

**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		 INFRATRASPORTI S.r.l.												
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA													
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. F. Rizzo Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9337K	ELABORATI GENERALI RELAZIONE GENERALE												
		ELABORATO								REV.		SCALA	DATA	
		MT	L2	T1	A0	D	ZOO	GEN	R	003	Int.	Est.	-	25/10/2023
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi											0	2		

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1


REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	21/12/21	VARI AUTORI	F. Rizzo	F. Rizzo	R. Crova
1	Emissione finale a seguito di verifica preventiva	30/11/22	VARI AUTORI	F. Rizzo	F. Rizzo	R. Crova
2	Revisione a seguito della conclusione della Conferenza dei Servizi PAUR	25/10/23	VARI AUTORI	F. Rizzo	F. Rizzo	R. Crova
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 0</td> <td>CARTELLA</td> <td>1.1</td> <td>03</td> <td>MTL2T1A0D</td> <td>ZOOGENR003</td> </tr> </table>	LOTTO 0	CARTELLA	1.1	03	MTL2T1A0D	ZOOGENR003	<p align="center">STAZIONE APPALTANTE</p> <p align="center">DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio</p> <p align="center">RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro</p>
LOTTO 0	CARTELLA	1.1	03	MTL2T1A0D	ZOOGENR003		


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

INDICE


1.	INTRODUZIONE	14
1.1	PREMESSA	14
2.	INQUADRAMENTO GENERALE	21
3.	GRUPPO DI LAVORO	26
3.1	STAZIONE APPALTANTE	26
3.2	GRUPPO DI PROGETTAZIONE	26
4.	PROCESSO BIM	30
4.1	FASE DEL PROCESSO INFORMATIVO E LIVELLO DI SVILUPPO DEL PROGETTO	30
4.2	MACRO FASI DI LAVORAZIONE	32
4.3	APPROCCIO BIM, OBIETTIVI E USI DELLA MODELLAZIONE	33
4.4	PROCESSO DELLA GESTIONE INFORMATIVA	37
4.5	PROCESSO DI COORDINAMENTO E DI VERIFICA DEI MODELLI BIM	37
4.5.1	LC1 LIVELLO COORDINAMENTO 1	38
4.5.2	LC2 LIVELLO COORDINAMENTO 2	39
4.5.3	LC3 LIVELLO COORDINAMENTO 3	40
5.	STUDI E INDAGINI	41
5.1	INTRODUZIONE	41
5.2	GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, GEOTECNICA	41
5.2.1	INDAGINI E PROVE GEOTECNICHE	41
5.2.1.1	Sondaggi e prove in sito	41
5.2.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	42
5.2.3	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	48
5.2.4	SOGGIACENZA E DIREZIONE DI FLUSSO DELLA FALDA FREATICA	49
5.2.5	OSCILLAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLA FALDA FREATICA	51
5.2.6	RAPPORTO DELL'OPERA CON LA BASE DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE (BAS)	57
5.2.7	APPROFONDIMENTI CONDOTTI NEL PROGETTO DEFINITIVO	58
5.2.8	VALUTAZIONE DELLE POTENZIALI INTERFERENZE CON LA BAS	59
5.2.8.1	Individuazione delle potenziali interferenze	59
5.2.8.2	Gestione delle potenziali interferenze	60
5.2.8.3	Piezometri di progetto interferenti con la BAS	61
5.2.9	DEFINIZIONE DELL'OSCILLAZIONE DELLA FALDA FREATICA DI PROGETTO	65

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


5.2.10	ANALISI DEI RISULTATI DEI MONITORAGGI PIEZOMETRICI	66
5.2.11	POTENZIALE INTERFERENZA CON OPERE DI CAPTAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE	67
5.2.11.1	Valutazione del rischio	67
5.2.12	POZZI AD USO IDROPOTABILE	69
5.2.13	POZZI AD USO NON POTABILE	69
5.2.14	VALUTAZIONE DELL'EFFETTO DIGA	71
5.2.14.1	Modellazione idrogeologica per la valutazione dell'interazione opera/falda	71
5.2.14.2	Verifica dei fabbricati interessati dall'innalzamento della falda freatica indotto dall'effetto diga previsto	74
5.2.15	VALUTAZIONE DELL'IMPATTO INDOTTO DALL'INNALZAMENTO DELLA FALDA SUL PASSANTE FERROVIARIO E STAZIONE FS REBAUDENGO-FOSSATA	76
5.2.16	INQUADRAMENTO SISMICO E MICROZONAZIONE SISMICA	76
5.2.16.1	Pericolosità sismica di base	77
5.2.16.2	Vita nominale di progetto	79
5.2.16.3	Classi d'uso	80
5.2.16.4	Periodo di riferimento per l'azione sismica	81
5.2.16.5	Categoria sismica del sottosuolo	81
5.2.16.6	Liquefazione	84
5.2.16.7	Faglie attive e capaci	93
5.2.16.8	Faglia del Monte dei Cappuccini	95
5.2.16.9	Faglia di Torino	96
5.2.16.10	Considerazioni conclusive	97
5.3	RILIEVI E INDAGINI TOPOGRAFICHE	98
5.4	INDAGINI SUI FABBRICATI	99
5.4.1	PREMESSA	99
5.4.2	OBIETTIVI E METODOLOGIA DI INDAGINE	99
5.4.3	INDAGINI ESEGUITE	99
5.4.4	OSSERVAZIONI E CRITICITÀ EMERSE	99
5.4.4.1	Elenco degli edifici e delle principali interferenze	99
5.5	INDAGINI PUBBLICI SERVIZI	103
5.6	INDAGINI SU VERDE E ALBERATE	105
5.7	INDAGINI STORICHE E BONIFICA ORDIGNI BELLICI	105
5.8	INDAGINI ARCHEOLOGICHE	107
5.9	INDAGINI AMBIENTALI	109
6.	ANALISI DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ	111
6.1	PREMESSA	111
6.2	APPROCCIO METODOLOGICO: GENERALITÀ	112
6.3	LA BASE DATI SOCIO-ECONOMICA E DOCUMENTALE	114
6.4	LA DOMANDA DI MOBILITÀ NELL'AREA DI STUDIO	119

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

6.4.1	I BIG DATA DERIVANTI DALLE CELLE TELEFONICHE: GENERALITÀ	119
6.4.2	L'ENTITÀ DELLA DOMANDA ALL'ANNO BASE 2018	121
6.5	LA DOMANDA STIMATA SULLA TRATTA FUNZIONALE AI DIVERSI ORIZZONTI TEMPORALI 127	
7.	TRACCIATO	139
7.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	139
7.2	TRACCIATO DI RIFERIMENTO	139
7.2.1	TRATTA REBAUDENGO – VERONA	139
7.2.2	TRATTA VERONA - PORTA NUOVA	140
7.2.3	TRATTA PORTA NUOVA – POLITECNICO	140
8.	INSERIMENTO E TRASFORMAZIONI URBANISTICHE	141
9.	DESCRIZIONE DELLE OPERE	142
9.1	GALLERIA DI LINEA	142
9.1.1	GALLERIA ARTIFICIALE	142
9.1.1.1	Gallerie artificiali GA01, GA02, GA03	143
9.1.1.2	Galleria artificiale GA04	144
9.1.1.3	Galleria artificiale GA05	147
9.1.1.4	Galleria artificiale GA06	148
9.1.2	GALLERIA NATURALE A FORO CIECO	150
9.1.3	GALLERIA NATURALE IN TBM	154
9.2	STAZIONI	157
9.2.1	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	157
9.2.1.1	Stazioni ad 1 livello interrato e atrio fuori terra	161
9.2.1.2	Stazioni a 2 livelli interrati	163
9.2.1.3	Stazioni profonde, a 3 e 4 livelli	163
9.2.1.4	Stazioni profonde a 4 livelli con banchine in galleria (S4G)	164
9.2.1.5	Stazione Cimarosa/Tabacchi	167
9.3	MANUFATTI DI LINEA	169
9.3.1	MANUFATTI DI INTERTRATTA	169
9.3.1.1	Sala tecnica	169
9.3.1.2	Pozzo verticale	170
9.3.1.3	Galleria di collegamento tra pozzo e galleria di linea	171
9.4	MANUFATTO DI BIVIO	172
9.4.1	MANUFATTO DI BIVIO PER PROLUNGAMENTO NORD-EST	173
9.5	DEPOSITO/OFFICINA REBAUDENGO	173
9.5.0	PIANI INTERRATI	174
9.5.1	POZZO DI VENTILAZIONE DI GALLERIA	175
9.5.2	EDIFICIO UFFICI	176

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


9.5.3	OFFICINA ELETTRICA	177
9.6	SUBSIDENZE, PRESIDIO E MONITORAGGI	178
9.6.1	VALUTAZIONE DELLE SUBSIDENZE	178
9.6.2	INTERVENTI DI PRESIDIO	180
9.6.3	MONITORAGGI	185
9.6.3.1	Definizione dei parametri chiave	187
9.6.3.2	Strumentazione galleria scavata con TBM	188
9.6.3.3	Monitoraggio dei pozzi di intertratta	189
9.6.3.4	Monitoraggio delle stazioni	190
9.6.3.5	Monitoraggio edifici e manufatti esistenti	191
9.6.3.6	Considerazioni conclusive	192
10.	ARCHITETTURA	193
10.1	INTRODUZIONE	193
10.2	OBIETTIVI DEL PROGETTO ARCHITETTONICO DELLE STAZIONI	193
10.2.1	TENERE CONTO DEGLI USI E DEI BISOGNI	194
10.2.2	GLI SPAZI DELLA STAZIONE	195
10.2.3	LA DEFINIZIONE DELL'IDENTITÀ ARCHITETTONICA	195
10.2.4	LA PRESA IN CONSIDERAZIONE DELLE SPECIFICITÀ DELLA STRUTTURA URBANA DELLA METROPOLI TORINESE	196
10.3	L'ARCHITETTURA DELLE STAZIONI	198
10.3.1	IDENTITÀ TRASVERSALE	198
10.3.2	MATERIALI	201
11.	IMPIANTI NON DI SISTEMA	203
11.1	IMPIANTI NON DI SISTEMA DI STAZIONE	203
11.1.1	IMPIANTI IDRICO SANITARI	203
11.1.2	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO DI STAZIONE	203
11.1.3	IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO DI STAZIONE	204
11.1.4	IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA IN STAZIONE	204
11.1.5	IMPIANTI DI SEPARAZIONE AERAUICA	205
11.1.6	IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO DELLE STAZIONI	205
11.1.6.1	Condizioni ambientali di riferimento	205
11.1.6.2	Qualità dell'aria	206
11.1.6.3	Impianto di condizionamento aree aperte al pubblico	206
11.1.6.4	Impianti di condizionamento aree tecniche	207
11.1.6.5	Geotermia (Geostrutture energetiche)	207
11.1.6.6	Impianto termico	208
11.1.7	IMPIANTI ELETTRICI NON DI SISTEMA DI STAZIONE	208
11.1.7.1	Fonte dell'alimentazione elettrica primaria	210
11.1.7.2	Quadri di stazione (secondari e a servizio delle utenze concentrate)	210
11.1.8	IMPIANTO DI TERRA E DI PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI VAGANTI	211

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


11.1.9	IMPIANTI FOTOVOLTAICI	212
11.1.10	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE	212
11.1.10.1	Impianti di illuminazione normale di stazione	212
11.1.10.2	Impianti di illuminazione di sicurezza di stazione	213
11.1.11	IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI DI STAZIONE	214
11.2	IMPIANTI NON DI SISTEMA DI GALLERIA, POZZI E MANUFATTI	215
11.2.1	IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO DI GALLERIA	215
11.2.2	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO DI GALLERIA	215
11.2.3	IMPIANTO DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA DI GALLERIA	215
11.2.4	IMPIANTI ELETTRICI DI POZZO E GALLERIA	216
11.2.5	IMPIANTI DI TERRA DI POZZO E DI GALLERIA	216
11.2.5.1	Protezione contro le correnti vaganti (non legate al sistema di trazione)	217
11.2.6	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DI GALLERIA	218
11.2.7	IMPIANTI DI RIVELAZIONE INCENDI DI GALLERIA E POZZO	219
11.3	IMPIANTI NON DI SISTEMA DEPOSITO-OFFICINA	219
11.3.1	DESCRIZIONE GENERALE IMPIANTI ELETTRICI	219
11.3.2	SOTTOSISTEMI IMPIANTI ELETTRICI	221
11.3.3	TIPOLOGIE IMPIANTI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA	222
11.3.4	PRINCIPALI COMPONENTI IMPIANTO ELETTRICO	222
11.3.5	IMPIANTO FOTOVOLTAICO	222
11.3.6	IMPIANTO DI TERRA	222
11.3.7	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA	223
11.3.8	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA	223
11.3.9	IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ASCENSORI	224
11.3.10	IMPIANTI DI RIVELAZIONE INCENDI	225
11.3.11	IMPIANTI SPECIALI	225
11.3.12	IMPIANTO CONTROLLO ACCESSI	226
11.3.13	IMPIANTO EVAC	226
11.3.14	IMPIANTO SUPERVISIONE E CONTROLLO	226
11.3.15	IMPIANTO ANTINCENDIO	227
11.3.16	IMPIANTO DI SPEGNIMENTO A GAS	228
11.3.17	IMPIANTO EVACUAZIONE FUMI	228
11.3.18	IMPIANTO HVAC	229
11.3.19	IMPIANTO IDRICO SANITARIO	230
11.3.20	IMPIANTI MECCANICI INDUSTRIALI	230
11.3.21	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO	230
11.3.22	IMPIANTI DI SCARICO ACQUE NERE	231
12.	SISTEMAZIONI SUPERFICIALI	232
12.1	SISTEMAZIONE SUPERFICIALE DELL'EX TRINCEA FERROVIARIA	233
13.	INTERFACCIA OPERE CIVILI-SISTEMA	238
13.1	DESCRIZIONE GENERALE OPERE DI SISTEMA	238



13.1.1	CARATTERISTICHE PRIMARIE	238
13.1.2	.CARATTERISTICHE GENERALI DELL'INFRASTRUTTURA	239
13.1.3	CARATTERISTICHE GENERALI DEL MATERIALE ROTABILE	239
13.1.4	CAPACITÀ DI TRASPORTO	240
13.1.5	TRACCIATO	241
13.1.6	ESERCIZIO	242
13.1.7	TIPOLOGIE DI ARMAMENTO	243
13.1.7.1	Sistema su Gomma	243
13.1.7.2	Sistema su Ferro	245
13.1.7.3	Armamento antivibrante	246
13.1.7.4	Bici	246
13.2	SEGNALAMENTO E AUTOMAZIONE	247
13.2.1	SISTEMA CBTC	249
13.3	SOTTOSISTEMI DI CONTROLLO	249
13.3.1	IL POSTO CENTRALE (PCC/OCC) E LE COMUNICAZIONI	249
13.4	SCADA SYS	250
13.4.1	SISTEMA DI TELECOMANDO E SUPERVISIONE IMPIANTI DI SISTEMA	250
13.4.2	SCADA PS	250
13.4.3	PROTOCOLLI	251
13.5	SCADA IGNS	251
13.6	RETE INFORMATICA	252
13.6.1	DIFFUSIONE SONORA	252
13.6.2	VIDEOSORVEGLIANZA	253
13.6.3	RETE RADIO	253
13.7	PORTE DI BANCHINA	254
13.8	VARCHI ED EMETTITRICI	255
13.8.1	DESCRIZIONE GENERALE	255
13.8.2	SPECIFICHE DEL SISTEMA	255
13.8.3	VARCHI E CONTROLLO ACCESSI	256
13.8.4	EMETTITRICI AUTOMATICHE	256
13.8.5	VALIDATRICI	257
13.9	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA	257
13.9.1	DESCRIZIONE DELLA RETE	258
13.9.2	DATI DELLA RETE	259
14.	CRITERI AMBIENTALI MINIMI (C.A.M.)	262
15.	CANTIERIZZAZIONE	263
15.1	TIPOLOGIA DI CANTIERI	263
15.1.1	AREE DI CANTIERE CENTRALI	263
15.1.2	CAMPI BASE E AREE DI DEPOSITO	263

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

15.1.3	CANTIERE A SERVIZIO DELLA TBM	264
15.2	CARATTERISTICHE DEI CANTIERI	264
15.3	BILANCIO DEI MATERIALI	266
15.4	VALUTAZIONE DEL TRAFFICO INDOTTO DEI FLUSSI DI TRASPORTO DEI MATERIALI DA SCAVO	269
16.	STUDI AMBIENTALI	271
16.1	STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	271
16.2	GESTIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO E RIFIUTI	276
16.3	SITI DI CONFERIMENTO	278
17.	INTERFACCIA CON LA LINEA 1	279
18.	GEOSTRUTTURE ENERGETICHE	280
18.1	LA SPERIMENTAZIONE ESEGUITA NELLA LINEA 1 DELLA METROPOLITANA DI TORINO	281
18.2	IMPLEMENTAZIONE DELLE GEOSTRUTTURE ENERGETICHE LUNGO LA LINEA 2 DELLA METROPOLITANA	282
19.	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO	284
19.1	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO	284
19.1.1	RELAZIONE GENERALE	284
19.1.2	ALLEGATI	285
19.2	FASCICOLO DELL'OPERA	285
20.	MONUMENTO A RE CARLO ALBERTO – TRASLAZIONE PROVVISORIA	287
20.1	PREMESSA	287
20.2	UBICAZIONE E STRUTTURA ARCHITETTONICA	287
20.3	IL CANTIERE DELLA CONOSCENZA	290
20.3.1	POZZI N. 1-2 IN PROSSIMITÀ DELLA ZONA DI APPOGGIO SUL SUOLO DELL'OPERA VIVA IN ELEVAZIONE ESTERNA	291
20.3.2	SAGGIO N. 3 CON TRIVELLA ED ESTRAZIONE DI MENISCO CONDOTTO ALL'INTERNO DELLA STRUTTURA DELLA FONDAZIONE LATERIZIA	293
20.3.3	SAGGIO N. 4 CON TRIVELLA ED ESTRAZIONE DI MENISCO CONDOTTO ALL'INTERNO DELLA STRUTTURA DEL PODIO GRANITICO	293
20.4	ANALISI SUI BRONZI DEL MONUMENTO	294
20.5	INTERVENTO PROGETTUALE DEFINITO	295
20.5.1	FASI PRINCIPALI DELL'INTERVENTO	295

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

21.	CRONOPROGRAMMA LAVORI	298
21.1	PREMESSA	298
21.2	I METODI COSTRUTTIVI	298
21.3	LE PRINCIPALI LAVORAZIONI	302
21.4	DURATA DEI LAVORI	303
22.	ALLEGATO 1 – MATRICE DI OTTEMPERANZA PRESCRIZIONI FASE DI SCOPING	304
23.	ALLEGATO 2 MATRICE DI OTTEMPERANZA PRESCRIZIONI VARIANTE N. 333 URBANISTICA AL PRGC	351

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Key-plan della Linea 2	15
Figura 2.	Key-plan della Linea 2 – tratta funzionale 1: Politecnico-Rebaudengo	22
Figura 3.	Individuazione fase processo informativo delle costruzioni	31
Figura 4.	LOD "Level Of Development"	31
Figura 5.	Processo BIM per Macro fasi	32
Figura 6.	Modello URS stazione Rebaudengo	33
Figura 7.	Modello digitale del terreno (DTM) stazione Rebaudengo	34
Figura 8.	Modello BIM strutturale stazione Rebaudengo	34
Figura 9.	Modello BIM architettonico stazione Rebaudengo	35
Figura 10.	Modello BIM impianti stazione Rebaudengo	35
Figura 11.	Modello BIM federato (STR-ARC-MEP) stazione Rebaudengo	36
Figura 12.	Rendering fotoinserimento Stazione San Giovanni Bosco	36
Figura 13.	Processo gestione informativa BIM	37
Figura 14.	Processo modellazione BIM	38
Figura 15.	Livello di coordinamento LC1	39
Figura 16.	Livello di coordinamento LC2	39
Figura 17.	Livello di coordinamento LC3	40
Figura 18.	Estratto del Foglio 156 "Torino Est" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 relativo alla zona dell'attraversamento della Dora Riparia. La linea blu rappresenta l'opera in progetto. Le frecce bianche indicano le scarpate morfologiche descritte nel testo.	44
Figura 19.	Estratto da Foglio 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000	45
Figura 20.	Profilo schematico dell'area in cui è edificata la città di Torino, con scala delle altezze esagerata di due volte (da Forno & Lucchesi, 2014)	45
Figura 21.	Schema della circolazione idrica sotterranea nell'area di Torino (da De Luca & Ossella, 2014).	49


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Figura 22. Carta delle isopiezometriche della falda freatica nel settore della città di Torino (fonte: webgis ARPA Piemonte, https://webgis.arpa.piemonte.it).	50
Figura 23. Carta della soggiacenza della falda freatica nel settore della città di Torino (fonte: webgis ARPA Piemonte, https://webgis.arpa.piemonte.it).	51
Figura 24. Ubicazione dei piezometri delle Reti di Monitoraggio di Arpa e Regione Piemonte. Sono riportati i codici dei punti presi in considerazione nel presente lavoro.	52
Figura 25. Ubicazione e dati dei piezometri P26 e SI2 della Rete GREASE della Regione Piemonte.	54
Figura 26. Precipitazione cumulata annuale (mm di pioggia) registrata nella stazione pluviometrica ARPA n. 249 "Torino Vallere" (2004-2017).	56
Figura 27. Quota della falda misurata nel piezometro P26 della Rete GREASE Regione Piemonte (2002-2017)	56
Figura 28. Quota della falda misurata nel piezometro SI2 della Rete GREASE Regione Piemonte (2005-2016).	57
Figura 29. Planimetria con indicazione delle probabili intersezioni del tracciato in progetto con la BAS.	62
Figura 30. Precipitazioni medie annuali 2018 (dal sito web di ARPA Piemonte)	65
Figura 31. Precipitazioni medie giornaliere nella Regione Piemonte nel periodo gennaio-agosto 2022 (dal sito web di ARPA Piemonte).	66
Figura 32. Planimetria con ubicazione delle aree di salvaguardia e fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile presenti in un raggio di 5 km dal tracciato dell'opera.	70
Figura 33. Dominio del modello idrogeologico numerico del flusso sotterraneo e porzione di interesse del tracciato dell'opera in progetto	72
Figura 34. Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (da http://esse1-gis.mi.ingv.it/)	77
Figura 35. Faglie sismogenetiche (linee rosse) segnalate nell'area di Torino (immagine estratta in novembre 2018 da http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml)	78
Figura 36. Faglie capaci (linee rosse) segnalate nell'area di Torino (immagine estratta in novembre 2018 da http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/)	79
Figura 37. Categorie di sottosuolo, definite dalle NTC del DM 17/01/2018	82
Figura 38. Gruppo n. 1 dei fusi granulometrici	86
Figura 39. Gruppo n. 2 dei fusi granulometrici	87
Figura 40. Liquefazione da VS (cross hole) zona Politecnico	88
Figura 41. Liquefazione da VS (Masw) zona Stazione Bologna	89
Figura 42. Liquefazione da VS (Masw) zona Stazione Mole-Giardini	90
Figura 43. Liquefazione da VS (Masw) zona Stazione Giulio Cesare	91
Figura 44. Criterio per il calcolo del pericolo della liquefazione	92
Figura 45. Criterio semiempirico per la definizione del pericolo della liquefazione	92
Figura 46. Ithaca - Catalogo delle faglie capaci, con riportato il tracciato dell'opera	94
Figura 47. Foglio Carg 156 "Torino Est" - Schema strutturale	96
Figura 48. Key-plan della linea 2 – 1° Lotto Funzionale Politecnico – Rebaudengo	111
Figura 49. Metodologia generale [Fonte: elaborazione consulenti]	113
Figura 50. Popolazione residente per zona [Fonte: elaborazioni consulenti su dati Istat e Comune Torino]	116
Figura 51. Densità demografica, ab/kmq [Fonte: elaborazioni consulenti su dati Istat e Comune Torino]	117


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Figura 52. Indice di vecchiaia, % [Fonte: elaborazioni consulenti su dati Istat e Comune Torino]	118
Figura 53. Tasso di occupazione, % [Fonte: elaborazioni consulenti su dati Istat e Comune Torino]	119
Figura 54. Spostamenti/giorno originati per zona [Fonte: elaborazioni consulenti]	122
Figura 55. Spostamenti/h PHM originati per macro zona [Fonte: elaborazioni consulenti]	123
Figura 56. Spostamenti/h PHM attratti per macro zona [Fonte: elaborazioni consulenti]	124
Figura 57. Spostamenti/giorno attratti da una zona centrale [Fonte: elaborazioni consulenti]	125
Figura 58. Utilizzo del mezzo privato per macro zona, % [Fonte: elaborazioni consulenti su varie fonti]	126
Figura 59. Utilizzo del mezzo pubblico per macro zona, % [Fonte: elaborazioni consulenti su varie fonti]	127
Figura 60. Sviluppo della tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico [Fonte: elaborazioni consulenti]	128
Figura 61. Tracciato di riferimento della linea 2 da Rebaudengo ad Anselmetti [Fonte: elaborazioni consulenti]	129
Figura 62. Flussogramma del carico passeggeri per tratta elementare durante l'ora di punta el mattino, anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	131
Figura 63. Pax saliti/discesi per stazione, direzione di marcia da Politecnico verso Rebaudengo, anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	132
Figura 64. Pax saliti/discesi per stazione, direzione di marcia da Rebaudengo verso Politecnico, anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	133
Figura 65. Pax saliti/discesi per stazione in entrambe le direzioni di marcia, anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	134
Figura 66. Trend della domanda attesa sulla tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico negli anni [Fonte: elaborazioni consulenti]	135
Figura 67. Stima della domanda attesa sulla tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico negli anni, sintesi [Fonte: elaborazioni consulenti]	135
Figura 68. pax saliti e discesi per stazione, anno 2030, direzione da sud verso nord, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	136
Figura 69. pax saliti e discesi per stazione, anno 2030, direzione da nord verso sud , pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	136
Figura 70. pax saliti e discesi per stazione, anno 2030, bidirezionale, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	136
Figura 71. frequentazioni per stazione (pax saliti + discesi), anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	137
Figura 73. carico per tratta, anno 2030, direzione da sud verso nord, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	138
Figura 74. carico per tratta, anno 2030, direzione da nord verso sud, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	138
Figura 75. carico per tratta, anno 2030, bidirezionale, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]	138
Figura 76. Sezione trasversale galleria artificiale GA02-GA3	144
Figura 77. Rappresentazione grafica delle sezioni principali della galleria artificiale GA04	146
Figura 78. Rappresentazione grafica delle sezioni principali della galleria artificiale GA05	148


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Figura 79. Rappresentazione grafica delle sezioni principali della galleria artificiale GA06	149
Figura 80. Planimetria tratta in esame	151
Figura 81. Profilo tratta in esame	151
Figura 82. Gabarit della linea nella tratta in esame	152
Figura 83. Tipologico sezione tipo 1 di scavo con consolidamento dall'alto	152
Figura 84. Tipologico sezione tipo 2 di scavo con consolidamenti in avanzamento a geometria troncoconica	153
Figura 85. Vista d'insieme dell'anello di rivestimento in conci prefabbricati	156
Figura 86. Stazione tipologica SL1- Sezione longitudinale	162
Figura 87. Pianta piano atrio S1L - Stazione Giulio Cesare	162
Figura 88. Fasi esecutive di realizzazione della metodologia Top Down	164
Figura 89. Sezione longitudinale della stazione tipologica con galleria di banchina	165
Figura 90. Sezione trasversale della stazione Cimarosa/Tabacchi	168
Figura 91. Esempio di opere di contenimento degli scavi per cabina tecnica e pozzo verticale – Vista in pianta.	170
Figura 92. Esempio di opere di contenimento degli scavi per cabina tecnica e pozzo verticale – Sezione.	171
Figura 93. Esempio di opere di contenimento degli scavi per cabina tecnica e pozzo verticale – Sezione longitudinale.	172
Figura 94. Esempio di opere di contenimento degli scavi per cabina tecnica e pozzo verticale – Sezione trasversale.	172
Figura 95. Manufatto di bivio per prolungamento nord-est	173
Figura 96. Pianta Piano - 2	175
Figura 97. Pianta Piano -1	175
Figura 98. Prospetto deposito Rebaudengo- facciata Est	177
Figura 99. Perdita di volume per scavo meccanizzato generata in ogni fase di scavo.	179
Figura 100. Opzione 1 – protezione degli edifici.	181
Figura 101. Opzione 2 – protezione degli edifici.	182
Figura 102. Opzione 3 – protezione degli edifici.	182
Figura 103. Opzione 4 – protezione degli edifici.	183
Figura 104. Opzione 5 – protezione degli edifici	184
Figura 105. Diagramma di flusso relativo alla metodologia di progettazione flessibile	186
Figura 106. Schema di sezione principale di monitoraggio per galleria scavata con TBM.	189
Figura 107. Specie proposte	234
Figura 108. Planimetria TR1 tra Via Cigna e Stazione Giulio Cesare	235
Figura 109. Planimetria TR2 tra Stazione Giulio Cesare e San Giovanni Bosco	235
Figura 110. Planimetria TR3 tra Stazione San Giovanni Bosco e Stazione Corelli	235
Figura 111. Planimetria TR4 tra Stazione Corelli e Pozzo Cimarosa	236
Figura 112. Planimetria TR5 tra via Bologna e via Monteverdi	236
Figura 113. Schema della rete in corrente alternata	258
Figura 114. Matrici degli impatti in fase di cantiere	273
Figura 115. Matrici degli impatti in fase di cantiere con mitigazioni	274
Figura 116. Matrice degli impatti in fase di esercizio	275
Figura 117. Matrice degli impatti in fase di esercizio con mitigazioni	276


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Figura 118. Schema di funzionamento di una galleria energetica finalizzata a riscaldamento e/o condizionamento edifici	280
Figura 119. Vista del campo sperimentale Enertun e posizione lungo la Linea 1 della Metropolitana di (Insana e Barla 2019).	282
Figura 120. Piazza Carlo Alberto – situazione esistente	288
Figura 121. Monumento a Re Carlo Alberto	289
Figura 122. Schema delle indagini eseguite nel cantiere della conoscenza	290
Figura 123. Pozzo n.1 – particolare fondazione rinvenuta durante le indagini	291
Figura 124. Punto di prelievo del campione bronzeo CA1 per la spettrofotometria	294

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Elenco delle WBS delle opere incluse nel 1° lotto costruttivo	24
Tabella 2. Elenco delle WBS incluse nel 2° lotto costruttivo	25
Tabella 3. Responsabili di disciplina	26
Tabella 4. Elenco Progettisti incaricati firmatari della progettazione	28
Tabella 5. Progettisti dell'intervento di traslazione provvisoria del Monumento a Carlo Alberto	29
Tabella 6. Sintesi dei dati relativi ai piezometri della Rete di Monitoraggio Metropolitana della Città di Torino rilevati da ARPA Piemonte.	53
Tabella 7. Sintesi dei dati relativi ai piezometri SI2 e P26 della rete di Monitoraggio GREASE della Regione Piemonte.	55
Tabella 8. Potenziale intersezione tra le opere in progetto e la base della successione quaternaria risultata dall'interpretazione dei dati geognostici disponibili.	63
Tabella 9. Valori minimi della Vita Nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzione	80
Tabella 10. Valori del Coefficiente d'uso CU	81
Tabella 11. Valori di Vseq determinati in corrispondenza degli stendimenti MASW	83
Tabella 12. Ubicazione degli stendimenti MASW con valori di Vseq corrispondenti alla categoria di suolo C	84
Tabella 13. Edifici con potenziali criticità e/o interferenze	100
Tabella 14. Elenco degli enti gestori dei pubblici servizi interferenti con la linea 2	104
Tabella 15. Elenco delle WBS della Galleria Artificiale incluse nel 1° lotto costruttivo: Rebaudengo-Bologna	142
Tabella 16. Applicazione sezioni tipo	154
Tabella 17. Tabella riassuntiva delle tipologie di stazione	158
Tabella 18. Numero di alberi previsti da sistemazione a verde dell'ex trincea ferroviaria suddivise per grandezza e sub tratta di riferimento	237
Tabella 19. Cantieri della metropolitana Linea 2 Tratta Politecnico- Rebaudengo	265
Tabella 20. Stima dei volumi dei materiali	266
Tabella 21. Stima quantitativi dei rifiuti	267
Tabella 22. Fabbisogno di materiali	267
Tabella 23. Linea 2 – Politecnico-Rebaudengo –Galleria di linea – metodo di scavo	300
Tabella 24. Linea 2 – Politecnico-Rebaudengo –Galleria di linea – metodo di scavo – riepilogo lunghezze	302

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

1. INTRODUZIONE

La presente relazione generale si inserisce nell'ambito della documentazione relativa alla Progettazione Definitiva della Linea 2 della Metropolitana di Torino - tratta Politecnico-Rebaudengo.

Nel seguito si riporta un riepilogo dell'iter progettuale che va dal Documento di Progettazione Preliminare fino al rilascio del parere favorevole unico al termine del Procedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) sul Progetto Definitivo, nonché del giudizio positivo di compatibilità ambientale espresso, subordinatamente all'ottemperanza delle condizioni ambientali riportate nel Rapporto finale della Conferenza di Servizi Decisoria, contenuto nel "Rapporto istruttorio" della D.D. prot. n. 5223 del 22/09/2023.

1.1 Premessa

La linea 2 della metropolitana di Torino avrà uno sviluppo totale di circa 28 km e comprenderà 32 stazioni. La linea sarà di tipo "automatico leggero" senza conducente, di caratteristiche simili a quelle della linea 1, ma si differenzierà necessariamente da essa in termini di "sistema ferroviario" e di dimensioni dei rotabili, anche per tener conto dello sviluppo tecnologico intervenuto. Coerentemente con le fasi progettuali precedenti, la linea guida progettuale è quella di stabilire una geometria delle stazioni e della galleria che potessero essere compatibili con tutti i principali sistemi di metropolitana automatica presenti sul mercato senza selezionare un sistema "proprietario".

Il Progetto di Fattibilità Tecnica Economica (nel seguito detto anche PFTE) della Linea 2 della Metropolitana di Torino è stato sviluppato nel 2019 e validato dal RUP, ai sensi dell'art. 26, comma 8, del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. in data 8 gennaio 2020. Il tracciato dell'intera linea, nella sua configurazione finale, è suddiviso in tre tratte principali di seguito descritte.

- Tratta centrale:
 - estensione circa 15700 m;
 - numero di stazioni 23.
- Tratta nord (che corrisponde al prolungamento nord-est):
 - estensione circa 6500 m;
 - numero di stazioni 4.
- Tratta sud (che corrisponde al prolungamento sud-ovest):
 - estensione circa 5700 m;
 - numero di stazioni 5.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

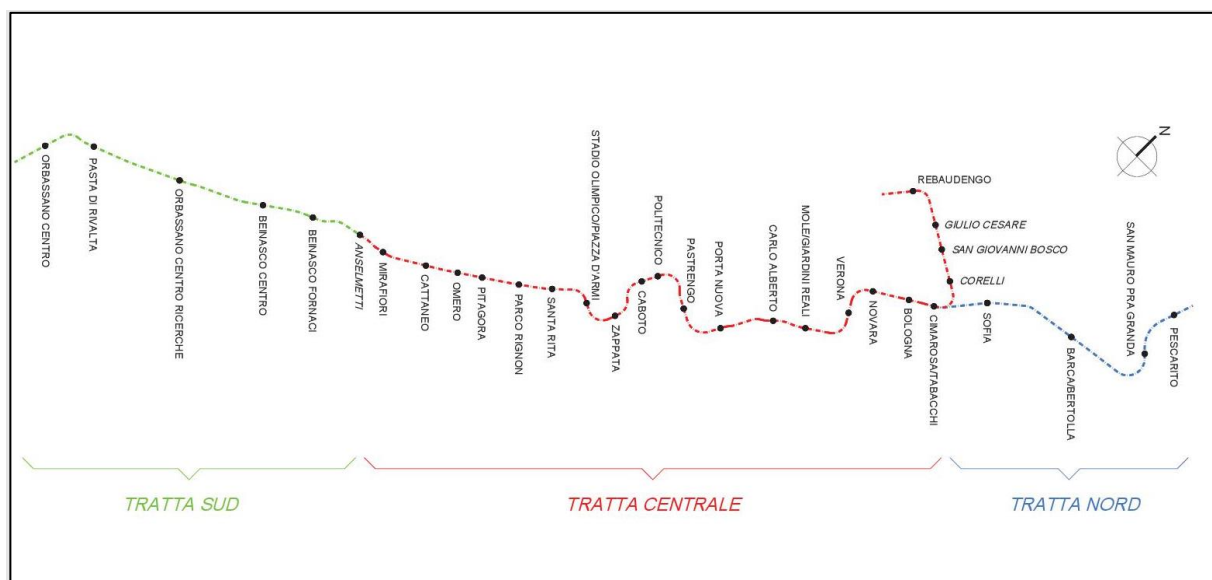


Figura 1. Key-plan della Linea 2

Dal calcolo sommario della spesa sono stati desunti i costi complessivi dell'opera, che ammontano ad Euro 4.926.274.272,00 (I.V.A. ed eventuali contributi compresi – anno di riferimento 2019), come dettagliatamente specificato nell'elaborato "QUADRO ECONOMICO - STIME DEI LAVORI" del PFTE.


La Legge n. 160 del 27/12/2019 (c.d. Legge Finanziaria) ha previsto uno stanziamento di 828 milioni di Euro, fra gli anni 2020 e 2032, destinato alla progettazione e alla realizzazione della Linea 2 della Metropolitana di Torino.

La Giunta Comunale, con Deliberazione n. mecc. 202000368/34 in data 7 febbraio 2020, ha approvato in linea tecnica il Progetto di Fattibilità Tecnico Economica della Linea 2, dando mandato agli uffici della Città di avviare l'iter previsto dall'art. 27 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i., tramite l'indizione della specifica Conferenza dei Servizi ai sensi della Legge 241/1990 e s.m.i.

La Città di Torino, in data 25 maggio 2020, ha sottoscritto un Protocollo d'Intesa con Cassa Depositi e Prestiti, con il quale, quest'ultima, si impegna a fornire assistenza all'Amministrazione Comunale, finalizzata alla realizzazione del Progetto della Linea 2 della Metropolitana di Torino.

La Città di Torino, allo scopo di acquisire le prescrizioni e i pareri degli Enti coinvolti e dei gestori delle reti, ha avviato la procedura della Conferenza dei Servizi ai sensi dell'articolo 27 del D. Lgs. 50/2016 e s.m.i., che si è conclusa con la Determinazione Dirigenziale n. 2964 in data 8 settembre 2020 che ha preso atto dei pareri pervenuti.

Nella prima seduta della suddetta Conferenza di Servizi si è convenuto il ricorso al modello procedimentale dell'Accordo di Programma in variante urbanistica al P.R.G., ai sensi dell'art. 34 del T.U.E.L., per pervenire all'approvazione coordinata del predetto PFTE da parte di tutti i Comuni interessati.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Il competente Servizio Adempimenti Tecnico Ambientali della Città di Torino, a seguito di istanza del 12 maggio 2020 da parte del Servizio Ponti, Vie d'Acqua e Infrastrutture, ha dato avvio alla fase di *scoping* sul PFTE della Linea 2, ai sensi dell'art. 21 del D.Lgs. 152/2006, la quale si è conclusa con la Determinazione Dirigenziale n. 2248 in data 14 luglio 2020.

La Città di Torino, in data 28/10/2020 ha stipulato specifica convenzione con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che regola le modalità di erogazione del finanziamento di 828 milioni di Euro, assegnato dalla Legge Finanziaria e destinato alla progettazione definitiva della tratta Rebaudengo – Politecnico e alla realizzazione della sub-tratta Rebaudengo – Novara.

Con Delibera della Giunta Comunale n. mecc. 202002495/34 in data 17 novembre 2020 è stato approvato lo schema del Contratto regolante i rapporti tra Città di Torino e Infratrasporti.To s.r.l. (detta anche Infra.To) per l'affidamento dei servizi di ingegneria inerenti alla progettazione definitiva della tratta Politecnico – Rebaudengo della linea 2 di Metropolitana.


Considerato che Infratrasporti.To è la società *in house* del Comune di Torino che svolge in conformità all'art. 4 del D. Lgs. n. 175/2016 s.m.i. e allo Statuto Sociale, le attività di engineering, di progettazione, di costruzione e sviluppo di impianti, sistemi e infrastrutture, anche ferroviari, per i sistemi di trasporto delle persone e delle merci, con Deliberazione di Consiglio Comunale n. mecc. 202001849/34 in data 26/10/2020 l'Amministrazione ha approvato l'indirizzo di avvalersi della Società Infratrasporti.To S.r.l. per la redazione del progetto definitivo della tratta Rebaudengo – Politecnico della Linea 2 della Metropolitana di Torino.

Lo sviluppo della progettazione è impostato per lotti successivi sulla base della disponibilità del relativo finanziamento. Qualora in futuro si realizzino le condizioni affinché la Città di Torino possa considerare la realizzazione della progettazione di altri lotti dell'opera, l'eventuale affidamento alla medesima Società Infratrasporti.To S.r.l. sarà assoggettato alle verifiche previste dalle norme vigenti e verranno perseguiti gli indirizzi espressi dal Consiglio Comunale con la Deliberazione n. mecc. 202001849/34 in data 26/10/2020.

In virtù degli approfondimenti effettuati e coerentemente con i contenuti della Convenzione stipulata con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Città di Torino intende dare priorità allo sviluppo del progetto definitivo della tratta funzionale Rebaudengo – Politecnico, ovvero uno stralcio della tratta centrale sopra indicata, che comprenda tutti gli accorgimenti tecnici per rendere esercibile la tratta in questione, ivi compreso un deposito/officina provvisorio (per la manutenzione leggera dei treni) nella parte retrostante alla stazione Rebaudengo.

La Città di Torino nell'ambito del contratto su menzionato ha affidato ad Infra.To i servizi di ingegneria inerenti alla Revisione del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica ed alla redazione del Progetto Definitivo della tratta funzionale Rebaudengo – Politecnico della Linea 2 di Metropolitana.

In data 14/04/2021 Infra.To ha emesso la revisione del PFTE finalizzata a rendere esercibile la prima tratta funzionale prioritaria Rebaudengo – Politecnico che ha uno sviluppo di circa 9,7 km, comprende 13 stazioni, 13 pozzi intertratta, un deposito/officina, un pozzo avente funzione di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

uscita di emergenza e la predisposizione per il manufatto di bivio in corrispondenza della stazione Cimarosa/Tabacchi.


Nella Revisione al PFTE, al fine di rendere funzionale la tratta, è stato necessario introdurre le seguenti opere/modifiche:

- Ampliamento del manufatto denominato Retrostazione Rebaudengo, modificandone la configurazione al fine di disporre di un deposito-officina, caratterizzato da un nuovo layout funzionale che permetta di eseguire gli interventi di manutenzione ordinaria programmata sui treni, oltre che il parcheggio di 7 treni in stalli predisposti e complessivamente di 10 treni a fine servizio;
- la stazione Politecnico è stata approfondita di un livello, passando quindi dalla tipologia a 3 livelli individuata nel PFTE ad una tipologia a 4 livelli interrati; questa modifica, derivante dall'abbassamento della livelletta nel tratto compreso tra le stazioni adiacenti a quella del Politecnico, ovvero Stazione Caboto e Stazione Pastrengo, si è resa necessaria al fine di realizzare un tronchino in retrostazione a sud della Stazione Politecnico, avente la duplice funzione di permettere durante il servizio della linea l'inversione di marcia dei treni ed a fine servizio il parcheggio in linea di 4 vetture;
- introduzione di un pozzo di estrazione della Tunnel Borin Machine (TBM) che scaverà la galleria di linea nella tratta dal fondo del manufatto del pozzo Novara in direzione Politecnico.

Con successivo Decreto n. 92 in data 20 aprile 2022 del Ministro per le Infrastrutture e la Mobilità Sostenibili, di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze, sono stati assegnati alla Città di Torino ulteriori 1.000 milioni di Euro per il completamento della tratta Rebaudengo – Politecnico, le cui modalità di erogazione saranno definite con successivo provvedimento della Direzione Generale per il trasporto pubblico locale e regionale e la mobilità pubblica sostenibile del MIMS.

Al fine di garantire la conformità urbanistica del PFTE della tratta prioritaria Politecnico-Rebaudengo, è stato avviato l'iter per l'approvazione della variante al PRG attraverso la procedura della Variante Semplificata, ai sensi del combinato disposto dell'art. 17 bis commi 2 e 6 della L.U.R. n. 56/1977 e s.m.i., come anche definito nell'Accordo Territoriale sottoscritto in data 29/09/2021 tra la Città Metropolitana di Torino e i Comuni di Torino, Beinasco, Orbassano, Rivalta di Torino e San Mauro Torinese. Pertanto, con nota prot. 5134 del 10/06/2022 venivano trasmessi all'Autorità Competente gli Elaborati Urbanistici ed Ambientali inerenti alla pratica di variante.

In data 28/07/2022 il Dipartimento Urbanistica ed Edilizia Privata - Divisione Urbanistica e Qualità dell'Ambiente Costruito - ha avviato la Conferenza dei Servizi per l'approvazione di Variante Semplificata ai sensi dell'art. 17 bis commi 2 e 6 della L.U.R. 56/1977 e artt. 14 e ss della L. 241/1990 e s.m.i. per la realizzazione della Linea 2 della Metropolitana Torinese – Tratta Rebaudengo-Politecnico. A seguito della relativa Conferenza dei servizi, la Verifica di VAS alla "Variante Semplificata al PRGC n. 333 si è conclusa con la Determinazione Dirigenziale n. 5168 del 26/10/2022 e con l'esclusione dal procedimento della VAS, ai sensi dell'art. 12 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. e come previsto dalla L.U.R. 56/77 e s.m.i. e dalla D.G.R. 29 febbraio 2016 n.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

25-2977. L'esclusione dalla VAS è stata subordinata al rispetto delle prescrizioni individuate nei pareri e contributi resi dai Soggetti Competenti in materia Ambientale (SCA) e dall'OTC, prescrizioni riportate nell'allegato "Relazione e Verbale del 17/10/2022" (Allegato n. 18 alla D.D. sopra citata), da recepire nelle successive fasi e con distinzione fra le Prescrizioni da recepire con modifiche/integrazioni agli elaborati costituenti il progetto di Variante urbanistica o il P.F.T.E. dell'opera e le Prescrizioni da recepire con modifiche/integrazioni agli elaborati costituenti il Progetto Definitivo dell'opera e, in particolare nello Studio di Impatto Ambientale a corredo dell'istanza di PAUR ai sensi dell'art. 23 comma 1 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i..

Con Determinazione Dirigenziale n. 1833 del 14/04/2023 dell'Autorità Procedente, a seguito della Conferenza di Servizi indetta con prot. n. 757 del 15/02/2023, è stata approvata la Variante semplificata al PRGC n. 333 che ha apposto il vincolo preordinato all'esproprio e garantito la conformità urbanistica del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica al vigente P.R.G..


Con Delibera n. 251 del 15 maggio 2023, il Consiglio Comunale ha ratificato l'approvazione della Variante n. 333 al P.R.G. ai sensi dell'art. 17 bis commi 2 e 6 della L.U.R. n. 56/1977, come aggiornata in recepimento delle condizioni espresse nell'ambito delle Conferenze dei Servizi, la quale è divenuta efficace a seguito della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione.

Con D.G.C. n. 320/2023 del 06/06/2023 ad oggetto "Linea 2 della metropolitana torinese – tratta Rebaudengo-Politecnico - Approvazione Progetto di Fattibilità Tecnico Economica EURO 1.826.909.712,69" è stata approvata la Revisione del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica nel tratto del Comune di Torino compreso fra Rebaudengo e Politecnico.

Il Progetto Definitivo è sviluppato a partire dalla Revisione del PFTE finalizzata all'adeguamento delle esigenze connesse allo stralcio progettuale della tratta funzionale prioritaria Politecnico – Rebaudengo con indicazione delle caratteristiche tecnico-funzionali che ne rendano possibile l'esercibilità.

In continuità con le direttive impartite nell'ambito delle precedenti fasi di Progettazione, dove la decisione tecnica dell'Amministrazione è stata quella di lasciare aperta l'individuazione del Sistema per la Linea 2 della Metropolitana di Torino, anche nella presente fase di progettazione definitiva, l'infrastruttura è stata dimensionata tenendo in conto la necessità di un "involuppo" progettuale delle soluzioni tecnologiche e del materiale rotabile, basate sulle caratteristiche di un Sistema "ottimale", non proprietario, ma avente per ogni sotto funzione, il miglior compromesso tra specifiche e costi realizzativi, utilizzando le migliori tecnologie disponibili al momento della realizzazione dell'opera. Alcuni punti fermi sono mandatori, ossia che il Sistema sia di tipo "Driverless", ad automazione integrale e dotato dei più recenti sistemi di sicurezza.

Inoltre, nel corso del Progetto Definitivo si è ottemperato alle prescrizioni/osservazioni formulate sia nella fase di *scoping* al PFTE che alle prescrizioni derivanti dalla summenzionata Variante n. 333 urbanistica al PRGC. **In Allegato 1 alla presente relazione, si riporta la matrice di ottemperanza alle prescrizioni relative alla fase di scoping, mentre in Allegato 2 quella relativa alla variante urbanistica.**


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Con nota prot. n. 10946 del 05/12/2022, il Dipartimento Grandi Opere, Infrastrutture e Mobilità della Città di Torino, in qualità di Proponente, ha presentato alla Divisione Qualità Ambiente del Dipartimento Ambiente Transizione Ecologica della Città di Torino, istanza per l'avvio del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) ai sensi dell'art. 27-bis del D.Lgs. n. 152/2006 relativamente al Progetto Definitivo della Linea 2 della Metropolitana di Torino per la tratta Rebaudengo – Politecnico, ricadente interamente nel Comune di Torino. Il procedimento di PAUR comprende il procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) e l'acquisizione dei Titoli Abilitativi del Progetto Definitivo "Linea 2 della Metropolitana di Torino, Tratta Rebaudengo – Politecnico nel Comune di Torino", ai sensi e per gli effetti degli art. 7 e 8 della Legge 7 agosto 1990 n. 241.

Con nota prot. n. 11074 del 07/12/2022 il Direttore del Dipartimento Ambiente Transizione Ecologica della Città di Torino, in qualità di Autorità Competente, ha avviato il procedimento in parola che, ai sensi dell'art. 27-bis del D.Lgs. n. 152/2006, si è articolato nelle fasi di verifica di completezza, adeguatezza, pubblicazione e avvio della consultazione del pubblico. Nel corso dell'iter, il Proponente ha interagito con i diversi enti coinvolti, e, dove necessario, ha provveduto a trasmettere alcune integrazioni/revisioni documentali, per rispondere ad osservazioni pervenute.

Con nota n. 6326 del 09/06/2023 il Responsabile del Procedimento ha avviato il procedimento di VIA e il rilascio di tutti i titoli abilitativi per la realizzazione e l'esercizio del progetto della Linea 2 della Metropolitana di Torino e la Conferenza di Servizi si è riunita in prima seduta illustrativa in data 27/06/2023. Con nota n. 7233 del 30/06/2023 è stata convocata la seconda riunione della Conferenza di Servizi che si è svolta in data 27/07/2023 e con nota n. 8787 e n. 8788 del 11/08/2023 è stata convocata la terza riunione della Conferenza di Servizi che è stata avviata in data 05/09/2023 con prosecuzione nel giorno 08/09/2023.

Con Determina Dirigenziale prot. n.5223 del 22/09/2023 del Dipartimento Ambiente e Transizione Ecologica della Città di Torino, preso atto delle valutazioni e proposte di prescrizioni tecniche/condizioni ambientali manifestate nel corso delle riunioni della Conferenza di Servizi e nelle note trasmesse all'uopo dai soggetti intervenuti e/o non intervenuti alle riunioni, in ordine al progetto, e preso atto del giudizio positivo di compatibilità ambientale espresso, subordinatamente all'ottemperanza delle condizioni ambientali riportate nel Rapporto finale della Conferenza di Servizi Decisoria (contenuto nel "Rapporto istruttorio" della D.D. prot. n. 5223 del 22/09/2023), sono stati acquisiti i titoli abilitativi ed è stato definito il programma temporale per i titoli da conseguire separatamente e successivamente ai sensi del comma 7-bis dell'art. 27-bis del D.Lgs. n. 152/2006. Nella stessa D.D. prot. n. 5223 del 22/09/2023 è specificata la sussistenza delle condizioni per il rilascio del parere favorevole unico, ai sensi dell'articolo 27-bis del D.Lgs. n. 152/2006 ed è stata stabilita la durata del provvedimento di espressione di tale parere in 15 anni dalla sua avvenuta pubblicazione all'Albo Pretorio telematico della Città di Torino, fermo restando che l'efficacia temporale dei rispettivi titoli abilitativi acquisiti è quella definita nei singoli provvedimenti secondo le specifiche norme di settore. Le condizioni e le misure supplementari relative ai titoli abilitativi necessari alla realizzazione e all'esercizio del progetto Linea 2 Metropolitana di Torino, acquisiti nell'ambito del procedimento di PAUR in oggetto, sono rinnovate

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

e riesaminate, controllate e sanzionate con le modalità previste dalle relative disposizioni di settore da parte di ciascuno dei Soggetti titolari al rilascio degli stessi.

Il Proponente ha esaminato le prescrizioni tecniche/condizioni ambientali riportate nel Rapporto finale della Conferenza di Servizi (contenuto nel "Rapporto istruttorio" allegato n. 1 alla D.D. prot. n. 5223 del 22/09/2023) e, con il supporto dei Progettisti ha redatto la **"Relazione di ottemperanza e le prescrizioni per le fasi successive di progettazione esecutiva e realizzazione dell'opera"** (si veda la Cartella 1.1 – "Elaborati generali" cod. MTL2T1A0DZOOGENR006).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

2. 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.


Come anticipato in premessa, la Città di Torino, in data 28 ottobre 2020, ha stipulato apposita Convenzione con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti che regola le modalità di erogazione del finanziamento di 828 milioni di Euro, assegnato dalla Legge Finanziaria 2020, e destinato alla progettazione definitiva della tratta Rebaudengo – Politecnico e alla realizzazione della sub-tratta Rebaudengo – Novara. Con successivo Decreto n. 92 in data 20 aprile 2022 del Ministro per le Infrastrutture e la Mobilità Sostenibili, di concerto con il Ministro dell'Economia e delle Finanze, sono stati assegnati alla Città di Torino ulteriori 1.000 milioni di Euro per il completamento della tratta Rebaudengo – Politecnico, le cui modalità di erogazione saranno definite con successivo provvedimento della Direzione Generale per il trasporto pubblico locale e regionale e la mobilità pubblica sostenibile del MIMS.

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

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.

La codifica della documentazione progettuale è articolata in 9 livelli (per maggiori dettagli sulla procedura di codifica si faccia riferimento alla relazione MTL2T1A0DZOOGENR001 della cartella 1.1 – elaborati generali) ed in particolare:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Per i documenti con codifica MTL2T1|A0|D|***|**|*|***|0|0|, il campo "A0" è stato attribuito agli elaborati i cui contenuti hanno valenza generale sull'intera tratta funzionale 1 e nel cartiglio è stata riportata l'indicazione di "**Lotto generale: Rebaudengo - Politecnico**";
- Per i documenti con codifica MTL2T1|A1|D|***|**|*|***|0|0|, il campo "A1" è stato attribuito agli elaborati relativi al 1° lotto costruttivo sopra descritto; nel cartiglio è stata riportata l'indicazione di "**Lotto costruttivo 1: Rebaudengo - Bologna**";
- Per i documenti con codifica MTL2T1|A2|D|***|**|*|***|0|0|, il campo "A2" è stato attribuito agli elaborati relativi al 2° lotto costruttivo sopra descritto; nel cartiglio è stata riportata l'indicazione di "**Lotto costruttivo 2: Bologna - Politecnico**".

Il Progetto Definitivo è stato sviluppato a partire dalla revisione del Progetto di Fattibilità Tecnica Economica finalizzata all'adeguamento delle esigenze connesse allo stralcio progettuale della tratta funzionale prioritaria Politecnico – Rebaudengo con indicazione delle caratteristiche tecnico-funzionali che ne rendano possibile l'esercibilità.

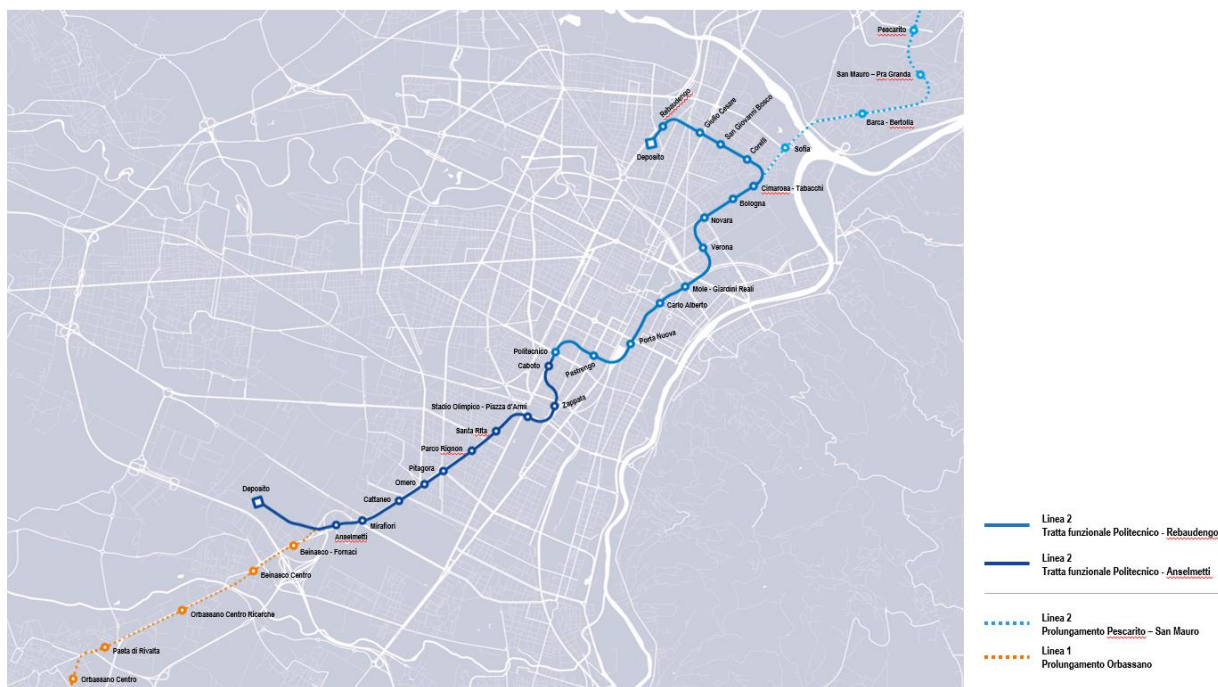



Figura 2. Key-plan della Linea 2 – tratta funzionale 1: Politecnico-Rebaudengo

La prima tratta funzionale della Linea 2 della Metropolitana di Torino, inclusa tra le stazioni Rebaudengo e Politecnico, si colloca interamente nel territorio comunale di Torino, presenta una lunghezza di circa 9,7 km, e, procedendo da nord verso sud, si sviluppa a partire dalla stazione di corrispondenza con la stazione F.S. Rebaudengo-Fossata, 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-

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

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 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.

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


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


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
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+593,99	11+630,34	36,35



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

WBS	Descrizione WBS	Da PK	A PK	Sviluppo [m]
PNO	Pozzo di intertratta Novara - pozzo partenza TBM	11+593,99	11+630,34	36,35
GT1	Galleria di linea naturale in TBM da PNO a SNO	11+273,21	11+593,99	320,78
SNO	Stazione Novara	11+207,21	11+273,21	66,00
GT2	Galleria di linea naturale in TBM da SNO a SVR	10+561,33	11+207,21	645,88
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+571,27	10+487,14	915,87
PMO	Pozzo di intertratta Mole/Giardini Reali		10+034,19	
EMO	Pozzo di Emergenza Mole		9+926,33	
SMO	Stazione Mole/Giardini Reali	9+505,27	9+571,27	66,00
GT4	Galleria di linea naturale in TBM da SMO a SCA	8+972,37	9+505,27	532,90
PCA	Pozzo di intertratta Carlo Alberto		9+144,80	
SCA	Stazione Carlo Alberto	8+901,17	8+972,37	71,20
GT5	Galleria di linea naturale in TBM da SCA a SPN	8+032,42	8+901,17	868,75
PPN	Pozzo di intertratta Porta Nuova		8+526,72	
SPN	Stazione Porta Nuova - interconnessione con Linea 1	7+942,82	8+032,42	89,60
GT6	Galleria di linea naturale in TBM da SPN a SPA	7+104,05	7+942,82	838,77
PPA	Pozzo di intertratta Pastrengo		7+415,42	
SPA	Stazione Pastrengo	7+038,05	7+104,05	66,00
GT7	Galleria di linea naturale in TBM da SPA a SPO	6+203,85	7+038,05	834,20
PPO	Pozzo di intertratta Politecnico		6+805,94	
SPO	Stazione Politecnico	6+132,65	6+203,85	71,20
GT8	Galleria di linea naturale in TBM da SPO a P01	5+926,01	6+132,65	206,64
PCB	Pozzo di intertratta Caboto		5+993,04	
PT1	Pozzo terminale della 1^ tratta funzionale nel retrostazione Politecnico (pozzo di estrazione della TBM)	5+906,81	5+926,01	19,20

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

3. GRUPPO DI LAVORO

Si riportano di seguito le figure professionali coinvolte nel gruppo di lavoro per la redazione del Progetto Definitivo.

3.1 Stazione Appaltante

Le figure di riferimento della Stazione Appaltante, ovvero la Città di Torino, sono riportate di seguito:

- **Direttore di divisione infrastrutture e mobilità: Ing. Roberto Bertasio**
- **Responsabile unico del procedimento: Ing. Amerigo Strozzi**

3.2 Gruppo di Progettazione

La progettazione è svolta dalla società INFRA.TO e di seguito si riportano, i responsabili di disciplina ed i progettisti firmatari del Progetto Definitivo.

Tabella 3. Responsabili di disciplina

Responsabile di Disciplina	Nominativo
Direttore della Progettazione	Ing. Roberto Crova
Project Manager/ Coordinatore della Progettazione	Ing. Fabio Rizzo
BIM Manager	Geom. Luca D'Accardi
BIM Coordinator	Ing. Laura Politi
Responsabile della Qualità	Arch. Carla Pepe
Responsabile studi e indagini geognostiche, Geologia	Dott. Geol. Stefano Strippoli
Responsabile degli studi ed indagini ambientali, studi di impatto ambientale	Dott.ssa Paola Merafina
Responsabile degli studi e dello spostamento di pubblici servizi	Ing. Pietro Serafino De Martini Ugolotti
Responsabile della topografia, degli studi di tracciato, delle indagini fabbricati e delle indagini storiche	Ing. Fabio Rizzo
Responsabile degli studi di cantierizzazione, viabilità ed espropri	Ing. Fabio Cocito



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:
Politecnico – Rebaudengo

Relazione generale

03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Responsabile di Disciplina	Nominativo
Responsabile delle Opere Civili (gallerie, opere in sotterraneo ed in elevazione)	Ing. Fabio Rizzo
Responsabile della geotecnica, idrologia e idraulica e delle indagini pubblici servizi	Ing. Pietro Serafino De Martini Ugolotti
Responsabile delle strutture sotterranee ed in elevazione	Ing. Erica Cadamuro
Responsabile della progettazione funzionale-architettonica ed inserimenti urbanistici	Arch. Deborah Lamberti
Responsabile della progettazione funzionale-impiantistica e degli impianti civili	Ing. Francesco Azzarone
Responsabile progettazione impianti elettrici	Ing. Amir Ghandi Nejad
Coordinatore della sicurezza in fase di Progettazione e Progettista Antincendio	Ing. Fabio Cocito
Responsabile Computi in BIM e stime	Ing. Laura Politi
Esperto interfaccia con Sistema	Ing. Francesco Azzarone
CONSULENZE	
Archeologia	STUDIUM – Dott.ssa Archeologa Frida Occelli
Carta dell'Architettura	AR.THÈME ASSOCIÉS
Urbanistica e Paesaggio	LSB ARCHITETTI ASSOCIATI
Consulente agronomo/forestale	Dott. FRUSCIONE Carmelo
INCARICHI SPECIALISTICI	
Progettazione di bene culturale e immobile relativo all'intervento di traslazione, restauro e riposizionamento del Monumento a Carlo Alberto	RTP: (mandataria) Studio Arch. Gritella & Associati; (mandanti) Ing. Franco Galvano/Arte Restauro Conservazione di Arlotto Cristina Maria e C. s.a.s.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tabella 4. Elenco Progettisti incaricati firmatari della progettazione

Qualifica	Nominativo	Ordine/Albo
Direttore della Progettazione/ Responsabile integrazione discipline specialistiche	Ing. Roberto Crova	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino - n. 6038S
Progettista strutturale e geotecnico delle Opere Civili in sotterraneo ed in elevazione (gallerie, stazioni e manufatti)	Ing. Fabio Rizzo	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 9337K
Progettista Architettonico	Arch. Fabio Bolognesi	Ordine degli Architetti della Provincia di Torino n. 4594
Progettista Impianti Civili	Ing. Francesco Azzarone	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12287J
Geologo	Dott. Geol. Stefano Strippoli	Ordine dei Geologi del Piemonte n. 733
Esperto SIA	Dott.ssa Paola Merafina	Tecnico Competente in acustica ENTECA n. 8063
Coordinatore della sicurezza in fase di Progettazione e Progettista Antincendio	Ing. Fabio Cocito	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 8785X
Progettista geotecnico	Ing. Pietro Serafino De Martini Ugolotti	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 8227Y
Archeologa (incarico esterno)	Dott.ssa Frida Ocelli	


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tabella 5. Progettisti dell'intervento di traslazione provvisoria del Monumento a Carlo Alberto

Qualifica	Nominativo	Ordine/Albo
Direttore della Progettazione/ Responsabile integrazione discipline specialistiche	Ing. Roberto Crova	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino - n. 6038S
Progettazione architettonica dell'intervento	Arch. Gianfranco Gritella	Ordine degli Architetti della Provincia di Torino – n. 2199
Progettista strutturale dell'intervento	Ing. Franco Galvagno	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 2731K
Progettista Restauro del Monumento (bronzi e basamento lapideo)	Dott.ssa Maria Cristina Arlotto	Attestato di iscrizione rilasciato dal MIBACT il 12/01/2021 - qualifica di restauratore di beni culturali per i settori di competenza 1,2 - professionista abilitato ad eseguire interventi sui beni culturali ai sensi dell'articolo 9bis del Codice dei beni culturali e del paesaggio.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

4. PROCESSO BIM

Il progetto definitivo di linea 2, in particolare la tratta Politecnico – Rebaudengo, è stato sviluppato con la metodologia BIM in conformità all'art. 23, comma 13, del D.lgs. 50/2016 che introduce il concetto di metodi e strumenti elettronici specifici, atti alla definizione, consegna e gestione dei contenuti informativi, in formato digitale, relativi ad un appalto e coerentemente a quanto riportato sul D.M. 560/2017 e successivo D.M. 312/2021 che definiscono le 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.

Il processo è stato pertanto impostato in conformità alle indicazioni riportate dalla Norma UNI EN ISO 19650, dalla Norma UNI 11337:2017 e dal Capitolato informativo, allegato B al contratto stipulato con la Città di Torino, al fine di raggiungere le seguenti priorità strategiche richieste dalla municipalità:

- Reperibilità tempestiva e attendibilità delle informazioni utili per la gestione dell'opera nella successiva fase di esercizio;
- Maggior efficienza dei processi decisionali supportati da informazioni strutturate e quindi facilmente e tempestivamente reperibili, nonché aggiornate ed attendibili lungo tutto il ciclo di vita dell'opera;
- Mitigazione del rischio di varianti in corso d'opera grazie ad un maggior coordinamento della progettazione multidisciplinare.

4.1 Fase del processo informativo e Livello di sviluppo del progetto

Dal punto di vista della fase del processo informativo delle costruzioni, con riferimento a quanto definito nella UNI 11337-1:2017, l'iniziativa ricade all'interno della fase progettuale autorizzativa/tecnologica, per la progettazione definitiva.

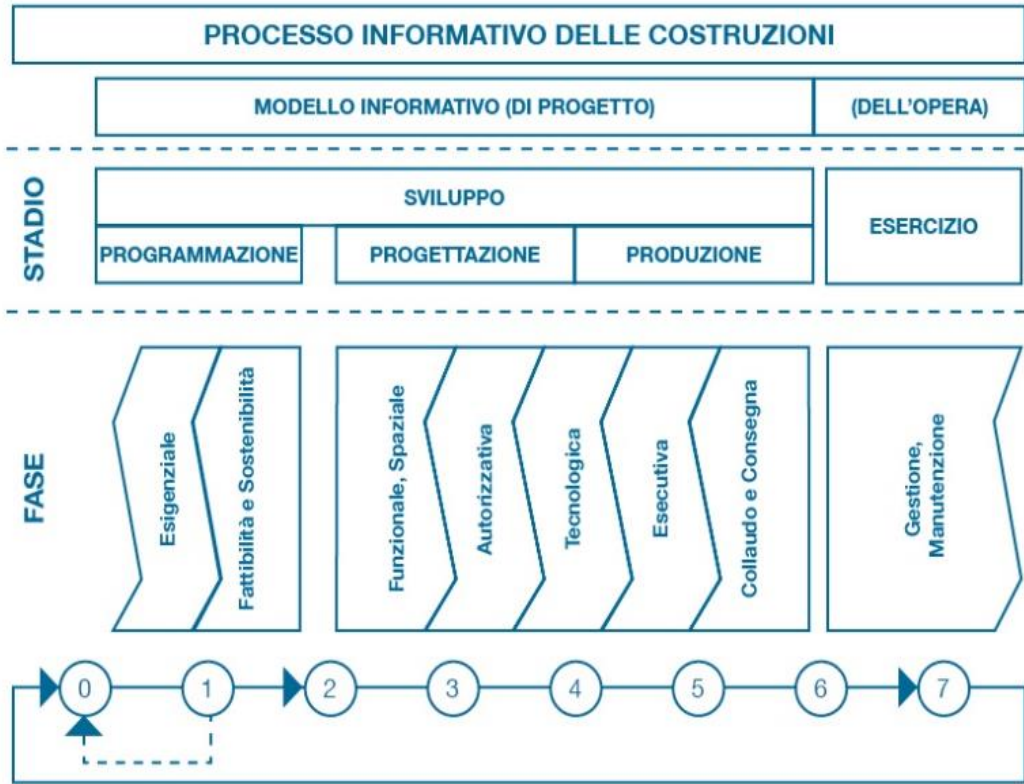


Figura 3. Individuazione fase processo informativo delle costruzioni

Il LOD "Level Of Development" che identifica lo sviluppo BIM dell'intero progetto può essere considerato per la norma UNI 11337 come meglio rappresentato nell'immagine seguente. In particolare il LOD per il progetto definitivo oggetto della presente relazione varia dal B al D.

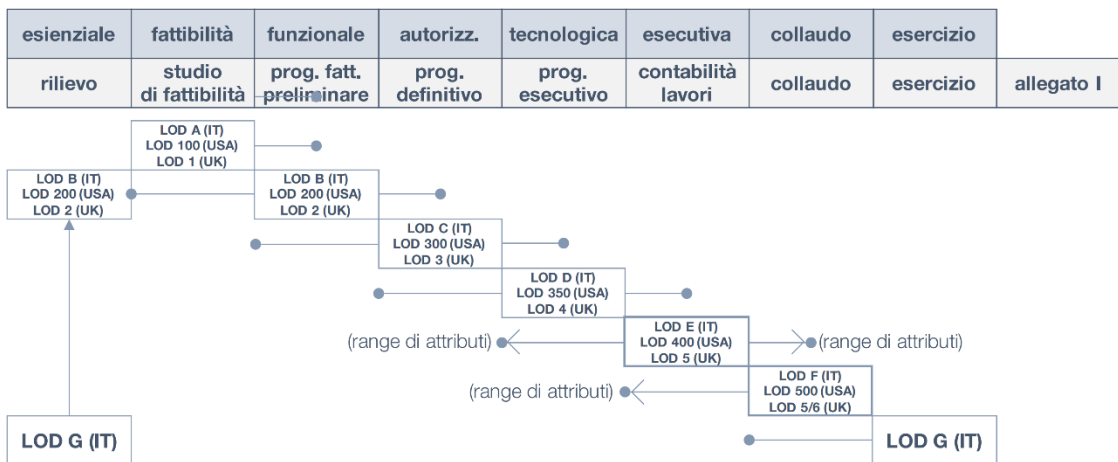



Figura 4. LOD "Level Of Development"

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

4.2 Macro fasi di lavorazione

L'aspetto fondamentale nella programmazione del processo BIM è stato definire chiaramente gli obiettivi e l'organizzazione delle procedure di creazione e condivisione dei modelli al fine di raggiungere gli obiettivi strategici prefissati.

L'ampia possibilità collaborativa intrinseca nei *software* di *authoring* a livello di *team* di progettazione/modellazione disciplinare, combinata con la possibilità di collegare i file inerenti altre discipline all'interno del modello al fine di una preliminare gestione delle interferenze, ha garantito un processo efficace e in grado di raggiungere gli obiettivi di progettazione, modellazione e coordinamento.

Il processo BIM ha seguito le seguenti macro fasi di lavorazione:

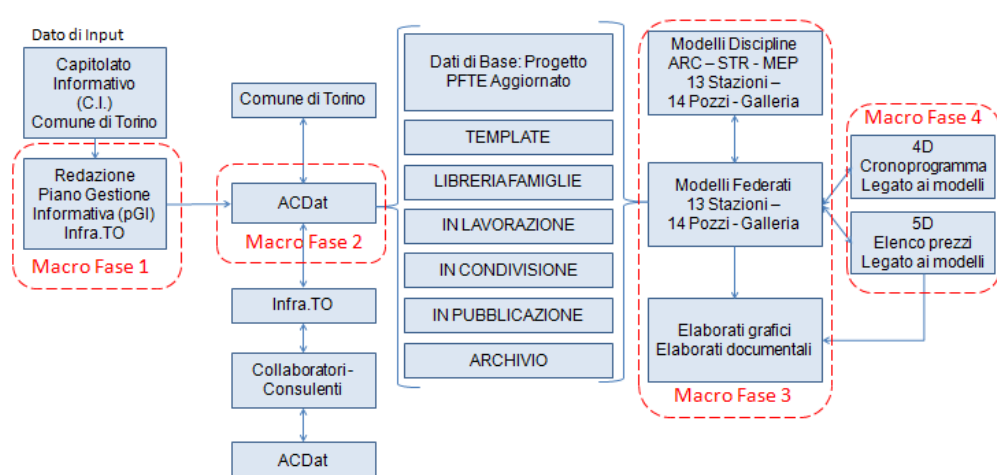


Figura 5. Processo BIM per Macro fasi


MACROFASE 1 - Piano di Gestione Informativa (pGI):

Nella macro fase 1 è stato redatto il pGI con l'indicazione degli obiettivi e delle procedure da attuare durante la fase di progettazione, produzione della documentazione e verifica.

MACROFASE 2 – Ambiente di Condivisione dei Dati (ACDat):

Nella macro fase 2 è stato implementato l'ambiente di condivisione dei dati suddiviso in cartelle destinate in parte all'archivio dei dati di base / input progettuali e "template" e in parte al processo di progettazione e verifica come "Area in lavorazione", "Area in condivisione", "Area in pubblicazione" e "Area in archiviazione".

MACROFASE 3 – Processo della gestione informativa:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Nella macro fase 3 sono stati implementati i modelli di disciplina e federati che consentono, a seguito di opportuni processi, la produzione degli elaborati grafici e documentali e le estrazioni delle quantità dai modelli.

MACROFASE 4 – Gestione della fase 4D (tempi) e 5D (costi):

La macro fase 4 è rappresentata dall’implementazione, nella successiva fase relativa il progetto esecutivo, dei modelli 4D e 5D. La gestione dei tempi e dei costi sarà possibile legando rispettivamente il crono programma e l’elenco prezzi ai modelli consentendo di conseguenza la produzione di specifici elaborati documentali.

4.3 Approccio BIM, obiettivi e usi della modellazione

La strategia adottata per lo svolgimento del progetto definitivo di linea 2 è stata improntata con una maturità di approccio BIM pari ad almeno un livello 2 (definito come “elementare”), ovvero per gli ambiti disciplinari il trasferimento di contenuti informativi avviene prevalentemente attraverso modelli informativi grafici, eventualmente accompagnati da elaborati informativi grafici digitali per specifiche necessità di dettaglio; inoltre, è stato adottato un ambiente di progettazione condiviso in “cloud” che ha permesso una progettazione integrata tra le discipline ottimizzando verifiche, processi decisionali e coordinamento multidisciplinare della progettazione.

L’approccio BIM consentirà inoltre, nei successivi livelli di progettazione, di pianificare e facilitare la costruzione e implementare la gestione della manutenzione tramite un apposito software “Computerized Maintenance Management System (CMMS)”.

Gli obiettivi posti per la modellazione, necessari a soddisfare le richieste indicate nel capitolato informativo per l’attuale livello di progetto definitivo, sono rappresentati dai seguenti punti:

- Modellazione sistema di coordinate per ogni opera (URS)

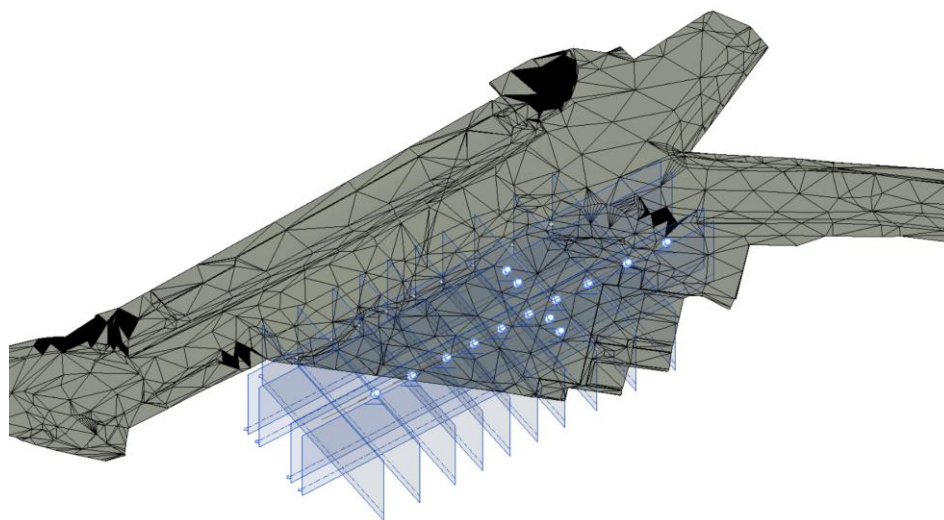



Figura 6. Modello URS stazione Rebaudengo

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Modellazione tridimensionale del terreno in corrispondenza delle stazioni e dei pozzi;

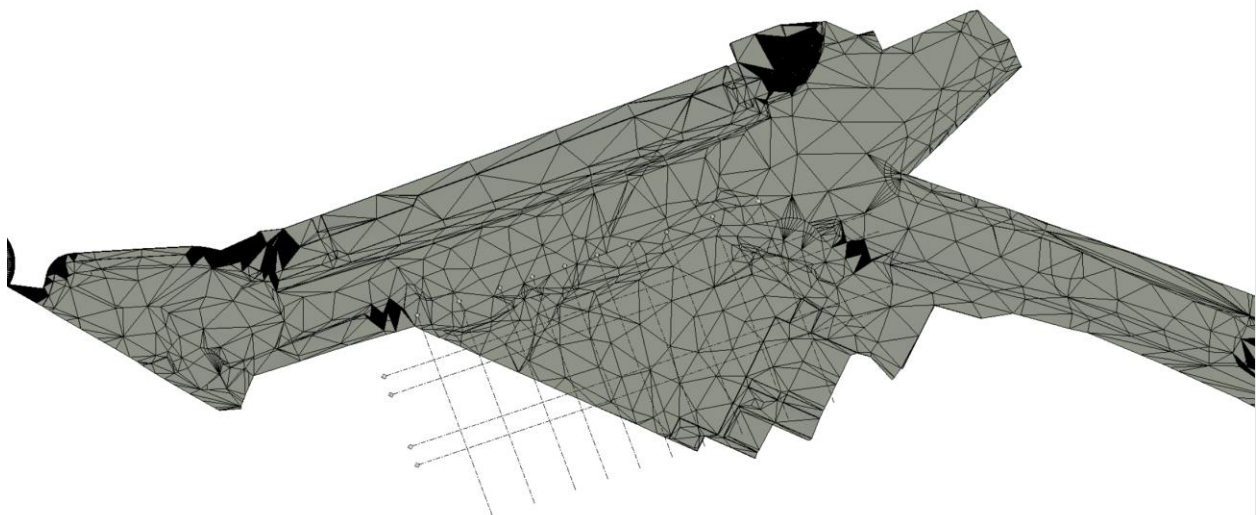


Figura 7. Modello digitale del terreno (DTM) stazione Rebaudengo

- Design delle stazioni, dei pozzi e delle gallerie con lo sviluppo delle 3 discipline (STR, ARC e MEP);

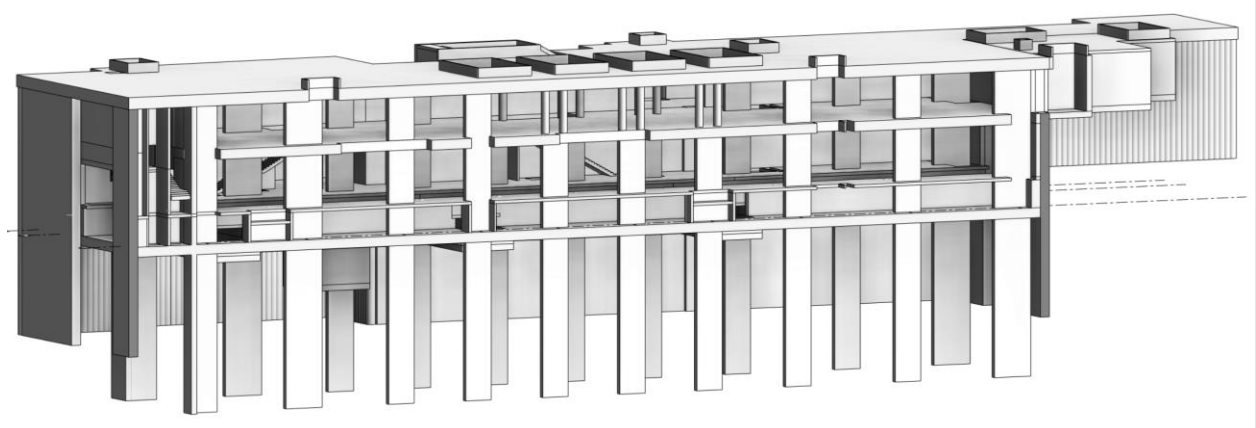


Figura 8. Modello BIM strutturale stazione Rebaudengo

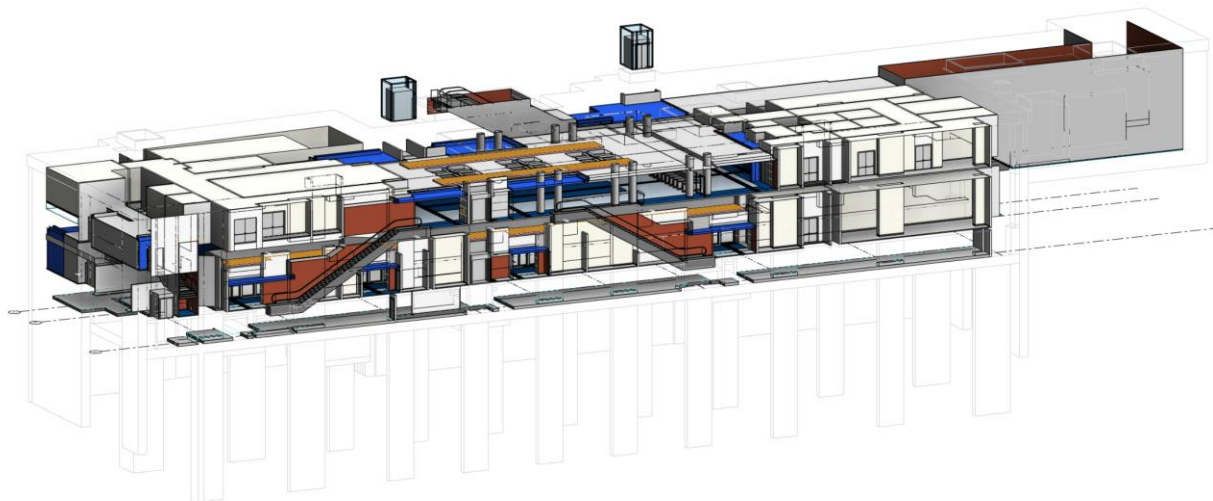


Figura 9. Modello BIM architettonico stazione Rebaudengo

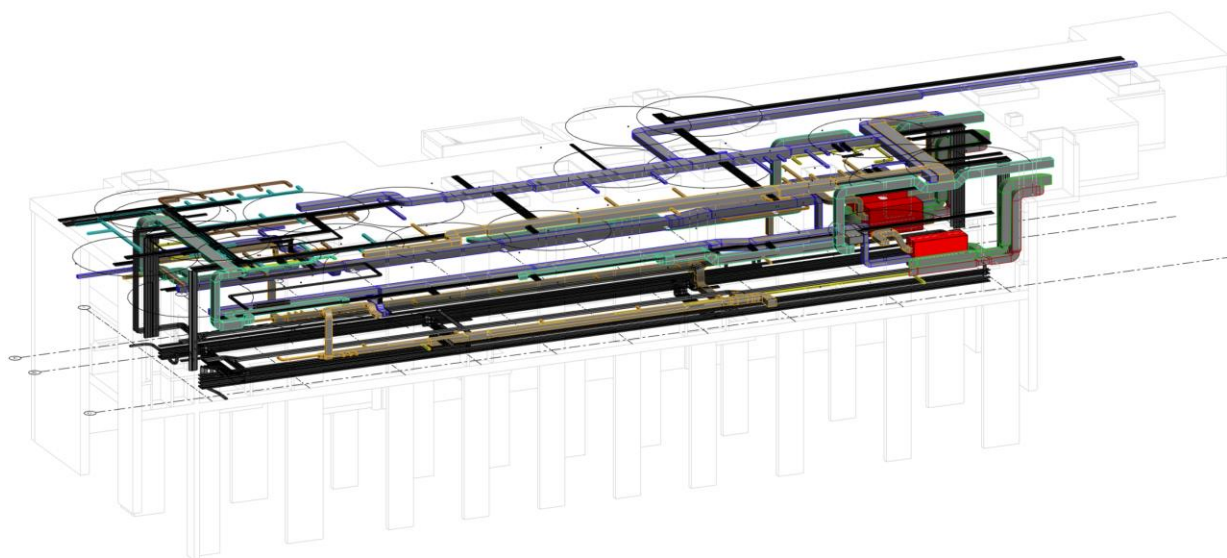


Figura 10. Modello BIM impianti stazione Rebaudengo

- Estrazione dai modelli degli elaborati progettuali e dei dati necessari allo svolgimento del progetto;
- Coordinamento della progettazione/modellazione in ambiente "cloud" tramite modelli federati;

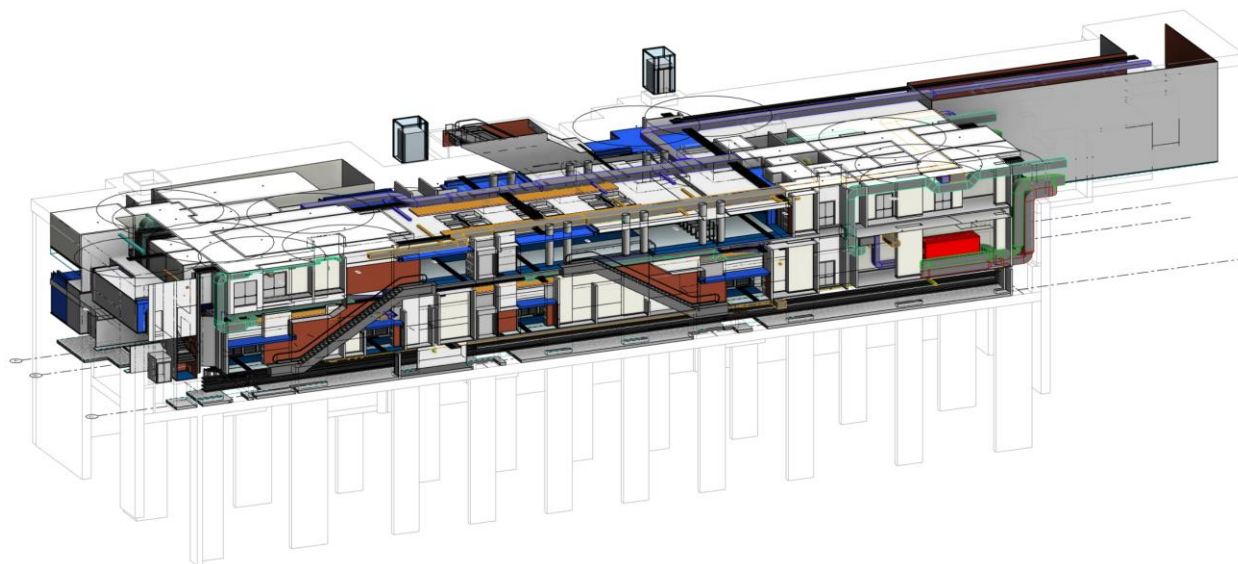


Figura 11. Modello BIM federato (STR-ARC-MEP) stazione Rebaudengo

- "Clash detection" per verifica delle interferenze;
- Estrazione dai modelli delle quantità;
- Realizzazione di rendering foto realistici e video;



Figura 12. Rendering fotoinserimento Stazione San Giovanni Bosco



4.4 Processo della gestione informativa

Il processo di gestione informativa BIM, nella fase di progettazione, ha previsto il passaggio di informazioni dal team di design al team di modellazione attraverso i dati di input necessari per la produzione dei modelli disciplinari (Architettonico, Strutturale, Impiantistico, ecc.). Approvato il singolo modello di disciplina si è passati alla creazione del modello federato che opportunamente coordinato/verificato ha consentito la produzione della documentazione di progetto.

