggregazione delle informazioni di comando, siano esse acquisite da pulsanti di comando o sensori di presenza, ovvero da riportare verso i gateway KNX/DALI o verso gli attuatori KNX nei quadri elettrici di piano / zona.

Il bus di campo (ad es. KNX) sarà utilizzato anche per l'interfacciamento delle apparecchiature in campo verso i "concentratori" del sistema (c.d. "server" o "webserver"), dove risiederanno le principali informazioni di programmazione del sistema e che costituiranno il punto di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

interfaccia verso gli operatori (tramite interrogazione “diretta” o per mezzo della supervisione generale).

Anche l’illuminazione esterna, relativa agli accessi di stazione, sarà comandata dal sistema di controllo, sulla base di programmazione oraria e/o di segnale proveniente da sensori crepuscolari o orologi astronomici.

4.9.2 Caratteristiche degli apparecchi illuminanti

I corpi illuminanti inseriti a progetto sono stati definiti sulla base degli obiettivi già illustrati, e quindi sulla scorta di specifici calcoli illuminotecnici, nonché al fine di perseguire una adeguata integrazione con le finiture architettoniche previste nelle stazioni; pertanto, le caratteristiche estetiche degli apparecchi, oltre a quelle funzionali, sono state definite sulla base delle esigenze architettoniche delle stazioni.

A tale scopo, il progetto impiantistico è stato sviluppato a partire da “concept” che sono stati sviluppati da professionisti specializzati in “light design”, in stretta collaborazione con la progettazione architettonica degli spazi di stazione; a partire da queste indicazioni generali, gli impianti poi sono stati dimensionati sulla base di specifici calcoli illuminotecnici. Si rimanda pertanto a detti calcoli, nonché agli elaborati grafici di progetto, per una più dettagliata definizione degli apparecchi illuminanti previsti; ulteriori caratteristiche prestazionali sono richiamate negli elaborati di specifiche tecniche e nelle voci di elenco prezzi.

NB: come descritto nei paragrafi a seguire, quota parte degli apparecchi di illuminazione generale saranno utilizzati anche per realizzare gli impianti di illuminazione di emergenza; ne consegue che la scelta di questi specifici apparecchi è stata anche condizionata dalla necessità di ottemperare alle specifiche normative in tema di illuminazione di emergenza e del relativo monitoraggio, con particolare riferimento alla norma EN 60598-2-22.


4.10 Illuminazione di sicurezza nelle stazioni

In conformità a quanto richiesto dal D.M. 21/10/2015 (Capo VII.6) tutti gli ambienti accessibili al pubblico ed al personale di servizio delle stazioni saranno dotati di un sistema di illuminazione di sicurezza ridondante costituito da almeno un impianto con apparecchi dotati di alimentazione centralizzata e un impianto con apparecchi autoalimentati.

Gli impianti predetti dovranno congiuntamente assicurare i complessivi livelli di illuminamento previsti dal decreto stesso:

- Banchine di stazione, scale fisse, scale mobili e percorsi protetti: 10 lux;
- Altri ambienti aperti al pubblico: 5 lux;
- Ambienti accessibili esclusivamente al personale tecnico: 2 lux.

Il decreto non precisa quale debba essere il contributo del singolo impianto rispetto all’obiettivo complessivo da raggiungere; pertanto, anche in relazione alle caratteristiche degli apparecchi

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

effettivamente disponibili in commercio, il progetto prevede per i due impianti i seguenti contributi minimi:

- Impianto con apparecchi dotati di alimentazione centralizzata: 70-80% dell'illuminamento richiesto;
- Impianto con apparecchi autoalimentati: 20-30% dell'illuminamento richiesto.

Il minore apporto fornito dall'impianto autonomo è legato al minore flusso che gli apparecchi sono in grado di fornire nel funzionamento autonomo da batteria; a differenza degli apparecchi con alimentazione centralizzata (da CPS) i quali possono fornire il loro flusso massimo anche in mancanza della rete di alimentazione ordinaria.


Gli apparecchi illuminanti disposti lungo le vie di esodo delle stazioni dovranno essere installati alternativamente almeno su due circuiti separati.

Tutti gli apparecchi installati in posizione accessibile al pubblico dovranno avere involucri con caratteristica di protezione contro gli impatti meccanici (come da requisito normativo).

NB: Come riportato nei documenti di Prevenzione Incendi *"La verifica CFD degli ambiti di stazione ha condotto alla conclusione che non è presente un'apprezzabile quantità di fumo se non all'interno della sede sotterranea, per cui non è necessario prevedere misure o soluzioni aggiuntive relativamente al rischio di riduzione dell'illuminamento in presenza di fumo lungo i percorsi di esodo del pubblico"*.

In merito al funzionamento previsto per gli impianti di illuminazione di emergenza, si richiamano le seguenti indicazioni di carattere generale:

- considerato che gli impianti di emergenza saranno realizzati con quota parte degli apparecchi di illuminazione generale, nel funzionamento ordinario delle stazioni tali apparecchi saranno gestiti e regolati secondo le logiche legate all'illuminazione ordinaria (vedi paragrafi precedenti);
- invece, nel caso in cui il sistema di supervisione generale (e/o l'impianto di rivelazione incendi) dovesse rilevare una situazione di emergenza, gli impianti di illuminazione di sicurezza saranno forzati all'accensione al massimo flusso disponibile in tutta la stazione;
- inoltre, i due impianti dovranno entrare in funzione automaticamente anche qualora il sistema di controllo rilevasse una anomalia sugli impianti di alimentazione dell'illuminazione, a prescindere dallo stato di emergenza della stazione; questa logica dovrà essere implementata anche in chiave di "mutuo soccorso" tra i due impianti (nel caso in cui l'avaria interessi, anche in parte, uno degli impianti di emergenza) e consisterà principalmente nei seguenti automatismi:
 - In caso di mancanza della rete ordinaria (sia essa generalizzata o circoscritta ad una zona specifica) si avrà l'accensione automatica degli apparecchi autonomi interessati dalla mancanza tensione; inoltre, il sistema di controllo comanderà l'accensione automatica anche degli apparecchi centralizzati. Questo automatismo sarà realizzato rilevando, anche in via cumulativa, la

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

manca di tensione su uno o più circuiti in partenza dal quadro elettrico di zona (a favore di sicurezza, dunque, gli apparecchi centralizzati saranno eventualmente anche in una zona più grande di quella interessata dal disservizio); questo approccio si applicherà tanto alle zone aperte al pubblico che a quelle riservate al personale.

- L'accensione dei kit autonomi avverrà sia per mancanza della propria linea di alimentazione che per comando proveniente dal sistema di controllo (ad es. per mancanza rete rilevata, anche in modo cumulativo, sulla rete ordinaria o su quella delle luci di sicurezza centralizzate).

4.10.1 Caratteristiche degli apparecchi illuminanti di emergenza

I corpi illuminanti di stazione con funzioni di illuminazione di sicurezza dovranno essere conformi alle specifiche normative in materia.

In base alle specifiche progettuali ricevute, si è inoltre scelto di realizzare gli impianti di emergenza di cui sopra mediante l'utilizzo di quota parte degli apparecchi illuminanti utilizzati anche per l'illuminazione generale in condizioni ordinarie di utilizzo; questo significa che:

- Quota parte degli apparecchi "generali" saranno dotati di alimentazione centralizzata (da rete "LS") ed andranno a costituire il c.d. "impianto emergenza centralizzato";
- Quota parte degli apparecchi "generali" saranno autoalimentati, dotati cioè di apposito kit integrato per alimentazione autonoma in assenza rete, ed andranno a costituire il c.d. "impianto emergenza autonomo".


A partire da questa impostazione generale, gli impianti sono stati poi dimensionati sulla base di specifici calcoli illuminotecnici; si rimanda pertanto a detti calcoli, nonché agli elaborati grafici di progetto, per una più dettagliata definizione degli apparecchi illuminanti utilizzati per l'illuminazione di emergenza.

Lungo le vie di esodo di stazione saranno infine previsti specifici apparecchi per segnaletica luminosa (detti anche "pittogrammi luminosi") che andranno ad integrare la segnaletica di emergenza prevista dal piano di evacuazione; al fine di garantire la massima disponibilità di funzionamento di questi apparecchi (che risulteranno "sempre accesi") essi saranno dotati di kit autonomo e, nel contempo, alimentati dalla rete "LS".

NB: come descritto nei paragrafi a seguire, si prevede la realizzazione di un sistema di monitoraggio automatico dell'illuminazione di emergenza; ne consegue che la scelta degli apparecchi illuminanti che svolgono questa funzione è stata anche condizionata dalla necessità di ottemperare alle specifiche normative in tema di monitoraggio automatico, con particolare attenzione alle norme UNI CEI 11222 e CEI EN 62034 (ulteriori caratteristiche prestazionali sono richiamate negli elaborati di specifiche tecniche e nelle voci di elenco prezzi).

4.10.2 Sistema di monitoraggio automatico dell'illuminazione di sicurezza

Come noto, al pari degli impianti tecnologici generici, gli impianti di illuminazione di emergenza devono essere soggetti a regolare manutenzione; tuttavia, stante la peculiare funzione di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

questi impianti, essi devono essere oggetto di programmi specifici di verifica e manutenzione, appositamente normati dalla Norma UNI CEI 11222.


Le specifiche di progettazione per le stazioni in oggetto, inoltre, richiedono che tali verifiche siano rese automatiche, prevedendo la realizzazione di un Sistema centralizzato di monitoraggio automatico dell'illuminazione di sicurezza; un tale sistema richiede l'utilizzo di apparecchiature e componenti che, nel loro insieme, siano in grado di condurre test periodici automatici in conformità alla Norma CEI EN 62034 "Sistemi di verifica automatica per l'illuminazione di sicurezza" (c.d. ATS - Automatic Test System). I sistemi ATS possono essere contenuti all'interno dell'apparecchio stesso e comprendere tutti i componenti hardware e software che consentono l'esecuzione di un test funzionale o un test di autonomia (c.d. funzione "autotest"); alcuni di questi sistemi possono inoltre essere monitorati mediante un sistema di comunicazione capace di visualizzare su postazione remota le informazioni che diversamente sarebbero visibili solo mediante le segnalazioni luminose poste a bordo della lampada: queste sono le caratteristiche salienti anche del sistema che si intende realizzare.

A tale scopo, tutte le lampade degli impianti di illuminazione di emergenza, sia quelle autoalimentate che quelle centralizzate, dovranno essere dotate di interfaccia di gestione (integrata negli alimentatori elettronici dei corpi illuminanti) che sia compatibile con le specifiche parti del protocollo DALI che garantiscono la possibilità di monitoraggio automatico centralizzato; a titolo informativo, si citano due capitoli dello standard DALI specificamente dedicati al supporto delle funzionalità delle lampade di emergenza:

- EN 62386-202 – Device Type 1 (o "DT1"): Self-contained emergency lighting (per apparecchi di emergenza autonomi)
- EN 62386-220 – Device Type 19 (o "DT19"): Centrally Supplied Emergency Operation (per apparecchi di emergenza con alimentazione centralizzata)

Tenendo conto di questo ulteriore vincolo nella possibile selezione di apparecchi illuminanti che siano conformi a tutte le diverse esigenze fin qui esposte, nella definizione del sistema di monitoraggio (e, in particolare, dell'impianto di emergenza centralizzato) sono stati adottati i seguenti ulteriori indirizzi progettuali:

- Impianto centralizzato realizzato con apparecchiature "specializzate per funzione" e con modalità più possibile "aperte" (evitando soluzioni "all-in-one", che possano creare ulteriori vincoli e limitazioni alla disponibilità commerciale, anche futura, di apparecchiature)
- Soccorritore luci sicurezza costituito da CPS con uscita in AC a 230V, in modo da non vincolare gli apparecchi illuminanti ad un eventuale funzionamento DC in emergenza (come prospettato da talune soluzioni commerciali, che però non sono necessariamente compatibili con apparecchi di illuminazione generale, come invece richiesto)
- Distribuzione e protezione delle linee eseguita da quadro elettrico dedicato (QLS) dal quale realizzare una distribuzione radiale, senza altri quadri intermedi (in modo da evitare problemi di selettività tra livelli diversi dell'impianto) ma evitando, anche in questo, soluzioni "all-in-one" che integrano protezione e monitoraggio in una unica apparecchiatura commercialmente vincolante


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Monitoraggio delle linee e degli apparecchi mediante apparati di supervisione dedicati agli impianti di illuminazione di emergenza, che possono eventualmente essere fisicamente allocati all'interno del QLS e/o dei quadri di zona; tali apparati dovranno essere interfacciabili a livello superiore di automazione mediante protocolli aperti (es. BACNET o WebServices)

In conclusione, le caratteristiche del Sistema centralizzato di monitoraggio automatico si possono così riassumere:

- Gestione avanzata, con programmazione tramite apposito software dedicato: inserimento descrizione per identificazione apparecchio o centralina, registro eventi/errori scaricabile per ricerche e statistiche, possibilità di gestire gruppi di apparecchi anche controllati da centraline diverse, comando accensione permanente personalizzato;
- Concentratore delle informazioni con "web server" incorporato, tale da garantire il monitoraggio dello stato impianto e degli apparecchi collegati al sistema e la possibilità di inviare notifiche automatiche in caso di anomalie;
- BUS di controllo conforme al protocollo DALI, o equivalente, per facilitare l'integrazione nei sistemi di controllo dell'illuminazione ordinaria
- Interconnessione tra le centraline mediante bus di campo e interconnessione dei concentratori tramite rete Ethernet;
- Integrazione nelle architetture WEB, KNX, CLOUD, BMS
- Centraline di gestione e controllo locali installabili in quadro elettrico su barra DIN

NB: in relazione alla ridondanza richiesta agli impianti di illuminazione di emergenza, nonché ai livelli illuminotecnici che essi debbono garantire (decisamente più elevati rispetto a quelli prescritti dalla normativa generale in materia), si constata che la quota parte degli apparecchi illuminanti che sono coinvolti nella funzione di emergenza risulta preponderante rispetto a quelli esclusivamente dedicati alla illuminazione ordinaria; ciò premesso, e considerata la opportunità di razionalizzare i sistemi di controllo ed i componenti ad essi finalizzati, il presente progetto prevede che il sistema di monitoraggio appena descritto ricomprenda anche le funzioni e le attribuzioni che, nel funzionamento ordinario, sono riferibili al più generale "sistema di controllo dell'illuminazione".