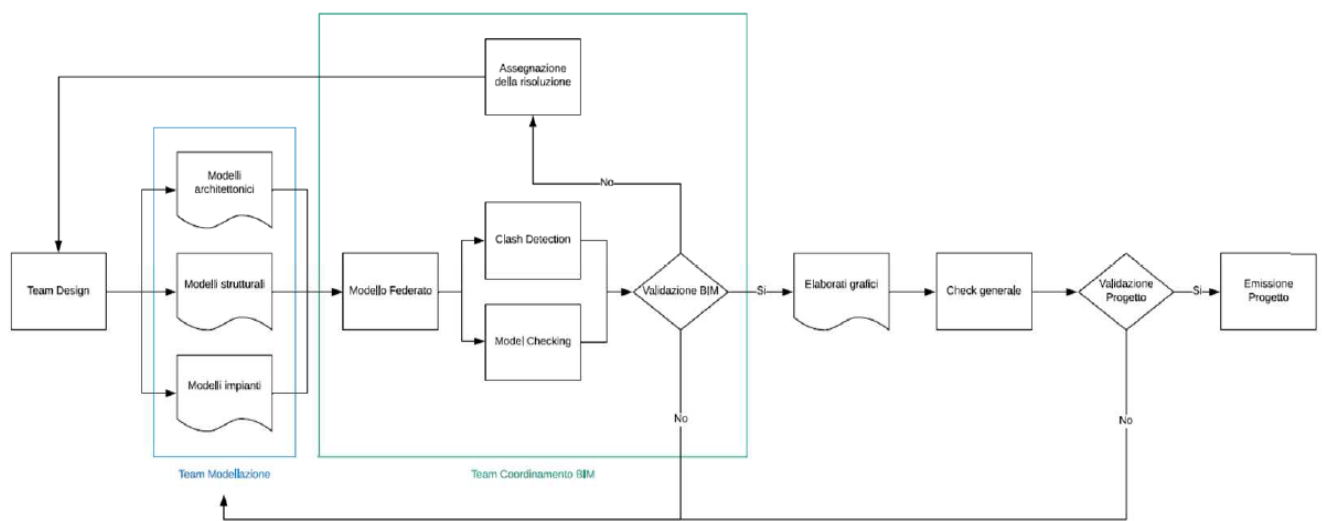



Figura 13. Processo gestione informativa BIM

4.5 Processo di coordinamento e di verifica dei modelli BIM

Al fine di garantire un utilizzo corretto dei modelli BIM per raggiungere gli obiettivi riportati nel capitolato informativo, è stato impostato un processo di coordinamento utile alla verifica della congruenza del lavoro svolto.

Per ciascuna disciplina e quindi singolo modello è stato pertanto previsto un primo livello di coordinamento LC1 utile appunto alla verifica disciplinare del modello affinché lo stesso risponda ai requisiti progettuali, grafici e di dati che devono essere contenuti al suo interno.

A completamento di questa fase, i modelli sono stati aggregati all'interno di un unico modello federato, per il secondo livello di coordinamento LC2 interdisciplinare per la verifica delle interferenze tra le 3 discipline (STR, ARC e MEP) e LC3 per la verifica della coerenza tra gli elaborati estratti da modello e gli elaborati non estratti dal modello.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

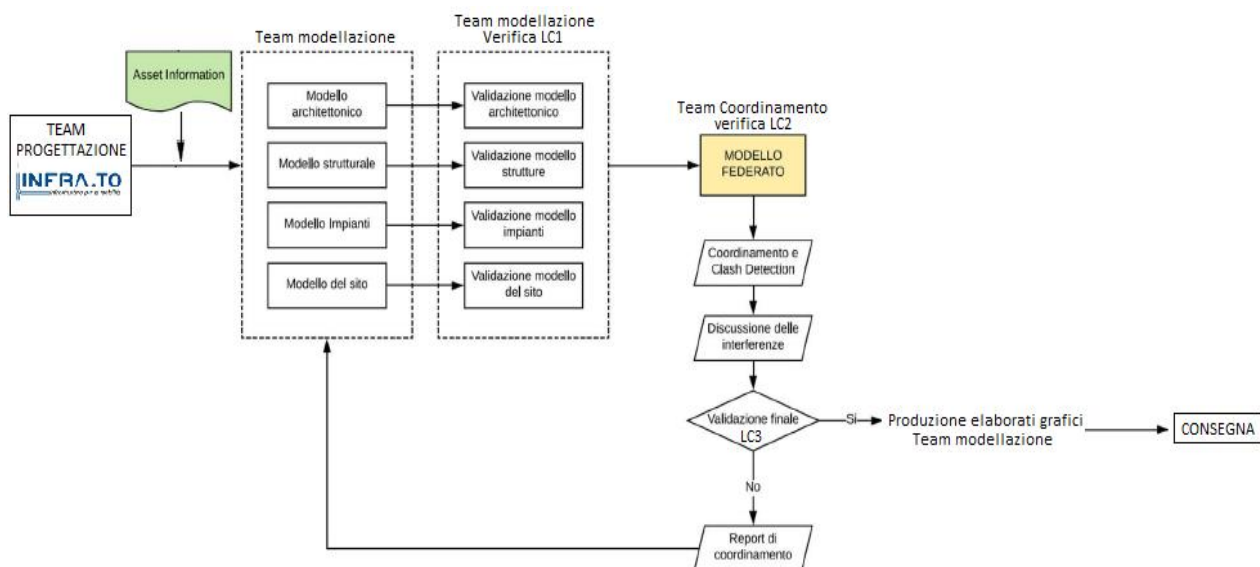


Figura 14. Processo modellazione BIM

4.5.1 LC1 Livello Coordinamento 1

Il primo livello di coordinamento rintraccia e segnala le interferenze appartenenti alla stessa disciplina. Nello specifico sono stati eseguiti i seguenti controlli:

- Verifica della corretta georeferenziazione.
- Verifica del corretto sistema di codifica.
- Verifica del corretto formato.
- Verifica del corretto inserimento all'interno degli oggetti modellati delle codifiche/TAG/parametri definiti.
- Verifica della non presenza di elementi duplicati e sovrapposti.
- Verifica che non vi siano errori geometrici di modellazione (compenetrazioni errate).
- Verifica che gli oggetti siano modellati correttamente senza duplicazioni di istanza.
- Verifica che le tavole siano correttamente presenti nei singoli modelli.
- Verifica che tutti gli elementi necessari siano visibili correttamente in tutte le viste e tavole.
- Verifica che non siano presenti riferimenti esterni/link estranei non necessari.
- Verifica che il file sia scollegato dal file centrale (revit file).
- Verifica che sia stata fatta un'attività di pulizia eliminando elementi accessori alla produzione del modello e tavole.
- Verifica che siano state eliminate le viste non necessarie o considerate temporanee di lavoro.
- Verifica che siano eliminate dei modelli tutte quelle informazioni non ancora validate all'interno del processo.

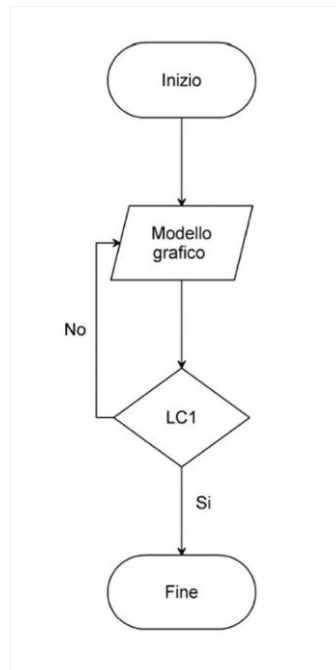


Figura 15. Livello di coordinamento LC1

4.5.2 LC2 Livello Coordinamento 2

Il secondo livello di coordinamento segnala la presenza di eventuali interferenze tra le discipline ARC, STR e MEP che compongono il modello federato della stazione, del pozzo o della galleria. Nello specifico vengono rintracciate e segnalate le interferenze rilevate dall'interazione di più modelli tra loro secondo la matrice di interferenza predisposta.

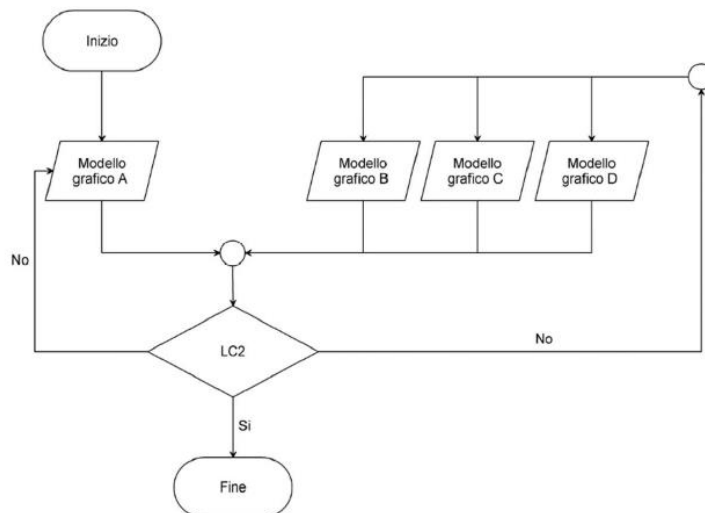


Figura 16. Livello di coordinamento LC2



4.5.3 LC3 Livello Coordinamento 3

Il terzo livello di coordinamento segnala la presenza di eventuali incoerenze tra dati, informazioni e contenuti informativi generati da modelli con dati, informazioni e contenuti informativi non generati da modelli come ad esempio da elaborato prodotti con CAD 2D, relazioni, ecc.

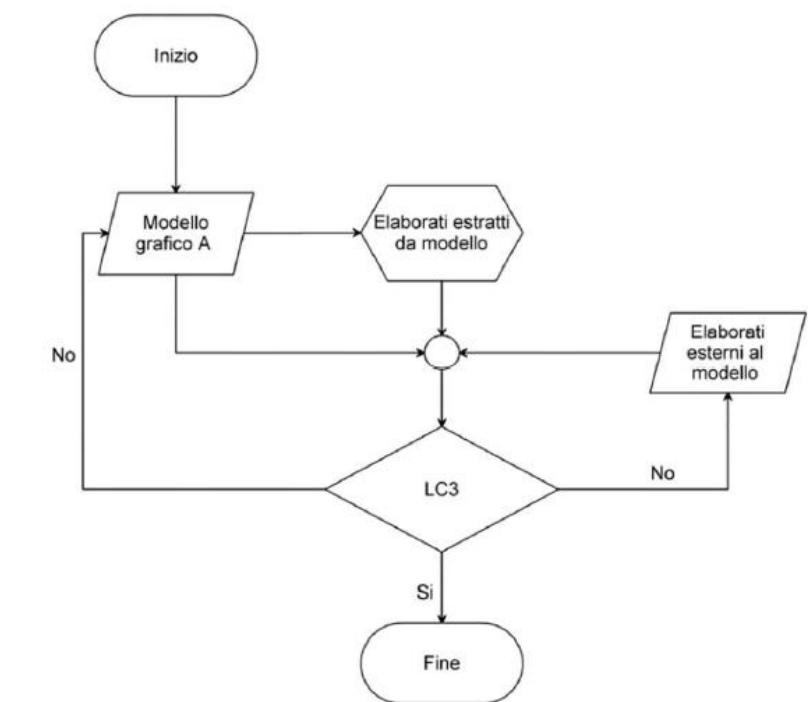



Figura 17. Livello di coordinamento LC3

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

5. STUDI E INDAGINI

5.1 Introduzione

Lo sviluppo di un progetto complesso e articolato come quello di una metropolitana richiede la realizzazione di una serie di indagini propedeutiche e studi multidisciplinari al fine di acquisire e/o integrare il quadro conoscitivo di base, indirizzare le scelte progettuali e i dimensionamenti delle opere.

Per ciascuna tipologia di indagine condotta nell'ambito del progetto della Linea 2 della Metropolitana di Torino, tratta funzionale "Politecnico-Rebaudengo", si procede, nei successivi paragrafi, ad una sintetica illustrazione delle finalità, dell'approccio metodologico adottato e dei risultati conseguiti, rimandando per ogni dettaglio e approfondimento agli elaborati specialistici prodotti e allegati con la documentazione del Progetto Definitivo.

5.2 Geologia, idrogeologia, geotecnica

5.2.1 Indagini e prove geotecniche

Al fine di pervenire alla definizione del modello geologico e geotecnico di riferimento per il Progetto Definitivo, le conoscenze inerenti all'inquadramento geologico ed alla caratterizzazione geotecnica acquisite nella precedente fase di progetto di fattibilità tecnico economica sono state integrate e validate alla scala dell'opera con i dati geognostici ottenuti mediante la campagna di indagini di Progetto Definitivo. Lo studio è stato rivolto in particolare:


- all'approfondimento del grado di conoscenza dei terreni presenti, in termini di ricostruzione della successione stratigrafica e di individuazione delle unità geotecniche (con particolare riferimento alla distribuzione spaziale e al grado di intensità della cementazione diffusa nei depositi fluvioglaciali),
- alla caratterizzazione geotecnica dei terreni,
- alla valutazione dei terreni, in rapporto sia alla scelta delle tipologie esecutive più idonee per le fondazioni e per le opere di sostegno sia alle tecnologie di scavo da utilizzare,
- alla verifica della situazione idrogeologica e delle caratteristiche della falda (posizione attuale e caratteristiche di permeabilità).

Nel seguito sono esposti i contenuti delle indagini e delle prove eseguite nel corso della campagna geognostica del Progetto Definitivo (2021) e inoltre sono riportati anche i principali dati e risultati della precedente campagna del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica.

5.2.1.1 Sondaggi e prove in sito

La campagna di indagine eseguita per il Progetto Definitivo è consistita in:

- N. 36 sondaggi geotecnici a carotaggio (sigla serie SP-Dx);
- N. 24 sondaggi ambientali a carotaggio (sigla serie SA-Dx);
- [N. 2 sondaggi geotecnici e ambientali "misti" a carotaggio (sigla serie SP-Dx/SA-Dx)];
- N. 22 diagrafie a distruzione (sigla serie DIA-Dx, DIA-Dx-PZ);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- N. 4 sondaggi geotermici (sigla serie TRTx);
- N. 14 indagini MASW-2D (totale 2.430 m di stendimenti), denominate MA2D-xx;
- N. 3 indagini Down Hole;
- N. 1 indagine Cross Hole;
- N. 7 Analisi micropaleontologiche.

Per una migliore comprensione dell'assetto litostratigrafico profondo, su alcuni campioni selezionati delle carote di terreno estratte dai sondaggi perforati nel 2021 sono state eseguite analisi micropaleontologiche finalizzate all'attribuzione cronostatigrafica degli intervalli campionati.

I punti di indagine geotermica realizzati nel 2022 sono stati perforati in parte a distruzione e in parte a carotaggio; i relativi esiti stratigrafici sono stati considerati nelle ricostruzioni litostratigrafiche e geologiche del presente Progetto Definitivo. Nei punti di indagine geotermici sono state installate sonde a ciclo chiuso per l'esecuzione di Test di Risposta Termica del terreno (c.d. TRT o GRT); in fase di perforazione sono stati prelevati campioni di terreno sottoposti ad analisi di laboratorio per la caratterizzazione geotermica dei litotipi campionati.

I rapporti tecnici dettagliati relativi alle indagini geognostiche eseguite nell'ambito del PD sono riportati nell'elaborato cod. MTL2T1A0DINDGENR001 "Relazione tecnica descrittiva delle indagini geognostiche eseguite" del presente Progetto Definitivo.

5.2.2 Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area di studio è compresa nel foglio N° 156 "Torino Est" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50:000 (Figura 18) e nel foglio n° 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (Figura 19).

A scala regionale, l'area urbana di Torino rappresenta dal punto di vista geomorfologico un lembo residuo dell'originario "livello fondamentale della pianura", digradante con modeste inclinazioni, dell'ordine dell'1%, verso Est e Sud-Est, ovvero dall'arco alpino occidentale sino ai rilievi collinari ubicati a sud della città.

L'evoluzione geomorfologica dell'intero settore di pianura ha determinato, a partire dall'Olocene, il successivo approfondimento dei corsi d'acqua principali con conseguente incisione della superficie originaria e la formazione di superfici terrazzate poste progressivamente a quote inferiori, caratterizzate dalla deposizione di depositi fluviali di età più recente procedendo dal livello fondamentale della pianura sino all'alveo attuale.

L'area di interesse ricade all'interno del margine settentrionale del settore di pianura esteso tra San Mauro T.se ed il nucleo storico di Torino, delimitato dalle incisioni del T. Stura di Lanzo a nord, del T. Sangone a sud e dall'alveo del Fiume Po a ridosso del versante collinare (est-sud-est).

In prossimità degli alvei dei corsi d'acqua, i margini del livello fondamentale della pianura sono rimarcati da scarpate naturali con altezze generalmente comprese tra 10 e 15 m. L'assetto originario delle scarpate, in origine ben evidenti e piuttosto acclivi, risulta attualmente rimodellato più o meno intensamente a seguito degli interventi di urbanizzazione e di sistemazione delle

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

sponde fluviali. A scala locale, l'area di interesse si colloca in un contesto urbanizzato in un'area pianeggiante debolmente digradante verso est-sud-est posta ad una quota di circa 257 m s.l.m.

L'assetto geomorfologico dell'area in studio, prevalentemente sub pianeggiante, è il risultato delle attività di modellamento da parte dei corsi d'acqua principali che attraversano la zona urbanizzata della Città di Torino. L'attività deposizionale è la più significativa e si è manifestata principalmente con la formazione di apparati di conoide fluvio-glaciali molto ampi (T. Stura, F. Dora Riparia, T. Sangone), in età Pleistocenica-Olocenica. Attualmente si assiste alla deposizione di ampie porzioni di depositi alluvionali in prossimità dei corsi d'acqua attivi (F. Po, T. Stura, F. Dora Riparia, T. Sangone), e di localizzati fenomeni di erosione lungo le sponde degli stessi corsi d'acqua.

In generale, nell'area in cui è ubicato l'abitato di Torino, le fasi erosionali hanno portato alla presenza sia di paleoalvei individuati da scarpate di modesta estensione areale ed altezza sia di più continue superfici terrazzate delimitate da scarpate di erosione di altezza decametrica.

L'antropizzazione ha rielaborato e in parte cancellato gli elementi geomorfologici presenti. I soli elementi individuabili sono costituiti da orli di scarpata sulla sponda destra della Dora Riparia, in corrispondenza dei Giardini Reali, come riportato nel foglio N° 156 "Torino Est" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50:000 (Figura 18). Si tratta di scarpate di circa 5 m di altezza, molto rimodellate e non più connesse all'alveo attivo del corso d'acqua. Poiché l'andamento di questi elementi è stato fortemente modificato dall'attività antropica, si è scelto di non riportarli sulla carta geologico-geomorfologica.

Il tracciato della Metro Torino Linea 2 in progetto attraversa la città dalla zona Nord verso Sud Ovest interferendo con i corpi d'acqua del Fiume Dora Riparia che viene attraversata in sub alveo, nel tratto compreso tra la stazione Verona e la stazione Mole–Giardini Reali.

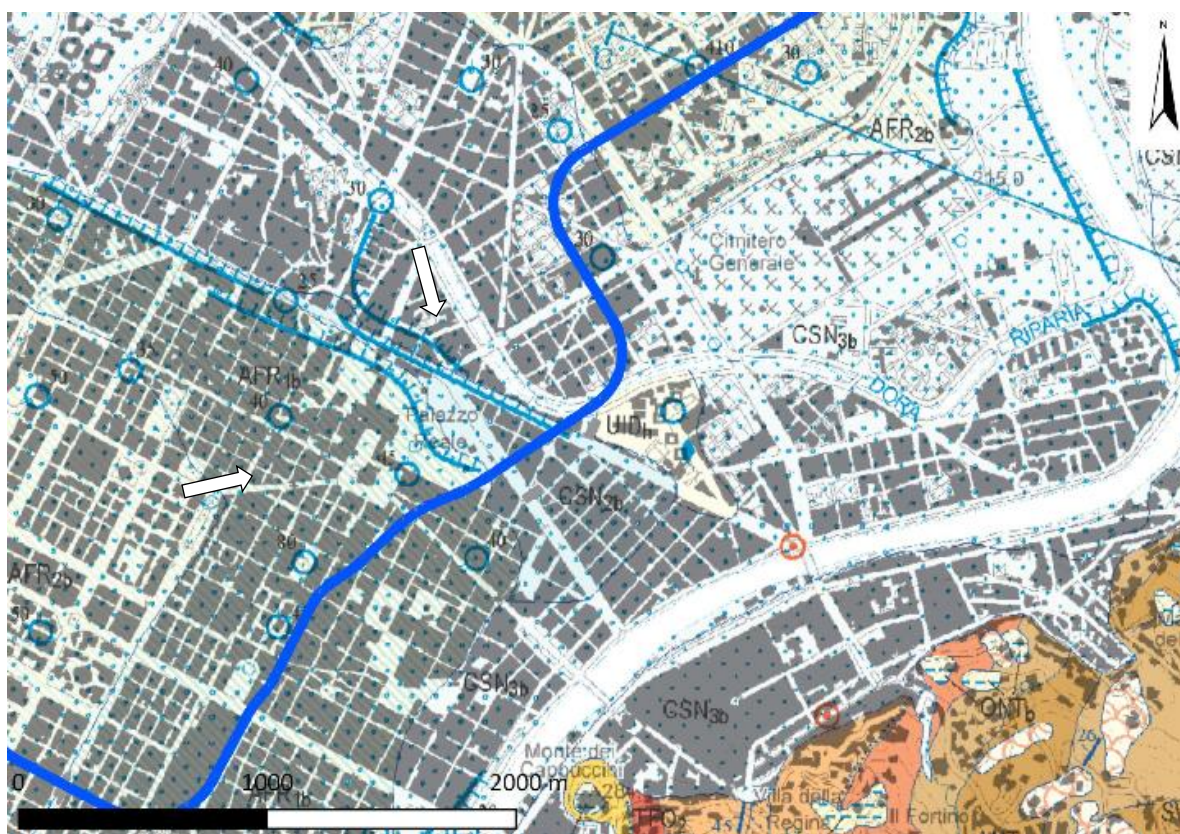


Figura 18. Estratto del Foglio 156 "Torino Est" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 relativo alla zona dell'attraversamento della Dora Riparia. La linea blu rappresenta l'opera in progetto. Le frecce bianche indicano le scarpate morfologiche descritte nel testo.

L'area è ubicata nella stretta della pianura torinese che estendendosi dall'edificio collinare ad est della Città di Torino giunge a lambire il margine interno alpino delle Alpi Graie a Nord-Ovest.

Tale stretta presenta, analogamente al tracciato, un asse maggiore di allungamento in direzione NE-SW, parallelo al Fiume Po che la borda verso SE, correndo ai piedi della Collina di Torino.

Dal punto di vista geomorfologico il settore in questione si caratterizza per un assetto subpianeggiante, risultando modellato principalmente su due importanti apparati di conoide fluvio-glaciale e fluviale, quello del Torrente Stura di Lanzo, nel settore Nord orientale e quello del Torrente Dora Riparia, nel settore sud-occidentale.

Il tracciato si sviluppa alla sinistra idrografica del Fiume Po in un'area caratterizzata da elevata antropizzazione ed interseca il corso del Fiume Dora Riparia a circa 2.5 km a monte della sua confluenza nel Fiume Po.

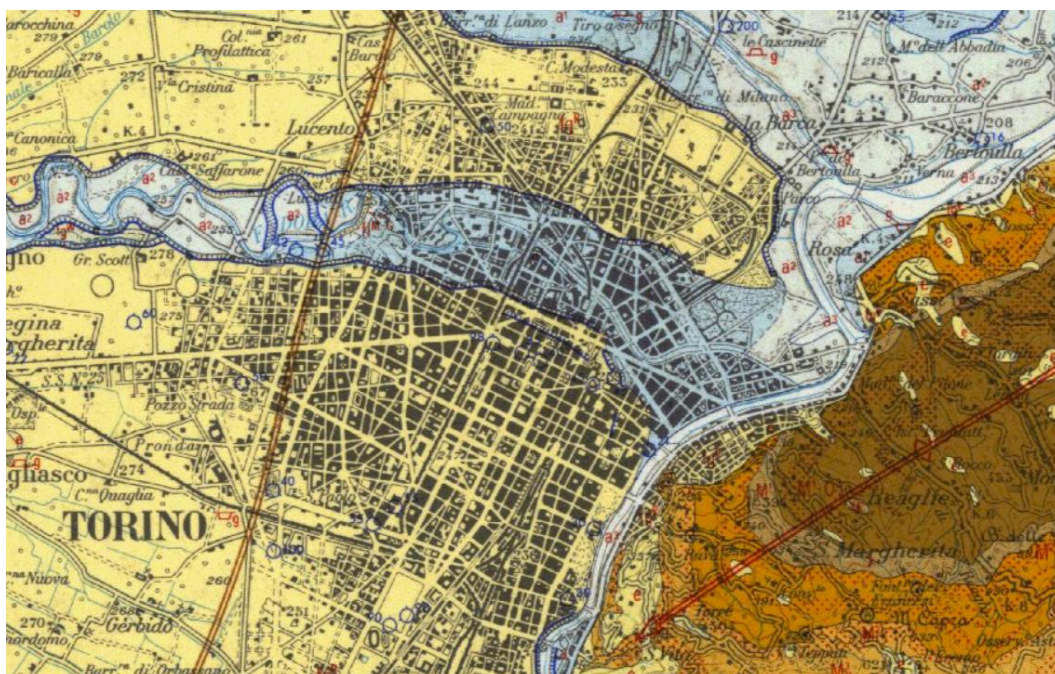


Figura 19. Estratto da Foglio 56 "Torino" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000

Dal punto di vista geologico, il settore della pianura padana in cui ricade l'area di studio consiste in un bacino sedimentario pliocenico-olocenico costituito da depositi marini per i termini più profondi e da depositi continentali per i termini più superficiali. Tale bacino, compreso tra il rilievo della Collina di Torino a SE e le Alpi Graie a NW, presenta lo spessore massimo di depositi nella parte centrale, interposta tra i due rilievi. Ai margini del bacino, verso NE e SW, avvicinandosi al substrato pre-pliocenico affiorante, la successione si assottiglia progressivamente. Lo schema semplificato della Figura 19 seguente illustra l'assetto geologico generale dell'area.

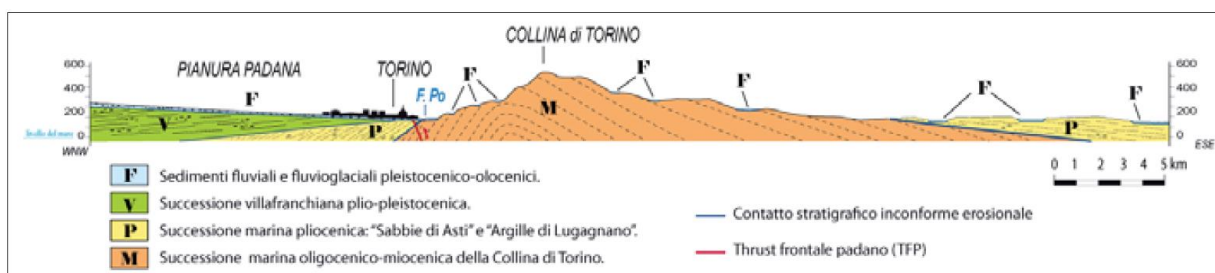



Figura 20. Profilo schematico dell'area in cui è edificata la città di Torino, con scala delle altezze esagerata di due volte (da Forno & Lucchesi, 2014)

I settori più profondi del bacino sono rappresentati dai termini marini del Pliocene inferiore (P). Nel settore orientale, proprio al di sotto della città, i sedimenti pliocenici marini si sono depositi al di sopra delle successioni pre-plioceniche (successioni Mioceniche, M), contro le quali terminano con rapporti di onlap ("appoggio laterale"). Tali depositi presentano oggi un'immersione verso

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

NW, che attesta il loro coinvolgimento nel sollevamento dell'area collinare, legato allo sviluppo di una struttura antiforme a tetto del "thrust padano".

I settori più superficiali dei depositi sedimentari del bacino sono invece rappresentati da termini continentali di età pliocenico medio-olocenica (V e F), tra cui i più recenti costituiscono i già citati apparati di conoide fluviale-fluvioglaciale. Infine, in corrispondenza dei corsi d'acqua principali, sono presenti spessori variabili di depositi fluviali, di età Olocenico-Attuale.

Una prima valutazione della geologia presente è stata fatta della base delle informazioni bibliografiche, di seguito vengono descritte le unità geologiche presenti nell'area interessata dall'opera, secondo quanto emerso da tale ricerca.

- Successioni Mioceniche

I litotipi più antichi presenti nell'area esaminata e ubicati alle profondità di progetto appartengono alle successioni Mioceniche attribuibili alle Unità della Collina di Torino. Questi litotipi sono ubicati a profondità tali da interferire con l'opera in progetto in prossimità delle aree limitrofe alla Dora Riparia e con l'avvicinarsi al Fiume Po. L'elemento più recente delle successioni mioceniche è costituito dalla successione evaporitica di età messiniana, costituita principalmente da depositi di colore grigio-biancastro costituiti da gessi ben mineralizzati, spesso interessati da dissoluzione successiva alla deposizione. Questo livello, come visibile nella stessa figura, è presente con spessori disomogenei ed è talvolta mancante per effetto della fase erosiva precedente alla deposizione dei successivi depositi pliocenici.

Di età più antica e generalmente ben rappresentate sono le Marne attribuibili al Tortoniano di colore grigio - grigio bruno, caratterizzate da un grado di litificazione generalmente elevato ma meno spinto negli strati più superficiali, comunque molto compatte.

- Successione Pliocenica marina

I depositi del Pliocene marino inferiore (P in Figura 20) possono essere suddivisi in due unità. L'unità più profonda, nota come Argille Azzurre o Argille di Lugagnano, è costituita da silt argillosi e sabbie fini di colore grigio-bruno in cui solo localmente si osserva una laminazione piano parallela. Al suo interno si rinvengono livelli potenti fino a 5 m di arenarie medio-grossolane, talora conglomeratiche, di colore giallo con lamine oblique. L'unità superiore, nota come Sabbie di Asti, è costituita da sabbie fini e silt di colore giallo, con stratificazione poco evidente, elevato addensamento e locale cementazione carbonatica. Il contatto tra i depositi pliocenici e le successioni mioceniche è generalmente erosionale

- Successione Pliocenico-pleistocenica continentale

Al di sopra della successione pliocenica marina si trova la successione fluvio-lacustre del Pliocene medio-Pleistocene inferiore (Villafranchiano Auct.; V in Figura 20). La superficie di contatto è talora di natura stratigrafica, generalmente erosionale. Anche questi termini continentali della successione sono stati verosimilmente coinvolti nella deformazione che ha originato il sollevamento della collina di Torino (Lucchesi, 2001) e risultano pertanto debolmente tiltati verso

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

NW rispetto alla loro giacitura originaria. Si tratta di ripetute alternanze di ghiaie sabbiose, includenti orizzonti di ghiaie predominanti o sabbie predominanti, di argille limose e di limi. I limi sono spesso ricchi in resti organici vegetali e fossili di molluschi di acqua dolce.

Come definito dal CARG (Foglio Torino Est), sono distinguibili diverse unità: nell'area indagata sono presenti le Sabbie di Ferrere, costituite da sabbie bruno-rossicce piuttosto omogenee e compatte.

- Successione Pleistocenico-olocenica fluvioglaciale e fluviale

Nell'area della città di Torino, verso l'alto, i depositi continentali Villafranchiani sono sigillati, in discordanza, dalla più recente successione fluvioglaciale e fluviale legata ai grandi apparati deposizionali dei conoidi dei Torrenti Stura di Lanzo e Sangone e del Fiume Dora Riparia. Questi depositi sono costituiti da ghiaie e ghiaie sabbiose con ciottoli, generalmente a granulometria crescente verso ovest. Nell'area del conoide fluvioglaciale della Dora Riparia, che riguarda per un lungo tratto il tracciato in progetto, sono frequenti orizzonti conglomeratici di potenza da metrica a decametrica con grado di cementazione variabile. Si passa da conglomerati molto cementati a ghiaie debolmente cementate. Tali orizzonti hanno una distribuzione difficilmente determinabile e una scarsa continuità laterale.

Va anche segnalato che lo scavo delle recenti opere per la linea 1 della metropolitana, per il passante ferroviario e per la Torre San Paolo, hanno sovente messo in evidenza la presenza di grossi trovanti, all'interno dei terreni della successione fluviale-fluvioglaciale imputabile alla Dora Riparia. I blocchi possono avere dimensioni anche di ordine metrico ed essere sia isolati che organizzati in lenti in cui la loro frequenza è decisamente alta (Pelizza, 2014). Un altro aspetto litostratigrafico che può avere una rilevanza dal punto di vista costruttivo è la presenza di sporadiche lenti siltose all'interno delle ghiaie, che ne interrompono l'omogeneità stratigrafica (Pelizza, 2014).

Dal punto di vista dei rapporti stratigrafici e della profondità delle successioni si evidenzia che seguendo un profilo con direzione circa E-W, (Figura 21), emerge che nel settore prossimo alla Collina di Torino, al di sotto del corso del Fiume Po e della parte più orientale della città di Torino, i depositi della successione pleistocenico-olocenica poggiano direttamente sui depositi marini del Pliocene inferiore e in parte anche su quelli pre-pliocenici, attraverso una discordanza erosionale, senza l'interposizione dei depositi pliocenico-pleistocenici continentali. Dato il modesto spessore (dell'ordine della ventina di metri) dei depositi pleistocenico-olocenici, in questo settore il pliocene marino si trova molto prossimo alla superficie topografica, formando una struttura planare sepolta descritta in letteratura come "platea" (Carraro et al., 1994). Questa struttura, costituita da strati pliocenici inclinati verso NW, si è formata a seguito del coinvolgimento delle formazioni plioceniche e pre-plioceniche nel sollevamento del rilievo della Collina di Torino e della concomitante erosione al piede del rilievo stesso da parte del Fiume Po, indotto a migrare verso SE dallo sviluppo degli apparati di conoide fluvioglaciale dei Torrenti Dora Riparia e Stura di Lanzo.

Procedendo verso ovest, tra i depositi pleistocenico-olocenici e i depositi pliocenici, compaiono progressivamente i depositi villafranchiani, definendo una struttura a cuneo anch'essa derivante dall'attività tettonica correlabile al sollevamento della Collina.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

5.2.3 Inquadramento idrogeologico

L'assetto idrogeologico del sottosuolo della città di Torino viene descritto secondo una schematizzazione in complessi idrogeologici basata sulle suddivisioni litostratigrafiche riportate nel paragrafo precedente e nella Figura 21 seguente.

Il complesso più profondo, dove presente, è costituito dai terreni pre-pliocenici della Collina di Torino, che nell'area indagata sono rappresentati principalmente dalle Marne di Sant'Agata Fossili. Si tratta di un complesso a permeabilità molto bassa, che di fatto costituisce un acquiclude.

Un altro complesso idrogeologicamente simile a questo è quello costituito dai depositi pliocenici marini riconducibili all'Unità delle Argille Azzurre. Si tratta anche in questo caso di un acquiclude poco permeabile, con locali aumenti di permeabilità in presenza di livelli più grossolani. I depositi marini pliocenici più recenti, costituiti dalle Sabbie di Asti, rappresentano in genere un complesso acquifero con una discreta permeabilità, solo localmente ridotta a causa della maggiore presenza di matrice fine.

Sopra questi complessi più profondi, è presente quello costituito dai depositi Villafranchiani che, per le sue caratteristiche di variabilità litologico-stratigrafica, è organizzato in alternanze di livelli permeabili e livelli a bassa permeabilità. In genere, tale complesso rappresenta dal punto di vista idrogeologico un sistema acquifero multifalda, in cui le falde in pressione, ospitate nei livelli a granulometria grossolana, sono confinate o semiconfinate da setti a bassa permeabilità. I valori della conducibilità idraulica dei livelli acquiferi variano da un minimo di 4×10^{-5} m/s a un massimo di 4×10^{-4} m/s (De Luca & Ossella, 2014).

Al tetto del complesso dei depositi Villafranchiani è presente il complesso superficiale costituito dai depositi pleistocenico-olocenici di origine fluvioglaciale e fluviale. Si tratta di un complesso che, seppur eterogeneo in termini di distribuzione della permeabilità, non presenta, però, evidenti elementi di compartimentazione interna, se non a scala locale. Le conducibilità idrauliche variano da 5×10^{-4} m/s a 5×10^{-3} m/s. Questo complesso ospita la falda freatica della pianura torinese (c.d. "falda superficiale" o "prima falda").

Sulla base della suddivisione in complessi idrogeologici, la circolazione idrica sotterranea nel settore della Città di Torino è schematizzabile secondo quanto visualizzato in Figura 21. Tale schema evidenzia due sistemi di flusso principali: uno profondo e uno più superficiale.

Il circuito superficiale fa riferimento alla "falda superficiale", ovvero la falda con continuità regionale più vicina alla superficie del suolo. Esso è impostato nel complesso dei depositi fluvioglaciali e fluviali pleistocenico-olocenici. Si tratta di un sistema di flusso a superficie libera, anche se localmente possono esistere condizioni di semi-confinamento. L'alimentazione proviene principalmente dall'infiltrazione nel sottosuolo delle acque meteoriche. Il sistema presenta un equilibrio idrodinamico con i principali corsi d'acqua. Lo spessore dei depositi in cui esso si imposta è generalmente dell'ordine di 20-40 m e la soggiacenza della superficie falda è indicativamente compresa tra 10 m e 20 m da p.c.



Il sistema profondo è un sistema multifalda impostato nei depositi Villafranchiani e in parte nei depositi sabbiosi del pliocene marino, ove presenti. È il sistema più sfruttato per l’approvvigionamento idropotabile nell’area. La sua ricarica avviene nelle zone pedemontane, quale la zona pedemontana che si estende allo sbocco della Val di Susa nella pianura torinese.

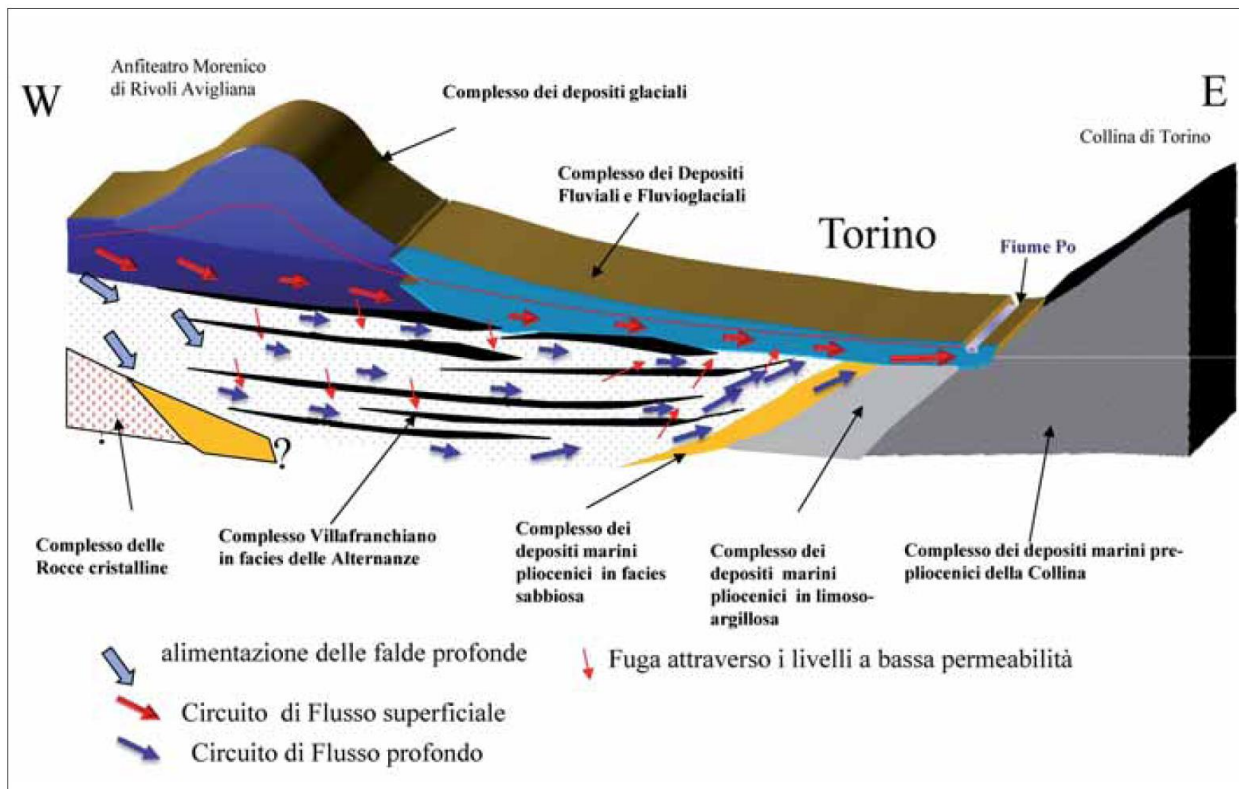


Figura 21. Schema della circolazione idrica sotterranea nell’area di Torino (da De Luca & Ossella, 2014).

5.2.4 Soggiacenza e direzione di flusso della falda freatica

La soggiacenza e la direzione del flusso della falda freatica presente nelle aree interessate dal tracciato della linea 2 della Metropolitana sono rappresentate nella Figura 22 che riporta uno stralcio cartografico relativo all’andamento delle isopiezometriche nell’area di Torino (fonte: webgis ARPA Piemonte, <https://webgis.arpa.piemonte.it>). La carta indica che la direzione media di deflusso sotterraneo nell’acquifero superficiale è generalmente da WNW verso ESE. In generale il Fiume Po costituisce il principale elemento di recapito delle acque di falda, mentre il Torrente Dora Riparia sembra essere un elemento localmente alimentante. Il Torrente Dora Riparia rappresenta un elemento idrografico i cui rapporti idraulici con la falda variano in funzione del contesto locale. Dalla valutazione dei rapporti intercorrenti tra le direzioni di deflusso della falda e la direzione di deflusso dei corpi idrici è possibile osservare che nella zona ad est dell’Anfiteatro Morenico di Rivoli-Avigliana il corso d’acqua non mostra relazioni di alcun tipo con la falda (direzioni di flusso della falda indifferenti rispetto al corso d’acqua) che scorre sostanzialmente



indisturbata con senso di deflusso verso sud-est. Nella zona in prossimità della confluenza con il Fiume Po, la Dora risulta invece in rapporto di alimentazione con la falda, con cui risulterebbe quindi collegata (direzioni di deflusso della falda divergenti rispetto al corso d'acqua).

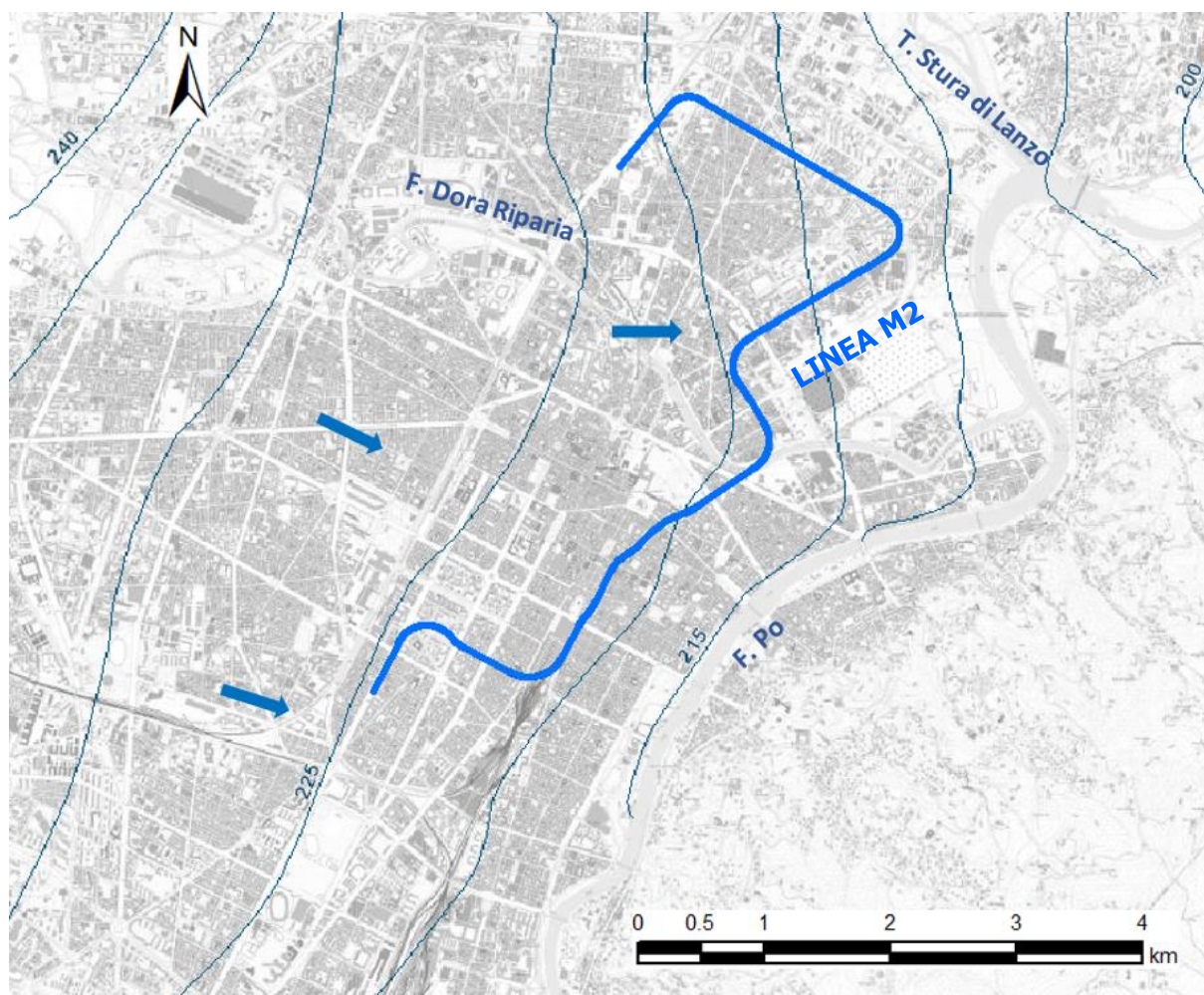


Figura 22. Carta delle isopiezometriche della falda freatica nel settore della città di Torino (fonte: webgis ARPA Piemonte, <https://webgis.arpa.piemonte.it>).

In Figura 23 ¹ è riportato uno stralcio cartografico con la distribuzione delle soggiacenze medie della falda freatica nell'area di Torino. In generale, la carta indica una soggiacenza della falda molto prossima alla superficie (5-10 m, talora inferiore ai 5 m) per i settori limitrofi al Fiume Dora Riparia. Nella parte sudoccidentale dell'area esaminata la soggiacenza è in genere superiore ai 20

¹ "Carta della soggiacenza della falda idrica a superficie libera relativa al territorio di pianura della Provincia di Torino", Idrogeologia della pianura piemontese, Regione Piemonte, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino, 2005. Fonte del dato: <https://geoportale.arpa.piemonte.it/app/public/>.



m, mentre si attesta a valori tra 10 e 20 m nell'area centrale (Porta Nuova, centro storico cittadino) e nella parte settentrionale del tracciato in progetto.

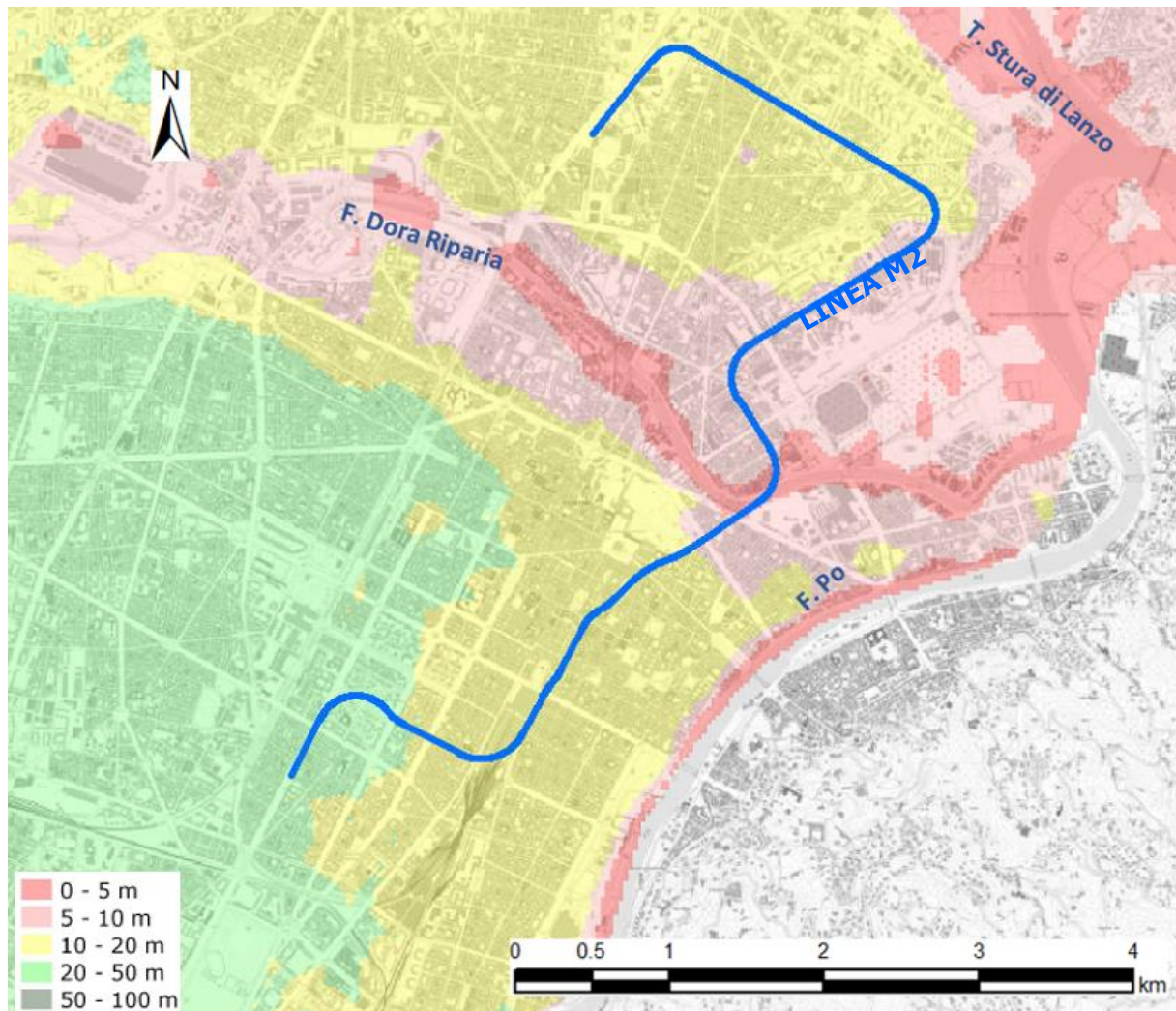


Figura 23. Carta della soggiacenza della falda freatica nel settore della città di Torino (fonte: webgis ARPA Piemonte, <https://webgis.arpa.piemonte.it>).

5.2.5 Oscillazione della superficie della falda freatica

Al fine di valutare il campo di oscillazione della superficie della falda freatica sulla base dei dati storici disponibili, sono stati analizzati i dati rilevati nella Rete Piezometrica Metropolitana della Città di Torino (RPM) da ARPA Piemonte e quelli rilevati nelle Rete GREASE dalla Regione Piemonte relativi ai piezometri ubicati in un intorno significativo della Tratta Politecnico-Rebaudengo in progetto. In Figura 24 è riportata l'ubicazione dei piezometri di cui sono stati



analizzati i dati disponibili. Nel presente studio non sono stati presi in considerazione i dati rilevati nei piezometri delle suddette reti in cui la serie di misure è relativa ad un intervallo ristretto nel tempo o esclusivamente antecedente al 2008.

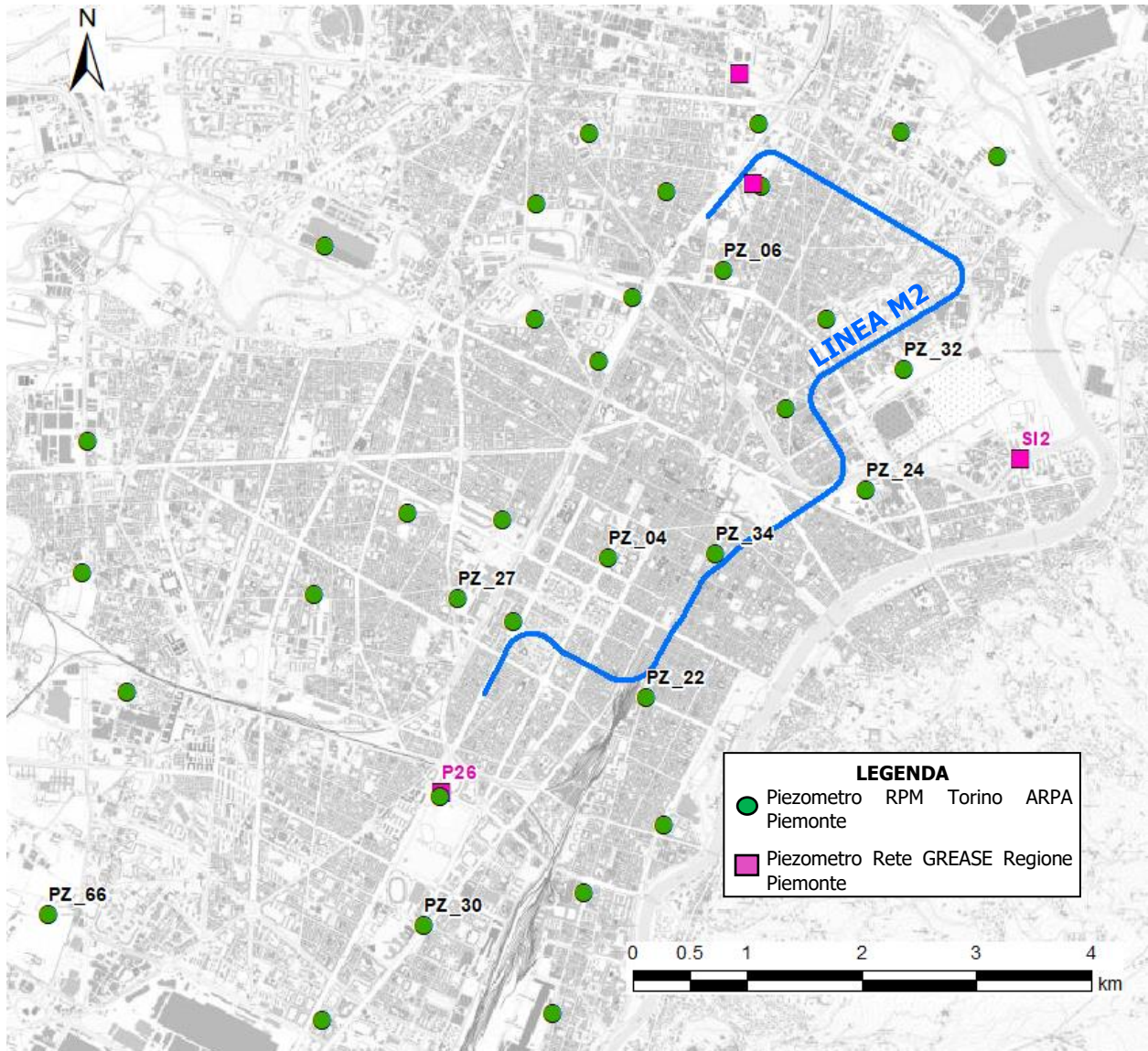



Figura 24. Ubicazione dei piezometri delle Reti di Monitoraggio di Arpa e Regione Piemonte. Sono riportati i codici dei punti presi in considerazione nel presente lavoro.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Per quanto riguarda i dati relativi ai piezometri della Rete Metropolitana della Città di Torino rilevati da ARPA Piemonte ², nella seguente Tabella 6 è riportata una sintesi delle misure disponibili che risultano ridotte nel numero ma distribuite nell'arco di diversi anni. I dati mostrano che nel periodo di osservazione l'oscillazione della falda è generalmente compresa tra 0.67 e 1.45 m, con un'eccezione nel piezometro PZ66 imputabile probabilmente alla presenza di punti di emungimento attivi ubicati nelle vicinanze del piezometro.

Tabella 6. Sintesi dei dati relativi ai piezometri della Rete di Monitoraggio Metropolitana della Città di Torino rilevati da ARPA Piemonte.

SIGLA PIEZOMETRO	QUOTA BOCCA FORO (m s.l.m.)	SOGGIACENZA FALDA (m)		QUOTA FALDA (m s.l.m.)		ESCURSIONE MASSIMA (m)	PERIODO DI MISURA	PROFONDITÀ PIEZOMETRO (m da p.c.)
		MIN	MAX	MIN	MAX			
PZ03	222.65	10.05	11.5	211.15	212.6	1.45	2011 - 2014	42.2
PZ04	242	17.31	18.4	223.6	224.69	1.09	2007 - 2012	20
PZ06	236*	13.4	14.48	221.52	222.6	1.08	2012 - 2017	20
PZ22	237.2	14.82	15.49	221.71	222.38	0.67	2012 - 2017	21
PZ24	223.5	8.65	9.86	213.64	214.85	1.21	2012 - 2017	15
PZ27	250.91	22.12	22.8	228.11	228.79	0.68	2011 - 2017	30.5
PZ30	243*	18.29	18.93	224.07	224.71	0.64	2012 - 2017	27
PZ34	240	16.82	17.87	222.13	223.18	1.05	2011 - 2012	44
PZ66	261*	30.77	33.66	227.34	230.23	2.89	2012 - 2016	36
PZ67	259*	25.75	26.49	232.51	233.25	0.74	2012 - 2017	37
PZ70	226*	5.98	6.72	219.28	220.02	0.74	2014 - 2017	n.d.

* Quote desunte dalla base topografica BDTre della Regione Piemonte, non riportate sulle schede dei piezometri.

Per quanto riguarda i dati rilevati nella Rete GREASE dalla Regione Piemonte ³, sono stati presi in considerazione i piezometri siglati SI2 e P26, di cui nelle seguenti Figura 25 e Tabella 7 si riporta una sintesi dei dati disponibili. I piezometri in questione sono attrezzati con acquisitori automatici del livello piezometrico per i quali sono presenti misure a frequenza media giornaliera.

² Fonte del dato: <http://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale/index.php/servizi-geoportale/opendata>.

³ Fonte del dato: <http://www.regione.piemonte.it/monitgis/jsp/cartografia/mappa.do>.



Per il piezometro P26, ubicato circa 1 km a SO del tracciato dalla Tratta Politecnico-Rebaudengo, sono stati analizzati i dati storici riferiti al periodo 2002-2017; per il piezometro SI2, ubicato in prossimità del Fiume Po, sono stati analizzati i dati storici riferiti al periodo 2005-2016. I dati più recenti disponibili per i piezometri SI2 e P26 sono stati confrontati con i dati piezometrici rilevati in fase di PFTE e PD. Non sono stati presi in considerazione i dati di altri piezometri della Rete GREASE ubicati a nord del tracciato perché le misure non sono ritenute rappresentative poiché relative a periodi antecedenti al 2008.

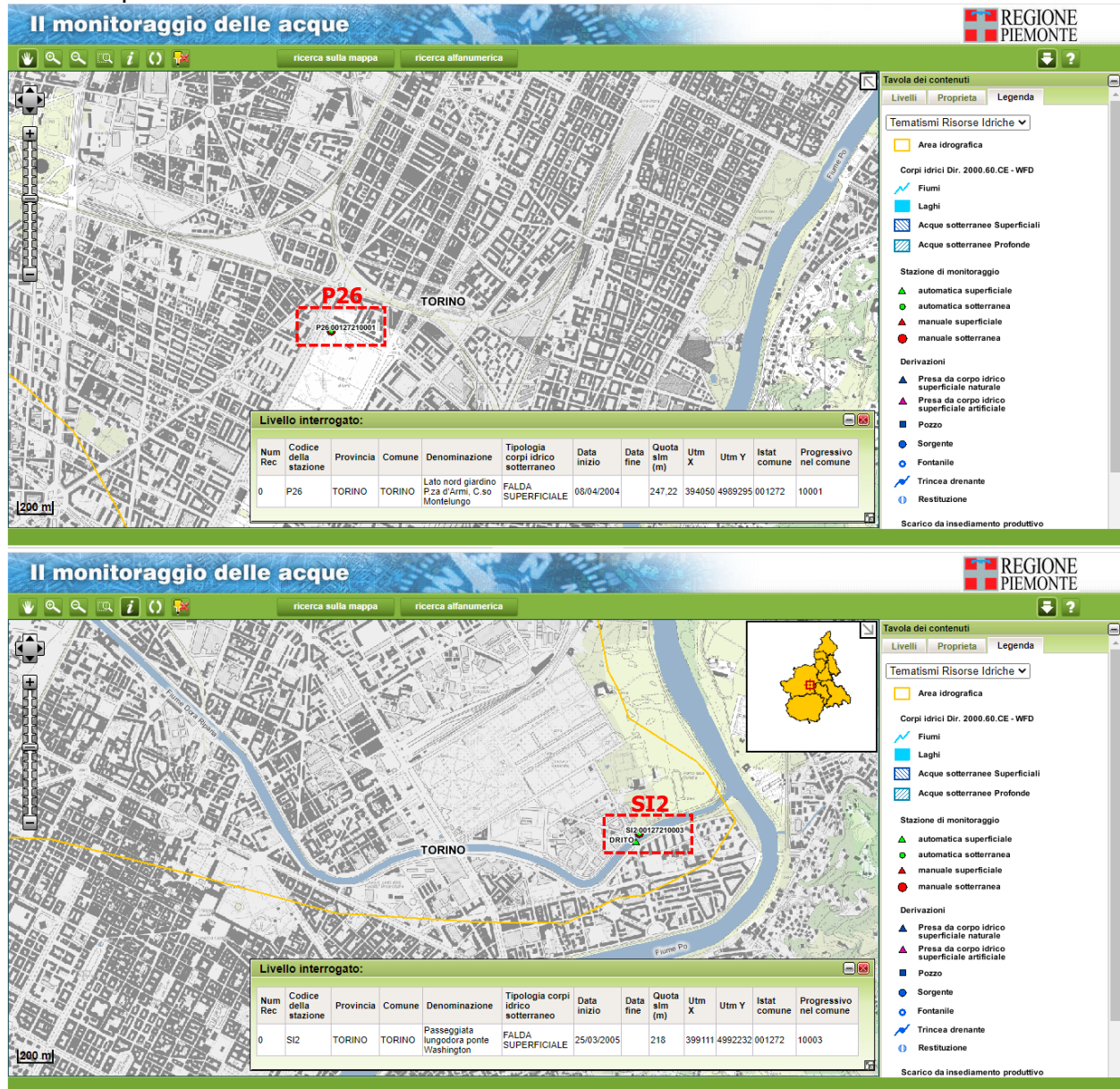


Figura 25. Ubicazione e dati dei piezometri P26 e SI2 della Rete GREASE della Regione Piemonte.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tabella 7. Sintesi dei dati relativi ai piezometri SI2 e P26 della rete di Monitoraggio GREASE della Regione Piemonte.

SIGLA PIEZOMETRO	QUOTA BOCCA FORO (m s.l.m.)	SOGGIACENZA FALDA (m)			QUOTA FALDA (m s.l.m.)			ESCURSIONE MASSIMA (m)	PERIODO DI MISURA	PROFONDITÀ PIEZOMETRO (m da p.c.)
		MIN	MED	MAX	MIN	MED	MAX			
SI2	218	5.94	7.44	8.07	209.93	210.56	212.06	2.13	2005- 2016	n.d.
P26	247.22	21.25	22.25	23.31	223.91	224.97	225.97	2.06	2002- 2017	41.7

Le misure relative al piezometro P26 sono riportate in Figura 27. Dall'osservazione del grafico si rileva una variazione significativa tra i valori misurati fino al 2008 e quelli successivi. Sebbene i valori misurati nel periodo 2009-2017 siano confrontabili con quelli del periodo precedente, appare evidente un generale innalzamento della falda nel periodo 2008-2009, dell'ordine di circa 1 m. La principale possibile causa di tale innalzamento è rappresentata dall'incremento delle precipitazioni atmosferiche nel periodo di riferimento, come registrato nella stazione meteorologica ARPA Piemonte ubicata a circa 4 km a SE del piezometro. Come si evince dalla Figura 26, nell'area della pianura torinese nel periodo 2008-2013 si sono registrate precipitazioni atmosferiche sensibilmente superiori a quelle del precedente periodo. È quindi possibile ipotizzare che parte dell'innalzamento rilevato sia indotto dalla riduzione degli emungimenti dai pozzi ad uso industriale diffusi nella pianura torinese a causa della progressiva riduzione dei prelievi idrici dell'attività industriale. Più nel dettaglio, osservando l'oscillazione annuale della falda nel periodo esaminato, si può affermare che nell'area della Città di Torino generalmente i valori di minima (magra) annuali si verificano nei periodi estivi o nei mesi autunnali, mentre i valori relativi alle massime (morbida) si manifestano generalmente nel periodo tardo-primaverile. La differenza tra il valore massimo e il valore minimo misurato è pari a circa 2 m. Generalmente le variazioni annuali sono comprese in un intervallo di circa 1 m.

Per quanto riguarda il piezometro denominato SI2 della Rete GREASE ubicato a circa 1.5 km a est del tracciato, sulla sponda sinistra del Fiume Po a circa 500 m dall'alveo attivo, i valori misurati mostrano una soggiacenza che oscilla tra circa 5,94 e circa 8,07 m dal p.c. (Tabella 7 e Figura 28). In questo caso non sono state osservate variazioni significative del livello medio della falda nel corso degli anni. Trattandosi di un punto di misura situato in prossimità del Fiume Po, le variazioni della soggiacenza sono principalmente influenzate dalla variazione del livello idrometrico del corso d'acqua in funzione della sua portata stagionale. Analizzando le oscillazioni annuali del livello della superficie di falda, in questo piezometro risulta ricorrere in maniera sistematica il momento di magra, che cade nel periodo invernale, tra gennaio e marzo. Non si osserva invece una analoga sistematicità per la morbida, che si verifica con una certa variabilità nel periodo primaverile oppure nel periodo estivo. Anche queste variazioni sembrano essere principalmente influenzate dal regime idrologico del Fiume Po, caratterizzato, in genere, da massimi di portata nei mesi primaverili e nei primi mesi estivi, per effetto della fusione nivale, e da periodi di magra nei mesi invernali.

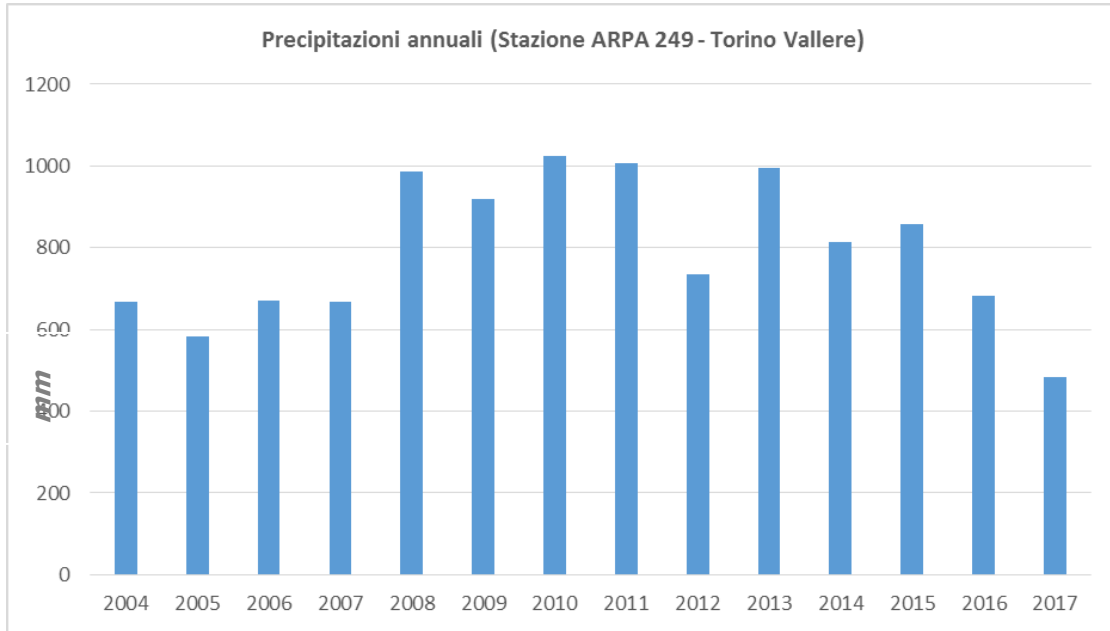


Figura 26. Precipitazione cumulata annuale (mm di pioggia) registrata nella stazione pluviometrica ARPA n. 249 "Torino Vallere" (2004-2017).

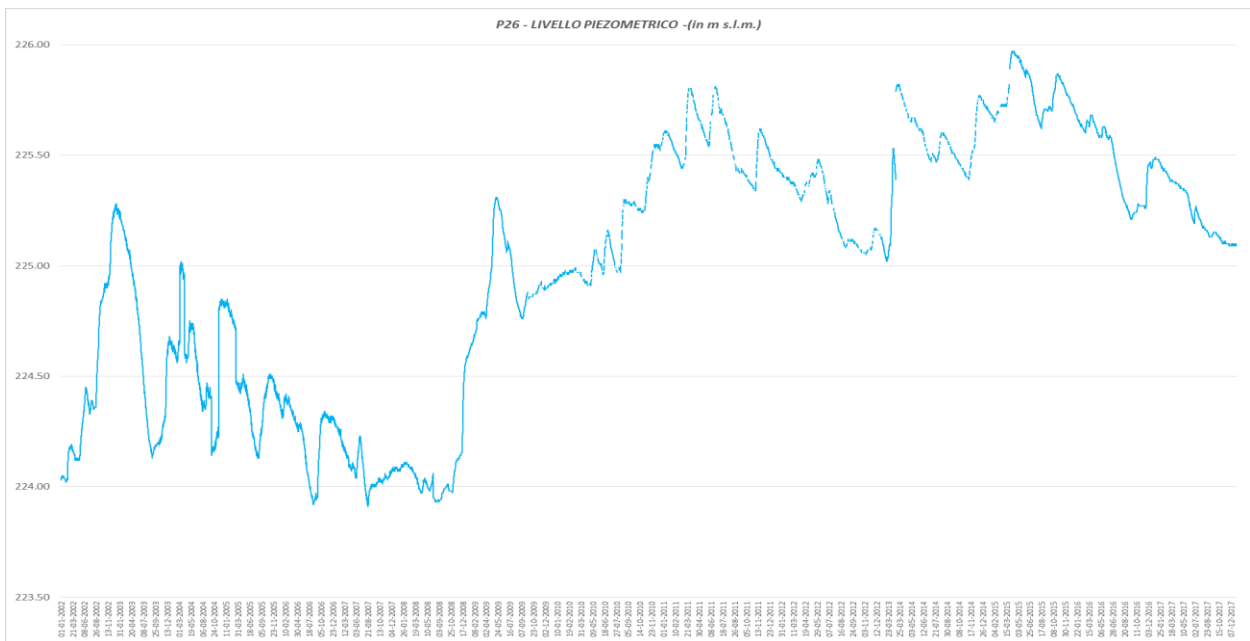


Figura 27. Quota della falda misurata nel piezometro P26 della Rete GREASE Regione Piemonte (2002-2017)

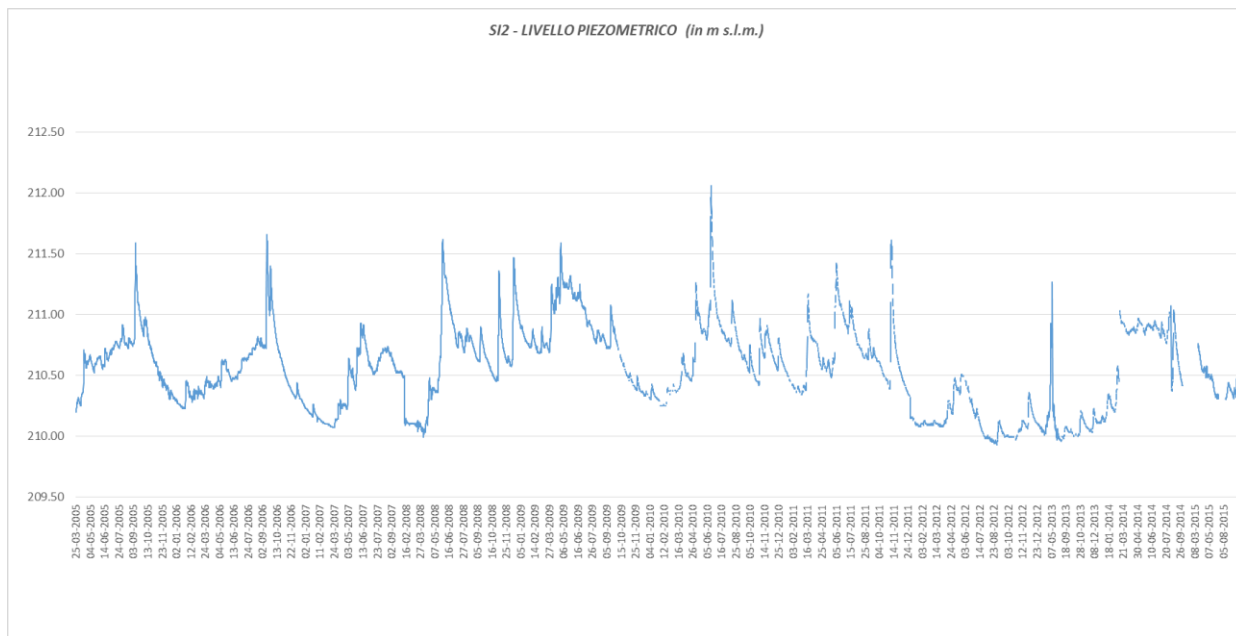



Figura 28. Quota della falda misurata nel piezometro S12 della Rete GREASE Regione Piemonte (2005-2016).

5.2.6 Rapporto dell'opera con la Base dell'Acquifero Superficiale (BAS)

Nel quadro della Legge Regionale del 30 aprile 1996, n. 22 promulgata in materia di ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee, la Regione Piemonte, a seguito dell'identificazione del modello idrogeologico concettuale degli acquiferi di pianura e della loro caratterizzazione litostratigrafica ed idrogeologica, ha approvato con la D.G.R. n. 34-11524 del 3 giugno 2009 i criteri tecnici per la ricostruzione a scala regionale della Base dell'Acquifero Superficiale (nel seguito "BAS") nel territorio della pianura piemontese, la cartografia alla scala 1:50.000 della BAS nelle aree di pianura e le relative modalità di aggiornamento. La suddetta cartografia è stata, in seguito, aggiornata dalla Determinazione Dirigenziale n. 267 del 4 agosto 2011, per quanto riguarda il territorio della provincia di Cuneo, rivedendone anche i criteri tecnici orientativi, e dalla Determinazione Dirigenziale n. 900 del 3 dicembre 2012, per quanto riguarda il restante territorio della pianura piemontese. Un ulteriore aggiornamento alla cartografia in questione è stato introdotto dalla Determinazione Dirigenziale n. 229 del 6 luglio 2016, riguardante la località S. Agabio del Comune di Novara e limitate porzioni dei comuni limitrofi.

Nell'ambito della fase di specificazione dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale (nel seguito "SIA") condotta in fase di approvazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economico della Linea 2 della Metropolitana Automatica di Torino, è stata richiesta dal Dipartimento Acque Sotterranee della Regione Piemonte (cfr. parere Regione Piemonte - Allegato 9 alla D.D. 2248 del 14/07/2020 della Città di Torino, punti n. 38-39) per la fase di progettazione definitiva, l'effettuazione di un'analisi di dettaglio dell'interferenza tra il tracciato plano-altimetrico dell'opera con la BAS aggiornata con la D.D. n. 229/2016 sopra citata al tempo vigente.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Da una prima verifica condotta sulla base delle informazioni disponibili nel PFTE approvato, la Regione Piemonte ha riscontrato, limitatamente alla Tratta Centrale del PFTE in cui è compresa la Tratta Politecnico-Rebaudengo oggetto di progettazione definitiva, la sussistenza di una probabile consistente interferenza tra il tracciato di progetto e la BAS, localizzata in corrispondenza dei pozzi di ventilazione denominati Pozzo Novara e Pozzo Verona prossimi alla Stazione Novara posta in via Bologna angolo corso Novara. Nel citato parere è altresì esposto che attraversando il setto di separazione (BAS) tra i sistemi acquiferi superficiali e profondi *"La realizzazione della galleria all'interno dell'acquifero profondo comporta un notevole rischio di depauperamento quali-quantitativo della risorsa idrica, dovuto [...] al fatto che l'opera andrebbe ad occludere i primi orizzonti produttivi dell'acquifero multifalda "Villafranchiano", costituito da sovrapposte intercalazioni di materiali fini e grossolani di pochi metri di spessore"*.


5.2.7 Approfondimenti condotti nel Progetto Definitivo

Nel quadro della progettazione definitiva della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana in ottemperanza alla vigente normativa ed alle prescrizioni formulate in fase di specificazione dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale dalle PP.AA. competenti, è stata analizzata ed affrontata nello specifico la problematica rappresentata dall'interferenza dell'opera con la BAS mediante l'effettuazione in prima analisi di un confronto con la BAS definita dalla Regione Piemonte con D.D. n. 229/2016 nella specifica cartografia regionale alla scala 1:50.000. La traccia della BAS definita con D.D. n. 229/2016 è stata rappresentata nelle sezioni riportanti l'ubicazione delle indagini geognostiche eseguite in fase progettazione definitiva lungo il tracciato della Tratta Politecnico-Rebaudengo (elaborato cod. MTL2T1A0DINDGENT002.1÷2.6 "Ubicazione delle indagini geognostiche eseguite"), così da poter individuare le porzioni di tracciato dove era presente la potenziale intersezione con la BAS.

Nel quadro del Progetto Definitivo della Tratta Politecnico-Rebaudengo è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche volta a integrare gli esiti della campagna di indagini preliminari eseguite a supporto del PFTE, che ha avuto tra i principali scopi, quello di approfondire a scala di maggior dettaglio la ricostruzione della base dei depositi quaternari lungo il tracciato dell'opera, al fine di poter valutare, con dati geognostici sito-specifici, l'effettiva consistenza dell'interferenza riscontrata, tenendo altresì conto che gli studi per la definizione della BAS sono stati condotti a scala regionale.

A seguito dell'elaborazione dei risultati litostratigrafici delle indagini eseguite lungo il tracciato, la Città di Torino ha sottoposto alla Regione Piemonte ai sensi della vigente normativa una specifica istanza di modifica della BAS così come definita dalla D.D. n. 229/2016, estesa ad un intorno significativo della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana che ha ricompreso la quasi totalità del territorio comunale della Città di Torino.

L'istanza di modifica della BAS, presentata dalla Città di Torino in data 31 gennaio 2022, è stata supportata da uno studio idrogeologico incluso nel presente Progetto Definitivo (elaborato cod. MTL2T1A0DAMBGENR009 Studio idrogeologico a supporto della proposta di ridefinizione della base dell'acquifero superficiale nella Città di Torino, allegato alla D.D. 4 aprile 2022 n. 140 della Regione Piemonte). L'elaborazione del suddetto studio idrogeologico ha previsto

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

l'implementazione dei dati utilizzati per la ricostruzione della BAS a scala regionale con i seguenti dati geognostici relativi alla Città di Torino:

- stratigrafie fornite dalla Città di Torino (dataset composto da n. 178 stratigrafie derivanti dal Progetto Definitivo del P.R.G. Variante 100 e dalla Banca Dati Geotecnica di Arpa Piemonte). Dataset composto selezionando i sondaggi con profondità superiore a 25 m, ubicati nell'intorno indicativo di 5 km dalla Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana;
- stratigrafie delle indagini geognostiche eseguite nel quadro del PFTE e del Progetto Definitivo della Tratta Centrale della Linea 2 della Metropolitana (dataset composto da n. 109 stratigrafie delle quali n. 50 stratigrafie i sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nel quadro del PFTE e n. 59 stratigrafie di sondaggi a carotaggio continuo eseguiti nel quadro del Progetto Definitivo della Tratta Politecnico-Rebaudengo);
- stratigrafie indagini geognostiche eseguite nel quadro della progettazione del Nuovo Collettore Mediano SMAT S.p.a. (dataset composto da n. 33 stratigrafie di sondaggi a carotaggio continuo).

I risultati dello studio hanno condotto ad una revisione della cartografia della BAS estesa ad un intorno di cinque chilometri del tracciato della Linea 2 Politecnico-Rebaudengo che è stata approvata dalla Regione Piemonte con D.D. 4 aprile 2022 n. 140. Tale determina costituisce ad oggi la BAS vigente per la maggior parte del territorio comunale della Città di Torino e per alcune limitate porzioni dei territori dei Comuni di Borgaro T.se, Venaria Reale, Collegno, Rivoli, Orbassano e Moncalieri ricadenti entro l'intorno geografico sopra citato.


5.2.8 Valutazione delle potenziali interferenze con la BAS

5.2.8.1 Individuazione delle potenziali interferenze

La massima profondità di scavo delle opere in progetto viene raggiunta nello scavo meccanizzato della galleria di linea, nella realizzazione mediante scavo meccanizzato con idrofresa delle paratie in calcestruzzo (diaframmi delle stazioni e del deposito/officina) e nel consolidamento del terreno mediante jet-grouting per la realizzazione delle impermeabilizzazioni di fondo (c.d. "tappi di fondo") delle opere sotto falda. Tutte le lavorazioni suddette comportano la realizzazione di manufatti (diaframmi) e/o impermeabilizzazioni (tappi di fondo) che, dal punto di vista idrogeologico, costituiscono dei corpi impermeabili.

Nella Tabella 8 seguente è indicato per quali opere la costruzione delle opere che raggiungono la massima profondità di scavo (paratie, tappi di fondo) potrebbe interferire direttamente con la Base dell'Acquifero Superficiale (BAS) ricostruita nelle sezioni geologiche del presente Progetto Definitivo sulla base dei dati disponibili. La tabella indica inoltre il Complesso Idrogeologico di progetto e l'unità cronostratigrafica di attribuzione dei litotipi del substrato pre-quadernario che potrebbero essere interferiti.

Nella Figura 29 sono evidenziate in colore arancione le porzioni del tracciato della Tratta Politecnico-Rebaudengo in cui rispetto alla cartografia della BAS aggiornata con D.D. 4 aprile 2022 n. 140 vigente sono presenti potenziali interferenze arealmente significative tra la quota della BAS e la livelletta dell'opera in progetto. Nella stessa figura è riportato in colore verde la porzione di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

tracciato in cui la livelletta dell'opera è prossima alla BAS vigente ma non direttamente interferente.

Rispetto alla cartografia della BAS aggiornata con D.D. 4 aprile 2022 n. 140 vigente sono presenti due **potenziali interferenze longitudinali** tra la quota della BAS e la livelletta dell'opera di cui la prima è ubicata in corrispondenza del Pozzo Verona (tra la PK 10+831 e la PK 11+051), dove l'opera risulta impostata ad una quota massima di circa 1,80 m più profonda della quota della BAS per un tratto di lunghezza pari a circa 220 m, e la seconda, in corrispondenza del Pozzo Porta Nuova (tra la PK 8+344 e la PK 8+357), dove l'opera risulta impostata ad una quota massima di circa 2,80 m più profonda della BAS per un tratto di lunghezza pari a circa 300 metri.

Sono inoltre presenti **potenziali interferenze puntuali** tra la BAS e la massima profondità di scavo delle opere di sostegno di alcune stazioni e del deposito/officina Rebaudengo.


Le potenziali interferenze longitudinali con la BAS individuate, riguardano litologie che sulla base degli esiti delle indagini eseguite sono risultati attribuibili alla formazione geologica delle "Argille Azzurre" (FAA, Complesso 3) che è caratterizzata dal punto di vista idrogeologico da una bassissima permeabilità e quindi non sede di acquifero (*aquiclude*), e che sulla base di quanto accertato dalle indagini geognostiche disponibili, presenta spessori al disotto della quota di massimo scavo dell'opera superiori a cinque metri. Tali potenziali interferenze individuate, potrebbero essere gestite mediante modifiche altimetriche del tracciato. Tuttavia, uno dei vincoli fondamentali nella definizione della livelletta dell'opera è rappresentato dalla necessità di mantenere una distanza pari ad almeno 15 metri (corrispondente ad una volta e mezzo il diametro di scavo) tra la galleria e le fondazioni degli edifici che vengono sotto-attraversati dall'opera, al fine di minimizzarne gli effetti indotti dagli scavi su questi ultimi. Inoltre, sono presenti vincoli legati alle pendenze longitudinali del tracciato, che devono rispettare i valori limite del 4% e la profondità delle stazioni interrato, che è legata al contesto in cui queste sono inserite (es. sotto-attraversamento della Dora Riparia, sotto-attraversamento del centro storico cittadino e sotto-attraversamento della galleria della Linea 1 della Metropolitana in corrispondenza della Stazione FS Porta Nuova).

5.2.8.2 Gestione delle potenziali interferenze

Nelle fasi di realizzazione dell'opera dovranno essere adottati tutti gli opportuni accorgimenti tecnici atti a garantire la tutela delle acque sotterranee e in particolare delle falde profonde.

- **Impiego di TBM-EPB per lo scavo della galleria**

Le potenziali interferenze longitudinali tra l'opera e la BAS saranno gestite grazie all'impiego della metodologia di scavo della galleria di linea che, nei tratti in questione, avverrà con metodo meccanizzato mediante l'impiego di una TBM - EPB (Tunnel Boring Machine del tipo Earth Pressure Balance). Tale macchina utilizza il terreno scavato (debitamente condizionato con additivi per lo scavo meccanizzato) come sostegno del fronte di scavo; la contropressione esercitata dalla macchina sul fronte di scavo, permette di bilanciare la spinta del terreno e dell'acqua di falda; inoltre le iniezioni del vuoto anulare intercluso tra lo scavo e l'estradosso del rivestimento della galleria, eseguite dalla coda della TBM (dal c.d. "scudo"), impediscono la

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

circolazione dell'acqua di falda durante le fasi di scavo ed avanzamento della macchina, e, nella configurazione di lungo termine, contengono i cedimenti radiali del terreno. Questa tecnologia esecutiva permette di evitare la possibile messa in comunicazione dell'acquifero superficiale con eventuali falde idriche profonde.

- **Impiego di idrofresa per lo scavo dei diaframmi**

Le potenziali interferenze puntuali tra alcune opere e la BAS sono legate alla realizzazione delle opere di sostegno (c.d. diaframmi) presso le Stazioni Porta Nuova, Novara, Carlo Alberto e presso il Deposito Rebaudengo. La profondità di imposta di tali opere di sostegno raggiunge e supera localmente la quota della BAS. Anche in questi casi, durante la realizzazione dei diaframmi, la stabilizzazione degli scavi è garantita mediante l'utilizzo di un fango bentonitico il cui livello è sempre superiore al livello della falda freatica contenuta nell'acquifero superficiale, in modo da garantire nello scavo una contropressione che bilancia sia la spinta del terreno che quella dell'acqua; questa tecnologia permette di evitare l'eventuale comunicazione tra l'acquifero superficiale ed eventuali falde idriche profonde.

5.2.8.3 *Piezometri di progetto interferenti con la BAS*

Nella tratta Politecnico-Rebaudengo oggetto del presente Progetto Definitivo sono presenti N. 5 piezometri sigla SP-D20, SP-D22, SP-D36, SP-D37 e SP13 del tipo a tubo aperto (diam. 2-3") il cui schema di completamento presenta tratti filtranti installati in parte entro la profondità dell'acquifero superficiale e in parte a quota inferiore della BAS vigente, costituendo pertanto opere potenzialmente miscelanti delle acque sotterranee dell'acquifero superficiale con quelle dell'eventuale sottostante acquifero profondo, ove presente.

Tali piezometri potenzialmente miscelanti dovranno essere chiusi o ricondizionati nella successiva fase di progettazione esecutiva secondo le modalità operative previste dal documento tecnico "Linee guida per la chiusura e il ricondizionamento dei pozzi" che costituisce Allegato alla vigente D.D. n. 539 del 3 dicembre 2015 della Regione Piemonte. Secondo i criteri delle suddette Linee guida i N. 5 piezometri in oggetto possono essere considerati assimilabili alla tipologia di pozzi idrici definita come "Tipo E - Pozzi profondi miscelanti" ovvero "pozzi con filtri posizionati sia in acquifero superficiale sia in acquifero profondo e assenza di tampone impermeabile di separazione posizionato tra l'acquifero superficiale e l'acquifero profondo".

Al fine di poter effettuare un confronto tra i dati piezometrici acquisiti nelle fasi di progettazione preliminare e definitiva nei piezometri in oggetto e quelli che saranno acquisiti nella zona di indagine nelle successive fasi di progettazione e di monitoraggio ambientale dell'opera, la cementazione dei N. 4 piezometri potenzialmente miscelanti sarà da eseguirsi a seguito dell'installazione di altrettanti nuovi piezometri sostitutivi degli stessi che saranno da realizzare ex-novo in un'area prossima all'esistente (in un raggio massimo di 10 metri dal punto di ubicazione attuale) e con schema di completamento tale da non costituire pericolo di miscelazione della falda superficiale con eventuali falde profonde sottostanti. Inoltre, preventivamente alla cementazione dei piezometri potenzialmente miscelanti, dovranno essere acquisite misure piezometriche con frequenza settimanale per un periodo minimo di 3 mesi in contemporanea in entrambi i piezometri, "esistenti" (potenzialmente miscelanti) e "sostitutivi" (da realizzare ex-novo), al fine di poter effettuare un confronto dei dati piezometrici rilevati in entrambi e poter garantire la continuità del monitoraggio piezometrico nella zona di indagine.

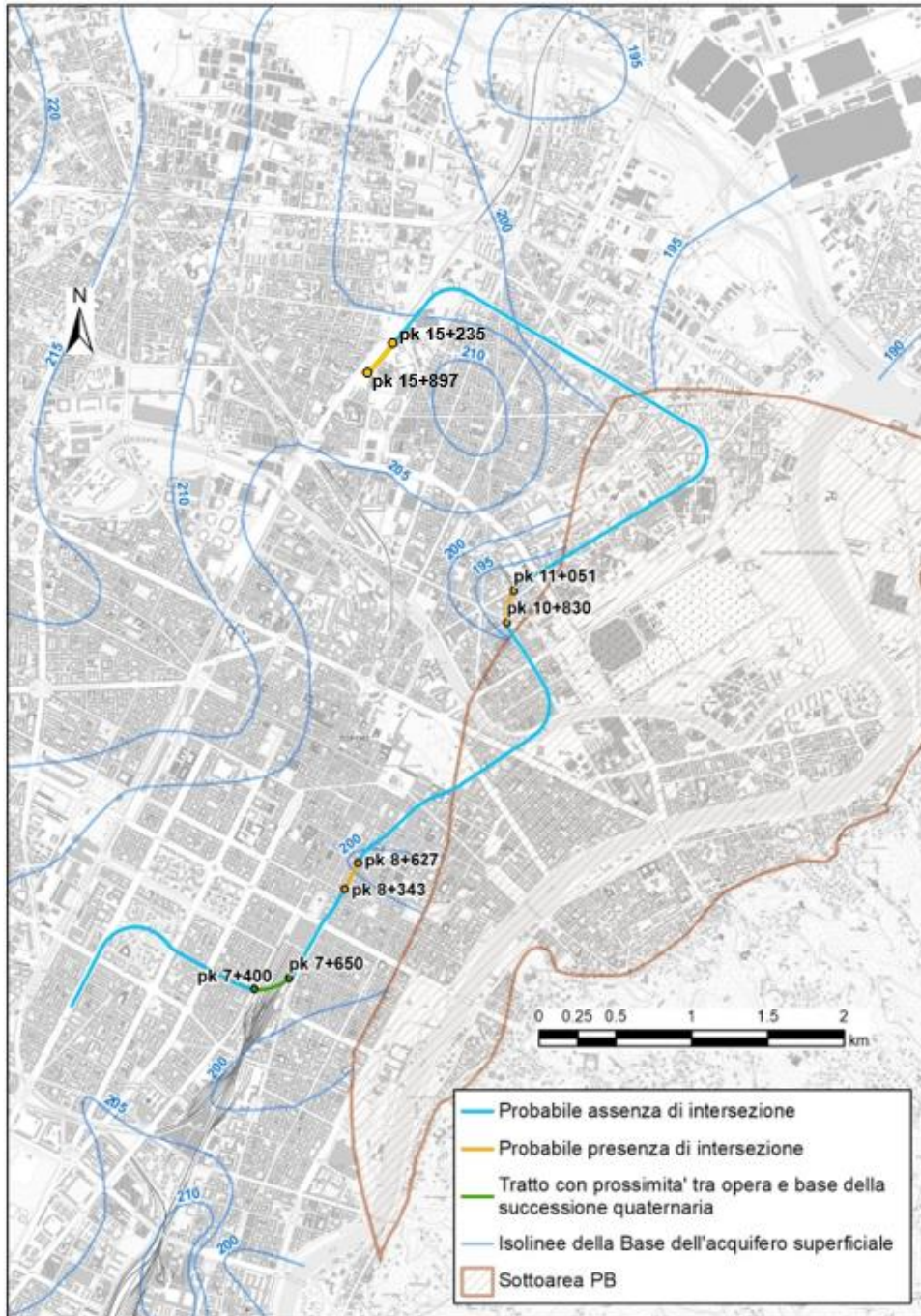


Figura 29. Planimetria con indicazione delle probabili intersezioni del tracciato in progetto con la BAS.



 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tabella 8. Potenziale intersezione tra le opere in progetto e la base della successione quaternaria risultata dall'interpretazione dei dati geognostici disponibili.

WBS	Opera Descrizione	Progressive di riferimento		Potenziale intersezione con la BAS	Complesso idrogeologico alla quota della BAS
		Inizio	Fine		
DRB	Deposito Officina Rebaudengo	15+236.86	15+589.47	SI	Complesso 5A (FAA)
SRB	Stazione Rebaudengo	14+853.85	14+957.25	NO	-
PT2	Pozzo terminale estremità est della galleria artificiale	14+533.80	14+561.22	NO	-
PGC	Pozzo di intertratta Giulio Cesare		14+431.34	NO	-
SGC	Stazione Giulio Cesare	14+062.29	14+151.04	NO	-
PSG	Pozzo di intertratta San Giovanni Bosco		13+902.27	NO	-
SSC	Stazione San Giovanni Bosco	13+605.13	13+693.32	NO	-
PCO	Pozzo di intertratta Corelli		13+397.59	NO	Sottoarea PB
SCO	Stazione Corelli	13+032.99	13+122.58	NO	Sottoarea PB
PCI	Pozzo di intertratta Cimarosa/Tabacchi		12+672.97	NO	Sottoarea PB
SCI	Stazione Cimarosa/Tabacchi	12+268.56	12+398.84	NO	Sottoarea PB
PBO	Pozzo di intertratta Bologna		12+074.00	NO	Sottoarea PB
SBO	Stazione Bologna	11+838.94	11+956.53	NO	Sottoarea PB
PNO	Pozzo di intertratta Novara - pozzo partenza TBM	11+602.34	11+630.34	NO	Sottoarea PB
SNO	Stazione Novara	11+217.66	11+281.96	SI	Complesso 3 (AFR/INS)
PVR	Pozzo di intertratta Verona		10+879.70	SI	Complesso 3 (AFR/INS)
SVR	Stazione Verona	10+487.44	10+561.04	NO	Sottoarea PB



Opera		Progressive di riferimento		Potenziale intersezione con la BAS	Complesso idrogeologico alla quota della BAS
WBS	Descrizione	Inizio	Fine		
PMO	Pozzo di intertratta Mole/Giardini Reali		10+034.19	NO	Sottoarea PB
EMO	Pozzo di Emergenza Mole		9+926.33	NO	Sottoarea PB
SMO	Stazione Mole/Giardini Reali	9+496.52	9+560.82	NO	Sottoarea PB
PCA	Pozzo di intertratta Carlo Alberto		9+144.80	NO	Complesso 5A (FAA)
SCA	Stazione Carlo Alberto	8+899.97	8+973.57	SI	Complesso 3 (AFR/INS)
PPN	Pozzo di intertratta Porta Nuova		8+526.72	SI	Complesso 5A (FAA)
SPN	Stazione Porta Nuova - interconnessione con Linea 1	7+941.62	8+030.22	SI	Complesso 5A (FAA)
PPA	Pozzo di intertratta Pastrengo		7+415.42	SI	Complesso 4 (SFR)
SPA	Stazione Pastrengo	7+035.04	7+099.44	SI	Complesso 4 (SFR)
PPO	Pozzo di intertratta Politecnico		6+805.94	SI	Complesso 4 (SFR)
SPO	Stazione Politecnico	6+131.45	6+205.05	SI	Complesso 4 (SFR)
PCB	Pozzo di intertratta Caboto		5+993.04	SI	Complesso 4 (SFR)
PT1	Pozzo terminale del 1° Lotto funzionale nel retrostazione Politecnico	5+907.75	5+925.75	SI	Complesso 4 (SFR)

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

5.2.9 Definizione dell'oscillazione della falda freatica di progetto

Sulla base dei dati storici consultati, si deduce che alle attuali condizioni climatiche la soggiacenza della falda freatica nell'area esaminata sia caratterizzata da un'escursione stagionale massima di circa 1,5-2 m. Non si esclude che il variare delle condizioni di emungimento dei pozzi industriali presenti nella zona della pianura torinese possa comportare variazioni future, anche significative, della soggiacenza. Analogamente, il variare dei regimi delle precipitazioni atmosferiche rispetto al contesto climatico attuale può comportare variazioni del campo di escursione della falda, che tuttavia sono ragionevolmente stimabili complessivamente nell'ordine dei 0,5-1 m.

L'oscillazione stagionale del livello piezometrico rilevata nel piezometro P26 della Rete di Monitoraggio GREASE ubicato circa 1 km a SO trecciato in progetto indica che generalmente il mese di ottobre (mese in cui sono stati raccolti i dati per la definizione della piezometria di riferimento in fase di PFTE 2018 e PD 2021) può essere riferito ad un periodo di magra. Tuttavia il piezometro SI2 della stessa rete di monitoraggio, più distante dal tracciato e influenzato dal Fiume Po, indica per i mesi autunnali valori più inquadabili in una fase intermedia tra la piena e la magra. L'andamento delle precipitazioni annuali del 2018 (Figura 30) evidenzia la presenza di due periodi di minima, nei mesi tardo-estivi e nei mesi invernali. Considerando un tempo di risposta dell'oscillazione del livello della falda freatica, si può quindi considerare un primo minimo in settembre-ottobre e un secondo minimo in marzo precedentemente alla fusione nivale.

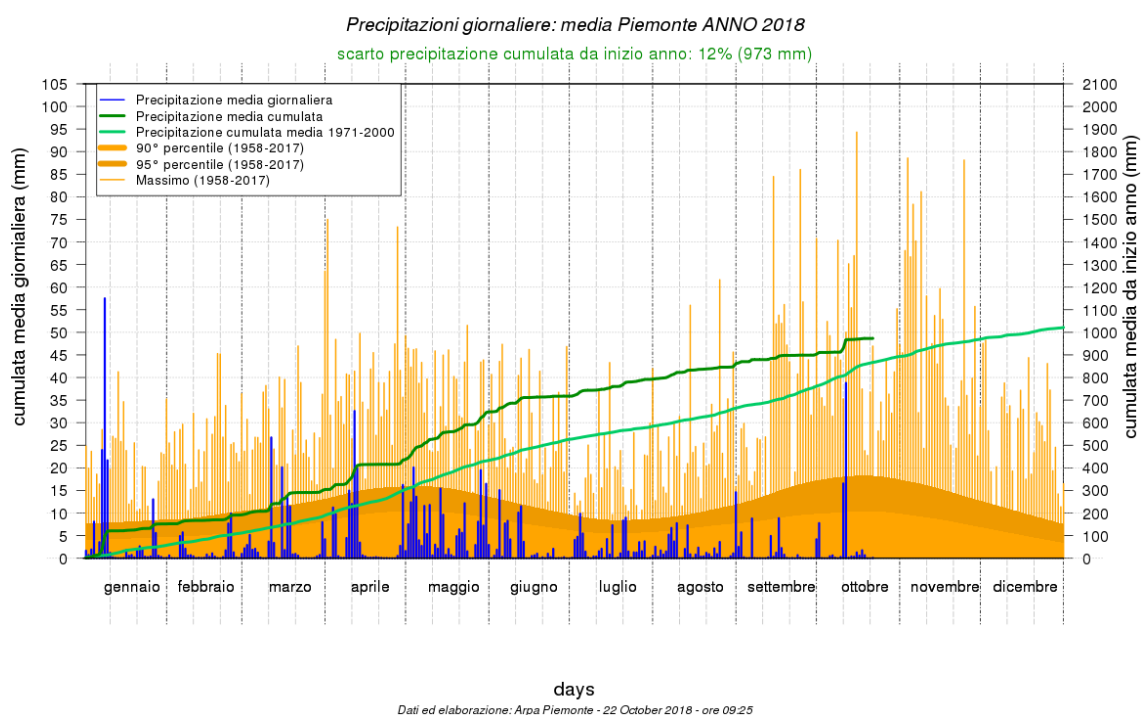


Figura 30. Precipitazioni medie annuali 2018 (dal sito web di ARPA Piemonte)

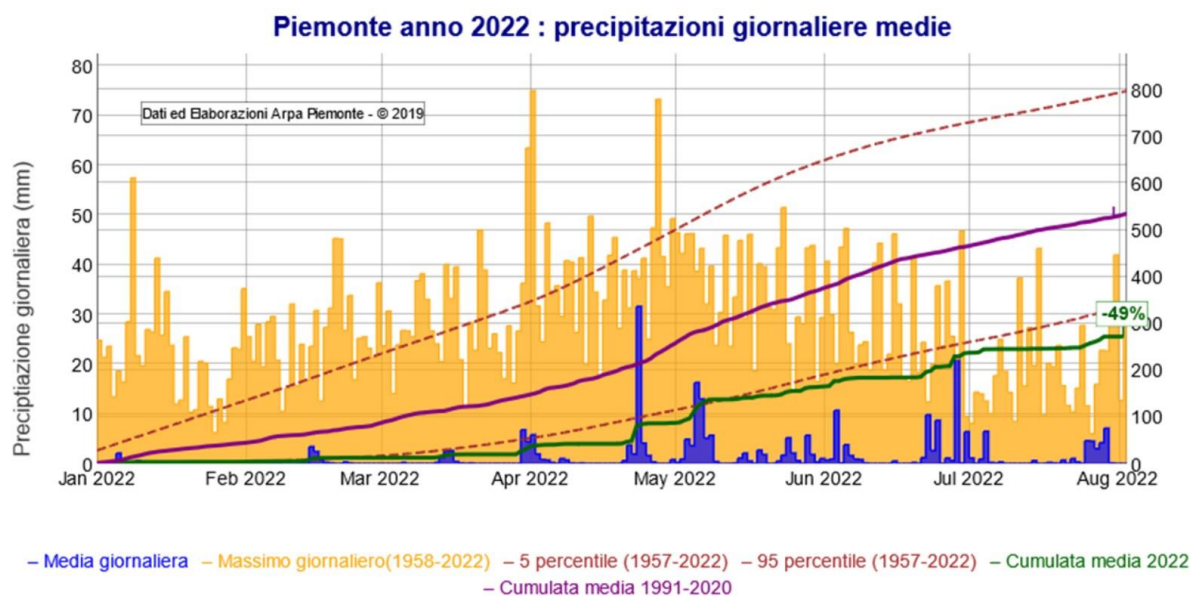


Figura 31. Precipitazioni medie giornaliere nella Regione Piemonte nel periodo gennaio- agosto 2022 (dal sito web di ARPA Piemonte).

Sulla base delle informazioni disponibili ed utilizzando un approccio cautelativo si ritiene che le misure rilevate in fase di Progetto Definitivo nel mese di ottobre 2021 siano correlabili ad una fase intermedia tra la magra e la media dell'intervallo di oscillazione della falda.

5.2.10 Analisi dei risultati dei monitoraggi piezometrici

Dall'analisi dei dati piezometrici storici esaminati e dei dati piezometrici acquisiti nell'ambito del presente Progetto Definitivo è possibile affermare che:

- la campagna piezometrica eseguita nel quadro del presente Progetto Definitivo nel mese di ottobre 2021 ha rilevato una situazione di minimo "storico" del livello della falda freatica;
- vista l'eccezionale situazione climatica verificatasi nel periodo autunno 2021-estate 2022 in cui sono stati raccolti i dati piezometrici per lo sviluppo del presente Progetto Definitivo, si rileva che il livello di morbida della falda freatica misurato nella primavera del 2022 non è stato significativo ed è risultato inferiore al livello rilevato nell'ottobre 2018 con l'esecuzione della campagna piezometrica del PFTE;
- per le stesse ragioni di eccezionalità climatica del periodo di osservazione autunno 2021-estate 2022, l'oscillazione del livello piezometrico della falda freatica osservata in fase di Progetto Definitivo nei piezometri oggetto di monitoraggio è risultata inferiore a quella desumibile dall'analisi delle serie di dati storici disponibili (pari a circa 1,5-2 metri) che è pertanto da ritenersi valida e cautelativa ai fini della progettazione dell'opera.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

5.2.11 Potenziale interferenza con opere di captazione delle acque sotterranee

5.2.11.1 Valutazione del rischio

Nel corso della realizzazione della Linea 1 della Metropolitana di Torino si sono verificati alcuni casi di interferenza idraulica diretta tra lo scavo della galleria, eseguito mediante TBM-EPB, e piezometri o sondaggi ubicati entro un raggio massimo 25 m dal fronte della camera di scavo della TBM.

Sulla base dei case-history di Linea 1 disponibili sono nel seguito riportate le valutazioni effettuate nella presente fase di Progetto Definitivo in merito alla potenziale interferenza tra l'opera in progetto ed opere di captazione di acque sotterranee (quali p. es. pozzi idrici, piezometri) installate in prossimità della futura galleria di linea. Tali interferenze potranno essere ingenerate in particolare dall'esecuzione delle attività di preconsolidamento dei terreni con iniezioni cementizie (condotte mediante perforazioni teleguidate o direzionali) e dello scavo meccanizzato della galleria con TBM-EPB. Per la valutazione del rischio e delle eventuali misure di mitigazione da adottare in fase esecutivo sono state individuate le seguenti potenziali pericolosità (P):

- P1 = interferenza fisica con le linee di perforazione necessarie per l'esecuzione dei consolidamenti del terreno e con lo scavo meccanizzato della galleria con TBM-EPB;
- P2 = possibile dilavamento della miscela cementizia qualora la velocità dell'acqua di falda indotta dall'emungimento della falda per effetto di pozzi/piezometri in emungimento siano superiori a 2 m/giorno in corrispondenza dell'intorno della galleria (fascia di 15 m a cavallo dell'asse del tracciato);
- P3 = possibile circolazione idraulica, ovvero collegamento idraulico diretto tra la contropressione esercitata al fronte di scavo con il passaggio della TBM-EPB ed i pozzi idrici/piezometri. Precedenti esperienze maturate in contesti analoghi sulla Linea 1 della Metro di Torino, hanno registrato collegamenti idraulici tra il fronte di scavo e fori di sondaggi geognostici e piezometri di monitoraggio ubicati a circa 25 m dal fronte di scavo.

Le suddette pericolosità "Pi" sono state esaminate secondo l'approccio dell'analisi del rischio, dove il rischio è più o meno elevato in funzione della distanza planimetrica tra i punti di captazione e la galleria. L'analisi effettuata sulla base dei dati disponibili ha portato ad individuare n. 3 fasce di rischio individuate dalle lettere A, B e C in cui sono evidenziate le seguenti possibili interferenze suddivise in funzione del grado di rischio previsto:

FASCIA A

- pozzi/piezometri ubicati entro una fascia di 15 m in asse della galleria di linea: rischio di interferenza molto elevato. Area in cui si possono verificare interferenze fisiche sia con le fasi di preconsolidamento del terreno che con lo scavo della galleria con TBM-EPB;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

FASCIA B

- pozzi/piezometri ubicati entro una fascia di 20 m dal margine esterno della Fascia A (limite esterno a 27,5 m a monte/valle dall'asse della galleria): rischio di interferenza elevato. Area in cui la pericolosità è rappresentata dal possibile dilavamento della miscela cementizia da iniettare per il preconsolidamento del terreno e dall'instaurarsi di una circolazione idraulica diretta con il fronte di scavo della TBM-EPB. Non essendo note le effettive portate di emungimento dei pozzi di prelievo, si possono ipotizzare potenziali ripercussioni sull'efficacia dei trattamenti di consolidamento del terreno e sul funzionamento dei pozzi in emungimento. La velocità dell'acqua indotta dal prelievo idrico, se maggiore di 2 m/giorno in corrispondenza del terreno da trattare, dilaverebbe la miscela cementizia che, per permeazione del terreno, dovrebbe migliorare le caratteristiche di resistenza e deformabilità nell'intorno della galleria; inoltre il cono di depressione della falda indotto dall'emungimento idrico potrebbe richiamare la miscela iniettata verso i pozzi/piezometri in emungimento, con conseguente possibile intasamento parziale/totale degli stessi;


FASCIA C

- pozzi/piezometri ubicati entro una fascia di 40 m dal margine esterno della Fascia A (limite esterno a 47,5 m monte/valle dall'asse della galleria e a 20 m dal margine esterno della Fascia B): le pericolosità P2 ed P3 sopra indicate sono ridotte ma permangono ed è ragionevole ipotizzare che potrebbero verificarsi con una intensità minore tale da determinare un rischio medio.

Per i pozzi/piezometri ubicati oltre una fascia di 47,5 m dall'asse della galleria non viene individuata una fascia di rischio specifica poiché le pericolosità P2 ed P3 sopra indicate sono ulteriormente ridotte tuttavia non è possibile escluderle in quanto si potrebbero verificare effetti ridotti o trascurabili e tali da determinare un rischio da basso a nullo con l'aumentare della distanza.

Le Fasce di rischio di interferenza A, B e C sopra descritte vengono individuate nella porzione di tracciato interessata dallo scavo della galleria di linea con TBM in N. 12 tavole riportate in Appendice 5 dell'elaborato cod. MTL2T1A0DGE0GENR001 "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica" del presente Progetto Definitivo in cui sono inoltre segnalati i pozzi idrici ad uso non potabile e i pozzi geotermici di presa/resa censiti.

Nelle successive fasi di progettazione e preliminarmente all'avvio dei lavori dovranno essere effettuate specifiche verifiche sui pozzi attivi presenti entro la Fascia C così come in precedenza individuata (47,5 m dall'asse della galleria) al fine di poter valutare ed adottare in sede esecutiva gli opportuni accorgimenti necessari per l'eliminazione del rischio di interferenza delle lavorazioni connesse alla realizzazione dell'opera in progetto con captazioni idriche esistenti.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

5.2.12 Pozzi ad uso idropotabile

Nella Figura 32 è illustrata l'ubicazione delle aree di salvaguardia e delle fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile come definite ai sensi del D.P.R. 236/88 e s.m.i. ubicati entro un raggio di 5 chilometri dal tracciato dell'opera in progetto. L'estensione delle aree di salvaguardia individuate è corrispondente alle delimitazioni riportate nei vigenti strumenti urbanistici dei relativi comuni consultate online. La Figura 32 evidenzia che la maggior parte delle aree di salvaguardia individuate sono ubicate a monte idrogeologico dell'opera in progetto e a una distanza tale da non interferire con l'opera in progetto.

L'area di salvaguardia più vicina all'opera in progetto è costituita dal raggruppamento di pozzi situato in località La Verna della Città Torino, ubicato a circa 1,7 km a valle idrogeologico dell'opera, in prossimità del confine con il Comune di San Mauro Torinese (TO). Tale raggruppamento di pozzi è ubicato nell'area golenale del Fiume Po, a valle della confluenza con il T. Stura di Lanzo. È inoltre opportuno notare che il T. Stura di Lanzo e il Fiume Po sono frapposti tra l'opera e il raggruppamento pozzi. Tali corsi d'acqua costituiscono dei limiti permeabili significativi della porzione di acquifero superficiale potenzialmente influenzato dall'opera in progetto. Sulla base di quanto sopra riportato si ritiene improbabile una possibile interferenza tra l'opera e i suddetti pozzi.

L'area di salvaguardia dei "Pozzi SMAT" ubicati nella zona dei Giardini Reali di Torino, segnalata in fase di PFTE e ubicata a circa 380 m a monte idrogeologico dell'opera, non è più definita in quanto i pozzi risultano dismessi come formalmente comunicato da SMAT S.p.a. con nota prot. 16106 del 09/03/2022, riportata in Allegato 3 del presente elaborato in cui in risposta alla specifica richiesta inoltrata dagli scriventi viene riscontrato che: *"internamente all'area dei Giardini Reali sono presenti due pozzi dismessi e pertanto non sono definite aree di salvaguardia"*.

5.2.13 Pozzi ad uso non potabile

L'ubicazione dei pozzi ad uso non potabile in regime di concessione esistenti in un intorno significativo del tracciato dell'opera in progetto è stata effettuata mediante la consultazione online del Catasto Prelievi e Scarichi Idrici della Città di Metropolitana di Torino ⁴ (aggiornamento dati 15 novembre 2022). L'ubicazione planimetrica dei pozzi in regime di concessione censiti dalla Città Metropolitana è altresì riportata negli elaborati cod. MTL2T1A0DGEOGENT002.1÷2.6 "Carta e sezione idrogeologica" del presente Progetto Definitivo. L'elenco dettagliato e i principali dati disponibili (profondità, uso, portata emunta) per i pozzi censiti sono riportati in Appendice 3 dell'elaborato cod. MTL2T1A0DZOOGENR001 "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica".

Il censimento dei punti di prelievo e scarico ad utilizzo energetico geotermico delle acque sotterranee è riportato nell'elaborato cod. MTL2T1A0DAMBGENR012 "Relazione su aspetti ambientali relativi alle geostrutture energetiche" del presente Progetto Definitivo.

⁴ Fonte del dato: <http://www.webgis.csi.it/derivb/gedeone.do>.

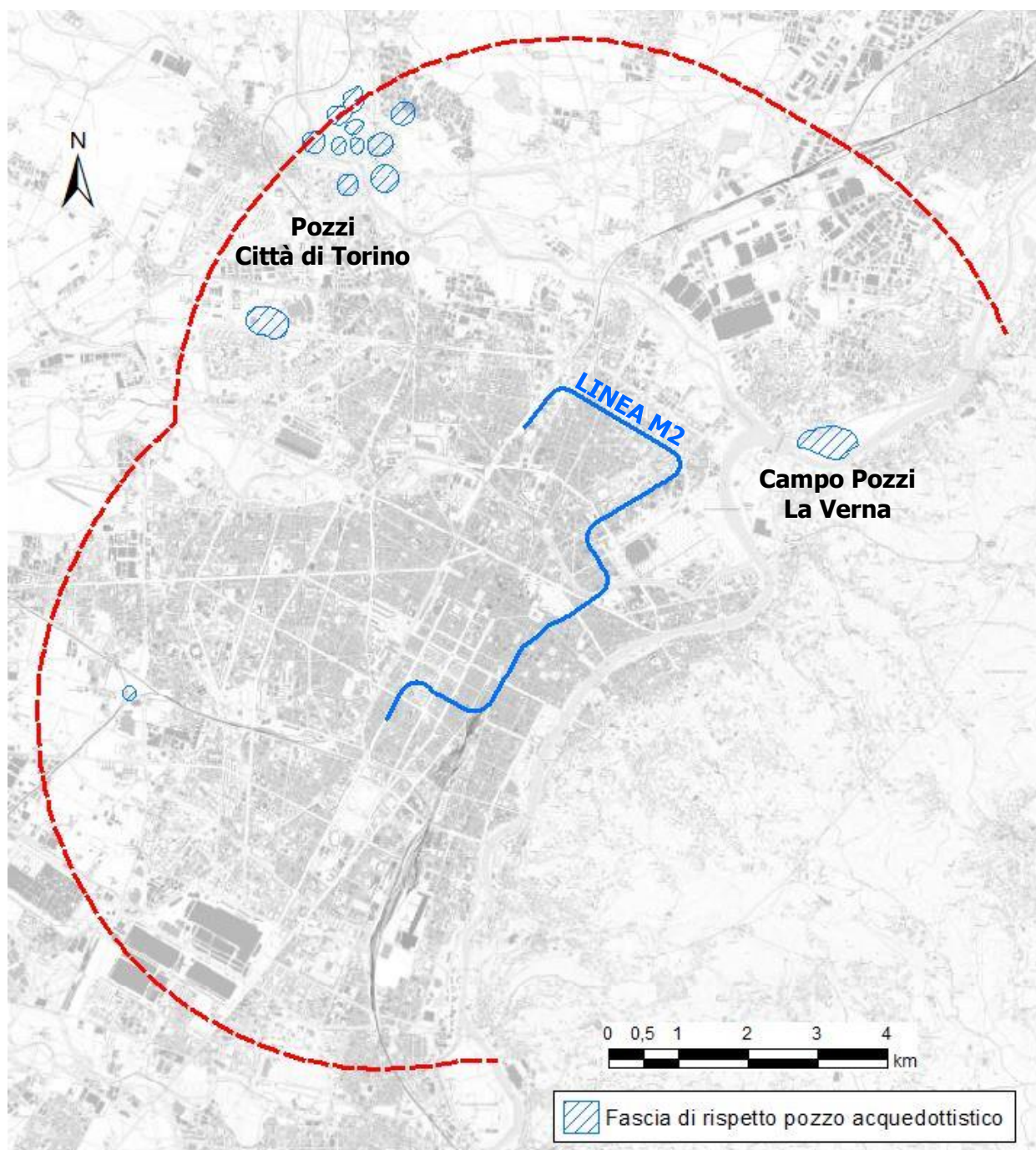



Figura 32. Planimetria con ubicazione delle aree di salvaguardia e fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile presenti in un raggio di 5 km dal tracciato dell'opera.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

5.2.14 Valutazione dell'effetto diga

La futura realizzazione dell'opera in progetto, caratterizzata localmente da uno sviluppo lineare continuo delle strutture (quali p. es. il manufatto tra Pozzo Novara e la Stazione Cimarosa/Tabacchi, c.d. "camerone" e il Deposito/officina Rebaudengo) e da un loro orientamento trasversale rispetto alla direzione di deflusso prevalente delle acque della falda freatica, permette di ipotizzare l'instaurarsi di un potenziale effetto di sbarramento della stessa sul deflusso della falda freatica (c.d. "effetto diga"). Al fine di definire alla scala locale l'impatto sulla falda freatica dell'effetto diga esercitato dall'opere in progetto, nel presente Progetto Definitivo è stata condotta mediante modellazione numerica agli elementi finiti una simulazione degli effetti di interazione opera/falda freatica finalizzata alla definizione dei potenziali innalzamenti/abbassamenti massimi attesi del livello piezometrico della falda a monte/valle idrogeologica dell'opera. Le modalità di esecuzione e i risultati della simulazione sono riportati nella relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica (cod. MTL2T1A0DGEOGENR001) e nel seguito si riporta una sintesi.

5.2.14.1 Modellazione idrogeologica per la valutazione dell'interazione opera/falda

L'entità delle potenziali ripercussioni sul regime idrogeologico causate dal possibile "effetto diga" delle opere della tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana Automatica di Torino sugli orizzonti acquiferi interessati è stata stimata mediante la realizzazione di un modello numerico dell'assetto idrogeologico di progetto. Come strumento di dimensionamento di tali perturbazioni sulla falda idrica, è stato realizzato un modello numerico per riprodurre/simulare il flusso sotterraneo che scorre nella porzione di territorio della Città di Torino riportata in Figura 33. Nel dettaglio in Figura 33 sono indicati in nero l'estensione del dominio del modello idrogeologico e in rosso la porzione di interesse del tracciato della Linea 2 della Metropolitana in progetto.

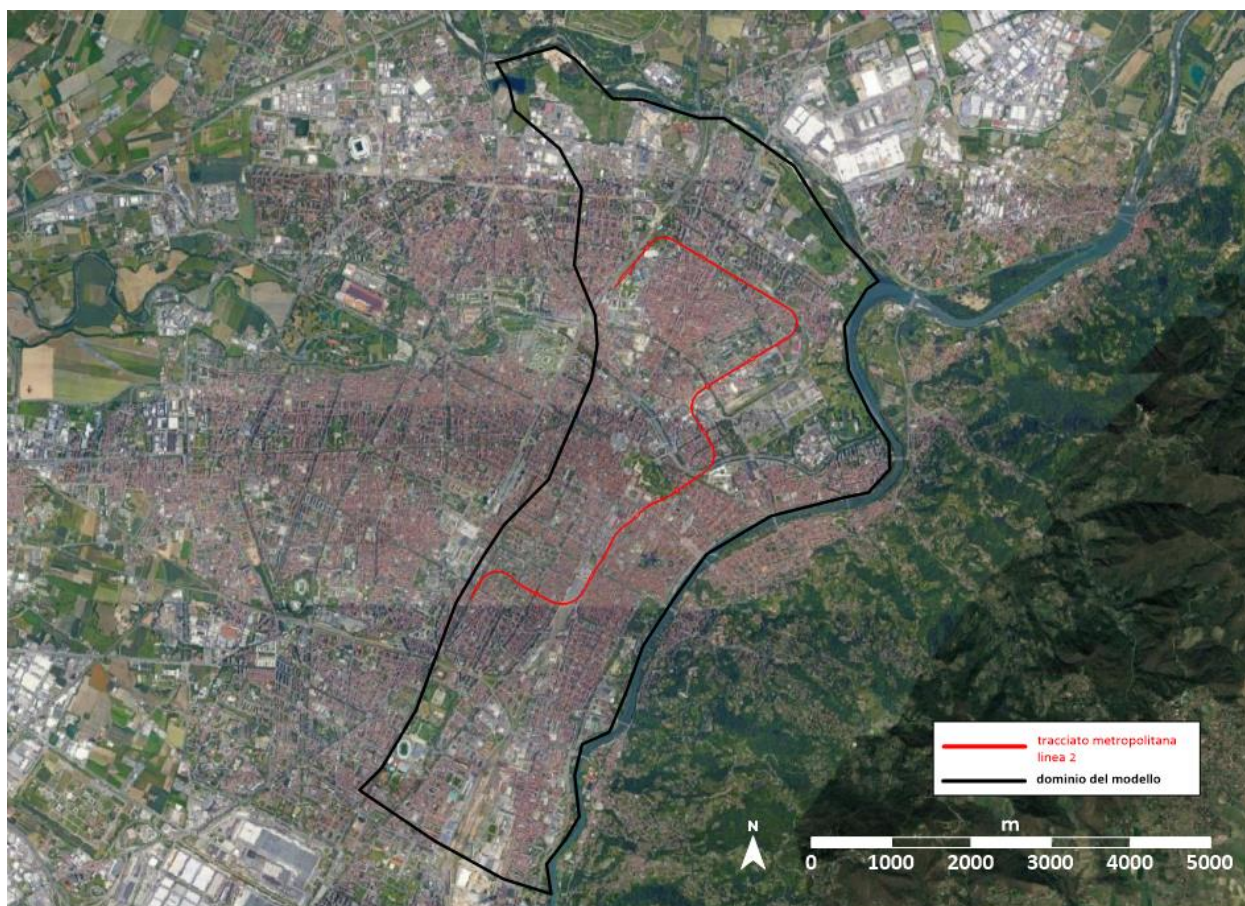


Figura 33. Dominio del modello idrogeologico numerico del flusso sotterraneo e porzione di interesse del tracciato dell'opera in progetto

La modellazione numerica del flusso idrico sotterraneo per la valutazione dell'interazione opera-falda è descritta in dettaglio nella relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica (Cod. MTL2T1A0DGEOGENR001) della quale si riportano nel seguito le conclusioni.

La modellazione numerica è stata condotta seguendo il protocollo indicato in *Applied Groundwater Modeling* (Anderson, Woessner & Hunt 2015). Di seguito sono riportate le varie fasi affrontate.

In primo luogo, sulla base del quadro idrogeologico illustrato nei paragrafi precedenti, è stata affrontata la **costruzione** del modello numerico identificando

- il dominio del modello;
- le unità idrostratigrafiche (unità geologiche con proprietà idrogeologiche simili);
- le condizioni al contorno del sistema;
- i valori dei parametri idrodinamici.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

La costruzione del modello numerico ha anche previsto la discretizzazione del dominio in elementi prismatici a base triangolare, in modo da consentire di risolvere l'equazione di flusso dell'acqua in un mezzo poroso all'interno dell'area in esame.

In seguito alla costruzione del modello numerico è stata affrontata la fase di **calibrazione** in cui la distribuzione di carico idraulico fornita dal modello numerico è stata confrontata con i dati piezometrici puntuali misurati in corrispondenza dei piezometri a disposizione. Nella fase di calibrazione i valori delle condizioni al contorno e dei parametri idrodinamici sono stati fatti variare per minimizzare la differenza fra i risultati del modello numerico e i dati registrati in campo.

A partire dal modello numerico calibrato sono state fatte delle **previsioni** sulle potenziali ripercussioni sul regime idrogeologico causate dall'effetto diga dell'opera sugli orizzonti acquiferi interessati.

Nella costruzione e calibrazione del modello numerico sono stati usati elementi il più possibile oggettivi in modo da supportare la validità delle simulazioni condotte. Data la complessità dei sistemi reali, l'affidabilità dei risultati del modello numerico dovrà essere verificata con il monitoraggio dei livelli idrici in opportuni punti di osservazione.

Il modello calibrato secondo la procedura sopra descritta è stato usato per ottenere delle stime relative al possibile effetto diga atteso in seguito alla realizzazione dell'opera. Per poter procedere con i dimensionamenti proposti, il modello calibrato è stato modificato in termini di geometria e di piezometria di riferimento.

La geometria è stata modificata per inserire i manufatti di interesse interferenti con la falda.

Per quanto riguarda la piezometria, sono state fatte delle considerazioni a partire dall'andamento pregresso della tavola d'acqua al fine di individuare una piezometria rappresentativa delle condizioni di morbida. Tali condizioni sono, infatti, state richieste come requisito dalle PP.AA. per i dimensionamenti oggetto del presente progetto.

Il modello calibrato, una volta aggiornato secondo quanto descritto ai paragrafi precedenti, è stato usato come strumento previsionale relativamente alla possibile variazione della quota della tavola d'acqua indotta dall'inserimento delle opere della Tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana all'interno dell'area di studio.

In base ai risultati delle simulazioni effettuate, la zona in cui sono attese le maggiori variazioni del livello piezometrico della falda freatica è quella compresa tra il Deposito/Officina di Retrostazione Rebaudengo e il manufatto che collega la Stazione Corelli con la Stazione Bologna (c.d. "camerone"). I risultati dell'analisi di dettaglio approfondita nel tratto tra Stazione Verona e il Deposito/Officina Rebaudengo alle condizioni idrogeologiche dello scenario risultato a maggiore variazione attesa (Scenario B), hanno restituito un valore di innalzamento massimo del livello di falda a monte idrogeologico dei manufatti nella zona tra Stazione Novara e Stazione Corelli pari a 1,84 m e un abbassamento massimo a valle idrogeologico dei manufatti pari a 1,24. Tali valori sono da riferirsi alle zone immediatamente adiacenti alle strutture e si riducono significativamente all'aumentare della distanza dalle stesse.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Per quanto riguarda le restanti opere in progetto le variazioni di carico idraulico simulate sono trascurabili.

5.2.14.2 Verifica dei fabbricati interessati dall'innalzamento della falda freatica indotto dall'effetto diga previsto

Sulla base dei risultati ottenuti dalla simulazione di cui al paragrafo precedente è stato preso in considerazione lo scenario risultato più critico in termini di innalzamenti/abbassamenti del livello piezometrico della falda freatica potenzialmente indotti dall'effetto diga dell'opera.

I dati esaminati per la verifica dei fabbricati potenzialmente interessati dall'innalzamento della falda indotto dall'effetto diga previsto sono sintetizzati in Appendice 3 "Verifica dei fabbricati interessati dall'innalzamento della falda freatica indotto dall'effetto diga" dell'elaborato cod. MTL2T1A0DZOOGENR001 "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica" al quale si rimanda per maggiori dettagli e in cui sono compresi i seguenti documenti:

- N. 1 tabella di riepilogo dei fabbricati interessati dal potenziale innalzamento della falda per effetto diga;
- N. 5 planimetrie (N. 1 inquadramento generale e N. 4 tavole di dettaglio) per la porzione di tracciato tra la Stazione Bologna (SBO) e il pozzo di ventilazione S. G. Bosco (PSG) con indicazione dei fabbricati ubicati entro l'area di innalzamento della falda freatica alla profondità di -9,5 m da p.c.;
- N. 3 planimetrie (N. 1 inquadramento generale e N. 2 tavole di dettaglio) per la zona del Deposito/Officina Rebaudengo (DRB) e della Stazione Rebaudengo (SRB) con indicazione dei fabbricati interessati dal potenziale innalzamento della falda freatica alla profondità di -12,5 m da p.c.

La zona del tracciato in progetto in cui è risultato maggiore il potenziale effetto diga dell'opera è risultata essere la porzione di tracciato compresa tra la Stazione Bologna (SBO) e il tratto di galleria artificiale (GA4) ubicato tra Pozzo Cimarosa (PCI) e la Stazione Corelli (SCO); nell'area sottesa tra tali opere l'innalzamento atteso e compreso tra 1-1,8 m. Nella zona del Deposito/Officina Rebaudengo (DRB) e della Stazione Rebaudengo (SRB) l'innalzamento atteso è risultato di ordine massimo decimetrico. In queste zone è stata verificata la presenza e l'eventuale profondità di strutture con piani interrati (quali p. es. cantine, parcheggi privati e pubblici). L'area compresa tra la Stazione Bologna (SBO) e il tratto di galleria artificiale (GA4) ubicato tra Pozzo Cimarosa (PCI) e la Stazione Corelli (SCO) oggetto di verifica è stata estesa a partire dall'opera fino all'isolinea a monte idrogeologico della stessa entro cui l'innalzamento minimo indotto dall'effetto diga simulato è risultato pari a +1 m nello scenario più cautelativo considerato.

Nelle aree oggetto di verifica sono stati analizzati e confrontati i seguenti dati:

- soggiacenza del livello di falda (S);
- innalzamento stagionale della falda +1,5 m (A);
- innalzamento potenzialmente causato dall'effetto diga simulato (B);
- profondità della base delle strutture censite (P);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- valore massimo dell'innalzamento cumulato della falda (V) risultato dalla somma della soggiacenza del livello di falda (S), degli effetti indotti dall'innalzamento massimo naturale/stagionale della falda (A) e dell'innalzamento antropico potenzialmente causato dall'effetto diga simulato (B).


Le condizioni del livello massimo di falda oggetto di verifica (V), tradotte in termini di soggiacenza minima cumulata degli effetti di oscillazione naturale/stagionale (A) e antropica indotta dall'effetto diga (B), sono state confrontate con le profondità della base delle strutture censite (P).

Le verifiche condotte secondo i criteri sopra riportati non hanno evidenziato possibili criticità per i fabbricati censiti indotte dall'effetto diga simulato per l'opera alle condizioni imposte nella modellazione numerica effettuata nel presente Progetto Definitivo.

Nella porzione di tracciato tra la Stazione Bologna (SBO) e il pozzo di ventilazione S.G. Bosco (PSG) in cui è stata considerata cautelativamente una soggiacenza minima della falda pari a -9,5 m da p.c. (S) si segnala un'unica specificità per il seguente fabbricato:

- Edificio E75: fabbricato ubicato in corrispondenza dell'area verde Giardini Peppino Impastato di via Sempione costituito da un rifugio antiaereo di cui non è attualmente noto lo stato di conservazione e di utilizzo. La profondità stimata del fondo della struttura (P) è pari a -12 m da p.c. Alle condizioni idrogeologiche attuali la base dell'edificio si trova in zona di potenziale interferenza con la falda freatica (+ 2,5 m di battente idrico dalla base della struttura rispetto ad A+S). Si ritiene pertanto che l'innalzamento del livello di falda che potrà essere potenzialmente indotto in corrispondenza del fabbricato dall'effetto diga dell'opera (B = +0,5 m) non altererà in modo significativo le condizioni idrogeologiche del sottosuolo in cui si trova attualmente l'edificio.

Nella zona del Deposito/Officina Rebaudengo (DRB) e della Stazione Rebaudengo (SRB), vista la profondità cautelativa cui è stata considerata la soggiacenza minima della falda (S) pari a -12,5 m da p.c., non si ritiene che l'innalzamento indotto dall'effetto diga possa essere significativo per eventuali strutture interrato di pertinenza dei fabbricati esistenti ubicati entro le aree oggetto di verifica. I fabbricati ubicati nell'area a monte idrogeologico dell'opera entro la quale è risultato un possibile effetto innalzamento minimo di +50 cm sono stati individuati ed evidenziati nelle planimetrie riportate in Appendice 3 dell'elaborato cod. MTL2T1A0DGE0GENR001 "Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica" al quale si rimanda per maggiori dettagli.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

5.2.15 Valutazione dell'impatto indotto dall'innalzamento della falda sul Passante Ferroviario e Stazione FS Rebaudengo-Fossata

In funzione dell'esito delle analisi condotte per l'effetto diga sopra descritte, poiché ad ovest del Deposito Officina Rebaudengo e della Stazione Rebaudengo di Linea 2 sono presenti, rispettivamente, il passante ferroviario della linea ferroviaria ad alta velocità e la stazione FS Rebaudengo-Fossata, sono state condotte nel Progetto Definitivo specifiche valutazioni sull'impatto dell'innalzamento della falda sui manufatti ferroviari esistenti. A tal fine sono state ricostruite delle sezioni rappresentative dell'interfaccia tra il passante ferroviario ed il Deposito/Officina Rebaudengo e dell'interfaccia tra il passante FS/Stazione FS Rebaudengo-Fossata e la Stazione Rebaudengo di Linea 2 impostate sulla base dei dati progettuali di Linea 2 e degli As-built di RFI depositati presso gli archivi comunali. Il franco di sicurezza tra l'innalzamento massimo del livello di falda potenzialmente indotto dalla futura realizzazione della Linea 2 e il limite superiore dell'impermeabilizzazione dei manufatti ferroviari esistenti è risultato pari a 4 m.

5.2.16 Inquadramento sismico e microzonazione sismica

Nel presente paragrafo si illustra l'inquadramento sismico che caratterizza il sito dove sarà ubicata la tratta Politecnico-Rebaudengo della Linea 2 della Metropolitana di Torino. Inoltre, si riepiloga lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, redatto nel corso del progetto Definitivo a corredo della Variante Urbanistica n. 333 al P.R.G.C. dettagliato nella relazione tecnico-illustrativa "Microzonazione sismica di livello 1" (cod. MTL2T1A0DGEOGENR003) alla quale si rimanda per un'ampia trattazione.

Lo Studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stato compiuto sul territorio interessato dal percorso dalla Linea 2 tratta Rebaudengo - Politecnico, esteso a un intorno significativo, sulla base degli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica - Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Commissione Protezione Civile Sottocommissione 8 Attuazione della normativa sismica - Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile, (2008)".

L'organizzazione delle informazioni è stata effettuata per quanto possibile sulla base degli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica", versione 4.2, elaborati dalla Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica e datati dicembre 2020.

I citati indirizzi prevedono che gli studi di Microzonazione Sismica siano effettuati a vari livelli di approfondimento, passando da un livello 1 fino al livello 3:

- il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di MS, in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee;
- il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la Carta di microzonazione sismica;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- il livello 3 restituisce una Carta di Microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Il livello 1, sviluppato nell'ambito del presente Progetto Definitivo, rappresenta quindi un livello propedeutico agli studi successivi ed è finalizzato alla individuazione di aree omogenee (microzone) dal punto di vista sismico che mostrano caratteristiche tali da poter generare fenomeni di amplificazione sismica o fenomeni di instabilità indotti (liquefazione, cedimenti differenziali, franosità).

Le attività fondamentali dello studio sono consistite nella raccolta e organizzazione di tutti i dati geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, stratigrafici, indagini geofisiche, relativi al territorio oggetto di studio, a partire dai risultati delle attività di indagine e studio effettuate a corredo del Progetto di Fattibilità e del Progetto Definitivo dell'opera.

5.2.16.1 Pericolosità sismica di base

In base alla normativa vigente (D.M. 17/01/2018) la pericolosità sismica di un'area è esprimibile in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s). In Figura 34 si riporta uno stralcio del Modello di pericolosità sismica MPS04-S1, estratto dal sito dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>), relativo alle aree interessate dall'opera in progetto.

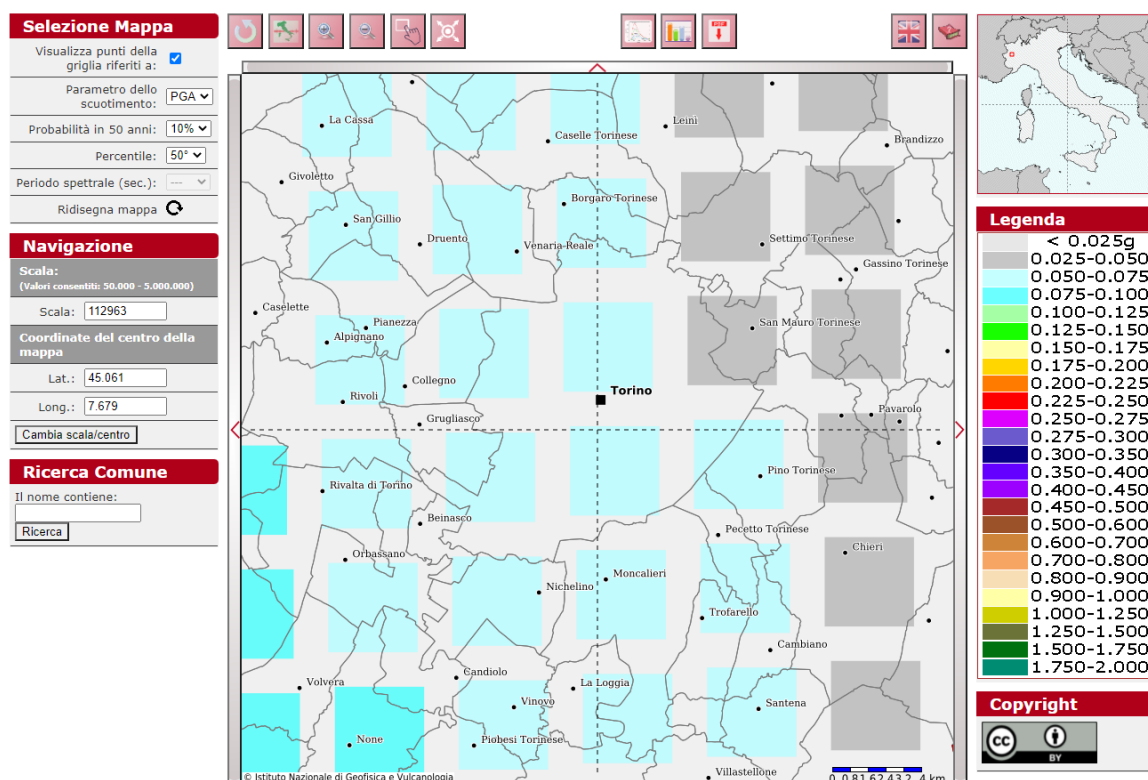



Figura 34. Modello di pericolosità sismica MPS04-S1 (da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Lo stralcio sopra riportato illustra la distribuzione dei valori di PGA (Peak Ground Acceleration) calcolati per una probabilità di superamento del 10% in 50 anni. Alla porzione del territorio in cui ricade l'opera, il suddetto modello attribuisce un valore di PGA compreso tra 0.050 e 0.075 g.

Per quanto riguarda le sorgenti sismogenetiche, secondo il database DISS – Database of Individual Seismogenic Sources realizzato a cura dell'INGV (<http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>), l'area di Torino è interessata da una sorgente sismogenetica codificata con il codice ITCS023, ubicata ad una profondità compresa tra 1 e 8 km. A questo elemento, riportato in Figura 35, è associata una Magnitudo massima pari a 5,7, definita sulla base dei terremoti più intensi avvenuti nell'area (evento del 1808).

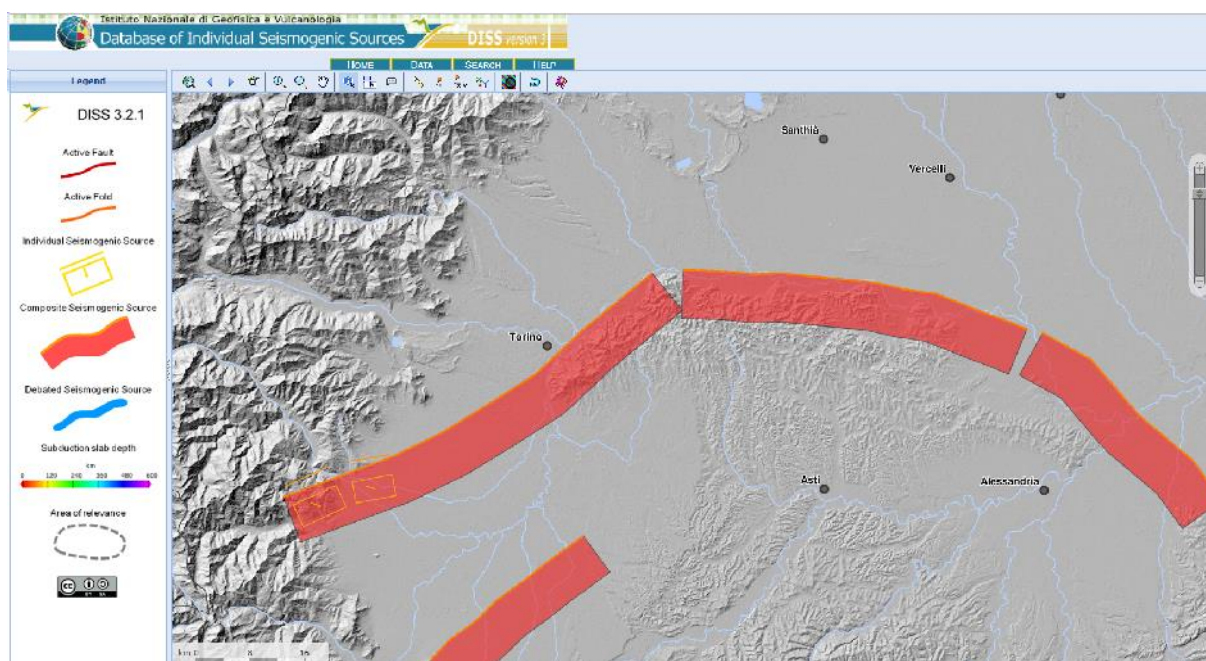


Figura 35. Faglie sismogenetiche (linee rosse) segnalate nell'area di Torino (immagine estratta in novembre 2018 da <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>)

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2



Figura 36. Faglie capaci (linee rosse) segnalate nell'area di Torino (immagine estratta in novembre 2018 da <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>)

Sia le faglie capaci (Figura 36), sia la sorgente sismogenetica indicate in figura rappresentano l'espressione del fronte di sovrascorrimento sepolto della Collina di Torino.

La classificazione sismica del territorio della Regione è stata aggiornata nel 2019 mediante la D.G.R. n.6-887 (30 dicembre 2019). Sulla base di tale norma, **il Comune di Torino**, in cui ricade interamente l'opera in progetto, è classificato in **Zona 3**.

La D.G.R. n.6-887 stabilisce che, fino all'aggiornamento delle procedure per la gestione e il controllo delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico (tramite uno specifico provvedimento), continueranno a valere le disposizioni vigenti, stabilite dalla D.G.R. 21 maggio 2014, n. 65-7656 che definisce su base comunale le procedure autorizzative da seguire sulla base della sismicità attesa, come definita ed integrata dalla precedente OPCM 3274 del 2003.

5.2.16.2 Vita nominale di progetto

La vita Nominale di Progetto V_N di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella tabella sotto.


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tabella 9. Valori minimi della Vita Nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzione

TIPO DI COSTRUZIONI		VALORI MINIMI V _N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso in oggetto si assume una Vita Nominale pari a **100 anni**.

5.2.16.3 Classi d'uso

Con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso come sotto definite:

- **Classe I:** Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
- **Classe II:** Costruzioni il cui uso prevede normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti nella Classe d'uso III o in classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provoca conseguenze rilevanti.
- **Classe III:** Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significanti. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provoca situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- **Classe IV:** Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti anche con riferimento alla gestione della protezione in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di Tipo A o B, di cui al DM 05/11/2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quanto appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il vigente Piano Comunale di Protezione Civile, approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 102/2021 in data 15 febbraio 2021, riporta, al paragrafo 7.11 della Relazione di Piano, consultabile all'indirizzo <http://www.comune.torino.it/protezionecivile/piano2020.shtml>, l'elenco degli edifici strategici, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

La linea 2 della Metropolitana di Torino, non rientra tra quelle strategiche individuate ed è classificata come opera infrastrutturale rilevante, ai sensi dell'allegato 1 della Deliberazione della Giunta Regionale n. 65-7656 del 21 maggio 2014.

Pertanto nel caso in esame si fa riferimento alla classe d'uso III (*costruzioni che prevedono affollamenti significativi*) a cui è associato un coefficiente pari a **1,5**.

5.2.16.4 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche sulle costruzioni sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si determina, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale di progetto V_N per il coefficiente C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente C_U è definito al variare della classe d'uso C_N .

Tabella 10. Valori del Coefficiente d'uso C_U


CLASSE D'USO C_N	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante, la normativa permette di adottare valori di C_U anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità del raggiungimento degli stati limiti.

Per le opere in esame, il valore di V_R sarà pari a **150 anni**.

5.2.16.5 Categoria sismica del sottosuolo

Per la definizione delle condizioni sismiche locali a fini progettuali, è necessario classificare il sottosuolo dell'area di intervento mediante le categorie di sottosuolo definite dalla normativa vigente (Figura 37).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Figura 37. Categorie di sottosuolo, definite dalle NTC del DM 17/01/2018

Lungo il tracciato dell'opera in progetto, la categoria di sottosuolo è stata determinata mediante indagini geofisiche nel quadro delle campagne di indagine del PFTE⁵ e del Progetto Definitivo⁶.

Le prove MASW eseguite nel quadro del PFTE (MASW 1 ÷ MASW6) hanno permesso di calcolare valori di V_{seq} compresi tra 374 m/s e 573 m/s, corrispondenti a una categoria di suolo di tipo B, definita come *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

Nella porzione di tracciato in progetto, nel quadro del PFTE sono inoltre state eseguite 3 indagini Down Hole (DIA14, DIA15 e DIA23) e 1 indagine Cross Hole (SP11/DIA24).


La campagna di indagini eseguita a supporto del Progetto Definitivo ha previsto l'esecuzione delle seguenti indagini geofisiche:

- 14 indagini MASW-2D (MA2D-01 ÷ MA2D-14);
- 3 indagini Down Hole (DH-DIA_D03, DH-DIA_D09 e DH-DIA_D20);
- 1 indagine Cross Hole (CH-DIA_D20 / SA_D22).

Alcune delle 14 indagini MASW sopra descritte sono state suddivise in due stendimenti, per motivi di carattere logistico e operativo in ambiente urbano. Nel complesso sono stati eseguiti 20 stendimenti distinti, per ciascuno dei quali è stato determinato un valore di V_{seq} . La Tabella 11 illustra le coordinate dei punti centrali degli stendimenti, i valori di V_{seq} determinati e le

⁵ Per la descrizione di dettaglio delle indagini si faccia riferimento all'elaborato MTO2PFTCGEOCOMR002 del PFTE.

⁶ Per la descrizione di dettaglio delle indagini si faccia riferimento all'elaborato MTL2T1A0DINDGENR002 del PD.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

corrispondenti categorie di suolo. I valori di V_{seq} determinati variano da 328 m/s a 549 m/s; in corrispondenza di 16 stendimenti corrispondono alla categoria di suolo B, mentre in 4 stendimenti corrispondono alla categoria C ma con valore di V_{seq} prossimi alla categoria di sottosuolo B.


Tabella 11. Valori di V_{seq} determinati in corrispondenza degli stendimenti MASW

ID Sezione	V_{seq} (m/s)	Categoria di suolo	Coordinata X	Coordinata Y	WBS RIFERIMENTO	DI
MA2D-1a	506	B	394533	4990388	GT8, PCB	
MA2D-1b	549	B	394648	4990605	SPO, GT7	
MA2D-2	437	B	395320	4990427	SPA	
MA2D-3a	420	B	395264	4990467	GT7, SPA	
MA2D-3b	439	B	395401	4990399	SPA, GT6	
MA2D-4a	368	B	397046	4991795	SMO	
MA2D-4b	352	C	397127	4991677	SMO	
MA2D-5a	356	C	397052	4991673	SMO, GT5	
MA2D-5b	395	B	397137	4991839	SMO, GT4	
MA2D-6	533	B	397468	4992454	SVR, GT2, GT3	
MA2D-7a	401	B	397393	4992986	GT2, SNO	
MA2D-7b	469	B	397593	4993102	SNO, GT1, GT2	
MA2D-8a	357	C	397439	4993108	SNO	
MA2D-8b	526	B	397532	4992957	SNO	
MA2D-9	470	B	398040	4993371	GT1, PNO, SBO, GA6, GA5	
MA2D-10	439	B	398447	4993623	GA5, SCI, GA4	
MA2D-11	380	B	398334	4994120	GA4, SCO	
MA2D-12	401	B	397784	4994411	GA3, SSG	
MA2D-13	328	C	397361	4994664	SGC, GA2	
MA2D-14	424	B	396403	4994410	DRB	

Le indagini Down Hole hanno permesso di calcolare i seguenti valori di V_{seq} :

- DH-DIA_D03: 390 m/s;
- DH-DIA_D09: 447 m/s;
- DH-DIA_D20: 392 m/s.

Nel complesso, i valori di V_{seq} definiti sulla base delle prove geofisiche eseguite permettono di attribuire i volumi di terreno indagati in prevalenza alla categoria di suolo di tipo B e localmente alla categoria C.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Le indagini che hanno determinato valori di V_{seq} corrispondenti alla categoria di suolo C sono ubicati in corrispondenza alle seguenti progressive metriche del tracciato (Tabella 12):

Tabella 12. Ubicazione degli stendimenti MASW con valori di V_{seq} corrispondenti alla categoria di suolo C

ID Sezione	V_{seq} (m/s)	Categoria di suolo	Progressiva indicativa	Descrizione
MA2D-4b	352	C	9+550	(SMO) Stazione Mole/Giardini Reali
MA2D-5a	356	C	9+550	(SMO) Stazione Mole/Giardini Reali
MA2D-8a	357	C	11+250	(SNO) Stazione Novara
MA2D-13	328	C	14+100	(SGC) Stazione Giulio Cesare


Alla luce delle indagini condotte, si può concludere quanto segue:

- tra le zone esaminate la maggior parte delle aree interessate dalle opere puntuali e di linea ricade nella categoria di sottosuolo B;
- solo quelle relative alla Stazione Mole/Giardini Reali ed alla Stazione Giulio Cesare ricadono in categoria C;
- nella stazione Novara (Stendimenti MA2D-7a, MA2D-7b, MA2D-8a, MA2D-8b) solo uno dei 4 stendimenti ha dato un risultato che comporta una categoria di sottosuolo C, mentre gli altri 3 stendimenti indicherebbero un sottosuolo di categoria B. In questo caso, come ampiamente trattato nella relazione geotecnica di progetto definitivo (cod. MTL2T1A0DGE0ENR002), tenuto conto della discretizzazione delle velocità delle onde di taglio misurate in corrispondenza di ogni strato individuate nel terreno, la V_{seq} determinata analiticamente porta a concludere che anche per la stazione Novara la categoria di sottosuolo assegnata è la categoria B;
- Pur non disponendo di misurazioni dirette delle velocità delle onde di taglio, alle Stazioni Porta Nuova e Carlo Alberto è stata attribuita una categoria di sottosuolo B sulla base delle prove SPT eseguite nell'area e su altre valutazioni, descritte più dettagliatamente nella Relazione Geotecnica e Sismica doc. "07_MTL2T1A0DGE0ENR002".

5.2.16.6 Liquefazione

Come indicato dalla normativa vigente (DM 17/01/2018) con il termine liquefazione si prendono in considerazione "i fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate". In questo paragrafo si descrivono gli elementi geologici e idrogeologici presenti nell'area interessata dal tracciato che costituiscono fattori predisponenti al verificarsi del fenomeno della liquefazione.

La normativa vigente indica che la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc1N > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e $qc1N$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna ai fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione inclusi nel paragrafo 7.11.3.4.2 della norma.

L'accelerazione massima attesa al piano campagna di cui al punto 1. è da intendersi come riferita alla "a_{max}" definita come segue:

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

Dove

- **S** è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica **S_s** (dipendente dalla categoria di suolo di riferimento) e di amplificazione topografica **S_T**;
- **a_g** è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido riferita allo SLV (Stato limite di vita).

Nel caso oggetto di studio, l'opera in esame è caratterizzata da una Vita nominale (Vn) pari a 100 anni ed è riferibile alla Classe d'uso III⁷. Il volume di terreno interessato dall'opera è riferibile in prevalenza alla categoria B e localmente alla categoria C. Le condizioni di amplificazione topografica sono riferibili alla categoria T1⁸.

Sulla base di quanto sopra esposto è possibile attribuire ai parametri **S_s**, **S_T**, e **a_g** i seguenti valori:

S_s= da 1,2 (terreni in categoria B) a 1,5 (terreni in categoria C)

S_T= 1 (superficie pianeggiante o pendio con inclinazione <15°)

a_g= 0,072 g

Per i terreni in categoria B l'accelerazione massima attesa al piano campagna (a_{max}) calcolata sulla base di tali parametri è pari a 0,0864 g e quindi inferiore al valore soglia di 0,1 g indicato

⁷ Costruzioni il cui uso prevedono affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

⁸ Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media < 15°.



dalla norma. In tali condizioni, sulla base di quanto previsto dal DM 17/1/2018, la verifica a liquefazione può essere omessa.

Per i terreni in categoria C l'accelerazione massima attesa al piano campagna (a_{max}) calcolata sulla base di tali parametri è pari a 0,108 g e quindi di poco superiore al valore soglia. In tali condizioni, sulla base di quanto previsto dal DM 17/01/2018 dal punto di vista geologico-stratigrafico, nell'area indagata sono stati osservati livelli sabbiosi all'interno delle unità AFR, INS e SFR con un potenziale rischio di liquefazione. Tale tematica è stata approfondita relazione geotecnica di progetto definitivo (cod. MTL2T1A0DGEOGENR002) e di seguito si riepilogano gli studi condotti al fine di verificare l'eventuale sussistenza di altri criteri di esclusione della verifica a liquefazione previsti dalla norma.

Come noto, il potenziale rischio di liquefazione del terreno in presenza di sollecitazioni dinamiche causate dal sisma, riguarda gli strati non coesivi superiori. Nel corso della progettazione definitiva (Cfr. relazione geotecnica di progetto definitivo - cod. MTL2T1A0DGEOGENR002) è stato approfondito uno dei principali aspetti che concorrono alla sua determinazione, ovvero la granulometria dei terreni interessati dall'infrastruttura. La Figura 37 e la Figura 39 mostrano i fusi granulometrici determinati con le relative prove di laboratorio.

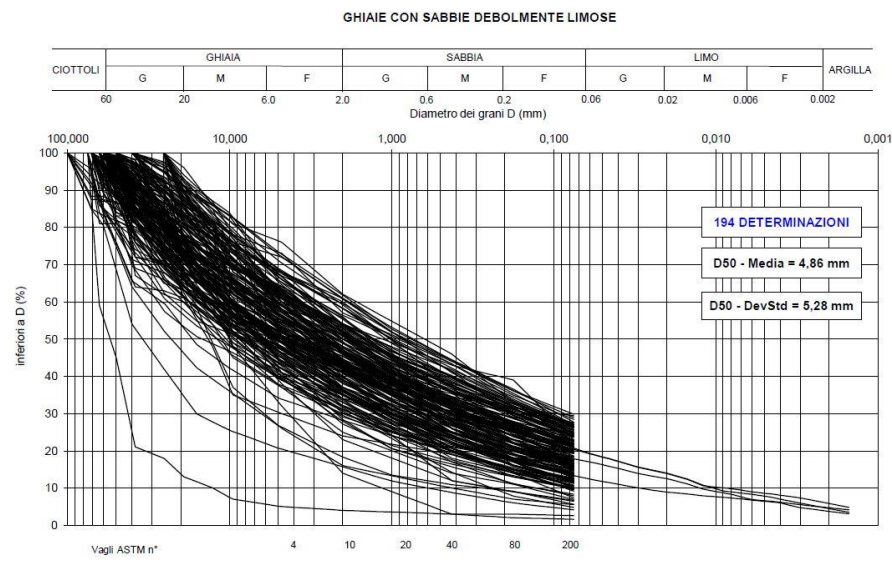


Figura 38. Gruppo n. 1 dei fusi granulometrici

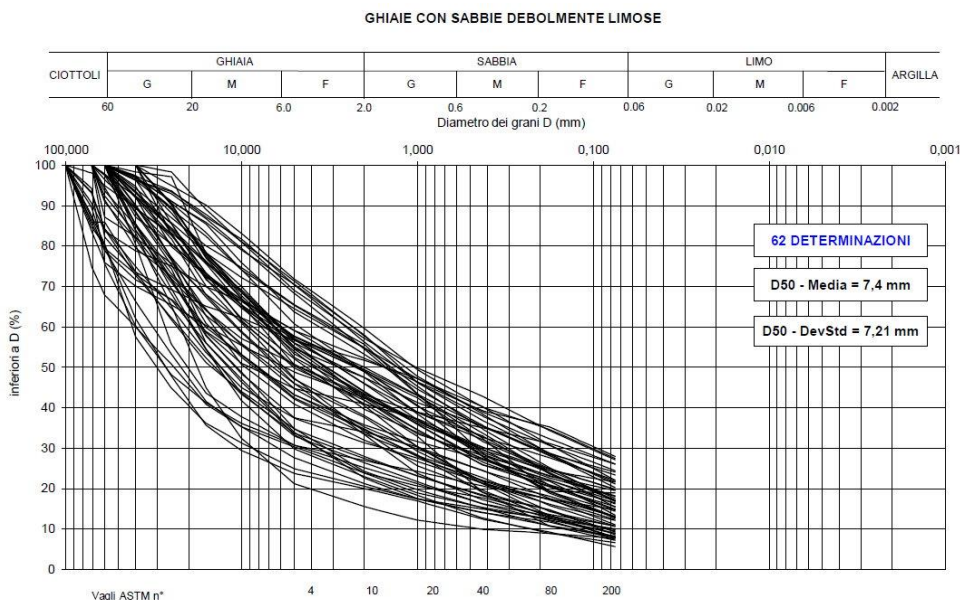


Figura 39. Gruppo n. 2 dei fusi granulometrici

Il contenuto di fine (passante al n. 200 della serie ASTM) varia da un minimo dell'8% circa ad un massimo del 30% circa. Solo occasionalmente e per un ristretto numero di campioni tale frazione è minore dell'8%.

Il criterio adottato per l'analisi della liquefazione si basa sui valori della velocità delle onde di taglio, VS, misurati con le prove Masw. Poiché la frazione di fine è uno degli elementi che concorrono a determinare il pericolo della liquefazione, si assumeranno il valore minimo e il valore massimo sopra citati. Gli altri elementi di calcolo sono il peso di volume del terreno ($\gamma = 19 \div 20$ kN/m³) e lo spessore significativo dello strato ($h = 25 \div 30$ metri). La soggiacenza della falda in condizioni statiche è posta a 17 metri dal piano campagna, mentre in presenza di sisma essa viene portata cautelativamente a 12 metri (in assenza di saturazione non si ha mai liquefazione).

Come anticipato in precedenza, secondo la classificazione della Regione Piemonte, il suolo di Torino è classificato in categoria 3, con una PGA (Peak Ground Acceleration) pari a 0.15 volte l'accelerazione di gravità g. Si assume un valore della magnitudo momento Mw pari a 5.7 (valore massimo statistico). Ai dati sopra definiti viene associato l'andamento del valore di velocità VS con la profondità. Esso è basato sulla interpretazione sintetica delle misure delle prove Cross hole o Masw, individuando un andamento medio cautelativo. Questo approccio è stato ritenuto più affidabile di quello basato sui valori di NSPT, stante la grande dispersione di questi ultimi.

Sono stati individuati quattro andamenti significativi della velocità VS, in quanto l'andamento di tale grandezza è notevolmente diverso da zona a zona (e anche rispetto al tipo di prova per la sua misura). Questi sono utilizzati per la valutazione del pericolo della liquefazione; in sintesi sono stati elaborati n. 8 casi, per quattro andamenti di velocità e per due valori del contenuto di fine (8% e 30%).



Qui di seguito si riportano i casi estremi ottenuti, in termini di fattore di sicurezza nei riguardi della liquefazione: il caso più favorevole è quello relativo alla prova Cross hole in zona Politecnico (indagine di Progetto di fattibilità) mentre il caso più sfavorevole è quello che si basa sui risultati della prova Masw in zona Stazione Bologna, dalla quale sono stati tratti i valori di velocità Vs inferiori. Entrambi i casi qui esposti si riferiscono ad un contenuto di fine dell'8%, in quanto al suo aumentare il pericolo alla liquefazione si allontana. La Figura 40 e la Figura 41 riportano la sintesi dei risultati.

Il fattore di sicurezza, al di sotto della superficie piezometrica, è sempre maggiore di 5, anche nel caso in cui si ipotizzi un brusco innalzamento di falda fino alla soggiacenza di 12 metri.

Lo stesso tipo di analisi viene fatto, singolarmente, per i siti delle Stazioni Mole-Giardinie Stazione Giulio Cesare. I risultati sono rappresentati nella Figura 42 e nella Figura 43.

LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Torino - Metro 2 Liquefazione

Project subtitle : Calcolo basato su Vs da cross hole 8 per cento

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Shear wave velocity
Analysis type: Deterministic
Analysis method: NCEER 1998
Fines correction method: N/A

Depth to water table: 17.00 m
Earthquake magnitude Mw: 5.70
Peak ground acceleration: 0.15 g
User defined F.S.: 1.00

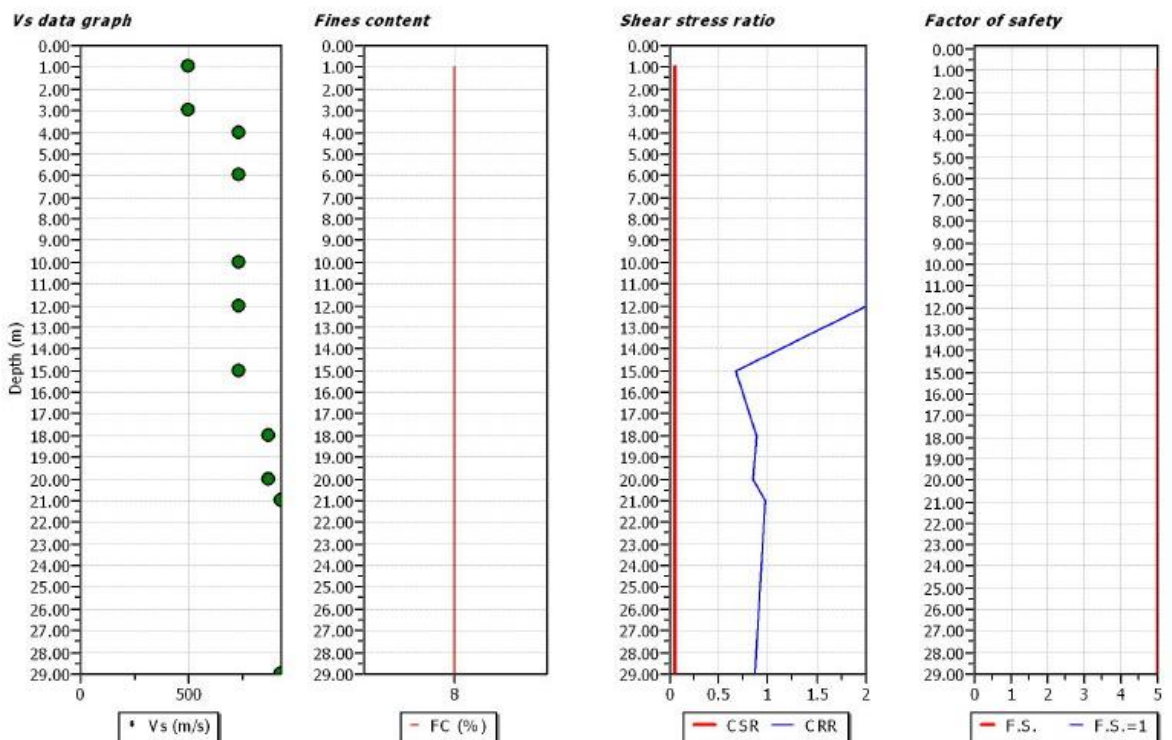


Figura 40. Liquefazione da VS (cross hole) zona Politecnico



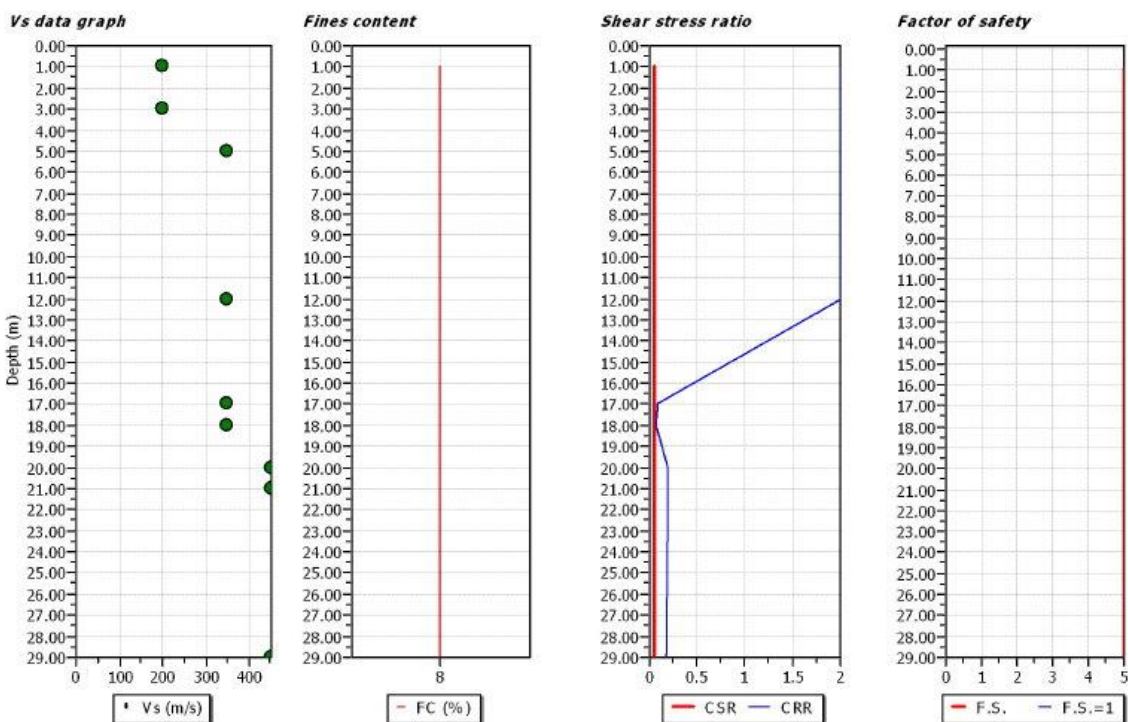
LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Torino - Metro 2 Liquefazione

Project subtitle : Calcolo con velocità Vs (da prove Masw) Giardini Reali

Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Shear wave velocity	Depth to water table:	17.00 m
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	5.70
Analysis method:	NCEER 1998	Peak ground acceleration:	0.15 g
Fines correction method:	N/A	User defined F.S.:	1.00



$M_w = 7^{1/2}$, $\sigma'_{vm} = 1 \text{ atm}$ base curve

Figura 41. Liquefazione da VS (Masw) zona Stazione Bologna



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Torino - Metro 2 Liquefazione - Stazione Mole Giardini

Project subtitle : Calcolo basato su Vs da cross hole 8 per cento

Input parameters and analysis data

In-situ data type: Shear wave velocity
 Analysis type: Deterministic
 Analysis method: NCEER 1998
 Fines correction method: N/A

Depth to water table: 17.00 m
 Earthquake magnitude M_w : 5.70
 Peak ground acceleration: 0.15 g
 User defined F.S.: 1.00

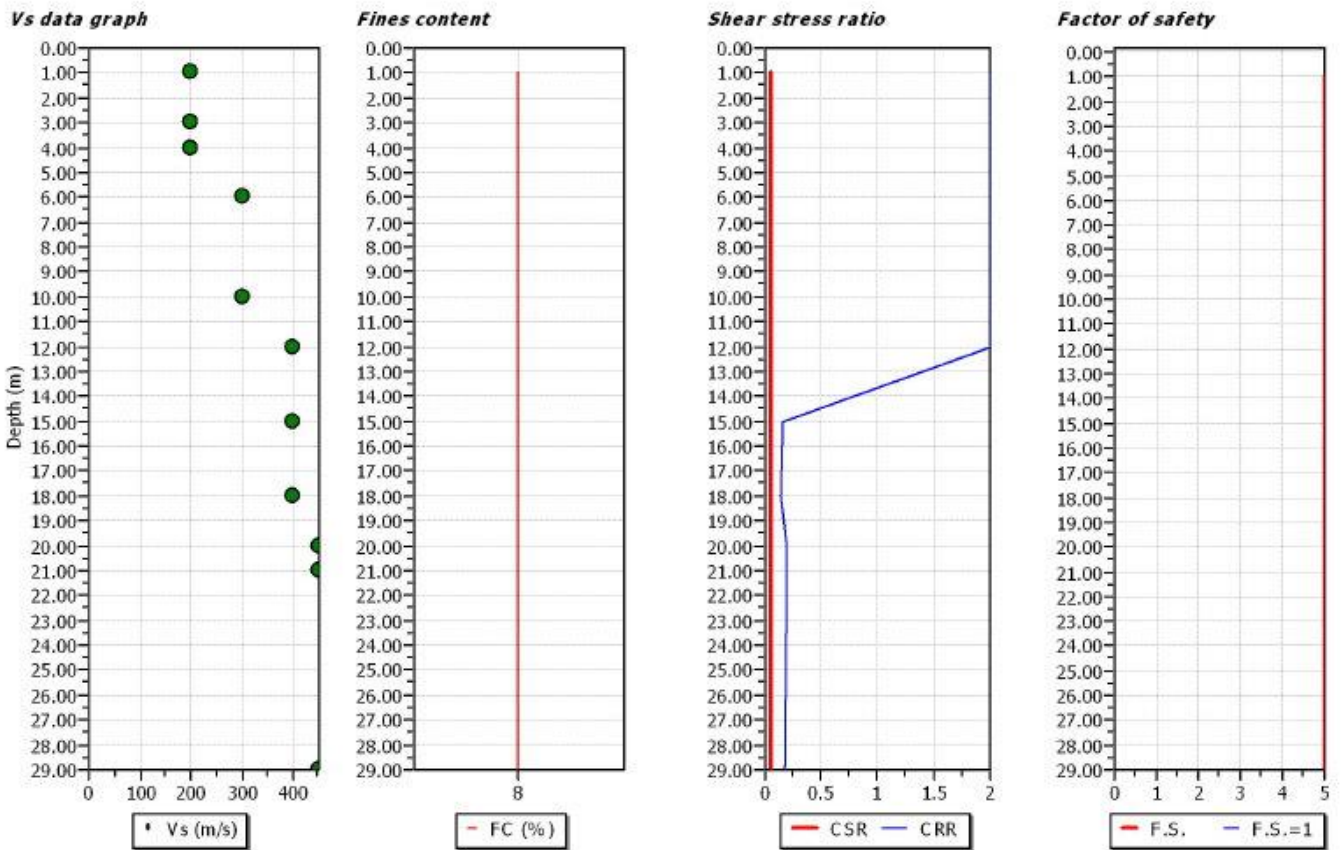


Figura 42. Liquefazione da VS (Masw) zona Stazione Mole-Giardini



LIQUEFACTION ANALYSIS REPORT

Project title : Torino - Metro 2 Liquefazione Stazione Giulio Cesare

Project subtitle : Calcolo basato su Vs da cross hole 8 per cento

Input parameters and analysis data

In-situ data type:	Shear wave velocity	Depth to water table:	17.00 m
Analysis type:	Deterministic	Earthquake magnitude M_w :	5.70
Analysis method:	NCEER 1998	Peak ground acceleration:	0.15 g
Fines correction method:	N/A	User defined F.S.:	1.00

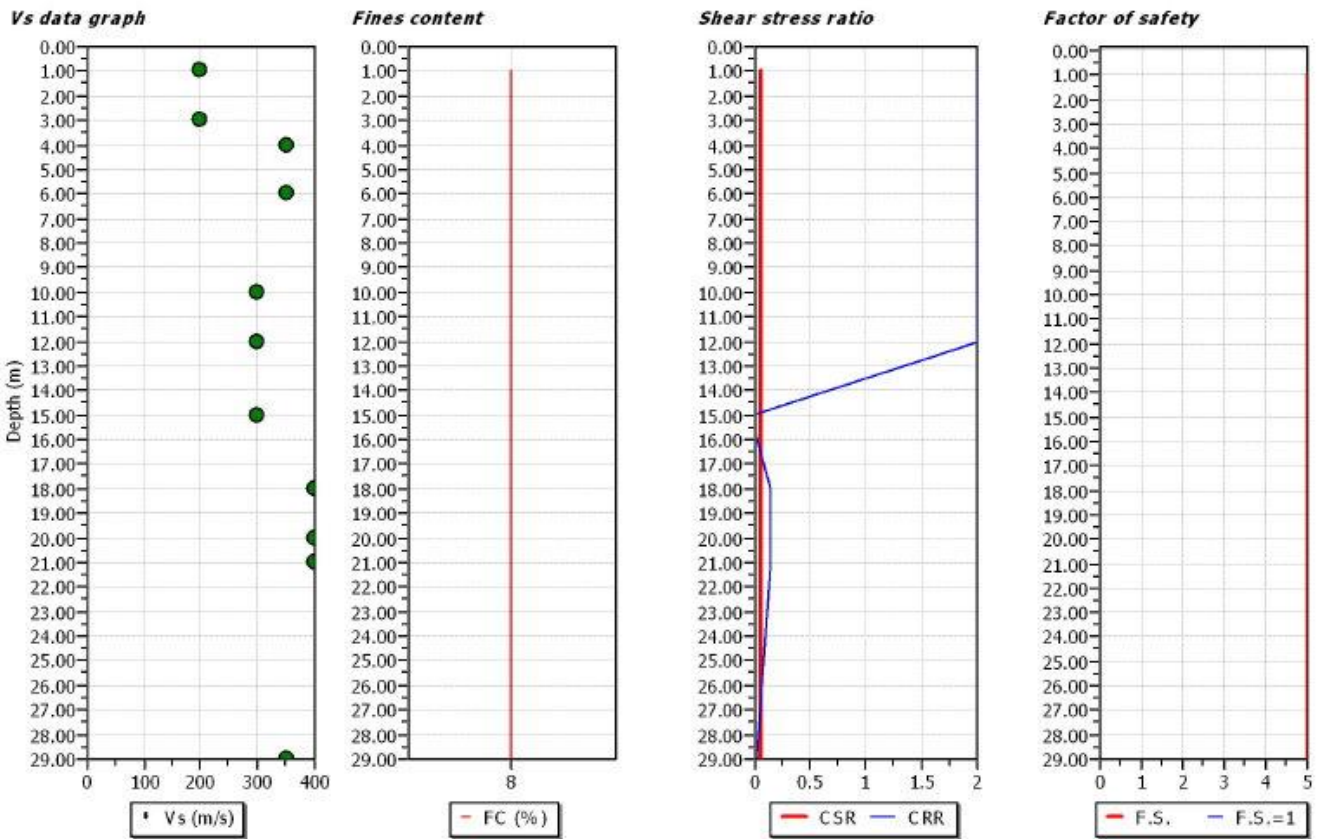


Figura 43. Liquefazione da VS (Masw) zona Stazione Giulio Cesare

Il rischio della liquefazione è stato analizzato per mezzo del metodo semiempirico o semplificato, in cui si determina il valore del fattore di sicurezza nei confronti della liquefazione, definito da:

$$FS = CRR/CSR$$

dove CSR è lo sforzo di taglio indotto dal terremoto, normalizzato rispetto a σ'_{vo} , calcolato ad una data profondità alla quale si calcola la tensione verticale efficace σ'_{vo} ; CRR è la resistenza al taglio ciclica del terreno, normalizzata rispetto a σ'_{vo} , calcolata alla stessa profondità. Il calcolo a varie



profondità consente di ricavare l'andamento di FSL in base al confronto tra le due grandezze, come schematizzato in Figura 44.