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

4.11 Impianti correnti deboli e speciali

4.11.1 Rivelazione incendi di stazione

L'impianto di rivelazione incendi di ogni stazione deve avere il compito di segnalare eventuali focolai di incendio identificati nella fase iniziale. Quindi attraverso i dispositivi di rivelazione i segnali inviati all'unità di controllo di stazione (UCAV-S) dovranno consentire ai sistemi di gestione dell'emergenza di porre in atto le procedure di intervento previste.


L'impianto di rivelazione incendi controllerà le seguenti aree della stazione:

- Atrio
- Accessi
- Mezzanini
- Banchine
- Sottobanchine
- Locali tecnici
- Vani corsa ascensori
- Vani macchine scale mobili
- Corridoi tecnici e passaggi cavi, cavedi
- Percorso scale mobili e vie di accesso alle banchine
- Aree interne ai controsoffitti (dove richiesto)
- Aree interne ai sottopavimenti (dove richiesto)
- Vani di ventilazione
- Apparati di condizionamento
- Canalizzazioni estrazione d'aria di stazione

Tutte le segnalazioni dovranno essere indirizzate 24 ore su 24, presso la centrale di supervisione di stazione (UCAV-S, collocata nei LT non di Sistema) e presso il Posto Centrale di Controllo ubicato presso il Deposito da dove sia possibile l'agevole individuazione delle aree interessate dal principio d'incendio e avviare le procedure di emergenza.

Nella stazione dovranno essere posizionati un determinato numero di pulsanti manuali e pannelli ottico-acustici, per segnalare l'emergenza incendio. Gli allarmi provenienti dai pulsanti, come richiesto dal D.M. 21/10/2015 (Capo VI.3) dovranno essere tempestivamente verificati da personale addetto prima dell'avvio del segnale di allarme generalizzato; la verifica può essere condotta anche mediante sistemi di video sorveglianza dal Posto Centrale qualora la stazione non sia presidiata.

La tecnologia dell'unità e dei dispositivi periferici dovrà essere del tipo indirizzabile, per poter permettere una gestione ed un controllo ottimale di qualsiasi parte dell'impianto.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Dovrà inoltre essere possibile l'interfacciamento della centrale suddetta con la logica delle altre sezioni di impianti (come le barriere antifumo) presso la stessa stazione ed in generale della linea, come il sistema di controllo dei ventilatori, le scale mobili, il quadro di alimentazione delle serrande tagliafuoco, il sistema di condizionamento.

L'impianto di rivelazione incendi dovrà essere corredato dalle differenti tipologie di sensori selezionati in base ai requisiti di utilizzo dell'area prescelta e con le diverse soglie di allarme ammesse. Particolare attenzione dovrà essere posta nella progettazione del posizionamento, delle attivazioni e delle interfacce con i vari impianti di stazione con riguardo alle differenti tipologie presenti nei locali tecnici e sulla base delle procedure attivabili nel contesto di emergenza di stazione ai sensi del D.M. 21/10/2015 (Capo I.1 punto 4):

- Incendio in un locale tecnico
- Incendio a bordo treno in stazione
- incendio in atrio;
- incendio piani intermedi (nel caso di stazioni profonde);
- incendio in banchina.

4.11.2 Cavo sensore con tecnologia laser via di corsa

Per quanto concerne il contesto di galleria dovranno essere previsti impianti di rilevamento dell'incendio nelle seguenti zone tali da fornire, presso la centrale di supervisione di stazione UCAV-S, di pozzo UCAV-P e pertanto al Posto Centrale di Controllo, la localizzazione dell'incendio al fine di poter definire le strategie di ventilazione, di sfollamento e di intervento dei soccorsi:


- in stazione all'interno del tunnel di banchina, ed in generale delle sedi sotterranee;
- lungo le intertratte di galleria Stazione Monte – Pozzo – Stazione Valle.

Tale sistema dovrà essere attentamente valutato sulla base dei requisiti del sistema rotabile e sulla base delle procedure attivabili nel contesto di emergenza di galleria ai sensi del D.M. 21/10/2015 (Capo I.1 punto 4):

- incendio a bordo treno in stazione;
- incendio a bordo treno fermo in galleria.

Le tecnologie applicabili sono quelle del controllo lineare dinamico delle temperature con tecnologia a fibra ottica o equivalente, in modo da consentire l'identificazione immediata delle fonti di innesco e la conseguente attivazione dei sistemi di ventilazione ed antincendio previsti.

Sia lungo il tunnel di banchina che lungo le intertratte di galleria il cavo sensore dovrà essere ridonato su ciascuna via di corsa pertanto è prevista l'installazione di nr.2 apparati di Controllo per ciascuna stazione (parte tunnel di banchina) e nr.2 Apparati di Controllo per ciascun pozzo (parte intertratte di galleria). Dovrà essere possibile modificare le impostazioni degli Apparati di Controllo anche da remoto senza la necessità di doversi recare in loco.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Così come per il Sistema di Rivelazione Incendi di Stazione anche il Sistema con tecnologia a fibra ottica per la Galleria dovrà possedere un protocollo generale di funzionamento del tipo "non proprietario" al fine di consentire al gestore della linea futuri modifiche ed adeguamenti tecnologici che si dovessero rendere necessari.

4.11.3 Segnaletica di sicurezza

Secondo quanto previsto dal DM. 21/10/2015 in merito alla segnaletica (Capo VI.6), dovrà essere installata idonea segnaletica di sicurezza, possibilmente anche con diciture in inglese, espressamente finalizzata alla sicurezza antincendio e conforme al decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81, che segnali almeno:

- percorsi di sfollamento e le uscite di sicurezza;
- l'ubicazione dei mezzi fissi e portatili di estinzione incendi;
- i divieti di fumare ed uso di fiamme libere;
- i pulsanti di allarme;
- il divieto di utilizzare gli ascensori in caso di incendio ove previsto.

Le uscite di sicurezza ed i percorsi di sfollamento dovranno essere evidenziati da segnaletica di tipo luminoso mantenuta sempre accesa durante l'esercizio dell'attività, alimentata sia da rete normale che da alimentazione di sicurezza. Per le specificità connesse all'esodo di persone con disabilità dovrà essere adottata idonea segnaletica di sicurezza.


4.11.4 Sistema di controllo accessi di stazione

Sistema centrale di gestione degli accessi (SCGA) presso le aree riservate al servizio tecnico ed agli operatori di stazione avrà come obiettivo quello della gestione ed organizzazione dell'accesso alle zone riservate predefinite delle stazioni e dei pozzi intertratta. Inoltre, facendo parte del contesto generale di sicurezza, il SCGA dovrà essere in grado di garantire un elevatissimo livello di affidabilità e sicurezza in linea con i requisiti generali dell'infrastruttura. Sarà quindi prevista una centrale di controllo accessi per ciascuna stazione (o pozzo di intertratta) collegata in rete con la centrale di supervisione mediante un protocollo da concordare con la progettazione di Sistema.

Il SCGA di stazione dovrà presentare elevate caratteristiche di modularità al fine di consentire future espansioni, esso sarà costituito da una unità locale di controllo, programmabile ed interconnessa con il sistema principale ubicato presso il Posto Centrale di Controllo attraverso l'unità di acquisizione dati di stazione.

Per ogni stazione si dovranno prevedere i seguenti apparati:

- Elettroserrature in corrispondenza dell'accesso alle aree tecniche di stazione.
- Contatto in corrispondenza delle griglie dei vani di ventilazione di stazione al piano stradale.
- Contatto in corrispondenza del vano di calaggio dei locali tecnici di stazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Contatto previsto in qualsiasi altro elemento emergente verso il piano stradale (botole, aperture di altro genere).

4.11.5 Predisp. di bigliettazione, varchi accesso e connessione UCAV-S

Nel contesto delle opere civili e degli impianti "non collegati al sistema ferroviario" è prevista l'installazione di due dorsali di fibra ottica a servizio dei presenti sistemi:

- Cavo a fino 72 fibre ottiche monomodale (per interfacciamento Unità di Controllo Antincendio di Pozzo (UCAV-P), con l'Unità di Controllo Antincendio della Stazione (UCAV-S) a monte).

Tali dorsali saranno distribuite all'interno della galleria (tipicamente con posa all'interno di tubazioni in acciaio inox) fino all'ingresso delle singole stazioni (o dei pozzi di intertratta).

La distribuzione all'interno della Stazione, fino al relativo concentratore (per i servizi di bigliettazione automatica, tornelleria ecc.) o apparato interno all'UCAV-S (per i servizi antincendio) dovrà avvenire per mezzo di canaline in acciaio zincato a caldo o entro tubazioni in acciaio.


Le predisposizioni per impianto bigliettazione automatica e controllo accessi delle stazioni si riferiscono sia al suddetto cavo a fibra ottica, che viene utilizzato per la trasmissione delle informazioni relative al sistema di bigliettazione automatica e controllo accessi (varchi), delle stazioni della metropolitana, sia alle predisposizioni impiantistiche per la rete elettrica e di collegamento fisico e logico delle apparecchiature costituenti il sistema stesso.

Queste sono sviluppate e comprendono, con la funzione di predisporre per il sistema di bigliettazione automatica e controllo accessi delle stazioni:

- le alimentazioni elettriche delle apparecchiature che costituiscono il sistema (tipicamente presso l'atrio di stazione, ma anche in altre zone, dove eventualmente previsto);
- le vie cavi che permettono di collegare "fisicamente" e "logicamente" le apparecchiature che costituiscono il sistema (tipicamente presso l'atrio di stazione, vedi sopra);
- Rack "Concentratore di Stazione" per l'attestazione dei cavi ethernet di gestione degli apparati (tipicamente presso l'atrio di stazione, vedi sopra);
- cavo a fibra ottica e vie cavo relative, che permette il trasferimento delle informazioni dalle stazioni verso il Posto Centrale della Bigliettazione (Compensorio tecnico - Deposito) e viceversa (tipicamente tramite il sottobanchina di stazione relativo interfacciamento verso la galleria di linea).

Le apparecchiature che costituiscono il sistema di bigliettazione automatica e controllo accessi delle stazioni della metropolitana, sono:

- varchi di passaggio (tornelli) normali e per disabili;
- emettitrici dei titoli di viaggio;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- concentratore di stazione (in generale ubicato in apposito locale "gestore emettitrici").

4.11.6 Sistema Multicriterio di stazione

Al fine di evitare che dall'esterno, in corrispondenza delle prese d'aria, possano diffondersi, attraverso il sistema aeraulico, elementi gassosi e/o particelle inquinanti (polveri) potenzialmente nocivi per i passeggeri (se in concentrazioni superiori ai limiti di legge), è prevista l'installazione all'interno dei vani di ventilazione di stazione di sensori multicriterio che possano consentire l'individuazione di una serie di sostanze che superino una soglia di attenzione predeterminata.

Gli elementi di rivelazione sono riferibili a:

- PM 2.5 – PM10
- CO
- O2
- NO
- NO2
- NH3
- Gas Infiammabili
- Acido cianidrico
- Acido Fluoridrico

I sensori multicriterio per polveri e gas faranno capo al sistema di supervisione. I sensori gas infiammabili, acido cianidrico e acido fluoridrico faranno capo al sistema IRAI/CRI.


L'attivazione del sensore, in caso di superamento di una delle soglie, dovrà corrispondere ad una procedura di controllo e verifica da parte del Posto Centrale di Controllo che potrà decidere di sezionare l'impianto di ventilazione normale o condizionamento di stazione, attivando, in caso di pericolo, il sistema di emergenza in estrazione.

4.11.7 Predisposizioni per sistemi informativi, pubblicità, ecc.

Esse si riferiscono alle predisposizioni impiantistiche per l'alimentazione elettrica ed il collegamento logico delle apparecchiature costituenti i seguenti impianti:


- circuiti informativi – dati;
- pubblicità;
- progetti di diffusione comunicazione interna.

Tali predisposizioni dovranno quindi fare parte del contesto progettuale dedicato allo scopo di mettere in grado l'infrastruttura di ricevere informazioni dai circuiti esterni di superficie legati, ad esempio, alla predisposizione di monitor informativi per i passeggeri in relazione allo stato

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

delle linee di superficie, a consentire l'alimentazione e la gestione dei circuiti pubblicitari che saranno ammessi in stazione, a consentire lo sviluppo di linee dedicate al flusso comunicativo interno al circuito metropolitana come ad esempio, ma non limitatamente, al contesto "metrò d'arte".

A tal proposito potranno essere utilizzate le predisposizioni di stazione dedicate in termini di alimentazione elettrica, predisposizione di vie cavi, ed eventuali supporti in cavo a fibra ottica.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

5. SISTEMA SCADA

5.1 Sistema di controllo e gestione degli apparati non di sistema

Il sistema di controllo e supervisione degli impianti delle singole stazioni e pozzi di intertratta, è costituito da tre livelli gerarchici distinti.

1. **SCADA-IGNS: SCADA Impianti Generali Non di Sistema.**

Acquisirà dati e gestirà tutti gli impianti non di sistema presenti nei vari siti, Depositi, Stazioni e Pozzi.

2. **UCAVx: Unità Controllo Antincendio e Ventilazione.**

Costituito da un PLC in Hot-Standby che assumerà i nomi di:

- UCAVD – Unità Controllo Antincendio e Ventilazione di Deposito
- UCAVS – Unità Controllo Antincendio e Ventilazione di Stazione
- UCAVP – Unità Controllo Antincendio e Ventilazione di Pozzo

Questi dispositivi costituiranno la funzione di concentratore dati verso lo SCADA raccogliendo le informazioni da tutti gli impianti presenti nel sito interessato, mettendoli a disposizione dello SCADA-IGNS; inoltre riceveranno i telecomandi da SCADA-IGNS e li reindirizzeranno ai singoli impianti (packages);
Gestiranno le logiche di gestione antincendio e ventilazione del sito.

3. **Unità di controllo dei singoli packages.**

Gestiranno le logiche di controllo dei singoli impianti;

Metteranno a disposizione i dati per gli UCAVx di competenza, che a sua volta li invieranno a SCADA.

Riceveranno i comandi da SCADA, attraverso l'UCAVx.

Interagiranno con altri packages, ove necessario, scambiandosi i dati via rete tramite il UCAVx, o direttamente tramite I/O digitali in caso di comandi di emergenza.


5.2 SCADA

Il sistema SCADA (Supervisory, Control And Data Acquisition) svolge le funzioni di acquisizione dati, supervisione e telecomando degli impianti.

Lo SCADA è basato su un'architettura ridondata e fornisce una elevata disponibilità per assicurare le operazioni giornaliere del sistema, pertanto lo SCADA permetterà:

- Istantanea visione di tutti gli eventi e allarmi all'interno del sistema, resi disponibili alla postazione di PCC abilitata a ricevere tali dati secondo le funzioni di responsabilità;
- visione in tempo reale della situazione globale del funzionamento dei diversi sistemi grazie a un quadro chiaro degli eventi correlati al sistema SCADA.

Rapida esecuzione delle operazioni da parte dell'operatore.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Inoltre, il sistema è dotato di ampie capacità di calcolo che permettono di controllare tutte le operazioni sia in condizioni normali, degradate o situazioni di emergenza.

I criteri principali seguiti in fase definizione della configurazione, oltre all'uso di HW di tipo commerciale, sono:

- Elevata affidabilità, in linea con le esigenze applicative del processo;
- Risorse di calcolo dimensionate per includere con buona riserva i prevedibili;
- potenziamenti e aggiunta di nuove funzionalità;
- Ridotti tempi di realizzazione;
- Ridotti tempi di attivazione e possibilità di procedere per fasi;
- Architetture SW e HW ampiamente testate sugli impianti in esercizio, che, quindi, minimizzano i fattori di rischio, soprattutto nel primo esercizio e nelle attivazioni per fasi.

Il sistema di telecontrollo ha la seguente configurazione:

- Sistema centrale di comando e telecontrollo (SCADA) costituito da due o più Server in ridondanza e postazioni Client di interfaccia operatore costituita da video a colori con tastiera e mouse e stampanti, che potranno essere personalizzate per aree di impianto e competenze;
- Unità remote di Input/Output basate su PLC per l'acquisizione locale dei dati e per l'attuazione dei telecomandi, collegate al sistema centrale mediante rete in fibra ottica in configurazione ad anello.

5.3 Tipologia di software e caratteristiche del fornitore


La piattaforma di sviluppo della soluzione di telecontrollo dovrà essere un prodotto software di mercato (non una soluzione custom), edita da un fornitore di software che soddisfi i seguenti requisiti:

- ampia diffusione a livello mondiale
- rete di System Integrator presente anche in Italia
- R&D (roadmap di prodotto per i prossimi due anni)
- garanzia di aggiornamento delle versioni
- diversi livelli di assistenza e supporto tecnico, anche in lingua italiana

5.4 Scalabilità del sistema

Il software deve presentare caratteristiche proprie di scalabilità, così che sia possibile iniziare con un sistema minimo e poi espandere il sistema semplicemente aggiornando la licenza.

Una stazione Client deve poter essere aggiunta al sistema semplicemente installando le licenze richieste e configurando la stazione; nessun intervento bloccante dovrà essere apportato al sistema già funzionante o alla configurazione del progetto per supportare gli aggiornamenti.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Il sistema dovrà essere in grado di garantire l'estensione della tratta con l'aggiunta di nuovi siti, integrando nuove variabili, pagine grafiche, storici, trend e report, senza per questo dover intervenire sulle parti già in esercizio.

5.5 Logica Client-Server nativa

Il sistema di Telecontrollo deve supportare una architettura e una logica operativa Client-Server, che permetta di distribuire su più server l'intera applicazione.

I Client dovranno vedere un'unica struttura di variabili, a prescindere dalla distribuzione dell'applicazione su qualsivoglia numero di Server. Deve essere possibile il trasferimento mirato di parti dell'applicazione da un server ad un altro (es. a scopo manutentivo o di load balance) senza dover riconfigurare nulla lato-Client.

Il meccanismo con cui i Server si allineano deve essere nativo del prodotto e non richiedere sviluppo applicativo dedicato.

Al fine di mantenere l'integrità del progetto e ridurre al minimo i rischi di errore dovuti a operazioni manuali, la distribuzione dell'applicazione dal repository unico di progetto verso i server e client deve essere nativo di prodotto e non deve richiedere allineamenti manuali (es. copie di file o cartelle).

Il sistema comprenderà una serie di macchine Server ridondate (fisiche o virtuali), sulle quale verrà installato un software SCADA con varie funzionalità: driver di comunicazione, server di storizzazione allarmi e dati, server report, e postazioni Client che costituiranno l'interfaccia grafica con la quale il personale addetto interagirà con il sistema.


In caso di ambienti virtualizzati, è richiesto l'utilizzo di un'infrastruttura hardware (server, storage, networking etc.) dedicata al sistema SCADA e non condivisa con altri sistemi.

Oltre alle postazioni Client fisse in sala controllo o negli uffici preposti, dovranno essere disponibili postazioni mobili, PC portatili e/o tablet, per gli operatori itineranti. Nei vari siti della tratta dovranno essere messi a disposizione punti di accesso alla rete SCADA fisici (prese di rete) o WiFi protetta.

Viene considerato un valore aggiunto la possibilità di avere app mobili che visualizzino dati in modalità contestuale alla posizione e al profilo dell'operatore.

Il software SCADA avrà il compito di acquisire i dati dai PLC di campo, comandare le utenze, scrivere i valori di processo, archiviare e visualizzare lo storico dei dati e fornire i report in modo che operatori, supervisor e personale di manutenzione possa agire velocemente e facilmente sul sistema.

Il sistema operativo installato sulle macchine server e client dovrà essere aggiornato alle ultime versioni commercializzate al momento dell'installazione, così come l'hardware utilizzato dovrà essere adeguato a supportare il software installato garantendo le massime performance.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

5.6 Controllori logici programmabili (PLC)

Il sistema PLC è costituito dalla CPU, dalle schede di interfaccia, dalle schede di I/O analogiche e digitali. Il sistema dovrà soddisfare i requisiti richiesti dallo standard IEC 1131.

La normativa IEC 1131-3 definisce cinque linguaggi di programmazione per i PLC, di cui tre grafici e due testuali.

- LD (Ladder Diagram), linguaggio a contatti
- SFC (Sequential Functional Chart), diagramma funzionale sequenziale
- FBD (Function Block Diagram), diagramma a blocchi funzionali
- IL (Instruction List), lista di istruzioni
- ST (Structured Text), testo strutturato

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

6. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO STAZIONI

6.1 Scale mobili

Le scale mobili da prevedere nel contesto delle stazioni della Linea 2 dovranno essere rispondenti alla tipologia di idoneità inerente lo svolgimento di servizio pubblico nell'ambito dei sistemi di trasporto, dovranno essere rispondenti ai requisiti di legge ed alle normative specifiche di settore, si avranno le seguenti tipologie:

Tabella 12. Tabella tipologia Scale Mobili

DESCRIZIONE	CARATTERISTICA
Piano Stradale-atrio	Idonee per installazione all'aperto
Piano Atrio – mezzanino	Installazione interna
Piano Mezzanino - banchina	Installazione interna

6.1.1 Condizioni ambientali

Le caratteristiche dell'ambiente in cui le scale mobili dovranno funzionare variano a seconda del luogo di installazione, in particolare:

Per le scale interne in via esemplificativa:

variazione di temperatura: da 0°C a + 35°C;

umidità massima: 80%;

quali: mozziconi di sigarette, carta, etc.

Per le scale esterne le caratteristiche ambientali sono:

variazione di temperatura: da -15°C a + 40°C;


umidità massima: 80%;

presenza di polveri corpi estranei quali: mozziconi di sigarette, carta, etc.

eventuale presenza di foggliame (stagionale), fango, neve, acqua e corpi estranei

Pertanto, i materiali dovranno avere una buona resistenza alle temperature minime e massime alle quali sono esposte per il loro funzionamento.

Considerazione di idonee contromisure al fine di corrispondere alle condizioni severe che potrebbero verificarsi nella fase di installazione, sia in termini di temperatura ed umidità, che di polveri, acqua etc.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


Tale esposizione non dovrà pregiudicare il futuro funzionamento delle scale mobili, deteriorare le parti verniciate, zincate o comunque protette.

6.1.2 Vita tecnica media e affidabilità

Nella proposta tecnica del fornitore dovranno essere specificate ipotesi di vita tecnica media per i vari componenti dell'apparato, ai sensi della normativa applicabile e dei requisiti richiesti dalla Stazione Appaltante in termini di gestione manutentiva.


Tabella 13. Tabella tipologica - Vita tecnica media scale mobili

DESCRIZIONE	VITA MEDIA (anni)
TRALICCIO	30
GRUPPO DI TRAZIONE	
Catena di trazione principale	7-10
Albero principale	30
Cuscinetti albero principale	20
Freno di emergenza	20
Carrello tensionatore	20
Cuscinetti albero rinvio	20
Albero di trascinamento e rinvio	20-25
SISTEMI DI GUIDE E RUOTE DI GRADINI	
Parte inclinata	20-25
Parti curve	15-25
TRAZIONE CORRIMANO	
Corrimani	8-10
Puleggia di trazione corrimano	12-20
Catena di trazione corrimano	5-10
GUIDE DEI CORRIMANI	
Parte inclinata	20-25

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Parti curve	15-20
GRADINI	
Gradini	20
Cuscinetti ruotini dei gradini	18-20
Catena dei gradini	17-20
TRAZIONE	
Argano	20-25
Motore elettrico di trazione	20-25
PANNELLI	
Pannelli degli zocchi	20-25

Nell'ambito della documentazione di proposta tecnica devono essere indicati gli elementi necessari per una corretta valutazione dei livelli di affidabilità (MTBF), inoltre dovrà essere prevista l'emissione delle specifiche dei singoli componenti dell'impianto, delle liste dei controlli relativi alle operazioni di ispezione e del programma di manutenzione in funzione delle ore di funzionamento.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

6.1.3 Abaco scale mobili

Viene riportata di seguito la tabella riassuntiva delle scale mobili previste per le singole tipologie di stazione:

Tabella 14. Abaco Scale Mobili

AMBIENTE	INCLINAZ.	LARGHEZZA	DISLIVELLO	Nr. TOTALE	STAZIONE
Interno	30°	600	6,50	2	Porta Nuova
Interno	30°	1000	13,10	3	
Interno	30°	1000	6,50	4	
Interno	30°	1000	6,55	7	
Interno	30°	1000	4,50	2	
Interno	30°	1000	5,65	3	
Interno	30°	1000	8,10	3	
Interno	30°	1000	5,85	77	Novara Verona Mole/Giardini Reali Carlo Alberto Pastrengo Politecnico
Interno	30°	1000	6,40	10	Rebaudengo Bologna
Interno	30°	1000	6,80	12	Corelli San Giovanni Giulio Cesare
Interno	30°	1000	11,70	5	Politecnico
Interno	30°	1000	12,10	5	Carlo Alberto


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

AMBIENTE	INCLINAZ.	LARGHEZZA	DISLIVELLO	Nr. TOTALE	STAZIONE
Esterno	30°	600	8,20	2	Porta nuova
Esterno	30°	1000	8,70	4	
Esterno	30°	1000	6,25	1	Verona
Esterno	30°	1000	7,30	1	
Esterno	30°	1000	6,60	2	Rebaudengo
Esterno	30°	1000	7,10	2	Carlo Alberto
Esterno	30°	1000	8,00	1	Cimarosa
Esterno	30°	1000	8,00	1	
Esterno	30°	1000	7,75	2	Politecnico
Esterno	30°	1000	7,80	4	Mole/Giardini Pastrengo
Esterno	30°	1000	8,10	2	Novara
Esterno	30°	1000	8,72	2	Bologna

6.1.4 Caratteristiche antincendio dei materiali

Al fine di ridurre le possibilità di incendio, nella proposta tecnica si dovranno indicare le prescrizioni minime previste nella realizzazione delle apparecchiature; in particolare si precisa che per i componenti non metallici della scala mobile, a titolo di esempio:

- cavi;
- corpi illuminanti;
- corrimano;
- rivestimenti ruotini;
- pulegge e rulli corrimano;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- cassette di derivazione;
- canaline portatavi;
- pannelli trasparenti;
- olii di lubrificazione.


dovranno essere indicate le corrispondenti certificazioni per tipologia di materiale impiegato secondo la classificazione di reazione al fuoco.