Figura 44. Criterio per il calcolo del pericolo della liquefazione

Concettualmente si perviene a un grafico del tipo di quello mostrato in cui viene definita la curva di resistenza alla liquefazione, che divide il piano in due parti: quello in cui si verifica il fenomeno da quello in cui esso non si verifica. In questo grafico sono riportati in ordinata i valori di CRR oppure di CSR, mentre in ascissa sono riportati i valori della grandezza da cui si calcola lo sforzo di taglio ciclico disponibile.

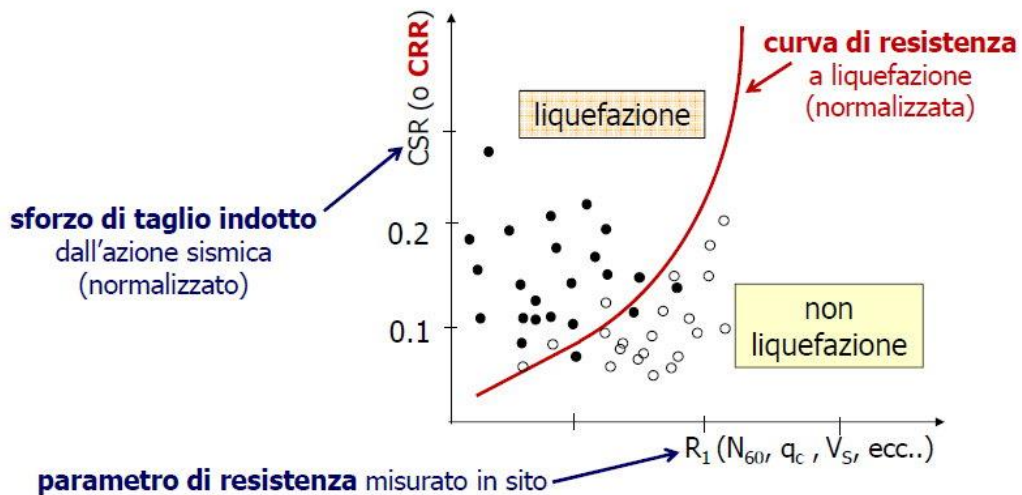


Figura 45. Criterio semiempirico per la definizione del pericolo della liquefazione

Il valore di CSR può essere calcolato attraverso diversi metodi, che dipendono tutti dal valore dell'accelerazione massima al suolo, a_{max} . Il valore di CRR può essere derivato da diverse prove sul terreno, insieme ad una serie di fattori correttivi per tener conto, ad esempio, del valore della tensione verticale efficace, del contenuto di frazione fine, e soprattutto dal valore della magnitudo M del sisma: se essa è inferiore a 7.5 (che rappresenta il valore di riferimento) si adotta un fattore correttivo di scala sul valore dell'accelerazione di picco. Nelle verifiche sopra riportate si è preso

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

a riferimento il valore della velocità delle onde di taglio misurato con le prove Masw. A queste è stato associato il valore della magnitudo pari a 5.70 e un valore dell'accelerazione massima pari a 0.15 g, essendo g l'accelerazione di gravità.

5.2.16.7 *Faglie attive e capaci*

In accordo con quanto stabilito negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Gruppo di lavoro MS, 2008), è considerata attiva una faglia che si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni (parte alta del Pleistocene superiore-Olocene), ed è considerata capace una faglia attiva che raggiunge la superficie topografica, producendo una frattura/dislocazione del terreno.

E' stato consultato il Catalogo Ithaca - Catalogo delle faglie capaci dell'ISPRA, nel quale sono riportate le faglie capaci così definite (estratto dal sito di Ithaca <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>):

"ITHACA adotta la seguente definizione di faglia capace, che tiene conto delle definizioni riportate sopra e del contesto geodinamico italiano.

- *Una faglia è definita capace quando ritenuta in grado di produrre, entro un intervallo di tempo di interesse per la società, una deformazione/dislocazione della superficie del terreno, e/o in prossimità di essa.*
- *La deformazione attesa può essere sia una dislocazione ben definita lungo un piano di rottura (fault displacement/offset) che una deformazione distribuita (warping).*
- *La riattivazione attesa viene definita in funzione del regime tettonico in atto, rispetto al quale deve essere compatibile. Elementi secondari possono però mostrare rotture "anomale", ad esempio movimenti compressivi in un ambiente distensivo, a causa di geometrie locali delle strutture riattivate.*

Intervallo temporale di riferimento

L'età dell'ultimo evento di attivazione di una faglia (last activity) è uno degli elementi discriminanti nella valutazione della "capacità" della struttura. L'analisi considera intervalli temporali di osservazione diversi, in funzione dell'ambiente tettonico (IAEA, 2010) e dei tassi di deformazione:

- *Interplacca (margini di placca)*
 - *1) < 125 ka (Pleistocene Superiore) - Faglia capace*
 - *2) 125 ka ≤ ultimo movimento accertato ≤ 2,58 Ma - Faglia da investigare con indagini appropriate*
- *Intraplacca (aree cratoniche)*
 - *1) ≤ 780 ka (Pleistocene medio) - Faglia capace*
 - *2) Quaternario (2.58 Ma) - Faglia da indagare*

Le definizioni sopra riportate considerano diverse finestre temporali a seconda che l'area di indagine sia in zona Interplacca o Intraplacca. L'intervallo temporale più ampio, e quindi più cautelativo, previsto per le zone Intraplacca (movimenti entro il Pleistocene medio) è applicabile, in Italia, al solo settore sardo, ritenuto un'area intraplacca (microcontinente), sebbene sia bordato da bacini in estensione (Bacini Balearico e Tirrenico) e quindi sia prossimo ad una situazione di interplacca.

Si evidenzia che nel Catalogo ITHACA l'intervallo considerato per le strutture capaci (< 125 ka sensu IAEA, 2010 e 2015) è più esteso di quello (40 ka) considerato negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (Dipartimento Protezione Civile, 2008) redatti dal Dipartimento di



Protezione Civile (DPC) e poi nelle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC).".

La consultazione del Catalogo Ithaca ha evidenziato che nel territorio d'interesse sono presenti due faglie definite come capaci (Figura 46):

- Faglia del Monte dei Cappuccini
- Faglia di Torino

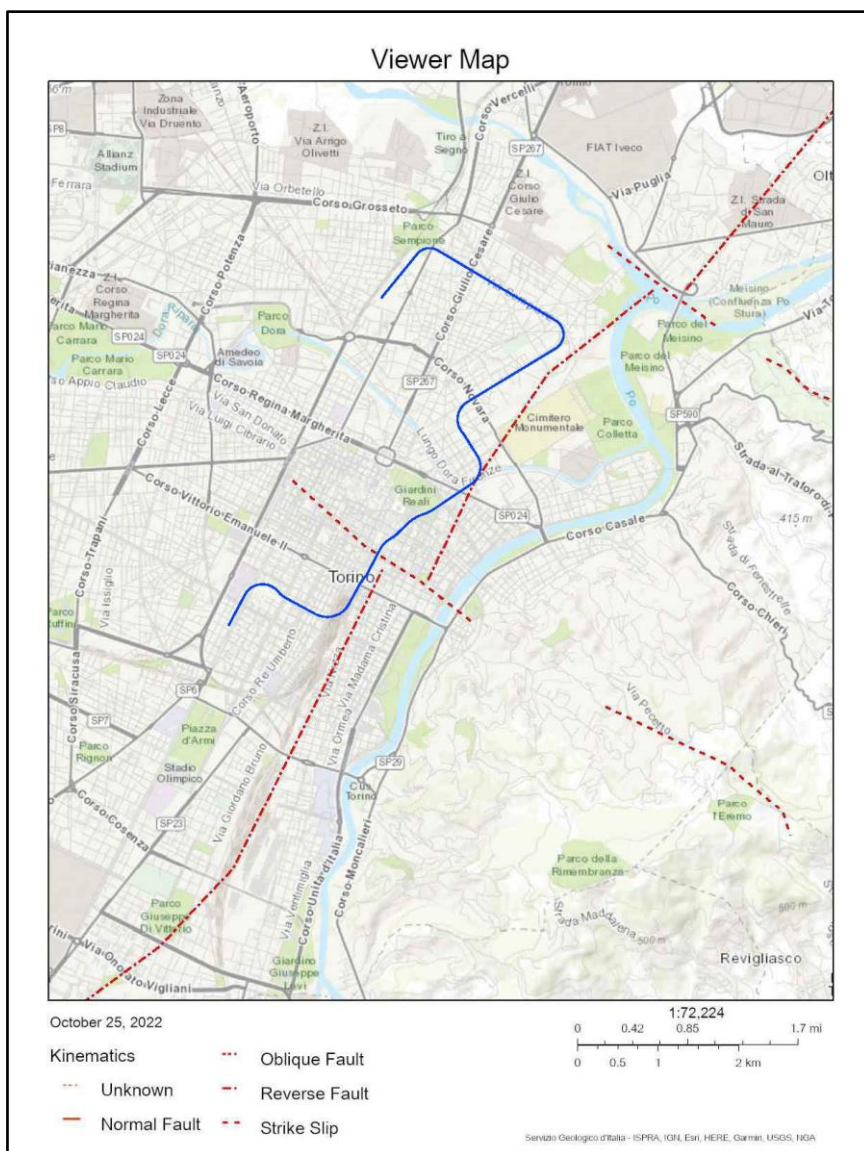



Figura 46. Ithaca - Catalogo delle faglie capaci, con riportato il tracciato dell'opera

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

5.2.16.8 Faglia del Monte dei Cappuccini

La Faglia del Monte dei Cappuccini è così descritta nella scheda associata al catalogo Ithaca:

"La Faglia del Monte dei Cappuccini è una struttura a andamento trascorrente SE-NW appartenente al Thrust Frontale Padano (PTF), un sistema tettonico a forma di arco lungo diversi chilometri, comprendente diverse faglie inverse vergenti da NW (settore occidentale) a NE (est settore). Interessa la successione del Bacino Terziario Piemontese e ne controlla la sovrapposizione con l'avanfossa Padana. La Faglia del Monte dei Cappuccini è costituita da una faglia trascorrente che segmenta la PTF come indicato nello Schema Strutturale del Foglio Carg n. 156-Torino Est, dove il PTF è descritto come una struttura allungata lungo il margine esterno delle colline monferrine e torinesi, solcata da faglie trasversali. Data la mancanza di dati diretti sulla geometria e stratigrafia di questa struttura tettonica, la sua attività è stata riferita a un generico Pleistocene considerando il suo rapporto strutturale con il PTF. La limitata disponibilità di dati geologici per indagini più specifiche per valutare correttamente la capacità della faglia."

L'affidabilità del dato e la qualità degli studi sono definiti entrambi bassi.

L'inserimento nel catalogo Ithaca della faglia è legato dunque alla sua presenza nello schema strutturale riportato nel Foglio Carg 156 "Torino Est" (Figura 47), dove essa è cartografata sul versante orientale della Collina di Torino, mentre il suo prolungamento sul versante collinare occidentale e in pianura è indicato come incerto. Nelle Note Illustrative del Foglio, l'unico accenno alla faglia è al fatto che *"disloca con movimenti distensivi i termini burdigaliano-langhiani della successione in corrispondenza dell'anticlinale di Superga."*

Gli approfondimenti svolti non hanno fornito nuovi dati rispetto a quanto già noto, in particolare non sono stati riscontrati elementi morfologici indicativi di un'attività recente della faglia, oltre che nell'area edificata di Torino (dove sono ovviamente cancellati dall'attività antropica) nemmeno sul versante occidentale della Collina di Torino.

In conclusione, tenuto conto che:

- la faglia è riportata nel catalogo Ithaca con basso grado di affidabilità e bassa qualità dei dati a supporto;
- l'inserimento della faglia nel catalogo Ithaca è legato alla sua presenza nello schema strutturale del Foglio Carg, realizzato con criteri non attinenti alla microzonazione sismica e alla valutazione dello stato di attività delle faglie;
- nelle Note Illustrative del Foglio Carg è riportato che la faglia ha dislocato terreni miocenici (burdigaliano - langhiano) sul versante orientale della Collina di Torino con età compresa fra circa 13 - 20 milioni di anni, dunque non significativi per la valutazione di un'attività recente;
- non vi sono evidenze del proseguimento della faglia sul versante occidentale della collina torinese



si ritiene che, oltre a esserci incertezze sulla reale presenza della faglia sepolta, non vi siano evidenze né della sua attività negli ultimi 40.000 anni né del suo raggiungimento della superficie topografica, e dunque non è stata riportata in cartografia (Carta geologico tecnica e Carta delle MOPS).

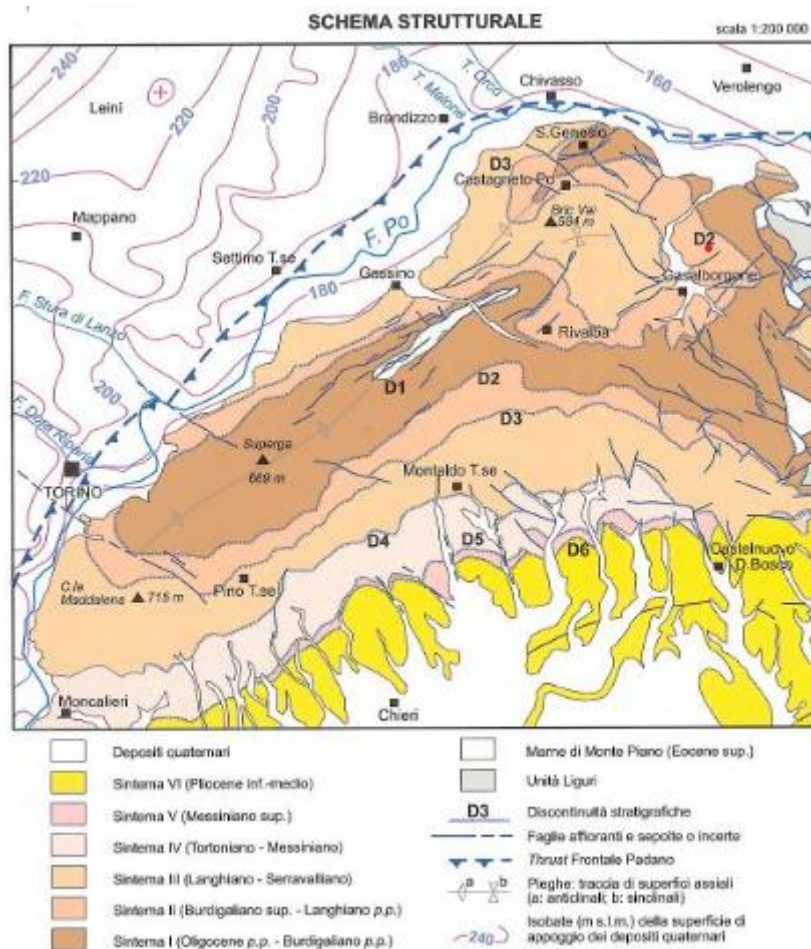


Figura 47. Foglio Carg 156 "Torino Est" - Schema strutturale

5.2.16.9 Faglia di Torino

La Faglia di Torino è così descritta nella scheda associata al catalogo Ithaca:

"La Faglia di Torino è una struttura inversa vergente nord-ovest appartenente al Thrust Frontale Padano (PTF), un sistema tettonico a forma di arco lungo molti chilometri, comprendente diverse faglie inverse vergenti da NW (settore occidentale) a NE (settore orientale). Interessa la successione del Bacino Terziario Piemontese e ne controlla la sovrapposizione con l'avanfossa Padana. Il PTF comprende alcune faglie inverse ben visibili dalle indagini geofisiche eseguite dall'ENEL (1984, 1985) nell'area pianeggiante prospiciente il settore centro-orientale dei rilievi

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

monferrini. Esse consistono in faglie inverse con inclinazione da 20° fino a 55°, rilevate a una profondità massima di circa 5 km, alcune delle quali culminanti molto vicino alla superficie ad una profondità minima di 10-30 m (ENEL, 1985). La Faglia Torino rappresenta la continuazione WSW di Chivasso-San Mauro: la sua traccia deriva dallo Schema Strutturale del Foglio di Carg n. 156-Torino Est, dove il PTF è descritto come struttura segmentata distesa lungo il margine esterno delle colline monferrine e torinesi. La Faglia di Torino è costituita da un segmento minore del Thrust delimitato da due faglie trascorrenti ad andamento NW (faglie Monte dei Cappuccini e Stura). Data la mancanza di dati diretti sulla geometria e stratigrafia di questo segmento del PTF, le sue caratteristiche geometriche e l'attività sono state desunte dalle osservazioni effettuate sulle strutture più vicine a est. Il Thrust è tracciato in Festa et al. (2009) al di sotto dell'area urbana di Torino, dove la struttura si estende a ridosso della superficie topografica. L'attività di faglia è stata riferita a un Pleistocene generico in accordo con i dati di letteratura (Mosca, 2006; Festa et al., 2009). La mancata determinazione dell'età per la parte alta della sequenza stratigrafica e l'incerta chiusura sommitale della struttura non consentono di escluderne l'attivazione in tempi più recenti. La limitata disponibilità e risoluzione delle sezioni trasversali geologiche e geofisiche richiedono indagini più specifiche per valutare adeguatamente la capacità della faglia.”.

L'affidabilità del dato e la qualità degli studi sono definiti entrambi bassi.

In conclusione, tenuto conto che:

- la faglia è riportata nel catalogo Ithaca con basso grado di affidabilità e bassa qualità dei dati a supporto;
- l'inserimento della faglia nel catalogo Ithaca è legato alla sua presenza nello schema strutturale del Foglio Carg, realizzato con criteri non attinenti alla microzonazione sismica e alla valutazione dello stato di attività delle faglie


si ritiene che non vi siano evidenze né della sua attività negli ultimi 40.000 anni né del suo raggiungimento della superficie topografica, e dunque non è stata riportata in cartografia (Carta geologico tecnica e Carta delle MOPS).

5.2.16.10 Considerazioni conclusive

Il tracciato della Linea 2 della Metropolitana interseca due faglie (Faglia dei Monte dei Cappuccini e Faglia di Torino) inserite nel Catalogo Ithaca delle faglie capaci.

Gli studi di approfondimento hanno evidenziato l'assenza di dati sia a supporto dell'attività delle due faglie negli ultimi 40.000 anni che del loro raggiungimento della superficie topografica, come, peraltro, già ipotizzabile dalla documentazione presente nel Catalogo Ithaca dove per entrambe il dato era definito con basso grado di affidabilità e di bassa qualità.

In particolare, gli studi non hanno riscontrato elementi in superficie che possano esseri riferiti al passaggio delle due faglie, o dati stratigrafici anomali potenzialmente attribuibili al passaggio di una struttura tettonica.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

L'unico elemento che ha portato all'inserimento delle due faglie nel Catalogo Ithaca è legato dunque alla loro presenza nello schema strutturale del Foglio Carg, documento peraltro realizzato con criteri non attinenti alla microzonazione sismica e alla valutazione dello stato di attività delle faglie.

Alla luce dei dati sopra esposti, le due faglie non sono state riportate in cartografia (Carta geologico tecnica e Carta delle MOPS), in quanto non rappresentano un elemento di pericolo per il territorio indagato e per la stabilità della nuova Linea 2 della Metropolitana.

5.3 Rilievi e indagini topografiche

Nell'ambito della progettazione della Linea 2 della Metropolitana Automatica di Torino, tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico, la conoscenza del territorio, intesa come superficie topografica, è parte prioritaria per l'ottenimento di tutte le informazioni necessarie allo sviluppo della progettazione.

A tal fine le attività di rilievo si sono articolate nelle seguenti fasi principali:

- Per la realizzazione della nuova rete geodetica di riferimento, sono stati materializzati n.66 centrini in acciaio inox (calotta emisferica con foro centrale), fissati in manufatti esistenti (cordoli marciapiedi ecc.,) lungo il tracciato della linea 2
- misure GPS dei vertici principali della rete geodetica;
- rilievo con strumentazione GPS di alcuni punti appartenente alla rete topografica del rilievo precedente al fine di georeferenziare il nuovo rilievo sul precedente;
- esecuzione delle misure geodimetriche;
- livellazione geometrica di precisione;
- rilievo topografico di dettaglio con georeferenziazione sui vertici della poligonale di base.

Onde evitare le deformazioni tipiche delle rappresentazioni cartografiche, come già sopraesposto, si è adottato un sistema isometrico locale convenzionale denominato ISO250, coincidente con il sistema geodetico della metropolitana di Torino, linea 1, il quale mediante opportune trasformazioni, consente l'utilizzo di un "piano" sul quale eseguire la rappresentazione: il piano è stato considerato ad una quota media zona rilevamento di m 250,00.

Dopo avere ridotto le coordinate dei vertici determinate con metodo statico-rapido di cui alla precedente tabella, al piano locale posto a m 250,00, si è proceduto ad effettuare una rototraslazione ai minimi quadrati isotropa sui punti determinati con procedura RTK-OTF secondo la definizione stabilita per il progetto preliminare della stessa linea 2 (anno 2018).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Nella relazione tecnica MTL2T1A0DRILGENR001, parte integrante degli elaborati del Progetto Definitivo, è riportata nel dettaglio la metodologia seguita per l'esecuzione delle misure.

5.4 Indagini sui fabbricati

5.4.1 Premessa

Il rilievo delle condizioni degli edifici esistenti ubicati all'interno delle aree interessate dalla esecuzione della Metropolitana, è la base sulla quale si sviluppa lo studio per l'individuazione degli edifici che, all'interno di tali aree, possono essere a rischio di cedimento e la predisposizione dei vincoli costruttivi e degli eventuali interventi di presidio adeguati che lo contrastino efficacemente.

5.4.2 Obiettivi e metodologia di indagine

L'obiettivo dell'indagine condotta nell'ambito del progetto è stato quello di raccogliere, per i fabbricati interferenti con le opere della Metropolitana, le informazioni a livello di stato di conservazione, tipologia strutturale, caratteristiche geometriche e di destinazione d'uso necessarie a raggiungere un livello di conoscenza di base dell'edificio, mettendo al tempo stesso in luce eventuali particolarità di cui tenere conto nel corso della progettazione definitiva.

La metodologia seguita si è composta in individuazione preventiva degli edifici da analizzare tramite il censimento e la classificazione, sopralluogo in sito per il rilievo e la verifica degli elementi progettuali precedentemente reperiti ed organizzazione dei dati raccolti.

5.4.3 Indagini eseguite

Le indagini sono state eseguite per l'intera tratta funzionale "Politecnico – Rebaudengo", all'interno della quale sono stati riconosciuti 336 fabbricati ricadenti nella zona di influenza, intendendo come fabbricato ciascuna unità costruttiva strutturalmente completa, continua e indipendente. La documentazione inerente alle indagini eseguite, che consta di relazione tecnica, planimetrie con individuazione degli edifici e/o opere civili interferenti, planimetrie con l'indicazione degli indici di vulnerabilità, planimetrie con individuazione dell'altezza e della profondità degli edifici, nonché le schede di raccolta dei dati di rilevamento per ciascuno dei fabbricati analizzati sono contenute nella cartella 4.6 del Progetto Definitivo, alla quale si rimanda per ogni ulteriore approfondimento. Di seguito si illustrano le osservazioni e criticità emerse durante la campagna di indagini.

5.4.4 Osservazioni e criticità emerse

Nel corso dell'indagine fabbricati sono emerse alcune puntuali criticità che sono state oggetto di opportune valutazioni ai fini della progettazione.

5.4.4.1 Elenco degli edifici e delle principali interferenze

L'elenco degli edifici per i quali si è ritenuto utile segnalare la possibile criticità e/o interferenza e per i quali, è riepilogato nella tabella di seguito riportata:


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tabella 13. Edifici con potenziali criticità e/o interferenze


CODICE EDIFICIO	UBICAZIONE	DESCRIZIONE CRITICITÀ
CBPO01	Via Cristoforo Colombo n.33	Edificio Pubblico – Scuola. Presenza Rifugio antiaereo. Presenza di crepe sugli intradossi del solaio dell'ultimo piano f.t. Sono state installate reti antisfondellamento.
CBPO05	Corso Duca degli Abruzzi n.42	Si segnala la presenza di travi in carpenteria metallica per il sostegno del vano ascensore. Non si hanno informazioni strutturali circa l'ancoraggio delle putrelle alla struttura portante dell'edificio.
CBPO16	Corso Duca Degli Abruzzi n.33, 31	Cedimento e distacco parziale del controsoffitto di copertura del piano sottotetto probabilmente dovuto a infiltrazioni.
POPA07	Via Legnano n. 45	"Casa dei camini". Tutti i camini dell'edificio (n. 22) sono in muratura ed i consulenti tecnici della proprietà evidenziano tali manufatti come a "rischio lesioni" in caso di vibrazioni.
POPA26	Corso Trieste n. 29	Il tracciato passa sotto il fabbricato, il quale presenta, lungo il perimetro della proprietà, una cortina di micropali di profondità pari a circa 10 metri.
PAPN28	Via Nizza (Rifugio Antiaereo Porta Nuova RFI)	Il tracciato passa in adiacenza del rifugio antiaereo interrato presente al di sotto dei binari ferroviari (binario 1) della stazione di Porta Nuova (lato Via Nizza) per il quale è stato effettuato rilievo topografico al fine della corretta posizione.
PNCA02	Via Giuseppe Luigi Lagrange n. 47	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato che presenta n. 3 piani interrati. Con i pozzi di aggettamento acqua la quota più profonda è pari a circa 13,60 m.
PNCA03	Via Guarino Guarini n. 4	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato che presenta n. 3 piani interrati per una profondità di circa 8,80 m.
PNCA12	Via Giuseppe Luigi Lagrange n. 31	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato che nell'interno cortile presenta un'autorimessa a silos con n. 6 piani interrati per una profondità di circa m 15,50.
PNCA18	Via Lagrange, Via Cavour 5	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato che un'autorimessa a silos con una profondità di circa m 11. Si presume che il silo interrato si sviluppi al di sotto dell'area ex cortilizia.
PNCA21	Via Giuseppe Luigi Lagrange n. 15	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato che presenta n. 3 piani interrati per una profondità di circa m 15,50. La proprietà comunica che la quota fondo scavo delle paratie dell'edificio risulterebbe essere di circa 30-35,00 m.
PNCA25	Via Giuseppe Luigi Lagrange n. 12	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato che nell'interno cortile presenta un'autorimessa a silos con n. 3 piani interrati per una profondità di circa m 11,40. Per la realizzazione dei silos sono stati utilizzati micropali. Inoltre, sono presenti n. 2 pozzi geotermici di profondità m 40 all'interno del perimetro della cortina di micropali e n. 1 piezometro esterno all'angolo tra Via Lagrange e Via Giolitti.
PNCA30	Via Giovanni Giolitti n. 3	Il tracciato passa in prossimità dell'autorimessa ad un piano interrato. Non si hanno informazioni sulla eventuale realizzazione di opere provvisionali agli scavi.
PNCA38	Via Lagrange n. 3	Nel cortile interno è presente un pozzo/cisterna di profondità pari a circa 12,00 metri. (Il portinaio comunica 25,00 m) Non è stato possibile aprire il pozzetto per verificarne la reale profondità. Si riscontra inoltre la presenza di infernotti (piano -2) con profondità pari a circa 12 m da piano campagna.



CODICE EDIFICIO	UBICAZIONE	DESCRIZIONE CRITICITÀ
PNCA39	Via Maria Vittoria 6 int. cortile	Si segnala la presenza di lucernai di copertura vetrati ritenuti sensibili alle vibrazioni. Alcuni vetri risultano fessurati a causa di grossi lavori di ristrutturazione in edifici limitrofi.
PNCA41	Via Maria Vittoria n. 5	Al piano interrato (h. 5.80 m) è presente la cripta che è costituita da n. 4 ossari che scendono di circa 6 metri sotto il piano di calpestio del piano P-1 raggiungendo una quota pari a circa -11,80 m da piano campagna. Nel fabbricato è presente, inoltre, la cappella con elementi di pregio (affreschi su volte).
PNCA42	Via Maria Vittoria n. 7/c	Il tracciato passa in adiacenza all'autorimessa a tre piani interrati. Le opere provvisionali (micropali) raggiungono quota m -18,50 dal piano strada.
PNCA43	Via Carlo Alberto 8, 10	Rifugio antiaereo: è stata rilevata la presenza di un rifugio antiaereo che si sviluppa al disotto del cortile interno. L'accesso avviene dal piano interrato - 1 dell'università tramite una lunga scala fino alla quota di -13 m circa dal piano campagna. Inoltre, il rifugio si sviluppa al disotto della proiezione del basso fabbricato interno cortile uso aule, per una lunghezza di circa 33 m per circa 2,5 m di larghezza (al fondo si allarga per creare tre vani più capienti per accogliere le persone). Si evidenzia che la canna del manufatto in c.a. è pressoché ortogonale all'asse galleria. Inoltre all'interno del fabbricato si riscontrano fessure importanti sulle strutture in elevazione.
PNCA44	Via Principe Amedeo n. 12	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato che nell'interno cortile presenta un'autorimessa a silos con n. 6 piani interrati per una profondità di circa m 12,30. Non si hanno informazioni sulla eventuale realizzazione di opere provvisionali agli scavi.
CAMO03	Via Giambattista Bogino n.4	Demolizione muri portanti e sovraccarico della soletta del piano sottotetto. è stata emessa un'ordinanza che ha obbligato ad eseguire il monitoraggio delle crepe.
CAMO05	Via Po n. 6, 8	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato che nell'interno cortile presenta un pozzo diametro 1,00 m per raccolta acque piovane profondo circa 10 m posizionato a circa 2,20 m dal filo fabbricato.
CAMO08	Via Carlo Alberto n.3	Progetto di ristrutturazione dell'intero edificio comprensivo dell'installazione di pozzi geotermici. Sono state richieste alla proprietà maggiori informazioni.
CAMO19	Via Giuseppe Verdi n. 9	Il tracciato passa in adiacenza al Bastione della Cavallerizza Reale, il quale risulta collegato al suo interno con il rifugio antiaereo interrato ad una profondità di circa 8-9,00 m dal piano campagna dei giardini inferiori (lato Corso San Maurizio).
CAMO24	Via Giuseppe Verdi n. 9	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato della Cavallerizza Reale che presenta nel cortile interno un piano interrato (locali tecnici) di circa m 4,50 ed interferente con la realizzazione del Pozzo di Areazione della Galleria.
CAMO26	Via Rossini n.6	Il tracciato passa in adiacenza al fabbricato del auditorium RAI che presenta un pozzo, al momento inutilizzato, di diametro pari a 350 mm e profondità pari a circa 27,5 m. La proprietà segnala cedimenti diffusi delle strutture perimetrali dell'edificio.



CODICE EDIFICIO	UBICAZIONE	DESCRIZIONE CRITICITÀ
MOVR21	Via Mantova n.36	Il fabbricato presenta pilastri in carpenteria metallica sezione molto snella. Sono state eseguiti rinforzi puntuali e strutture per l'antisfondellamento a seguito del cedimento del solaio avvenuto nel 2019. È in corso di redazione la pratica per l'idoneità statica del fabbricato.
MOVR53	Corso San Maurizio 21	Presenza di due piani interrati con profondità stimata pari a 7,00 m da piano campagna. Si segnalano inoltre alcune problematiche sulle pareti perimetrali del piano sottotetto (mansarde lato cortile) sulle quali sono state riscontrati nel corso degli anni alcuni fenomeni fessurativi.
MOVR55	Via Mantova n.19	Sono in corso d'opera ristrutturazioni al piano terra dove si riscontrano fessurazioni nei pilastri. Al momento se stanno eseguendo verifiche statiche sui suddetti pilastri.
VRNO01	Corso Regio Parco n.33	L'edificio si presenta in un cattivo stato di manutenzione al piano interrato e al piano sottotetto. Forte ammaloramento della facciata interna ed esterna.
VRNO11	Corso Verona n.10	È presente un progetto (in corso di definizione) per la realizzazione di un'area commerciale la quale prevederà parcheggi interrati.
VRNO34	Via Bologna n.47	Presenza di rifugio antiaereo.
NOBO07	Corso Novara n.75B, Via Sordevolo n.2	Piccola casa della divina provvidenza Cottolengo. Al piano interrato è stato rilevato un abbassamento delle volte con conseguente formazione di crepa (Sono state posizionate putrelle di rinforzo/sostegno delle volte.)
NOBO08	Corso Novara n.65	Istituto Superiore Birago. Anno 2021: installazione di rete antisfondellamento. Al piano seminterrato ammaloramento del cls delle travi in c.a. Sono in corso d'opera le lavorazioni per il risanamento e la creazione di portale in c.a.
NOBO19	Via Bologna n.101, 105, 105bis, 107	Certificato edilizio relativo un rifugio antiaereo al civico 101. Non si hanno informazioni relative.
NOBO22	Via Bologna n.125	Cedimento strutturale sul basso fabbricato. Fessurazioni sulle facciate laterali del fabbricato.
BOCI05	Via Bologna n.190, Via Cimarosa	Caserma dell'Esercito. Edificio vincolato. cattivo stato di conservazione.
BOCI06	Via Bologna n. 210, 212, 214, Via Cimarosa n. 14	Caserma dell'Esercito. Edificio vincolato. cattivo stato di conservazione (infiltrazioni dalla copertura, si riscontrano diversi cedimenti di elementi strutturali della copertura).
BOCI08	Via Bologna n. 188/C	Edificio Industriale URMET. Presenza di elementi sensibili: Collaudi parametrici a sonde mobili. Si rilevano cedimenti dei tavelloni delle falde shed.
BOCI12	Via Bologna n. 171	Palazzina storica della Croce Rossa Italiana. Stato di conservazione mediocre. Il tecnico segnala che le solette di interpiano dell'edificio hanno uno spessore molto esile e pertanto soggette a vibrazione.
BOCI15	Via Bologna n.175	Edificio del comune in completo stato di abbandono. Forte ammaloramento delle strutture interne del fabbricato e nello specifico del piano copertura.
CICO01	Via Gottardo n. 265, 267, 269, 271	Cedimenti diffusi del terreno intorno al fabbricato.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

CODICE EDIFICIO	UBICAZIONE	DESCRIZIONE CRITICITÀ
COSG01	Via Gottardo n.233	cedimento delle strutture perimetrali della fossa dell'ascensore causa riempimento della stessa con materiale di risulta che spinge verso l'esterno. Si riscontrano vistose crepe sulle strutture perimetrali della fossa dell'ascensore.
GCRE02	Via Fossata 82, 80/G	Una porzione del fabbricato risulta in adiacenza al cavalcavia di Via Lauro Rossi e pertanto soggetto a vibrazioni. La copertura nella zona dell'officina è a volta in laterizio: in passato si è manifestata la caduta di laterizio. Al momento è presente una rete anticaduta calcinacci. Presenza di macchinari sensibili (Centri di lavoro a controllo numerico con tolleranza di un centesimo).
GCRE05	Corso Venezia snc	Presenza della rampa di accesso (attualmente chiusa) al Sottopasso RFI. La profondità della rampa è pari a 7,50m.
GCRE06	Via Valprato 68	Il muro di cinta esterno alla proprietà è ritenuto sensibile e a rischio crollo ad ogni vibrazione. Un episodio di crollo dello stesso è già avvenuto in occasione di una nuova costruzione nelle vicinanze del muro. Si segnala inoltre la presenza di un piano interrato con profondità pari a 6 m. Il solaio di interpiano è puntellato all'intradosso.

5.5 Indagini pubblici servizi

Al fine di rilevare le interferenze tra la linea metropolitana e i servizi presenti nel sottosuolo nella tratta interessata dalla costruzione della tratta funzionale 1: Politecnico-Rebaudengo, sono state condotte le indagini sulle reti di pubblici servizi potenzialmente interferenti.

I sottoservizi analizzati e censiti a livello plano-altimetrico sono i seguenti:

- SMAT – Acquedotto
- SMAT – Fognature bianche e nere
- SMAT – Bealere di Torino
- SNAM – rete e gas
- ITALGAS – Distribuzione GAS
- IREN – Teleriscaldamento
- IRETI – Semaforici
- IRETI – Illuminazione pubblica
- IRETI – Distribuzione elettrica
- IRETI – Rete dati
- TERNA – Elettrodotti
- TELEFONICI – BT
- TELEFONICI – Colt
- TELEFONICI – Open fiber
- TELEFONICI – Retelit
- TELEFONICI – Fastweb
- TELEFONICI – Unito
- TELEFONICI – Wind
- TELEFONICI – Telecom
- TELEFONICI – Difesa

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- GTT – Binari
- GTT – Cavi Fo
- GTT – Fermate
- ZTL – 5T
- AMIAT – Piazzole Amiat

La documentazione redatta nella precedente fase di progettazione e relativa sia alle informazioni sul censimento delle reti esistenti, sia alla proposta di risoluzione della possibile interferenza, è stata trasmessa agli Enti Gestori delle reti, ed è stata indetta una Conferenza dei servizi (di seguito denominata CdS) svoltasi in via telematica in data 02/08/2021. In occasione della Cds il Progettista ha avuto modo di presentare il Progetto della tratta funzionale "Politecnico-Rebaudengo", quindi richiedere l'aggiornamento delle posizioni as-built delle reti potenzialmente interferenti. Gli aggiornamenti ricevuti dagli enti gestori, e, laddove non disponibili, si è fatto riferimento alle informazioni derivanti dalla precedente fase progettuale, hanno permesso di provvedere alla rappresentazione, su cartografia georeferenziata di base tutte le reti interferenti presenti nel sottosuolo e aeree, suddivise nelle seguenti discipline:

- Reti a gravità
- Reti in pressione
- Reti elettriche
- Telecomunicazioni
- Pubblici servizi di superficie


Gli esiti delle indagini sui pubblici servizi sono illustrati nella cartella 4.7 del Progetto Definitivo, alla quale si rimanda per un'ampia trattazione.

Nella tabella seguente sono indicati i tipi di rete e gli Enti gestori dei pubblici che sono risultati interferenti.

Tabella 14. Elenco degli enti gestori dei pubblici servizi interferenti con la linea 2

RETE	ENTI GESTORI
1) Fognatura nera/mista e bianca	SMAT
2) Acquedotto	SMAT
3) Bealere	Comune di Torino
4) Rete gas	SNAM ITALGAS
5) Teleriscaldamento	IREN Teleriscaldamento
6) Rete telefonici	TELECOM; FASTWEB; WIND
7) Rete Elettrica	ENEL RETE; TERNA
8) Illuminazione pubblica	Comune di Torino
9) Rete semaforica	Comune di Torino
10) Piazzole Ecologiche	Amiat

Le proposte di risoluzione delle interferenze invece sono illustrate nella cartella 8 del Progetto Definitivo, alla quale si rimanda per un'ampia trattazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

5.6 Indagini su verde e alberate

Nell'ambito dello sviluppo del Progetto Definitivo della tratta funzionale "Politecnico-Rebaudengo" sono state condotte le indagini su verde pubblico e alberate, base sulle seguenti finalità:

- Individuazione di tutti i posti pianta potenzialmente interferiti dalle opere in progetto;
- descrizione dei parametri dendrometrici ed arboricolturali degli alberi presenti;
- valutazione degli interventi gestionali più opportuni in fase di corso d'opera,
- valutazione degli interventi gestionali più opportuni in fase di post operam,
- stima del valore ornamentale di ciascun albero, al fine della determinazione del valore delle compensazioni ambientali per la componente del verde verticale esistenti lungo il tracciato.

Tutti i rilievi hanno consentito di identificare le possibili interferenze con i manufatti dell'opera e le attività di cantiere.

Dal punto di vista operativo, la stima del valore ornamentale degli alberi potenzialmente interferiti è stata eseguita mediante rilievo in campo in corrispondenza di ciascuna opera e rilievo di tutti i posti pianta (occupati e vuoti) presenti.

Si precisa che sono stati censiti in questa fase (*Ante Operam*) anche i posti pianta vuoti, in quanto si ritiene che questa informazione potrà essere utile in fase di progettazione degli interventi di ripristino in *Post Operam*.

Laddove il posto pianta è risultato invece regolarmente occupato (pianta presente), sono stati quindi rilevati i parametri descrittivi e dendrometrici di seguito riportati.

Per maggiori dettagli si rimanda alla cartella 4.8 del Progetto definitivo.

5.7 Indagini storiche e bonifica ordigni bellici

Nell'ambito della progettazione della linea 2 della metropolitana, significativo si rivela l'apporto offerto dalla conoscenza della struttura storica del territorio interessato dal tracciato, esito di un'analisi in proiezione dei processi di trasformazione che, in un arco cronologico ampio, hanno interessato le aree oggetto di progetto. Essenziale è segnalare la possibile presenza di elementi ora nel sottosuolo, testimonianza ancora riconoscibile del differente uso dei luoghi, al fine di offrire note utili in fase di progetto e, soprattutto, di ridurre il grado di incertezza di individuare dei beni interrati nel corso del cantiere.

Obiettivo della ricerca è stato quello di definire un quadro delle fonti storico-documentarie disponibili relative alla Città metropolitana di Torino con specifico riferimento alle zone interessate dal percorso della linea 2 della metropolitana, qui considerato non come tracciato lineare, ma come ambito esteso, forma areale dalle dimensioni e dai confini determinati, nei tratti successivi, in funzione delle caratteristiche del suolo.

Il lavoro, nello specifico, è mirato a riconoscere il sistema delle acque, in relazione non solo all'andamento dei fiumi che attraversano il percorso, ma soprattutto in confronto al complesso e

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

articolato sistema di canalizzazioni realizzato per un migliore sfruttamento delle acque dagli anni in cui Torino è capitale scelta del ducato di Savoia. A questo si lega il sistema delle cascine, ora solo in parte riconoscibile, che, oltre a documentare la fruizione agricola del territorio pianeggiante che circonda la capitale fin dal Seicento e dal Settecento, ha lasciato parti di costruito oggi nel sottosuolo.

A fronte dell'individuazione della documentazione di archivio, la successiva sovrapposizione critica e ragionata, quando necessario e possibile georeferenziata, delle carte storiche sulla Carta Tecnica Comunale di Torino ha permesso di riconoscere con un certo grado di approssimazione l'ubicazione dei beni, definendo il livello di rischio circa la possibilità di effettuare ritrovamenti nel corso dei lavori in oggetto.

Le indagini storiche condotte, ampiamente trattate negli elaborati di cui alla cartella 4.1 del Progetto Definitivo, si articolano in due parti: nella prima si introduce il metodo di ricerca scientifica adottato, completato da un regesto archivistico e dalla bibliografia, primo esito del lavoro da considerarsi come strumento di studio delle aree interessate dal tracciato della linea 2 della metropolitana. La seconda parte approfondisce le fonti documentarie di maggiore interesse, essenzialmente cartografiche, indagando criticamente il tracciato del percorso (con riferimento agli aerali) per segnalare la presenza di bealere e canali, delle cascine e degli avvenuti bombardamenti.

È corretto, in ultimo, rilevare subito che in considerazione dell'estensione del percorso e dell'ovviamente alto numero di fonti storico-documentarie inerenti i temi trattati rispetto alla Città metropolitana di Torino, la ricerca non può considerarsi esaustiva e assolutamente completa e potrà, quindi, essere approfondita nella successiva fase di progettazione.

Un diverso approccio qualifica l'indagine relativa al possibile rinvenimento degli ordigni bellici lanciati durante il secondo conflitto mondiale. L'alto numero di congegni caduti già documentati, nonché i tanti danni subiti dagli edifici – in questo caso da considerarsi come prova di bombardamenti intensi – potrebbero aver lasciato esplosivi ancora presenti nell'interrato. Nella presente ricerca, ai fini del progetto definitivo, si è esaminata la documentazione conservata presso l'Archivio Storico della Città di Torino con riferimento essenzialmente alla restituzione grafica dei bombardamenti e gli elenchi degli ordigni disinnescati – come ovvia testimonianza dell'avvenuta incursione aerea – forniti dal Ministero della Difesa, integrando questi dati con le immagini della città bombardata scattate dalla RAF (Royal Air Force) nel 1943 e reperite presso l'Aerofototeca dell'ICCD (Istituto Centrale Catalogo e Documentazione).

Per quel che riguarda nello specifico il rischio di rinvenimento di ordigni bellici, il quadro emerso dall'analisi della documentazione consultata è quello di un territorio che, al pari di altre realtà caratterizzate dalla presenza di obiettivi sensibili, è stato oggetto di una serie di incursioni aeree senz'altro definibili come intense, con impiego di un notevole quantitativo di ordigni. Tuttavia, mentre per la città di Torino la documentazione, anche cartografica, è molto abbondante e chiara, le notizie si fanno più scarse e rarefatte per i comuni adiacenti, per i quali non sono state reperite carte di sintesi, ma solo una serie di notizie sparse e non organiche.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

La possibilità di quantificare un livello di rischio anche in termini generici, come sono le definizioni di rischio “medio-basso” o “medio-alto” riportate nelle tabelle (riguardanti così specificatamente il solo territorio di Torino), sono da ritenersi generiche vista la generale incertezza derivante dal limitato numero di bonifiche integrali, e per di più su superfici circoscritte, svolte negli ultimi tempi.

Tuttavia, pur considerando la reale impossibilità di fornire valutazioni esatte circa i luoghi bombardati, con le relative aree di dispersione, e la presenza di ordigni inesplosi non ancora rinvenuti, si può congetturare, anche se unicamente a livello di semplice probabilità, che un rischio “medio-alto” può essere riferito a zone fino ad oggi mai state oggetto di scavi, come strade, aree di parco pubblico o anche di aree abbandonate per molto tempo all’interno dei nuclei urbani, anche, come si è visto, relativamente lontane dai principali obiettivi sensibili. Il rischio aumenta maggiormente in quelle aree non occupate da costruzioni negli anni del conflitto e, ancora oggi, non completamente urbanizzate.

Sulla base di queste considerazioni, e sulla scorta di quanto emerso dalla documentazione consultata - pur tenendo conto dell’evidenza che l’intensità dei bombardamenti è maggiore lungo i tratti del percorso della linea 2 nelle zone centrali della città è presso gli stabilimenti industriali e i nodi ferroviari - è necessario segnalare un’area di rischio rinvenimento ordigni bellici estesa lungo tutto il tracciato della progettata linea 2 della metropolitana.

Si rimarca in ogni caso quanto riferito dal Ministero della Difesa, consultato per l’esecuzione della presente ricerca, che si cita testualmente: CORRE TUTTAVIA L'OBBLIGO EVIDENZIARE, CHE L'UNICA PROCEDURA IDONEA A CERTIFICARE L'ASSENZA DI ORDIGNI RESIDUATI BELLICI NEL SOTTOSUOLO É UNA BONIFICA SISTEMATICA PREVENTIVA, PER LA QUALE, QUALORA RITENUTO NECESSARIO, SI RIMANDA AL 5° REPARTO INFRASTRUTTURE UFF. BCM. PADOVA.

5.8 Indagini archeologiche

La campagna di indagini archeologiche sviluppata nella fase di Progetto Definitivo è stata condotta in continuità con gli esiti della Verifica Preventiva di Interesse Archeologico, di cui alla precedente fase progettuale e sulla base della rimodulazione del Piano dei sondaggi archeologici concordato con la Soprintendenza Archeologica, Belle Arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino (di seguito anche SABAP-TO).

Nello specifico gli studi archeologici sviluppati nell’ambito del PFTE avevano individuato lungo il tracciato dell’opera aree a rischio archeologico relativo compreso fra basso e molto alto, come riportato nel documento denominato MTO2CIARCOMK005-00-B **Valutazione del rischio archeologico relativo** ed anche, in forma più sintetica, nel documento MTO2CIARCOMR008-00-B Piano dei sondaggi archeologici⁹. Tale documento è stato approvato dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Torino (di seguito denominata

⁹ Si rammenta come parte delle indagini sia stata condotta invece nell’ambito del PFTE in corrispondenza delle aree maggiormente critiche, vale a dire in corrispondenza delle stazioni Nizza e Carlo Alberto, per le quali si rimanda ai documenti MTO2CIARCOMR006-00-B e MTO2CIARCOMR007-00-B dello stesso PFTE.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

SABAP-TO) con comunicazione prot. 4732 del 23 giugno 2020¹⁰, con la seguente prescrizione *"si rammenta che l'intero piano di prospezioni, sondaggi e indagini archeologiche previste andrà completato – anche in ragione di eventuali modifiche progettuali intervenute nel frattempo – ed eseguito nel corso della progettazione definitiva"*.

Nel corso dello sviluppo della progettazione, per maggior completezza dell'indagine, si è scelto di iniziare una prima fase delle indagini archeologiche eseguendo l'assistenza agli scavi - o meglio, ai pre-scavi – propedeutici all'esecuzione dei sondaggi/carotaggi a scopo geognostico, in qualche caso sostitutivi di quelli indicati nel Piano dei sondaggi archeologici perché collocati nella stessa area anche se con qualche metro di scarto. La presente relazione riguarda l'esito di tali attività.

Nel dettaglio, è stata eseguita l'assistenza archeologica a 81 pre-scavi funzionali ai carotaggi; 4 carotaggi (tutti nella zona di piazza Rebaudengo) sono invece stati analizzati unicamente attraverso la presa visione dei carotaggi eseguiti in precedenza.

In 7 casi sono stati identificati elementi di potenziale interesse archeologico, che hanno richiesto approfondimenti finalizzati al chiarimento della loro natura. Ciò ha determinato una rimodulazione del piano dei sondaggi, in linea con quanto richiesto dalla SABAP-TO nel citato parere prot. 4732 del 23 giugno 2010.

In seguito a sopralluoghi sul posto, con gli obiettivi precisi di ridurre al minimo le interferenze con lo svolgimento della vita cittadina ed al contempo di indagare la massima superficie possibile al fine dell'abbattimento del rischio archeologico, è stato quindi elaborato un nuovo Piano dei sondaggi archeologici (doc. MTL2T1A0DIACGENR002), approvato dalla SABAP-TO con comunicazione 21860 del 15 novembre 2021 (PEC Segnatura: MIC|MIC_SABAP-TO|15/11/2021|0021860-P). La campagna di indagini archeologiche mediante l'esecuzione di 48 sondaggi in 16 aree di indagine. Il risultato dei rinvenimenti è riepilogato nel seguito:

- materiale edilizio di età romana (frammenti di tegole e mattoni, Stazione Verona, stazione Porta Nuova) e ceramica di età romana (stazione Mole) nei riporti più tardi;
- materiale ceramico post medievale (Stazione Novara, Stazione Mole, stazione e pozzo Bologna, stazione Cimarosa);
- presenza in antico di un avvallamento nei pressi di C.so Regio Parco e C.so Verona, nel quale si sono accumulati depositi legati allo scorrimento e/o al ristagno di acqua, rappresentati da limi argillosi grigio-azzurrognoli, la cui colorazione denuncia la probabile presenza di fosfati e quindi di sostanze organiche;
- piani di calpestio o superfici d'uso di epoca romana (Stazione Verona);
- stratificazioni intatte relative ad epoche post medievali con tracce labili di antropizzazione più antica sull'interfaccia superiore dell'argilla naturale (Stazione Cimarosa/Tabacchi);
- presenza di superfici d'uso e piani di calpestio, caratterizzati dalla presenza di strani elementi in terracotta, forse distanziatori da fornace di epoca tardo e post medievale (Pozzo Bologna);

¹⁰ Nello stesso parere si cita la precedente comunicazione prot. n. 19032 del 30/10/2019, nella quale si concordava con il piano di sondaggi archeologici, frutto di un continuo e articolato confronto con la Soprintendenza.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Presenza reti di pubblici servizi che hanno condizionato alcune indagini;
- Strati antropizzati di epoca recente;
- Rinvenimenti strutturali in via Teofilo Rossi: trattasi di vani cantinati di un edificio sei-settecentesco, in corso di studio. Si prescrivere nell'Appalto lavori la necessità di istruire una pratica di demolizione preliminarmente alla costruzione del pozzo Porta Nuova.

Per maggiori dettagli si rimanda alla cartella 4.2 del Progetto definitivo.

5.9 Indagini ambientali


I rilievi e le informazioni bibliografiche disponibili hanno consentito di caratterizzare compiutamente lo stato di qualità ambientale iniziale delle aree interessate dal progetto. Tale dominio di conoscenze è la base informativa essenziale della successiva valutazione dei potenziali impatti indotti dalla realizzazione della linea 2 - Tratta Politecnico - Rebaudengo (nelle fasi di costruzione ed esercizio). Sono stati inoltre svolti rilievi integrativi, rispetto a quanto già eseguito in PFTE relativamente alle matrici rumore, vibrazioni, suolo e acque sotterranee. Di seguito si riportano alcune considerazioni sui risultati ottenuti, per maggiori dettagli si rimanda alla cartella 4.5 del Progetto definitivo.

Per la componente rumore, i livelli acustici rilevati sono principalmente ascrivibili ai transiti veicolari lungo le strade adiacenti i ricettori analizzati. Tali livelli risultano sistematicamente superiori ai limiti assoluti di immissione per aree di classe I di destinazione d'uso (50 dB(A) diurni per le scuole e l'ospedale e 40 dB(A) notturni solo per le strutture ospedaliere), nonché ai limiti di immissione caratteristici delle fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali entro cui i ricettori ricadono.

I rilievi e le informazioni bibliografiche disponibili hanno consentito di caratterizzare compiutamente lo stato di qualità ambientale iniziale delle aree interessate dal progetto. Tale dominio di conoscenze è la base informativa essenziale della successiva valutazione dei potenziali impatti indotti dalla realizzazione della linea 2 - Tratta Politecnico - Rebaudengo (nelle fasi di costruzione ed esercizio). Sono stati inoltre svolti rilievi integrativi, rispetto a quanto già eseguito in PFTE relativamente alle matrici rumore, vibrazioni, suolo e acque sotterranee. Di seguito si riportano alcune considerazioni sui risultati ottenuti, per maggiori dettagli si rimanda alla cartella 4.5 del Progetto definitivo.

Per la componente rumore, i livelli acustici rilevati sono principalmente ascrivibili ai transiti veicolari lungo le strade adiacenti i ricettori analizzati. Tali livelli risultano sistematicamente superiori ai limiti assoluti di immissione per aree di classe I di destinazione d'uso (50 dB(A) diurni per le scuole e l'ospedale e 40 dB(A) notturni solo per le strutture ospedaliere), nonché ai limiti di immissione caratteristici delle fasce di pertinenza delle infrastrutture stradali entro cui i ricettori ricadono.

La campagna di rilevamento dei livelli di vibrazioni mostra livelli di fondo mediamente presente negli edifici e prevalentemente ascrivibile al traffico locale, con picchi connessi ad eventi puntuali interni ai fabbricati. In generale i limiti della norma UNI 9614:1990 sono rispettati, ad esclusione


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

di alcuni eventi locali e molto circoscritti e sono in linea con i livelli tipici di un contesto densamente urbanizzato.

I risultati analitici delle analisi condotte sulle acque sotterranee evidenziano dei superamenti delle CSC legate sia ai metalli che ai composti organici e organoalogenati; tali superamenti costituiscono una fotografia attuale dello stato delle matrici ambientali suolo-sottosuolo e acque sotterranee.

Relativamente alla caratterizzazione ambientale dei terreni, di seguito si riporta una sintesi dei risultati:

- Il 23% dei campioni analizzati è risultato conforme alle CSC previste dalla Colonna A Tab. 1, All. 5, Parte IV, Titolo V, D. Lgs. n. 152/06. Secondo quanto definito dal DPR 120/2017 tali materiali rientrano nella dicitura di Terre e Rocce da Scavo;
- Il 72% dei campioni analizzati è risultato conforme alle CSC previste dalla Colonna B Tab. 1, All. 5, Parte IV, Titolo V, D. Lgs. n. 152/06. Secondo quanto definito dal DPR 120/2017 tali materiali rientrano nella dicitura di Terre e Rocce da Scavo;
- Il 5% dei campioni analizzati non è risultato conforme alle CSC previste dalla Colonna B Tab. 1, All. 5, Parte IV, Titolo V, D. Lgs. n. 152/06. Secondo quanto definito dal DPR 120/2017 tali materiali non rientrano nella dicitura di Terre e Rocce da Scavo e pertanto devono essere gestiti come rifiuti.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

6. ANALISI DELLA DOMANDA DI MOBILITÀ

6.1 Premessa

Il tracciato della seconda linea di metropolitana della Città di Torino nasce dalla volontà di definire, a seguito del riassetto territoriale post-olimpico e delle previste trasformazioni urbanistiche di medio e lungo periodo, lo scenario strategico di forza connesso con lo sviluppo del sistema dei trasporti della Città e della sua area metropolitana con riferimento sia al trasporto pubblico su ferro in tutte le sue componenti sia con riguardo ad una seconda linea metropolitana.

In continuità con le scelte progettuali del PFTE, il Progettista Definitivo ha affidato alla Società IRTECO sas l'incarico relativo alla redazione di uno studio di traffico a supporto della progettazione definitiva della nuova Linea 2 di metropolitana della Città di Torino limitatamente alla tratta funzionale compresa tra la stazione Rebaudengo a nord e la stazione Politecnico a sud/ovest, al fine del dimensionamento del parco rotabile e dei conseguenti stalli di parcheggio necessari.

La tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico ha un'estensione di circa 9,7 km lunga i quali sono previste 13 stazioni di linea con un distanziamento medio interstazione di circa 673m.

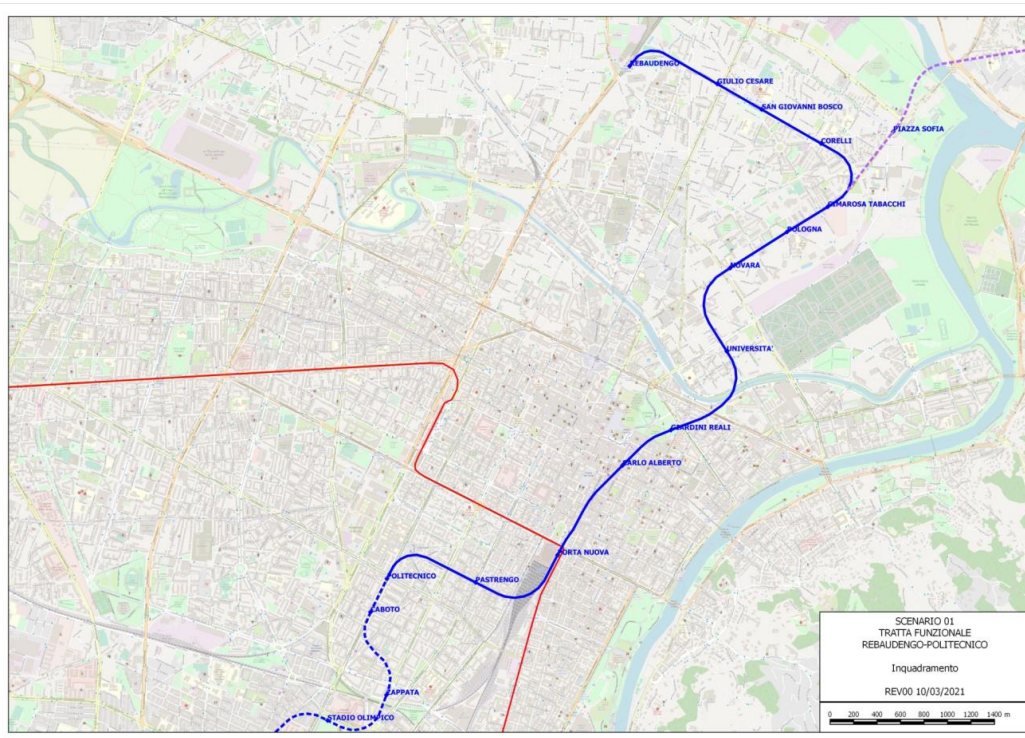



Figura 48. Key-plan della linea 2 – 1° Lotto Funzionale Politecnico – Rebaudengo

Nel seguito si riportano dunque i risultati dello studio di traffico in termini di domanda attesa sulla Linea 2 di Metropolitana, limitatamente alla tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico, alla data di presunta entrata in esercizio della tratta funzionale stessa, prevista all'anno 2030, nonché per

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

i successivi orizzonti temporali di lungo periodo a 10 e 20 anni dall'entrata in esercizio (2040 e 2050 rispettivamente).

Lo studio di traffico è stato predisposto, per omogeneità, con il ricorso alla medesima base dati, socio-economica e di domanda, utilizzata dalla scrivente nell'ambito della redazione dello studio di traffico¹¹ a supporto del progetto preliminare della nuova linea 2, Anselmetti-Rebaudengo, e degli studi di fattibilità delle diramazioni nord/est, verso San Mauro Torinese, e sud/ovest, verso Orbassano. Pertanto, con riferimento alla domanda di mobilità l'anno base di riferimento è il 2018.

La stima della domanda potenziale della nuova linea 2 nella tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico, per gli scenari temporali futuri di lungo periodo (2030, 2040 e 2050), è stata operata sulla base dei trend storici osservati sulle variabili chiave nonché in previsione delle future dinamiche previsto sul territorio.

La finalità del presente studio di traffico è primariamente quella di supportare la progettazione definitiva della linea con riferimento, in via non limitativa, al dimensionamento dell'esercizio e delle stazioni di linea.


Ciò premesso, il successivo paragrafo illustrerà sinteticamente l'approccio metodologico e modellistico alla base del presente studio di traffico, come derivato e sviluppato nell'ambito del più generale studio di traffico sviluppato nel 2018 per l'intera linea 2 Rebaudengo-Anselmetti.

6.2 Approccio metodologico: generalità

Il presente paragrafo illustra sinteticamente la metodologia generale di stima della domanda di mobilità, che insiste sul territorio comunale e sovracomunale, relativamente all'anno base 2018, unitamente ad un sintetico inquadramento delle dinamiche territoriali e alle attuali caratteristiche della domanda stimata con riferimento all'anno base 2018.

In linea generale l'approccio metodologico utilizzato è sinteticamente illustrato nella Figura 49.

¹¹ IRTECO, studio di traffico a supporto del progetto di fattibilità della nuova linea 2, Anselmetti-Rebaudengo, e degli studi di fattibilità delle diramazioni nord/est, verso San Mauro Torinese, e sud/ovest, verso Orbassano, redatto nel 2018 per conto del RTP con mandataria Systra.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

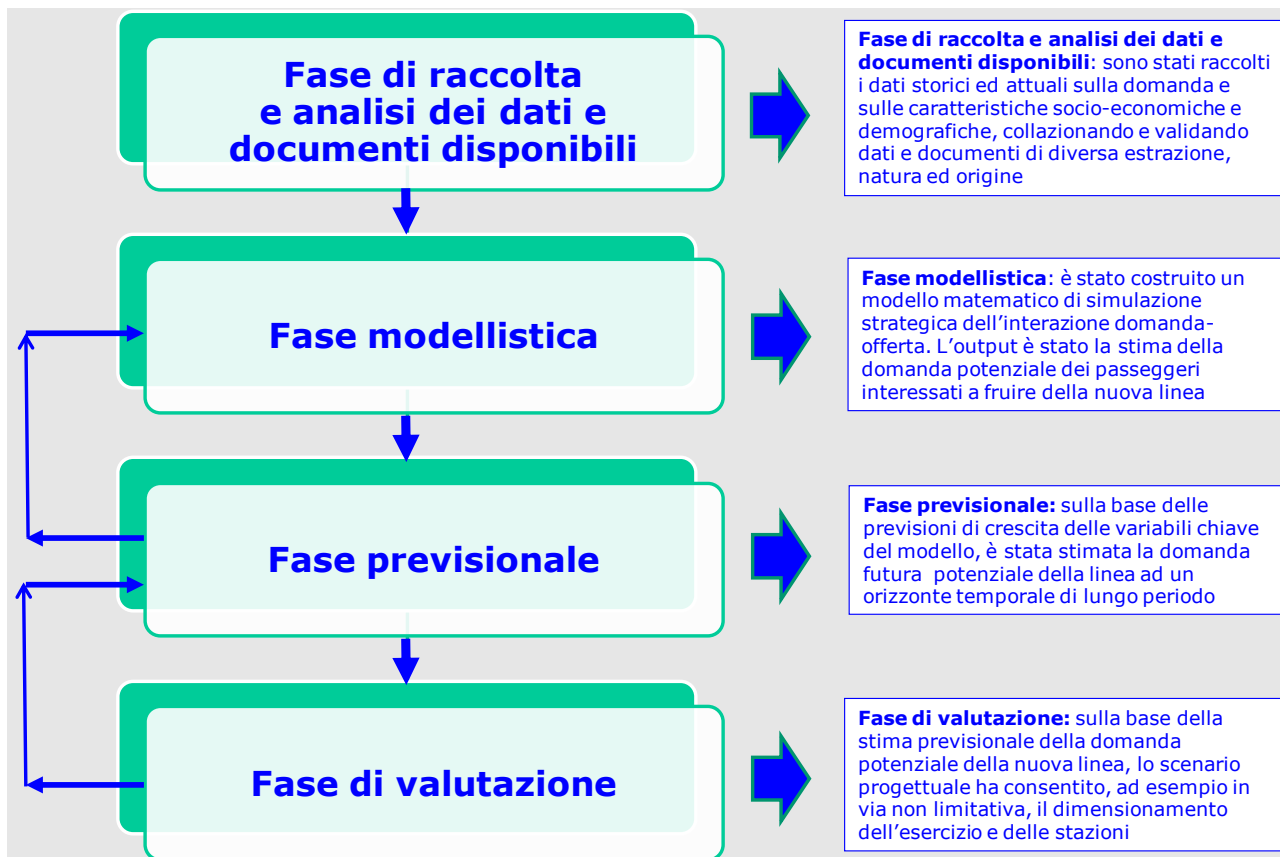


Figura 49. Metodologia generale [Fonte: elaborazione consulenti]

Come noto, la domanda di mobilità deriva dalla necessità, delle persone e delle cose, di spostarsi da un luogo di origine verso un luogo di destinazione ricorrendo ad una determinata modalità di trasporto che utilizza le infrastrutture esistenti sul territorio. Si evince, pertanto, che le modalità con cui si realizzano gli spostamenti sul territorio sono funzione, primariamente, delle caratteristiche del sistema di offerta localmente e territorialmente presente.

La finalità della costruzione del modello di domanda è stata, conseguentemente, quella di stimare in termini quantitativi la domanda di mobilità che insiste sul territorio comunale e sovra-comunale, al fine di poter analizzare, in simbiosi con il modello di offerta, l'iterazione esistente tra domanda ed offerta, e stimare l'intensità d'uso delle diverse infrastrutture di trasporto, in termini di riparto modale, sia relativamente allo scenario relativo alla base 2018 sia relativamente ai diversi orizzonti temporali ai analisi di lungo periodo.

Alla luce di quanto premesso, il modello di domanda, costruito e validato per l'anno base 2018 nell'ambito del più volte richiamato studio di traffico a supporto del progetto preliminare, assume una rilevanza strategica per le successive analisi previsionali della domanda all'anno di presunta entrata in esercizio della tratta funzionale (2030) e per i successivi anni di analisi (2040 e 2050). Il modello di domanda calibrato all'anno base 2018 è stato in grado, sulla base dei trend di crescita

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

osservati sulle variabili sensibili inserite nel modello, che generano appunto domanda, e sulla base dello sviluppo della tratta funzionale della linea 2, di prevedere e, quindi, stimare quantitativamente quale sarà la domanda futura all'anno di entrata in esercizio 2030 e negli anni ad esso successivi e, conseguentemente, stimare la domanda assorbita dalla linea 2 limitatamente alla tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico.

Sulla base di queste premesse, l'operazione preliminare alla costruzione e validazione del modello di domanda, a suo tempo operata, è stata la raccolta da fonte di una cospicua base dati a valenza socio-economica e territoriale, volta a descrivere il territorio e la domanda di mobilità che su di esso insiste, rispetto ad una batteria di indicatori in grado di esprimere, con un adeguato livello, la relazionalità esistente tra la domanda di mobilità, spazialmente distribuita, e la variabilità nel tempo degli indicatori assunti alla base del modello di domanda.


6.3 La base dati socio-economica e documentale

Come premesso, a monte della costruzione del modello di domanda si è reso necessario acquisire una cospicua base dati, a valenza socio-economica e demografica, rispetto alle variabili ritenute di interesse ai fini della potenziale interrelazione con la generazione, l'attrazione e la distribuzione della generazione della domanda.

Preme evidenziare che, alla data di redazione del richiamato studio di traffico a supporto del progetto preliminare, tra le primissime esperienze in campo nazionale, la conoscenza della domanda all'anno base 2018 è stata supportata dalla resa disponibilità dei dati anonimizzati di telefonia mobile estratti dalla piattaforma CityForecast© di TIM relativamente ad un giorno tipo feriale in periodo invernale lavorativo-scolastico, di cui si darà evidenza nel prosieguo. Detta base dati ha consentito di evitare il ricorso ad indagini campionarie sulla mobilità di tipo tradizionale (quali ad esempio le CATI o le face-to-face survey), superando al contempo il "limite" insito nelle indagini di tipo tradizionale primariamente connesso con il processo inferenziale di espansione all'universo dei soli cittadini anagraficamente residenti nelle diverse zone di indagine dell'area di studio. Difatti, la base dati estratta dalla richiamata piattaforma ha consentito di poter disporre di un dato di mobilità attuale (2018), consistente e robusto, riferito alla totalità della popolazione presente nel territorio di analisi (residenti, domiciliati, fuori sede, city user, etc).

I principali dati e documenti raccolti, elaborati, analizzati e sistematizzati, nell'ambito dello studio di traffico a supporto del progetto preliminare, sono stati:

- studi di tracciato e trasportistici redatti, dal 2005 al 2016, dal gruppo di lavoro costituito tra la Città di Torino, l'AMP ed altri enti ed allegati alla documentazione a base di gara o reperiti attraverso i canali ufficiali;
- base dati estratta dalla piattaforma CityForecast© di TIM/Olivetti (matrice OD, presenze e provenienze);
- base dati delle indagini periodiche campionarie condotte dall'Agenzia Mobilità Piemontese (Fonte: AMP);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- base dati mobilità ciclabile in sharing (Fonte: TOBike®);
- base dati mobilità privata in carsharing free float (Fonte: Car2Go® e Enjoy®);
- base dati popolazione residente (Fonte: Istat ed Ufficio Statistica del Comune di Torino);
- base dati delle UL e degli addetti (Fonte: CCIAA Torino, Istat);
- tasso di motorizzazione e possesso autovettura privata (Fonte: Istat, ACI)
- base dati delle frequentazioni della Linea 1 della metropolitana di Torino (Fonte: GTT SpA);
- base dati del traffico privato sulla rete stradale urbana, sul sistema tangenziale di Torino e sulla rete autostradale di adduzione al capoluogo (Fonte: 5T, SATAP SpA e ATIVA SpA);
- documenti di programmazione e pianificazione territoriale cogenti e/o in itinere (PRG, PUMS, ...);
- altri dati.

Oltre a questi dati primari e funzionali alla successiva costruzione del modello di domanda sono stati raccolti e sistematizzati ulteriori dati territoriali, quali elemento di supporto conoscitivo delle dinamiche in atto e pregresse.

La fase successiva alla collazione, analisi e sistemazione della base dati è stata quella di estrapolare i trend di crescita di ciascuna variabile di interesse, mediante la costruzione di modelli regressivi, al fine di stimare il relativo valore all'anno base 2018. I valori delle variabili, così stimate all'anno base 2018, sono confluiti nel modello di domanda, che verrà descritto nei successivi paragrafi.

Le tavole seguenti riportano alcuni tematismi relativi alle principali variabili di interesse stimate per l'anno base 2018, la cui distribuzione territoriale risulta di particolare rilevanza ai fini conoscitivi e, soprattutto, ai fini della distribuzione della generazione della domanda sul territorio comunale.

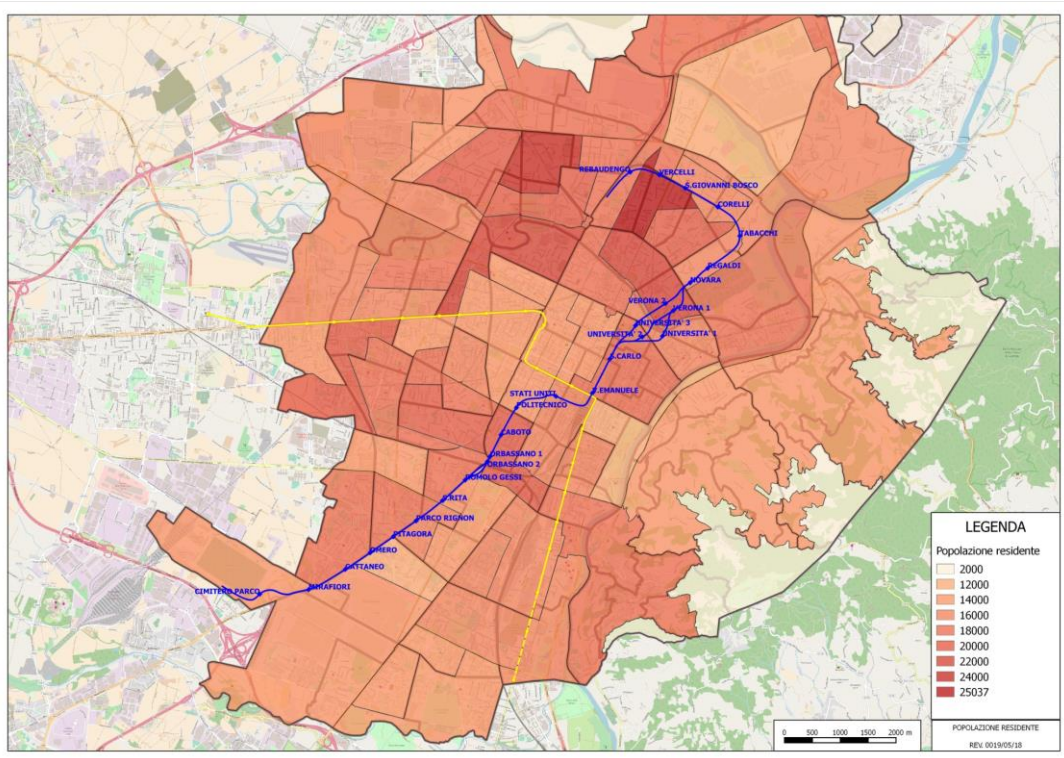


Figura 50. Popolazione residente per zona [Fonte: elaborazioni consulenti su dati Istat e Comune Torino]

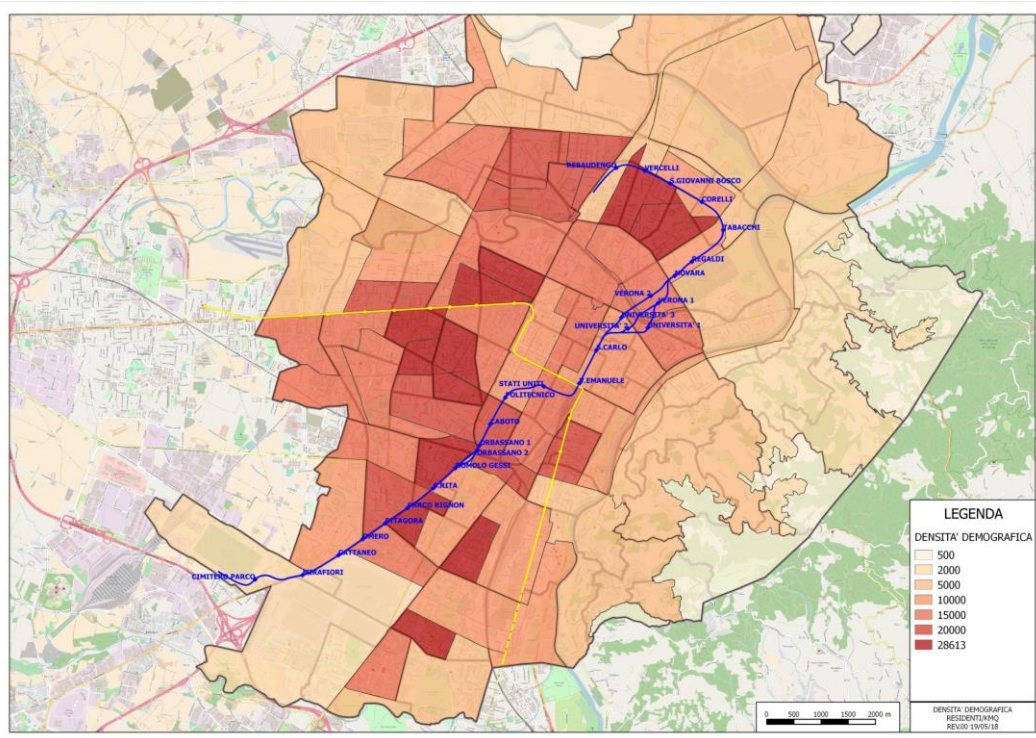


Figura 51. Densità demografica, ab/kmq [Fonte: elaborazioni consulenti su dati Istat e Comune Torino]

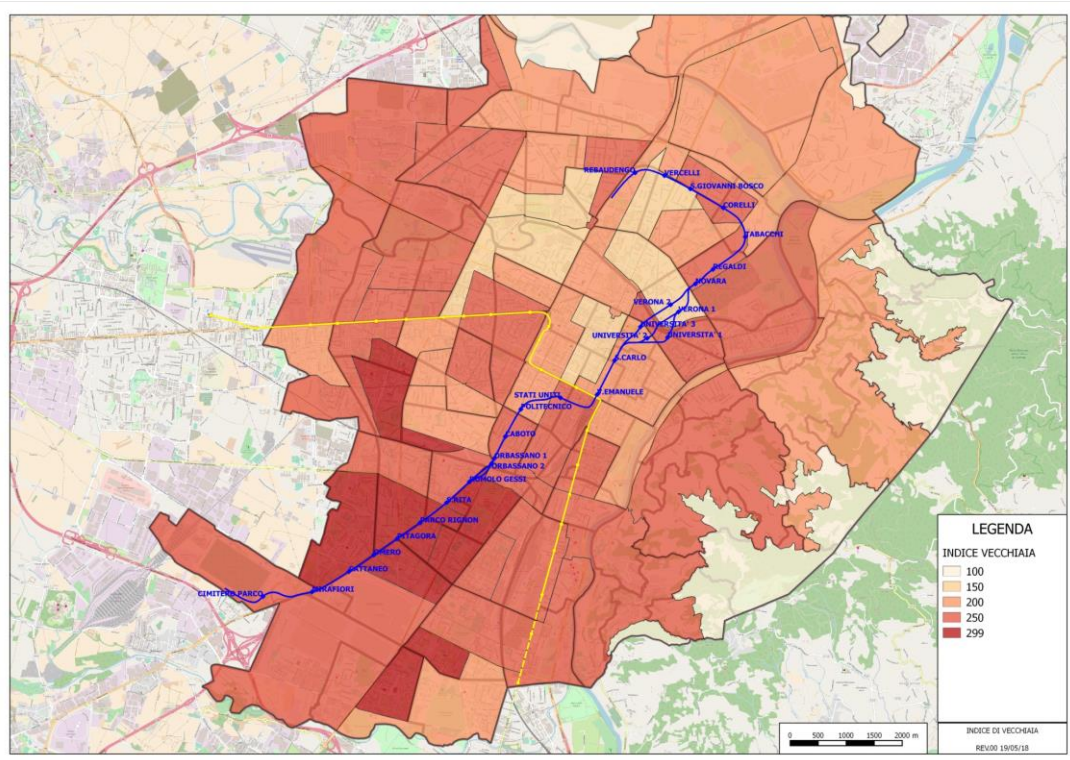


Figura 52. Indice di vecchiaia, % [Fonte: elaborazioni consulenti su dati Istat e Comune Torino]

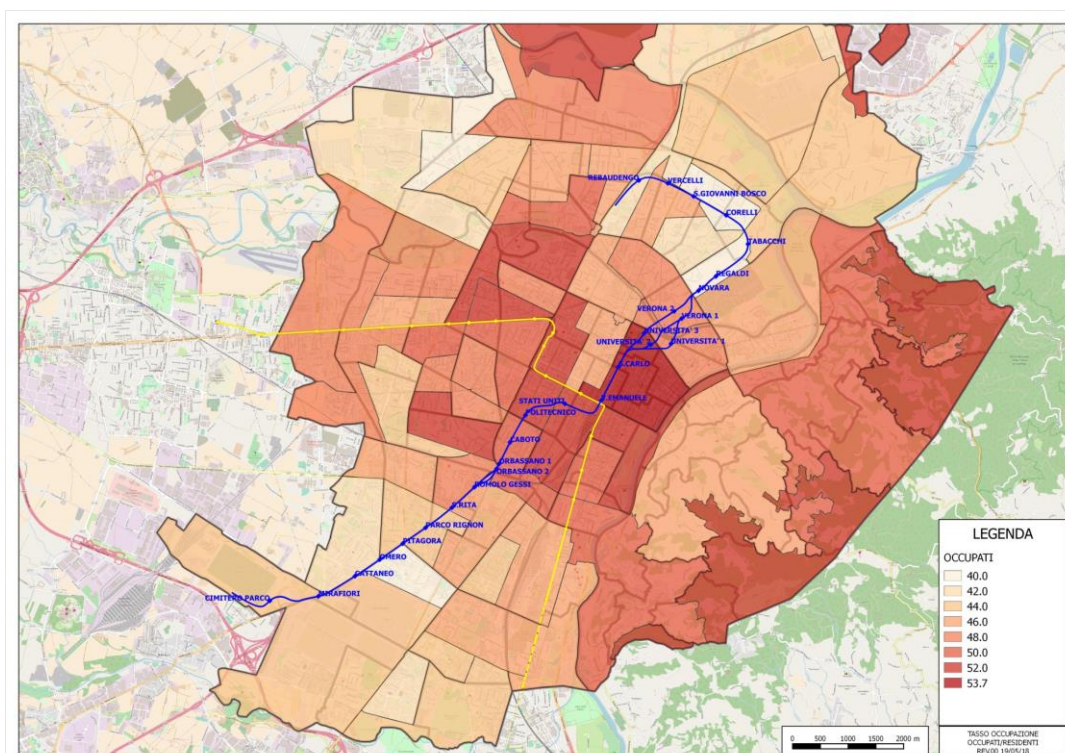



Figura 53. Tasso di occupazione, % [Fonte: elaborazioni consulenti su dati Istat e Comune Torino]

6.4 La domanda di mobilità nell'area di studio

6.4.1 I big data derivanti dalle celle telefoniche: generalità

Come detto, la conoscenza della domanda attuale all'anno base 2018 è stata supportata dalla messa a disposizione, da parte dell'Amministrazione Comunale della Città di Torino, dei big data estratti dalla piattaforma CityForecast© di TIM, relativamente ad un giorno tipo feriale in periodo invernale lavorativo-scolastico.

Nell'ambito della redazione dello studio di traffico a supporto del progetto preliminare, questa base dati ha consentito di evitare il ricorso ad indagini campionarie sulla mobilità di tipo tradizionale (quali ad esempio le CATI o le face-to-face survey o le household survey), potendo contrarre su informazioni recenti sull'entità della mobilità e consentendo, al contempo, di superare il "limite" insito nelle indagini di tipo tradizionale primariamente connesso con il processo inferenziale di espansione all'universo ai soli cittadini anagraficamente residenti nelle diverse zone di indagine dell'area di studio. Difatti, la base dati anonimizzata estratta dalla piattaforma CityForecast© ha consentito di poter disporre di un dato di mobilità attuale, sufficientemente robusto e con elevato livello di affidabilità, riferito alla totalità della popolazione presente nel territorio di analisi (residenti, domiciliati, fuori sede, city user, etc), unitamente ad altre utili informazioni.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

L'analisi dell'attività delle celle telefoniche ha permesso di studiare e comprendere "la vita" della Città, e più in generale della Città Metropolitana di Torino, con un elevato livello di dettaglio, in funzione di diverse variabili chiave di lettura del territorio:

- le abitudini quotidiane delle persone presenti sul territorio sia in termini di mobilità sia in termini di presenze;
- le differenze nei modelli comportamentali delle persone per effetto delle fluttuazioni delle abitudini nei diversi giorni dell'anno e nelle diverse fasce orarie.

La piattaforma CityForecast© di TIM è un cruscotto applicativo operante in ambiente cloud, che sfrutta la tecnologia dei big data applicata a dati anonimizzati provenienti dai dispositivi mobili e da fonti pubbliche, che ha consentito di estrarre dati di interesse per le fasi di elaborazione ed analisi e alimentare il processo modellistico di interazione domanda/offerta pr l'anno base 2018, di cui si darà evidenza nei successivi paragrafi.

La piattaforma CityForecast© è, pertanto, una soluzione "innovativa" nell'ambito dell'Internet of Things (IoT) e dei Big Data per la gestione e controllo del territorio, ed ha consentito di poter arricchire il patrimonio conoscitivo relativo allo studio trasportistico volto a stimare la domanda della linea 2 della metropolitana.


Gli algoritmi di calcolo implementati nella piattaforma hanno consentito, primariamente e in linea generale, di poter estrarre dati utili per:

- stimare la densità delle persone presenti sul territorio;
- analizzare le provenienze delle persone presenti;
- studiare la mobilità, in termini di spostamenti, delle persone da una zona ad un'altra del territorio.

Nello specifico, alla data di redazione del richiamato studio di traffico a supporto del progetto preliminare, è stato possibile disporre dei seguenti dati puntuali relativi ad un giorno tipo feriale in periodo invernale scolastico-lavorativo dell'anno 2018:

- presenze sul territorio con un livello di aggregazione oraria;
- provenienze territoriali delle persone presenti sul territorio con un livello di aggregazione orario unitamente ad altri dati di profilazione della popolazione presente;
- matrice OD di mobilità con un livello di aggregazione oraria.

Tali dati, in particolare la matrice OD primitiva ricavata, sono stati successivamente trattati, elaborati ed analizzati e sono confluiti nel modello di domanda successivamente descritto.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

6.4.2 L'entità della domanda all'anno base 2018

Si riportano di seguito i principali macro-elementi relativi alle caratteristiche della domanda di mobilità prevista per l'anno base 2018.

La domanda di mobilità all'anno base 2018 ha consentito di stimare in **2.25 milioni spostamenti/giorno** la domanda di mobilità originata all'interno dei confini comunali, al netto degli spostamenti infrazonali, di cui 1.38 milioni spostamenti/giorno si esauriscono all'interno dei confini comunali stessi (61% circa).

Nell'ora di **punta del mattino**, compresa tra le 07:00 e le 08:00, il territorio comunale genera **164 mila spostamenti/h** (pari al 7.4% della mobilità giornaliera) di cui 107 mila spostamenti/h si esauriscono all'interno dei confini comunali (65%), in entrambe i casi al netto degli spostamenti infrazonali.

La domanda di mobilità che si svolge all'interno dei confini comunali risulta caratterizzata, in generale durante la punta della mattina, da spostamenti di medio-corto raggio con un riparto modale che vede l'uso del mezzo privato toccare quote superiori al 67%. L'utilizzo del mezzo privato ed il complementare utilizzo del mezzo pubblico variano da zona a zona della Città, prevalentemente in funzione della disponibilità di un servizio pubblico adeguato oltre che di variabili socioeconomiche locali.

Nella punta del mattino le porzioni di territorio maggiormente attrattive in termini di mobilità risultano, oltre quelle centrali, le aree ubicate a sud/ovest, nord e sud/est.

Le successive Tavole riportano alcuni tematismi rappresentativi dei principali caratteri della mobilità in essere sul territorio comunale all'anno base 2018.

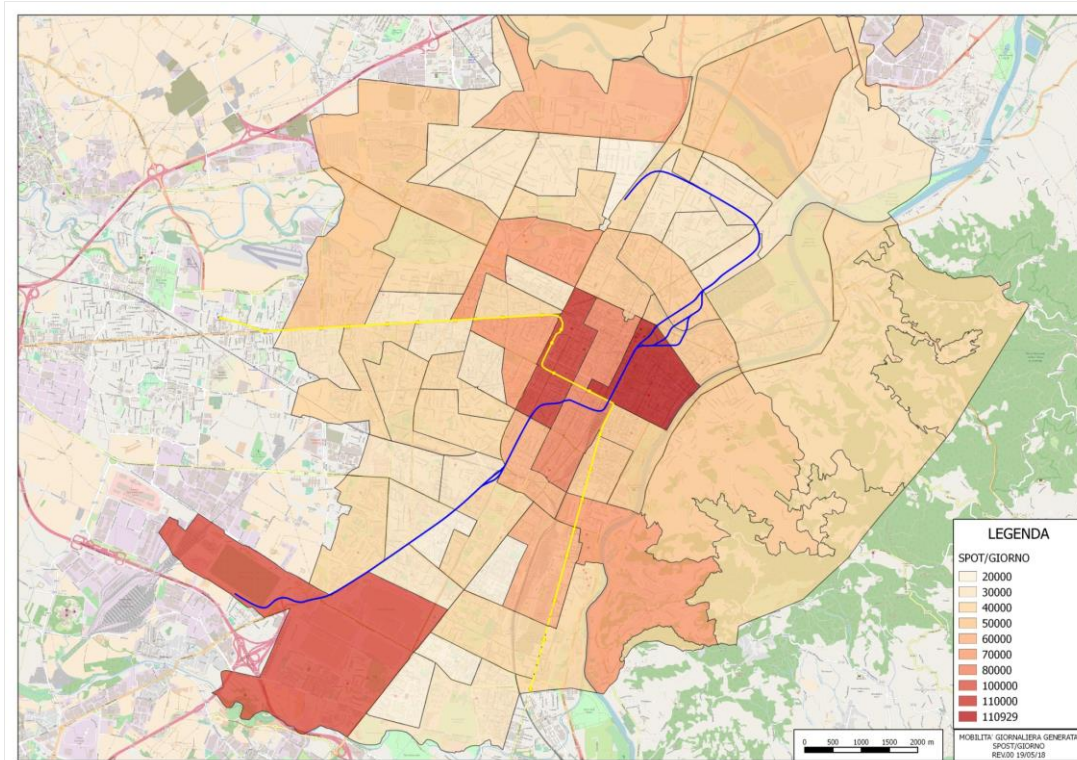


Figura 54. Spostamenti/giorno originati per zona [Fonte: elaborazioni consulenti]

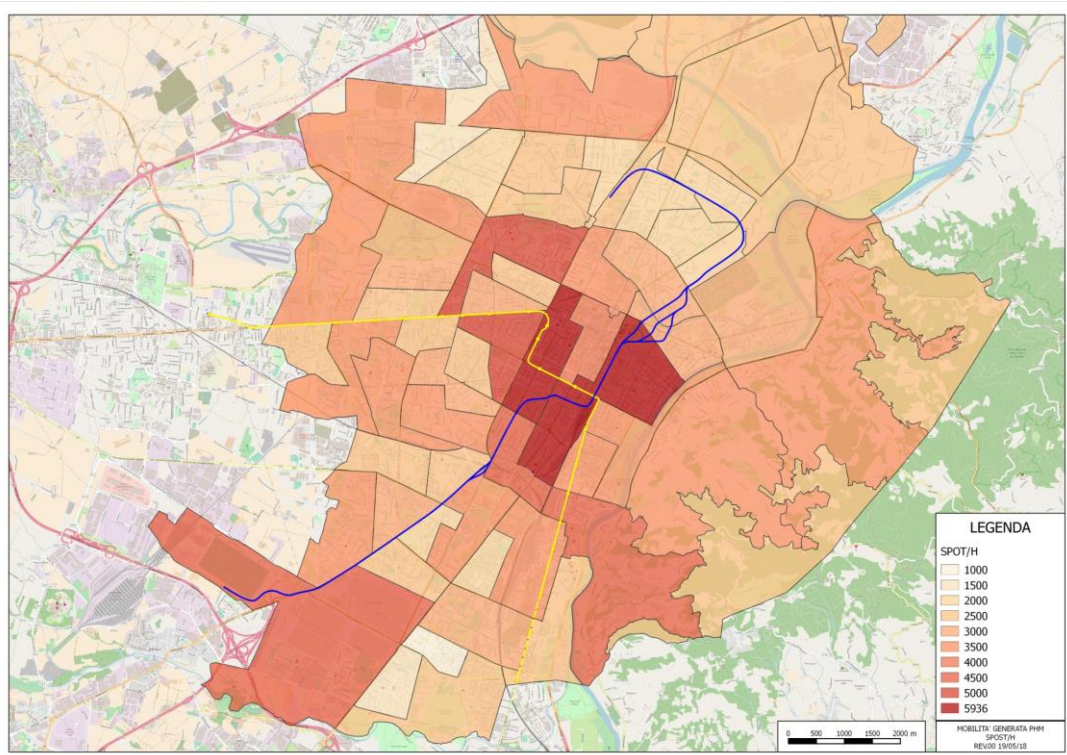


Figura 55. Spostamenti/h PHM originati per macro zona [Fonte: elaborazioni consulenti]

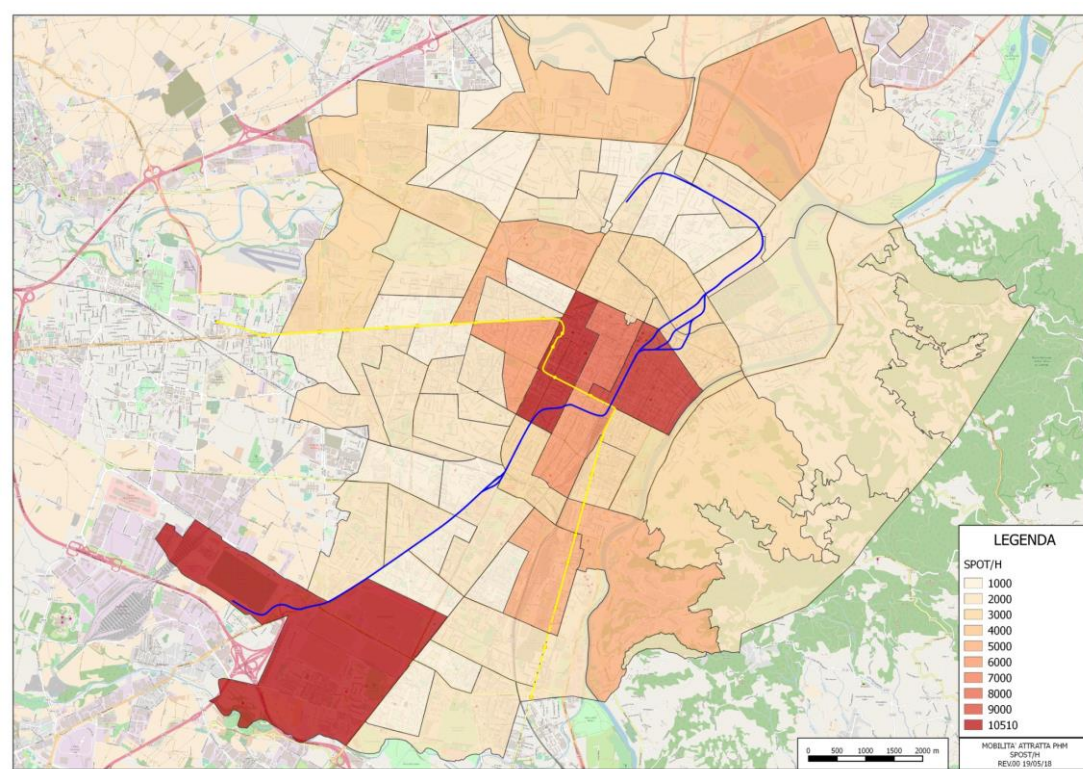


Figura 56. Spostamenti/h PHM attratti per macro zona [Fonte: elaborazioni consulenti]

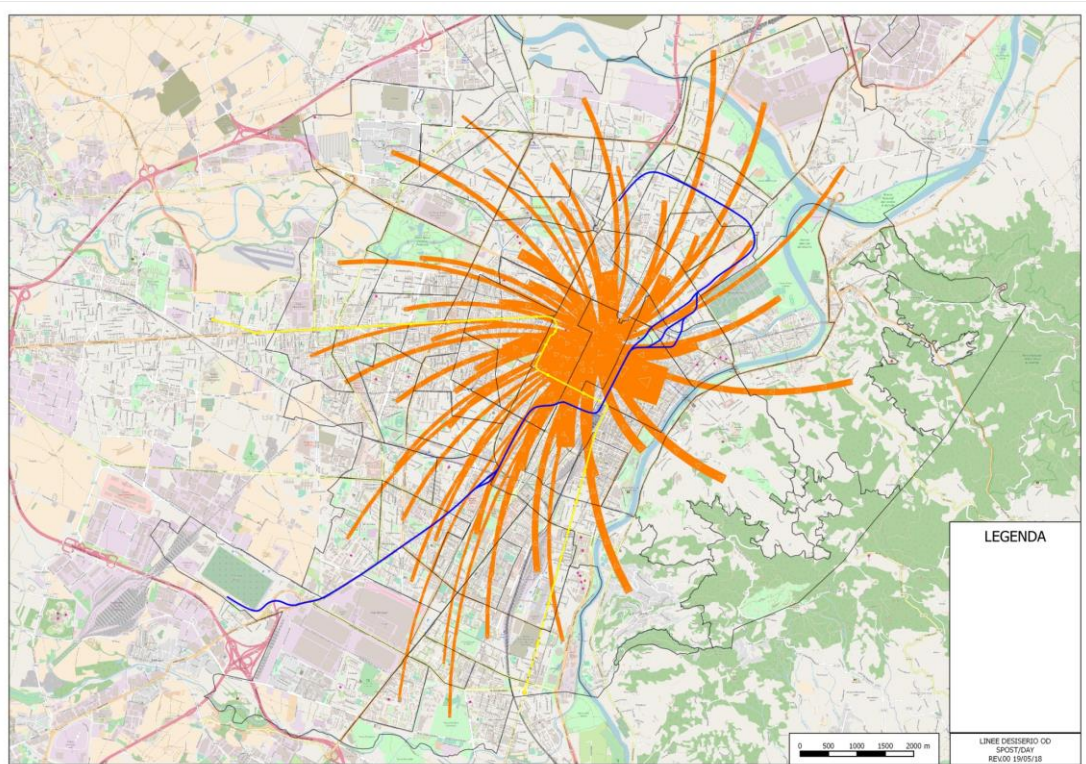


Figura 57. Spostamenti/giorno attratti da una zona centrale [Fonte: elaborazioni consulenti]

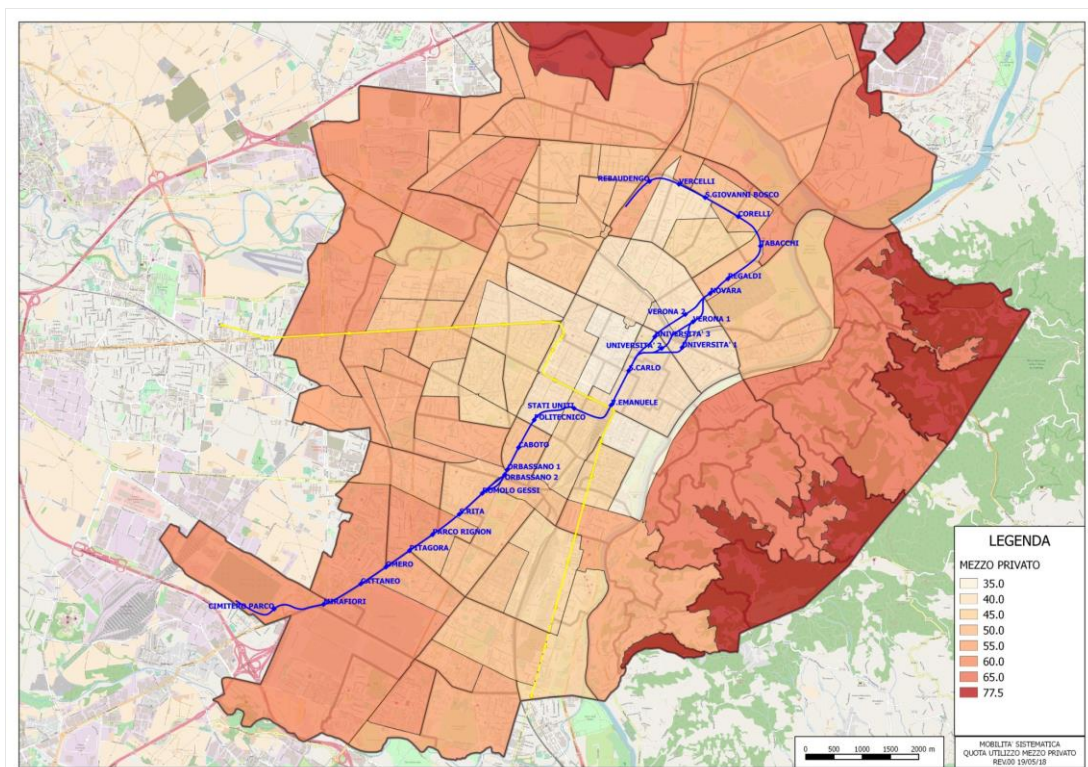


Figura 58. Utilizzo del mezzo privato per macro zona, % [Fonte: elaborazioni consulenti su varie fonti]

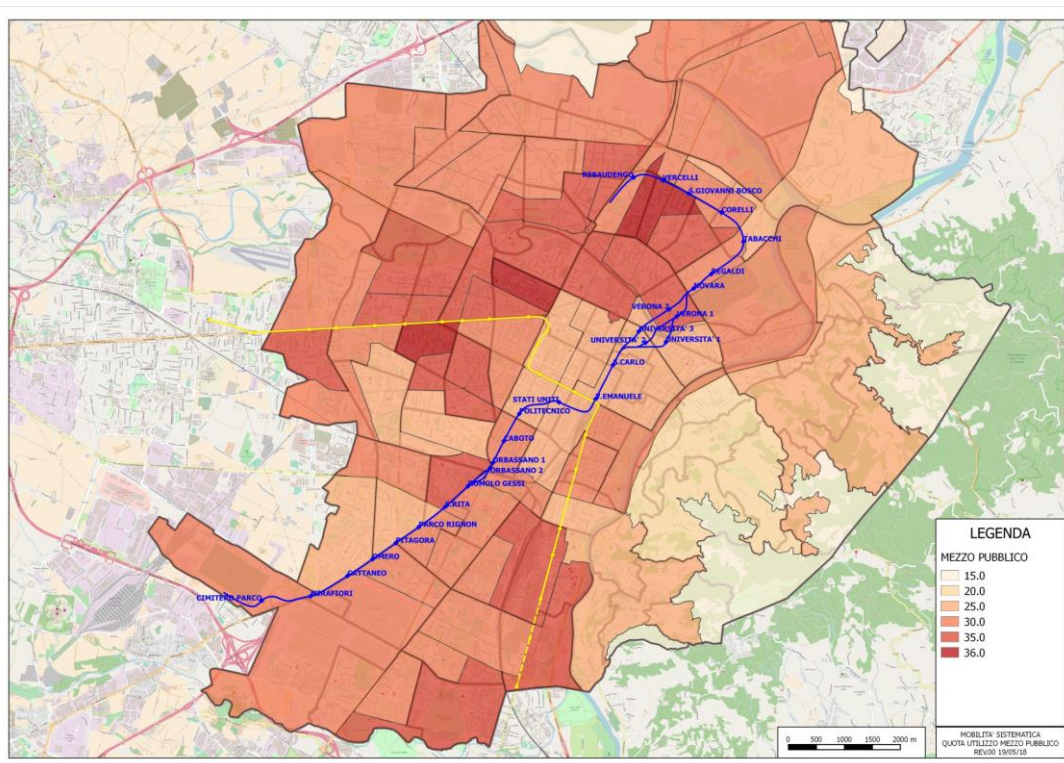


Figura 59. Utilizzo del mezzo pubblico per macro zona, % [Fonte: elaborazioni consulenti su varie fonti]

6.5 La domanda stimata sulla tratta funzionale ai diversi orizzonti temporali

Come visto la tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico, che si sviluppa da nord, in corrispondenza della stazione ferroviaria Rebaudengo, ad ovest della zona centrale, in prossimità del Politecnico di Torino, ha uno sviluppo di circa 8,750km e prevede la realizzazione di 13 stazioni di linea lungo il tracciato con un distanziamento medio di 673m, in grado di garantire una adeguata accessibilità alla linea da/per le funzionali territoriali presenti in un raggio di 500m centrato sulla singola stazione.

La tratta funzionale ha come stazione di corrispondenza con la linea 1 di metropolitana la stazione di Porta Nuova e come stazioni di interscambio con il servizio ferroviario la stazione Rebaudengo e, principalmente, quella di Porta Nuova.

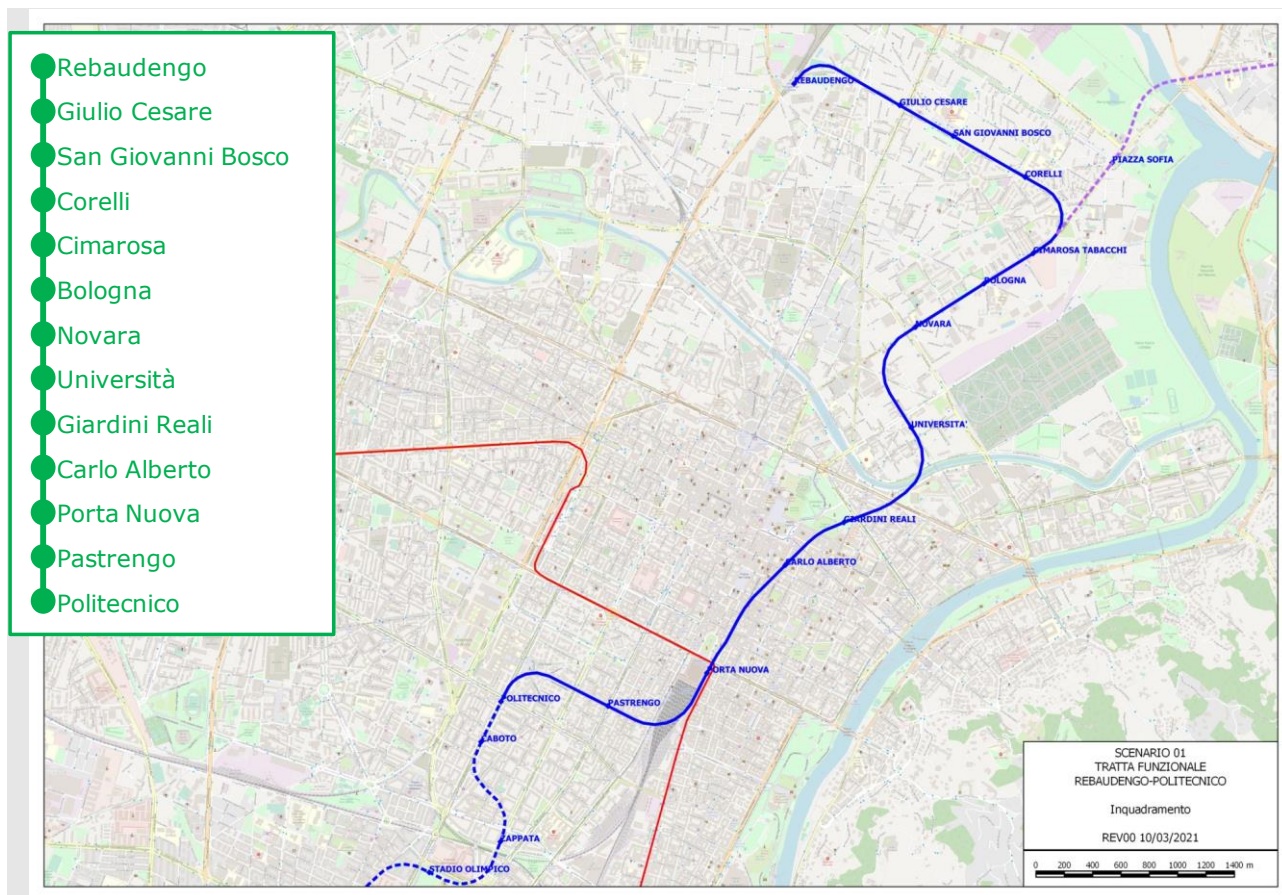


Figura 60. Sviluppo della tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico [Fonte: elaborazioni consulenti]

La tratta funzionale allo studio copre circa il 59% dello sviluppo complessivo dell'intero tracciato di riferimento della linea 2 da Rebaudengo a nord ad Anselmetti a sud/ovest della Città di Torino e prevede 13 delle 23 stazioni dell'intero tracciato.

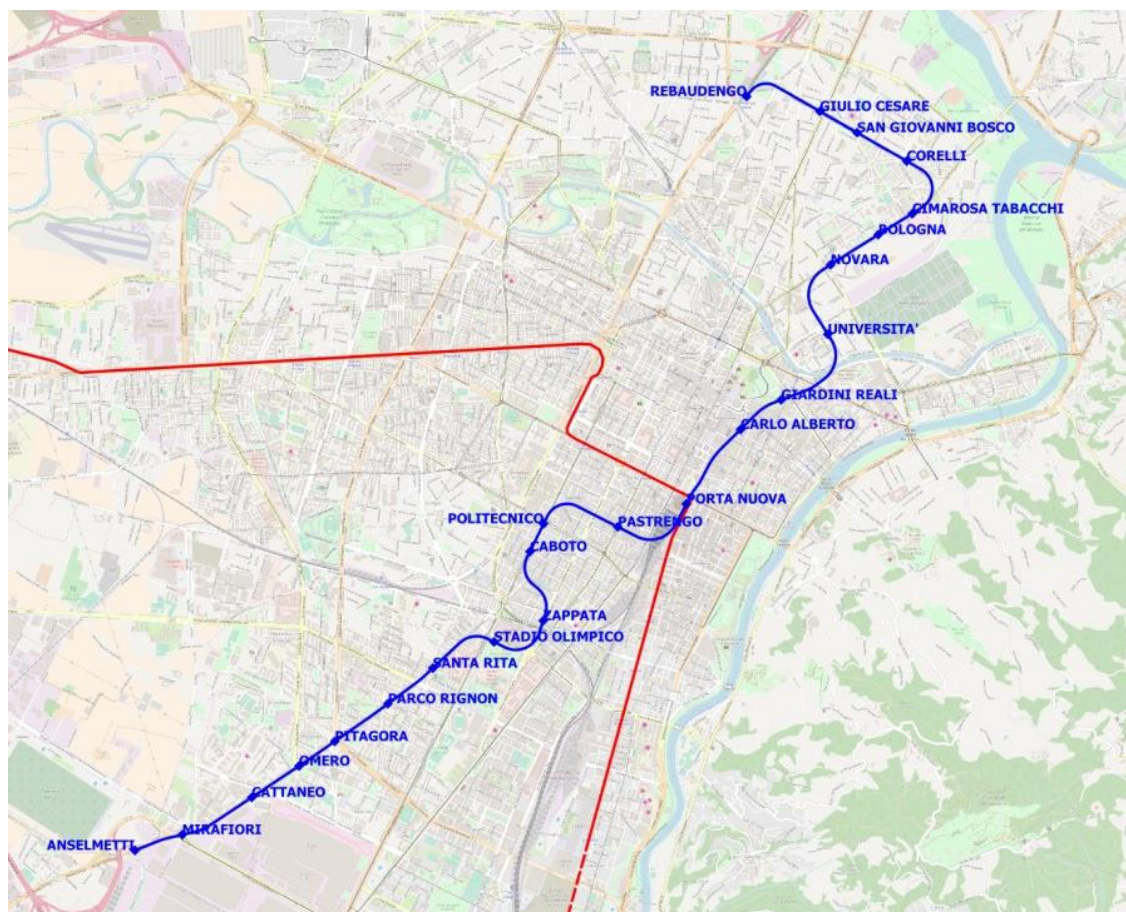


Figura 61. Tracciato di riferimento della linea 2 da Rebaudengo ad Anselmetti [Fonte: elaborazioni consulenti]

Il tracciato di riferimento della linea 2 di metropolitana da Rebaudengo ad Anselmetti è stato oggetto del richiamato studio di traffico (2018) a supporto del progetto preliminare, unitamente ai seguenti scenari di progetto relativi sia alla tratta c.d. centrale interna al territorio comunale sia con riferimento agli studi di fattibilità delle diramazioni sia con riferimento all'eventuale prolungamento sud/ovest verso Orbassano:

- SCENARIO 00: stato di fatto "do nothing";
- SCENARIO 01: c.d. tracciato di riferimento, tra la stazione di Anselmetti a Sud e la Stazione Rebaudengo a Nord, per un'estesa della linea di circa 14,9km e 23 stazioni distribuite lunga la linea con un distanziamento medio interstazione di 647m circa;
- SCENARIO 02: Scenario 01 + diramazione verso San Mauro T.se dalla stazione di bivio Cimarosa Tabacchi, per un'estesa della linea di circa 20,5km e 27 stazioni distribuite lunga la linea con un distanziamento medio interstazione di 760m circa, di cui 2 stazioni nel ramo di diramazione in Comune di Torino e 2 in Comune di San Mauro Torinese;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- SCENARIO 03: Scenario 01 + diramazione verso Piazza Bengasi dalla stazione di bivio Cattaneo, per un'estesa della linea di circa 19,5km e 26 stazioni distribuite lungo la linea con un distanziamento medio interstazione di 750m circa, con tutte le stazioni interne al territorio del Comune di Torino;
- SCENARIO 05: Scenario 01 + prolungamento verso Orbassano oltre la stazione Anselmetti, per un'estesa della linea di circa 20,8km e 28 stazioni distribuite lungo la linea con un distanziamento medio interstazione di 742m circa, di cui 5 stazioni esterne al territorio comunale;
- SCENARIO 06: Scenario 02 + Scenario 05, configurazione c.d. ad "Y", per un'estesa della linea di circa 26,4km e 32 stazioni distribuite lungo la linea con un distanziamento medio interstazione di 825m circa;
- SCENARIO 07: Scenario 06 + Scenario 03, configurazione c.d. ad "X", per un'estesa della linea di circa 31,0km e 35 stazioni distribuite lungo la linea con un distanziamento medio interstazione di 885m circa.

Per eventuali approfondimenti, anche comparativi con il presente studio di traffico relativo alla tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico, si rimanda allo studio di traffico prodotto nel 2018 a supporto del progetto preliminare della linea 2 Rebaudengo-Anselmetti e degli studi di fattibilità delle diramazioni nord/est e sud/est e del prolungamento sud/ovest.

Di seguito vengono riportati i risultati del modello di simulazione, come sopra sinteticamente descritto, in termini di **domanda attesa** sulla **tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico** della linea 2 della metropolitana di Torino all'**anno di presunta entrata in esercizio** della tratta funzionale stessa (2030) nonché **a 10 anni** (2040) e **a 20 anni** (2050) dalla data di entrata in esercizio.

La tratta funzionale allo studio all'orizzonte temporale del 2030, a valle del periodo di ramp up, quantificabile in circa 6 mesi dalla data di apertura al traffico passeggeri, si stima che sarà in grado di assorbire su **base giornaliera** circa **113,5 mila pax/g** pari a circa **13,6 mila passeggeri** nell'ora di **punta del mattino** compresa tra le ore 7:00 le ore 8:00. Su base **annuale**, al 2030, è possibile stimare che la tratta funzionale sarà in grado di assorbire **oltre 30,6 milioni** di passeggeri all'anno.

Nella punta del mattino la **domanda** stimata al 2030 è **maggiormente orientata in direzione Sud**, da Rebaudengo verso Politecnico, con circa 7.850 pax/h (pari al **57,7%**) a fronte della direzione Nord, da Politecnico verso Rebaudengo, con circa 5.750 pax/h.

La Figura 62 riporta il flussogramma del carico passeggeri, per tratta elementare, atteso all'anno 2030 durante l'ora di punta del mattino.

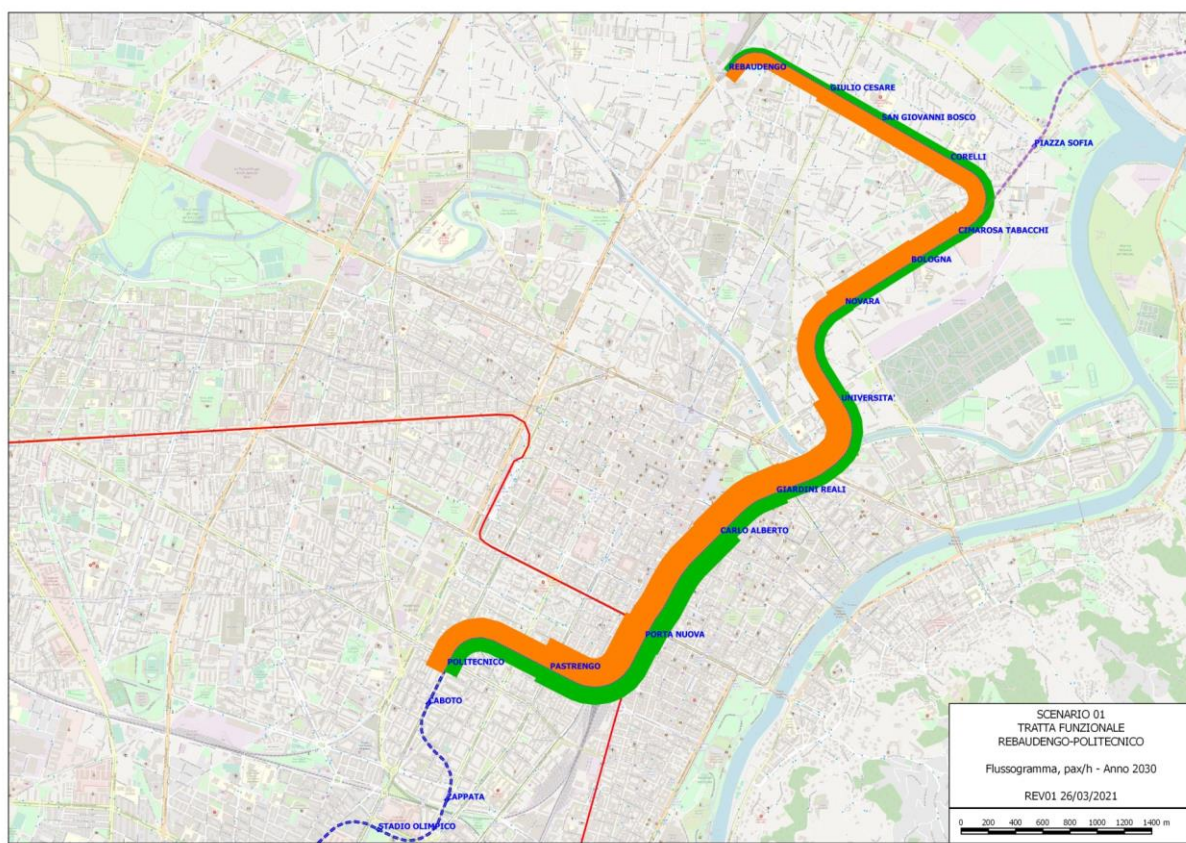


Figura 62. Flussogramma del carico passeggeri per tratta elementare durante l'ora di punta el mattino, anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

Nella direzione da sud verso nord, ovvero **da Politecnico verso Rebaudengo**, all'anno 2030, la stazione Politecnico è quella in cui sale il maggior numero di pax/h in partenza durante la punta del mattino, circa 1.900 pax/h, mentre a Porta Nuova è atteso il massimo numero di passeggeri in arrivo, circa 1.150 pax/h.

Nella direzione **da Rebaudengo verso Politecnico**, ovvero da nord verso sud, sempre al 2030, la stazione Porta Nuova è quella con il massimo carico di passeggeri in salita, durante la punta del mattino, circa 1.850 pax/h, mentre il massimo numero di passeggeri in discesa si realizza alla stazione Politecnico, con circa 2.700 pax/h.

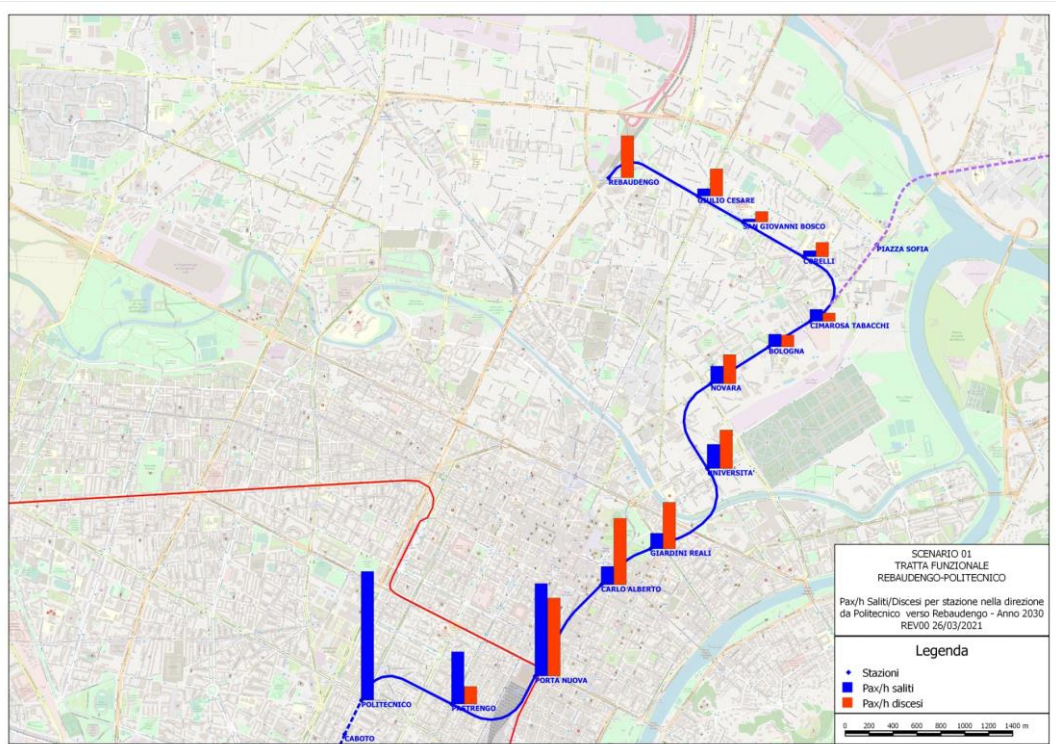


Figura 63. Pax saliti/discesi per stazione, direzione di marcia da Politecnico verso Rebaudengo, anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

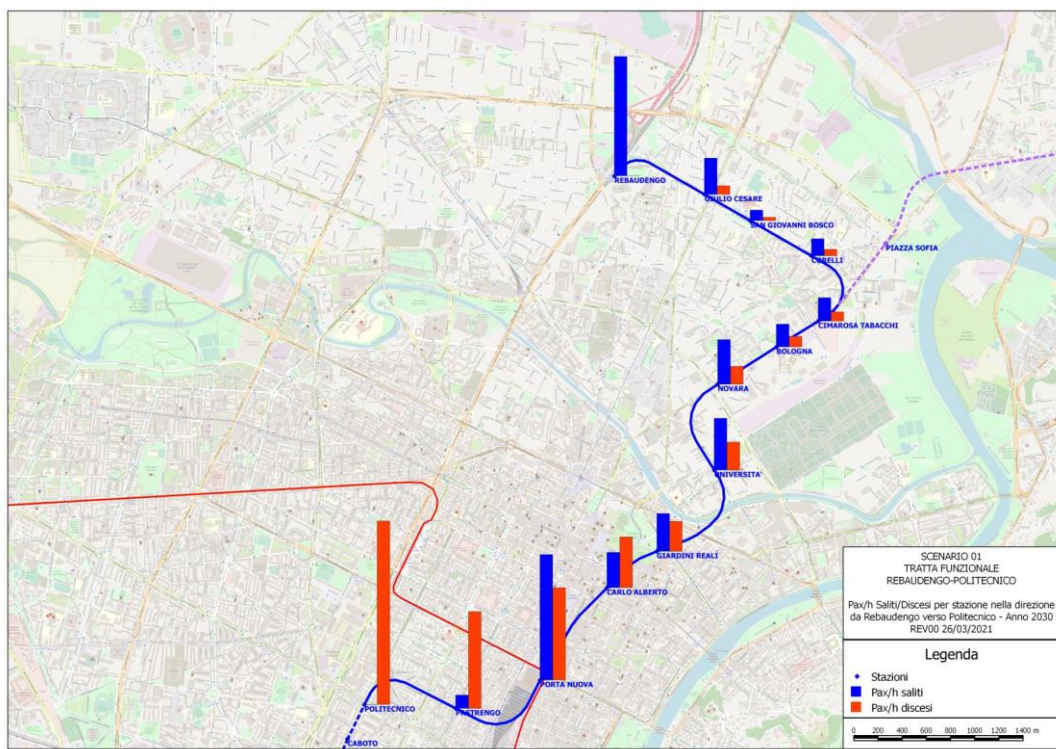


Figura 64. Pax saliti/discisi per stazione, direzione di marcia da Rebaudengo verso Politecnico, anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

Ancora all’anno presunto di entrata in esercizio, 2030, la **stazione maggiormente frequentata**, in termini di passeggeri saliti + discisi, durante l’ora di punta del mattino, si prevede essere quella di **Porta Nuova** con circa **5.700 pax/h**, seguita da Politecnico con oltre 4.600 pax/h.

In termini di passeggeri saliti, in entrambe le direzioni di marcia, la stazione Porta Nuova è quella che presenta il massimo carico, con 3.200 pax/h circa mentre in termini di passeggeri discisi da entrambe le direzioni di marcia Politecnico e Porta Nuova risultano essere le stazioni principali di destinazione con 2.700 pax/h e 2.500 pax/h rispettivamente.

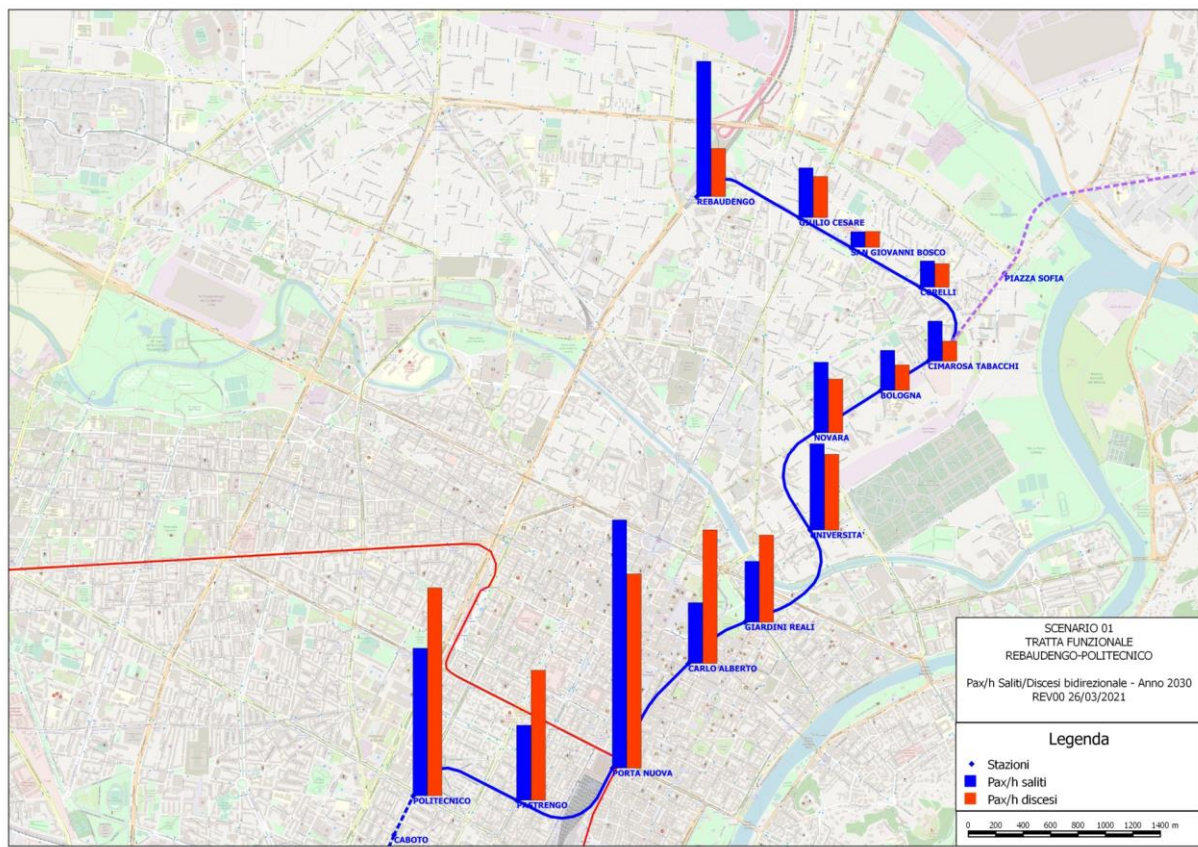



Figura 65. Pax saliti/discesi per stazione in entrambe le direzioni di marcia, anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

Al 2030, nella tratta direzionale compresa tra Porta Nuova e Pastrengo, direzione sud, si prevede che si realizzi il **massimo carico di passeggeri per senso di marcia** (pphpd, passengers per hour per direction) pari a circa 3.900 pax/h/dir mentre nella direzione di marcia opposta, direzione nord, il massimo carico di passeggeri si realizza tra Porta Nuova e Carlo Alberto con circa 2.600 pax/h/dir.

Al **2040**, a 10 anni dalla presunta data di entrata in esercizio, è possibile stimare un incremento della domanda nell'ora di punta del **+3,3%** circa, mediamente pari al +0,33% circa annuo. Al **2050**, a 20 anni dall'entrata in esercizio, l'incremento complessivo della domanda sull'intero periodo (2030-2050) passerebbe al **+2,9%** circa pari ad un incremento medio annuo del +0,15% circa. Aspetto quest'ultimo che pone in evidenza come dal 2040 in poi si assista, complice principalmente l'atteso e marcato calo demografico, ad una lieve flessione della domanda (-0,40% circa tra il 2040 e il 2050) che assumerà, verosimilmente, una maggiore rilevanza successivamente all'anno 2050.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

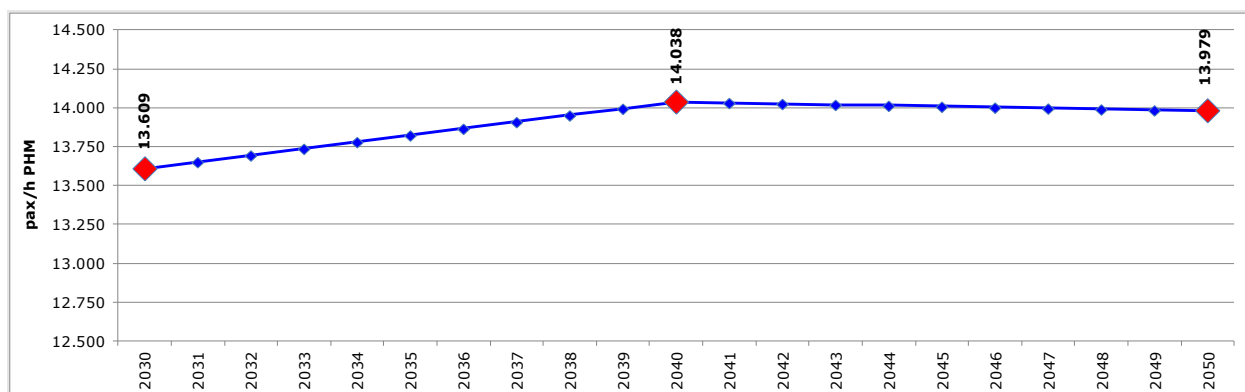


Figura 66. Trend della domanda attesa sulla tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico negli anni [Fonte: elaborazioni consulenti]

La Figura 66 riporta, in sintesi, la stima della domanda attesa sulla tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico ai diversi orizzonti temporali di lungo periodo.

	Anno		
	2030	2040	2050
Domanda ora di punta PHM 07:00-07:59, pax/h	13.600	14.050	14.000
Carico max pax nella tratta direzionale più carica, pphpd	3.900	4.050	4.000
Stima domanda giornaliera, giorno tipo FER5, pax/day	113.500	117.000	116.500
Stima domanda annua, pax/year	30.650.000	31.590.000	31.460.000

(*) valori arrotondati

Figura 67. Stima della domanda attesa sulla tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico negli anni, sintesi [Fonte: elaborazioni consulenti]

Di seguito sono riportati in forma grafica i passeggeri saliti e discesi, all'anno 2030, per stazione e verso di marcia, durante l'ora di punta del mattino, unitamente alle frequentazioni attese, passeggeri saliti + passeggeri discesi, per stazione.

Dalla Figura 68 alla Figura 75 è riportato, sempre in forma grafica, il carico passeggeri atteso per tratta elementare, in termini di passeggeri ora per direzione e senso di marcia, unitamente al carico passeggeri per tratta elementare bidirezionale.

Dalla Figura 62 alla Figura 67 sono riportate le stime quantitative dei passeggeri saliti e discesi per stazione e senso di marcia ai diversi orizzonti temporali di analisi (2030, 2040 e 2050 rispettivamente) mentre nelle figure seguenti sono riportate le stime quantitative del carico passeggeri per tratta elementare in termini di passeggeri per ora per senso di marcia (pphpd).

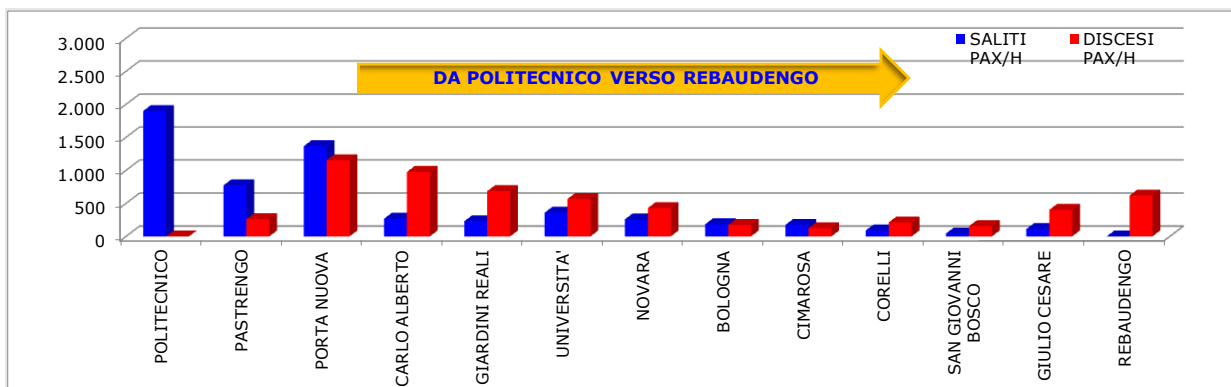


Figura 68. pax saliti e discesi per stazione, anno 2030, direzione da sud verso nord, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

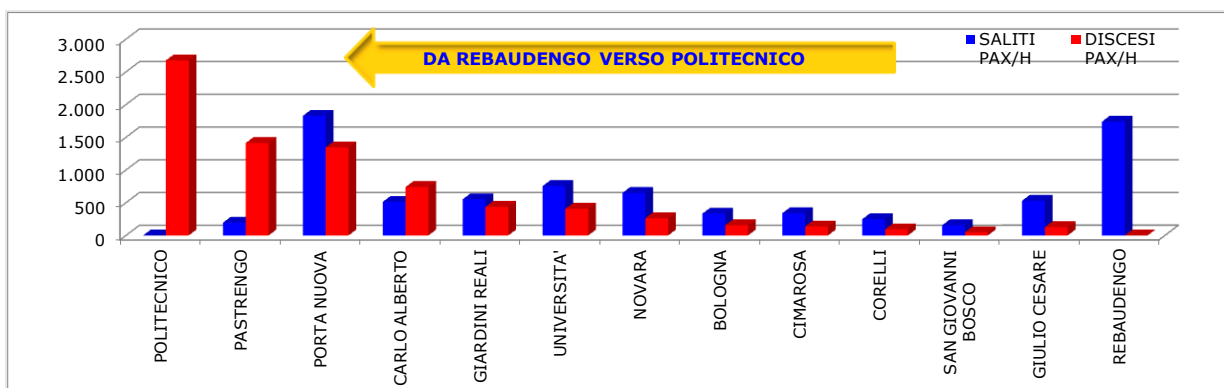


Figura 69. pax saliti e discesi per stazione, anno 2030, direzione da nord verso sud , pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

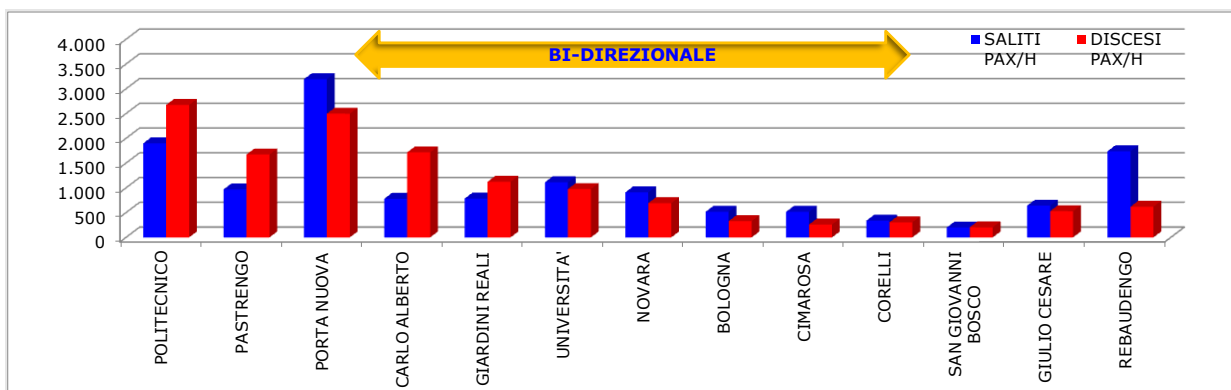


Figura 70. pax saliti e discesi per stazione, anno 2030, bidirezionale, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

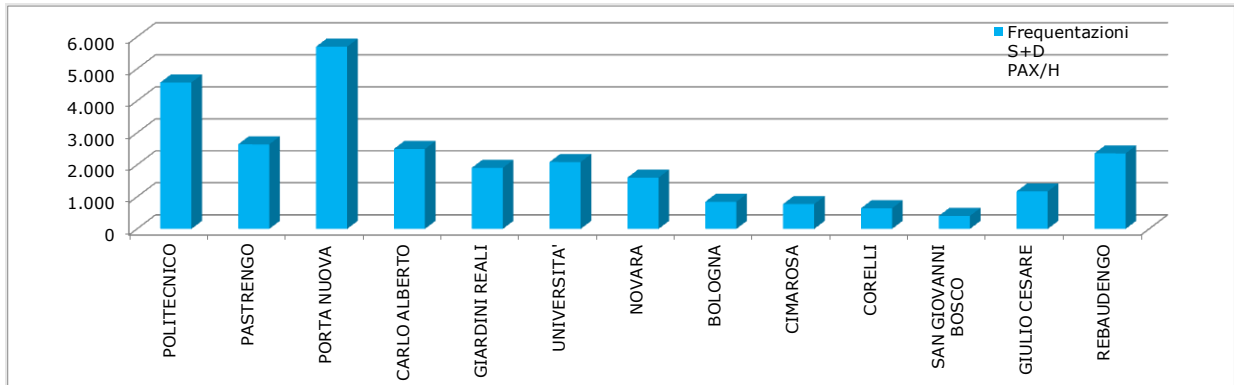


Figura 71. frequenzazioni per stazione (pax saliti + discesi), anno 2030, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

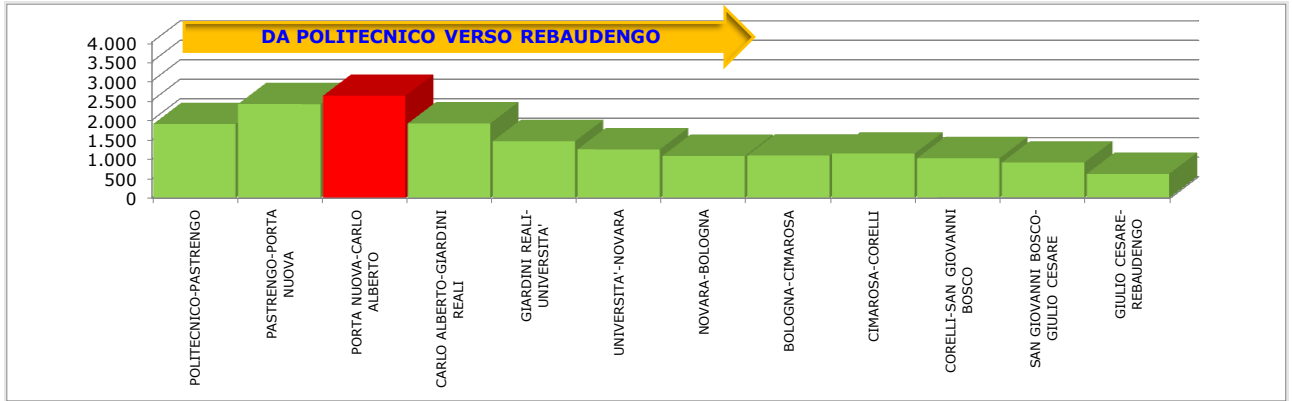


Figura 73. carico per tratta, anno 2030, direzione da sud verso nord, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

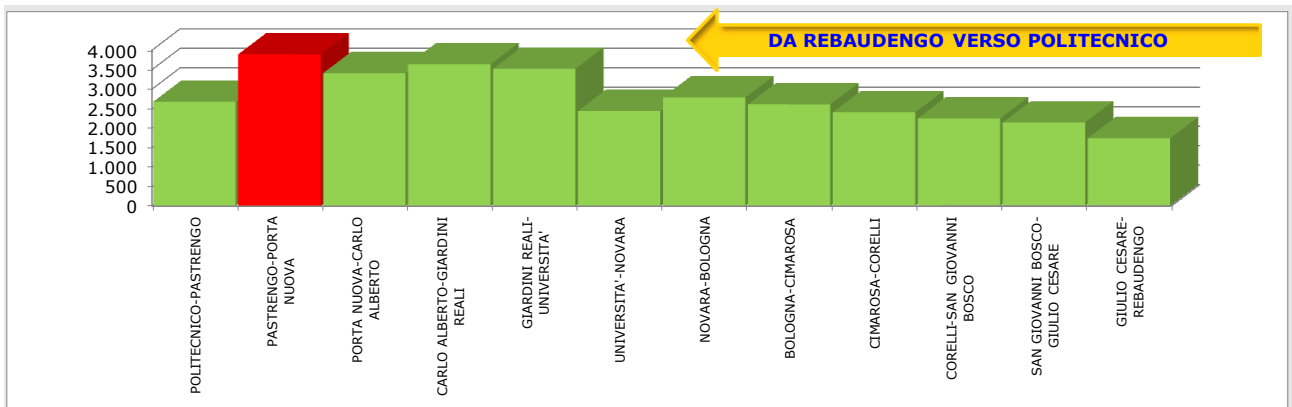


Figura 74. carico per tratta, anno 2030, direzione da nord verso sud, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

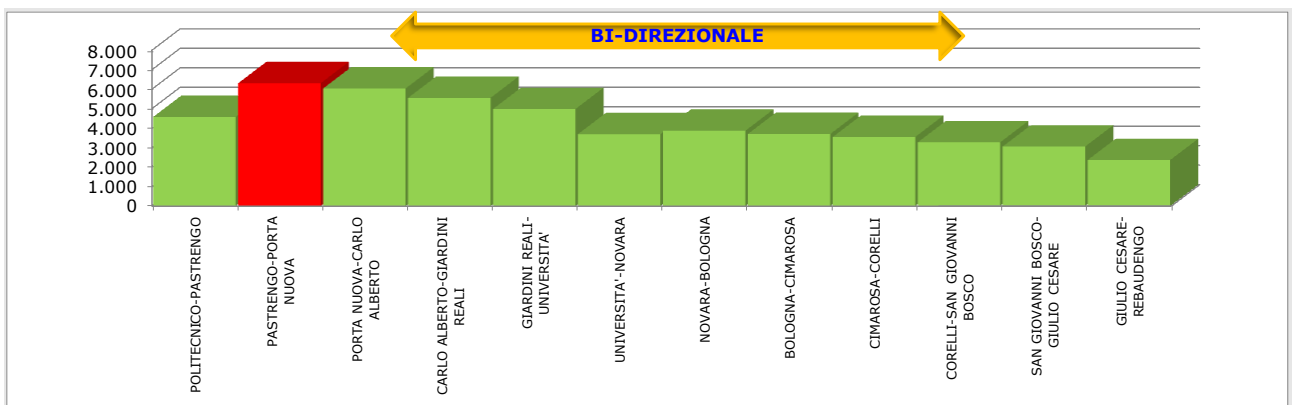


Figura 75. carico per tratta, anno 2030, bidirezionale, pax/h [Fonte: elaborazioni consulenti]

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

7. TRACCIATO

7.1 Criteri di progettazione e caratteristiche geometriche

Sulla base delle indicazioni derivanti dalla precedente fase di progettazione PFTE, il tracciato plano-alimetrico è stato sostanzialmente confermato, nella tratta funzionale "Politecnico-Rebaudengo". Dal punto di vista planimetrico, per il tratto di linea, la cui galleria sarà realizzata con metodo meccanizzato (TBM) si è cercato di utilizzare raggi di curvatura non inferiori a 250 m per le seguenti ragioni:

- possibilità di utilizzare senza inconvenienti macchine TBM per la realizzazione delle gallerie di linea a foro cieco;
- opportunità di limitare al massimo, in caso di adozione di un sistema su ferro, il consumo delle rotaie ed in particolare la loro usura ondulatoria;
- opportunità di mantenere anche in curva la massima velocità del rotabile, assunta pari ad 80 km/h.

In alcuni tratti di tracciato, per soddisfare le esigenze di inserimento urbanistico dell'infrastruttura metropolitana, è stato necessario ridurre il raggio di curvatura fino a 200m e conseguentemente la velocità di progetto è stata assunta pari a 60km/h; in questi tratti, il tracciato si sviluppa in galleria artificiale realizzata con il metodo cut&cover, nel tratto compreso tra le stazioni Corelli e Cimarosa/Tabacchi, o in galleria naturale a foro cieco nel tratto compreso tra la fine della galleria artificiale (PT2) e la Stazione Rebaudengo.

Per quanto riguarda le pendenze altimetriche si è ritenuto opportuno, finché non sarà stata definita la scelta di sistema e del tipo di materiale rotabile su ferro o su gomma, adottare cautelativamente la pendenza massima prevista per il sistema su ferro pari al 4 %.

Nel complesso, quindi, il tracciato è stato progettato, in conformità con le esigenze del Committente, in modo tale da essere compatibile con le varie tipologie di rotabili attualmente in commercio.

7.2 Tracciato di riferimento

Il tracciato previsto nel PFTE, pur rimanendo nell'ambito del medesimo "corridoio infrastrutturale" è stato modificato come illustrato nel seguito.

7.2.1 Tratta Rebaudengo – Verona

La prima tratta si sviluppa in galleria a foro cieco a partire dal Deposito/Officina Rebaudengo (manufatto che in PFTE aveva solo funzione di Deposito treni e non quella di officina), e fino alla stazione della metropolitana di corrispondenza con la stazione ferroviaria Rebaudengo-Fossata. Da questa stazione, a differenza del PFTE dove era prevista una galleria artificiale a 2 livelli interrati, il tracciato continua in galleria naturale a foro cieco, fa una curva in direzione est per sottopassare il ponte di Via Toscanini/Via Cigna e prosegue in galleria artificiale nel tratto che insiste lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione. In fase di Progetto definitivo, oltre alla modifica della metodologia di realizzazione della galleria di linea, finalizzata a minimizzare gli impatti sull'area Parco Sempione e ad evitare la chiusura al traffico di Via

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Toscanini/Via Cigna, è stato necessario abbassare la livelletta nel tratto tra la Stazione Rebaudengo e la PK 14+500 circa. Alla stessa PK è stato quindi introdotto un pozzo avente carattere costruttivo – denominato PT2, realizzato in C&C e funzionale allo scavo della galleria di linea dall'ex trincea ferroviaria verso la stessa Stazione.

Il tracciato, a partire dal pozzo PT2, prosegue lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione dove sono ubicate tre stazioni Giulio Cesare, S. Giovaani 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.

7.2.2 Tratta Verona - Porta Nuova


Dopo la fermata Verona, sotto attraversato il fiume Dora, la linea sottoattraversa il centro storico, dove si collocano le fermate Mole/Giardini Reali e Carlo Alberto, portandosi poi in corrispondenza di via Lagrange. La tratta termina con la fermata Porta Nuova, posta lungo via Nizza, al fine di migliorare la corrispondenza con la stazione ferroviaria e la Linea 1, anche in considerazione delle difficoltà legate alla presenza di alberi di eccezionale pregio nel giardino Sambuy ed alle preesistenze archeologiche accertate già nella precedente fase di PFTE.

7.2.3 Tratta Porta Nuova – Politecnico

La tratta Porta Nuova-Politecnico, in cui la linea 2 attraversa e serve un'area centrale molto attrattiva della città, è stata progettata con i seguenti obiettivi principali:

- Individuare le stazioni in modo che le loro aree d'influenza fossero in grado di servire nel miglior modo possibile i principali attrattori della zona (Politecnico e la storica stazione ferroviaria di Porta Nuova);
- realizzare una corrispondenza funzionalmente adeguata con le stazioni F.S. di Porta Nuova e con la Linea 1 a Porta Nuova;
- assicurare un alto livello funzionale sia al tracciato che alle stazioni per garantire un ottimo livello del servizio metropolitano.

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 stazione Politecnico è stata approfondita di un livello, passando quindi dalla tipologia a 3 livelli individuata nel PFTE ad una tipologia a 4 livelli interrati; questa modifica, derivante dall'abbassamento della livelletta nel tratto compreso tra le stazioni adiacenti a quella del Politecnico, ovvero Stazione Caboto e Stazione Pastrengo, si è resa necessaria al fine di realizzare un tronchino in retrostazione a sud della Stazione Politecnico, avente la duplice funzione di permettere durante il servizio della linea l'inversione di marcia dei treni ed a fine servizio il parcheggio in linea di 4 vetture. La tratta si conclude con l'introduzione di un pozzo di estrazione della *Tunnel Borin Machine* (TBM), denominato PT1.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

8. INSERIMENTO E TRASFORMAZIONI URBANISTICHE

L'intervento di realizzazione della linea 2 della metropolitana automatica della Città di Torino ha grande rilevanza dal punto di vista dell'impatto nel campo dei trasporti privati e pubblici, vedasi le nuove possibilità di utilizzo della metro da zone della città attualmente non coperte dalla linea esistente, la diminuzione del traffico veicolare nel centro della città, ecc... La nuova metropolitana ha anche un grande impatto dal punto di vista della riqualificazione e trasformazione delle aree attualmente in disuso o abbandonate. Per questo motivo nell'intorno della nuova tratta si studiano le aree sulle quali verte uno dei tre seguenti strumenti urbanistici:


- Strumenti Urbanistici Esecutivi (SUE);
- Variazioni al PRG (se ancora vigenti);
- Strumenti Urbanistici Esecutivi in variante al PRG.

Tra gli altri si individuano i seguenti interventi degni di nota sia per la vicinanza alla linea metropolitana che per l'importanza degli stessi, dettagliatamente descritti all'interno degli elaborati specifici, ai quali si rimanda.

Di seguito si elencano gli ambiti di trasformazione riscontrati:

- Zona di Trasformazione "Ambito Regaldi" (comune di Torino)
- ZUT 6.6 Bertolla – sub ambito 1 (comune di Torino – *fuori tratta Rebaudengo-Politecnico*)
- PEC Ambito Mirafiori 16.34 – ZUT riqualificazione Zona A (comune di Torino - *fuori tratta Rebaudengo-Politecnico*)
- Piazza Mirafiori (comune di Torino *fuori tratta Rebaudengo-Politecnico*)
- Riqualificazione dell'intorno della stazione FS Rebaudengo (comune di Torino)
- Ambito 2.8 Romania lotto 2 (comune di Torino *fuori tratta Rebaudengo-Politecnico*)
- Ambito 9.36 – Scalo Vanchiglia (comune di Torino)
- Manifattura Tabacchi (comune di Torino)
- PUR Ambito Cavallerizza Reale (comune di Torino)
- Gondrand metallurgica piemontese – ZUT 5.10/5 Spina 4 (comune di Torino)
- Cascina Fossata (comune di Torino)
- Corso Marche (parte in comune di Torino - *fuori tratta Rebaudengo-Politecnico*)

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione MTL2T1A0URBGENR001 e documentazione complementare. Per i dettagli relativi alla riqualificazione dell'area afferente all' ex trincea ferroviaria (Ambito 9.36 – Scalo Vanchiglia) si rimanda al §12.1.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

9. DESCRIZIONE DELLE OPERE

9.1 Galleria di linea

Il progetto definitivo della linea è caratterizzato da una galleria unica (a foro cieco e artificiale) a doppio binario. Essa è realizzata prevalentemente con scavo meccanizzato, mediante l'impiego di frese scudate a piena sezione a fronte pressurizzato (TBM – Tunnel Boring Machine), il cui diametro di scavo è di 10m.

Il rivestimento della galleria, che avrà funzione sia di supporto di prima fase che di struttura definitiva, sarà costituito da conci prefabbricati in calcestruzzo armato, posati in opera dalla TBM immediatamente dopo lo scavo. L'iniezione di malta cementizia e/o bicomponente, realizzata attraverso lo scudo della TBM, costituirà il contatto tra il rivestimento e il terreno.

Per alcuni tratti, in virtù delle caratteristiche al contorno o di condizionamenti progettuali, è previsto lo scavo a foro cieco con metodologia tradizionale: GN1 e GN2.

Lungo il "trincerone" da PT2 fino al pozzo Novara sono previste n.6 sezioni di galleria artificiale (GA1-GA6) realizzate con il metodo *Cut&Cover*, che consiste in uno scavo tra paratie costituite da diaframmi in c.a. contrastati dalla soletta di copertura, solette intermedie (dove previste), eventuali sistemi di puntoni provvisori, soletta di fondo e pareti definitive; la costruzione avviene in modalità *top down*, cioè, dopo la realizzazione delle paratie e della soletta di copertura, viene ripristinata la superficie e le attività di scavo proseguono sotto soletta, al fine di minimizzare gli impatti con l'esterno.


9.1.1 Galleria artificiale

L'oggetto del presente paragrafo riguarda un inquadramento generale delle gallerie artificiali che saranno realizzate tra le PK 14+534.20 e PK 11+630.34; queste ultime realizzate in Cut & Cover ad uno o più livelli, si estendono per una lunghezza complessiva di circa 2.9 km, collegando il pozzo PT2, le stazioni Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto di retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara.

In funzione dell'andamento altimetrico del tracciato sono state individuate diverse tipologie di galleria artificiale come indicato nei successivi paragrafi.

Tabella 15. Elenco delle WBS della Galleria Artificiale incluse nel 1° lotto costruttivo: Rebaudengo-Bologna

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
GA2	Galleria di linea artificiale da SGC a SSG	13+693,32	14+062,29	368,97
GA3	Galleria di linea artificiale da SGC a SCO	13+122,58	13+605,13	482,55
GA4	Galleria di linea artificiale da SCO a SCI - Manufatto di bivio nord e ramo ovest	12+398,84	13+032,99	634,15
GA5	Galleria di linea artificiale da SCI a SBO	11+956,53	12+268,56	312,03
GA6	Galleria di linea artificiale da SBO a PNO - Manufatto Retrostazione Bologna	11+630,34	11+838,94	208,60

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

9.1.1.1 Gallerie artificiali GA01, GA02, GA03

Le gallerie artificiali GA01, GA02 e GA03 sono gallerie a doppio binario. Tali gallerie saranno realizzate all'interno della ex trincea ferroviaria (ex scalo ferroviario Vanchiglia) esistente che confina rispettivamente alla propria sinistra e alla propria destra con Via Gottardo e Via Sempione, immaginando di percorrere la galleria artificiale dalla GA01 fino alla GA03 lungo il percorso in rettilineo che la caratterizza.

Lo scavo, sostenuto dai diaframmi e dal solaio di copertura (metodologia di scavo "Top Down") sarà realizzato secondo le fasi operative di costruzione nel seguito elencate:

- deviazione della viabilità esistente, posizionamento delle recinzioni di cantiere e delle barriere acustiche;
- rimozione della vegetazione superficiale e bonifica della ex trincea ferroviaria mediante uno scotico di circa 0.5 m;
- esecuzione di eventuali opere di consolidamento e di sostegno dello scavo (ad esempio per la rimozione delle spalle dei cavalcavia esistenti);
- rinterro fino alla quota prevista da progetto per la realizzazione dei diaframmi di supporto;
- realizzazione dei diaframmi di sostegno;
- scavo sino ad una quota tale da avere una luce netta interna tra intradosso soletta di copertura e terreno di fondo pari a circa 3.5 m (per questioni legate alla sicurezza);
- realizzazione piedritti di sopraelevazione e soletta superiore di copertura;
- esecuzione dell'impermeabilizzazione del solettone di copertura e relativo massetto di copertura, con parziale ritombamento;
- scavo di ribasso sino alla quota di imposta del solettone di fondo;
- preparazione del piano di posa del solettone di fondo mediante getto di CLS magro di pulizia e livellamento (circa 15 cm) con interposto strato di impermeabilizzazione;
- esecuzione del solettone di fondo;
- ritombamento in copertura sino a quota piano stradale;
- ripristino viabilità e sistemazione finale area in corrispondenza della ex trincea.

I diaframmi presentano lungo tutte le tre gallerie uno spessore di 0.8 m e profondità totale variabile da un minimo di circa 12 m fino ad un massimo di circa 13 m; la distanza tra le paratie (asse-asse) è variabile da 10.62 a 11.62 m, la soletta di copertura ha uno spessore variabile da 1 a 1.3 m e infine il solettone di fondo uno spessore di 0.8 m.

Delle tre tratte in esame, solo la galleria GA1, nella configurazione di livello piezometrico di lungo termine, potrebbe risultare parzialmente sottofalda, ragion per cui il progetto prevede l'installazione del sistema di impermeabilizzazione di tutti gli elementi strutturali (soletta di fondo, pareti che verranno rivestite con fodere in c.a. di spessore pari a 50cm, e soletta di copertura). Per le tratte GA2 e GA3, dove il livello piezometrico di lungo termine non interferisce con il solettone di fondo, verrà installato il sistema di impermeabilizzazione all'estradosso del solettone di copertura al fine di proteggere la struttura dall'infiltrazione delle acque superficiali.

Si riporta nella seguente figura la sezione trasversale tipo comune per tutte e tre le gallerie artificiali in oggetto.

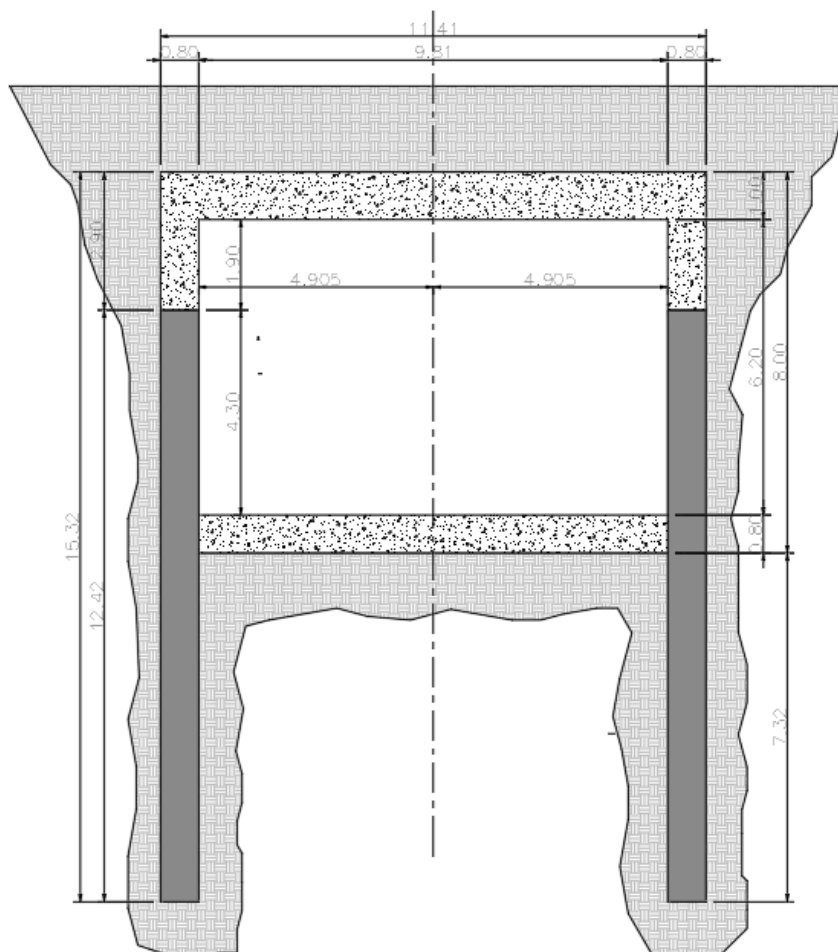


Figura 76. Sezione trasversale galleria artificiale GA02-GA3

9.1.1.2 Galleria artificiale GA04

La galleria artificiale GA04 è composta da due manufatti di seguito descritti:

- Manufatto di bivio nord – ramo ovest: rappresenta la galleria di linea principale che si estende a partire dalla stazione Corelli fino alla stazione Cimarosa/Tabacchi;
- Manufatto di bivio nord – ramo est: si estende dalla stazione Cimarosa/Tabacchi verso est e rappresenta la predisposizione per un futuro prolungamento della linea 2.

Percorrendo la galleria dalla stazione Corelli verso la stazione Cimarosa/Tabacchi, il manufatto di bivio nord – ramo ovest si sviluppa prevalentemente lungo una curva che vira verso destra.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

All'uscita dalla stazione Corelli, il tracciato è a doppio binario, si sviluppa su un unico livello e prosegue all'interno della ex trincea ferroviaria (ex scalo ferroviario Vanchiglia). Successivamente, la galleria abbandona il tratto in trincea e si inserisce – subito dopo il tratto in curva – lungo Via Bologna per raggiungere infine la stazione Cimarosa/Tabacchi dopo aver attraversato Piazzale Croce Rossa Italiana.

Lungo il tratto in curva la galleria artificiale passa da uno a due livelli, fino a diventare tre dopo aver superato il pozzo Cimarosa; qui, il piano di rotolamento di uno dei due treni – che inizialmente percorreva la tratta affiancata al treno della via opposta – inizia a sollevarsi fino a raggiungere il secondo livello della galleria, e successivamente sovrapporsi alla via di percorrenza opposta.

La galleria del manufatto di bivio nord – ramo est, si sviluppa inizialmente su tre livelli, con le due vie di percorrenza dei treni circa l'una sovrapposta all'altra. Successivamente, il tracciato della via sovrastante inizia ad abbassarsi gradualmente fino ad affiancarsi alla via di percorrenza opposta. In questa tratta la galleria passa da tre a due livelli rimanendo tale per l'intera parte finale del ramo.

I diaframmi presentano uno spessore variabile da 0.8 a 1.2 m e profondità totale variabile da un minimo di circa 12 m fino ad un massimo di circa 34 m; la distanza tra le paratie è anch'essa variabile da un minimo pari a 7.7 m ad un massimo di 22.7 m, la soletta di copertura ha uno spessore variabile da 1.3 a 1.5 m, le solette intermedie uno spessore di 1.0 m, le fodere uno spessore di 0.5 m e infine il solettone di fondo uno spessore variabile da 0.8 a 1.5 m.

Si riporta nella seguente figura una rappresentazione grafica delle sezioni principali che mostrano la variazione geometrica lungo il tracciato della tratta in oggetto.

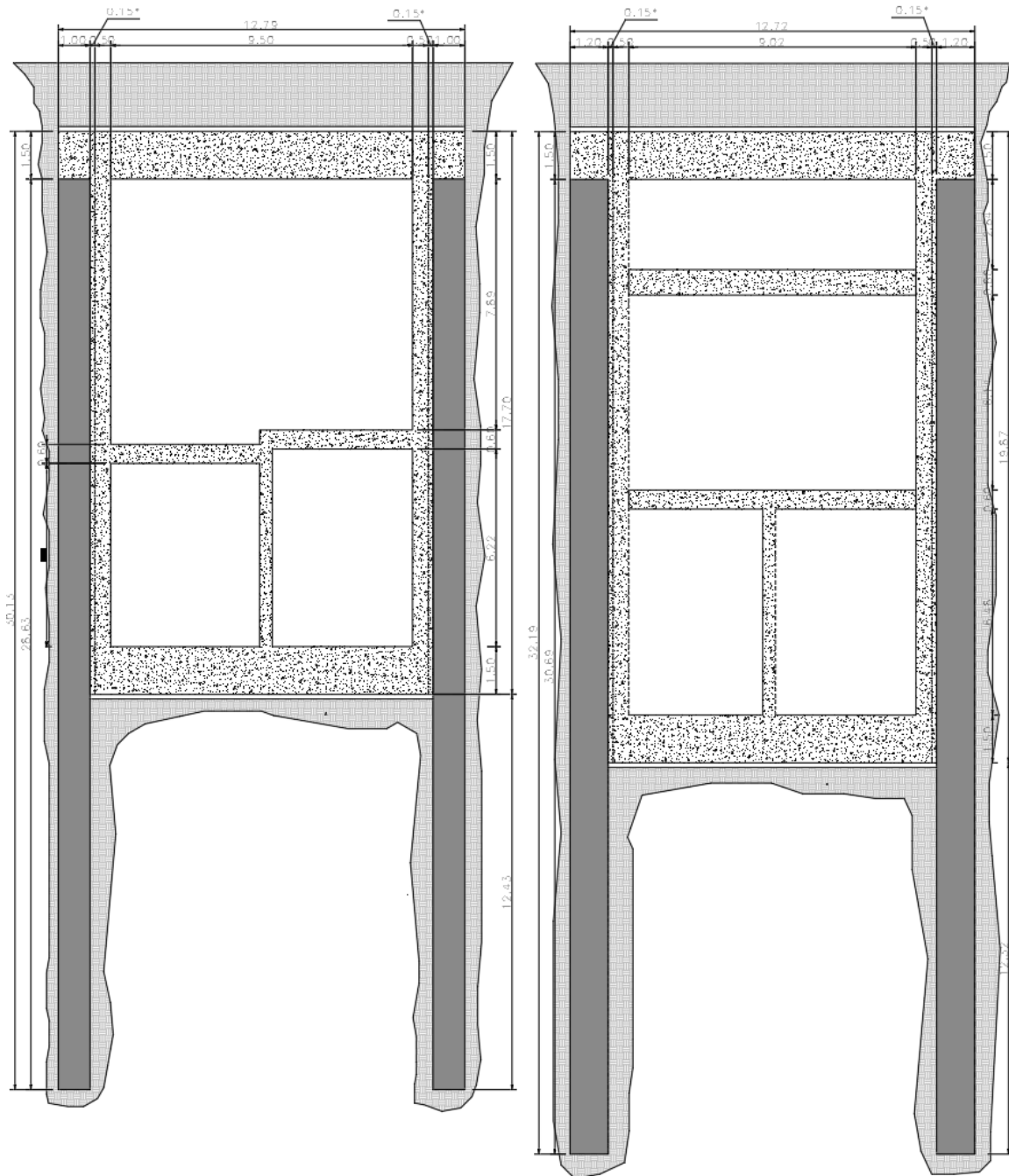


Figura 77. Rappresentazione grafica delle sezioni principali della galleria artificiale GA04

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

9.1.1.3 Galleria artificiale GA05

Percorrendo la galleria dalla stazione Cimarosa/Tabacchi verso la stazione Bologna, il tracciato risulta prevalentemente in rettilineo, viaggiando lungo Via Bologna.

La galleria artificiale in oggetto, si sviluppa inizialmente su tre livelli, con le due vie di percorrenza dei treni sovrapposte. Successivamente, il tracciato della via sovrastante inizia ad abbassarsi gradualmente fino ad affiancarsi alla via di percorrenza opposta. In questa fase la galleria passa da tre a due livelli rimanendo tale sino al raggiungimento della stazione Bologna.

I diaframmi presentano uno spessore di 1.2 m e profondità totale variabile da un minimo di circa 27 m fino ad un massimo di circa 34 m; la distanza tra le paratie è anch'essa variabile da un minimo pari a 7.4 m ad un massimo di 12.2 m, la soletta di copertura ha uno spessore di 1.2 m, le solette intermedie uno spessore di 1.0 m, le fodere uno spessore di 0.8 m e infine il solettone di fondo uno spessore di 1.5 m.

Si riporta nella seguente figura una rappresentazione grafica delle sezioni principali che mostrano la variazione geometrica lungo il tracciato della tratta in oggetto.

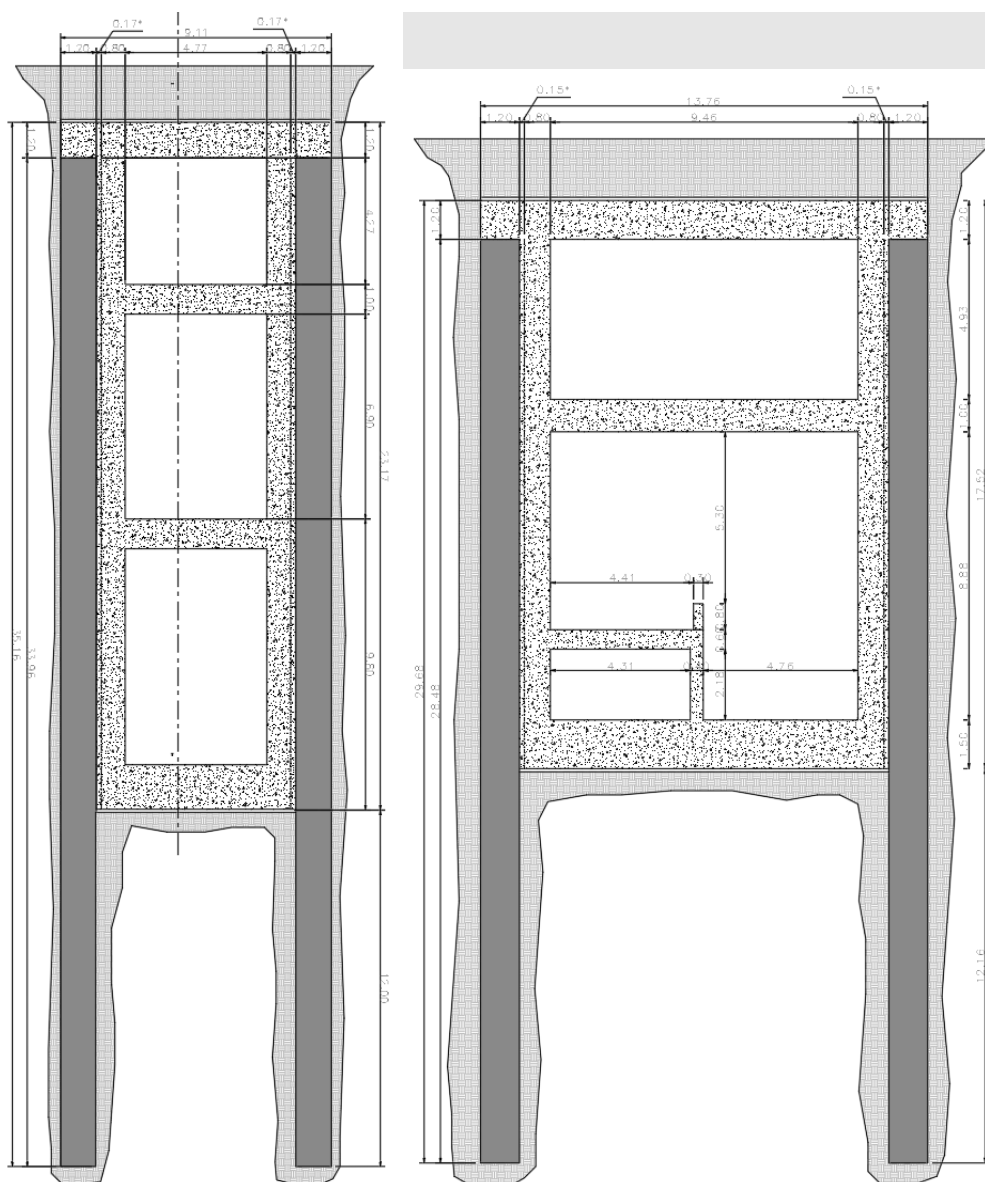



Figura 78. Rappresentazione grafica delle sezioni principali della galleria artificiale GA05

9.1.1.4 Galleria artificiale GA06

Percorrendo la galleria dalla stazione Bologna verso il pozzo Novara, il tracciato risulta prevalentemente in rettilineo, viaggiando lungo Via Bologna.

La galleria artificiale in oggetto, si sviluppa inizialmente su due livelli, con le due vie di percorrenze affiancate. Successivamente, la galleria artificiale passa da due a tre livelli, mantenendo il

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

tracciato delle due vie pressoché invariato; quest'ultimo si svilupperà per l'intera tratta in esame lungo il livello inferiore.

I diaframmi presentano uno spessore di 1.2 m e profondità totale variabile da un minimo di circa 28 m fino ad un massimo di circa 31 m; la distanza tra le paratie è anch'essa variabile da un minimo pari a circa 16.0 m ad un massimo di 17.2 m circa, la soletta di copertura ha uno spessore di 1.5 m, le solette intermedie uno spessore di 1.0 m, le fodere uno spessore di 0.8 m e infine il solettone di fondo uno spessore di 1.5 m.

Si riporta nella seguente figura una rappresentazione grafica delle sezioni principali che mostrano la variazione geometrica lungo il tracciato della tratta in oggetto.