6.1.5 Caratteristiche tecniche

Si richiamano a seguire le caratteristiche salienti richieste alle scale mobili di stazione; per una più dettagliata definizione delle stesse, nonché per le ulteriori caratteristiche prestazionali richieste si rimanda agli elaborati di specifiche tecniche e alle voci di elenco prezzi.

6.1.5.1 Caratteristiche generali

- Tipo di scala mobile: per servizio pubblico;
- angolo di inclinazione: 30 gradi;
- larghezza di calpestio gradino: 1000 mm e 600 mm (secondo abaco)
- velocità nominale: 0,5 m/s;
- velocità di esercizio selezionabile tra: 0,4 m/s, 0,5 m/s, 0,65 m/s;
- velocità nominale a vuoto indicativa: 0,10 ÷ 0,15 m/s;
- dislivello (secondo abaco)
- capacità teorica: 6.000 persone/ora in conformità con EN 115-1 2017;
- funzionamento bidirezionale;
- passaggio automatico dalla velocità a vuoto alla velocità a carico;
- gradini in piano minimo nr. 3 sui due pianerottoli d'estremità anche nel caso in cui il dislivello è minore di 6 m;
- intervallo raggio di curvatura minimo: per scale mobili con dislivello < 10 m: inferiore 1000-1132 mm, superiore 1500-1538 mm;
- intervallo raggio di curvatura minimo: per scale mobili con dislivello > 10 m: inferiore 2000 mm, superiore 2600-2700 mm;
- Raggio di curvatura minimo 1800 mm oltre ai 4 gradini in piano
- eventuale supporto intermedio (ove richiesto);
- macchina: all'interno del traliccio;
- quadro di manovra: all'interno di apposita nicchia (o locale tecnico) nei pressi della scala stessa (sbarco inferiore per le scale esterne, sbarco superiore per quelle interne);
- locale manutenzione: nei due pianerottoli d'estremità;


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- configurazione per interni (interno stazione);
- configurazione per esterni (piano stradale);
- impianto antincendio: sarà previsto un impianto antincendio del tipo a pioggia (sprinkler) adeguatamente protetto dal gelo nel caso di scala mobile esterna;
- sistema di illuminazione lineare integrato su entrambi i lati della scala, al fine di ottemperare a quanto riportato nella norma EN 115, ovvero in modo da ottenere un illuminamento puntuale pari a 50 lux per ogni gradino delle scale mobili interne ed almeno 15 lux per ogni gradino delle scale mobili esterne (da valutare poi nel contesto di emergenza di stazione quanto richiesto dal D.M. 21/10/2015 – Capo VII.6).
- Telecamere interlacciate con sistema di sicurezza per disattivare la scala in caso di mancato funzionamento delle stesse;
- Riduzione della velocità ad un quarto della nominale quando la scala non è impegnata e fermo del moto dopo un tempo pre-impostabile di non utilizzo;
- Colonnine agli estremi provviste di pulsante di stop di emergenza diametro min 80 mm, segnalazione del senso di marcia e di divieto, segnale di fuori servizio;
- Le scale esterne dovranno essere previste con traliccio zincato e le balaustre con altezza 1000 mm di tipo inclinato in acciaio inox;
- Le scale interne dovranno essere previste con le balaustre in vetro con altezza da 1000 mm a 1100 mm a seconda della loro ubicazione;
- Illuminazione a led sulla banda zoccoli interni e sotto corrimano
- Doppio freno di emergenza su tutte le tipologie
- Rulli catene posti all'esterno della maglia catena
- Possibilità di avere scalini con bordi gialli e piastre portapettini gialle (da valutare l'aspetto architettonico nella successiva fase di progettazione).

6.1.5.2 Caratteristiche di esercizio

Il funzionamento delle scale mobili sarà correlato all'esercizio delle stazioni, pertanto dovranno essere previsti:

- senso di marcia reversibile;
- velocità a massimo carico di 150 daN per gradino: 0,5 m/s + 5%;
- sincronismo tra la velocità dei gradini e dei corrimano: +2%;
- avviamento dalla pulsantiera di servizio locale;
- utilizzo in caso eccezionale come scala fissa, in caso di scala ferma.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

6.1.5.3 *Caratteristiche principali*

La scala mobile dovrà essere progettata per un servizio con intenso traffico di pubblico e dotata di capacità operativa continua nelle due direzioni, quantificabile in almeno 140 ore settimanali, con punte di carico del 100% della durata di mezz'ora ogni 3 ore e del 40% nei periodi compresi fra le punte di massimo carico.

6.1.5.4 *Caratteristiche elettriche*

- tensione di alimentazione 400 V – 50 Hz (3F + N + T) e riscaldamento (scale esterne);
- tensione 230 V– 50 Hz (1F +N+T) luce e circuiti di sicurezza No-Break;
- potenza motori a seconda dei dislivelli;
- quadro di manovra principale;
- quadri appoggio inferiori e superiori.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

6.2 Ascensori Elettrici

Gli ascensori elettrici da prevedere nel contesto delle stazioni della Linea 2 dovranno essere rispondenti alla tipologia di idoneità inerente lo svolgimento di servizio pubblico nell'ambito dei sistemi di trasporto, ai requisiti di legge ai sensi del D.M. 21/10/2015 e alle normative specifiche di settore le varie tipologie presenti per singola destinazione d'uso sono:

Tabella 15. Tabella tipologia Ascensori

DESCRIZIONE	CARATTERISTICA
Piano Stradale-atrio	Ascensore ordinario idoneo al trasporto dei disabili con cabina vetrata e con porte di piano e di cabina vetrata
Piano Stradale - banchina (Atrio a quota inferiore a -7.5 m dal piano di riferimento)	Ascensore di emergenza + VVF idoneo al trasporto dei disabili con cabina opaca e con porte di piano e di cabina opache
Piano Atrio – banchina	Ascensore ordinario idoneo al trasporto dei disabili con cabina opaca e con porte di piano e di cabina opache

6.2.1 Condizioni ambientali

Le caratteristiche dell'ambiente in cui gli ascensori elettrici dovranno funzionare variano a seconda del luogo di installazione, in particolare:

Per gli ascensori interni in via esemplificativa:

variazione di temperatura: da 0°C a + 35°C;

umidità massima: 80%;


presenza di polveri corpi estranei quali: mozziconi di sigarette, carta, etc.

Per gli ascensori atrio-esterno e per gli ascensori atrio-banchina con sbarco di emergenza all'esterno le caratteristiche ambientali e le predisposizioni da considerare sono:

variazione di temperatura: da -15°C a + 40°C;

umidità massima: 80%;

presenza di un sistema di ventilazione forzata nella parte superiore del vano;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

carter di protezione dall'irraggiamento solare per le apparecchiature soggette a temperature stagionali elevate;

presenza di corpi estranei, quali mozziconi di sigarette, carta, ecc. (per sbarchi esterni anche presenza di fango, neve, acqua);

caratteristiche termiche ed igrometriche di compatibilità con installazione in torrino vetrato esterno.

Considerazione di idonee contromisure al fine di corrispondere alle condizioni severe che potrebbero verificarsi nella fase di installazione, sia in termini di temperatura ed umidità, che di polveri, acqua etc.

Tale esposizione non dovrà pregiudicare il futuro funzionamento degli elevatori, deteriorare le parti verniciate, zincate o comunque protette.

6.2.2 Vincoli funzionali per l'accesso delle biciclette


In riferimento alle specifiche per le circolazioni verticali (ascensori), di cui alla "Carta dell'Architettura":

- Da verificare che il dimensionamento delle porte e della cabina ascensore sia idoneo al fine di consentire l'accesso delle biciclette (larghezza di riferimento pari a 1,2 m);
- La cabina dovrà essere in grado di ospitare almeno un ciclista assieme agli utenti abituali degli ascensori;
- Dimensioni minime cabina: 2,10 m di profondità, 1,20 m di larghezza, altezza interna 2,15 m;
- Dimensioni porte (ad ampia apertura) $\geq 1,20$ m, una bicicletta + una persona.

6.2.3 Principali caratteristiche tecniche ascensori elettrici

Le principali caratteristiche tecniche relative agli ascensori elettrici da considerare nello sviluppo della progettazione e nelle successive fasi sono in via generale:

- Ascensori con caratteristica di emergenza utilizzabile in condizioni di esercizio ordinario e in condizioni di soccorso ai sensi del D.M. 21/10/2015 Capo I.2 -24;
- Dimensioni minime interne della cabina ai sensi del D.M. 21/10/2015 Capo I.2 -24 (valori minimi: larghezza 1,20 m, profondità 2,10 m, altezza interna di cabina 2,15 m);
- Ascensori da realizzare nel rispetto di quanto previsto, per gli ascensori antincendio, nella norma UNI EN 81-72 e nel DM 15/09/2005, ove non in contrasto con quanto prescritto, ai sensi del D.M. 21/10/2015 Capo I.2 -24;
- Ascensori con velocità minima pari a 1,0 m/s
- Porte di piano e porte di cabina da realizzare in conformità con la caratteristica di emergenza


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Porta intermedia di soccorso REI 120 per dislivelli superiori agli 11 m;
- Bottoniere di cabina doppie per ciascun ascensore disposte in senso orizzontale e verticale;
- Presenza impianto rivelazione incendi nel vano corsa ascensore;
- Testate ascensori con altezza minima 4,20 mt (vel. 1,0 m/s), fosse ascensori con altezza minima 1,5 mt.

6.2.4 Sistemi di telecomunicazione

Posto che la competenza delle opere “non di sistema” è sostanzialmente limitata all’alimentazione elettrica degli impianti elevatori, le predisposizioni impiantistiche (soprattutto in termini di vie cavi) dovranno considerare le principali caratteristiche tecniche relative anche ai sistemi di comunicazione con il Posto Centrale di Controllo e con le postazioni disponibili in stazione, che dovranno essere:

- Impianto di controllo TVCC interno di cabina da realizzare ai sensi delle normative vigenti con riporto del segnale all’area relativa alla Sala Operativa e interlacciate con sistema di sicurezza per disattivare l’ascensore in caso di mancato funzionamento delle stesse;
- Protocollo di comunicazione MODBUS, PROFIBUS o equivalente, coordinato con il protocollo utilizzato dagli apparati di Sistema;
- Amplificatore tipo Audio Loop su anello induttivo disposto nella cabina in funzione di ausilio alle persone con ridotta capacità uditiva;
- Sistema di comunicazione bidirezionale al fine di consentire la connessione voce tra il Posto Centrale di Controllo, la cabina, il tetto e la fossa dell’ascensore;
- Sistema di comunicazione bidirezionale al fine di consentire la connessione voce tra il quadro di manovra dell’ascensore e la cabina.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

6.2.5 Vita tecnica media e affidabilità


Nella proposta tecnica del fornitore dovranno essere specificate ipotesi di vita tecnica media per i vari componenti dell'apparato, ai sensi della normativa applicabile e dei requisiti richiesti dalla Stazione Appaltante in termini di gestione manutentiva.

Tabella 16. Tabella tipologica- Vita tecnica media ascensori

DESCRIZIONE	VITA MEDIA (anni)
OPERATORE PORTE DI CABINA	15
Motore elettrico	10
Cuscinetti motore porte	5
Snodi meccanici	5
Contatti elettrici	5
PORTE DI CABINA	30
Sospensione porte	30
Carrucole sospensione	10
CABINA	30
Bottoniera di cabina	10
Contatti	5
ARMATURA DI CABINA	30
Contatti elettrici	5
Bottoniera di ispezione	20
VANO DI CORSA	30
Ammortizzatori a molla	30
Apparati elettrici	10
EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO	10
Centralina	30
Paracadute di sicurezza	15

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Nell'ambito della documentazione di proposta tecnica devono essere indicati gli elementi necessari per una corretta valutazione dei livelli di affidabilità (MTBF), inoltre dovrà essere prevista l'emissione delle specifiche dei singoli componenti dell'impianto, delle liste dei controlli relativi alle operazioni di ispezione e del programma di manutenzione in funzione delle ore di


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

6.2.6 Abaco ascensori


Viene riportata di seguito la tabella riassuntiva delle unità (1,8x2,1 m) previste per le singole tipologie di stazione:

Tabella 17. Abaco Ascensori


Stazione	Nome	Tipologia	Dislivello	Num. Fermate	Uscita	Ambiente	Attestamento
STAZIONE BOLOGNA	AS-AB-2-S	Emergenza	6,40	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE BOLOGNA	AS-EB-2-D	Emergenza	15,12	3	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE BOLOGNA	AS-EB-1-S	Emergenza	15,12	3	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE BOLOGNA	AS-AB-1-D	Emergenza	6,40	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE BOLOGNA	AS-AN	Ordinario	8,72	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE CIMAROSA	AS-AO	Emergenza	8,01	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE CIMAROSA	AS-EBI-D	Emergenza	21,76	4	Doppia	Esterno	Strada
STAZIONE CIMAROSA	AS-ABI-S	Emergenza	13,75	3	Doppia	Interno	Atrio
STAZIONE CORELLI	AS-AB-1-S	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE CORELLI	AS-AB-1-D	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE CORELLI	AS-AB-2-D	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE CORELLI	AS-AB-2-S	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE GIULIO CESARE	AS-AB-1-D	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE GIULIO CESARE	AS-AB-1-S	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE GIULIO CESARE	AS-AB-2-S	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE GIULIO CESARE	AS-AB-2-D	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE REBAUDENGO	AS-EB-1-D	Emergenza	12,85	3	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE REBAUDENGO	AS-AB-1-S	Emergenza	6,40	2	Unica	Interno	Atrio

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

STAZIONE REBAUDENGO	AS-EB-2-S	Emergenza	12,85	3	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE REBAUDENGO	AS-AB-2-D	Emergenza	6,40	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE REBAUDENGO	AS-AO	Ordinario	6,45	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE REBAUDENGO	AS-I-FSB-1-V	Ordinario	4,48	2	Doppia	Interno	Atrio
STAZIONE REBAUDENGO	AS-I-FSB-2-V	Ordinario	4,48	2	Doppia	Interno	Atrio
STAZIONE SAN GIOVANNI	AS-AB-1-S	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE SAN GIOVANNI	AS-AB-1-D	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE SAN GIOVANNI	AS-AB-2-D	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE SAN GIOVANNI	AS-AB-2-S	Ordinario	6,80	2	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE CARLO ALBERTO	AS-AB-2-S	Emergenza	17,93	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE CARLO ALBERTO	AS-AB-2-D	Emergenza	17,93	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE CARLO ALBERTO	AS-AB-1-D	Emergenza	17,93	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE CARLO ALBERTO	AS-AB-1-S	Emergenza	17,93	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE CARLO ALBERTO	AS-A	Emergenza	7,12	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE MOLE/GIARDINI REALI	AS-AB-1-D	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE MOLE/GIARDINI REALI	AS-EB-1-S	Emergenza	25,61	5	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE MOLE/GIARDINI REALI	AS-AE	Ordinario	8,06	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE MOLE/GIARDINI REALI	AS-EB-2-D	Emergenza	25,61	5	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE MOLE/GIARDINI REALI	AS-AB-2-S	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

STAZIONE NOVARA	AS-EB-2-D	Emergenza	25,61	5	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE NOVARA	AS-AB-2-S	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE NOVARA	AS-AB-1-D	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE NOVARA	AS-AB-1-S	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE NOVARA	AS-AE	Emergenza	8,06	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE PASTRENGO	AS-EB-2-S	Emergenza	25,61	5	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE PASTRENGO	AS-AB-2-D	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE PASTRENGO	AS-AB-1-S	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE PASTRENGO	AS-EB-1-D	Emergenza	25,61	5	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE PASTRENGO	AS-AO	Ordinario	8,06	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-EB-2-D	Emergenza	28,50	5	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-AB-2-S	Emergenza	19,65	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-AB-1-D	Emergenza	19,65	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-EB-1-S	Emergenza	28,50	5	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-EA-S	Ordinario	8,25	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-EA-D	Ordinario	8,25	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-M1B-1	Ordinario	13,10	3	Unica	Interno	Mezzanino 1
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-M1B-2	Ordinario	13,10	3	Unica	Interno	Mezzanino 1
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-I_M1M2-D	Ordinario	9,00	3	Unica	Interno	Banchina Linea 1
STAZIONE PORTA NUOVA	AS-I_M1M2-S	Ordinario	9,00	3	Unica	Interno	Banchina Linea 1
STAZIONE POLITECNICO	AS-AB-2-S	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

STAZIONE POLITECNICO	AS-AB-2-D	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE POLITECNICO	AS-AB-1-S	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE POLITECNICO	AS-AB-1-D	Emergenza	17,55	4	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE POLITECNICO	AS-AE	Emergenza	7,50	2	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE VERONA	AS-EB-1-D	Emergenza	19,48	4	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE VERONA	AS-AB-1-S	Ordinario	11,70	3	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE VERONA	AS-AB-2-D	Ordinario	11,70	3	Unica	Interno	Atrio
STAZIONE VERONA	AS-EB-2-S	Emergenza	19,48	4	Unica	Esterno	Strada
STAZIONE VERONA	AS-AN	Ordinario	7,78	2	Unica	Esterno	Strada
POZZO DI EMERGENZA MOLE	AS	Emergenza	33,39	6	Unica	Esterno	Strada


6.2.7 Caratteristiche antincendio dei materiali

Al fine di ridurre le possibilità di incendio, nella proposta tecnica si dovranno indicare le prescrizioni minime previste nella realizzazione delle apparecchiature; in particolare si precisa che i componenti non metallici dell'ascensore, a titolo di esempio:

- cavi;
- corpi illuminanti;
- cassette di derivazione;
- tubazioni;
- pannelli in materiale plastico;
- controsoffitto cabina;
- rivestimenti;
- superfici verniciate.

devono essere sottoposti a certificazione per il tipo di materiale impiegato secondo la normativa vigente relativamente a:

- classe di reazione al fuoco pari ad 1 (da intendersi come valore minimo);
- analisi sulla opacità, tossicità e corrosività dei fumi per i cavi.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1


6.2.8 Caratteristiche tecniche

Si richiamano a seguire le caratteristiche salienti richieste alle scale mobili di stazione; per una più dettagliata definizione delle stesse, nonché per le ulteriori caratteristiche prestazionali richieste si rimanda agli elaborati di specifiche tecniche e alle voci di elenco prezzi.


6.2.8.1 Caratteristiche Generali

Tipo di ascensore (sulla base della tabella relativa alla tipologia) con le seguenti caratteristiche generali:

- Portata di riferimento 1.050 kg con capienza di 14 persone;
- Corsa e numero fermate, variabile a seconda della tipologia di ascensore e della stazione in riferimento all'abaco;
- Dimensione vano in riferimento alle dimensioni minime di cabina ed ai requisiti architettonici (larghezza 1,20 m, profondità 2,10 m, altezza interna di cabina 2,15 m);
- Dispositivi di sicurezza in ottemperanza alla regola tecnica;
- Presenza di dissuasori nei vani di corsa, ai fini della sicurezza in fase di manutenzione;
- Vano di corsa interno alla stazione realizzato in cemento armato;
- Torrino ascensore esterno alla stazione progettato in acciaio e vetro ai sensi della "Carta dell'Architettura", con caratteristiche connesse allo smaltimento del calore ed alla protezione dall'irraggiamento come: vetratura con idoneo fattore solare (g), soffitto coibentato (in lana minerale o equivalente), aperture di ventilazione.
- Connessione impianto di drenaggio delle fosse ascensore;
- Alimentazione elettrica trifase 400V-50 Hz;
- Quadro di manovra di tipo statico racchiuso in adeguato armadio metallico, generalmente ubicato al piano atrio;
- Azionamento elettrici a cinghie piatte, in corrente alternata a frequenza e tensione variabili con controllo digitale;
- Inserzioni orarie 90;
- Rapporto di intermittenza 40%;
- Manovra automatica a pulsanti;
- Autodiagnostica a microprocessore;
- Ritorno automatico in caso di incendio al piano di evacuazione stabilito nello scenario di riferimento con apertura automatica delle porte;
- Segnalazioni luminose ai piani: occupato, fuori servizio, allarme ricevuto;
- Segnalazioni luminose in cabina: posizione e direzione, sovraccarico, allarme inviato;
- Segnalazioni acustiche per cabina al piano;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Impianto citofonico in coordinamento con la progettazione degli impianti di Sistema incorporato nel pannello di controllo di cabina e collegato con il Posto Centrale di Controllo, in ottemperanza al requisito di collegamento bidirezionale in relazione al presidio per ogni singolo ascensore operativo 24 h su 24, realizzato in conformità alla EN 81-28 dotato di dispositivo di test periodico di funzionamento;
- Impianto citofonico in coordinamento con la progettazione degli impianti di Sistema presente nel fondo fossa e nella testata di cabina e collegato con il Posto Centrale di Controllo, in ottemperanza al requisito di collegamento bidirezionale in relazione alle operazioni di manutenzione per ogni singolo ascensore operativo 24 h su 24, realizzato in conformità alla UNI EN 81-28 dotato di dispositivo di test periodico di funzionamento;
- Anello induttivo di ausilio alla comunicazione per le persone con ridotta capacità uditiva ai sensi della UNI EN 81-70 par. 5.4.4.3 – el. C e UNI EN 81.28 par. 4.1.4. Tale apparato al fine di ottenere un’amplificazione supplementare nella cabina delle comunicazioni inviate dal Posto Centrale di Controllo;
- Quadro ascensore con presa telefonica RJ45 UTP cat. 5;
- Porte di cabina ascensore esterno automatiche con apertura telescopica a due pannelli scorrevoli con caratteristiche e finiture definite ai sensi della “Carta dell’Architettura”, in acciaio inox antigraffio e cristallo di sicurezza (singolarmente marchiati e con dicitura “laminated”);
- Porte di piano ascensore esterno automatiche del tipo e apparecchiature stagne con apertura telescopica a due pannelli scorrevoli con caratteristiche e finiture definite ai sensi della “Carta dell’Architettura”, in acciaio inox antigraffio e cristallo di sicurezza (singolarmente marchiati e con dicitura “laminated”);
- Pareti di cabina ascensore esterno con caratteristiche e finiture definite ai sensi della “Carta dell’Architettura”, con pannelli verticali in cristallo di sicurezza (singolarmente marchiati e con dicitura “laminated”) e telaio in acciaio antigraffio.
- Porte di cabina ascensore interno con caratteristiche e finiture da definire in coordinamento con la progettazione architettonica;
- Pareti di cabina ascensore interno pannelli in acciaio inossidabile antigraffio con caratteristiche e finiture da definire in coordinamento con la progettazione architettonica;
- Porte intermedie di soccorso, ove richiesto, con caratteristica REI 120;
- Pavimento di cabina in lamiera con caratteristiche e finiture in pietra o altro materiale da definire in coordinamento con la progettazione architettonica;
- Illuminazione indiretta a soffitto preferibilmente con apparato led e livello minimo di illuminamento previsto come da normativa di riferimento in condizioni normali e di emergenza con 3 ore di autonomia

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Illuminazione d'emergenza ≥ 5 lux per 1 h ad ogni dispositivo di allarme in cabina e sul tetto, misurata al centro della cabina 1 m sopra il pavimento e 1 m sopra il tetto.
- Illuminazione normale ≥ 100 lux al suolo e sui comandi.
- Sistema illuminazione del vano di corsa;
- Bottoniere: 2 ad ogni piano di estremità e 2 per cabina (una delle quali con pulsanti XL e baricentro ad H90) con comandi posti ad un'altezza $0,90 \div 1,40$ dal piano di calpestio, dotate di segnalazioni in alfabeto braille;
- Scaletta lungo il vano di corsa, ove richiesto;
- Portali, stipiti, laterali, architravi con finitura adeguata alle porte di piano.

6.2.8.2 Caratteristiche di esercizio

Ogni ascensore avrà un funzionamento correlato all'esercizio della stazione, saranno quindi previsti in via generale (da confermare nelle successive fasi di progettazione):

- Attivazione all'inizio del servizio;
- Disattivazione a fine servizio;
- Utilizzo continuo giornaliero suddiviso in due periodi di 2 ore, uno al mattino (ora di punta) ed uno alla sera (ora di punta);
- Servizio intermittente giornaliero di 16 ore.


Ogni ascensore dovrà costituire un'unità autonoma composta, oltre da quanto già descritto, sommariamente anche da quanto richiamato a seguire.

6.2.8.3 Macchina di sollevamento

- Macchina di sollevamento composta da motore elettrico sincrono a magneti permanenti, con traferro radiale per la massima efficienza elettrica ($85 \div 90$ %) garantendo il minimo consumo energetico, equipaggiato con opportuna protezione termica. Sull'albero motore sarà applicato un Encoder digitale (lettore ottico) per il controllo del profilo della velocità e della posizione cabina; coassiale con la puleggia di frizione.
- raddrizzatore completo di inverter per la conversione della corrente di rete e per il controllo della tensione e della frequenza.
- freno a disco elettromagnetico che non richiede manutenzione e che entra in funzione quando la cabina è ferma al piano.