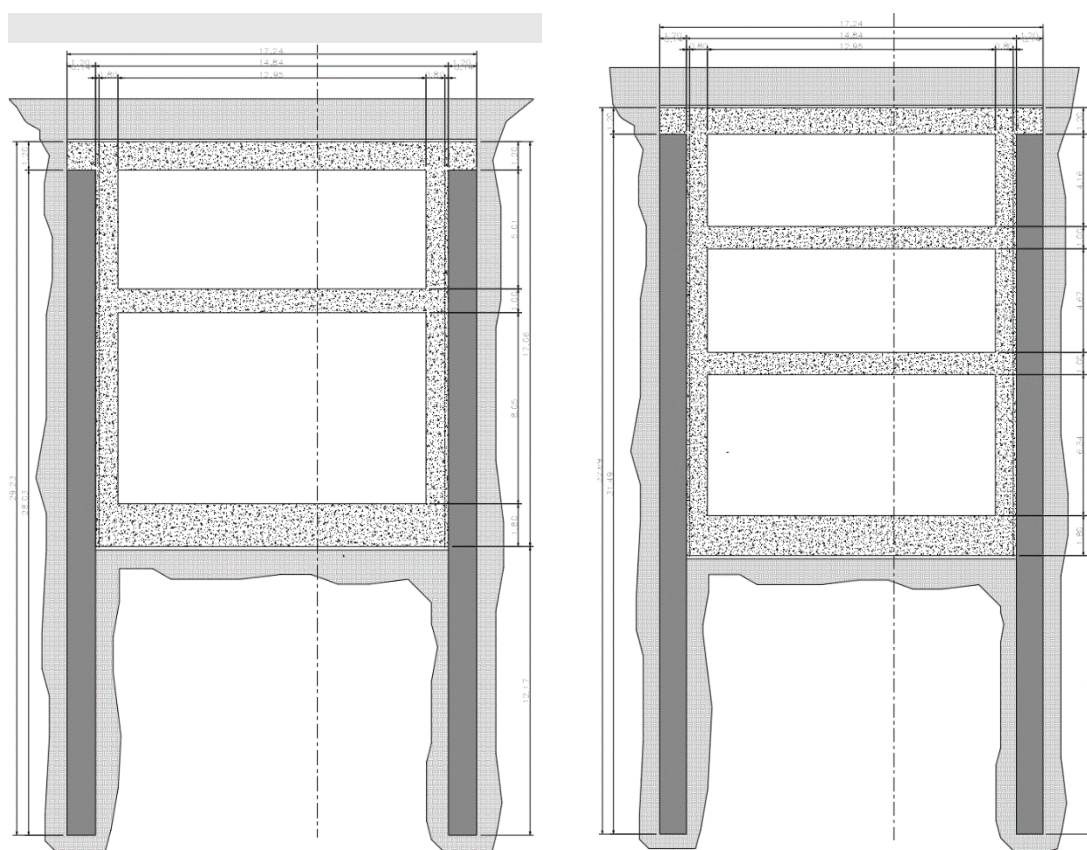



Figura 79. Rappresentazione grafica delle sezioni principali della galleria artificiale GA06

Per le summenzionate tratte di galleria artificiale GA04 – GA05 – GA06, lo scavo, sostenuto dai diaframmi e dal solaio di copertura (metodologia di scavo "Top Down") sarà realizzato secondo le fasi operative di costruzione nel seguito elencate:

- deviazione della viabilità esistente, posizionamento delle recinzioni di cantiere e delle barriere acustiche;
- esecuzione di eventuali opere di consolidamento e di sostegno dello scavo;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- esecuzione cordoli guida per diaframmi e realizzazione pannelli di paratia;
- esecuzione dei trattamenti di consolidamento del tampone di fondo;
- scavo di ribasso sino alla quota di imposta del solettone di copertura;
- scapitozzatura delle paratie al fine di ricostruire il nodo tra la paratia stessa e la copertura;
- esecuzione del solettone;
- esecuzione impermeabilizzazione solettone di copertura e relativo massetto di protezione;
- ritombamento superficiale;
- esecuzione degli scavi di ribasso successivi e posizionamento di eventuali puntelli metallici di contrasto sino al raggiungimento della quota di imposta del solettone di fondo;
- preparazione del piano di posa del solettone mediante getto di CLS magro di pulizia e livellamento (circa 15 cm) con interposto strato di impermeabilizzazione;
- esecuzione del solettone di fondo
- realizzazione successiva di contropareti e solette intermedie con contestuale rimozione dei puntelli metallici provvisori sino al raggiungimento della soletta di copertura;
- Esecuzione di tutte le strutture interne con finiture.

Inoltre, per le tratte in esame, il livello di falda interferisce con le opere, pertanto verrà eseguita l'impermeabilizzazione all-round delle strutture definitive delle gallerie, che verrà posata durante le fasi di costruzione delle strutture interne. A partire dal solettone di copertura, il sistema di impermeabilizzazione verrà posato all'estradosso della soletta con il relativo massetto di protezione, successivamente, con la preparazione del piano di posa della fondazione, verrà posato all'intradosso del solettone di fondo; infine, a partire dal livello di fondazione, lo strato di impermeabilizzazione verrà risvoltato a tergo delle contropareti e interposto in risalita fino al livello della copertura, giungendo i vari strati per sovrapposizione.

9.1.2 Galleria naturale a foro cieco

Il tratto di Linea realizzato in galleria naturale a foro cieco con scavo tradizionale, si sviluppa per una lunghezza di 251 m circa nel tratto che va dal deposito/officina treni di Rebaudengo Rebaudengo alla Stazione Rebaudengo e prosegue oltre fino a sottopassare via Toscanini per ulteriori 296 m circa. La tratta in esame è ubicata in una zona del tracciato in cui la superficie è principalmente occupata da aree verdi, strutture sportive e sostanzialmente priva di sottoservizi rilevanti.

La livelletta è piuttosto superficiale collocandosi a circa 17m sotto il piano campagna attuale e l'opera sarà ubicata all'interno di un orizzonte di terreno incoerente in cui la falda si pone a circa -13m circa da piano campagna.

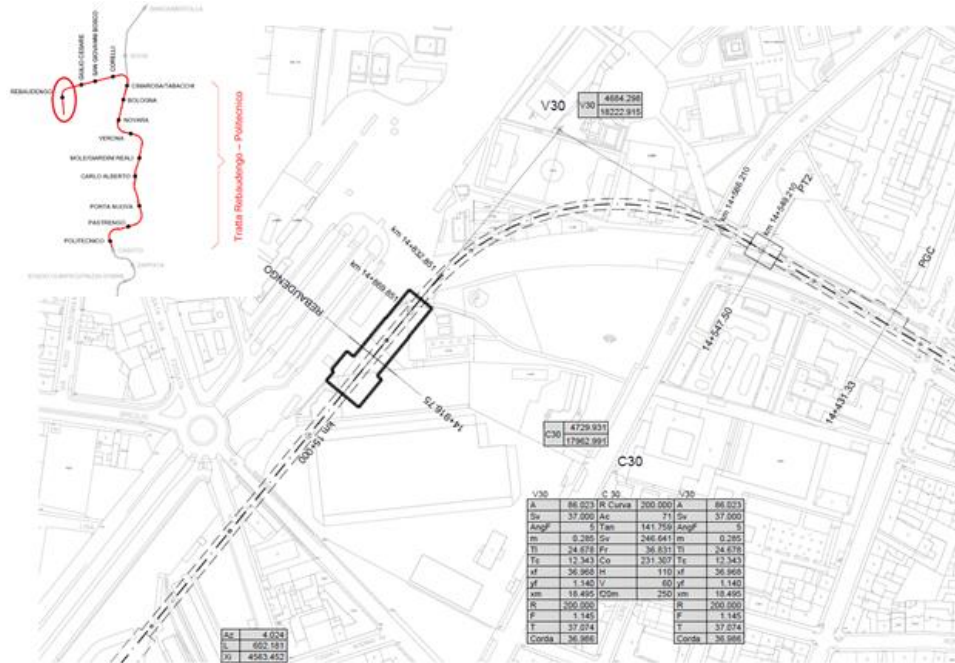


Figura 80. Planimetria tratta in esame

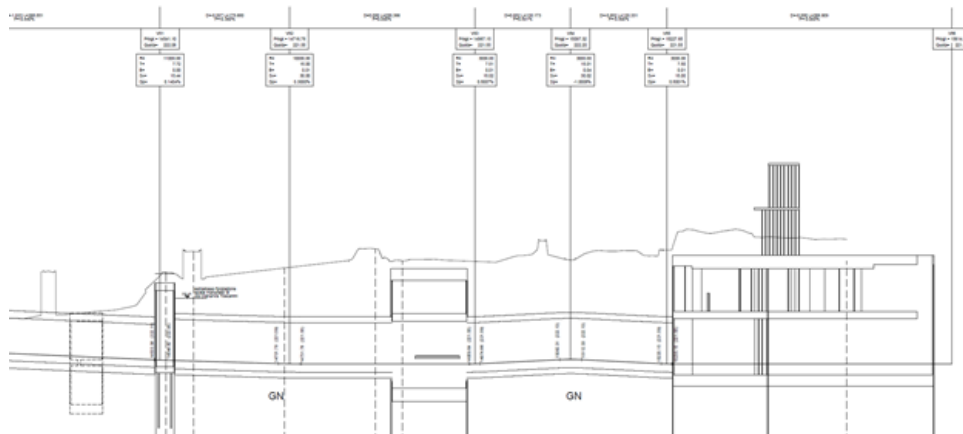


Figura 81. Profilo tratta in esame

Tali evidenze geometriche e geotecniche hanno fatto propendere per la realizzazione di questo tratto di linea mediante uno scavo a foro cieco con metodo tradizionale la cui sezione geometrica è rappresentata nella figura seguente che considera anche la presenza di una curva di raggio pari a 200m.

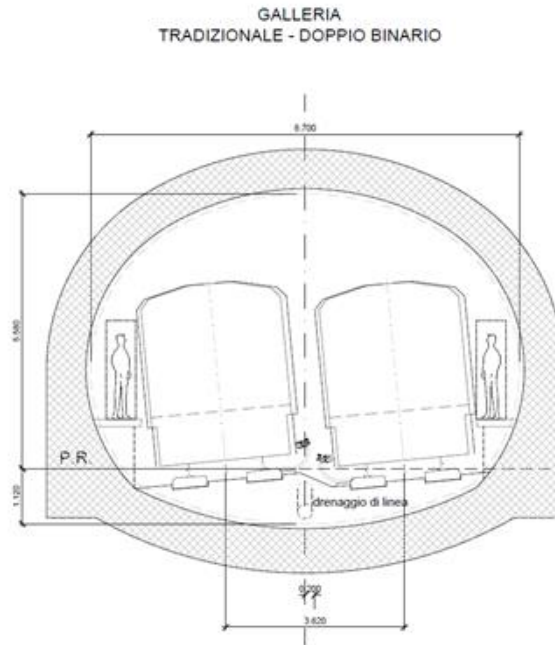


Figura 82. Gabarit della linea nella tratta in esame

In queste condizioni, potendo facilmente implementare tecniche di consolidamento dalla superficie, lo scavo predilige un avanzamento di forma cilindrica all'interno di un blocco consolidato dall'alto mediante jet-grouting a forma di capanna, secondo gli schemi rappresentati nella figura che segue (Sezione Tipo 1 – vedi documento MTL2T1A1DSTRGN0T001).

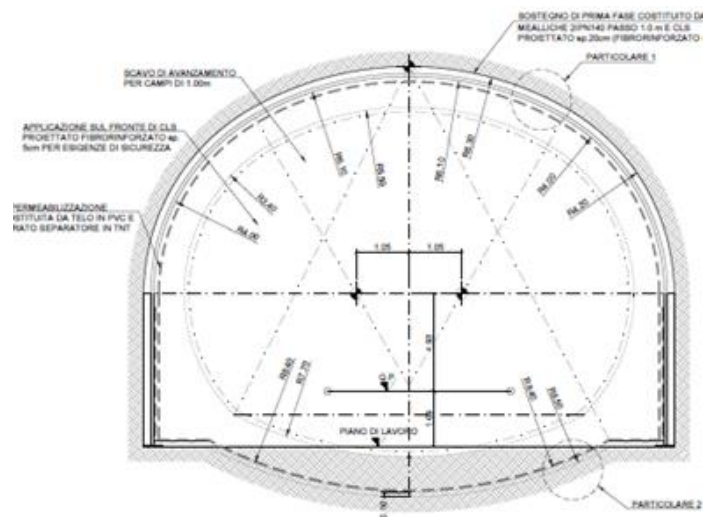


Figura 83. Tipologico sezione tipo 1 di scavo con consolidamento dall'alto

Nell'ambito della tratta in questione esistono però alcuni punti singolari in cui non è possibile eseguire misure di consolidamento dal piano campagna a causa di ostacoli costituiti da fabbricati



esistenti che si vogliono preservare; lungo tali tratti verrà realizzato un consolidamento in avanzamento mediante:

- presostegno in calotta costituito da bulloni autoperforanti iniettati con resine bicomponenti a base di silicati e sostenuti da centine metalliche disposte a passo ravvicinato con raggio di curvatura crescente
- esecuzione di consolidamento del fronte con VTR

Inoltre, per limitare al minimo gli effetti dello scavo della galleria a foro cieco sui cedimenti previsti in superficie, lo scavo verrà parzializzato in due fasi separate (Sezione Tipo 2 – vedi documento MTL2T1A1DSTRGN0T004), opzione che consente anche di eseguire i trattamenti d'impermeabilizzazione dal piano dello scavo di calotta della galleria invece che dalla superficie per quelle porzioni di linea in cui la falda si colloca in sezione.

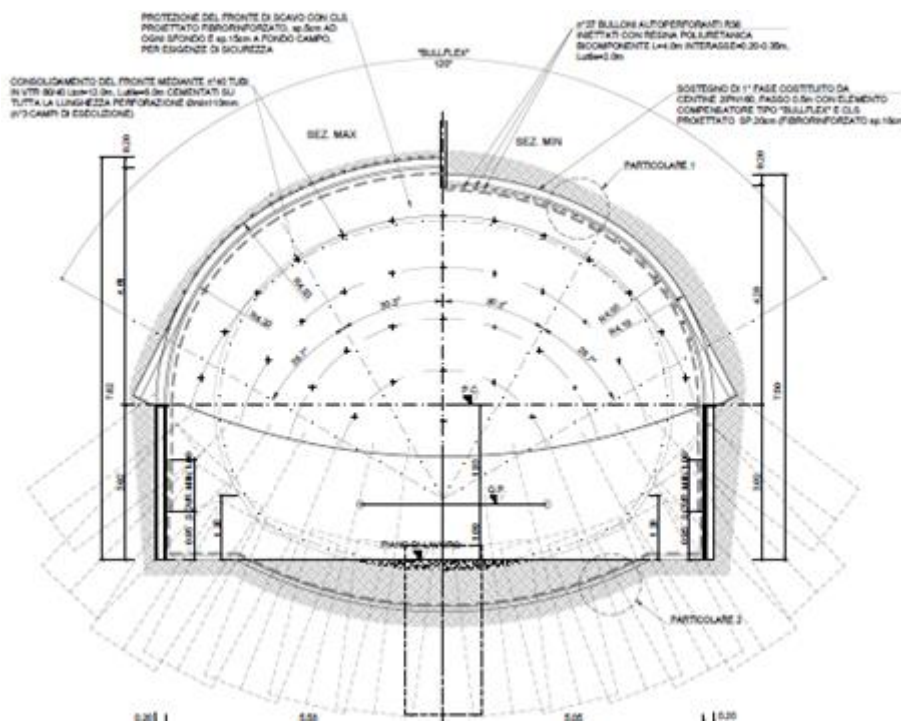


Figura 84. Tipologico sezione tipo 2 di scavo con consolidamenti in avanzamento a geometria troncoconica

In sintesi, l'applicazione delle sezioni tipo seguirà l'alternanza indicata in Tabella 16 ed è dettagliata nell'elaborato grafico di riferimento MTL2T1A1DSTRGN0T007.



Tabella 16. Applicazione sezioni tipo

PK inizio [km]	PK fine [km]	Sezione tipo	Lunghezza applicazione [m]
14+561	14+726	1	165
14+726	14+806	2	80
14+806	14+857	1	51
14+857	14+956	Stazione REBAUDENGO (L \approx 100 m)	
14+956	15+046	1	90
15+046	15+096	2	50
15+096	15+150	1	54
15+150	15+174	2	24
15+174	15+236	1	62
Riepilogo			
Sezione tipo 1			422
Sezione tipo 2			154
Totale galleria			676 (576 al netto della stazione REBAUDENGO)

9.1.3 Galleria naturale in TBM

Nel tratto di Linea che va dal pozzo Novara, dove è previsto di calaggio della TBM, al retrostazione Politecnico dove l'estrazione è prevista nel pozzo terminale denominato PT1, la galleria naturale, a doppio binario e sezione circolare, viene realizzata con scavo meccanizzato mediante l'impiego di frese scudate a piena sezione a fronte pressurizzato (*TBM – Tunnel Boring Machine*). Il diametro di scavo è di 10m (diametro interno 8,80 m) e la lunghezza complessiva di questo tratto di Linea è di circa 5,6 km.

Nel complesso i terreni interessati dallo scavo di questo tratto di galleria sono costituiti prevalentemente da un deposito ghiaioso-sabbioso ben addensato, caratterizzato dalla presenza di livelli e/o lenti di materiale cementato. La cementazione si presenta per lo più con disomogenea distribuzione verticale e scarsa continuità orizzontale, in accordo alla genesi stessa del deposito naturale. La galleria verrà scavata principalmente sottofalda.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Soltanto in alcuni specifici tratti dove il tracciato scende in profondità, la galleria interseca i materiali sottostanti:

- intorno a Pk 8+500 la metà inferiore del fronte intercetta depositi limo-argilloso-sabbioso-ghiaioso (argille azzurre-FAA);
- dal Pk 9+300 AL Pk 10+400 il fronte è interamente nei depositi di argille limose molto compatte e localmente litificate (marne di Sant'Agata-SAF).

Il rivestimento della galleria, che avrà funzione sia di supporto di prima fase che di struttura definitiva, sarà costituito da conci prefabbricati in calcestruzzo armato, posati in opera dalla TBM immediatamente dopo lo scavo. L'iniezione di malta cementizia e/o bicomponente, realizzata attraverso lo scudo della TBM, costituirà il contatto tra il rivestimento e il terreno.

Sulla base delle esperienze maturate nel sottosuolo di Torino, nell'ambito dello scavo meccanizzato della galleria della linea 1 della Metropolitana, la soluzione tecnologica costruttiva prevista per la realizzazione della galleria a foro cieco lungo la subtratta relativa al lotto funzionale 2 che va dal Pozzo Novara al retro stazione Politecnico, è lo scavo meccanizzato con confinamento a pressione controllata del fronte e del profilo di scavo di tipo EPB.

L'anello di rivestimento realizzato in conci prefabbricati in calcestruzzo armato che si propone di adottare è di tipo universale per garantire la possibilità di seguire il tracciato e la traiettoria della TBM durante le operazioni di scavo con le tolleranze richieste, che si indicano con lo scostamento dell'asse reale dall'asse teorico di 5 cm.

Tenuto conto del raggio interno dell'anello di 4,4 m e del raggio minimo del tracciato di 250 m (presente in diversi tratti) si definisce un "taper" di 36 mm che porta ad un raggio minimo di 200 m circa. Tale valore, inferiore al raggio minimo del tracciato, garantisce che anche in condizioni di scavo in tratti con raggio minimo l'anello potrà seguire la TBM lungo possibili correzioni di traiettoria con un margine sufficiente.

In definitiva le caratteristiche dimensionali dell'anello selezionato sono elencate nel seguito:

- Diametro interno = 8800 mm
- Diametro esterno = 9600 mm
- Spessore = 400 mm
- Vuoto anulare = 200 mm
- Lunghezza media anello = 1500 mm
- Delta lunghezza media su minima e massima = 36 mm
- Tolleranza costruttiva (sul raggio) = ± 100 mm



- Raggio minimo di curva = 200 m compatibile con la curva minima del tracciato di 250 m
- N. conci = 7+1 (chiave)
- N. connessioni longitudinali (anello-anello) = 22 (connettori a scomparsa) tipo EASY CLICK MEDIUM o similare
- Connessioni trasversali (concio-concio) = Assenti (giunto dotato di barra guida)
- Tenuta idraulica = Guarnizione in EPDM prossima all’estradosso tipo FAMA UG066B o similare
- Caratteristiche del calcestruzzo = Rck > 50 MPa (C40/50)
- Rinforzo = Acciaio tipo B450
- Cuscini bituminosi = massimo spessore compresso 1,5 mm

La figura seguente mostra una vista d’insieme dell’anello.

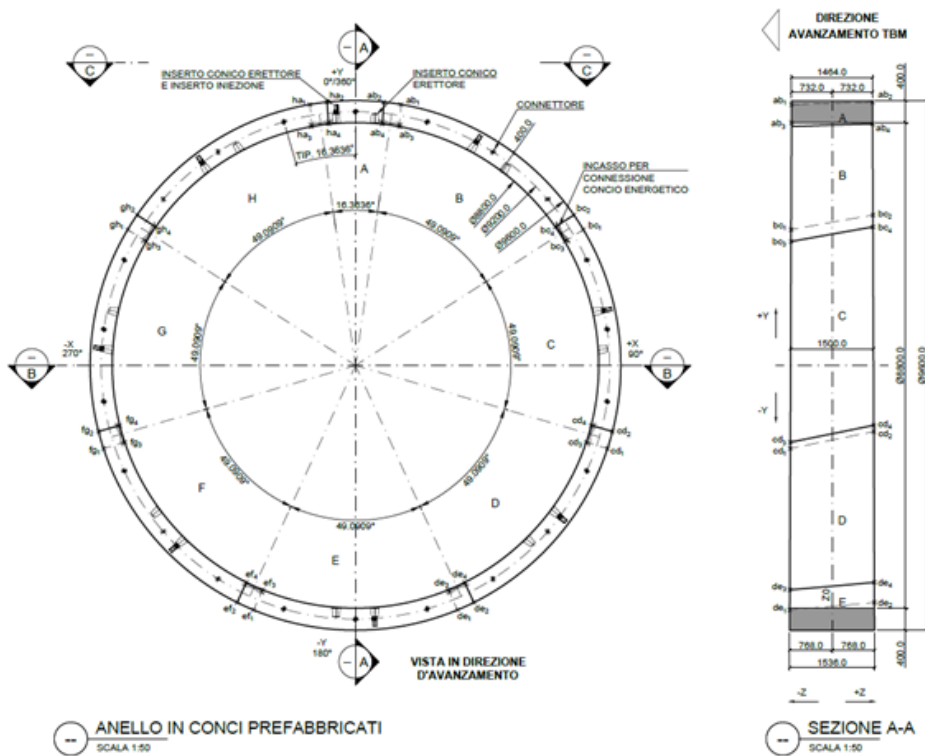


Figura 85. Vista d’insieme dell’anello di rivestimento in conci prefabbricati

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Sulla base delle esperienze maturate nel sottosuolo di Torino, nell'ambito dello scavo meccanizzato della galleria della linea 1 della Metropolitana, la soluzione tecnologica costruttiva prevista per la realizzazione della galleria a foro cieco lungo la subtratta relativa al lotto costruttivo 2 che va dal Pozzo Novara (PNO) al retro stazione Politecnico (PT1), è lo scavo meccanizzato con confinamento a pressione controllata del fronte e del profilo di scavo di tipo EPB (*Earth Pressure Balance*), dove l'equilibrio è garantito dallo stesso materiale di scavo debitamente trattato con schiume/additivi e mantenuto in pressione al fronte.

Tuttavia, la scelta della più idonea tecnologia di scavo meccanizzato dovrà essere affrontata dall'Appaltatore anche effettuando un'analisi comparativa tra le diverse tecnologie considerando i seguenti aspetti ritenuti vincolanti per la realizzazione dell'opera:


- risultati degli studi riguardanti le condizioni geologico-geotecniche ed idrogeologiche dei terreni da attraversare e dei possibili problemi incontrati nell'avanzamento;
- tracciato plano-altimetrico con particolare riferimento alle interferenze con le preesistenze, al fine di massimizzare l'ottenimento dei seguenti risultati:
 - o garanzia di stabilità del fronte di scavo e di relativo contenimento della sua deformabilità;
 - o minimizzazione dei cedimenti indotti dallo scavo sulla superficie del suolo;
 - o minimizzazione delle vibrazioni indotte in fase di scavo;
 - o rispetto dei tempi di realizzazione dell'opera in funzione della velocità di avanzamento previste e della soluzione dei possibili inconvenienti legati alla natura dei terreni al fine di:
 - o velocizzare le fasi di scavo e di rivestimento;
 - o industrializzare le fasi operative;
- caratteristiche di cantierizzazione per ognuna delle diverse tecnologie, essenzialmente in relazione alle superfici occupate, ai sistemi di accumulo e trasporto dello smarino e alle potenzialità necessarie dei diversi impianti al fine di:
 - o minimizzare l'impatto sul territorio, sia in termini di occupazione di spazi che in termini di inquinamento dei terreni e delle falde;
 - o industrializzare le fasi operative;
 - o massimizzare la sicurezza ed igiene sull'ambiente di lavoro.

Tenuto conto del contesto fortemente antropizzato nel quale si inserisce la tratta in oggetto, in sede di Progetto Esecutivo dovranno essere comunque previste idonee specifiche tecniche atte a garantire i livelli minimi prestazionali e di sicurezza per la TBM durante lo scavo.

9.2 Stazioni

9.2.1 Caratteristiche funzionali

La Linea 2 prevede stazioni con unico atrio che può essere interrato o fuori terra. Tutte le stazioni sono caratterizzate da una sola linea di controllo (ad eccezione di St. Rebaudengo che è dotata di un'ulteriore linea dedicata all'accesso diretto alla stazione ferroviaria Rebaudengo-Fossata

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

adiacente alla stazione metropolitana in progetto) e per le stazioni con atrio interrato, almeno due accessi di collegamento con il livello stradale.

L'atrio di stazione è organizzato e dimensionato in modo da assicurare un fluido attraversamento dei passeggeri, minimizzando i punti di conflitto fra i flussi in ingresso e i flussi in uscita, mantenuti in tutte le stazioni e su ogni livello, il più possibile separati.

Le tipologie di stazione sono descritte nella tabella seguente:

Tabella 17. Tabella riassuntiva delle tipologie di stazione

Stazioni		Tipologie	Livelli interrati
1	REBAUDENGO	Stazione speciale a 2 livelli interrati di corrispondenza F.S. (S2LS)	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 (S2LS)	3
6	BOLOGNA	Stazione tipo 2 livelli interrati (S2L)	2
7	NOVARA	Stazione tipo a 4 livelli interrati e 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 e con gallerie di banchina (S4G)	4
10	CARLO ALBERTO	Stazione speciale a 4 livelli interrati (S4LS)	4
11	PORTA NUOVA	Stazione speciale a 4 livelli interrati di corrispondenza F.S. (S4LS)	4
12	PASTRENGO	Stazione tipo a 4 livelli interrati e con gallerie di banchina (S4G)	4
13	POLITECNICO	Stazione tipo a 4 livelli interrati (S4L)	4

Come anticipato le stazioni sono state concepite tutte con unico atrio e con almeno due accessi ubicati in modo da ottenere la migliore possibile attrattività nell'ambito dell'area coperta.


Ogni accesso è stato dotato di una scala fissa e di una scala mobile; in almeno uno dei due è stato previsto un ascensore di collegamento dalla superficie al piano atrio, la cui profondità è mediamente di 7,50 m.

Nell'atrio è stata prevista la presenza, oltre che della linea di controllo, di un locale sorveglianza e di zone dedicate alla collocazione delle emettitrici ed il locale dedicato ai vigili del Fuoco.

In tutte le stazioni sono stati previsti due ascensori per banchina per il collegamento con il piano atrio, utilizzabili sia in condizioni di ordinario esercizio sia in condizioni di soccorso.

Ove possibile, per la risalita dalla banchina sono state predisposte, oltre alle scale fisse, un adeguato numero di scale mobili, all'occorrenza reversibili, per garantire il deflusso in caso di emergenza.

Inoltre, si è cercato di mantenere il più possibile separati i flussi di ingresso e uscita.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Di seguito si riporta una breve descrizione dell’inserimento delle stazioni nel contesto urbano unitamente all’ubicazione dei relativi accessi.

Rebaudengo: è ubicata in adiacenza alla stazione ferroviaria di Rebaudengo-Fossata, nei pressi della rotonda sulla quale convergono Corso Venezia, via Fossata, Via Breglio e via Lauro Rossi. La stazione è posta parallelamente alla Stazione Ferroviaria e al relativo fascio di binari. Gli accessi della stazione metropolitana sono rivolti verso la suddetta rotonda stradale. In particolare, l’uscita a nord privilegia il flusso verso il parcheggio provvisorio, posto al di sopra della Stazione Ferroviaria, e verso il futuro terminal (non incluso nel presente progetto), polo di interscambio dei pullman, che gestirà le partenze e gli arrivi per il trasporto extraurbano su gomma (e la cui ubicazione è prevista nei pressi di via Fossata).

Giulio Cesare: la stazione è ubicata all’interno del cosiddetto “trincerone ferroviario”, tra via Gottardo e via Sempione, nei pressi dell’incrocio con corso Giulio Cesare (da cui la stazione prende il nome). L’ingresso della stazione è posizionato in maniera tale da favorire l’accessibilità da Corso Giulio Cesare, in corrispondenza del quale sono attualmente presenti le fermate della linea tramviaria 4 e di altre linee di autobus, che consentiranno di attrarre maggiore utenza.

San Giovanni Bosco: anche questa stazione sarà ubicata sul tracciato del “trincerone ferroviario”, tra via Gottardo e via Sempione, ortogonalmente alle vie Monte Rosa e via Saverio Mercadante, in maniera da favorire il collegamento con l’Ospedale San Giovanni Bosco, da cui la fermata prende il nome. In corrispondenza di via San Gottardo e su via Sempione, in adiacenza alla stazione, sono presenti diverse fermate di linee di autobus. La stazione è stata progettata prevedendo un percorso privilegiato, per il rapido collegamento tra la fermata metropolitana e l’ospedale, ragion per cui l’ingresso in stazione è orientato verso ovest.

Corelli: analogamente alle due stazioni precedenti, la fermata Corelli sarà ubicata lungo l’attuale “trincerone ferroviario”, tra via Gottardo e via Sempione, nei pressi dell’incrocio con via Corelli, da cui la fermata prende il nome. L’ingresso della stazione è posizionato in maniera tale da favorire l’accesso dall’incrocio con via Corelli. La stazione si trova a poche decine di metri dal Centro Interculturale della Città di Torino. In corrispondenza di via San Gottardo e su via Sempione, in adiacenza alla stazione, sono presenti diverse fermate di linee di autobus.

Cimarosa/Tabacchi: la stazione è posta lungo via Bologna, tra la via Cimarosa e Piazzale Croce Rossa Italiana. Gli accessi, vista anche la presenza della stazione Bologna a sud, sono rivolti verso la piazza per favorire l’area a nord della stazione e per rivolgersi verso la ex-Manifattura Tabacchi posta al di là del cosiddetto “trincerone ferroviario”.

Bologna: la stazione è ubicata su Largo Bologna, parallelamente a via Bologna, in corrispondenza dell’incrocio tra via Bologna, via Ponchielli e via Niccolò Paganini. L’accesso nord consente l’uscita, lateralmente alla stazione, verso via Nicolò Paganini ed è l’accesso che è stato dotato di ascensore. L’accesso sud si trova su largo Bologna, tra via Ponchielli e via Paganini di fronte all’Istituto Zooprofilattico Sperimentale e a poche decine di metri dall’IIS “J. Beccari” e dall’IIS “Bodoni Paravia”. Su via Bologna, nell’intorno della stazione metropolitana, sono presenti fermate di numerosi mezzi pubblici su gomma e su ferro, che consentiranno di attrarre maggiore utenza.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Novara: è posta in corrispondenza dell'incrocio tra corso Novara e via Bologna, occupandolo quasi interamente. Gli accessi sono rivolti verso nord-ovest e sud-est su Corso Novara.

Verona: è ubicata lungo Corso Verona, in senso parallelo alla strada, in corrispondenza dell'incrocio con corso Regio Parco. La stazione occupa quasi interamente lo slargo attualmente presente, infilandosi sul lato ovest, per un breve tratto, tra i palazzi. L'accesso est è laterale rispetto al corpo stazione ed è disposto lungo corso Regio Parco, in modo da servire l'area abitata circostante. L'accesso sud, invece, è collocato frontalmente ed è disposto lungo corso Verona, in modo da avvicinare il più possibile la fermata metro al Campus Einaudi, che si trova al termine della via, così da diminuire il percorso e quindi attrarre maggiore utenza. Per lo stesso motivo, questo accesso è quello dotato anche dell'ascensore che porta al piano atrio della stazione.

Mole/Giardini Reali: si trova lungo corso San Maurizio, in corrispondenza dell'incrocio con via G. Rossini. La posizione è nevralgica e serve diversi punti fondamentali della città. Si trova a ridosso dei giardini reali, quindi appena fuori il centro storico. Serve allo stesso tempo la Mole Antonelliana, verso la quale sono infatti rivolti gli accessi, il Dipartimento di Filosofia dell'università, lungo corso San Maurizio, e il Campus Einaudi, poco distante dalla stazione. Inoltre, gli accessi sono rivolti ad attrarre l'utenza del quartiere Vanchiglia, ad est della stazione, densamente abitato.

Carlo Alberto: questa è la stazione del centro storico. Posta nell'omonima piazza Carlo Alberto, è funzionale sia all'utenza che si rivolge verso piazza Castello sia a quella che confluisce su piazza San Carlo e sulle zone commerciali di via Roma e via Lagrange. Collocata in prossimità della Galleria Subalpina e di Palazzo Carignano, da questo punto è facile raggiungere tutti i principali percorsi storico-turistici del centro torinese. Gli accessi sono rivolti verso nord lungo via Carlo Alberto e ad est verso via Cesare Battisti, in modo da raggiungere anche l'utenza di via Po e, di conseguenza, di Piazza Vittorio Veneto.

Porta Nuova: rappresenta la più importante stazione di interscambio con altri mezzi pubblici. Infatti, oltre alla vicinanza con numerose stazioni del trasporto pubblico urbano, è collegata all'omonima stazione ferroviaria e alla linea metropolitana 1; con quest'ultima è previsto un collegamento sotterraneo diretto. È posta in posizione parallela a via Nizza, in corrispondenza del parcheggio posizionato tra la via e la stazione ferroviaria. La stazione è dotata di un grande accesso aperto su corso Vittorio Emanuele II.

Pastrengo: è posta all'incrocio tra Corso Re Umberto e via Pastrengo, parallela al corso di cui occupa il viale centrale. L'ubicazione serve una vasta utenza poiché è centrale rispetto ai quartieri Crocetta e San Secondo, densamente abitati.

Politecnico: posta in corrispondenza dell'incrocio tra due importanti arterie, quali Corso Duca degli Abruzzi e Corso Luigi Einaudi, la stazione ha come scopo principale quello di servire il Politecnico di Torino. Gli accessi sono infatti disposti verso nord, lungo corso Duca degli Abruzzi, in prossimità dell'entrata centrale del Politecnico.

Negli studi funzionali condotti, è stato previsto di poter introdurre una bicicletta per volta, per ascensore e per senso di marcia. In banchina le bici dovranno attendere in un'area dedicata,

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

mentre sul treno potrà essere definita un'area per trasporto delle bici e il relativo fissaggio (c.d. in corrispondenza delle sedute ischiatiche).

Le predisposizioni contemplate permettono di rispondere alla possibilità di poter accedere con le bici a seguito, ma la disciplina dell'accesso delle bici e le relative procedure andrà concordata con il gestore dell'esercizio e con il comando VVF in ambito dell'esame progetto.

Tra le altre opzioni per una mobilità sostenibile è stata integrata la possibilità di considerare altre modalità di *sharing* (bici e monopattini).

Tuttavia, si segnala che l'introduzione delle bici in stazione, in particolar modo nelle stazioni profonde 4 livelli, è comunque complessa a causa delle possibili interferenze che si avrebbero con l'utenza ordinaria, soprattutto negli scenari di emergenza.

9.2.1.1 Stazioni ad 1 livello interrato e atrio fuori terra

La stazione tipologica ha una forma rettangolare, lunga nel suo complesso 89 m e larga circa 26 m.

Si tratta di una tipologia a banchine laterali, realizzata in un unico manufatto parzialmente interrato e parzialmente fuori terra, articolato in relazione alla profondità del piano del ferro (circa -8 m), su due livelli funzionali che, dall'alto verso il basso, sono:

- piano atrio, a quota del piano stradale;
- piano banchina, a quota -6,90 m e al di sotto del quale è collocato un livello sotto banchina destinato agli alloggiamenti di cavi, tubazioni e spazi tecnici.

Dal livello stradale si accede al Piano Atrio mediante l'accesso principale, posto alla medesima quota. Nell'atrio, aperto al pubblico, sono stati dislocati, e opportunamente dimensionati, gli spazi per i servizi di stazione (emettitrici, pannelli informativi, segnaletica etc.), il locale di sorveglianza, il locale spogliatoio per il personale, il locale VVF e un locale tecnico con accesso interdetto al



pubblico.

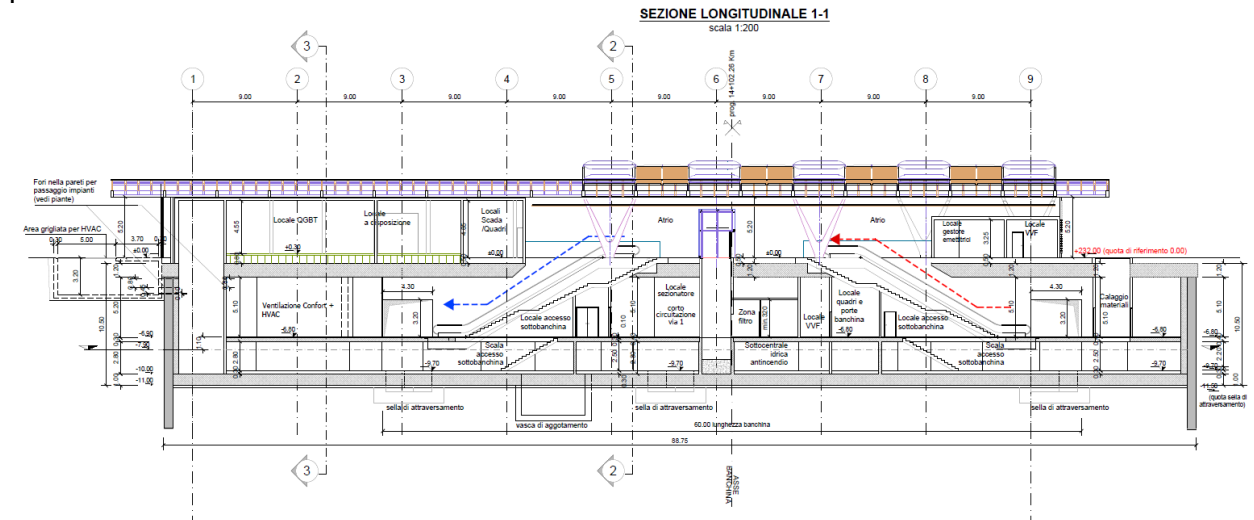


Figura 86. Stazione tipologica SL1- Sezione longitudinale

All'esterno dell'area di stazione, si trova la vasca interrata per la riserva idrica antincendio, con relativa botola di accesso dalla superficie, strettamente connessa alla centrale idrica, posta al piano inferiore. All'esterno sono anche collocate due botole per il calaggio da piano strada verso banchina e sottobanchina degli apparati impiantistici.

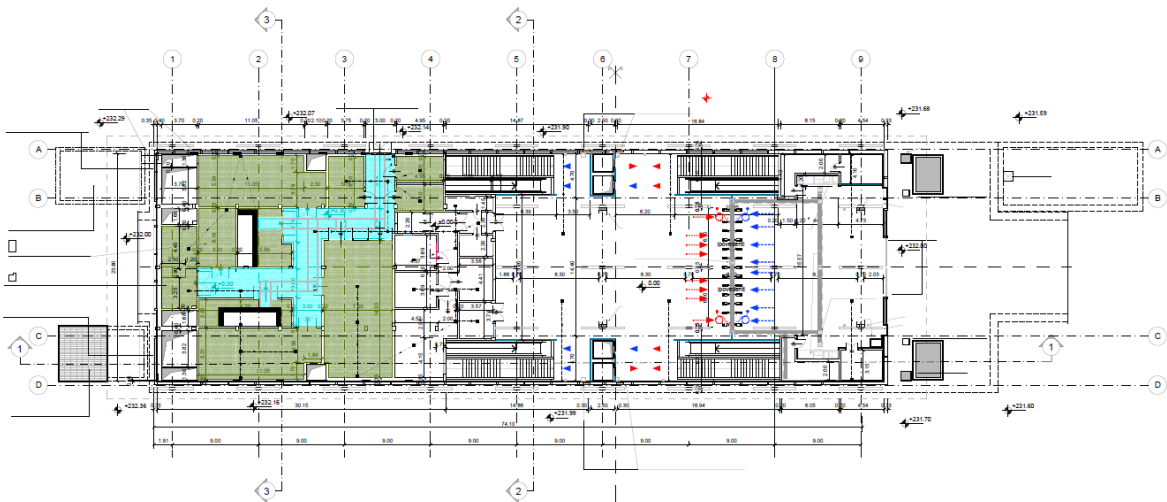


Figura 87. Pianta piano atrio S1L - Stazione Giulio Cesare

L'accesso agli ascensori, collocati in posizione baricentrica rispetto alla lunghezza della banchina, è posizionato in modo da limitare le interferenze con il flusso degli utenti in transito sui gruppi scale.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

9.2.1.2 Stazioni a 2 livelli interrati

La stazione tipologica ha una forma rettangolare, lunga nel suo complesso 115 m e larga circa 26 m.

Si tratta sempre di una tipologia a banchine laterali, realizzata in un unico manufatto interamente sotterraneo, in relazione alla profondità del piano del ferro (circa -16,20 m), su due livelli funzionali che, dall'alto verso il basso, sono:

- piano atrio, a quota c.ca -8.87 m dal piano stradale;
- piano banchina, a quota -15,22 m e al di sotto del quale è collocato un livello sotto banchina destinato agli alloggiamenti di cavi, tubazioni e spazi tecnici.

Dal livello stradale si accede al Piano Atrio mediante due accessi ed almeno un ascensore, che lo collegano alla superficie. Nell'atrio, aperto al pubblico, sono stati dislocati, e opportunamente dimensionati, gli spazi per i servizi di stazione (emettitrici, pannelli informativi, segnaletica etc.) e il locale di sorveglianza. Nello stesso piano sono ubicati infine i locali tecnici a servizio degli impianti di stazione e di linea.

Le stazioni della tratta funzionale Rebaudengo-Politecnico che adottano la tipologia a 2 livelli interrati sono: Bologna e Rebaudengo.

Le due stazioni adottano, di base, la tipologia a 2 livelli interrati ma sono state adattate per effetto di vincoli esterni e di preesistenze.

9.2.1.3 Stazioni profonde, a 3 e 4 livelli

Questa tipologia di stazioni, caratterizzate da coperture ridotte ($\leq 2,5$ m di ritombamento) saranno realizzate secondo la metodologia costruttiva denominata *Cut & Cover* (C&C) normalmente utilizzata per questo tipo di strutture anche in ambiente urbano. Più in particolare, verrà adottata la metodologia *top-down* di cui si riassumono, a seguire, alcuni principi base.

Per questa metodologia la sequenza costruttiva ha inizio, previa deviazione dei sottoservizi interferenti, con l'esecuzione delle opere di contenimento degli scavi e, in seguito, con la realizzazione della soletta di copertura (generalmente una piastra) che agirà da elemento di contrasto - in fase provvisoria e definitiva - in testa alle opere di contenimento. Nelle successive fasi si procederà allo scavo interno al corpo stazione fino ai livelli intermedi degli altri orizzontamenti (anche in questo caso generalmente delle piastre), anch'essi con funzione di contrasto sia nella fase provvisoria sia in quella definitiva.

Questa sequenza di lavoro continuerà verso il basso con l'applicazione di strutture di contrasto provvisorie (se necessarie), fino al raggiungimento della quota di fondo scavo e di imposta della soletta di fondo, anch'essa con funzione di elemento di contrasto sia nella fase di costruzione che in quella definitiva.

Una tipica sequenza del metodo "top-down" è mostrata nelle figure seguenti.

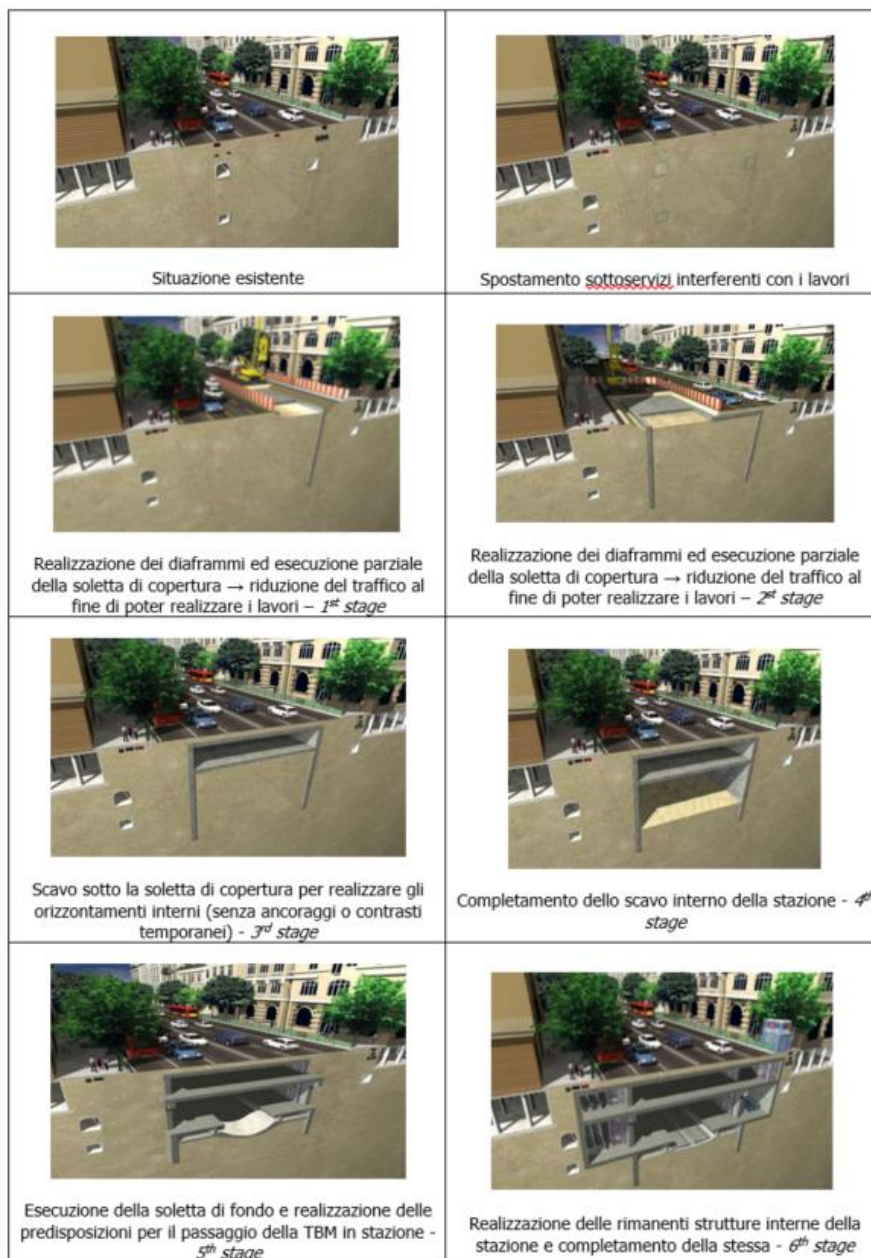


Figura 88. Fasi esecutive di realizzazione della metodologia Top Down

9.2.1.4 Stazioni profonde a 4 livelli con banchine in galleria (S4G)

Le stazioni della Linea 2 che adottano la tipologia a 4 livelli interrati con banchine in galleria realizzata a foro cieco (S4G), sono: Novara, Mole/Giardini Reali e Pastrengo.

L'esigua larghezza delle strade, al di sotto delle quali le stazioni sono ubicate, ha imposto la scelta del tipo.



Le stazioni sono costituite da un corpo centrale di forma rettangolare lungo circa 81,00 e largo 23,50 m e profondo indicativamente da 27,00 a 32,00m dal piano campagna, realizzato tra paratie in diaframmi con il metodo "top down", dove trovano collocazione le scale di collegamento fino al piano banchine, i locali tecnologici. Le parti d'opera complementari sono costituite dall'atrio, più superficiale ed affiancato al corpo centrale, i due accessi che sono collegati a quest'ultimo; in profondità, la stazione include la galleria naturale per le banchine posta perpendicolarmente al corpo centrale. Nella figurazione seguente si riporta una sezione longitudinale alla galleria di banchina.

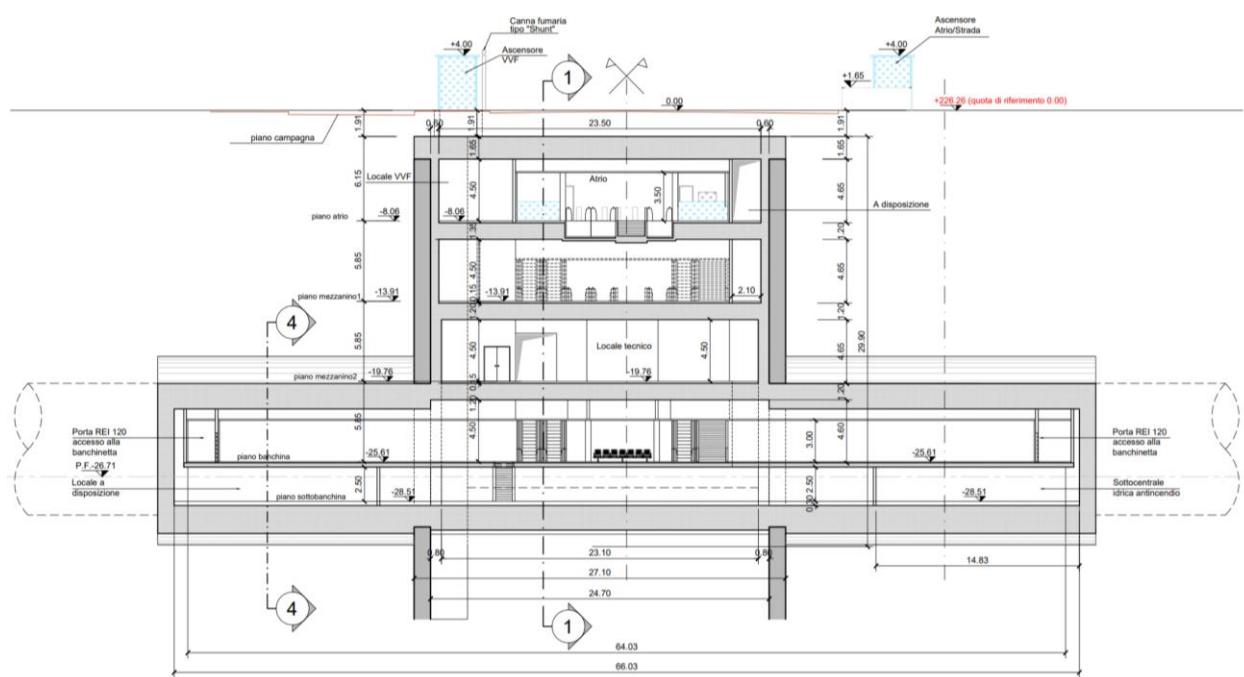


Figura 89. Sezione longitudinale della stazione tipologica con galleria di banchina

Nelle tre stazioni, il posizionamento relativo della galleria di banchina rispetto al corpo stazione in paratie è determinato dai vincoli del contesto urbano circostante. Per maggiori dettagli si rimanda alle tavole relative all'inserimento urbanistico delle 3 stazioni.

Le stazioni tipo S4G si articolano su quattro livelli funzionali, che dall'alto verso il basso sono:

- piano atrio, a quota compresa tra circa -8,10m e -7,60 m dal piano stradale;
- piano primo mezzanino, a quota compresa tra -13,90 e -13,50m;
- piano secondo mezzanino, a quota compresa tra -19,80 e -19,30m;
- piano banchine, a quota compresa tra -25,60 e -25,40m e al di sotto del quale è collocato il livello sottobanchine.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Piano atrio (Livello -1)

Dal livello stradale si accede al livello atrio, mediante due accessi, ciascuno attrezzato con una scala mobile per i passeggeri in uscita e una scala fissa larga 2,40 m per i passeggeri entranti. Un unico ascensore garantisce l'accesso in atrio alle categorie protette e alle biciclette.

In questa zona dell'atrio, pubblica e liberamente accessibile, sono collocati i servizi di stazione (emettitrici, pannelli informativi, segnaletica, ecc.), il locale di sorveglianza e il locale gestore emettitrici.

Oltre la linea di controllo, sono posizionati gli ascensori e i tre gruppi scale di collegamento con il livello del primo mezzanino (livello -2). I flussi dei passeggeri in transito al piano atrio sono separati:

- al flusso dei passeggeri entranti sono dedicate due discenderie, formate entrambe da una scala mobile e da una scala fissa larga 2,00 m;
- al flusso dei passeggeri in uscita sono dedicati due gruppi scale, con due scale mobili ciascuno.

Al di là delle discenderie, un'ampia area di circa 600 m², con accesso interdetto al pubblico, accoglie i locali riservati al personale tecnico (spogliatoio e servizi igienici) e agli impianti civili (condizionamento, ventilazione, centrale idrica, quadri e UPS/batterie, ecc.), i cavedi relativi all'estrazione ed immissione dell'aria e la botola per il calaggio materiali. All'esterno del corpo stazione, si trova la vasca interrata per la riserva idrica antincendio con relativa botola di accesso dalla superficie.


Piano primo mezzanino (Livello -2)

Il piano primo mezzanino, rispetto al piano atrio, è attraversato dai viaggiatori che si muovono da e verso il livello del secondo mezzanino, tramite gruppi scale specializzati per tipo di flusso passeggeri (entrata o uscita).

Al piano, trovano collocazione le cabine per la ventilazione di stazione, il locale Water Mist e diversi spazi a disposizione. I cavedi tecnici, posti sulle testate, assicurano i passaggi delle verticalità impiantistiche tra piano sottobanchina e il piano atrio.

Piano secondo mezzanino (Livello -3)

Il piano secondo mezzanino, rispetto al piano atrio, è attraversato dal flusso dei passeggeri in transito da e verso le banchine. I gruppi scale sono specializzati per gli utenti in entrata o in uscita. Al piano, trovano collocazione i locali per la ventilazione di stazione. I cavedi tecnici, posti sulle testate del corpo stazione, assicurano i passaggi delle verticalità impiantistiche tra i vari livelli della stazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Piano banchine (Livello -4)

La lunghezza di banchina nella stazione S4G è quella standard di linea, ossia 60 m, mentre la larghezza (al netto delle porte di banchina) è pari a 3,50 m.

Da entrambe le banchine, si accede ai gruppi scale e agli ascensori di collegamento con i livelli superiori, tramite due varchi larghi 5,00 m, attrezzati con barriere d'aria di segregazione del percorso di sfollamento dagli eventuali fumi generatisi in caso di incendio.

Su ciascuna banchina è prevista un'area tecnica di circa 220 m² con accesso interdetto al pubblico, dedicata principalmente alla distribuzione dei locali tecnici di sistema: cabine MT/BT, locale QBGT, locale sezionatore/cortocircuitatore (per la via di corsa1 e la via di corsa 2), UPS/batterie, locale segnalamento/ telecomunicazioni/telecomando, botole di calaggio, ecc..

Nelle stazioni S4G non è prevista la presenza della sottostazione elettrica (SSE).

Negli spazi tecnici trovano posto anche i cavedi per i passaggi delle verticalità impiantistiche di sistema e non di sistema, le scale di servizio per l'accesso alla sottobanchina, il locale VV.F. e il locale quadri porte banchina.

Piano sottobanchina

Il piano sottobanchina è un livello esclusivamente tecnico adibito alla distribuzione cavi e tubazioni degli impianti di sistema e non di sistema.

Per un'ampia trattazione della distribuzione funzionale, si rimanda agli elaborati grafici dei funzionali delle stazioni tipo S4G: Novara, Mole/Giardini Reali, Pastrengo.

9.2.1.5 Stazione Cimarosa/Tabacchi

Tra le stazioni Rebaudengo e Cimarosa, è compresa anche la diramazione della linea verso il futuro prolungamento in direzione Nord (San Mauro T.se). Per consentire la futura realizzazione della diramazione, è stato necessario predisporre un manufatto di bivio fra paratie, realizzato in cut&cover.

La stazione Cimarosa/Tabacchi ha una tipologia a banchine sovrapposte in quanto planimetricamente ubicata in adiacenza al manufatto per la diramazione della linea nei due rami. L'esigua larghezza di via Bologna, al di sotto della quale la stazione è ubicata, ha imposto la scelta del tipo. La sovrapposizione delle gallerie ha reso possibile la fattibilità costruttiva della stazione e la riduzione delle dimensioni del manufatto di bivio.

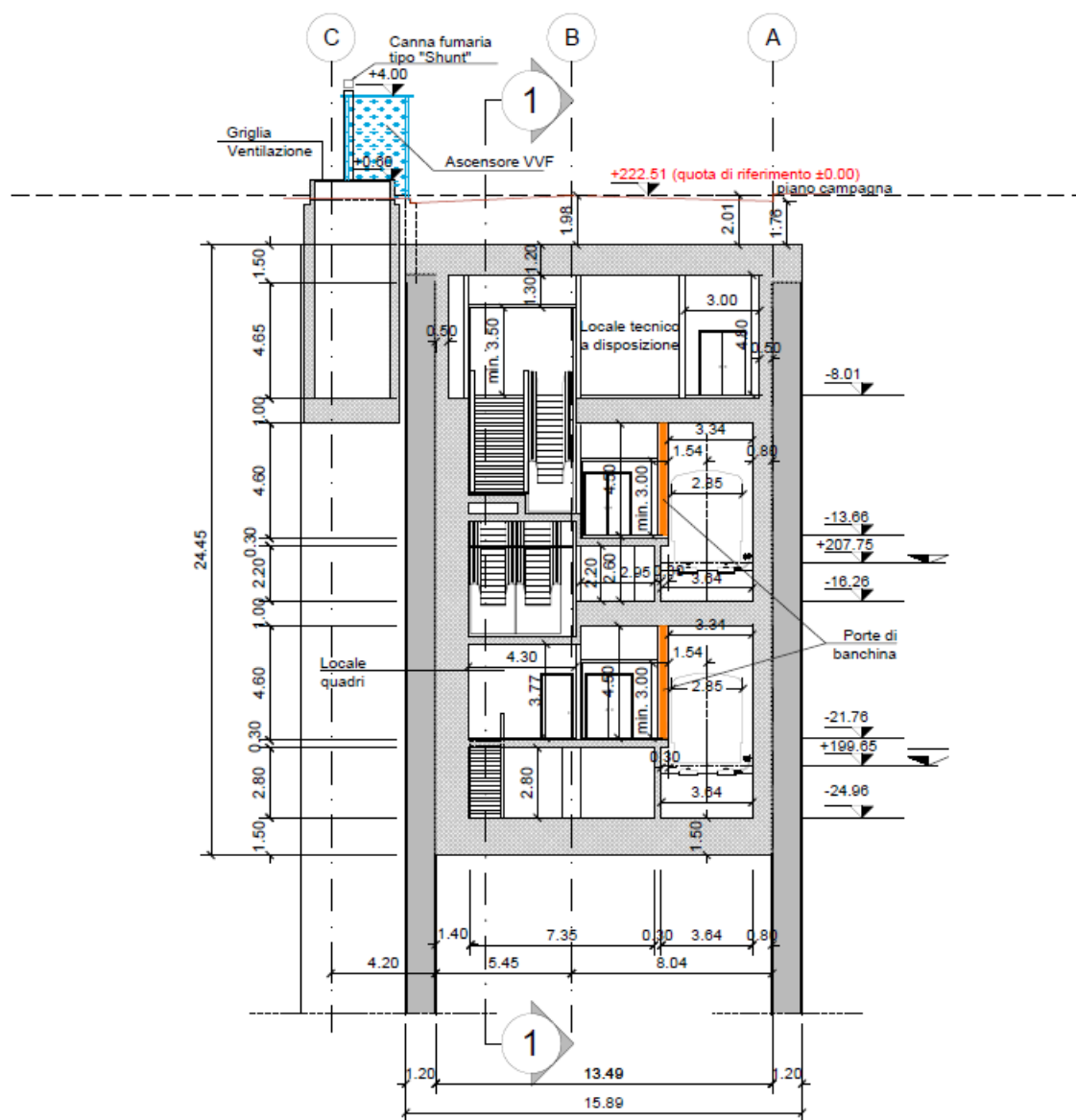



Figura 90. Sezione trasversale della stazione Cimarosa/Tabacchi

Il corpo stazione, tra paratie e realizzato in *cut&cover*, ha una forma in pianta irregolare, con una larghezza esterna pari a 15,89 m nella parte più stretta e pari a 20,09 m nella parte più larga; la lunghezza esterna è 128,28 m. Ad esso si aggiunge, quale estensione del piano atrio, un corpo superficiale avente una lunghezza esterna di 19,00. La lunghezza complessiva dell'impronta di stazione è di 147,28 m.

È articolato funzionalmente, su tre livelli funzionali, che dal dall'alto verso il basso, sono:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- piano atrio a quota -8,01 m dal piano stradale;
- piano banchina superiore a quota -13,76m, al di sotto del quale è collocato un livello sottobanchina a quota -16,26 m;
- piano banchina inferiore a quota -21,86 m, al di sotto del quale è collocato un livello sottobanchina a quota -25,26 m.

9.3 Manufatti di linea

I manufatti di linea sono quelli di intertratta così denominati poiché si situano nel tratto intermedio tra due stazioni e il manufatto di bivio.

9.3.1 Manufatti di intertratta

Il compito dei primi è di permettere la ventilazione - negli scenari di esercizio e di emergenza - e l'aggettamento acque, per le intertratte con punto di minimo rispetto alla falda.

Inoltre, solo nel caso del Pozzo di Emergenza Mole, il manufatto consente l'accesso alla linea, a partire dalla superficie, per i VV.FF. Analogamente possono avere funzione di uscite di emergenza; in quest'ultimo caso vengono dotate di una scala fissa.

I pozzi di ventilazione (o connessione diretta in caso di galleria scatolare) sono generalmente composti da tre elementi fondamentali: le sale tecniche, il pozzo verticale e il collegamento sotterraneo fra il pozzo verticale e la galleria di linea.

9.3.1.1 Sala tecnica

Le sale tecniche che sono ricavate all'interno di una struttura ubicata al di sotto del livello stradale, pertanto, per la sua realizzazione, saranno sufficienti scavi più superficiali e, la maggior parte, non interferisce con la falda freatica. Per le sale tecniche interferenti, sarà eseguito un tappo di fondo mediante consolidamento del terreno con jet grouting o iniezioni cementizie, al fine di "impermeabilizzare" gli scavi. Il sostegno di questi scavi avverrà con paratie in pali o micropali, che saranno contrastati dalla soletta di copertura e/o da sistemi di contrasto provvisori, che saranno rimossi quando verrà gettata la struttura definitiva.

Quest'unità sotterranea è il cuore del sistema della linea metropolitana, infatti qui sono ubicate le attrezzature elettro-meccaniche (ventilatori, quadri elettrici etc.) necessarie per garantire il buon funzionamento della linea in termini di ventilazione. In sintesi, nella parte sotterranea l'opera si compone di:

- camere di ventilazione, in cui sono alloggiati i ventilatori con silenziatori a circa 6m da p.c.;
- pozzo circolare (per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo successivo);
- sale elettriche di trasformazione;
- sala quadri;
- galleria di collegamento con la galleria di linea, caratterizzata da sezione policentrica.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

In superficie la sala tecnica presenta:

- griglie di superficie, pari a circa 50 m² complessivi, per la presa e/o l'estrazione dell'aria della galleria;
- botola per il calaggio dei materiali;
- botola per l'accesso e manutenzione.

9.3.1.2 Pozzo verticale

Il pozzo è un elemento verticale che mette in comunicazione le aree tecniche con la galleria di linea. Ha profondità variabile e, ove presente, interferente con la falda freatica.

Analogamente a quanto realizzato per la Linea 1 della metro di Torino, il pozzo sarà realizzato con metodologia *bottom-up* in cui le opere di contenimento saranno costituite da micropali contrastati da centine metalliche. Per le parti di pozzo che si sviluppano sotto il livello di falda, si realizzerà preventivamente un trattamento impermeabilizzante (o *jet grouting* o iniezioni cementizie).

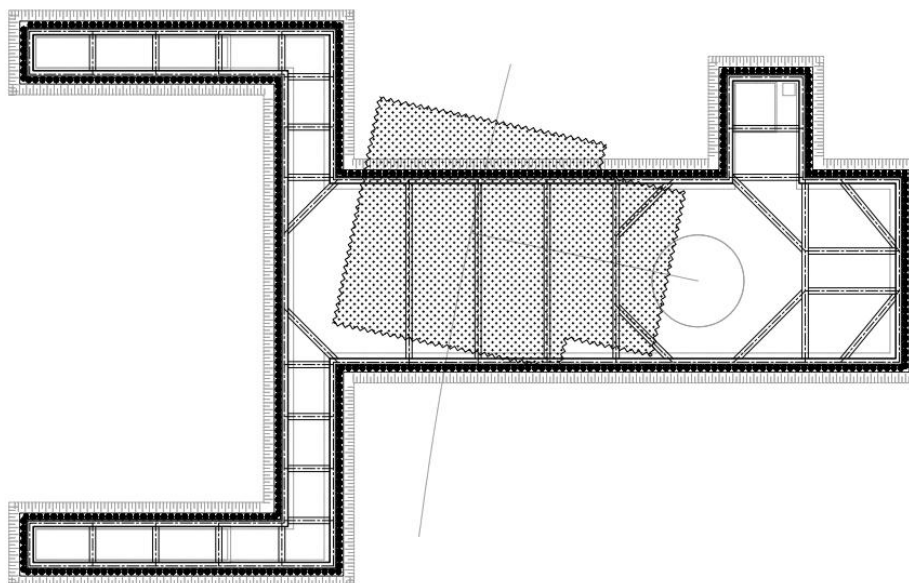


Figura 91. Esempio di opere di contenimento degli scavi per cabina tecnica e pozzo verticale – Vista in pianta.

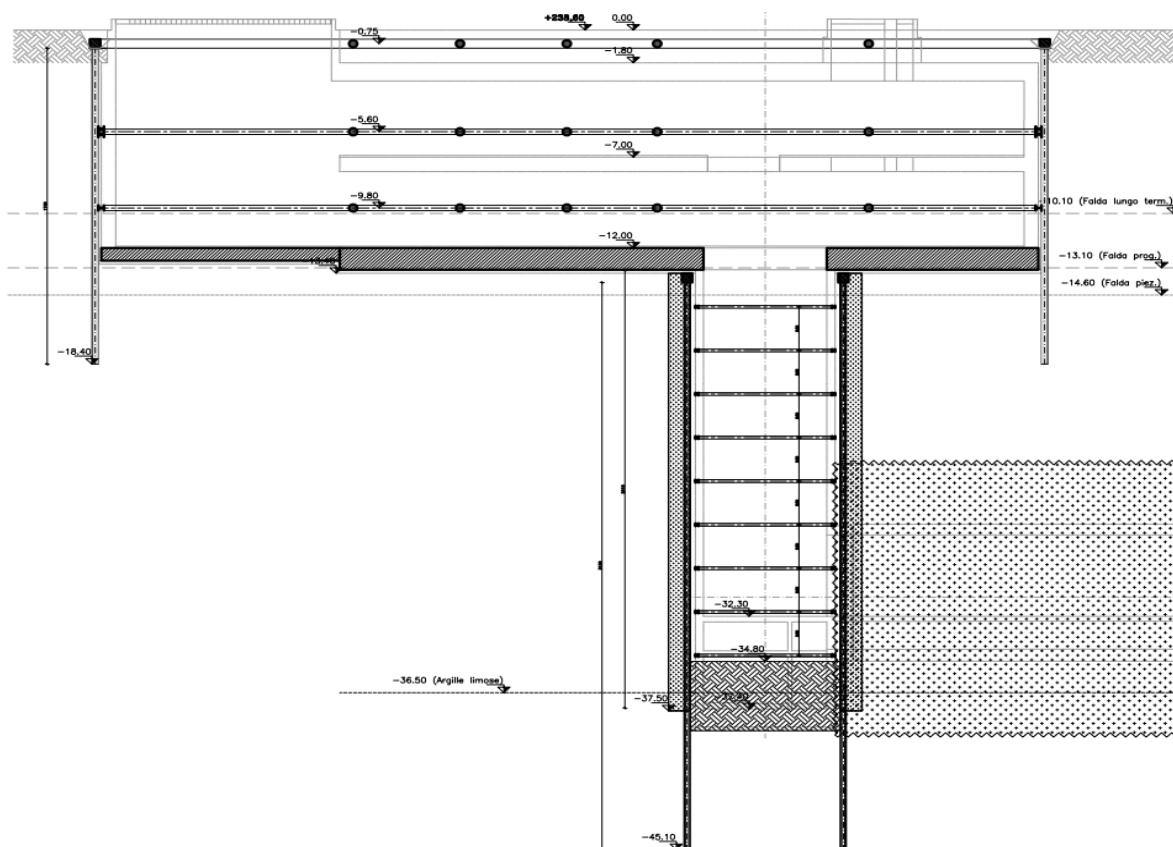


Figura 92. Esempio di opere di contenimento degli scavi per cabina tecnica e pozzo verticale – Sezione.

9.3.1.3 Galleria di collegamento tra pozzo e galleria di linea

Questo tunnel consente il collegamento diretto tra il pozzo ed il tunnel della linea: la sua funzione è di permettere la ventilazione ed il passaggio, ad esempio, dei VV.FF (solo nel caso del Pozzo di Emergenza Mole).

Lo scavo di questa galleria sarà effettuato con metodo tradizionale previo consolidamento dall'alto per consentire il miglioramento delle caratteristiche meccaniche e di permeabilità del suolo.

Il rivestimento di prima fase sarà realizzato con centine metalliche e calcestruzzo proiettato. Al termine dello scavo sarà realizzato il rivestimento definitivo.

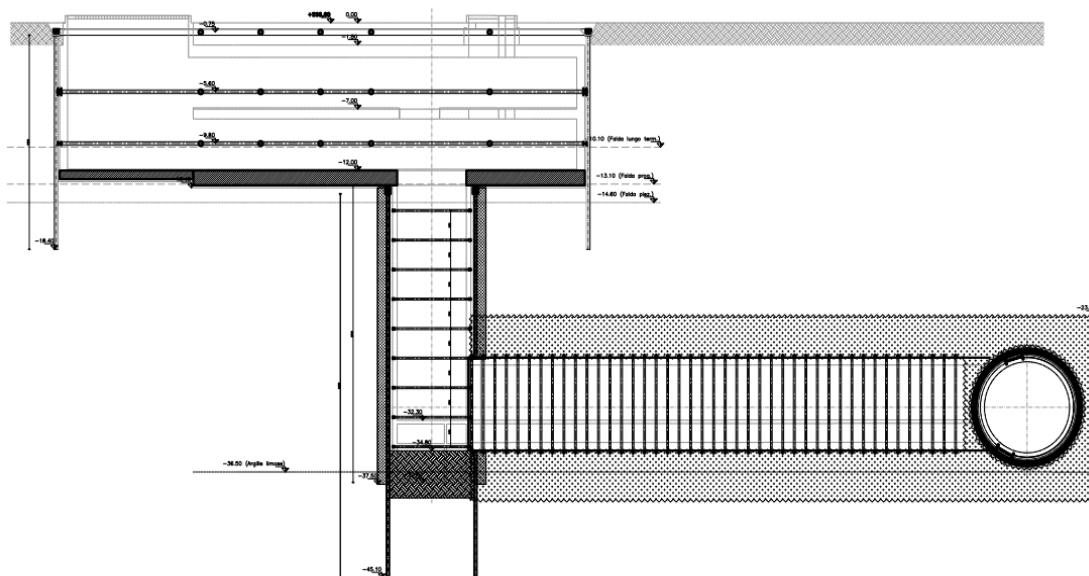


Figura 93. Esempio di opere di contenimento degli scavi per cabina tecnica e pozzo verticale – Sezione longitudinale.

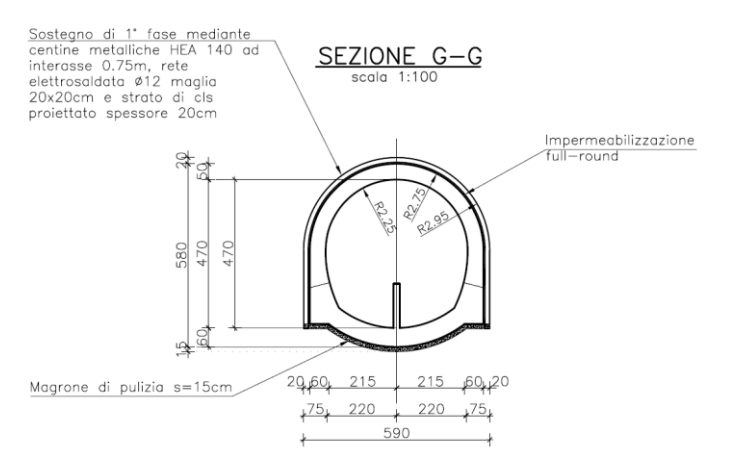


Figura 94. Esempio di opere di contenimento degli scavi per cabina tecnica e pozzo verticale – Sezione trasversale.

9.4 Manufatto di bivio

Per consentire lo sfiocco della linea verso la diramazione per San Mauro è presente un manufatto di linea denominato di bivio.

Oltre al manufatto di bivio che da Cimarosa/Tabacchi porta verso Rebaudengo, viene sviluppato un tratto di predisposizione per la futura diramazione verso San Mauro.



9.4.1 Manufatto di bivio per prolungamento nord-est

Visti i limitati spazi a disposizione, la presenza della stretta curva che dalla stazione Cimarosa/Tabacchi porta alla stazione Corelli ubicata lungo la ex trincea ferroviaria e il non trascurabile dislivello tra le due stazioni, per lo sfiocco della linea verso San Mauro si è scelto di passare dalla configurazione corrente di binari affiancati a quella a binari sovrapposti. Questa configurazione consente di realizzare il bivio che da Cimarosa/Tabacchi porta verso Rebaudengo e verso San Mauro tramite semplici deviatori compattando notevolmente l'estensione di un classico manufatto con salto di montone. Per ridurre al minimo gli ingombri si è scelto di disporre il ramo per San Mauro in retto tracciato e quello per Rebaudengo in deviata, con un ampio raggio di 400 m che consente una velocità di esercizio di 60 km/h pur senza sovrizzo.

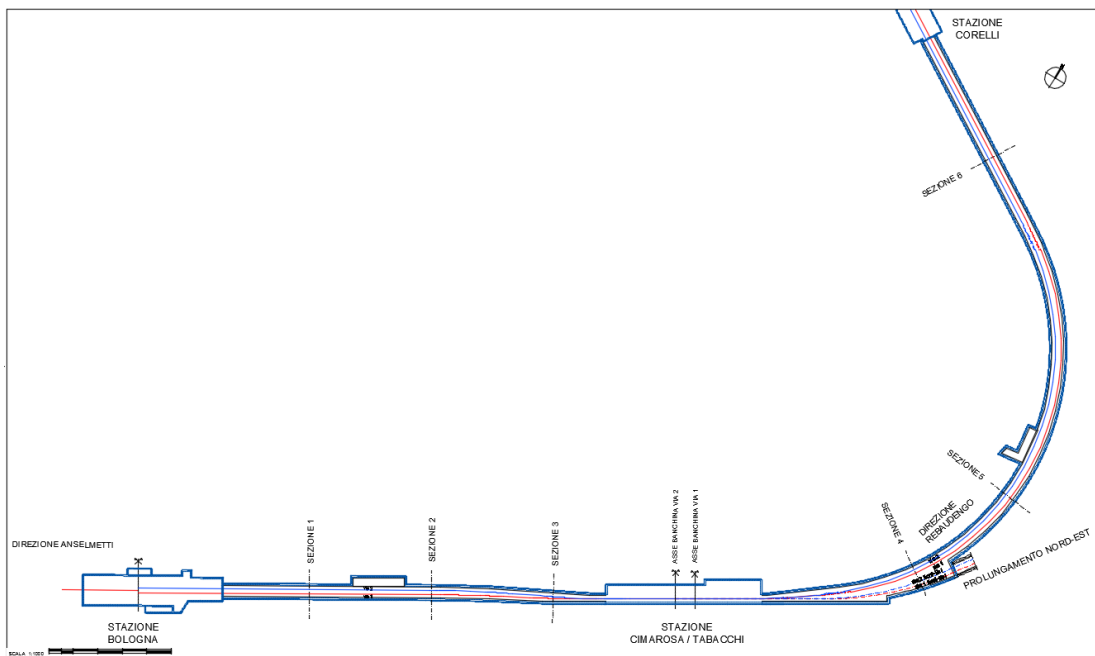



Figura 95. Manufatto di bivio per prolungamento nord-est

9.5 Deposito/officina Rebaudengo

Il deposito officina Rebaudengo è ubicato all'estremità nord della Linea, presenta uno sviluppo longitudinale complessivo di circa 270 m ed ha dimensioni in pianta di 45 m x 20m. È composto da 2 piani interrati e un edificio di 3 piani fuori terra e la sua forma risponde alle necessità funzionali del deposito.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

9.5.0 Piani interrati

La parte interrata verrà realizzata con metodo di scavo tipo “Top-Down”. Questa metodologia prevede, a livello di macro-fasistica realizzativa: l’esecuzione dei diaframmi perimetrali e di eventuali diaframmi intermedi di sostegno, il getto del solettone di copertura, lo scavo dall’interno al di sotto del solettone, la realizzazione della soletta intermedia, lo scavo al di sotto della soletta intermedia, la realizzazione del solettone di fondo (previa messa in opera del sistema di impermeabilizzazione) e la realizzazione delle contropareti interne. Tutte le solette (copertura, intermedia, di fondo) offrono un contrasto orizzontale ai diaframmi perimetrali, garantendo la possibilità di realizzare gli scavi all’interno pur senza far ricorso a sistemi temporanei di supporto (tiranti, puntoni, etc.).

La larghezza della sezione trasversale tipologica del deposito è variabile da 30.0 a 80.0 m, con un allargamento a forma triangolare in corrispondenza dell’estremità nord.

Il solettone di copertura presenta, per la quasi totalità dello sviluppo in pianta, uno spessore medio di 1.80 m. Nella zona sud del manufatto sono previste, su ambo i lati, alcune aperture (cavedi, etc.) di dimensioni indicative 4.0 x 3.0 m. Nella zona nord, dove l’opera presenta maggiore larghezza in pianta, sono previste due ulteriori aperture: una circolare (di diametro pari a 20.0 m) per illuminazione e una rettangolare (di dimensioni circa 5.0 x 20 m) per consentire il calaggio dei vagoni. Lo spessore medio del ricoprimento al di sopra della soletta di copertura è pari a circa 0.80 m; in configurazione finale è prevista la realizzazione di un’area di parcheggio.

Si prevede l’esecuzione, per la fase di cantiere, di un tappo di fondo che garantisca la tenuta nei confronti della risalita dell’acqua di falda. L’altezza media complessiva di scavo è pari a circa 17.3 m.

Il livello -2, con una superficie complessiva di circa 10.200 mq lordi, è previsto per l’alloggiamento e il ricovero del materiale rotabile. Ha altezza di 7.60 metri. Il piano è progettato per consentire il ricovero in 6 binari di 9 treni, della lunghezza massima di circa 60 metri, e di 3 tre per la manutenzione di lunghezza massima 30 metri. In questa si trova un corpo di collegamento verticale, con scala e ascensore, che mette in collegamento i due piani interrati e i tre piani fuori terra.

Nell’area triangolare del perimetro costruito, compresa tra gli assi longitudinali C e F sono previsti due binari dedicati alla manutenzione leggera con adeguato Carroponte, tornio in fossa, un’area in fossa di circa 700 mq (65x10.65m) e profondità pari a 1,7 m; un altro binario, sul lato est del perimetro, è invece stato riservato per la pulizia dei treni. Al piano, nella stessa area, sono ubicate le officine per le opere civili, la linea aerea, elettrotecnica e segnalamento, una zona ristoro/pausa, e dei locali igienici, oltre a due scale di collegamento tra i piani e di uscita di sicurezza fino al piano terra con un ascensore e un montacarichi.

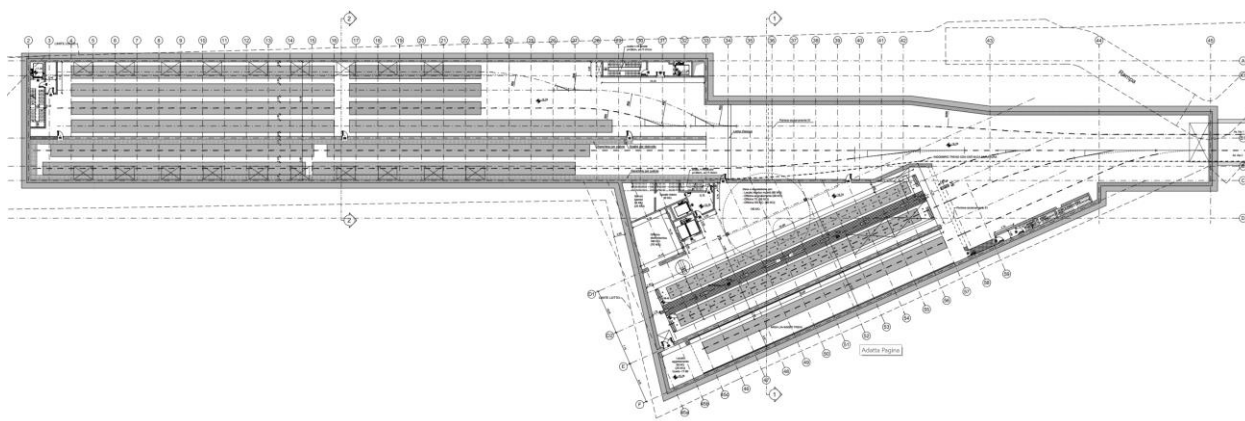


Figura 96. Pianta Piano - 2

Il livello -1 dedicato ai locali di manutenzione e agli impianti su un'area di circa 8.700 mq e altezza di circa 4.58 metri. L'assetto distributivo è organizzato con un corridoio longitudinale, di larghezza variabile tra i 5.70 m, i 9.00 m e i 5.46m circa e lunghezza di 237m circa, e uno slargo organizzato intorno al cavedio circolare posto nell'area triangolare del lotto.

Per l'accesso dall'esterno del materiale rotabile e dei treni ai piani interrati sono stati previsti una botola di calaggio treni fino al piano -2, con una parte sezionabile per il calaggio di materiale e attrezzature varie al piano -1; oltre a un montacarichi per il materiale rotabile collegato al sistema tramite rotaia specifica (per completezza di informazioni si rimanda agli elaborati specifici).

9.5.1 Pozzo di ventilazione di galleria

Nella porzione terminale del piano verso nord, del primo piano interrato, si trovano i locali tecnici adibiti a pozzo di ventilazione, ai margini della nuova galleria di servizio che si estende verso Stazione Rebaudengo. Tale manufatto permette di separare aerologicamente la galleria di linea dal deposito per mezzo di due ventilatori di emergenza di estrazione dei fumi.

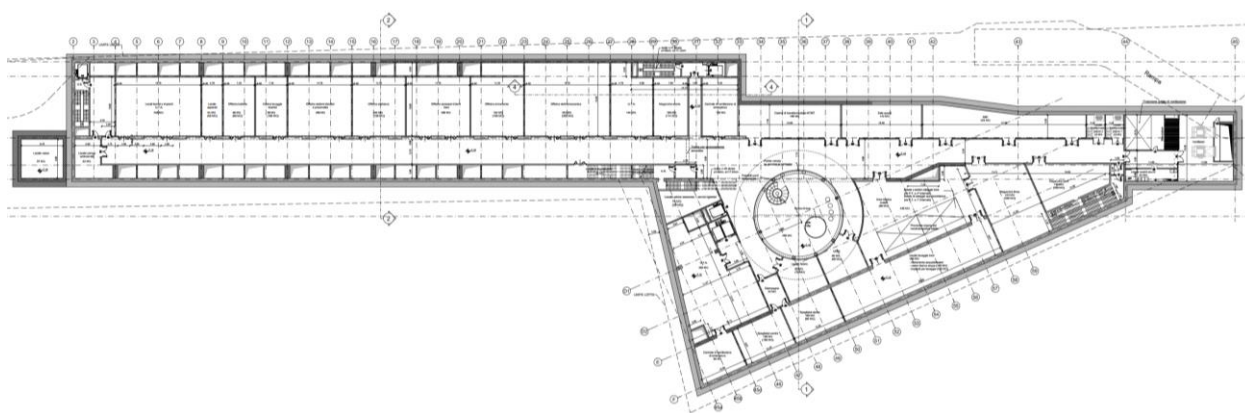



Figura 97. Pianta Piano -1

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

9.5.2 Edificio uffici

Il volume esterno che ospita gli uffici e i locali di controllo e gestione del sistema e del deposito si trova lungo il fronte ovest del lotto, lungo corso Venezia, in prossimità dell'ingresso carraio compreso tra gli assi 24 e 33 ed ha forma rettangolare.

È costituito da tre piani fuori terra, con copertura piana, e di superficie lorda per piano di circa 800mq (17.60x45m) per un totale di circa 2400mq totali.

Al piano terra, che ha una superficie di circa 800mq e un'altezza utile di 4.50 m, sono stati previsti i seguenti ambienti: accoglienza/segreteria e guardiana; 2 locali di back office; sala d'aspetto; infermeria; locale refettorio con locale riscaldamento cibi; locale ups, gruppi continuità, locale quadri e estintori; servizi igienici; gruppo scale e ascensore; cavedi tecnici.

Al piano primo, che ha una superficie di circa 800mq e un'altezza utile di 3.00 m, sono stati previsti i seguenti ambienti: N.6 locali uffici di diverse metrature comprese tra i 40 e i 100 mq; un ufficio dirigente, sala riunioni; sala server e impianti; archivio; servizi igienici; gruppo scale e ascensore; cavedi tecnici.

Al piano secondo, che ha una superficie di circa 800 mq e un'altezza utile di 3.00 m, sono stati previsti i seguenti ambienti: centro di controllo pcc; sala server e impianti sala di crisi; sala riunioni; locale security; servizi igienici; gruppo scale e ascensore; cavedi tecnici.

Al piano copertura, raggiungibile con il corpo scala/ascensore, si trovano le U.T.A e la zona frigoriferi, oltre ai pannelli fotovoltaici. La struttura dei piani fuori terra è composta da muri, pilastri e solette in c.a.. Le tramezze interne si prevedono invece in cartongesso con interposto materiale per isolamento acustico e su tutti i piani è previsto un pavimento flottante con finiture in piastrelle di gres ceramico ed un controsoffitto per l'alloggiamento degli impianti.

A servizio dell'edificio sono previste due area a parcheggio: una sul lato sud per 20 posti auto (di cui 2 posti dedicati alle persone con disabilità), uno sul fronte nord con 28 posti auto e 5 stalli riservati ai mezzi per il carico/scarico di materiali.