6.2.8.4 Impianti elettrici

- Impianti elettrici protetti da interruttore automatico magnetotermico e differenziale, secondo CEI 64-8.
- I collegamenti mobili con la cabina da realizzare con cavi flessibili aventi grado di isolamento "3" delle norme CEI-UNEL.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- I collegamenti fissi da realizzare con conduttori isolati, posati lungo il vano di corsa entro apposite canalizzazioni di lamiera zincata e piegata. Tali canalizzazioni, dotate di coperchi asportabili in modo da rendere facile l'ispezione e la manutenzione, costituiscono una sicura protezione contro i contatti accidentali ed un efficace schermo contro i disturbi radiotelevisivi causati dalle extracorrenti propagantesi lungo le linee elettriche.
- Le linee elettriche e cavi flessibili di tipo seriale, per il collegamento di tutte le apparecchiature installate nel vano, nel locale centralina e nella cabina, con dimensioni e isolamento rispondenti alle norme CEI-CENELEC.
- Le linee elettriche in alimentazione alle macchine considerate per la condizione di esodo ai sensi del DM. 21/10/2015 (Capo VII.2) risponderanno ai valori ed alle caratteristiche prescritte nelle norme CEI 20-45 ed ai seguenti requisiti: cavi non propaganti l'incendio (norme CEI EN 60332.3-24); emissione zero di gas alogeni (norme CEI EN 50267-2-1); indice di tossicità dei fumi max 1,5 (norme CEI 20-37/4-0); indice di opacità dei fumi max 0,5 (CEI EN 61034-2, CEI EN 20-37-1); classificazione B2ca secondo regolamento CPR. La tensione di lavoro U_0/U sarà di 450/750 V per le linee di controllo e comando e di 600/1000 V per le linee di potenza del motore. Tutti i cavi e le linee elettriche saranno adeguatamente fissati alla struttura reticolare dell'elevatore, in modo da evitare contatti con parti in movimento. Il grado di protezione degli interruttori delle linee elettriche sarà di IP65.

NB: per ogni stazione dovrà essere fornito un sistema di batterie aggiuntivo per il funzionamento della manovra di riporto al piano manuale, nel caso di guasto del sistema principale.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

7. IMPIANTI MECCANICI DI LINEA, GALLERIA E POZZI

7.1 Impianti idrici antincendio

7.1.1 Impianti idrici antincendio di galleria

La protezione viene realizzata mediante la distribuzione delle linee idranti di galleria alimentati da un sistema di pompaggio idranti collocato in stazione e connesso ad una alimentazione idrica di tipo singolo superiore come da UNI EN 12845 mediante la disposizione di una vasca di accumulo dimensionata al fine di corrispondere a tutti gli scenari di emergenza ipotizzati. La tipologia e disposizione degli idranti DN 45 è determinata dal D.M. 21/10/2015 (Capo VI.1) con grado di pericolosità 3 ai sensi della UNI 10779, con disposizione delle valvole ogni 50 m. In corrispondenza dello sbarco dei pozzi di accesso di emergenza dovrà essere disposta almeno una valvola. La tubazione antincendio dovrà essere protetta con idonei sistemi (coibentazione, cavo scaldante) anche dal rischio della formazione di ghiaccio dovuta all'ingresso diretto di aria esterna per la lunghezza relativa al rischio identificato. Saranno inoltre da predisporre giunti di separazione dielettrica e compensatori di dilatazione termica (da determinare nella successiva fase di progettazione a seconda della lunghezza e collocazione della singola interrata). Idonei adattamenti dovranno essere effettuati per le particolarità legate ai manufatti speciali ed alla loro morfologia.


Per i manufatti di retrostazione Bologna e Politecnico, dove sono previsti stalli dei treni in sosta si prevede un sistema di spegnimento automatico del tipo a diluvio (similare a quanto previsto nelle stazioni) alimentati dalle rispettive stazioni di appartenenza (Bologna e Politecnico) che prevedono quindi le partenze delle tubazioni al servizio dell'impianto al servizio del manufatto.

7.1.2 Impianti idrici antincendio dei pozzi

Non sono previsti impianti idrici antincendio all'interno dei pozzi di interrata o dei pozzi di emergenza. La sicurezza dal punto di vista dell'estinzione di eventuali fenomeni d'incendio è garantita dalla presenza di estintori all'interno dei locali a rischio incendio

7.2 Impianti di adduzione idrico-sanitari di galleria e pozzi

Per quanto concerne l'adduzione idrica di galleria si prevede una connessione all'impianto di stazione (i-esima) con diramazione in galleria direzione monte (verso pozzo i+1) e valle (verso pozzo i-1) della tubazione proveniente dai collettori presenti nel sottobanchina. I punti di adduzione sono presenti in corrispondenza delle testate di stazione (in ambiente galleria) nella misura di due utenze per ciascuna via e diramazione. La distribuzione prosegue poi verso i pozzi in direzione monte-valle con la collocazione di un punto di adduzione in corrispondenza della base del pozzo (tronchino) ed uno in corrispondenza dei locali tecnici che costituiscono, con una distribuzione di almeno un rubinetto per piano in caso di pozzi profondi costituiti da più piani in aggiunta al tronchino di collegamento. La tubazione dovrà essere protetta con idonei sistemi (di coibentazione e cavo scaldante) per far fronte anche al rischio della formazione di ghiaccio dovuta all'ingresso diretto di aria esterna per la lunghezza relativa al rischio identificato.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

7.3 Impianti di aggettamento

7.3.1 Impianti di aggettamento di galleria


L'impianto di aggettamento di galleria consiste nel convogliare le acque presenti in galleria (acque di stillicidio, lavaggio galleria, impianto antincendio di galleria) alla vasca di accumulo posizionata nel punto più basso del tracciato, in corrispondenza della base del pozzo o della stazione più vicina. La vasca sarà corredata di pompe di rilancio che indirizzeranno lo scarico verso la camera sifonata della rete fognaria cittadina di riferimento mediante interposizione delle tubazioni di risalita corredate di valvole di non ritorno e sezionamento.

7.3.2 Impianti di aggettamento di pozzo

L'impianto di aggettamento delle acque di pozzo presenta due configurazioni differenti, con o senza vasca di aggettamento, in funzione della progressiva del tracciato e della conseguente quota altimetrica come di seguito riepilogato:

Tabella 18. Vasca di aggettamento pozzi

POZZI E MANUFATTI		AGGOTTAMENTO
TRATTA CENTRALE		
1	POZZO REBAUDENGO	NO
2	POZZO GIULIO CESARE	NO
3	POZZO SAN GIOVANNI BOSCO	NO
4	POZZO CORELLI	NO
5	POZZO CIMAROSA/TABACCHI	NO
6	POZZO BOLOGNA	NO
7	POZZO NOVARA	NO
8	POZZO VERONA	SI
9	POZZO MOLE/GIARDINI REALI	SI
10	POZZO EMERGENZA MOLE	NO
11	CARLO ALBERTO	NO
12	PORTA NUOVA	SI
13	PASTRENGO	SI
14	POLITECNICO	SI
15	RETROSTAZIONE POLITECNICO	NO

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Nel caso in cui il fondo del pozzo in esame si trovi ad una quota altimetrica superiore rispetto alla quota della successiva stazione e non siano presenti punti di minimo lungo il tracciato intermedio tra i due manufatti, il sistema di aggotamento consiste nel convogliare le acque di drenaggio al tubo di raccolta acque presente in galleria che, a sua volta, convoglia le acque alla vasca di aggotamento della stazione successiva.

Nel caso opposto l'impianto di aggotamento è costituito da una vasca di accumulo posizionata nel punto più basso del tracciato in corrispondenza della base del pozzo stesso in cui vengono convogliate le acque provenienti dalla galleria e dal pozzo stesso, in particolare:


- le acque di lavaggio provenienti dal pozzo e dalla quota parte di competenza della galleria;
- la rete di drenaggio relativa al recepimento delle acque di drenaggio meteoriche in provenienza dai vani di ventilazione del pozzo;

La vasca sarà corredata di almeno tre pompe di cui due di rilancio e una tritratrice, le quali indirizzeranno lo scarico verso la camera sifonata della rete fognaria cittadina mediante interposizione delle tubazioni di risalita corredate di valvole di non ritorno e sezionamento.

La stazione di pompaggio ha un rilancio con prevalenza altimetrica proporzionale alla quota esterna di riferimento dove è previsto l'allaccio delle tubazioni provenienti dal sottobanchina in camera sifonata (da verificare in fase esecutiva con l'ente competente per area di ubicazione della stazione).

Le pompe avranno la caratteristica di resistenza corrispondente alla tipologia delle acque collezionate ed ai residui in esse contenute; pertanto, avranno la caratteristica di tritratrice (per i punti bassi della vasca) e di rilancio con idonei sistemi di flussaggio della girante al fine di evitare sedimentazioni. Il sistema è stato dimensionato secondo un grado di ridondanza idoneo ad assicurare l'operatività della stazione in caso di massimo carico ed indisponibilità parziale dell'impianto.

L'intero impianto dovrà corrispondere anche al contesto emergenziale, ovvero, all'attivazione dell'impianto antincendio di stazione dove le acque risultanti in vasca dovranno essere poi smaltite dall'impianto di aggotamento. Il dimensionamento dovrà rispondere, in prima istanza, al caso relativo al funzionamento normale consentendo un numero di attivazioni consono alla tipologia di pompe (sarà in ogni caso operata una rotazione delle unità attivate per mezzo di un PLC dedicato), ma non compromettere l'azione delle squadre di intervento in stazione in caso di incendio.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

7.4 Impianti ventilazione antincendio pozzi e galleria

La ventilazione di emergenza di galleria dovrà essere strutturata sui criteri basilari espressi dal D.M. 21/10/2015 in funzione del carico di incendio nello scenario di riferimento (Capo I.1), del rispetto dei parametri di stato critico per la sicurezza e condizioni sostenibili per la vita umana (Capo I.2). Le analisi preliminari alla base del progetto di fattibilità (modellazione monodimensionale SES) sono state completate nella fase di progettazione definitiva sulla base della corrispondente modellazione fluidodinamica (Capo V.1). Nelle intertratte con lunghezza superiore a 300 m è previsto l'impianto di ventilazione di emergenza (Capo V.1-2) dovranno essere allestiti quindi i pozzi di ventilazione (pozzi di estrazione fumi) posizionati circa a metà dell'intertratta di galleria, si ricade nell'ambito della galleria unica.

Al fine, quindi, di indirizzare la progettazione del sistema di ventilazione di emergenza nei vari scenari, una modellazione monodimensionale di tipo SES - Subway and Environmental Simulation è stata prodotta per tutte le tratte, mentre per i manufatti più importanti è stato sviluppato uno studio CFD (Deposito, Retrostazione Bologna, Retrostazione Politecnico).

I dispositivi di ventilazione dovranno avere una classe non inferiore a F400/120 e dovranno essere gestibili in remoto dal Centro di Controllo della linea. Verranno in ogni caso proposti ventilatori


Per quanto concerne il criterio di applicazione nel contesto di stazione le camere di ventilazione dovranno essere collegate al vano esterno dimensionato in modo idoneo ai flussi massimi previsti in emergenza. I componenti da prevedere saranno:

- silenziatori;
- ventilatori assiali reversibili;
- giunti e componenti di connessione;
- serrande di separazione classificate;

Ogni pozzo di ventilazione (fa quindi eccezione il pozzo di emergenza mole) è composto da due camere di ventilazione primarie connesse al corrispondente vano esterno grigliato. In ciascuna camera è alloggiato un ventilatore assiale reversibile con caratteristica di resistenza F400/120 certificato EN 12101-3 corredato di silenziatori idonei al raggiungimento della prestazione degli accessori come serranda motorizzata di disgiunzione con la galleria resistente alle alte temperature, boccaglio di aspirazione, tronco di trasformazione, piedi di supporto, giunto antivibrante con resistenza al fuoco adeguata a quella del sistema di ventilazione, basamento inerziale corredato complesso di molle.

La sezione frontale di ogni ventilatore sarà connessa alla canna verticale o orizzontale che unisce le camere di ventilazione con la galleria.

Questa configurazione è valida per tutti i pozzi della tratta a meno dei Pozzi Novara e Rebaudengo dove la camera di ventilazione è unica e ospita nel caso del pozzo Novara tre ventilatori e nel caso del pozzo Rebaudengo due ventilatori di taglia superiore.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Lo scopo primario sul quale è stata dimensionata la ventilazione è quello di emergenza al fine di assicurare il raggiungimento della velocità critica (Capo V.1), ma la stessa ventilazione sarà utilizzata in condizione normale per il rinnovo dell'aria in galleria ed il mantenimento delle temperature nelle varie condizioni di funzionamento della linea. Le portate, il calcolo della velocità critica per ogni tipologia di intertratta di galleria e la strategia di attivazione dei vari settori dell'impianto di ventilazione di emergenza sono basate sulle analisi fluidodinamiche - SES realizzate per i singoli scenari ai sensi del D.M. 21/10/2015 (Capo V.1) e sulle analisi di dettaglio CFD.

L'impianto di ventilazione nel suo complesso dovrà essere in grado di garantire in caso di emergenza l'inversione -100% /+ 100% in un tempo massimo di 45 s (totalità dei tempi di frenata ed avvio) e comunque la strategia supportata dal sistema di ventilazione deve consentire in ogni caso il mantenimento dei parametri richiesti in relazione ai limiti imposti dal D.M. 21/10/2015 per lo *Stato Critico per la sicurezza della vita umana* e le *Condizioni sostenibili per la vita umana* in relazione ai tempi di sfollamento.

Gli scenari di base che saranno ipotizzati seguiranno la numerazione di base presente nel (D.M. 21/10/2015 – Capo I) :

- Scenario 1: incendio a bordo treno fermo in stazione (i)
- Scenario 2: incendio a bordo treno fermo in galleria tra la stazione (i) ed il pozzo (i-1)

7.5 Impianto di condizionamento nei pozzi

In ogni singolo pozzo è previsto un impianto di condizionamento autonomo del tipo a gas a portata variabile (VRF) per il raffrescamento dei locali cabina di trasformazione e del locale quadri elettrici.


Il sistema è del tipo VRF con inverter, costituito da due unità esterne, posizionate nelle camere di ventilazione principali in corrispondenza delle griglie di espulsione verso l'esterno e da unità interne del tipo canalizzabili a soffitto nei singoli locali tecnici.

Il collegamento tra le unità esterne e le unità interne avverrà attraverso tubazioni in rame coibentate idonee per il passaggio del gas utilizzato.

Per consentire il funzionamento del sistema di condizionamento in caso di emergenza si è previsto nei locali quadri di bassa tensione la ridondanza delle apparecchiature e una suddivisione tra le unità interne e le unità esterne come di seguito descritto.

L'unità esterna a cui è collegata l'unità interna della cabina Mt/bt1 è posta in corrispondenza del ventilatore RFS2 (alimentato dalla cabina MT/bt2), all'unità esterna è collegata anche l'unità interna prevista nel locale quadri di bassa tensione.


Analogamente l'unità esterna a cui è collegata l'unità interna della cabina Mt/bt2 è posta in corrispondenza del ventilatore RFS1 (alimentato dalla cabina MT/bt1), all'unità esterna è collegata anche l'unità interna prevista nel locale quadri di bassa tensione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

In questo modo se a funzionare in estrazione è il ventilatore RSF1, l'unità esterna posta in sua corrispondenza può essere investita dai fumi ed interrompere il proprio funzionamento, in quanto il condizionamento dei locali di alimentazione del ventilare 1 è assicurato dall'unità esterna posta sul ventilatore 2 che non è in funzione.

Analogamente se a funzionare è il ventilatore 1.

Questa logica non è applicata nel pozzo Novara, dove è stato previsto un locale condizionatori all'interno dei quali sono installate le unità esterne. Tali unità non vengono mai investite direttamente dai fumi, non rendendo necessaria la ridondanza prevista negli altri pozzi.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

8. IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI DI LINEA, GALLERIA E POZZI

8.1 Descrizione generale impianti di Pozzo

Come già evidenziato nel capitolo relativo alle stazioni, l'alimentazione in Media Tensione è considerata all'interno del contesto primario degli apparati di Sistema non oggetto della presente specifica. E' prevista l'installazione di una cabina di trasformazione MT/BT per ciascun pozzo con le stesse caratteristiche delle Stazioni. Quindi, a partire dal Quadro Generale di Bassa Tensione, la forza motrice viene indirizzata verso i quadri interni al Pozzo stesso o verso le principali utenze a servizio dello stesso. Le dorsali di alimentazione attestata al QGBT rientrano pertanto nello scopo delle Opere non di Sistema.

I quadri primari di pozzo sono costituiti principalmente da:

- Quadri ventilatori di pozzo;
- Quadro locali tecnici di pozzo (QILLFM);
- Quadro aggotamento di pozzo;
- Quadro UCAV-P.


Da questi quadri principali saranno poi diramate ulteriori diramazioni secondarie a servizio di utenze puntuali, distribuite e concentrate.

Le alimentazioni di sicurezza da considerare, definite come "No-break", saranno le seguenti (carico alimentato entro 0,5s e per 120 min ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2):

- illuminazione di sicurezza;
- allarme;
- impianto di rivelazione incendio;
- diffusione sonora;
- videosorveglianza;
- telecomando e controllo.

Inoltre per quanto riguarda i servizi di emergenza (carico di sicurezza alimentato entro 120 s ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2), definite come "Privilegiata", saranno considerati i seguenti impianti:

- impianto di controllo fumi;
- ascensori di emergenza (eventuali);
- impianti di estinzione incendi (eventuali).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Si specifica che la tipologia di alimentazione relativa le sorgenti di sicurezza (punto 4 D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2) verrà progettata in deroga a quanto previsto dal decreto come descritto precedentemente.

8.2 Distribuzione primaria Pozzo

La distribuzione principale comprende tutte le linee che dal Quadro Generale di Bassa Tensione di Pozzo alimentano i quadri delle utenze primarie ed i quadri secondari predisposti per le utenze distribuite.

Le condutture in media, bassa tensione e di segnale nelle gallerie, nei pozzi e in tutti gli altri ambienti dovranno essere conformi alle prescrizioni previste, in materia di controllo del rischio di innesco e propagazione degli incendi, dalle norme tecniche vigenti per gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio perché classificati ad alto rischio di incendio.

Per impedire la propagazione del fuoco, le suddette linee dovranno essere realizzate in cavi a bassa emissione di fumi e gas corrosivi (LSZH - Low smoke zero halogen) ai sensi del Capo VII.5 ed in accordo con le vigenti norme di prodotto.

In particolare, con la pubblicazione della norma EN 50575, nell'elenco delle norme armonizzate per il Regolamento CPR 305/2011, anche i cavi elettrici dovranno essere marcati CE ai sensi del Regolamento CPR.


Nel caso in oggetto, trattandosi di infrastruttura metropolitana risulta necessario, essendo luogo dove il rischio relativo all'incendio è particolarmente elevato con la presenza di pubblico e possibili alti indici di affollamento, l'impiego di cavi del tipo FG18OM16 o FG18OM18 con classe di reazione al fuoco B2ca – s1a,d1,a1.

In conformità a quanto disposto al Capo VII.5, per le utenze no-break (con continuità di alimentazione) dovranno essere impiegati cavi resistenti al fuoco con requisito P o PH non inferiore a 60, se non è possibile per essi prevedere un percorso protetto almeno REI 60 e di eventuali accessori di installazione (es. cassette e sistemi di derivazione, etc.) che non pregiudichino la continuità di funzionamento dei cavi resistenti al fuoco. Anche in questo caso si utilizzeranno cavi con classe di reazione al fuoco B2ca – s1a, d1, a1 (secondo regolamento CPR) del tipo FTG18OM16 0,6/1kV.

A tal proposito i cavi per i servizi di sicurezza e per i servizi di emergenza (come sopra definiti), se distribuiti in canaline non protette REI, dovranno essere posati in sistemi certificati secondo la DIN 4102 rispetto la resistenza al fuoco (mantenimento funzionale fino a 90 minuti fino ad una temperatura di 1000°C).

Inoltre anche le utenze considerate "Privilegiate" dovranno essere alimentate mediante cavi con caratteristiche analoghe alle utenze "No-Break". A titolo di esemplificativo ma non esaustivo dovranno essere alimentate mediante cavi resistenti al fuoco:

- Ventilatori estrazione fumi di Pozzo;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Quadro Aggottamento;
- Serrande ventilatori;
- Ascensori di emergenza (eventuali);
- Impianti di estinzione incendi (eventuali).

Più in generale tutti le dorsali a partire dal Quadro Generale di Bassa Tensione (QGBT) verso i quadri principali di ciascun livello di Pozzo verranno in via precauzionale alimentati per mezzo di cavi con caratteristiche analoghe alle utenze "No-Break" (ad esempio Quadro illuminazione e Forza Motrice, Quadro Aggottamento di Pozzo, ecc...).

8.3 Impianti di illuminazione di Galleria e di Pozzo

8.3.1 Pozzi

Dovranno essere rispettate le prescrizioni contenute nel D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008, nonché le norme UNI EN 12464-1 e UNI UNIFER 8097.

L'illuminazione artificiale dovrà assicurare una buona visibilità negli ambienti normalmente frequentati dagli addetti al servizio.


Nei Pozzi sotterranei gli ambienti possono essere così distinti:

- ambienti destinati ai soli addetti (locali tecnici);
- tronchino dei Pozzi;
- ambienti che costituiscono via di fuga per gli utenti della Metropolitana (scale di sicurezza, discenderie) [tale condizione è presente solo in corrispondenza di due pozzi lungo l'intera tratta].

Nei locali tecnici, con possibilità di accesso solo per gli addetti al servizio, dovrà essere conseguito un valore di illuminamento medio, sul piano di lavoro a 80 cm dal suolo, non inferiore a 200 lux, con l'impiego di apparecchi a Led adeguati al locale di installazione, con l'eccezione del Locale Quadri in cui è posizionato il quadro UCAV-P (e di tutti i locali contenenti apparati di Supervisione e Controllo), nel quale deve essere previsto l'impiego di apparecchi illuminanti a Led con compiti visivi severi e illuminamento medio non inferiore a 500 lux.

Nei corridoi e nei vani di ventilazione e di transito in generale, l'illuminamento medio non dovrà essere inferiore a 100 lux, da conseguire sempre con apparecchi a Led adeguati.

In generale comunque gli apparecchi dovranno avere caratteristiche stagne, in dipendenza delle condizioni di umidità e polverosità degli ambienti stessi.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

8.3.2 Galleria

Dovranno essere rispettate le prescrizioni contenute nel D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008, nonché le norme UNI EN 12464-1 e UNI UNIFER 8097.

Lungo l'intera distribuzione di galleria dovrà essere previsto un impianto di illuminazione alimentato da fonte di energia "Normale" con origine dai quadri banchina galleria di stazione.

Le linee di alimentazione dell'illuminazione normale di galleria avranno distribuzione in polifera e gli stacchi invece saranno realizzati in tubazioni in acciaio inox staffate alla parete della galleria. Gli stacchi verso i corpi illuminanti verranno effettuati mediante cassetta di derivazione realizzata in lega di alluminio UNI 5076, dotata di presa CEE 2P+T, 16A, 230A, protezione della derivazione (fase) tramite base portafusibile in ceramica con fusibile 4A e avente grado di protezione IP66.

8.4 Impianti di sollevamento

Nell'ambito della realizzazione del Pozzo di Emergenza MOLE è prevista l'installazione di un ascensore con destinazione Antincendio/soccorso (cfr "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane" approvata con D.M. 21/10/2015).


Dal punto di vista funzionale l'impianto mette in comunicazione l'accesso dal piano strada con il livello delle gallerie di linea, consentendo un rapido intervento attraverso un percorso dedicato.

L'impianto sarà destinato all'utilizzo da parte delle squadre dei Vigili del Fuoco che intervengono in caso di emergenza e consentirà l'accesso dedicato degli uomini e delle specifiche attrezzature utili alla soluzione delle emergenze.

A tale scopo l'impianto è dimensionato (portata e cabina) nel rispetto delle specifiche individuate dalle norme vigenti ed è dotato degli specifici dispositivi per la gestione e il controllo da parte delle squadre di intervento.

In aggiunta l'impianto, in caso di necessità, potrà essere impiegato per il soccorso e per il trasporto di eventuali infortunati, avendo previsto anche l'uso da parte di utenti con ridotte capacità motorie (in alternativa alle scale) e delle squadre di soccorso per l'eventuale esodo mediante lettiga.

In considerazione del notevole dislivello coperto l'impianto dispone di ulteriori accessi intermedi di soccorso.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

8.5 Impianto di illuminazione di sicurezza di Galleria e di Pozzo

8.5.1 Pozzi

In conformità a quanto richiesto dal D.M. 21/10/2015 (Capo VII.6) tutti gli ambienti accessibili al personale di servizio dei Pozzi devono essere dotate di un sistema di illuminazione di sicurezza ridondante costituito da almeno un impianto con apparecchi dotati di alimentazione centralizzata e un impianto con apparecchi autoalimentati.

Gli impianti predetti dovranno assicurare i complessivi livelli di illuminamento (considerati come minimi) previsti dalle norme:

- Locali Quadri: 10 lux;
- Locali tecnici in generale: 5 lux;
- Tronchino Pozzo: 10 lux.

Gli apparecchi illuminanti disposti all'interno dei locali dovranno essere installati almeno su due circuiti separati alternativamente.

Tutti gli apparecchi installati in posizione accessibile al pubblico (nel caso dei pozzi in funzione di via di fuga) dovranno avere involucri con caratteristica di protezione contro gli impatti meccanici (come da requisito normativo).

8.5.2 Galleria

Come richiesto dal D.M. 21/10/2015 (Capo VII.7) tutte le sedi sotterranee e confinate dovranno essere dotate di impianto di illuminazione di sicurezza aggiuntivo e separato rispetto all'illuminazione ordinaria.


Tale impianto di sicurezza dovrà assicurare i seguenti livelli di illuminamento, misurati secondo le modalità previste nelle norme tecniche vigenti:

- banchine di emergenza galleria: 10 lux;
- uscite di sicurezza e percorsi di esodo in galleria: 10 lux;
- ambienti accessibili esclusivamente al personale tecnico: 2 lux.

La perdita dell'alimentazione ordinaria in una tratta deve attivare automaticamente l'illuminazione di sicurezza (se non già normalmente attiva) in quella tratta.