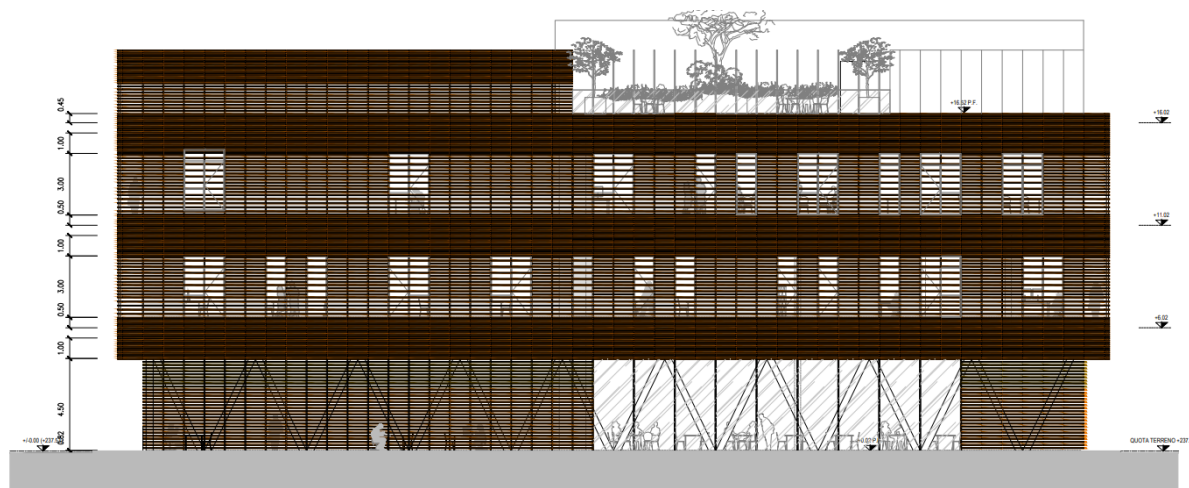


Figura 98. Prospetto deposito Rebaudengo- facciata Est

9.5.3 *Officina elettrica*

Sulla porzione sud del lotto è prevista la realizzazione di un edificio ad un piano fuori terra, di forma compatta, destinata ad accogliere i gruppi elettrogeni di emergenza della linea, i due locali dei trasformatori BT/MT, un locale quadri MT, e un locale di servizio.

L'edificio è costituito da 5 locali adiacenti che ospitano i generatori a gasolio, separati gli uni dagli altri e accessibili e aerati verso il fronte ovest mediante portoni permeabili all'aria. Sul lato opposto, fronte est, si trovano gli spazi tecnici e accessori al servizio e di connessione con le reti di alimentazione verso il deposito. Nell'area adiacente non pavimentata sul lato nord si trovano i due serbatoi interrati del combustibile.

L'area tecnica e l'edificio sono raggiungibili dalla strada interna che la collega dall'accesso ubicato a fianco della palazzina uffici; la posizione individuata per il manufatto è dovuta alla necessità di allontanarla quanto più possibile dagli altri manufatti, interrati e fuori terra, e dalle aree adibite a parcheggio e all'area tecnica a servizio delle botole di calaggio, al montacarichi e ai collegamenti verticali (scale di sicurezza e ascensori).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

9.6 Subsidenze, presidio e monitoraggi

9.6.1 Valutazione delle subsidenze

Nel corso Progetto Definitivo sono stati determinati gli effetti tenso-deformativi indotti in superficie e sulle preesistenze in seguito alla realizzazione dell'infrastruttura metropolitana composta da: galleria di linea eseguito con scavo meccanizzato, o con scavo a foro cieco convenzionale o tra paratie (galleria artificiale); stazioni realizzate con metodologia C&C; pozzi e manufatti (i.e. deposito/officina). L'entità degli effetti indotti dagli scavi e l'evoluzione degli stessi è sorvegliata attraverso un adeguato sistema di monitoraggio, tipico nel campo dell'ingegneria geotecnica, che permette verificare costantemente la persistenza delle ipotesi progettuali iniziali.

Nello specifico la definizione delle subsidenze indotte dagli scavi stata individuata sulla base delle raccomandazioni ITA (International Tunneling Association) e consiste nella:


- definizione dei cedimenti
- stima dell'impatto dei cedimenti sulle pre-esistenze
- attivazione di contromisure (opere di presidio) per ridurre gli impatti

Tale sequenza è sviluppata articolata in tre livelli di approfondimento:

- Fase 1 in cui si stimano i cedimenti in modo empirico utilizzando formule analitiche di comprovata validità e che consentono di definire il bacino di subsidenza lungo il tracciato in condizione cosiddette di "*green field*", cioè senza considerare la presenza degli edifici; sulla base delle caratteristiche geometriche di detto bacino (valore massimo di cedimento e distorsione) si stima quali possono essere gli impatti sugli edifici presenti, sempre considerando dati di letteratura.
- Fase 2 in cui il bacino di subsidenza è puntualmente imposto su ogni singolo edificio interessato dal tracciato, di cui è disponibile la scheda di rilievo, per verificare, in base alle sue specifiche caratteristiche, quale impatto possa subire dagli scavi; l'impatto è tradotto inserendo l'edificio in una specifica categoria di danno derivata sempre dalla letteratura tecnica di riferimento.
- Fase 3 in cui gli edifici maggiormente impattati o ritenuti sensibili, quindi degni di particolare attenzione, sono ulteriormente verificati con specifiche analisi numeriche per comprovare che il danno empiricamente stimato sia effettivo e, in caso affermativo, verificare che le contromisure di progetto individuate siano sufficienti a ridurre l'impatto, cioè il danno, a valori accettabili.

Particolare attenzione è stata posta nei tratti di linea che sottopassano il centro storico attraverso la relazione della galleria con scavo meccanizzato.

Il parametro fondamentale che caratterizza tutti i metodi semi-empirici per la stima della curva dei cedimenti nello scavo di un tunnel è la perdita di volume (V_L) definito come il rapporto tra il volume addizionale di terreno rimosso (V_S) rispetto al volume teorico del tunnel (V_0).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

I principali fattori che influiscono sulla perdita di volume sono il tipo di terreno e il metodo di scavo. Principalmente ci sono cinque fasi che generano la perdita di volume durante lo scavo di un tunnel con metodo meccanizzato e quindi utilizzando una TBM:

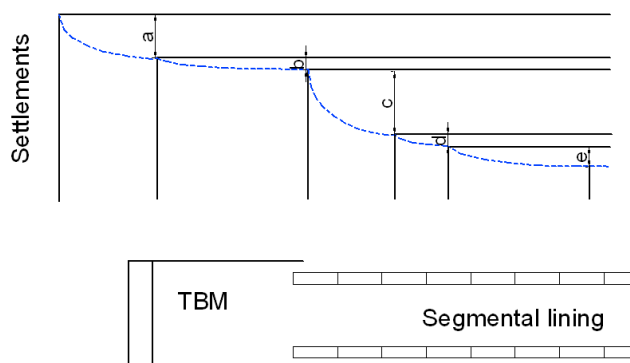


Figura 99. Perdita di volume per scavo meccanizzato generata in ogni fase di scavo.

- La perdita al fronte di scavo dovuta allo squilibrio tra la pressione al fronte e il suolo indisturbato e la pressione dell'acqua interstiziale.
- Perdita dovuta allo scudo causata dal sovrascavo e dalla forma conica dello scudo.
- Perdita in coda dovuta al riempimento del vuoto anulare.
- Perdita dovuta alla deformazione dell'anello di rivestimento in conci.
- Perdita a lungo termine dovuta al consolidamento del terreno attorno allo scavo.

La scelta del valore per la perdita di volume è assunta sulla base dell'esperienza e della letteratura scientifica disponibile e sulla base delle esperienze maturate nel sottosuolo di Torino nell'ambito degli scavi della Linea 1 della Metropolitana.

In prima istanza, sono stati valutati due casi:

- caso 1 con $V_L = 0,5\%$ per i tratti rettilinei e $V_L = 1\%$ per i tratti in curva;
- caso 2 con $V_L = 1\%$ in tutta la tratta, assunto come valore limite di riferimento superiore (soglia di allerta).

Sulla base dell'esperienza in progetti simili, è stato osservato che ottenere un $V_L = 0,5\%$ (o anche inferiore) in queste condizioni geologiche è molto probabile se la TBM viene gestita con i parametri corretti per ottenere prestazioni di scavo ottimali. Tuttavia, è sempre consigliabile considerare una gamma più ampia di possibilità per situazioni inaspettate considerando anche valori di V_L maggiori che possono essere un riferimento più corretto in fase di progettazione con lo scopo di definire scenari di rischio possibili ed opportuni interventi di presidio.

Sono stati quindi valutati ed analizzati gli effetti su edifici e strutture preesistenti, debitamente classificati in base al BCS (*Building Condition Survey*) condotto. La metodologia adottata, definita come *Building Risk Assessment*, consiste nelle tre fasi descritte in precedenza, caratterizzate ognuna da una specifica serie di parametri limite per il danno provocato a causa degli scavi. Quando i limiti di danno vengono superati in una fase, è necessaria la valutazione nella fase

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

successiva. Dai risultati ottenuti si può osservare che alcuni edifici e strutture mostrano un livello di danno atteso già nella prima fase della valutazione del rischio (>10 mm di cedimento per edifici normali e >5 mm per edifici sensibili) e tale da richiedere il passaggio alla seconda fase di valutazione del rischio.

Nella presente fase di progetto è stata eseguita la seconda fase di valutazione del danno per tutti gli edifici interessati e dotati di una scheda a seguito di BCS. I risultati ottenuti dalla seconda fase della valutazione di rischio hanno indicato che per alcuni edifici i valori limite vengono ancora una volta superati, considerando una perdita di volume lungo il tracciato pari a 0,5% nei tratti rettilinei e curve moderate, e 1% in curva con raggio pari a 250 m. Ancor di più se si considera un VL=1% generalizzato su tutto il tracciato, valore usato come riferimento per la stima degli interventi di mitigazione in questa fase di progetto. Al termine della fase 2 alcuni edifici della tratta centrale e altri al di fuori dal centro (zona Crocetta e zona Verona) richiedono interventi di mitigazione che sono stati dimensionati mediante analisi numeriche (fase 3). In totale in quest'ultima fase, realizzata solo per la tratta di galleria naturale scavata in meccanizzato, sono stati analizzati 8 edifici e 2 infrastrutture, prevedendo sia il caso di assenza di consolidamenti che il caso di presenza di consolidamenti del terreno. Per la fase 3 sono stati scelti gli edifici che vengono considerati rappresentativi dell'area centrale e quindi della zona più critica da un punto di vista di impatto sui preesistenti. L'analisi in assenza di consolidamenti ha mostrato per la maggior parte degli edifici un valore del cedimento e della distorsione angolare che eccede il limite di danno "Lieve". Per alcuni edifici, in assenza di consolidamenti, anche il valore di deformazione lungo l'edificio è stato superato. Al contrario, considerando le misure di mitigazione, tutti gli edifici analizzati in fase 3 ricadono nella categoria di danno "Lieve" e l'unico criterio di danno che viene superato in alcuni casi è quello relativo al cedimento massimo. Per quanto riguarda le infrastrutture, l'interferenza con la Linea 1 della Metro (in prossimità della Stazione Porta Nuova di L2) ed il fascio dei binari della stazione ferroviaria di Porta Nuova, la categoria di danno attesa è "Lieve" per la Linea 1 mentre il criterio di danno viene superato per il fascio di binari assumendo un VL=1% durante lo scavo. Si raccomanda perciò di intervenire sui parametri della TBM per limitare il volume perso al massimo a un valore del 0.8% al fine di evitare danni sui binari della stazione Porta Nuova.

Per un'ampia trattazione della tematica si rimanda agli elaborati della cartella 10 del Progetto Definitivo.


9.6.2 Interventi di presidio

Alla luce dei risultati della metodologia adottata, definita come *Building Risk Assessment*, nei casi in cui sia necessario un intervento per evitare qualsiasi tipo di danno a edifici e strutture, devono essere prese in considerazione misure di protezione o attenuazione dei rischi.

Di seguito si riportano gli interventi di presidio adottati per mitigare il rischio di danneggiamenti sugli edifici e strutture presenti nelle prossimità del tracciato in oggetto.

- **Opzione 1**

Struttura di protezione sub-verticale (iniezioni o jet grouting)

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Trattamento eseguito dalla superficie. Una struttura di protezione viene creata tra la fondazione dell'edificio e il tunnel. Le iniezioni e le colonne jet grouting possono essere rinforzate con micropali.

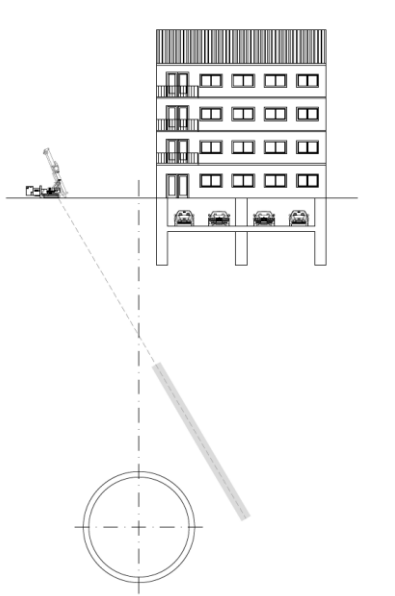


Figura 100. Opzione 1 – protezione degli edifici.

- **Opzione 2**

Struttura di protezione sub-orizzontale (iniezioni cementizie o colonne jet grouting)

Trattamento eseguito da un pozzo di servizio. Una struttura di protezione viene creata tra la fondazione dell'edificio e il tunnel. Le iniezioni e le colonne jet grouting possono essere rinforzate con micropali.

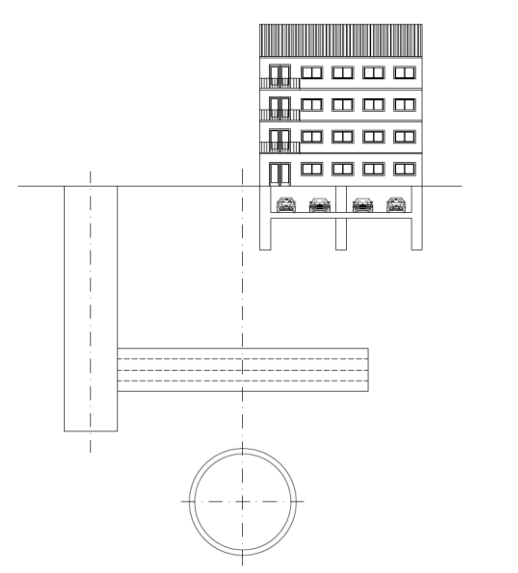


Figura 101. Opzione 2 – protezione degli edifici.

- **Opzione 3**

Iniezione subverticale (o jet grouting) per consolidare il tunnel- arco di protezione lungo il perimetro del tunnel, eseguito dalla superficie.

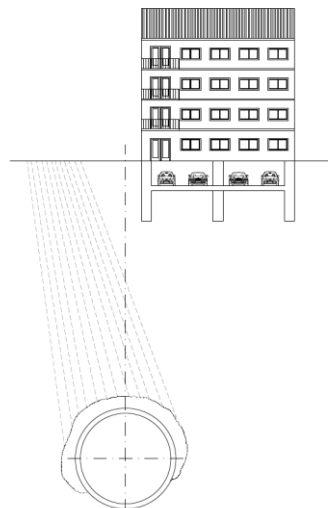



Figura 102. Opzione 3 – protezione degli edifici.

- **Opzione 4**

Iniezioni inclinate (o jet grouting) per consolidare l'area nell'intorno del tunnel.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Arco di protezione lungo il perimetro del tunnel. Realizzato attraverso un tunnel pilota (più pozzo di servizio)

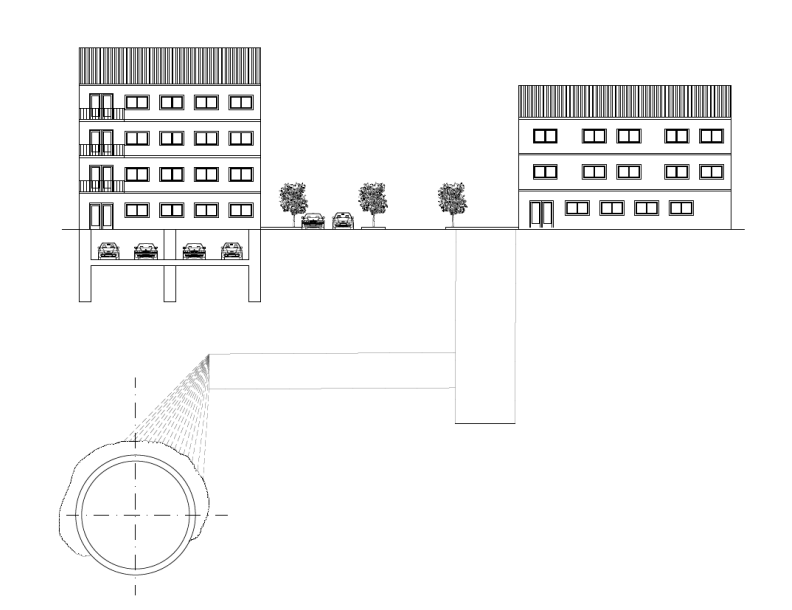


Figura 103. Opzione 4 – protezione degli edifici.

- **Opzione 5**

Barriera Sub-orizzontale con perforazioni teleguidate (denominate anche HDD: *horizontal drilling direction*), eseguita con iniezioni cementizie mediante l'installazione di tubi valvolati (c.d. TAM: *tubes à manchettes*).

Il trattamento è eseguito dalla superficie o da pozzi temporanei, al fine di creare una barriera di terreno consolidato tra la galleria e le fondazioni dell'edificio.

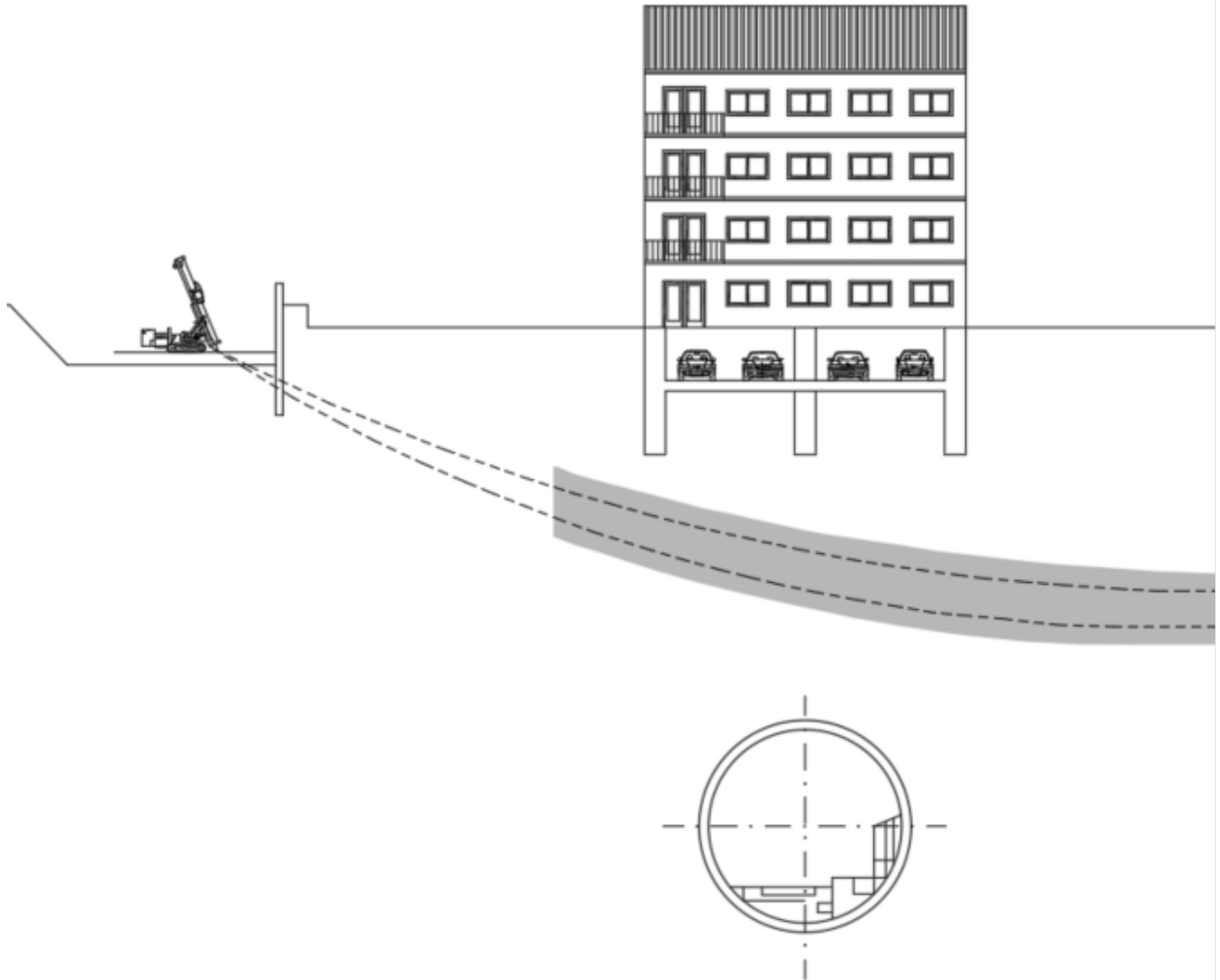



Figura 104. Opzione 5 – protezione degli edifici

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

9.6.3 Monitoraggi

L'entità reale dei fenomeni deformativi che si possono verificare durante la realizzazione di un'opera dipende in maniera considerevole dalle variabilità locali della situazione geologico/geotecnica e, soprattutto, dalle reali modalità esecutive adottate.

Per quanto sopra deve essere messo in opera un adeguato sistema di monitoraggio che possa permettere il confronto della situazione teorico/progettuale con le reali situazioni che possono instaurarsi sia durante le operazioni di scavo che sul medio termine.

Il monitoraggio delle opere in progetto dovrà permettere:

- La verifica dell'efficacia delle soluzioni progettuali prescelte, in ragione della variabilità locale della geologia, attuando misure sullo stato deformativo e tensionale delle strutture.
- La misura della situazione deformativa del terreno determinata in corrispondenza dell'asse della galleria della metropolitana e nella zona circostante di influenza, nonché a tergo delle paratie di diaframmi e/o pali e/o micropali per le zone di influenza degli scavi delle stazioni e dei pozzi.
- La verifica della situazione deformativa sui fabbricati presenti nell'area di influenza degli scavi.


Le attività di monitoraggio dovranno poi permettere la validazione dei parametri utilizzati per la definizione dei metodi di stabilizzazione degli scavi al fine di avallare le scelte effettuate oppure effettuare le necessarie modifiche in corso d'opera. Questo metodo permette, quindi, di garantire la gestione degli imprevisti legati allo scavo. A tal fine è necessario predefinire dei valori di soglia (di attenzione e di allarme) dei parametri chiave, la cui comparazione con i risultati del monitoraggio dovrà permettere, se necessario, l'applicazione di opportune contromisure assicurando la sicurezza dello scavo, delle persone e delle strutture circostanti.

La metodologia adottata segue il principio di progettazione secondo la "*filosofia di progetto flessibile*" correntemente applicata nel campo dell'ingegneria geotecnica e per le opere in sotterraneo in particolare (Figura 105).

Tale filosofia prevede il controllo sistematico dei lavori attraverso un piano di monitoraggio dei parametri che influenzano il comportamento dell'opera e del terreno circostante, al fine di confrontare le ipotesi di progetto e, dove necessario, adattarlo alla situazione locale per garantire le condizioni di sicurezza previsti, il rispetto dei tempi di esecuzione e la gestione delle aleatorietà.

Il progetto specifico di un sistema di monitoraggio comprende i seguenti elementi:

- Definizione dei parametri chiave del monitoraggio.
- Definizione delle sezioni tipo di monitoraggio e della tipologia di strumentazione da mettere in opera, sia per le strutture che per i manufatti preesistenze.
- Localizzazione delle sezioni tipo e dei manufatti cui applicare le strumentazioni.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Definizione della frequenza delle letture.
- Definizione dei valori (limiti) di attenzione e allarme per le grandezze monitorate.
- Definizione delle contromisure da attuare in caso di superamento dei valori di allarme definiti.

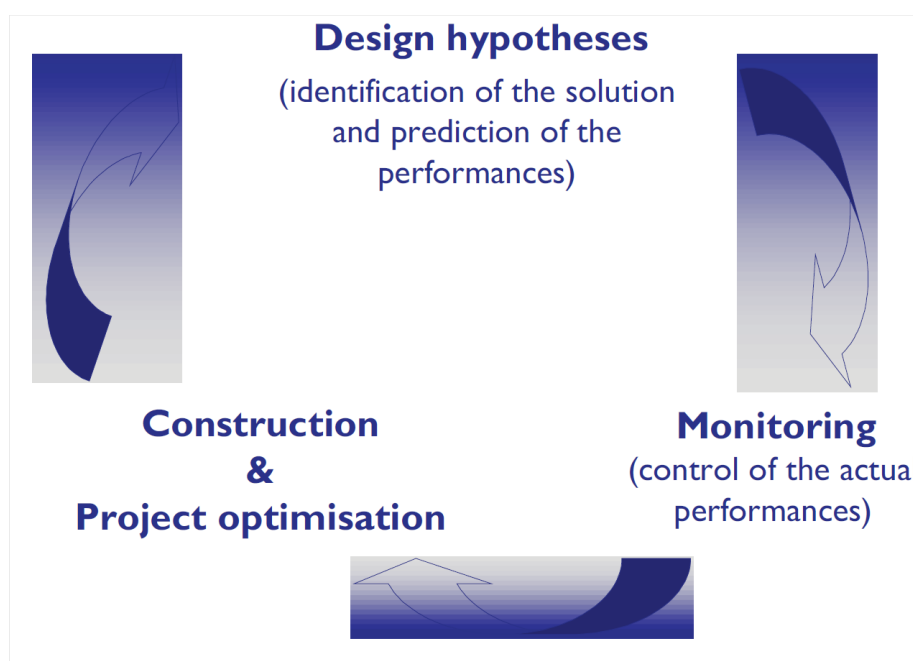


Figura 105. Diagramma di flusso relativo alla metodologia di progettazione flessibile

I primi due elementi sopra citati sono di seguito illustrati ed ampiamente trattati nella documentazione del Progetto Definitivo. I dettagli di questi e i rimanenti elementi dovranno essere trattate nelle successive fasi progettuali (Progetto Esecutivo).

Gli schemi tipologici del sistema di monitoraggio per i manufatti interessati dallo scavo e quelli in progetto è riportato negli elaborati grafici inerenti il monitoraggio che fanno parte integrante del Progetto Definitivo.

Nello specifico, l'esatta posizione delle sezioni di monitoraggio e degli strumenti descritti nel seguito del presente documento dovrà essere specificata nell'ambito delle successive fasi di progettazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

9.6.3.1 Definizione dei parametri chiave

In funzione delle informazioni derivanti dalle attività di progettazione/calcolo, devono essere previsti sistemi atti a monitorare i seguenti parametri:

- Tensioni, deformazioni e spostamenti nelle strutture sotterranee in costruzione.
- Deformazione sulla superficie del suolo e in profondità.
- Spostamenti sia degli edifici sia di altri manufatti esistenti.

I parametri di controllo possono essere suddivisi in funzione della tipologia di opera da monitorare:

- Strutture sotterranee in costruzione

Deformazioni e convergenze della galleria.

Sollecitazioni nei conci di rivestimento della galleria o nel rivestimento definito in caso di galleria realizzata con metodo tradizionale.

Deformazioni e spostamenti delle paratie delle stazioni.

Sollecitazioni delle paratie delle stazioni.

Sollecitazioni negli elementi orizzontali (provvisori e/o permanenti) nelle stazioni e della galleria di linea.

- Strutture esistenti

Cedimenti del terreno nelle vicinanze della struttura.

Cedimenti e rotazioni delle strutture poste nelle vicinanze dell'opera.


Vibrazioni delle strutture.

Monitoraggio di eventuali fessure esistenti nelle strutture.

Occorre ricordare come le grandezze sopra descritte siano fra di loro interdipendenti, motivo per il quale la variazione anomala di un parametro potrebbe essere addebitata ad una causa che provoca anche la modifica delle altre grandezze. I parametri ricavati devono, quindi, essere tra loro correlati al fine di permettere la rapida comprensione del fenomeno fisico e della risposta della struttura allo scavo in modo da verificare tempestivamente anche le eventuali situazioni di rischio per i manufatti esistenti e le relative contromisure da adottare.

Il sistema di monitoraggio della galleria di linea previsto per la tratta in esame è funzione della tipologia di scavo e, quindi, si differenzia per:

- **Galleria scavata in naturale con metodo tradizionale:**
 - Monitoraggio del rivestimento (di prima e seconda fase) della galleria.
 - Monitoraggio del bacino di subsidenza in superficie dovuto alle operazioni di scavo.
- **Galleria di linea scavo con TBM**
 - Monitoraggio dello scavo meccanizzato realizzato direttamente dal sistema automatico di acquisizione dati dalla macchina.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Monitoraggio del rivestimento definitivo della galleria.
- Monitoraggio del bacino di subsidenza in superficie dovuto alle operazioni di scavo.

A quanto sopra si aggiunge il monitoraggio degli edifici interessati dal bacino di subsidenza dello scavo della galleria che, per le loro caratteristiche strutturali, possono venire maggiormente influenzate in senso negativo dalle operazioni di scavo.

Per quanto concerne il monitoraggio dei parametri della macchina, si rimanda alle successive fasi progettuali dove dovrà essere prevista una descrizione delle grandezze da monitorare (pesi volumi estratti, pressioni al fronte, volume di malta delle iniezioni a tergo dei conci, coppie, avanzamenti, etc..) che saranno scelte anche in base a quanto previsto dal capitolato prestazionale in merito ai requisiti minimi da rispettare per la scelta della TBM.

9.6.3.2 *Strumentazione galleria scavata con TBM*


Negli schemi preliminari (vedere l'apposto elaborato grafico) sono previste, in questa fase di progettazione preliminare, sono previste le seguenti tipologie di sezioni di monitoraggio:

- **Sezione Corrente (SC):** in superficie sono previsti n.5 punti di **livellazione superficiale (CPL)** per il controllo dei cedimenti del terreno.
- **Sezione principale (SP)** costituita da:

Tipo A: in superficie sono previsti 5 punti di livellazione superficiale (CPL) per il controllo dei cedimenti del terreno, 2 inclino-estensimetri verticali (EIN) disposti lateralmente alla galleria ed un inclino-estensimetro posizionato sull'asse della stessa.

Tipo B: alla strumentazione prevista nella tipo A si prevede l'aggiunta e la messa in opera di un anello di rivestimento realizzato mediante speciali conci pre-strumentati in stabilimento, tali da non turbare le normali operazioni di installazione dell'anello stesso. La strumentazione prevista nella sezione principale tipo B comprende:

- Celle di pressione totali di tipo idraulico disposte radialmente (**CPR**) dietro i conci, disposti a croce in 4 punti.
- 1 cella di pressione totale di tipo idraulico ripressurizzabile (**CTP**) disposta longitudinalmente all'interno del conchio, annegata nel calcestruzzo e posizionata in modo tale da rilevare la pressione radiale circonferenziale agente all'interno del conchio.
- Barrette estensimetriche a corda vibrante dotate di termistore (**BE**), disposte circonferenzialmente a coppie su apposite gabbie di armatura per tutti i conci costituenti l'anello. In aggiunta sono previste 1 barretta di riferimento "no stress strain gauge" (**BEA**) disposta radialmente e barrette estensimetriche (**BL**).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Sezione Corrente (SC)

La sezione principale SP, composta dall'accoppiamento delle sezioni Tipo A e Tipo B con l'aggiunta di una sezione corrente SC, è caratterizzata da una distanza fra le stazioni pari a 15m (vedi **Figura 106**).

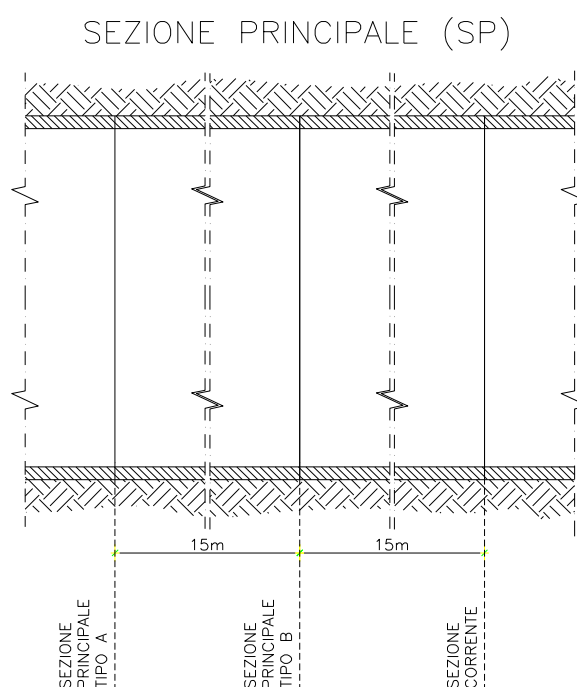



Figura 106. Schema di sezione principale di monitoraggio per galleria scavata con TBM.

9.6.3.3 Monitoraggio dei pozzi di intertratta

Il monitoraggio dei pozzi in costruzione è finalizzato al controllo delle condizioni di stabilità ed alla corrispondenza dei risultati attesi in termini di tensioni e deformazioni in sede di progetto.

Le strumentazioni di monitoraggio previste nei pozzi sono riportate nel relativo elaborato grafico ed in particolare sono costituite da:

- Inclinatori verticali (IN) disposti all'interno delle paratie della sala tecnica e 2 nelle strutture di contenimento del pozzo circolare.
- Barrette estensimetriche longitudinali del tipo a corda vibrante in corrispondenza delle opere di contenimento lungo le pareti di scavo della cabina tecnica.
- Riscontri per misure di convergenza (CTC) da posizionarsi in corrispondenza della testa degli inclinometri.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


- Barrette estensimetriche (BE) del tipo a corda vibrante dotate di termistore, in corrispondenza dei puntoni provvisori di contrasto.
- Punti di livellazione superficiale (CPL) a tergo delle paratie per il controllo dei cedimenti del terreno.
- Mire per la misura di convergenza ottica (CTC) sul rivestimento definitivo della cabina tecnica (per la sola fase di costruzione dell'opera).
- Mire per la misura di convergenza ottica (CTC) sulle pareti del pozzo circolare (per la sola fase di costruzione dell'opera).
- Barrette estensimetriche (BE) del tipo a corda disposte a coppie sulle armature della struttura della cabina tecnica e del pozzo verticale (per la sola fase di costruzione dell'opera).
- Barrette longitudinali di riferimento (BEA) no stress guage da disporsi all'interno del rivestimento definitivo della cabina e del pozzo circolare (per la sola fase di costruzione dell'opera).

9.6.3.4 Monitoraggio delle stazioni

Il monitoraggio delle stazioni in costruzione è finalizzato al controllo delle condizioni di stabilità ed alla corrispondenza dei risultati attesi in termini di tensioni e deformazioni in sede di progetto.

Le strumentazioni di monitoraggio previste nelle stazioni, e in generali nei manufatti cut and cover ad esse assimilabili, sono riportate nel relativo elaborato grafico ed in particolare sono costituite da:

- Tubi inclinometrici (IN) su pannelli di diaframmi o all'interno dell'elemento tubolare di armatura dei micropali, di lunghezza pari alla profondità dell'elemento; ciò al fine di controllare con precisione l'evoluzione della deformata e confrontarla con i risultati delle analisi progettuali nelle varie fasi di scavo.
- Punti di controllo topografico (CTC) di precisione posizionati in prossimità della testa del tubo inclinometrico.
- Riscontri in acciaio predisposti per l'attacco di mire per letture di convergenza (CTC), ancorati sul pannello e disposti sui pannelli a diverse altezze dello scavo.
- Coppie di barrette estensimetriche BE (lato intradosso e lato estradosso) fissate sulle gabbie d'armatura del diaframma, sugli elementi orizzontali e sui puntoni metallici provvisori per il controllo dello stato di sollecitazione dell'elemento strutturale ed il controllo delle tensioni dell'acciaio e del calcestruzzo, poste in posizioni rappresentative.
- Estensimetri elettrici BEA dotati di sistema di controllo delle temperature fissate sulle gabbie d'armatura del diaframma, sugli elementi orizzontali, al fine di controllare lo stato tensionale e deformativo degli elementi.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Estensimetri elettrici longitudinali BL fissate sulle gabbie d'armatura del diaframma al fine di controllare lo stato tensionale e deformativo degli elementi.
- Punti di livellazione superficiale per il controllo dei cedimenti del terreno a tergo delle paratie CPL allo scopo di definire il quadro deformativo generale a tergo della paratia, ed in particolare la tipologia del profilo di subsidenza indotto dagli scavi.

9.6.3.5 Monitoraggio edifici e manufatti esistenti

Obiettivo del monitoraggio degli edifici e dei manufatti esistenti è, in via primaria, il controllo e la salvaguardia degli stessi durante l'esecuzione dei lavori.


In generale, gli edifici interessati dai lavori di costruzione della Metropolitana possono essere suddivisi in:

- Edifici sottoattraversati dalla linea e quelli considerati di primario interesse.
- Edifici prospicienti i cantieri delle stazioni e dei pozzi, e gli edifici che, per ragioni di carattere strutturale, storico o di destinazione d'uso, costituiscono motivo di significativo interesse.
- Edifici che lungo la linea, pur non presentandosi critici come ubicazione rispetto al tracciato della metropolitana, possono essere di potenziale interesse per ragioni di carattere strutturale, storico o di destinazione d'uso;
- Edifici con ubicazione non critica rispetto al tracciato della metropolitana e non di particolare interesse (strutturale, storico, ecc.).

Sulla base di questa suddivisione è necessario effettuare valutazioni relative al possibile rischio di danneggiamento dei fabbricati e della necessità di eseguire interventi di presidio.

Gli schemi di monitoraggio proposti in questa fase di progetto preliminare prevedono:

- La predisposizione di controlli della situazione deformativa sui manufatti esistenti e sulla superficie del terreno attraverso:
 - punti di livellazione superficiale (CPL) opportunamente disposti per ogni fabbricato lungo il tracciato;
 - punti di controllo topografico (CTC e L) sulle pareti dei fabbricati presenti lungo il tracciato (gli strumenti L vanno posizionati sulle pareti del fabbricato a circa 1m di altezza da piano campagna, mentre gli strumenti CTC in corrispondenza delle pareti dei piani superiori).
 - La posa in opera di basi F_S per deformometro elettrico, al fine di valutare l'eventuale influenza dello scavo sulle fessure eventualmente presenti negli edifici.
 - La posa in opera di fessurimetri fissi F_{SE} , al fine di valutare l'eventuale influenza dello scavo su quelle eventuali fessure poste in punti dell'edificio difficilmente accessibili, voglia per quota o per altra ragione;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- La posa in opera di clinometri CL al fine di valutare gli effetti degli interventi di consolidamento sugli edifici e gli effetti deformativi per edifici di interesse storico e/o artistico, per edifici con stato di consistenza cattivo o lesionati, posti a distanza ravvicinata alle zone di scavo.
- posa in opera di vibrometro trassiale T in corrispondenza degli edifici, al fine di misurare l'entità eventuale delle vibrazioni cui possono essere sottoposti durante le fasi di scavo.

In accoppiamento con le sezioni di livellazione superficiale previste per lo scavo della galleria, dei pozzi e delle stazioni, la strumentazione in opera dovrà permettere la definizione del quadro deformativo generale nell'intorno degli scavi e, in particolare, la zona di influenza degli scavi e la tipologia del profilo di subsidenza indotto.

9.6.3.6 Considerazioni conclusive

Uno scavo sotterraneo, di qualsiasi natura, può generare movimenti e/o modificazioni nello stato tensionale del terreno circostante e i suoi effetti sulla superficie e sugli edifici circostanti possono essere molteplici.

Per tale ragione è stato previsto, in forma di schemi tipologici in questa fase di progettazione definitiva, un sistema di monitoraggio che permette il confronto della situazione teorico / progettuale con le reali situazioni che possono instaurarsi sia durante le operazioni di scavo che sul medio termine.

Il piano di monitoraggio prevede inoltre, attraverso schemi tipologici in questa fase di progettazione definitiva, un monitoraggio dei fabbricati vicini agli scavi o comunque interessati dall'esecuzione delle opere.

Nella successiva fase di progettazione esecutiva dovranno essere approfonditi e adeguatamente affrontati i seguenti temi:

- Redazione di schemi di monitoraggio specifici per ciascun manufatto in progetto, con una planimetria indicante la posizione delle sezioni di monitoraggio e il numero e il tipo di strumenti da installare su ciascun edificio.
- Definizione delle frequenze di lettura di ciascun strumento.
- Definizione delle soglie di attenzione e di allarme per ciascun strumento previsto e ciascuna grandezza investigata.

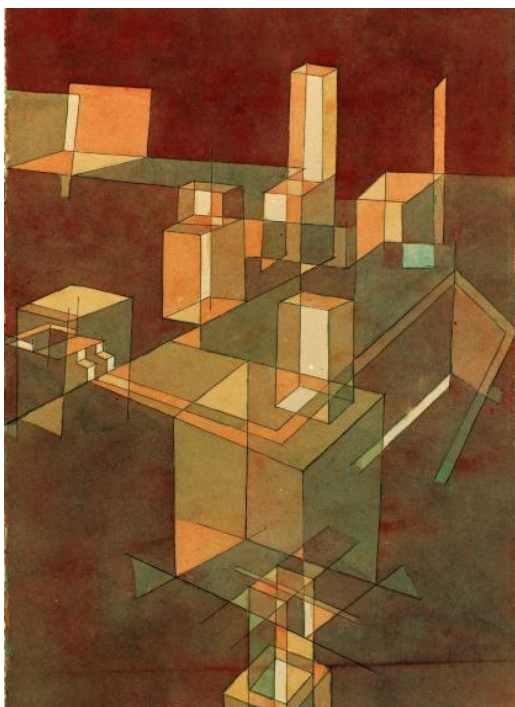
Nella fase di costruzione l'Appaltatore e/o la Direzione dei Lavori dovranno predisporre una piattaforma GIS che consenta:

- Una migliore accessibilità delle misure, garantendo il controllo a tutti gli attori coinvolti.
- A rendere più agevole il lavoro di editing e divulgazione dei documenti.
- La realizzazione di una banca dati delle misure, organizzata nel tempo e nello spazio e che sia di semplice consultazione.



10. ARCHITETTURA

10.1 Introduzione



Il progetto della linea 2 della metropolitana offre a Torino l'opportunità di dotarsi di un nuovo servizio di trasporto pubblico che, a scala urbana e territoriale, apra la città a tutti e che sia vettore di una rinnovata governance eco-responsabile. Il potenziamento della mobilità attraverso i mezzi pubblici è necessario ad ogni città contemporanea che voglia ridurre l'impatto del sistema di trasporto individuale: la metropolitana, in particolare, è un'infrastruttura che, pur generando vincoli tecnici pesanti e costi importanti, permette un servizio efficace nelle zone dense della città e un collegamento rapido ed efficiente tra il centro città e la periferia.

Il progetto della linea 2 prevede il coinvolgimento di diversi attori con competenze, preparazioni e ruoli differenti. Ognuno può evidentemente indicare e sostenere la propria visione, ma il metodo di lavoro deve operare affinché tutti concorrano ad un progetto globale e condiviso. Di fronte a input multipli e complessi e ad importanti vincoli tecnici e normativi, gli architetti hanno

il compito di guidare il processo di integrazione di tutti gli aspetti progettuali identitari e qualitativi.

Il lavoro condotto nella precedente fase progettuale è stato sintetizzato nella "Carta dell'Architettura" che è lo strumento che consente di condividere e formalizzare le ambizioni per la concezione dell'identità progettuale delle stazioni della linea, chiarendole a tutti i progettisti, ai decisori e agli abitanti, anche in vista di possibili momenti informativi rivolti alla cittadinanza o di dibattito pubblico.

Nel corso dello sviluppo del Progetto Definitivo, si è fatto riferimento alle linee guida dettate dalla carta architettonica delle stazioni definita nella precedente fase di progettazione PFTE approvata dalla Città di Torino e valida per l'intera linea 2.

10.2 Obiettivi del progetto architettonico delle stazioni

Il progetto architettonico, adottando i principi della carta, affronta e risolve i seguenti aspetti generali e trasversali alle diverse tipologie di stazione:

- l'identità architettonica complessiva della Linea 2



- le specificità da riporre all'interno del vocabolario trasversale, che genereranno possibili variazioni sul tema in grado di adattare gli interventi alle peculiarità di determinate situazioni specifiche (comprese le tipologie delle stazioni speciali, del centro storico, dei prolungamenti);
- un vocabolario comune a tutte le stazioni, tramite l'individuazione di elementi specifici della linea;
- l'organizzazione funzionale e volumetrica delle stazioni.

Il progetto architettonico tratta gli aspetti che sono specifici dei luoghi di trasporto e integra tali specificità nell'identità generale della futura Linea 2.

10.2.1 Tenere conto degli usi e dei bisogni

L'organizzazione spaziale delle stazioni della linea è razionale e standardizzata, affinché l'utente non sia disorientato da stazioni troppo differenti, ma sentendosi in uno spazio «amico», possa facilmente «appropriarsi» del funzionamento della stazione e della metropolitana.



Il progetto propone un'organizzazione degli spazi e un allestimento degli stessi che assicurano la massima «leggibilità» e «fluidità» dei medesimi.

Ogni viaggiatore ha dei bisogni specifici e dei modi personali di effettuare il proprio viaggio.


La stazione è uno spazio di transito dove le "sequenze" dei percorsi sono fluide e semplificate per tutti: giovani, persone anziane, viaggiatori con o senza disabilità, con o senza bagagli, con passeggini, con biciclette.

Le norme sull'accessibilità obbligano alla predisposizione di ascensori al servizio delle stazioni, dal piano delle banchine fino al livello strada.



La volontà di integrare il trasporto delle biciclette nella metropolitana implica nel progetto la ricerca di soluzioni adeguate sia in termini di sicurezza che in termini di spazi geometricamente adeguati.

Al fine di elevare la qualità del servizio, il progetto prevede in stazione la meccanizzazione parziale o integrale dei percorsi, con scale mobili in grado di superare tutti i dislivelli, in salita e in discesa.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

La stazione accoglie servizi complementari, in grado di migliorare la qualità del servizio offerto, arricchire l'esperienza del viaggio, permettere all'utente di attendere nelle migliori condizioni e di accedere ad un'informazione di qualità.

Assicurando questa facilità d'uso in stazione, la linea 2 risponderà al bisogno di una «mobilità per tutti», assolvendo anche al ruolo di «legante sociale».

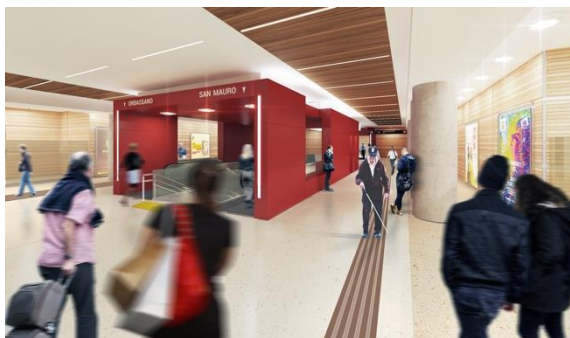
10.2.2 *Gli spazi della stazione*

La stazione è costituita da:

- elementi di superficie a livello stradale (sistemazioni urbane, accessi, griglie di ventilazione);
- spazio di accoglienza degli utenti;
- linea di controllo (intesa come elemento di transizione);
- sistemi di collegamento orizzontali e verticali;
- volume di «banchina», compresa l'interfaccia con i treni stessi (le «porte di banchina»).

Per ognuno di questi, il progetto architettonico definisce uno specifico allestimento (materiali, colori, arredi, illuminazione) che ne enfatizzano la funzione.


10.2.3 *La definizione dell'identità architettonica*



Il committente e il gestore del trasporto, per ragioni complementari, desiderano spesso mettere il loro «marchio» sul sistema che si troveranno a supervisionare, a realizzare e/o a gestire.

Alla riconoscibilità della linea così ottenuta, il progetto affianca anche un'identità architettonica «trasversale», basata su principi di morfologia degli spazi (volumetria, articolazione, strutturazione, gerarchizzazione), grazie ai quali tutte le stazioni

della linea concorrono a formare una «famiglia di spazi coerenti».

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

10.2.4 *La presa in considerazione delle specificità della struttura urbana della metropoli torinese*



Torino, al pari di ogni città, presenta un'urbanistica, una storia e una cultura urbana specifiche che influiscono sulle soluzioni di trasporto prescelte e sulla loro iscrizione nel tessuto urbano.

La linea 1 della metropolitana ne costituisce un chiaro esempio: essa "spicca" sulla rete multimodale e, con le sue stazioni, arricchisce Torino di spazi urbani di qualità, espressione di equilibrio tra le due identità patrimoniali più rilevanti della città, quella storica e quella

industriale/tecnologica.

Il progetto delle nuove stazioni tiene in conto l'esistenza della linea 1 e la sua ben definita identità, controlla il naturale confronto tra le linee, ricerca un linguaggio architettonico proprio, tra evoluzione e rottura, continuità e rinnovamento.

La linea 2 attraversa zone diverse e identità urbane a differente vocazione comprese nei comuni suburbani. Crea un legame d'uso e di appartenenza, apre ulteriormente la città ai suoi cittadini e colloca in ogni stazione un nuovo «germe di vita urbana» in grado di fare «fermentare» nuove relazioni e identità di prossimità.

Lo studio accurato dell'inserimento degli accessi delle stazioni (che si tratti di un accesso sul piano stradale o di un edificio d'accesso per le «stazioni superficiali») favorisce e potenzia la riqualificazione degli spazi urbani interessati, coniugando gli obiettivi auspicati per l'identità architettonica della linea con il rispetto degli ambiti territoriali esistenti e delle loro specificità.




Il tema della riqualificazione urbana e specialmente alla periferia, obiettivo cardine del progetto, riguarda zone di interconnessione, zone industriali dismesse da ripensare/rigenerare e può intervenire a diverse scale (dall'incrocio, alla piazza, al quartiere, fino al territorio metropolitano).

La nuova linea di metropolitana interagisce con i tracciati delle infrastrutture esistenti (reti ferroviarie, viarie, delle comunicazioni): tali preesistenze si troveranno a «dialogare» con le stazioni della Linea 2.



In relazione al tracciato della linea che attraverserà il centro storico e alla conseguente presenza delle stazioni in tale ambito, è stata considerata la possibilità che il patrimonio archeologico, eventualmente rinvenuto dai lavori della linea, possa essere oggetto di un'opportuna integrazione e di una «messa in scena» nell'ambito architettonico delle stazioni.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

10.3 L'architettura delle stazioni



Il percorso progettuale propone la definizione qualitativa architettonica dell'organizzazione generale delle stazioni, mettendo in risalto gli spazi e le "sequenze" che, in successione, scandiscono e accompagnano gli spostamenti delle persone all'interno del volume della stazione e più nello specifico gli elementi essenziali della loro architettura.

Il paesaggio del "sistema stazione" è costituito da diversi sottoinsiemi coerenti che punteggiano il percorso del viaggiatore e che gli indicano in modo intuitivo i percorsi e le procedure da seguire.

Dal punto di vista architettonico, è possibile distinguere, sulla base degli approfondimenti effettuati, diverse tipologie di stazione, definite in base:

- alla profondità delle banchine (stazioni superficiali e profonde);
- all'interscambio con infrastrutture di trasporto esistenti, quali stazioni ferroviarie, linee di trasporto del TPL (stazioni di corrispondenza);
- alle specificità dei luoghi attraversati (stazioni speciali e storiche/museo).

Ad esse corrisponde un'organizzazione funzionale anche molto diversa: per questo, il progetto architettonico ricerca ed esprime un'identità di linea complessiva chiaramente riconoscibile, attraverso lo studio accurato dei suoi elementi ricorrenti (accessi, attrezzature, arredi, segnaletica, componenti, ecc.) e le soluzioni specificatamente concepite per l'architettura della linea (spaziali, cromatiche, materiche, ecc.).

10.3.1 Identità trasversale



L'identità indifferenziata per la linea 2 si basa soprattutto sull'articolazione spaziale dei volumi funzionali che organizzano il percorso del viaggiatore.

Le "sequenze" degli spazi esprimono sia le specificità funzionali della stazione (accoglienza, circolazione, limiti, transizioni, movimento, stazionamento), sia l'insieme delle "sensazioni qualitative" percepite dal passeggero, in una successione di sensazioni, di viste, di prospettive

percettive.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Questa identità si basa anche sulla definizione di un'estetica trasversale a tutte le stazioni, rafforzata da un vocabolario di elementi ricorrenti:

- trattamento delle sequenze volumetriche all'interno delle stazioni;
- impiego di medesimi elementi di arredo (sedili, getta-rifiuti, pannelli informativi e segnaletica, ecc.);
- componenti architettoniche (ringhiere e balaustre in vetro, corrimano, ecc.) o attrezzature tecniche (linea dei tornelli, facciate di banchina, attrezzature elettromeccaniche quali TVCC, sistemi di illuminazione, ecc.).

Anche gli elementi superficiali di stazione appartengono al suddetto vocabolario "trasversale", contribuendo all'azione di "appropriazione collettiva" da parte degli utenti.

L'identità architettonica della linea si basa quindi su una "volumetria leggibile" di una serie di spazi funzionali (soprattutto quelli utilizzati come transizione nel percorso all'interno di quello che si potrebbe definire il "paesaggio" della stazione) denominati "volumi-sequenza".

Il percorso della stazione è scandito da elementi fisici che formano la "sequenza degli spostamenti" e che in aggiunta creano e forniscono una comprensione della logica dei diversi percorsi, dagli accessi esterni alle banchine.




Tali dispositivi spaziali sono costruiti all'interno del più grande volume di stazione, secondo il concetto architettonico della "scatola nella scatola".

Essi stessi sono di supporto alle attrezzature necessarie, con il compito di separare fisicamente alcuni volumi l'uno dall'altro (vedi ad esempio la separazione e la compartimentazione REI dei volumi).

I "volumi-sequenza" comprendono altresì l'inserimento di dispositivi luminosi (apparecchi da incasso o superfici illuminanti, ecc.), elementi funzionali e segnaletici e sono utilizzati anche come supporti per i pannelli acustici, rafforzando la qualità ambientale di alcuni volumi.

Il tutto è pensato come un dispositivo al servizio della circolazione interna dei passeggeri, della sua funzionalità e anche della sua "messa in scena".

Ciò avviene senza interrompere i flussi dei passeggeri, costruendo spazi variegati, a volte neutri o molto colorati, con un rivestimento superficiale semplice o con una "texture" particolare.

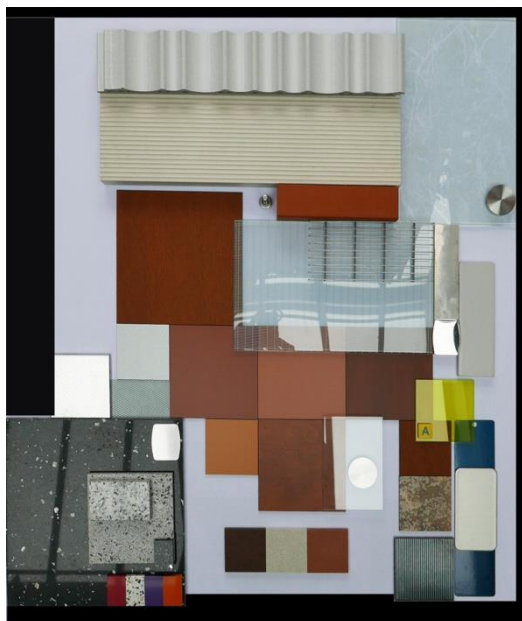
 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Si possono quindi considerare diverse tipologie di “volume-sequenza”, di funzione e/o varie dimensioni, la cui espressione più o meno marcata è proposta in funzione della morfologia generale della stazione:

1. sequenza di ingresso: riguarda il trattamento architettonico della soglia di accesso (integrando il dispositivo di chiusura della stazione nel design complessivo dell'ingresso). In aggiunta, laddove ci fosse un corridoio di lunghezza oltre i 10/15 mt (tra ingresso e atrio), tale corridoio verrà trattato architettonicamente alla stregua di un «evento» (con una ricchezza di dispositivi luminosi / led).
2. sequenza di accesso: uscita dell'ascensore al livello corridoio;
3. sequenza di accesso: uscita del corridoio o dei corridoi che servono l'atrio e i collegamenti delle corrispondenze;
4. sequenza d'accoglienza: ogni stazione comprenderà uno o più volumi che contengono le funzionalità necessarie per l'informazione, l'organizzazione e in generale per accogliere l'utente nella zona dell'atrio non controllata;
5. sequenza museale: per alcune stazioni e soprattutto quelle del centro storico di Torino, alcune aree dell'atrio potrebbero essere trasformate in aree espositive (vestigia storiche ed oggetti archeologici, pannelli esplicativi, vetrine riguardanti la storia, il patrimonio, ecc.);
6. sequenza di controllo: questo limite deve essere chiaramente indicato e richiamato sia come «frontiera» percepibile sia come “ostacolo” minimo nella circolazione dei passeggeri. Si tratta di un “varco” da poter superare in maniera fluida senza percepire un senso di «impedimento».
7. sequenza di transito: le scale (fisse e mobili) intermedie (tra atrio e mezzanino) saranno contenute in blocchi funzionali all'interno di volumi visibili e leggibili che ne facilitano un'identificazione intuitiva;
8. sequenza di transizione: sarà ripreso lo stesso trattamento all'interno dell'ambiente della stazione, per ogni livello superiore e inferiore dei vani distributivi di accesso alle banchine, integrando i dispositivi di sicurezza antincendio;
9. sequenza dalla banchina / delle facciate di banchina: si tratterà dell'ultima transizione, quella tra la banchina e il treno, ma anche la zona di sbarco del passeggero in stazione, la parte anteriore delle porte di banchina sarà integrata in un elemento costruito longitudinalmente che terminerà alla fine della banchina impiegando gli stessi codici estetici e funzionali delle precedenti «sequenze» spaziali.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

10.3.2 Materiali



I materiali proposti per le finiture architettoniche (quelle che si riferiscono in via generale alle “vestizioni” delle stazioni), rispondono agli obiettivi primari della carta dell’architettura legati ai costi di realizzazione e di gestione/manutenzione, alla sostenibilità e all’eco-design.

Tali materiali possono essere scelti sulla base di una “palette” di colori, di finiture e modelli, per consentire una differenziazione anche delle stazioni morfologicamente identiche.


Per le finiture, sono stati concepiti due sistemi principali:

- il sistema materiali-finiture riguardante gli spazi che formano l’involucro generale di stazione, situato in adiacenza alle pareti esterne o agli ambienti che ospitano i locali tecnici, caratterizzati da una finitura “ordinata” ed “essenziale”;
- il sistema materiali-finitura riguardante gli spazi che costituiscono i “volumi-sequenza”, in cui i rivestimenti utilizzati esprimeranno diversità, variazioni tematiche, colori. Volumi che saranno letti come costruiti “dentro” l’involucro di stazione.

Tale suddivisione tematica dei materiali è presente in particolar modo nella tipologia delle “stazioni profonde”.

Per le stazioni superficiali, i materiali utilizzati per le parti edificate al piano città possono definirsi “eco-responsabili” (struttura portante della copertura in acciaio/legno, materiali riciclati, tetti fotovoltaici, controllo solare in facciata, raccolta dell’acqua piovana per possibili ipotesi di riutilizzo). Ai livelli interrati (banchina o mezzanino), è adottata una logica del tutto simile a quella delle stazioni profonde.

I materiali proposti per le stazioni sono per quanto possibile:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2



- prodotti "localmente", per ridurre l'impronta di carbonio (dovuta all'approvvigionamento) - a basso impatto ambientale, integrando l'intero ciclo produttivo;
- riciclati senza eccessivi impatti ambientali, "sani" senza composti olfattivi volatili (COV) o senza solventi dannosi alla salute.

Si tratta di usare materiali in grado di non provocare danni e che più in particolare presentino le seguenti performance prestazionali:

- compatibili con i vincoli della metropolitana e sostenibili;
- ricavati a partire da materie prime rinnovabili o largamente disponibili;
- realizzati utilizzando la quantità minima di energia non rinnovabile;
- realizzati tramite processi sicuri per i lavoratori e per l'ambiente;
- privi di sostanze tossiche ed inquinanti, salubri e sicuri;
- posati tramite tecniche di sicurezza per i lavoratori, di facile manutenzione, innocui in caso d'incendio anche per ciò che riguarda l'emissione di gas tossici;
- garantire la gestione dei rifiuti da costruzione (cantiere «green») con un quantitativo minimo di conferimento alla discarica, la selezione differenziata e controllata dei rifiuti in sito;
- ridurre l'uso lo sfruttamento delle materie prime e dei materiali a ciclo di rinnovamento lungo, impiegando materiali rinnovabili;
- incoraggiare l'uso ecologico e responsabile della gestione forestale e di legno certificato;
- ridurre all'interno delle stazioni i contaminanti che risultano eccessivamente odorosi ed irritanti e/o nocivi per il comfort ed il benessere delle persone (siano esse operatori o viaggiatori);
- proporre una gestione controllata dell'acqua sia durante la fase di costruzione, sia per quanto attiene la manutenzione delle stazioni che per il recupero dell'acqua piovana (per le stazioni superficiali).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

11. IMPIANTI NON DI SISTEMA

11.1 Impianti non di sistema di stazione

11.1.1 Impianti idrico sanitari

Per quanto concerne l'adduzione idrica di stazione si prevede una connessione alla rete 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) 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 posta al piano atrio.

È prevista inoltre l'installazione di n. 2 rubinetti di lavaggio in corrispondenza del piano locali tecnici del pozzo con tubazione installata all'interno della canna di ventilazione fino al locale ventilatore con derivazione dal collettore distribuito in galleria in entrambe le direzioni, oltre ad una alimentazione situata in via di corsa monte-valle stazione.

11.1.2 Impianti di aggotamento di stazione

L'impianto di aggotamento delle acque di stazione sarà costituito da una vasca di accumulo posizionata nel punto più basso della stazione con accesso dal piano sottobanchina. La vasca sarà corredata da minimo tre pompe di rilancio che indirizzeranno lo scarico verso la camera sifonata della rete fognaria cittadina mediante tubazioni di risalita allestite con valvole di non ritorno e valvole di sezionamento. Le pompe avranno la caratteristica di resistenza corrispondente alla tipologia delle acque collezionate ed ai residui in esse contenute; pertanto, potranno essere di tipo di trituratrice (per i punti bassi della vasca) e di rilancio con idonei sistemi di flussaggio della girante. Il sistema dovrà essere dimensionato secondo un grado di ridondanza idoneo ad assicurare l'operatività della stazione in caso di massimo carico ed indisponibilità parziale dell'impianto. Vasche di accumulo dedicate saranno posizionate in corrispondenza degli accessi per recepire le acque meteoriche provenienti dalle scale mobili e rilanciate per mezzo di pompe trituratrici verso la vasca principale.

Gli scarichi relativi ai servizi igienici di stazione dovranno essere corredata di sistema autonomo di accumulo (stagno) disposto al livello sottobanchina, sollevamento e connessione alla rete fognaria con condotta separata rispetto al sistema di rilancio dell'aggottamento.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

11.1.3 Impianti idrici antincendio di stazione

La protezione attiva viene realizzata mediante la distribuzione delle linee idranti, sprinkler e diluvio di stazione alimentati da un sistema di pompaggio specifico per tipologia primaria (idranti, sprinkler-diluvio), entrambi connessi 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, inoltre all'ingresso di ogni stazione deve essere previsto un idrante soprasuolo con minimo diametro DN 100 (conforme UNI 14384), connesso alla rete idrica comunale della capacità di erogazione minima pari a 500 L/min.

Sono presenti impianti di spegnimento automatico di tipo sprinkler a protezione delle scale mobili (Capo IV.7) oltre alla possibile area snack dove potranno essere installati dei distributori automatici, mentre nell'ambito della galleria di stazione, a mitigazione degli effetti dell'incendio sul materiale rotabile e sulla banchina, è prevista la tipologia a diluvio con azionamento controllato su diverse sezioni (Capo VI.2).

In merito ai Locali Tecnici di Sistema (correnti forti e segnalamento) e le primarie aree quadri è previsto un impianto di spegnimento del tipo "Water Mist".

11.1.4 Impianti di ventilazione di emergenza in stazione

La ventilazione di emergenza di stazione è 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 (modellazione tridimensionale CFD) sono state effettuate per tutte le tipologie di stazione.

Parimenti sono considerate le 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). I dispositivi di ventilazione dovranno avere una classe non inferiore a F400/90 min (Capo V.4) e dovranno essere gestibili in remoto dal Posto Centrale di Controllo della linea.

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

- silenziatori;
- ventilatori assiali reversibili;
- giunti e componenti di connessione;
- serrande di motorizzate di controllo;
- canalizzazioni di distribuzione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

La modalità di distribuzione delle portate di aria di emergenza in immissione o estrazione sarà, ove possibile integrata (a seconda delle tipologie di stazione) a quella del sistema di climatizzazione al fine di creare un sistema comune ad alta resistenza.

Per le stazioni di tipo superficiale ad un livello fuori terra si propone l'applicazione di sistemi di evacuazione fumi ai sensi della UNI 9494-2 (Capo V.3).

11.1.5 Impianti di separazione aeraulica

Sulla base del D.M. 21/10/2015 (Capo V.3) la compartimentazione aeraulica del percorso protetto, è realizzata mediante barriere d'aria integrate dal sistema di ventilazione dei 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.

Per quanto concerne i filtri a prova di fumo con pressurizzazione positiva o altra tipologia, eventualmente richiesti nell'ambito dei percorsi protetti, a protezione delle uscite di emergenza (Capo IV.5) o degli accessi alle aree tecniche (Capo III 1.8) si seguirà quanto richiesto dal D.M. 30 novembre 1983 e modifiche D.M. 9 marzo 2007, per la prestazione si farà riferimento alla UNI EN 12101-13.

11.1.6 Impianti di condizionamento delle stazioni

La progettazione del sistema di condizionamento delle stazioni è basata sui 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;
- condizioni ambientali riscontrate all'interno del materiale rotabile (dotato di un proprio sistema di ventilazione e condizionamento).

Inoltre, sulla base della durata della permanenza media dei passeggeri nell'ambito della stazione, con valori massimi compresi nel range 10÷12 minuti, si propone un sistema di condizionamento proteso solo alla mitigazione delle condizioni di transizione tra esterno ed interno stazione (atrio-esterno) e tra la condizione ambientale interna al treno e quella interna di stazione (banchina-atrio). Infine, ulteriore compito affidato al sistema di condizionamento è quello di provvedere, nelle modalità che saranno applicabili, alla filtrazione dell'aria esterna in ingresso ai sensi della normativa applicabile, delle Linee Guida ASL e ARPA Piemonte.

11.1.6.1 Condizioni ambientali di riferimento

Le condizioni ambientali di progetto previste dalla normativa UNI 10349-2016, ed in buona parte confermate dalla norma (ASHRAE 2017 ASHRAE Handbook – Fundamentals), costituiscono il riferimento progettuale minimo per il sistema di condizionamento. A questo si aggiungono la base

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

dati riscontrabile relativa al contesto microclimatico cittadino (fonte Arpa Piemonte – anni 1994-2018) e le specifiche richieste provenienti dal Comune di Torino e redatte dall'attuale gestore della Linea 1, basate sull'esperienza di esercizio prodotta negli ultimi dieci anni.

11.1.6.2 Qualità dell'aria

L'attuale selezione è basata sulla UNI EN 16798-3:2018 si giungerà quindi a valutare la classificazione dell'aria esterna e la corrispondente classificazione di aria interna richiesta ai fini dell'esercizio dell'ambiente metropolitana. Tale studio dovrà tenere in considerazione le informazioni ed i requisiti provenienti dagli Enti locali di riferimento in materia ambientale e sanitaria (ASL e ARPA Piemonte) per la scelta dei parametri di norma.

- Classificazione dell'aria estratta ETA e dell'aria espulsa EHA.
- Classificazione dell'aria esterna ODA.
- Classificazione in base alla qualità dell'aria interna IDA.
- Calcolo della portata di aria esterna

Conseguentemente saranno determinati gli elementi di filtrazione da inserire nelle unità di condizionamento, compatibilmente con le funzionalità e agli spazi disponibili nell'ambito dei locali tecnici di stazione.

11.1.6.3 Impianto di condizionamento aree aperte al pubblico

Il condizionamento in termini di sola mitigazione delle condizioni termiche interne, e di conseguenza della immissione di aria fresca esterna, è strutturato in modo da seguire sia l'andamento dinamico della presenza dei passeggeri in stazione, sia un target di temperatura definito solo come riferimento. Le condizioni interne sono 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 per i passeggeri. Le unità di trattamento saranno quindi unità in prelievo di aria esterna per il tramite dei vani di ventilazione con l'interposizione di differenti sezioni:

- silenziatori;
- filtrazione;
- batterie raffrescamento/riscaldamento;
- ventilazione;
- recupero di calore;
- canali di distribuzione (con criterio di pulizia);
- rete sensori ambientali (interni ed esterni).

L'alimentazione termica delle UTA potrà avvenire attraverso sistemi ad espansione diretta a condensazione esterna o mediante applicazione di altri impianti ad energia rinnovabile di tipo geotermico (geostrutture energetiche), in questo caso la potenzialità degli impianti dovrà essere correlata alle prestazioni a bassa entalpia risultanti.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

11.1.6.4 Impianti di condizionamento 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.

I locali tecnici saranno condizionati mediante sistemi ad espansione diretta a condensazione esterna con criterio di affidabilità elevata (unità di servizio + unità di riserva per le motocondensanti).

11.1.6.5 Geotermia (Geostrutture energetiche)

La possibilità di alimentare il sistema di condizionamento di stazione con impianti geotermici a bassa entalpia (tipologia geostrutture energetiche rif. Cap. 18) è basata sulla modellazione in fase di sviluppo in collaborazione con il Politecnico di Torino.

La possibilità di alimentare il sistema di condizionamento di stazione con impianti geotermici a bassa entalpia e a circuito chiuso (tipologia geostrutture energetiche rif. Cap. 18) è stata verificata attraverso l'applicazione di simulazione numeriche termo idrauliche agli elementi finiti (FEM-TH).

Si è proceduto ad effettuare la valutazione circa l'applicabilità della produzione di energia termica estiva ed invernale derivata dalla suddivisione in classi omogenee di appartenenza per le singole intertratte per TBM e C&C e, conseguentemente, in termini di variazione di temperatura del fluido termovettore in inverno (ΔT_i) ed in estate (ΔT_e) riferita ad ogni tratta nella quale è stata suddivisa l'intera linea della metropolitana oggetto del presente studio. Oltre alle tratte di galleria di linea si è proceduto anche a valutare l'energia scambiabile con il terreno attraverso l'attivazione delle principali strutture, ove possibile, delle stazioni di linea.

L'analisi è stata inoltre sviluppata per ogni porzione di tratta oggetto di singola valutazione studiando i profili delle temperature nel tempo in modo da definirne l'andamento nei vari regimi fino alla stazionarietà. A tal proposito sono state quindi analizzate, anche le differenze di temperature risultanti dallo scambio termico a 30 giorni tra la geostruttura energetica ed il terreno circostante, condizione che appare essere la più conservativa per la definizione della potenzialità della linea.

I dati dedotti dai modelli numerici definiscono la potenzialità del lato sorgente di una pompa di calore reversibile installata in stazione o, in via subordinata, per definire la potenza termica a bassa entalpia disponibile al singolo ricettore o ad una futura rete di distribuzione superficiale. La prestazione del sistema, in termini di potenza termica disponibile è stata confrontata dapprima con i fabbisogni termici stagionali delle stazioni di linea al fine di soddisfarne in tutto o in parte la richiesta energetica. Nel caso di situazioni di surplus energetico, la quota parte eccedente (estiva e/o invernale) è stata destinata ad uno o più recettori esterni alla Linea 2 della Metropolitana.

Nella galleria a scavo meccanizzato (TBM) il sistema è idraulicamente connesso ai singoli conci attraverso dei collettori di tratta e da qui fino alla stazione di riferimento, dove un sistema di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

pompaggio (da collocare nel sottobanchina) consentirà il flusso verso la centrale HVAC dove avviene lo scambio termico o l'indirizzo verso la rete esterna.

Per i tratti di galleria realizzati con tecnica Cut & Cover nonché per i tratti attivati dei diaframmi delle stazioni, il sistema viene connesso ai singoli pannelli di diaframmi attraverso collettori idraulici appositamente dimensionati e viene indirizzato verso la centrale HVAC in stazione. In questo caso è stato deciso di creare e mantenere separati rispettivamente un impianto che collega i diaframmi posti sul lato destro da un secondo impianto posto invece sul lato sinistro della galleria. Anche per i diaframmi delle stazioni è stato adottato un approccio simile suddividendo in due circuiti separati le connessioni idrauliche tra i differenti pannelli. Soltanto per la stazione Carlo Alberto, vista l'esiguità dei diaframmi attivati è stato ritenuto sufficiente un singolo circuito idraulico per collegare tutti i diaframmi attivati presenti in stazione.

11.1.6.6 Impianto termico

Per quanto concerne l'impianto termico di stazione è prevista 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. Contestualmente si dovrà prevedere una duplice possibilità di utilizzo portando, in alternativa, la potenza del generatore anche verso l'esterno (rete dei ricettori) in caso di non utilizzo della risorsa da parte della stazione.


La disponibilità geotermica non è sempre sufficiente a bilanciare la richiesta alla pompa di calore di tutte le singole stazioni (sulla base dei fabbisogni termici calcolati), sarà quindi necessario in ogni caso prevedere un impianto in pompa di calore reversibile tradizionale aria-acqua disponendo la macchina in uno dei vani esterni (con criterio full-back-up). In via subordinata si potranno esaminare contesti alternativi in accordo con la Stazione Appaltante.

11.1.7 Impianti elettrici non di sistema di stazione

A partire dai Quadri Generali di Bassa Tensione (QGBT), disposti in appositi locali, vengono diramate le alimentazioni secondarie in bassa tensione secondo una topologia a stella verso i vari quadri posti nelle varie zone o verso le utenze presenti nella stazione. Esse saranno realizzate in cavo, transitanti in canaline predisposte e separate sia per disciplina (ventilazione, condizionamento, ecc.), sia per il percorso nella stazione. Nei quadri di zona saranno presenti le singole protezioni, controlli e comandi per le utenze di servizio e di sicurezza. Tali sistemi sono stati progettati per conferire la maggiore selettività in caso di guasto o malfunzionamento e quindi la minor interrompibilità del servizio. Le utenze saranno monitorate e le più importanti, inerenti alla sicurezza, alimentate da sistemi di continuità assoluta ridondati, riducendo drasticamente le probabilità di accadimento di eventi pericolosi, aumentando al massimo l'efficienza di funzionamento.

A partire dai QGBT la forza motrice viene indirizzata verso i quadri primari in bassa tensione costituiti principalmente da:

- quadri ventilatori di stazione;
- quadri lame d'aria;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- quadri locali tecnici di stazione;
- quadri HVAC;
- quadro no-break;
- quadro luce sicura;
- quadri di coordinamento antincendio e ventilazione (UCAV);
- quadri impianti antincendio (pompe, water mist);
- quadri di livello (atrio, mezzanino, banchina e galleria, ...);
- quadri scale mobili;
- quadri ascensori;
- quadri tornelli ed emettitrici;
- quadri aggettamento;
- quadri pompe per impianto geotermico.

Da questi quadri principali vengono diramate ulteriori alimentazioni secondarie, a servizio di utenze puntuali, distribuite e concentrate o verso i quadri di alimentazione terminale.

Sono da considerarsi alimentazioni di tipo "Normale" ad esempio le seguenti:

- illuminazione ordinaria;
- prese di forza motrice di servizio;
- cavi scaldanti;
- ventilatori a servizio dei singoli locali tecnici;
- utenze di riscaldamento e climatizzazione;
- unità di trattamento aria primaria;
- pompe di circolazione;
- cancelli motorizzati;
- tornelli ed emettitrici;
- eventuali utenze di arredo architettonico o pubblicitarie.

Le alimentazioni di sicurezza (carico alimentato entro 0,5 s e per 120 min ai sensi del D.M. 21/10/2015 – Capo VII.2) sono:

- illuminazione di sicurezza;
- allarme;
- impianto di rivelazione incendi;
- diffusione sonora;
- videosorveglianza;
- impianti citofonici;
- ascensori (funzioni emergenza);
- scale mobili (funzioni emergenza);
- telecomando e controllo.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

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) saranno considerati i seguenti impianti:

- impianto di controllo fumi;
- barriere d'aria;
- impianti di pressurizzazione filtri;
- ascensori di emergenza;
- scale mobili in funzione ed utilizzate durante l'esodo;
- impianti di estinzione incendi;
- varchi da aprire automaticamente in caso di emergenza.

11.1.7.1 Fonte dell'alimentazione elettrica primaria


Gli impianti elettrici non di sistema verranno alimentati da 2 Quadri Generali di Bassa Tensione (QGBT) situati in appositi locali. In sintesi nelle stazioni saranno installati n. 2 trasformatori che porteranno la tensione primaria dal valore definito per la media tensione (a 22 kV) alla bassa tensione con la ridondanza e la morfologia ammessa dal D.M. 21/10/2015. Gli apparati saranno ospitati nei locali tecnici ai sensi del Capo VII.3 e VII.4 dello stesso Decreto.

È prevista l'installazione di due dorsali MT interconnesse in corrispondenza dei diversi punti di adduzione situati nelle 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 mediante la distribuzione dei cavi di MT in percorsi separati sulle due vie di linea (via 1 e via 2). Sono previste nr.2 Cabine MT/BT distinte tra di loro compartimentate e alimentate da dorsali diverse, sia nelle stazioni che nei pozzi. La posa delle dorsali avverrà 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. Quest'ultima configurazione sarà utilizzata in ottemperanza alle stazioni e ai pozzi progettati con D.M. 21/10/2015.

11.1.7.2 Quadri di stazione (secondari e a servizio delle utenze concentrate)

In ogni stazione dovranno essere previsti, alimentati dai QGBT, quadri secondari destinati all'alimentazione delle utenze distribuite (essenzialmente apparecchi illuminanti e prese di forza motrice), ma anche di alcune utenze concentrate di secondaria importanza, che non è opportuno derivare direttamente dal quadro primario.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Le utenze concentrate più importanti (ventilatori, scale mobili, ascensori, pompe ecc.) saranno corredate di quadri direttamente alimentati dai QGBT; alcuni di questi quadri (per ascensori, scale mobili, pompe antincendio) sono normalmente a corredo dell'apparecchiatura alimentata. Nel caso delle scale mobili e degli ascensori è prevista l'installazione di quadri di sezionamento posizionati in corrispondenza dell'utenza e nei pressi della stessa. L'operatore dovrà pertanto poter utilizzare tali quadri come sezionamento di sicurezza in caso di interventi sulle apparecchiature. Poiché le stazioni potrebbero essere non presidiate, sono previsti comandi a distanza e le necessarie segnalazioni verso l'interfaccia con il sistema automatico di esercizio della linea metropolitana. In particolare pertanto tutti i quadri a servizio delle suddette apparecchiature saranno dotate di una sezione "No-Break" per l'alimentazione degli apparati di Supervisione e Controllo.

Alcuni quadri principali di zona (ad esempio Quadro Locali tecnici, Quadro Atrio, Quadro Mezzanino, Quadro Banchina Galleria, ecc.) saranno dotati una doppia sezione, "Normale" e "No-Break". Quest'ultima per alimentare, 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 dei corpi illuminanti di galleria e le dorsali per l'alimentazione No-Break delle utenze di Pozzo.

11.1.8 Impianto di terra e di protezione contro le correnti vaganti

L'impianto di messa a terra di stazione, sarà suddiviso in terra funzionale a servizio delle opere di sistema, e terra di protezione. Sia la terra di protezione, che la terra funzionale, avranno il proprio dispersore realizzato nell'ambito delle Opere Civili. 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. 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.

Gli impianti di terra di stazione e di galleria non saranno metallicamente connessi per impedire la propagazione delle correnti vaganti. 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.

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;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- i centri-stella dei trasformatori MT/BT;
- tutte le masse metalliche;
- 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).

11.1.9 Impianti fotovoltaici

Per le stazioni ad un livello interrato ed atrio fuori terra sono previsti impianti fotovoltaici che saranno installati 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 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.

11.1.10 Impianti di illuminazione

Come richiesto dal D.M. 21/10/2015 (Capo VII.6) tutte le stazioni chiuse sono dotate di un impianto di illuminazione ordinaria e di emergenza (centralizzata e autonoma) al fine di garantire, eventualmente con il contributo degli impianti di sicurezza, le prestazioni richieste dalla norma UNI 8097 per le aree metropolitane (banchine, gallerie, scale, ecc.) e dalla norma UNI EN 12464 per i locali di servizio. La progettazione degli impianti ed il posizionamento degli apparati saranno tali da minimizzare il degrado funzionale in caso di guasto o fuori servizio del servizio di illuminazione. Come condizione ammissibile di degrado, in condizioni di esercizio normale, si ammette un valore dell'illuminamento residuo $> 50\%$ del valore minimo nominale di progetto indicato dalla UNI 8097. Tutti gli apparati saranno del tipo LED.

I valori di riferimento illuminotecnici minimi per le diverse condizioni sono desunti dal D.M. 21/10/2015 (Capo VII.6 § 2) e dal prospetto 1 della Norma citata. Sempre con riferimento al prospetto 1 debbono ottenersi i livelli prescritti di uniformità (per la disposizione dei corpi illuminanti) e di resa cromatica (per la scelta del corpo illuminante). L'illuminazione esterna relativamente agli accessi ed agli ascensori, verrà comandata mediante sensori crepuscolari.

11.1.10.1 Impianti di illuminazione normale di stazione

Dovranno essere rispettate le prescrizioni contenute nel D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008 e nel D.M. 21/10/2015 nonché le norme UNI EN 12464-1 e UNI 8097.

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

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

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), il valore di illuminamento medio, sul piano di lavoro a 80 cm dal suolo, non sarà inferiore a 200 lux, con l'impiego di apparecchi a led adeguati al locale di installazione; fanno eccezione tutti i locali contenenti apparati di supervisione e controllo (es. locale SCADA e locale STT "Segnalamento / Telecomunicazioni / Telecomando"), per i quali sarà previsto l'impiego di apparecchi illuminanti a LED adatti a locali con videoterminali, con compiti visivi severi e finalizzati a un illuminamento medio non inferiore a 500 lux.

Nei corridoi tra locali tecnici, l'illuminamento medio "di base" non sarà 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 luxmetro a 10 cm dal suolo) non sarà inferiore a 100 lux, con coefficienti di uniformità Emin/Emax non inferiori a 1/4, secondo UNI 8097.

In questi ambienti gli apparecchi illuminanti avranno caratteristiche estetiche determinate anche dal contesto delle finiture architettoniche; si impiegheranno corpi le cui temperature di colore saranno 3000 K e indice di resa dei colori CRI > 80.


Gli apparecchi avranno caratteristiche stagne (ove possibile), in dipendenza delle condizioni di umidità e polverosità degli ambienti stessi: i gradi di protezione saranno almeno IP5x in modo da garantire adeguata protezione rispetto all'ingresso di polvere.

L'impianto di illuminazione della stazione sarà gestito per mezzo di un Sistema ad Intelligenza Distribuita. Il Sistema ad Intelligenza Distribuita utilizzerà un protocollo di comunicazione integrato negli alimentatori elettronici dei corpi illuminanti. 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.

11.1.10.2 Impianti di illuminazione di sicurezza di stazione

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 assicureranno i complessivi livelli di illuminamento minimi previsti dalle norme:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- 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.

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

Inoltre, nei tratti non protetti dei percorsi di sfollamento, i livelli di illuminamento citati saranno garantiti anche in presenza di fumo correlato all'incendio di progetto. Tutti gli apparecchi installati in posizione accessibile al pubblico avranno involucri con caratteristica di protezione contro gli impatti meccanici, come da requisito normativo.

11.1.11 Impianto rivelazione incendi di stazione

Il sistema di rivelazione incendi è progettato sulla base dei requisiti primari derivanti dal D.M. 21/10/2015 e dal decreto del Ministro dell'Interno del 20 dicembre 2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi".

L'impianto di rivelazione incendi di ogni stazione ha il compito di segnalare eventuali focolai di incendio identificati nella fase iniziale. Quindi, attraverso i dispositivi di rivelazione, i segnali inviati dalla centrale rivelazione incendi all'unità di controllo di stazione, consentiranno ai sistemi di gestione dell'emergenza di porre in atto le procedure di intervento previste.

L'impianto di rivelazione incendi sarà corredato da differenti tipologie di sensori selezionati in base ai requisiti di utilizzo dell'area prescelta e con diverse soglie di allarme ammesse: particolare attenzione è stata posta nella progettazione del posizionamento, delle attivazioni e delle interfacce con i vari impianti di stazione, sulla base delle procedure attivabili nel contesto di emergenza di stazione ai sensi del D.M. 21/10/2015 (Capo I.1):

- incendio in un locale tecnico;
- incendio a bordo treno in stazione.

Inoltre, a seconda della tipologia di stazione, potranno essere considerati nello sviluppo della progettazione antincendio anche il caso di:

- incendio in atrio (area snack).

In stazione saranno posizionati 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) verranno tempestivamente verificati da personale addetto, prima dell'avvio del segnale di allarme generalizzato; la verifica potrà essere condotta anche mediante sistemi di video sorveglianza.

Per quanto riguarda la parte di galleria ubicata in stazione, all'interno del tunnel di banchina, questa sarà dotata di un sistema di rilevamento in fibra ottica, in grado di fornire al centro di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

controllo la localizzazione esatta dell'incendio. Il segnale consentirà l'attivazione delle idonee strategie di ventilazione, di sfollamento e di intervento dei soccorsi.

11.2 Impianti non di sistema di galleria, pozzi e manufatti

11.2.1 Impianti idrici antincendio di galleria

La protezione attiva viene realizzata mediante la distribuzione delle linee idranti di galleria alimentate dal sistema di pompaggio idranti collocato in stazione e connesso alla vasca di accumulo già dimensionata per consentirne l'utilizzo in tutti gli scenari di emergenza di galleria 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 a quinconce tra via 1 e via 2. In corrispondenza dello sbarco dei pozzi o degli accessi di emergenza è disposta almeno una valvola per lato. La tubazione antincendio deve essere protetta con isolamento termico (ed eventualmente con cavo scaldante) anche dal rischio della formazione di ghiaccio dovuto all'ingresso diretto di aria esterna in corrispondenza dei pozzi ed in corrispondenza delle uscite in direzione dei depositi. Saranno inoltre da predisporre giunti di separazione dielettrica e compensatori di dilatazione termica.

11.2.2 Impianti di aggettamento di galleria

L'impianto di aggettamento delle acque di pozzo e galleria è costituito da una vasca di accumulo posizionata nel punto più basso del tracciato in corrispondenza della base del pozzo di ventilazione. La vasca è corredata di molteplici pompe di rilancio verso la rete fognaria cittadina mediante interposizione di camera sifonata. Le pompe avranno la caratteristica di resistenza corrispondente alla tipologia delle acque collezionate ed ai residui in esse contenute, pertanto avranno la caratteristica di trituratrice (per i punti bassi della vasca) e di rilancio. Il sistema è dimensionato secondo un grado di ridondanza idoneo ad assicurare l'operatività del pozzo in caso di massimo carico ed indisponibilità parziale dell'impianto.

11.2.3 Impianto di ventilazione di emergenza di galleria

La ventilazione di emergenza di galleria (estrazione fumi) è progettata sui criteri basilari espressi dal D.M. 21/10/2015. La tipologia funzionale selezionata è del tipo push-pull al fine di garantire il contrasto ai fenomeni di espansione dei fumi con velocità dell'aria non inferiore a 1,5 m/s (Capo V.1) e contestualmente assicurare l'evacuazione dei passeggeri dal convoglio in direzione opposta e verso la stazione più vicina.

Il dimensionamento deve avvenire in funzione del carico di incendio nei vari scenari di riferimento (Capo I.1) e del rispetto dei parametri di stato critico per la sicurezza e condizioni sostenibili per la vita umana (Capo I.2). Le analisi relative al dimensionamento alla base del progetto definitivo sono effettuate mediante la modellazione monodimensionale SES - Subway and Environmental Simulation e sono completate ed integrate con i risultati della corrispondente modellazione fluidodinamica delle stazioni (Capo V.1). Parimenti sono considerate le eventuali separazioni necessarie all'interno del contesto del pozzo di emergenza al fine da compartimentare le aree appartenenti agli accessi di emergenza come filtri a prova di fumo (Capo V.2). I dispositivi di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

ventilazione dovranno avere una classe non inferiore a F400/90 min (Capo V.4) e dovranno essere gestibili in remoto dal Centro di Controllo della linea.

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

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

Il sistema di ventilazione di emergenza opererà anche in regime di ventilazione normale con portate limitate al ricambio di aria richiesto in galleria per le varie fasi.