Le linee di alimentazione dell'illuminazione normale di galleria avranno distribuzione in polifera e gli stacchi invece saranno realizzati in tubazioni in acciaio inox staffate alla parete della galleria in modo tale da garantire il mantenimento funzionale dell'impianto anche in caso di incendio fino a 90 minuti e una temperatura di 1.000 °C (classi da E30 a E90 secondo DIN 4102 parte 12).

Gli stacchi verso i corpi illuminanti verranno effettuati mediante cassetta di derivazione realizzata in lega di alluminio UNI 5076, resistente al fuoco 850°C per 90 minuti (CEI EN50200),

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

dotata di presa CEE 2P+T, 16A, 230A, protezione della derivazione (fase) tramite base portafusibile in ceramica con fusibile 4A e avente grado di protezione IP66.

Quanto sopra riportato vale anche per il Manufatto di bivio nord e ramo ovest (GA4), il Manufatto Retrostazione Bologna (GA6) e il Manufatto Retrostazione Politecnico (GT8).

8.6 Impianto di terra di pozzi e gallerie

Sia la porzione di impianto in Media Tensione sia la sezione di impianto in Bassa Tensione saranno collegate ad un unico impianto di terra.


Inoltre, con riferimento al modo di collegamento a terra, il sistema di distribuzione BT risulta classificato come sistema TN.

In particolare, nella relazione MTL2T1A0DIELG00R003 si è evidenziato:

- la normativa tecnica utilizzata per il dimensionamento;
- i criteri di dimensionamento, tenendo conto dei vincoli impiantistici e della normativa vigente;
- i dati di ingresso;
- le verifiche ed i risultati di calcolo.

Si precisa che l'impianto di terra di galleria è considerato separato rispetto all'impianto di terra di stazione.

Si evidenzia che la Norma CEI 0-16 prescrive che il dispersore unico, relativo all'impianto di rete presso l'utenza (eventualmente unico con il complessivo impianto d'utenza), deve essere progettato e realizzato a cura dell'Utente sulla base delle informazioni vincolanti fornite dal distributore. Il dimensionamento del dispersore deve essere effettuato dall'Utente sulla base del valore della corrente IE (come definita nella Norma CEI 99-3) e del tempo di eliminazione del guasto. Il Distributore deve fornire all'Utente il valore della corrente di guasto monofase a terra IF (come definita dalla CEI 99-3) ed il tempo di eliminazione del guasto.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

8.7 Fibre Ottiche in Galleria: predispos. per impianto bigliettazione automatica e controllo accessi delle stazioni; connessione UCAV-S/UCAV-P

E' prevista l'installazione di una rete in fibra ottica a servizio dei presenti sistemi:

- Cavo fino a 72 fibre ottiche monomodale (per interfacciamento Unita' di Controllo Antincendio di Pozzo (UCAV-P), con l'Unita' di Controllo Antincendio della Stazione (UCAV-S) a monte).

Tali dorsali dovranno essere posate in polifera fino all'ingresso delle singole stazioni o dei pozzi di intertratta.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

8.8 Impianti correnti deboli e speciali

8.8.1 Impianti rivelazione incendi di Pozzo e Galleria

Si fa seguito a quanto previsto in relazione all'impianto rivelazione incendi di stazione per le caratteristiche primari dell'impianto. L'impianto di rivelazione incendi di ogni pozzo di intertratta deve avere il compito di segnalare eventuali focolai di incendio identificati nella fase iniziale. Quindi attraverso i dispositivi di rivelazione i segnali inviati all'unità di controllo di Pozzo (UCAV-P) dovranno consentire ai sistemi di gestione dell'emergenza di porre in atto le procedure di intervento previste.

Per quanto concerne i pozzi di intertratta la progettazione si svilupperà sulle analoghe linee previste dal D.M. 21/10/2015 con particolare riferimento ai controlli delle seguenti aree di pozzo:

- locale tecnico elettrico Media tensione;
- locale tecnico elettrico Bassa tensione;
- locale tecnico di ventilazione;
- corridoi tecnici e passaggi cavi, cavedi;
- vani di ventilazione.


Tutte le segnalazioni dovranno essere indirizzate 24 ore su 24, presso la centrale di supervisione di Pozzo (UCAV-P, collocata in apposito locale tecnico), di stazione corrispondente (UCAV-S) e presso il Posto Centrale di Controllo ubicato presso il Deposito da dove sia possibile l'agevole individuazione delle aree interessate dal principio d'incendio e avviare le procedure di emergenza.

Nel pozzo dovranno essere posizionati un determinato numero di pulsanti manuali e pannelli ottico-acustici, per segnalare l'emergenza incendio e l'attivazione del sistema di ventilazione. Gli allarmi provenienti dai pulsanti, come richiesto dal D.M. 21/10/2015 (Capo VI.3) dovranno essere tempestivamente verificati da personale addetto prima dell'avvio del segnale di allarme generalizzato; la verifica può essere condotta anche mediante sistemi di video sorveglianza.

8.8.2 Cavo sensore con tecnologia laser in galleria

Per quanto concerne il contesto di galleria ed in generale delle sedi sotterranee, esse dovranno essere dotate di un idoneo sistema in grado di fornire, al Posto Centrale di Controllo, la localizzazione dell'incendio al fine di poter definire le strategie di ventilazione, di sfollamento e di intervento dei soccorsi. Tale sistema dovrà essere attentamente valutato sulla base dei requisiti del sistema rotabile e sulla base delle procedure attivabili nel contesto di emergenza di galleria ai sensi del Capo I.1 punto 4 e dovrà essere previsto:

- in stazione all'interno del tunnel di banchina, ed in generale delle sedi sotterranee;
- lungo le intertratte di galleria Stazione Monte – Pozzo – Stazione Valle.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

Sia lungo il tunnel di banchina che lungo le intertratta di galleria il cavo sensore dovrà essere ridonato su ciascuna via di corsa pertanto è prevista l'installazione di nr.2 Apparatì di Controllo per ciascuna stazione (parte tunnel di banchina) e nr.2 Apparatì di Controllo per ciascun pozzo (parte intertratte di galleria). Dovrà essere possibile modificare le impostazioni degli Apparatì di Controllo anche da remoto senza la necessità di doversi recare in loco.

Le tecnologie applicabili sono quelle del controllo lineare dinamico delle temperature con tecnologia a fibra ottica o equivalente in modo da consentire l'identificazione immediata delle fonti di innesco e la conseguente attivazione dei sistemi di ventilazione ed antincendio previsti.

Quanto sopra riportato vale anche per il Manufatto di bivio nord e ramo ovest (GA4), il Manufatto Retrostazione Bologna (GA6) e il Manufatto Retrostazione Politecnico (GT8).

8.8.3 Illuminazione dinamica di galleria

Ai sensi del DM 21/10/2015 VII.7 Comma 5, è stato previsto un sistema di illuminazione dinamica di galleria progettato in modo da consentire agli utenti di indirizzarsi nella giusta direzione di evacuazione nel caso di attivazione della procedura di emergenza. Tale sistema dovrà essere attivato in abbinamento al sistema sonoro.

8.8.4 Allestimenti di sicurezza di Galleria e di Pozzo

8.8.4.1 Segnaletica di sicurezza


Secondo quanto indicato dal DM. 21/10/2015 in merito alla segnaletica (Capo VI.6), con particolare riferimento alla segnaletica di tipo luminoso già prevista in merito all'ubicazione delle vie di esodo ed alle segnalazioni relative all'attivazione dei pozzi, dovrà essere prevista specifica segnaletica in galleria recante l'indicazione dinamica del senso di percorrenza della via di esodo. La segnaletica luminosa indicherà la direzione della stazione più vicina da utilizzare per l'evacuazione.

8.8.4.2 Sistema di controllo accessi di pozzo/uscite di sicurezza

E' prevista l'installazione di un Sistema centrale di gestione degli accessi (SCGA) presso le aree riservate al servizio tecnico ed agli operatori di pozzo/uscite di sicurezza (ai sensi del Capo IV.2) che avrà come obiettivo quello della gestione ed organizzazione dell'accesso alle zone riservate predefinite dei pozzi intertratta e delle uscite di sicurezza.

Per ogni pozzo intertratta/uscita di sicurezza si dovranno prevedere i seguenti apparati:

- Elettroserratura/contatto in corrispondenza dell'accesso al pozzo/uscita al piano stradale.
- Elettroserratura in corrispondenza della porta di accesso posta nella parte inferiore (accesso di sicurezza dalla galleria).
- Contatto in corrispondenza della porta di accesso posta nella parte inferiore (accesso di sicurezza dalla galleria).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

- Contatto in corrispondenza delle griglie dei vani di ventilazione del pozzo al piano stradale.
- Contatto previsto in qualsiasi altro elemento emergente verso il piano stradale (botole, aperture di altro genere).

In condizioni di normale esercizio, il consenso alla apertura della porta è demandato al Posto Centrale di Controllo, mentre in condizioni di emergenza tale procedura dovrà essere valutata secondo i protocolli definiti per i corrispondenti scenari.


8.8.4.3 Sensore Multicriterio pozzi

Al fine di evitare che dall'esterno possano diffondersi al pozzo elementi gassosi potenzialmente nocivi (se in concentrazioni oltre i limiti di legge), è prevista l'installazione all'interno dei vani di ventilazione di pozzo di sensori multicriterio che possano consentire l'individuazione di una serie di sostanze che superino una soglia di attenzione predeterminata.

Gli elementi di rivelazione sono riferibili a:

- Acido Fluoridrico
- Acido Cianidrico

L'attivazione del sensore, in caso di superamento di una delle soglie, dovrà corrispondere ad una procedura di controllo e verifica da parte del Posto Centrale di Controllo che potrà decidere di sezionare l'impianto di ventilazione normale o condizionamento di stazione, attivando, in caso di pericolo, il sistema di emergenza in estrazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

9. ELEMENTI DI SOSTEGNO DEGLI IMPIANTI DI EMERGENZA

9.1 Premessa

Il presente paragrafo è relativo alla definizione dei principi progettuali e riferimenti normativi, da utilizzare per la progettazione dei dispositivi di supporto delle diverse componenti della rete impiantistica di emergenza, che, per esigenze funzionali, dovranno essere fissate alle strutture portanti presenti all'interno delle gallerie, stazioni etc.

Nella struttura in oggetto sono previsti a progetto i seguenti impianti per la gestione delle emergenze:

- Impiantistica di ventilazione;
- Impiantistica elettrica;
- Impiantistica antincendio.

L'impiantistica in oggetto è un insieme dei seguenti elementi: impianto vero e proprio, dispositivi di alimentazione dell'impianto, collegamenti tra gli impianti e la struttura principale.


I collegamenti (o supporti) tra gli impianti e la struttura principale, sono intesi come combinazione dei seguenti elementi:

- Staffe, canaline o binari;
- Mensole o tiranti;
- Elementi di controvento sismo-resistenti;
- Collari di fissaggio (con o senza isolamento);
- Slitte, compensatori o punti fissi;
- Sigillature;
- Elementi di compartimentazione al fuoco;
- Ancoraggi alle strutture principali.

9.2 Principi generali di progettazione dei collegamenti

Ai fini del dimensionamento, i collegamenti alla struttura principale dovranno essere verificati sia per i carichi statici (scenari di funzionamento ordinario ed eccezionale), sia per le azioni sismiche.

La progettazione antisismica dovrà essere adeguata alla vita nominale di progetto (par. 2.4.1 del DM 19/01/2018) e periodo di riferimento dell'azione sismica (par. 2.4.3 del DM 19/01/2018), così come indicato nelle specifiche progettuali dell'opera.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Impianti non di Sistema - Relazione Generale	MTL2T1A0DIMPGENR001-0-1

La capacità dei supporti deve essere maggiore della corrispondente domanda statica o sismica, per ciascuno degli stati limite da considerare; lo stesso principio deve essere applicato agli elementi che collegano tra loro gli impianti.

Dovranno essere indagate anche le richieste funzionali di ciascun impianto, con riferimento ai massimi spostamenti ammissibili per ciascun supporto, in modo da garantire il corretto funzionamento della rete, in particolar modo nelle situazioni di emergenza.

I collegamenti, posti all'esterno, devono essere progettati per sopportare senza rotture i massimi spostamenti relativi costruzione-terreno per ciascuno degli stati limite considerati; i supporti degli impianti posti all'interno della struttura, dovranno garantire adeguata capacità di movimento, solidalmente agli spostamenti della struttura.

Gli impianti non possono essere vincolati alla costruzione contando sull'effetto dell'attrito, ma devono essere collegati ad essa con vincoli rigidi o flessibili.

Gli elementi di fissaggio, quando post-installati, dovranno essere opportunamente scelti in base alla tipologia di materiale costituente la struttura principale ed alla resistenza al fuoco richiesta per i locali.

9.3 Interferenza di reti impiantistiche con sistemi gestione incendi

I collegamenti posti in prossimità od interferenti con le applicazioni per la protezione antincendio dovranno possedere le medesime caratteristiche di resistenza al fuoco.

In particolare, le installazioni elettriche o meccaniche devono essere progettate ed installate in modo da garantire un funzionamento sicuro, nel modo previsto, e da limitare i danni in caso di incidente.

E' necessario controllare se impianti/condotti possono avere un impatto negativo su altre installazioni vicine in caso di incendio e utilizzare, pertanto, elementi idonei per il collegamento alle strutture principali.