11.2.4 Impianti elettrici di pozzo e galleria

Come già evidenziato nel capitolo relativo alle stazioni, l'alimentazione è considerata all'interno del contesto primario di distribuzione elettrica, per quanto concerne i pozzi essi saranno dotati di una propria cabina elettrica di trasformazione connessa alla rete di media tensione. Da questi saranno alimentati i quadri primari di pozzo da cui partiranno ulteriori diramazioni secondarie a servizio di utenze puntuali, distribuite e concentrate come:

- quadri ventilatori di pozzo;
- quadro locali tecnici di pozzo;
- quadro aggettamento di pozzo.

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) saranno considerati i seguenti impianti:


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

11.2.5 Impianti di terra di pozzo e di galleria

L'impianto di messa a terra di pozzo sarà costituito solo dalla terra di protezione, essa avrà il proprio dispersore realizzato nell'ambito delle Opere Civili, e sarà realizzato con una maglia in tondini di acciaio zincato, saldati tra loro, immersa nel terreno sotto il piano di fondazione.

In galleria due collettori di terra longitudinali, uno per via, verranno collegati al dispersore di terra di pozzo, ai quali verranno collegati, tramite i conduttori PE, le masse e masse estranee di galleria.

Le terre di galleria, in condizioni nominali, saranno continue rispetto alla terra di pozzo e isolate rispetto alla terra di stazione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Per le apparecchiature alimentate dai quadri di pozzo si adatterà la distribuzione di tipo TN-S, mentre per le apparecchiature in galleria (illuminazione e prese) alimentate dai quadri di stazione, stante l'isolamento fra le terre di stazione e di galleria/pozzo, la distribuzione sarà di tipo TT.

11.2.5.1 Protezione contro le correnti vaganti (non legate al sistema di trazione)

Tralasciando l'eventuale presenza di correnti vaganti legate al sistema di trazione, è prevista la protezione da eventuali correnti vaganti legate a sistemi esterni (linee tranviarie, ecc.).

Per impedire che correnti vaganti provenienti da altri sistemi adiacenti possano fluire lungo le strutture di galleria, causando così una connessione indesiderata tra aree differenti e molto distanti della città, le strutture di galleria in cemento armato saranno suddivise in sezioni longitudinali per mezzo di giunti isolanti; in particolare per ogni stazione sono previsti due giunti isolanti immediatamente a monte e a valle della stessa, ed il tronco di galleria tra due stazioni è isolato rispetto alle stesse.

Inoltre le armature in acciaio delle gallerie in cemento armato ed i componenti della galleria in materiali ferrosi non avranno nessuna connessione conduttrice a tubi e cavi localizzati esternamente alla galleria o al circuito di ritorno o a qualsiasi sistema adiacente che non sia isolato da terra.

Viceversa saranno effettuate connessioni delle armature di galleria ai propri terminali di terra in maniera da soddisfare i requisiti di messa a terra per provvedimenti protettivi, per cui i conci di galleria, e le masse estranee presenti saranno tutti interconnessi tra loro ed al proprio dispersore di terra per mezzo di un conduttore longitudinale.

Per tutte le opere di tipo civile od impiantistico, sia di sistema che non, che si estendono longitudinalmente lungo la galleria sono previsti opportuni sezionamenti elettrici in corrispondenza dei giunti isolanti, in modo da interrompere la continuità delle suddette opere.

Particolare attenzione viene posta alle tubazioni dell'impianto idrico antincendio, poiché dal punto di vista della sicurezza è necessario che queste siano sempre piene di acqua. Verranno adottati i seguenti provvedimenti per impedire al loro interno la circolazione di correnti vaganti:

1. le prese UNI 45 in un generico tronco di galleria compreso tra due stazioni successive saranno essere divise in due gruppi, ciascuno derivato da una tubazione messa in pressione dalle pompe di pressurizzazione di una delle due stazioni; le due tubazioni saranno del tutto sconnesse tra di loro nel punto di mezzo del tronco di galleria, generalmente il pozzo di ventilazione (questo provvedimento impedisce, intuitivamente, che l'acqua sia veicolo di trasmissione di una corrente vagante tra una stazione e la successiva)
2. il montaggio delle tubazioni idriche dovrà essere realizzato mediante collari gommati e/o profili isolanti (questo provvedimento isola completamente la tubazione, ed impedisce che una corrente vagante utilizzi parzialmente l'acqua come veicolo di trasmissione, attraversi la tubazione metallica ed i supporti, e prosegua fino alla stazione successiva ed oltre)

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- le tubazioni idriche antincendio di galleria saranno collegate con le reti idriche di stazione con l'interposizione di giunti isolanti, che impediscono ulteriormente la circolazione di correnti vaganti lungo le stesse tubazioni metalliche in galleria

In conclusione l'utilizzo degli artifici di progettazione e montaggio sopra indicati contribuiranno tutti ad impedire la circolazione delle correnti vaganti in una tubazione piena d'acqua: la suddetta tubazione si presenterà, dal punto di vista elettrico, come un ramo aperto e pertanto non percorribile da alcuna corrente.

11.2.6 Impianti di illuminazione di 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. Tutti gli apparati saranno del tipo LED.

Tale impianto di sicurezza assicurerà i seguenti livelli di illuminamento minimi, 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 attiverà automaticamente l'illuminazione di sicurezza (se non già normalmente attiva) in quella tratta.

Laddove non in contrasto con il presente decreto, si applicano gli ulteriori requisiti delle norme UNI EN 12464-1 e UNI 8097.

Inoltre, nelle sedi sotterranee verrà installato un sistema di indicazione dinamica della direzione, progettato, realizzato e gestito al fine di guidare in emergenza i passeggeri nella direzione di fuga, eventualmente in abbinamento ad un sistema sonoro.

In corrispondenza delle banchine di galleria l'illuminazione verrà quindi realizzata con apparecchi illuminanti alimentati da due tipi di circuiti:

- un primo circuito, normalmente spento, da attivare a treni fermi per garantire un buon illuminamento (circa 100 lux) che faciliti l'eventuale evacuazione forzata dal treno, oppure attività lavorative;
- un secondo circuito, normalmente acceso (anche con treni in movimento), dovrà garantire il livello minimo di illuminamento previsto dal D.M. 21/10/2015 (10 lux misurati come previsto da norma) per almeno 2 ore.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

11.2.7 Impianti di rivelazione incendi di galleria e pozzo

Si fa seguito a quanto previsto in relazione all'impianto rivelazione incendi di stazione per le caratteristiche primarie dell'impianto. Per quanto concerne i pozzi di intertratta la progettazione sarà sviluppata sulle analoghe linee previste dal D.M. 21/10/2015 con particolare riferimento ai controlli delle seguenti aree di pozzo:

- cabina di media tensione;
- locale elettrico di bassa tensione;
- locale tecnico di ventilazione;
- corridoi tecnici e passaggi cavi, cavedi;
- vani di ventilazione.

Tutte le segnalazioni verranno indirizzate 24 ore su 24 presso la centrale di supervisione di stazione corrispondente alla centrale di controllo ubicata presso il Posto Centrale di Controllo da dove sarà possibile l'agevole individuazione delle aree interessate dal principio d'incendio e avviare le procedure di emergenza.

Nel pozzo saranno posizionati 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) verranno tempestivamente verificati da personale addetto prima dell'avvio del segnale di allarme generalizzato; la verifica potrà essere condotta anche mediante sistemi di video sorveglianza.

Per quanto concerne il contesto di galleria e in generale delle sedi sotterranee, è prevista l'applicazione di un sistema di rilevamento in fibra ottica in grado di fornire al centro di controllo la localizzazione dell'incendio, il segnale consentirà l'attivazione delle idonee strategie di ventilazione, di sfollamento e di intervento dei soccorsi. Tale sistema dovrà essere completato nelle successive fasi di progettazione, 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:


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

Si specifica che le reti di alimentazione e segnale relative i sistemi di sicurezza seguiranno quanto previsto al Capo VII.5 del D.M. 21/10/2015 (e ai decreti in esso richiamati), in modo particolare ci si riferisce alla verifica relativa alla continuità di esercizio (vie cavi, cavi, supporti, derivazioni, compartimentazioni).

11.3 Impianti non di sistema Deposito-Officina

11.3.1 Descrizione Generale Impianti Elettrici

Al piano primo interrato sono previsti appositi locali destinati a cabina di trasformazione per il deposito ed a quella per cabina dedicata agli impianti di trazione e pozzi, che conterrà i pannelli con le protezioni di media tensione disponibili ad energizzare (solo con manovre manuali) la

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

cabina deposito in terzo livello di back-up (il primo è IRETI, il secondo è il gruppo elettrogeno dedicato ed il terzo la connessione MT in oggetto). L'ipotesi sviluppata a livello impiantistico prevede per l'intero complesso deposito/officina la connessione alla rete media tensione con uno specifico quadro allacciato alla rete distributore. Il quadro di media tensione del complesso deposito/officina sarà organizzato per essere allacciato a doppio anello (in modo ridondato) alla rete a servizio delle stazioni della linea e della linea di trazione stessa, quale sistema di back up e realizzabile solo in modo manuale. In adiacenza alla cabina MT/BT del fabbricato deposito, trova quindi spazio un'area SSE interconnessa alle linee MT della linea e che potrà essere dedicata anche ad arrivo di una nuova consegna dell'ente distributore, qualora si rendesse necessaria l'alimentazione della linea di contatto da un'ulteriore fonte di energia.

La cabina di trasformazione Deposito/officina non sarà mai alimentata dalla rete di alimentazione della linea e delle stazioni, se non in caso di estrema necessità e solamente con manovra manuale, che prevede di aver analizzato la situazione degli assorbimenti e quindi verificato la possibilità di tale azione.

Si è quindi ragionato di realizzare una cabina di ricevimento sistemata sul perimetro dell'area secondo le disposizioni di IRETI, che avrà lo scopo di alimentare in media tensione la cabina di trasformazione posta in deposito a -1. L'allacciamento sarà effettuato a mezzo di cavidotti, che ottempereranno anche a veicolare i futuri cavi provenienti dalla stazione di emergenza (gruppi elettrogeni) verso la cabina asservente la linea (impianti di sistema).

Dal quadro di media tensione saranno alimentati i trasformatori MT/BT 22/0,4kV – 1600 kVA connessi al quadro elettrico generale bassa tensione dal quale avranno origine tutte le linee alimentati i sotto quadri di zona.

Il deposito avrà un'alimentazione privilegiata (G.E.). Questa alimentazione proviene da un gruppo elettrogeno da 1250kVA posto nel fabbricato ospitante al livello terreno in zona esterna i futuri gruppi di emergenza a servizio della linea. Il gruppo, quindi, genera energia in BT, questa viene innalzata da un trasformatore elevatore da 1600 kVA, posto in cabina elettrica dedicata vicina a quella delle macchine afferenti all'energia di soccorso alla linea, che andrà ad alimentare un quadro di media tensione specifico. Da questo, nel cavidotto già menzionato, ci si deriverà fino al quadro di media tensione di deposito a -1. Una cella di scambio automatico rete-ge orienterà la sorgente di energia (Ireti/gruppo elettrogeno) affinché, anche in assenza ente erogatore, la continuità di esercizio venga assicurata, considerando anche che il deposito contiene anche il posto di comando e controllo di tutta la linea. In estrema ratio, qualora poi mancassero entrambe le sorgenti, sarà ancora possibile, con esclusivo comando manuale, ribaltare l'alimentazione sugli anelli della linea.

Per garantire il funzionamento dei sistemi di emergenza della metropolitana in caso di mancanza rete, si è realizzata un'infrastruttura costituita da locali e vie cavi, in grado di contenere e gestire un insieme di generazione dell'energia elettrica tramite una officina di produzione che in 30 secondi sarà in grado di erogare una potenza complessiva di 5 MVA.

L'infrastruttura è studiata per consentire la produzione tramite quattro gruppi elettrogeni da 1250 kVA (LTP) in bassa tensione a gasolio associati a n.4 trasformatori d 1600 kVA in resina.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

L'insieme prevede che i trasformatori siano parallelabili sul lato media tensione, tramite un quadro provvisto di interruttori motorizzati ed idonei apparati di sincronizzazione.

In funzione dei carichi effettivi, che possono variare in base allo scenario creatosi, in emergenza si avrà la messa in esercizio dei gruppi elettrogeni necessari.

Le apparecchiature sono sincronizzate sia sulla tensione, sia sulla frequenza, sia sulla corrente necessaria, permettendo l'inserimento dei trasformatori in fase e in modo automatico, garantendo tempi rapidi per la loro messa in esercizio.

Le taglie valutate permettono di reperire, anche in futuro, apparecchiature di produzione standard, quindi di facile reperibilità oltre ad avere, tramite la suddivisione stabilita, la possibilità di effettuare in modo parziale la manutenzione totale del sistema, senza mai togliere la garanzia del loro funzionamento in caso di necessità.

La loro autonomia viene garantita dai singoli serbatoi presente nei gruppi e almeno due serbatoi interrati indipendenti e comunque interscambiabili tramite i circuiti idraulici che saranno anch'essi gestiti in automatico.

L'edificio cabina elettrica/produzione energia di emergenza dovrà contenere anche il quinto gruppo elettrogeno indipendente per l'alimentazione in emergenza del deposito.

Tutti le apparecchiature devono essere supervisionate e gestite dal sistema di sicurezza della metropolitana.

Completeranno le varie alimentazioni derivate dal QGBT la sezione di sicurezza (SAFETY) alimentata da soccorritori da 2,5 kVA autonomia 2 ore posti uno a servizio di deposito ed uno a servizio di palazzina uffici, e la sezione no break (sicurezza tecnologica) alimentata da due UPS no-break da 25 kVA aut. 30 min. in zona deposito e 15 kVA aut. 30 min. in zona palazzina uffici. L'impianto è poi predisposto per allacciare, quando gli impianti di sistema saranno definiti, un UPS ridondato futuro a servizio di PCC da 50 kVA ed uno analogo per i server da 25 kVA.

11.3.2 Sottosistemi impianti Elettrici

Saranno presenti e alimentati i seguenti sottosistemi dei rotabili e precisamente:

- Reparto manutenzione pesante (lavorazione carrelli e assili);
- Officina lavorazione motori elettrici;
- Officina pneumatica, freno e HVAC, magazzino porte e sedili;
- Officina elettromeccanica;
- Officina per lavaggio sottosistemi;
- Officina elettrica/elettronica;
- Officina ricarica e trattamento delle batterie accumulatori elettrici;
- Attrezzeria;
- Magazzino generale.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

In aree opportunamente ventilate si provvederà ad alimentare:

- Ricarica batterie carrelli elettrici;
- Deposito oli e lubrificanti;
- Deposito vernici e solventi;
- Deposito oli esausti.

11.3.3 Tipologie impianti di alimentazione elettrica

Sono previste le seguenti tipologie di impianto:

- Impianto prese industriali;
- Alimentazione utenze fisse
- Impianto prese civili

11.3.4 Principali componenti impianto elettrico

- Quadri elettrici;
- Cavi elettrici MT
- Cavi elettrici BT
- Cavi elettrici impianto Solare
- Vie cavi e accessori

11.3.5 Impianto Fotovoltaico

Oltre agli impianti Luce e Forza Motrice è previsto un impianto Fotovoltaico disposto sulla copertura del fabbricato uffici al fine di sopperire almeno in parte alle esigenze energetiche dell'area di manutenzione e ricovero dei treni.

In particolare, conformemente a quanto previsto nel Decreto Legislativo n°28 del 3 marzo 2011, per obbligo di legge deve essere previsto sui fabbricati di nuova costruzione un Impianto Fotovoltaico di potenza almeno pari a quella calcolata secondo quanto specificato nell'Allegato 3 del Decreto di cui sopra. L'impianto Fotovoltaico sarà di tipo integrato con la copertura del Deposito e avrà potenza di picco pari a 55,2 kWp. Gli ausiliari dell'impianto, tra cui quadri di parallelo, inverter, SPI per l'interfaccia con la rete saranno posti in esterno in copertura.

11.3.6 Impianto di Terra

La protezione da guasto a terra MT/BT è progettata per prevenire tensioni di passo e contatto pericolose e per garantire la protezione contro scariche di tensione dielettrica e guasti di isolamento.

Il dispersore di terra sarà realizzato con i ferri d'armatura delle fondazioni delle strutture portanti del complesso (dispersore di fatto) che dovranno risultare certamente interconnesse, creando in tal modo un dispersore unico fittamente magliato.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

L'impianto dispersore di terra sarà realizzato con conduttore tondo in acciaio zincato Ø10 mm, posato nel terreno sotto il piano di fondazione dell'intero fabbricato deposito oggetto del presente intervento, con maglia di lato 5 x 5 m.

Sotto il pavimento della cabina di consegna, della cabina dell'area di generazione e della cabina di trasformazione MT/BT, sarà prevista una maglia equipotenziale. La suddetta maglia sarà connessa ad un collettore di terra installato nelle cabine al quale saranno attestati:

- il sistema dispersore esterno (con almeno due conduttori interrati per ciascuna cabina);
- tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali;
- il centro stella dei trasformatori e del gruppo elettrogeno.

Per ogni fabbricato saranno connessi all'impianto di terra le tubazioni metalliche afferenti al fabbricato stesso, gli elementi strutturali metallici, le canalizzazioni degli impianti termofluidici (tubazioni e canali dell'aria), le armature principali del cemento armato, le strutture metalliche degli impianti di sollevamento.

11.3.7 Impianto di Illuminazione Ordinaria

I parametri illuminotecnici, presi a riferimento per il dimensionamento illuminotecnico dei vari ambienti (interni), sono desunti dalla Norma UNI 12464-1 (Illuminazione dei luoghi di lavoro).

Le accensioni dell'impianto luce all'interno delle singole stanze saranno generalmente gestite da sensori di presenza e luminosità inseriti su sistema konnex-dali (o equivalente). Le aree a deposito treni saranno sempre illuminate con un basso livello (10-20%) di flusso luminoso, il quale sarà incrementato attraverso pulsanti (acquisiti da KNX) dislocati lungo le banchine ed in tutti gli accessi. In alcuni locali le luci verranno comandate da pulsanti (acquisiti da KNX). Solo in alcuni locali, ed in particolare quelli tecnici, il comando sarà affidato ad interruttori posizionati all'ingresso degli ambienti. L'accensione e lo spegnimento all'interno delle parti comuni (corridoi e scale) saranno gestite a livello centralizzato da sistema KNX. Su ogni quadro di zona sarà prevista una forzatura interfacciata con KNX per il comando in caso di necessità o emergenza, così come alcuni pulsanti posti nelle aree comuni provocheranno l'accensione immediata delle luci insistenti in quell'area.

11.3.8 Impianto di Illuminazione di Emergenza

I parametri illuminotecnici, da prendere a riferimento per il dimensionamento illuminotecnico di emergenza possono essere desunti dalla norma UNI EN 1838 in merito alla segnalazione di sicurezza delle vie di esodo per i luoghi di lavoro e prevedono l'Illuminamento minimo pari a 1 lux a quota pavimento, calcolato in assenza di riflessioni. Tuttavia, per garantire una maggiore visibilità verranno adottati i parametri Illuminotecnici, del DM 22/02/2006.

E' prevista l'installazione di impianti segnalazione luminosa e di illuminazione di sicurezza che provvederanno ad assicurare, in caso di mancanza di energia elettrica o guasti all'alimentazione, la necessaria illuminazione in condizioni di emergenza, in sostituzione dell'illuminazione ordinaria. L'alimentazione di tali impianti avverrà tramite n.2 soccorritori, disposti a livello -1 in deposito e

nel fabbricato uffici al piano terreno, che garantiranno l'alimentazione di sicurezza in caso di mancanza dell'energia di rete a tali circuiti. Sarà assicurato un livello minimo di illuminamento pari a 5 lux a 1m dal suolo per le vie di esodo.

In particolare, l'illuminazione di sicurezza utilizzerà corpi illuminanti dedicati, commutati in automatico sui predetti soccorritori in caso di necessità. Le segnalazioni luminose di sicurezza, di tipo sempre acceso, verranno alimentate dagli stessi soccorritori con commutazione rete/sicurezza.

A tal fine, tutte le plafoniere previste per il doppio utilizzo rete/sicurezza dovranno essere equipaggiate con appositi moduli da abbinare alle plafoniere stesse. Detti moduli verranno alloggiati in cassette di contenimento da ubicare nel controsoffitto, assicurando un idoneo collegamento tra gli elementi.


Verranno anche adottate plafoniere autoalimentate, poste sulle uscite di emergenza.

11.3.9 Impianto di Sollevamento Ascensori

Gli impianti di sollevamento di Deposito sono costituiti da nr. 4 ascensori di cui due a servizio della Palazzina Uffici e due a servizio delle zone tecniche. In aggiunta è previsto un montacarichi per la zona officina treni. Tali impianti possono avere la caratteristica di impianto ordinario progettato primariamente ai sensi della norma EN 81-20 o di emergenza progettato ai fini dell'emergenza e dell'evacuazione.

Le caratteristiche principali risultano essere:

TORINO - METRO 2 - DEPOSITO REBAUDENGO - TABELLA RIEPILOGATIVA CARATTERISTICHE IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO													
EDIFICIO	IMPIANTO	USO FINI ANTINCENDIO UNI 81-72	VANO CORSA (PxL - cm)	PORTATA (kg)	PERSONE N°	INTERNO CABINA		FERMATE		CORSA TOTALE (m)	Servizi	Tipo di azionamento (elettrico / idraulico)	Velocità (m/s)
						Dim. PxLxH (cm)	Largh. porta (cm)	PIANI	N°				
Deposito	AS-DEP	NO	370x320			280x200x240	140	L-2_L-1_L+0	3	15,80	1		1
Uffici	AS-UFF-S	SI	250x350	1000	10	210x110xh215	90	L-2_L-1_L+0_L+1_L+2_L+3	6	32,10	1		1,6
	AS-UFF-D	SI		1000	10	210x110xh215	90	L-2_L-1_L+0_L+1_L+2_L+3	6	32,10	1		1,6
Officina	AS-OFF	NO	390x335			280x200x240	140	L-2_L-1_L+0	3	15,80	1		1
Officina	MO-OFF	NO	455x500			430x280x240	260	L-2_L-1_L+0	3	15,80	1		0,35
LEGENDA QUOTE AI PIANI		L+3: Piano Copertura - quota +16,32 m											
		L+2: Piano Secondo - quota +11,52 m											
		L+1: Piano Primo - quota +6,52 m											
		L+0: Piano Terreno - quota +0,02 m											
		L-1: Piano Primo Interrato - quota -7,08 m											
		L-2: Piano Secondo Interrato - quota -15,78 m											

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

11.3.10 Impianti di rivelazione incendi

L'impianto è progettato secondo la norma tecnica UNI 9795-2021 del tipo a loop, gestito da tre centrali del tipo indirizzato a 2 o 4 LOOP: il sistema sarà realizzato in configurazione "MASTER – SLAVE 1 – SLAVE 2" tra tutti i dispositivi di espansione all'interno della struttura.

Il sistema, oltre a segnalare l'incendio localmente attraverso l'interfaccia operatore ed i segnali acustici, potrà attivare mediante i moduli di comando contromisure quali:

- l'attivazione delle targhe di allarme ottico/acustico;
- l'interfacciamento con l'impianto TVCC per presentare sui monitor le immagini delle telecamere installate nelle zone allarmate e nelle zone adiacenti;
- disattivazione dei sistemi HVAC in caso di incendio;
- attivazione dei sistemi di ventilazione in caso di concentrazione pericolosa di idrogeno (nei locali con presenza di batterie);
- arresto delle unità di trattamento aria;
- comando dei dispositivi atti a garantire le varie compartimentazioni (serrande tagliafuoco, elettromagneti, etc.);
- attivazione secondo le logiche di attivazione del sistema EVAC per l'allertamento ed eventuale esodo del personale presente.

Saranno utilizzati dei rivelatori lineari per officine e edifici adibiti alla manutenzione; saranno invece installati rivelatori puntiformi in ambienti adibiti ad ufficio.

All'interno di ogni edificio sono previste una o più targhe ottico/acustiche connesse al loop di rivelazione tramite modulo di comando.

11.3.11 Impianti Speciali

Building & Energy Management System

Il BEMS di nuova generazione connette in sicurezza hardware, software e servizi su una dorsale Ethernet/IP con le seguenti caratteristiche:

- scalabilità
- vista integrata di tutti i sistemi di edificio
- gestione efficace del sistema di illuminazione normale e di emergenza.
- Memorizzazione delle impostazioni dell'utente in qualsiasi punto di allacciamento.

TVCC e Videosorveglianza

Tutta l'area deposito, esterna e palazzina uffici sarà dotata di sistema di videosorveglianza nel rispetto delle normative vigenti nelle zone accessi. Il sistema prevede:

- Telecamere indirizzate all'armadio rack contenente quanto necessario al funzionamento dell'impianto.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Telecamere posizionate in punti strategici per mantenere la sicurezza in tutto il complesso (aree esterne ed aree interne).
- Interazione con tutti i sistemi di controllo accessi, antintrusione e rivelazione incendi, che invieranno i comandi per l'attivazione e registrazione delle immagini dell'area da cui è partito l'allarme.

11.3.12 Impianto Controllo Accessi

L'impianto antintrusione e controllo accessi sarà in grado di gestire gli ingressi al sito autorizzando il solo personale abilitato a segnalare l'eventuale ingresso di persone esterne non autorizzate.

Il controllore IP del sistema in oggetto costituisce l'unità di elaborazione centrale dell'impianto di controllo accessi e antintrusione. Comunica con tutti i moduli di espansione del sistema, memorizza tutti i dati relativi a configurazioni ed eventi, elabora tutte le comunicazioni di sistema e comunica allarmi e attività di sistema alla postazione client di monitoraggio locale o remota.

11.3.13 Impianto EVAC

L'edificio è dotato di un sistema di diffusione sonora EVAC destinato a gestire le emergenze all'interno dell'edificio per minimizzare le conseguenze sugli occupanti. Il sistema di diffusione sonora può inoltre avere la possibilità di:

- Informare correttamente gli occupanti sulla situazione evitando l'insorgere di preoccupazione, o vero e proprio panico, normalmente di gestione più complessa dell'evento stesso;
- Dare indicazioni sui comportamenti da attuare per eliminare, o comunque minimizzare, il pericolo che può essere collegato all'evento;
- Guidare anche il ritorno alle normali attività dopo la cessazione dell'evento
- Il sistema è conforme alla norma UNI ISO 7240-19; ed è interfacciato alla centrale di rivelazione incendi presente nell'edificio. Inoltre, vi è anche la possibilità di collegare il sistema a fonti sonore di diverso tipo automatiche e manuali.

11.3.14 Impianto Supervisione e controllo

Il sistema di supervisione e Controllo è costituito principalmente dai seguenti apparati:

- PLC UCAVD – CPU Hot-Standby (Master)
- RIO01 - Cabina trasformazione MT/BT
- Remote I/O distribuiti nelle altre aree del Deposito
- PLC UTA – CPU stand alone

Le funzioni saranno i seguenti:

- Acquisizione stati, allarmi e comando degli interruttori motorizzati dei quadri elettrici (compreso controllo, distacco e reinserzione carichi);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Acquisizione stati e allarmi di tutti gli interruttori non motorizzati delle cabine elettriche;
- Gestione logiche dei gruppi frigo esterni e del gruppo frigo interno;
- Gestione logiche della centrale di pompaggio idronica;
- Acquisizione misure dai multimetri dei quadri elettrici;
- Interfacciamento con i PLC e/o sistemi di gestione dei package autonomi dettagliati nei paragrafi successivi;
- Organizzazione dei dati acquisiti per renderli disponibili allo SCADA-IGNS;
- Ricezione da SCADA-IGNS di comandi e/o parametri da inviare ai package.
- La configurazione del PLC prevede due rack gemelli così attrezzati:
- Rack di montaggio predisposto per accogliere due alimentatori ridondati;
- Due alimentatori ridondati;
- CPU Hot-Standby;
- Scheda di rete dedicata al collegamento alla rete SCADA-IGNS che connette tutti i siti della tratta e le macchine Server SCADA IGNS.

11.3.15 Impianto Antincendio

Reti Idranti e Sprinkler


I locali interrati saranno protetti mediante impianti fissi di spegnimento idranti UNI 45 ad azionamento manuale e impianti fissi di spegnimento ad azionamento automatico del tipo sprinkler con caratteristiche idrauliche differenziate in relazione alla classe di pericolosità dell'area protetta, in corrispondenza dell'accesso alle aree di deposito treni sarà installato un impianto a lama d'acqua.

Alcuni locali tecnici ubicati ai piani interrati saranno serviti, in relazione alle loro peculiarità, con impianti di estinzione a water mist, ovvero a gas inerte.

- il fabbricato fuori terra sarà dotato di impianto fisso di estinzione costituito da idranti a cassetta naspi DN 25 per la protezione interna e idranti soprassuolo UNI 70 per la protezione esterna;
- i locali tecnici destinati ad ospitare i server e la sala di controllo ubicati nella palazzina uffici saranno serviti, in relazione alle loro peculiarità, con impianti di estinzione a gas inerte.

Riserva Idrica

I sistemi di controllo dell'incendio disporranno di una stazione di pompaggio antincendio progettata e installata secondo le norme tecniche di riferimento (UNI 12845, UNI 11292) e di una riserva idrica antincendio avente capacità utile pari a 400 m³ (a capacità parziale) dimensionata per consentire il funzionamento di tutti i sistemi di spegnimento. Il complesso disporrà inoltre di almeno un attacco autopompa VVF in accordo a quanto previsto dalla norma UNI 10779.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

In particolare, il sistema dovrà essere dimensionato per il livello di pericolosità 3 e per lo scenario idraulicamente più gravoso, e quindi dovrà essere in grado di garantire il funzionamento contemporaneo di:

- n. 4 UNI 70 idranti soprassuolo in grado di erogare almeno 300 l/min per 90 minuti, con una pressione residua di 0,40 MPa;
- un sistema sprinkler con densità di scarica di 10 l/min/m² su un'area operativa di 260 m² per 90 minuti (livello -2);
- una lama d'acqua con densità di scarica di 37 l/min/m di separazione tra la galleria e il deposito (livello -2).

11.3.16 Impianto di Spegnimento a gas

A protezione di alcuni ambienti tecnologici comportanti particolari rischi d'incendio per la presenza di apparecchiature e/o impianti elettrici, sarà prevista l'installazione di un impianto fisso di spegnimento ad estinguente gassoso. In particolare, tale impianto sarà progettato e installato secondo la norma tecnica UNI EN 15004-2 e proteggerà i seguenti locali della palazzina uffici:


- locale quadri e locale UPS/gruppo di continuità al piano terra
- sala server e impianti al piano primo
- sala server e impianti e centro controllo PPC al piano secondo

Le bombole si scaricheranno totalmente in caso di incendio nei volumi da proteggere previa attivazione dei sistemi di allarme e/o avvisamento della scarica in corso.

11.3.17 Impianto Evacuazione fumi

Gli impianti di controllo fumi e calore avranno i seguenti requisiti:

- al livello -2, l'impianto di estrazione sarà costituito da:
 - nr. 9 ventilatori ciascuno in grado di estrarre 32400 m³/h per una portata di estrazione totale pari a 291600 m³/h nella zona "deposito 3 binari";
 - nr. 10 ventilatori ciascuno in grado di estrarre 21600 m³/h per una portata di estrazione totale pari a 216000 m³/h nella zona "deposito 2 binari";
 - nr. 3 ventilatori ciascuno in grado di estrarre 97200 m³/h per una portata di estrazione totale pari a 291600 m³/h nella zona "officina".
- al livello -1, l'impianto di estrazione per la parte di "officine" sfrutterà, grazie ad un sistema di serrande, gli estrattori del livello -2 e rispetterà i requisiti previsti dalla normativa UNI 9494-2 (SEFFC), mentre per la parte di "locali a servizio delle officine" sarà dimensionato per garantire una portata di estrazione totale non inferiore a 128000 m³/h.
- per quanto riguarda la palazzina uffici, lo smaltimento fumi e calore di emergenza sarà realizzato attraverso aperture di smaltimento dei prodotti della combustione verso l'esterno dell'edificio. Tali aperture coincideranno con quelle già presenti all'interno degli uffici stessi (finestre, porte, lucernari etc.).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

11.3.18 Impianto Hvac

Impianti Idronici

Sono previsti i seguenti impianti:

- Impianto di solo riscaldamento a radiatori (Palazzina uffici, Livelli -1 e -2 servizi igienici);
- Impianto di solo riscaldamento a aerotermi (Livelli -1 e -2 aree tecniche, manutenzione leggera, officina treni - occupazione saltuaria);
- Impianto di riscaldamento e raffrescamento a aerotermi (Livello -1 locali officine – occupazione permanente);
- Impianto di riscaldamento e raffrescamento a ventilconvettori (Palazzina uffici).


Impianti ad espansione diretta:

- Impianto del tipo a volume di refrigerante variabile VRF (Palazzina Uffici Sala Controllo e Livello -1 sale quadri)
- Armadi di condizionamento per sale server (Palazzina uffici)
- Impianto di tipo split per locali tecnici (Cabina di trasformazione)

Produzione fluidi termovettori

La produzione dei fluidi termovettori al servizio dei sistemi HVAC sarà garantita mediante l'installazione di un complesso di tre pompe di calore reversibili condensate ad aria e di una pompa di calore reversibile condensata ad acqua.

- Pompe di calore reversibili condensate ad aria: tipo super-silenziato, in produzione di 630 kW termici in funzionamento invernale (con temperatura esterna minima di -15°C) e una potenza di 650 kW frigoriferi in funzionamento estivo (in corrispondenza ad una temperatura esterna massima di 48°C). Riserva pari al 50% della potenza richiesta complessiva.
- Le pompe di calore reversibili condensate ad aria saranno equipaggiate con sistemi di recupero parziale di calore in grado di fornire, durante il funzionamento in raffreddamento, fino a 95 kW di potenza termica che sarà utilizzata per garantire il post-riscaldamento delle UTA installate.
- Parallelamente alle pompe di calore condensate ad aria, verrà installata anche una unità che, per la condensazione/evaporazione del fluido frigorigeno, utilizzerà l'energia resa disponibile dal circuito di recupero di calore geotermico installato nel deposito.
- Il sistema di recupero del calore geotermico produrrà una potenza termica/frigorifera resa disponibile sotto forma di fluido termovettore (acqua) fatta circolare al primario di uno scambiatore di calore a piastre. Al secondario del medesimo scambiatore verrà fatta circolare l'acqua necessaria alla condensazione/evaporazione della pompa di calore reversibile. La potenza complessiva sullo scambiatore di calore a piastre sarà pari a circa 300 kW.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Unità di trattamento aria

Le UTA saranno ubicate in tre differenti centrali di ventilazione:

- Centrale di ventilazione 1: al livello -1 (al di sopra della zona Officine treno), UTA n°1 (serve Liv. -2 zona Officine treno) e UTA n°4 (serve Liv. -1 aree tecniche lato nord).
- Centrale di ventilazione 2: al livello -1 (zona centrale), UTA n°2 (serve Liv. -2 zona Manutenzione leggera e area Deposito treni) e UTA n°3 (serve Liv. -1 aree tecniche officine zona centrale e zona sud).
- Centrale di ventilazione 3: al livello +3 (Palazzina uffici - copertura), UTA n°5 (serve Liv. 0, 1 e 2 aree uffici), UTA n°6 (serve Liv. 2 Sala Controllo) e UTA nr. 7 (serve Liv. 0 area refezione e cucina)

11.3.19 Impianto Idrico Sanitario

L'impianto idrico sanitario è a servizio di bagni e spogliatoi, la tubazione di adduzione acqua fredda dipartirà da un innesto alla rete acquedotto.

- La produzione di acqua calda sanitaria è prevista mediante bollitori alimentati da una pompa di calore. È prevista l'installazione di due produttori di acqua calda sanitaria, uno per la zona uffici/spogliatoi a livello -1 e uno per la palazzina uffici.
- La rete di scarico acque nere a servizio dei bagni sarà realizzata con tubazioni in PEAD che collegheranno gli apparecchi sanitari alla rete a gravità di raccolta interna.
- Per gli scarichi della zona interrata sarà presente un sistema di rilancio costituito da pompe sommerse azionate a galleggiante che provvederanno a conferire gli scarichi ad un pozzetto di calma ubicato alla quota di campagna e da qui a un pozzetto sifonato.

11.3.20 Impianti Meccanici Industriali

Aria compressa

L'impianto a servizio delle aree tecniche si distingue in impianto di produzione (centrale compressori) e in impianto di distribuzione aria compressa (rete plurimagliata);

- Centrale di produzione: tre compressori d'aria oil free (con sistema di essiccamento) della stessa portata, ciascuno della capacità di circa 1/2 del fabbisogno massimo richiesto.
- Per stabilizzare la pressione al variare della domanda di aria, è prevista l'installazione di serbatoi polmone.

11.3.21 Impianti di Aggottamento

L'impianto di aggottamento delle acque di deposito sarà costituito da tre vasche di accumulo posizionate al livello -2 al di sotto della quota del piano di rotolamento.

- Le vasche avranno capacità pari a 96 m³ con elemento dimensionante derivato dalla portata dell'impianto idrico antincendio.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Le pompe avranno la caratteristica di resistenza corrispondente alla tipologia delle acque collezionate ed ai residui in esse contenute; pertanto, avranno la caratteristica di trituratrice (per i punti bassi della vasca) e di rilancio con idonei sistemi di flusso della girante.
- Ogni vasca sarà dotata di nr. 3 pompe di rilancio.

11.3.22 Impianti di Scarico 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.

La rete di scarico può essere suddivisa in tre sotto-reti:

- Rete di scarico acque nere Palazzina uffici (a gravità)
- Rete di scarico acque nere livelli interrati (Liv. -1 e -2)
- Rete di scarico drenaggi livelli interrati (Liv. -1 e -2)

La rete interna dell'edificio provvederà a raccogliere, oltre alle acque dei servizi, anche le condense prodotte durante il funzionamento estivo dai ventilconvettori, dalle unità interne dei sistemi ad espansione diretta e dagli armadi condizionatori.

La rete di scarico a gravità sarà realizzata con tubazioni in polietilene ad alta densità.

La rete di scarico delle acque nere derivanti dalle pompe di rilancio sarà realizzata con tubazioni in polietilene ad alta densità PN 16.

All'interno della vasca acque nere saranno presenti: n° 2 pompe (P1 e P2) per il rilancio.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

12. SISTEMAZIONI SUPERFICIALI

All'interno della progettazione della Linea 2 della Metropolitana di Torino ricoprono un importante ruolo le sistemazioni superficiali finali. Ciò in quanto buona parte delle opere (a meno dello scavo della galleria in TBM) presentano ricoprimento nello stato di progetto inferiore ai 2 metri dal piano campagna all'estradosso struttura. Per i manufatti si prevedono operazioni a cielo aperto, per le quali occorrerà effettuare la demolizione dell'esistente e la sua successiva ricostruzione. Nello specifico le opere in questione sono:

- stazioni metropolitane;
- pozzi di intertratta;
- manufatti particolari puntuali (p.e. manufatti di bivio);
- gallerie artificiali (p.e. la galleria artificiale da stazione Bologna a stazione Rebaudengo).

Mentre l'inserimento dei pozzi d'intertratta è per lo più mascherato nel tessuto urbano, in quanto trattasi di semplici manufatti funzionali all'esercizio della linea, le stazioni metropolitane si pongono in punti strategici della vita quotidiana della città, allo scopo di raccogliere e fare confluire la maggior quantità di utenza possibile, nell'ottica della massimizzazione dell'utilizzazione dell'infrastruttura.

Per questo motivo, in accordo con quanto riportato nell'elaborato "Carta dell'Architettura", si è analizzato il contesto urbano di inserimento delle diverse stazioni, secondo i seguenti criteri:

- identità dei contesti urbani;
- individuazione della linea metropolitana nello spazio urbano esistente;
- possibilità di creazione di spazi per la promozione dell'infrastruttura;
- intermobilità con altri mezzi di trasporto pubblico.

L'analisi effettuata porta alla suddivisione delle sistemazioni superficiali future delle stazioni metropolitane in quattro differenti tipologie:

- **Tipologia A**, presente nel centro storico della città;
- **Tipologia B**, nelle zone urbane ad elevata densità demografica;
- **Tipologia C**, prevalente nella periferia cittadina;
- **Sistemazione della zona ex-trincea ferroviaria**, analizzata nello specifico per la particolarità dell'area.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati specialistici relativi.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

12.1 Sistemazione superficiale dell'ex trincea ferroviaria

La realizzazione della Linea 2 – Tratta Politecnico – Rebaudengo rappresenta un'opportunità per il miglioramento della biodiversità.

In particolare, nell'ambito della progettazione delle sistemazioni superficiali è stata data grande valenza alla possibilità di incrementare la biodiversità nelle aree in cui gli interventi prevedono numerose messe a dimora (come Stazione Rebaudengo ed ex trincea ferroviaria).

La "cerniera ecologica del trincerone", sede di una sostanziale trasformazione urbanistica rappresenta a tutti gli effetti un'infrastruttura del verde urbano multifunzionale in cui sono previsti aree più naturalistiche, aree di fruizione, ciclabilità, ecc..

Tale infrastruttura verde rappresenta idealmente la giunzione ecologica tra le grandi aree verdi del nord di Torino, come un corridoio ecologico che taglia la città da ovest ad est.


Il nuovo intervento del trincerone, infatti, si configurerà come una spina verde che unirà il Parco Sempione ad ovest, con le sue attrezzature sportive a servizio del quartiere di Borgo Vittoria, al parco Colletta, il parco della Confluenza e il parco dell'Arrivore ad est.

I confini ideali di questa nuova configurazione verde sono il viale della spina, nuova porta di accesso in città, e le sponde del fiume Po e del fiume Stura, con i loro ecosistemi ripariali e le grandi aree verde consolidate.

Nel suo tracciato est-ovest, l'intervento conetterà e metterà a sistema diverse aree verdi esistenti, ora di dimensioni ridotte e spesso trascurate, creando una nuova dimensione verde a scala cittadina: il giardino di via Mamiani, l'area verde - ora impiegata come isola di traffico di Piazzale Croce Rossa, le zone di città giardino del borgo Manifattura, l'area verde di Largo Sempione, in fronte all'ospedale San Giovanni Bosco. Allo stesso modo, porterà nuove aree verdi fruibili dalla popolazione e dai residenti in alcune zone della città caratterizzate da un tessuto edificato denso e dalla mancanza di spazi verdi e di aggregazione.

L'infrastruttura verde si declinerà nei vari ambiti mantenendo come presenza fissa dei filari alberati, così da portare ombra e spazi coperti, per mitigare anche l'effetto dell'isola di calore, All'interno dell'intervento verranno invece adottate soluzioni verdi con essenze ed arbusti a bassa altezza, create in accordo al disegno del suolo. Verranno anche inserite essenze spontanee e selvatiche, così da ristabilire una naturalità ed un incremento della biodiversità.

Alla luce di quanto detto in precedenza la ZPS IT1110070 (Meisino – confluenza Po - Stura) risulterebbe più connessa alle altre aree verdi sopra indicate e di conseguenza favorita dall'intervento di deframmentazione. Le n. 3 stazioni superficiali (SGC-SSG-SCO) previste lungo l'ex trincea ferroviaria sono state localizzate in corrispondenza degli incroci con principali arterie stradali presenti in modo da non costituire ulteriori punti di discontinuità rispetto alla viabilità presente.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Di seguito si descrive l'intervento di sistemazione superficiale sull'ex trincea ferroviaria (trincerone) rimandando per i dettagli agli elaborati di riferimento (MTL2T1A0DURBGENK007, MTL2T1A0DURBGENK008, MTL2T1A0DURBGA0R001, MTL2T1A0DURBGA0T002.1÷MTL2T1A0DURBGA0T002.5).

Il progetto della sistemazione superficiale dell'ex trincea ferroviaria (c.d. "trincerone") definisce n.5 tratte (TR1- TR2 – TR3- TR4- TR5) che vanno da via Cigna fino a via Monteverdi, estendendosi con la tratta TR5 oltre le aree interessate dal progetto. E' prevista una sistemazione a verde costituita da prati sia fioriti che misti per una superficie totale pari a circa 23.560 m², la messa a dimora di n. 367 alberi di prima grandezza, n. 260 alberi di seconda e terza grandezza e n. 73 alberi da frutto per un totale di n. 700 esemplari (Tabella 18).

Gli alberi di prima grandezza saranno disposti in filari paralleli e saranno integrati con vegetazione arbustiva in modo da incrementare la capacità ecosistemica dell'area. Inoltre, è previsto l'inserimento di bacini di bioritenzione c.d. "rain garden" per una superficie complessiva pari a 378 m². La peculiarità di tali strutture inserite nell'ambito del progetto di sistemazione superficiale è quello di migliorare anche le capacità di deflusso superficiale dell'area interessata.

Le specie e le varietà proposte (Figura 107) sono state selezionate in base al contesto urbano in cui l'opera si inserisce, tenendo in considerazione diversi parametri:

- ornamentali, fogliame, fioritura, portamento e tessitura
- prestazionali, assorbimento inquinanti, cattura polveri sottili, stoccaggio di CO₂, contrasto all'isola di calore e altri valori ecosistemici
- capacità attrattiva per la socialità e la fruizione
- resistenza ad avversità biotiche ed abiotiche
- facilità manutentiva
- basso potere allergenico

L'area verde viene affiancata da piste ciclabili ed intervallata da aree fitness, campi da gioco, ecc.. L'intervento di riqualificazione si configura come un incremento di biodiversità e naturalità il cui effetto è indubbiamente positivo ed il ripristino e la sistemazione a parco dell'area esterna al progetto (Figura 112) è una compensazione ambientale.



Figura 107. Specie proposte

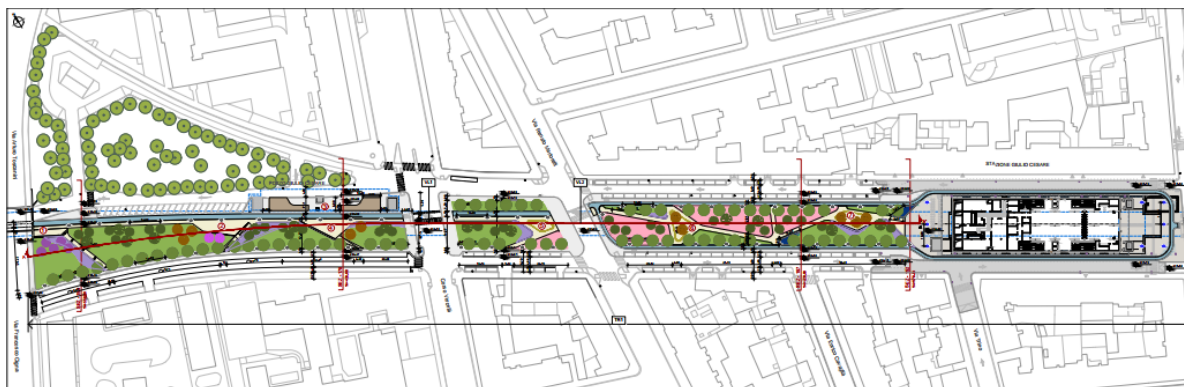


Figura 108. Planimetria TR1 tra Via Cigna e Stazione Giulio Cesare



Figura 109. Planimetria TR2 tra Stazione Giulio Cesare e San Giovanni Bosco

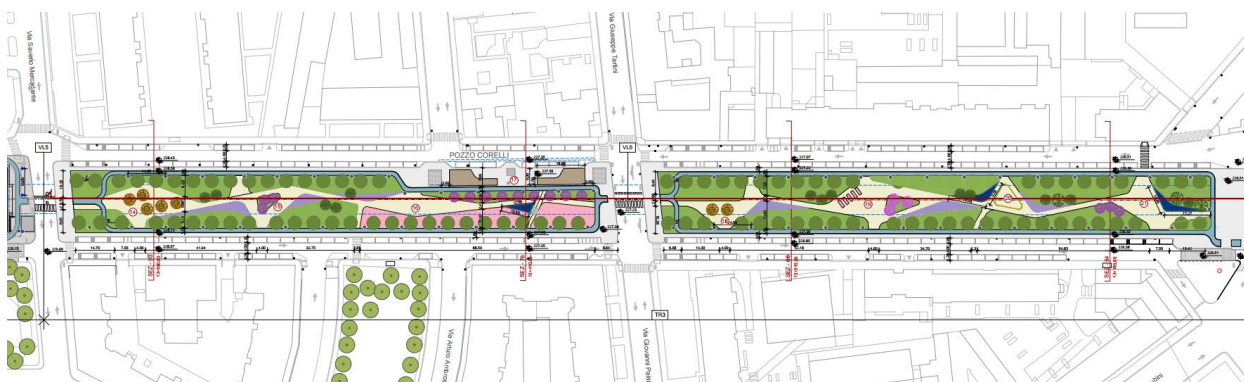


Figura 110. Planimetria TR3 tra Stazione San Giovanni Bosco e Stazione Corelli



Figura 111. Planimetria TR4 tra Stazione Corelli e Pozzo Cimarosa

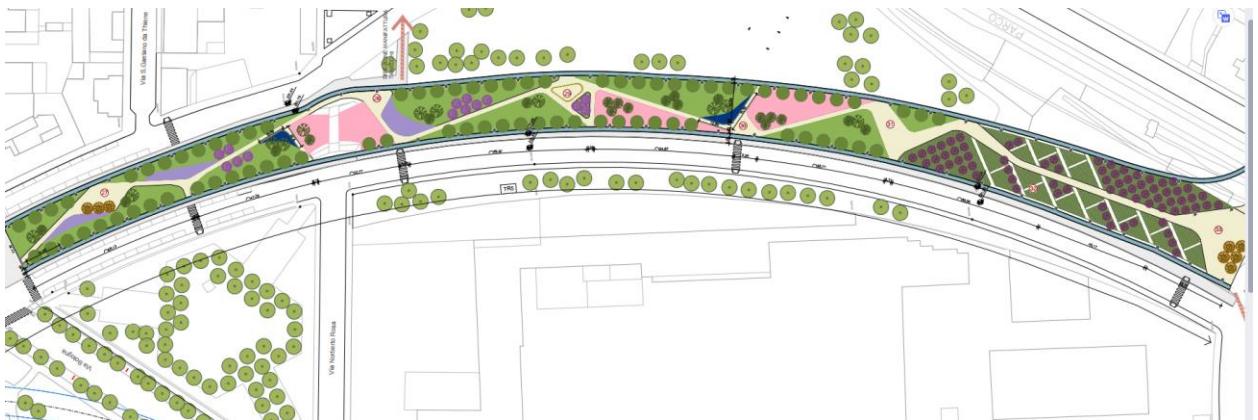


Figura 112. Planimetria TR5 tra via Bologna e via Monteverdi



Tabella 18. Numero di alberi previsti da sistemazione a verde dell'ex trincea ferroviaria suddivise per grandezza e sub tratta di riferimento

Sub-tratte	Alberi di 1° grandezza	Alberi di 2°- 3° grandezza	Alberi da frutto	TOTALI
TR1	67	60	-	127
TR2	35	52	-	87
TR3	95	41	-	136
TR4	92	54	-	146
TR5	78	53	73	204
Totali	367	260	73	700

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

13. INTERFACCIA OPERE CIVILI-SISTEMA

Lo scopo di una metropolitana moderna è di trasportare il maggior numero possibile di passeggeri, alla massima velocità commerciale e in condizioni di sicurezza e regolarità dell'esercizio; si consegue tramite gli impianti ferroviari (o di "Sistema") sono costituiti da un insieme di "sottosistemi" quali il Materiale Rotabile, l'armamento, l'elettrificazione e il sistema di regolazione del traffico a sua volta composto dal segnalamento, il distanziamento dei treni e l'automazione integrale.

L'elevato grado di utilizzazione degli impianti, la ripetitività delle operazioni, i distanziamenti minimi tra i treni, i perturbamenti accidentali della circolazione e la rapidità richiesta negli interventi di regolazione del traffico rendono indispensabili, per le metropolitane, alti livelli di automazione, in modo da sfruttare la potenzialità massima delle linee stesse ed assicurare un corretto svolgimento dell'esercizio, che è gestito in maniera unitaria dal Posto Centrale (PCC/OCC). Esso fornisce le informazioni sulla posizione dei treni attraverso sistemi per il riconoscimento automatico degli stessi. Il rispetto dell'orario e la conseguente regolarità dell'esercizio, funzione svolta attraverso la formazione degli itinerari, sono fattori molto importanti che dovranno essere impostati con la massima cura.

Il progetto del sistema e la definizione delle sue interfacce nei confronti delle Opere Civili non fa nessun riferimento specifico o "proprietario", ma ne definisce il livello di prestazione necessario alle successive fasi progettuali e il perimetro delle interfacce geometriche e tecnologiche del progetto delle opere civili.

Numerosi sistemi di metropolitana automatica sono operativi da anni con successo, incluso quello della linea 1, il VAL 208. Rispetto ad esso la scelta tecnica dell'Amministrazione è stata quella di lasciare aperta la scelta del Sistema per la linea 2.

Di conseguenza, il progetto è stato redatto tenendo in conto la necessità di un "involuppo" progettuale delle soluzioni tecnologiche e del materiale rotabile.


Il documento descrive le caratteristiche del Sistema "ottimale", non proprietario, ma avente per ogni sottofunzione, il miglior compromesso tra specifiche e costi realizzativi, utilizzando le migliori tecnologie disponibili al momento della realizzazione dell'opera che avverrà non prima del prossimo quinquennio. Alcuni punti fermi sono mandatori ossia che il Sistema sarà di tipo "Driverless", ad automazione integrale e dotato dei più recenti sistemi di sicurezza.

13.1 Descrizione generale Opere di Sistema

13.1.1 Caratteristiche Primarie

Le caratteristiche primarie della linea 2 sono:

- o Sistema a guida automatica con veicolo di tipo bidirezionale, dotato di intercomunicante, ad alimentazione elettrica ed automazione integrale senza macchinista a bordo;
- o Modalità di funzionamento: UTO
- o Driverless con livello di automazione GoA4

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- o Sistema su ferro o gomma
- o Sistema di segnalamento su comunicazione CBTC
- o Capacità di trasporto della linea di circa 16.000 PPHPD a regime;
- o Cadenzamento minimo in servizio di circa 90/180 secondi;
- o Cadenzamento minimo in servizio di circa 180 secondi in caso di attivazione parziale della linea;
- o Tempo di sosta medio previsto per ciascuna stazione pari a 20 s
- o Capacità di trasporto passeggeri per singolo treno (max 400 in AW2 per la totalità delle casse componenti il singolo convoglio);
- o Sistema di controllo SCADA (separato dal controllo MEP: Scada IGNS)
- o Alimentazione elettrica treno: 750/1500 Vcc;
- o Alimentazione da terza rotaia, guida centrale, catenaria etc;
- o Rete di alimentazione in media tensione a 22kV;
- o Lunghezza banchina pari a 60 m;
- o Porte automatiche di banchina costituite da pannelli fissi e scorrevoli a protezione dei passeggeri, sono previste barriere della lunghezza di 60 m, con numero di porte di accesso per singola via dipendenti dal nr. di porte del treno selezionato (2-3 per carrozza indicativamente), oltre alle uscite di sicurezza e 2 porte di fine piattaforma per ciascuna via;
- o Varchi ed emettitrici (una o due linee a seconda della tipologia di stazione)

13.1.2 .Caratteristiche Generali dell'infrastruttura


Su questa base sono stati effettuate le analisi e definiti i requisiti dimensionali/funzionali di:

- o Deposito: stima capacità di stazionamento (flotta pari a 14 treni comprese le riserve)
- o Deposito locali tecnici e officine di manutenzione (ordinaria)
- o Posto Centrale di controllo presso il Deposito (presso Palazzina esterna uffici)
- o Galleria di Linea (Naturale, C&C, TBM);
- o Pozzi di ventilazione/manufatti e locali tecnici (14 pozzi)
- o Stazioni: aree aperte al pubblico e vie di fuga (7 tipologie base)
- o Stazioni: impianti di sollevamento ascensori e scale mobili
- o Stazioni: locali tecnici e vani di ventilazione
- o Armamento su ferro: rotaie con traverse a due blocchi, calcestruzzo di ricarica, terza rotaia o pantografo per alimentazione elettrica
- o Armamento su gomma: costituita da due piste di rotolamento, da due rotaie di guida laterali e alimentazione elettrica, calcestruzzo di ricarica.

13.1.3 Caratteristiche Generali del Materiale Rotabile

In merito al Materiale rotabile di seguito i principali requisiti tecnici e funzionali:

- o Scartamento 1.435 mm
- o Larghezza cassa: variabile fino 2700 mm (salvo proposte compatibili con l'infrastruttura)
- o Velocità massima fino a 80 km/h;
- o Interfacciamento con il sistema:
- o Circolabilità del treno con pendenze fino al 4%;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- o Impianti di telecomunicazione di sistema;
- o Guida manuale (MD);
- o Comfort di marcia ed acustico;
- o Riscaldamento, ventilazione, climatizzazione (eventuali misure anti-pandemia);
- o Qualità dell'aria all'interno del veicolo e interazione con il volume della galleria;
- o Illuminazione LED;
- o Sistemi informativi di bordo.
- o Caratteristiche di resistenza al fuoco dei componenti e parti principali della vettura, ai sensi della EN 45545.
- o Possibilità di trasporto biciclette a seguito e relativi sistemi di blocco

Sono state inoltre definite:

- o Sicurezza
- o Correnti vaganti.
- o Compatibilità elettromagnetica.
- o Dimensionamento Casse.
- o Dimensionamento Carrelli.
- o Tipologia Impianto pneumatico.
- o Tipologia Impianto di frenatura.
- o Apparecchiature diagnostiche.
- o Attività di Manutenzione

Prestazioni da definire con il materiale rotabile selezionato:

- o In regime normale;
- o In regime degradato.

Requisiti RAMS (Allegato 1):

Valore minimo atteso per il rotabile 99.7-99.8

- o Affidabilità;
- o Disponibilità;
- o Manutenibilità;
- o Sicurezza.

13.1.4 Capacità di trasporto

Il numero dei passeggeri stabilito come valore di riferimento progettuale della linea completa nell'ambito del PFTE è considerato pari a 16000 PPHPD. Ipotizzando un intervallo caratteristico di esercizio della linea pari a 90 s, la conseguente capacità del rotabile risulta necessariamente di circa 400 passeggeri, considerando un massimo di 4 pass/m2.

Il dimensionamento del sistema dal punto di vista del carosello completo dei treni nella tratta in progettazione Politecnico / Rebaudengo e ritorno, è stato calcolato in modo rigoroso utilizzando modelli più aggiornati rispetto allo studio fatto nel PFTE e si sono presi a riferimento i precedenti studi trasportistici specializzandoli sulla tratta in esame. Il carico massimo riscontrato sulla linea, dimensionante per la progettazione definitiva della tratta in oggetto, è di circa 3850 PPHPD

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

nell'ora di punta del mattino. Nei prossimi paragrafi vengono illustrate alcune tabelle e grafici che mettono in evidenza i dati di capacità oraria in funzione dei parametri dinamici più importanti e dei tempi di esercizio del rotabile, utili ai fini di un opportuno pre-dimensionamento del sistema.

I calcoli preliminari di capacità e di frequenza sono anche funzione dei parametri di marcia e di sosta dei treni e anche dei tempi delle 2 inversioni ai tronchini.

13.1.5 Tracciato

Le caratteristiche del tracciato nonché le scelte progettuali sulla geometria dello stesso sono descritte nel Capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** al quale si rimanda per maggiori dettagli.

Nel complesso, **il tracciato è stato progettato, in conformità con le esigenze del Committente, in modo tale da essere compatibile con le varie tipologie di rotabili attualmente in commercio.**

Dal punto di vista planimetrico, si è cercato di utilizzare raggi di curvatura non inferiori a 250 m per le seguenti ragioni:

- possibilità di utilizzare senza inconvenienti macchine TBM per la realizzazione delle gallerie di linea a foro cieco;
- opportunità di limitare al massimo, in caso di adozione di un sistema su ferro, il consumo delle rotaie ed in particolare la loro usura ondulatoria, che si manifesta con significativa rilevanza e frequenza su rotaie impiegate in curve di raggio inferiore a tale valore;
- opportunità di mantenere anche in curva la massima velocità del rotabile, assunta pari ad 80 km/h, mantenendo nei limiti raccomandati i valori dei parametri di comfort quali l'accelerazione non compensata, il contraccolpo e lo sghembo.

In alcuni tratti di tracciato, per soddisfare le esigenze di inserimento urbanistico dell'infrastruttura metropolitana, è stato necessario ridurre il raggio di curvatura fino a 200m e conseguentemente la velocità di progetto è stata assunta pari a 60km/h; in questi tratti, il tracciato si sviluppa in galleria artificiale realizzata con il metodo cut&cover o in galleria naturale a foro cieco, scavata con metodi tradizionali nel tratto intercluso tra la fine della galleria artificiale (Pozzo PT2) e la stazione Rebaudengo.

Si sono adottati raccordi planimetrici rettilo-curva di tipo clotoideale, calibrandone la lunghezza in modo da soddisfare tanto il massimo sghembo di 60 mm/s quanto il massimo contraccolpo di 0.40 m/s³ passando dal sovrizzo nullo in rettilo al sovrizzo di progetto in curva. Tale sovrizzo massimo è stato calibrato in modo da permettere, oltre che di mantenere l'accelerazione non compensata al di sotto del valore limite di 1.0 m/s², di minimizzare la lunghezza della clotoide di raccordo. Il valore del sovrizzo raggiunge così il valore massimo di 150 mm solo per curve di raggio inferiore o uguale a 250 m, garantendo una velocità di progetto tra 75 e 80 km/h su curve di raggio tra 225 e 250 m.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Per quanto riguarda le pendenze altimetriche adottate, si ritiene utile far presente che la normativa UNIFER relativa ai sistemi di metropolitana su ferro, prevede una pendenza massima del 3.5 % che, in caso di necessità, è possibile superare fino ad un massimo del 4.0 %. Per i sistemi automatici su gomma, invece, si prevedono normalmente pendenze che non superino il limite del 6 % anche se, teoricamente, può essere accettata una pendenza massima pari al 7 % ed oltre. Si considera il limite del 6 % perché, in caso di emergenza, un treno guasto e fermo in linea deve poter essere spinto dal successivo fino alla stazione seguente. Infatti, per essere in grado di spingere il treno guasto, ovvero trainare un peso pari al doppio del normale in esercizio, il treno di soccorso ha di norma necessità che le pendenze non superino il valore di circa il 6 %.

Si è dunque ritenuto opportuno, finché non sarà stata definita la scelta di sistema e del tipo di materiale rotabile su ferro o su gomma, adottare cautelativamente la pendenza massima prevista per il sistema su ferro pari al 4 %.

I raccordi altimetrici adottati sono di tipo circolare, con raggio minimo 2000 m in entrata e uscita dalle stazioni e raggio di almeno 3000 m in linea.

13.1.6 Esercizio

Per determinare le prestazioni, le caratteristiche ed i costi di esercizio della linea devono essere considerati i seguenti elementi:

- tempo di corsa (tempo impiegato dal treno per andare da un capolinea ad un altro);
- frequenza della linea (intervallo tra due treni);
- flotta (numero totale di treni richiesti per l'esercizio).

Dai dati emersi dagli studi di traffico, e confermate tutte le ipotesi di dimensionamento del servizio formulate e descritte nel documento 01_MTL2T1A0DTRAGENR001-0-0, al fine di garantire un servizio adeguato sulla tratta, si è stimata una flotta pari a 12 treni per la tratta Rebaudengo – Politecnico.

Tale numero di rotabili risulta compatibile con:

- frequenze minime idonee a soddisfare la domanda e a fornire un servizio adeguato alle necessità dell'utenza;
- la disponibilità di stalli di parcheggio nelle aree di deposito lungo la tratta (Deposito Rebaudengo, terzo binario nel Retrostazione Bologna e Retrostazione Politecnico);
- la possibilità di effettuare gli interventi di manutenzione periodica fino a quelli definiti di CICLO LUNGO - REVISIONE INTERMEDIA (previsti al raggiungimento di 600.000 km percorsi, *cf. MTO2PFDPFUNDEPR001-00-B del PFTE*) presso l'Officina Rebaudengo.

L'assenza di stalli di parcheggio notturno in linea permette:

- l'ottimale gestione della manutenzione notturna in linea;
- la possibilità dell'utilizzo notturno della linea quale pista di prova.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

13.1.7 Tipologie di armamento

Come già specificato, non essendo definito il sistema che sarà adottato per la linea 2 della metropolitana automatica di Torino, il materiale rotabile potrà essere o su gomma o su ferro.

Ne consegue che sono state prese in considerazione le differenti tipologie di armamento utilizzabili nei due casi.

13.1.7.1 Sistema su Gomma

Via di Corsa in Galleria Naturale

Gli elementi che costituiscono la via di corsa compresi gli elementi di attrezzaggio della via sono:

- due piste di rotolamento in acciaio posate su piastre in ghisa nel caso di "via ancorata" (utilizzata nell'attraversamento delle stazioni), su traversine e blocchetti di calcestruzzo nel caso di "via montata su traverse" (utilizzata lungo le gallerie di linea);
- due barre di guida laterali che servono anche da alimentazione elettrica;
- i deviatori;
- le rotaie di guida centrali in corrispondenza delle stazioni;
- i passaggi cavi e le polifore;
- il calcestruzzo di "ammorsamento";
- il calcestruzzo di "ricarica";
- il sistema di drenaggio;
- le banchine laterali di emergenza.

Il "calcestruzzo di via", su cui poggia l'intero armamento, è costituito da una pista longitudinale di cemento armato di 25 cm di spessore, che consente il fissaggio degli elementi costituenti la via (piste di rotolamento, piastre in ghisa, barre di guida laterali) per ancoraggio diretto. Le piste sono appoggiate su uno strato un calcestruzzo magro o di misto cementato.


La sezione prevede inoltre l'alloggiamento tra le vie di corsa di canalette per la raccolta delle acque e di polifore porta cavi necessarie per l'alimentazione delle guide di "trazione".

Piattaforma a raso Deposito-Officina

La piattaforma a raso andrà adottata per i binari interni al deposito.

Il "calcestruzzo di via", su cui poggia l'intero armamento, è costituito da una pista longitudinale di cemento armato di 25 cm di spessore, che consente il fissaggio degli elementi costituenti la via (piste di rotolamento, piastre in ghisa, barre di guida laterali) per ancoraggio diretto. Le piste sono appoggiate su uno strato un calcestruzzo magro o di misto cementato.

La sezione prevede inoltre l'alloggiamento tra le vie di corsa di canalette per la raccolta delle acque e di polifore porta cavi necessarie per l'alimentazione delle guide di "trazione".

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Via di Corsa in Galleria Artificiale

Nel caso di trincea, gli elementi costituenti la via sono collocati su un getto di calcestruzzo armato di spessore variabile.

Lateralmente la sede su cui circolano i treni è delimitata da due percorsi pedonali realizzati in calcestruzzo all'interno dei quali vengono annegate le polifore necessarie per l'alloggiamento della parte impiantistica.

La larghezza delle passerelle laterali sarà tale da garantire sempre un'area libera di 60 cm di larghezza, e il piano di circolazione dei pedoni sarà orizzontale e situato a circa 60÷70 cm al di sopra del piano di rotolamento.

Il drenaggio delle acque di piattaforma avviene attraverso due canalette realizzate in opera che seguono longitudinalmente lo sviluppo del binario, che vengono interrotte ogni 30 m da una tubazione di raccolta che trasferisce l'acqua nel collettore centrale collocato in asse alla galleria annegato nel calcestruzzo di ricarica.

In curva l'adeguamento del profilo della via alla eventuale sopraelevazione potrà richiedere un adeguato incremento nella quota del calcestruzzo di ricarica che normalmente ha un andamento orizzontale.

Piste di Rotolamento

I convogli rotolano su due piste metalliche di 250 mm di larghezza, poste con interasse di 1620 mm.

Queste piste di rotolamento sono costituite da profili in acciaio, a forma di "I", le cui caratteristiche sono:

- larghezza 250 mm
- altezza 120 mm
- spessore anima 12 mm

Nei tratti in sotterraneo, i profilati che costituiscono le piste di rotolamento vengono uniti testa a testa con saldatura alluminotermica; nei tratti all'aperto, al fine di assorbire i movimenti di dilatazione e minimizzare gli sforzi dovuti agli effetti termici, i profili sono uniti per "steccatura".

Nella via "ancorata" gli appoggi delle piste di rotolamento sono realizzati mediante piastre in ghisa che vengono introdotte tra la superficie del calcestruzzo di via e le piste stesse, e consentono di sopraelevarle rispetto al calcestruzzo, mentre nella via su traversine, gli appoggi delle piste di rotolamento sono assicurati da traversine e blocchetti di calcestruzzo armato; le prime hanno lunghezza pari a 2700 mm, larghezza pari a 400 mm e altezza pari a 230 mm.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

13.1.7.2 Sistema su Ferro

Armamento con traverse bi-blocco

La via di corsa

Per questo sistema di armamento gli elementi che costituiscono la via di corsa sono:

- rotaie;
- traverse a due blocchi;
- organi di attacco elastici;
- deviatori;
- passaggi cavi e polifore;
- calcestruzzo di "chiusura";
- calcestruzzo di "ricarica";
- rete elettrosaldata;
- drenaggi;
- banchine laterali di emergenza.

Binario di linea

L'armamento è caratterizzato da una rotaia da 50-60 Kg/m fissata tramite organi di attacco elastici a una traversa bi-blocco in cemento armato.

Detta traversa è annegata in un getto di calcestruzzo previa interposizione sotto i blocchetti di una piastra di materiale microcellulare inglobata a sua volta in una cuffia di gomma che foderà la parte inferiore del blocchetto.


Le traverse saranno disposte ad un passo di 60 cm e, con il sistema di alimentazione della terza rotaia, ogni 5,0-5,5 metri sarà adottata una traversa speciale con uno dei due blocchetti più lungo, recante la predisposizione per ricevere il fissaggio della rotaia suddetta.

Per quanto riguarda gli scambi la loro parte metallica è ancorata tramite organi di attacco elastici a traversoni di appoggio in c.a.p. a loro volta annegati in un getto di calcestruzzo previa interposizione sotto gli stessi traversoni di piastre di materiale microcellulare appoggiate a loro volta su soles in gomma.

Trincea

Le traverse sono annegate in uno strato di calcestruzzo detto di "ammorsamento" dello spessore di 25 cm, appoggiato sul calcestruzzo di riempimento e delimitato lateralmente da due polifore portacavi che fungono da percorso pedonale laterale.

Centralmente è collocata una canaletta portacavi in cui trovano alloggio gli impianti di alimentazione della terza rotaia.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Lo smaltimento delle acque di piattaforma viene assicurato attraverso due tubi da 150 mm di diametro che corrono parallelamente ai due binari e che vengono interrotti ogni 30 m da un pozzetto 30x50 cm.

Galleria a sezione circolare

L'intero pacchetto dell'armamento, costituito da "calcestruzzo di ammorsamento", traversine biblocco e rotaie, è appoggiato su uno strato variabile di calcestruzzo magro detto di riempimento.

Il drenaggio avviene attraverso un tubo centrale annegato nello strato più basso di calcestruzzo, interrotto ogni 30 m da un pozzetto di ispezione all'interno del quale convogliano le acque due tubazioni laterali da 100 mm di diametro.

Una polifora laterale permette l'alloggiamento dei cavi di sistema e svolge funzione di camminamento di sicurezza.

Scambi di linea

In generale, gli scambi di linea sono realizzati con rotaie da 50-60 Kg/m che vengono posate inclinate a 1/20 su tutta la lunghezza dello scambio ed ancorate a traversoni in c.a.p.

13.1.7.3 Armamento antivibrante

Il documento "Studio vibrazionale" (cod. MTL2T1A0DAMBGENR006), a cui si rimanda per i dettagli, riporta lo studio previsionale dell'impatto sia da vibrazioni sia da rumore indotto per via strutturale determinato dal passaggio dei treni su sistema su ferro.


La scelta di tale tipologia di armamento prevede l'applicazione di interventi mitigativi su determinate tratte definite dallo studio previsionale.

Le risultanze dello studio previsionale basate su uno spettro "tipo" ricavato dalla letteratura tecnica come riferimento per le vibrazioni emesse dai convogli giacché allo stato attuale non è stato ancora definito il materiale rotabile di possibile impiego, hanno evidenziato elementi di criticità acustica lungo alcuni tratti di linea e la possibilità di potenziale presenza di disturbo vibrotattile in aree più limitate. È pertanto opportuno valutare e fornire indicazioni prestazionali per l'adozione di armamenti ferroviari antivibranti finalizzati alla eliminazione degli elementi di criticità riscontrati.

L'armamento massivo utilizza componenti tradizionali impiegati negli armamenti senza ballast installati su vasche flottanti in cemento armato ordinario preconfezionate in stabilimento, sostenute da elementi elastomerici discreti impiegati "a secco".

13.1.7.4 Bici

Per quanto concerne la progettazione funzionale il tema è stato sviluppato, tra le altre, nella sezione 7 e in particolare nella Relazione 01_MTL2T1A0DFUNS00R001-0-0.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Le stazioni sono state predisposte per l'accesso delle bici e per lo spostamento tra i vari livelli per mezzo degli ascensori. Dovranno essere selezionate a cura del Sistemista e del futuro gestore delle aree di stazionamento in stazione delle bici in attesa dell'arrivo del treno, idonea segnalazione dovrà rendere noto ai passeggeri la disponibilità di stalli nelle vetture ove saranno previsti.

Le vetture dovranno essere adattate al fine da consentire il caricamento di un determinato numero di bici a bordo unitamente al relativo passeggero. Dovrà essere definita un'area all'interno delle carrozze adibite al trasporto delle bici da configurare con sistemi opportuni a contenere bloccare i mezzi. Il sistema di blocco delle bici dovrà generare ad un segnale da trasmettere al Posto di Controllo al fine di rendere noto ai passeggeri in attesa in stazione la eventuale disponibilità di stalli all'interno del treno in arrivo.

Per quanto concerne la disciplina della gestione dell'accesso si rimanda alla fase di redazione del Regolamento di Esercizio da predisporre a cura del fornitore del Sistema e al Gestore Operativo della Linea. Tale regolamento dovrà essere inoltre sottoposto all'approvazione degli organi competenti ministeriali e discusso dal Comando Provinciale dei VVF nell'ambito dell'esame progetto per quanto concerne le strategie antincendio e di evacuazione dei passeggeri.

13.2 Segnalamento e automazione

La modalità di funzionamento normale sarà "Unattended Train Operation" - UTO (Treno senza conducente) che l'UITP ha normalizzato sotto la denominazione Grade of Automation level 4 (GoA4), corrispondente a un sistema che può essere utilizzato senza alcun operatore a bordo dei treni e gestisce:

- La circolazione dei treni (movimento e arresto);
- L'apertura e chiusura delle porte (del rotabile e di banchina);
- Funzionamento in modalità degradata.

Lo schema logico del sistema deve essere costituito dai seguenti principali sottosistemi:

- **Interlocking:** costituito da apparecchiature centrali e periferiche: ha il compito di effettuare in modo sicuro i comandi ed i controlli degli enti di linea (boe, casse di manovra, segnali, porte di banchina, ecc.).
- **ATC (Automatic Train control):** controllo Automatico Treni basato sulla comunicazione (CBTC) si articola, classicamente, in tre sottosistemi, che si riferiscono rispettivamente alla protezione automatica dei treni (ATP), alla guida automatica (ATO) ed alla supervisione (ATS) (vedi allegato 1.4).
- **ATP (Automatic Train Protection):** l'ATP (Protezione Automatica Treni) garantisce la protezione anticollisione e anti-eccesso di velocità e garantisce la sicurezza della circolazione dei treni; le sue funzioni sono decentrate e sono garantite da equipaggiamenti specifici localizzati a bordo dei veicoli ed a terra.
- **ATO (Automatic Train Operation):** la funzione ATO (Funzionamento Automatico Treni) sostituisce completamente il conducente e provvede, sotto la supervisione dell'ATP, alla:
 - condotta dei rotabili (trazione/frenatura);
 - apertura/chiusura delle porte del veicolo;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- apertura/chiusura delle porte di banchina;
- **ATS (Automatic Train Supervision):** la funzione ATS (Supervisione Automatica dei Treni) permette agli operatori di controllare il funzionamento dei rotabili al fine di soddisfare i requisiti prestazionali di esercizio. Essa permette agli operatori, attraverso gli equipaggiamenti centralizzati del Posto di Controllo e Comando (PCC) di agire sul modo di funzionamento dell'insieme del sistema, programmando gli orari di partenza dei treni e regolando la circolazione.
- Il Sistema di segnalamento ATC (Automatic Train Control) a blocco mobile è basato su comunicazione continua e bidirezionale radio-terra-treno (CBTC - Communication Based Train Control) e si suddivide in ATC di terra e di bordo.
- I dati relativi al treno sono trasmessi e gestiti attraverso una rete di comunicazione dedicata per la trasmissione dei dati dall'ATC centrale fino alle SRB della rete Radio.
- La comunicazione avviene anche attraverso una Rete Radio dedicata la cui struttura cellulare ha una architettura composta da opportune Stazioni Radio Base disposte all'interno della galleria.
- La posizione di ogni treno viene trasmessa via radio agli apparati ATC di terra che elaborano i dati ricevuti da tutti i treni. I treni quindi si localizzano via radio calcolando la propria posizione in linea in funzione della captazione di boe ATC collocate a terra.
- La posizione di ogni treno viene trasmessa via radio agli apparati e alle logiche in sicurezza del Posto Centrale. Gli apparati ATC di terra elaborano i dati ricevuti da tutti i treni e, in funzione di quanto elaborato dagli apparati di Interlocking, ritrasmettono a ciascun treno il corrispondente punto obiettivo utilizzato per il calcolo della curva di frenatura in sicurezza.


Le funzioni ATC dipendono dalle capacità funzionali dei seguenti sottosistemi che sono gestiti come interfacce 'chiave' da parte del sistema ATC:

- apparecchiature di terra (casce di manovra, pulsanti di allarme, boe, ecc.);
- materiale rotabile;
- apparecchiature di stazione (es. TVCC, rilevazione incendio, Informazione al Pubblico, etc.);
- porte di banchina;
- alimentazione elettrica.

I principi alla base del segnalamento, dai quali direttamente deriva la sua architettura, sono quelli di "autorizzazione al movimento" e del "blocco mobile".

Le attività dovranno essere organizzate applicando i seguenti principi di base:

- linea e stazioni, dovranno essere gestite con un unico Apparato Centrale;
- il deposito sarà gestito con un Apparato Dedicato;
- l'intera linea e la zona a gestione automatica del deposito dovranno essere gestite con un unico ATC centrale;
- il funzionamento dei sottosistemi dovrà essere indipendente dalla loro posizione.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

13.2.1 Sistema CBTC

Il CBTC è un sistema ferroviario di segnalamento che utilizza le tecnologie di Telecomunicazioni tra i treni e gli impianti di sistema utilizzati per la gestione ed il controllo del traffico e delle infrastrutture.

La esatta posizione dei treni, rispetto al tracciato, e, ognuno, rispetto all'altro, è conosciuta con la massima precisione così come tutti i parametri dinamici, elettrici di sistema legati al treno. Il risultato è una sicurezza migliorata senza influenzare i requisiti del sistema. È possibile mantenere, se non migliorare, i requisiti di Headway senza diminuire la sicurezza intrinseca del sistema stesso.

Il CBTC è un sistema automatico, continuo, di controllo dei treni, la conoscenza precisa di posizione, velocità e accelerazione dei treni è indipendente dal tracciato e viene implementato con sistemi molto avanzati a bordo e a terra. La comunicazione continua tra i sistemi a bordo e quelli a terra posizionati in opportune posizioni avviene attraverso sistemi ibridi wireless e via cavo con antenne opportune e in opportune posizioni. Tutte le funzioni ATP, ATO e ATS sono implementate e regolarizzate secondo le norme IEEE 1474 Standard.

13.3 Sottosistemi di controllo

Le caratteristiche tecniche dei principali sottosistemi di controllo sono:

- Posto di Controllo e Comando;
- Scada: in particolare il sistema di telecomando e di telecontrollo;
- Telecomunicazioni;
- Rete Informatica;
- Sottosistemi di sicurezza.

13.3.1 Il Posto centrale (PCC/OCC) e le comunicazioni

Gli impianti di telecomunicazione devono permettere lo scambio bidirezionale di informazioni fra Posto Centrale di Controllo e i passeggeri, il personale di esercizio sia in linea ed in stazione, che a bordo dei treni, sia in condizioni normali, che in caso di emergenza.

Deve essere previsto almeno un Posto Centrale di Controllo (PCC(OCC) nel quale si svolgeranno tutte le attività operative di gestione della linea, sia automatiche e che manuali, ovvero:

- controllo della circolazione dei treni;
- sorveglianza dei passeggeri ai fini della sicurezza;
- supervisione e controllo degli impianti elettrici di media tensione (MT), bassa tensione (BT) e trazione (TR) e degli impianti delle stazioni;
- comunicazione con i passeggeri a bordo dei treni e presenti sulle banchine;
- comunicazione con il personale di servizio in linea;
- diffusione delle informazioni ai passeggeri (audio-video);
- registrazione audio – video;
- registrazione degli eventi e dei dati significativi di funzionamento di tutti i sottosistemi.

I principali impianti coinvolti sono:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- impianto di videosorveglianza;
- impianto di diffusione sonora;
- impianto telefonico;
- impianto citofonico SOS;
- sistema di videoinformazione ai passeggeri in stazione;
- rete oraria.

13.4 Scada SYS

13.4.1 Sistema di telecomando e Supervisione Impianti di Sistema

Il sistema di "Supervisory, Control And Data Acquisition" (SCADA) deve svolgere le funzioni di acquisizione dati, supervisione e telecomando dei seguenti impianti di Sistema:

- impianti di alimentazione elettrica:
 - alimentazione generale: rese dell'energia e distribuzione a 22 KV;
 - sistema di trazione elettrica: stato di alimentazione, sezionatori e dispositivi d'emergenza per la tolta tensione;
 - cabine di trasformazione MT/BT (anche di deposito);

Inoltre, il sistema SCADA deve effettuare la supervisione (allarmi, stati ecc.) anche dei seguenti impianti:

- Telecomunicazioni;
- segnalamento/automazione;
- diagnostica treni;
- porte di banchina.

13.4.2 Scada PS

Rappresenta il sistema di comando e controllo degli Impianti di Elettrificazione e gestisce gli impianti di alimentazione delle stazioni, delle Sotto Stazioni Elettriche (SSE), dei pozzi di ventilazione e del deposito.

Per le apparecchiature delle SSE, verrà implementato al posto centrale un sistema di diagnostica integrato nello SCADA-PS con lo scopo di individuare le necessità di manutenzione preventiva delle apparecchiature elettriche e segnalare eventuali malfunzionamenti delle apparecchiature stesse. Tale sistema mantiene sotto controllo le grandezze ed i fenomeni atti a valutare lo stato di "fatica" degli organi. dell'impianto, fornendo, quando necessario, un segnale di allarme e richiedendo interventi manutentivi in grado di prevenire fuori servizio accidentali e conseguenti periodi di inattività dell'impianto.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

13.4.3 Protocolli

Il contesto dei protocolli sarà approfondito nella successiva fase di progetto in funzione della proposta di Sistemista, di seguito alcuni dei protocolli in uso nei sistemi Scada:

- OPC gateway "Supervisory Platform";
- middleware interface from "Field equipments";
- MBUS/TCP on an IP/Ethernet network;
- OPC DA toward the HMI.

13.5 Scada IGNS

Il controllo automatico è riferito al comando e controllo degli Impianti Tecnologici Civili. Dalle postazioni operatore inserite nel locale Posto di Controllo e Comando (PCC/OCC/PCO), dovrà essere realizzato il monitoraggio e la supervisione degli impianti, fornendo tutte le informazioni di stato relative agli enti monitorati e consentendo di impartire i comandi necessari alla conduzione degli impianti visualizzati con l'ausilio di interfacce videografiche. Al PCO saranno raccolte tutte le informazioni di campo, nelle postazioni operatore locali, le informazioni relative al sottosistema controllato.

Lo SCADA sarà basato su un'architettura ridondata e fornire una elevata disponibilità per assicurare le operazioni giornaliere del sistema, pertanto lo SCADA dovrà assicurare:

- 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.


Inoltre, il sistema dotato di ampie capacità di calcolo dovrà permettere 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;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- 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.

13.6 Rete Informatica

È prevista una rete opportunamente dimensionata e ridondata per il trasporto efficiente e omogeneo, dei segnali dedicati all'informazione/sorveglianza dell'utenza o del personale di servizio, all'automazione del treno e al telecontrollo degli impianti elettrici e tecnologici non ultimo dei segnali della rete radio di servizio/manutenzione.

I più moderni apparati di "switching" e di "routing" dovranno essere adottati per i nodi della rete, per i punti di accesso alla rete in fibra ottica e infine per i dispositivi di elaborazione delle diverse tipologie di segnali.

In tutte le descrizioni dei suddetti sistemi, l'architettura della rete è nella classica topologia a doppio anello, e, su ciascun anello è connesso uno dei 2 nodi di rete presenti in ogni stazione; a ciascun nodo di rete sono a loro volta collegati gli apparati di elaborazione dei segnali audio/video/dati, in numero tale da suddividere le utenze finali (i terminali di stazione) sulle 2 dorsali ottiche.

13.6.1 Diffusione Sonora

L'impianto di diffusione sonora si compone principalmente di:

- Apparati di stazione:
 - sono presenti opportuni stadi analogici di selezione delle zone a cui destinare i messaggi e stadi analogici di amplificazione; un particolare apparato audio si occupa di adeguare il volume dei messaggi inviati in stazione al rumore di sottofondo
- Apparati al Posto di Controllo e comando:
 - è presente uno stadio analogico di selezione dei segnali di ingresso, in modo da consentire, su specifica richiesta degli operatori, la diffusione di musica di sottofondo, di messaggi preregistrati o di messaggi diretti degli operatori stessi.
- Apparati in Linea:
 - sono presenti lungo le dorsali e con opportuno sfalsamento a distanze fisse definite da progetto i diffusori sonori, opportuni stadi di amplificazione saranno dimensionati per mantenere un livello sonoro omogeneo e adeguato.

In particolare, per la diffusione sonora, si devono prevedere interfacce utente dotate di postazione microfonica sia nel PCC che nelle guardianie di stazione. L'armadio per la diffusione sonora è ubicato nei locali tecnici della stazione. La distribuzione per tutti questi sistemi deve avvenire con canalina dedicata in controsoffitto. Il sistema di diffusione sonora (EVAC) dovrà impartire le opportune istruzioni alle persone presenti per un'ordinata evacuazione in caso di emergenza e incendio.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

13.6.2 Videosorveglianza

L'impianto di videosorveglianza/TVCC sarà realizzato con telecamere ad alta risoluzione IP POE (Power Over Ethernet) di tipo Dome (le Speed Dome offrono una customizzazione interessantissima essendo dotate di comandi a distanza e di altri ritrovati ottimamente volti ad offrire un monitoraggio ed una sicurezza assolutamente eccellenti).

L'impianto deve soddisfare come requisito di sicurezza l'inquadramento della persona a figura intera all'interno degli ambienti, mentre sui punti di connessione e su tutti gli accessi si dovrà avere il riconoscimento facciale.

La tecnologia digitale permette la configurazione e la gestione in remoto del sistema oltre ad una maggiore qualità delle immagini.

Il sistema di storage sarà connesso tramite collegamento in fibra ottica.

Il collegamento alle telecamere avverrà mediante cavi UTP, categoria 6, agli switch POE di ciascun quadro Rack di zona e secondo le prescrizioni del D.M. 21/10/2015.

Sarà possibile la gestione delle immagini digitali con interconnessioni locali, in cavo di rete opportuno, per la condivisione in rete dei sistemi, dei terminali esempio monitor, stampanti, e sarà disponibile il software per la gestione remota del sistema dalla sala di controllo con apposite autorizzazioni individuali all'accesso.

Sono inoltre presenti I sistemi di telefonia, Videoinformazione, Telecontrollo impianti

13.6.3 Rete Radio


Il sottosistema radiomobile attualmente realizzato nelle aree della Metropolitana di Torino offre un servizio di comunicazione mobile e senza fili con operatività professionale fra terminali radio in uso al personale, e tra questi e il personale del PCC. Quindi per la Linea 2 sono richiesti i requisiti di seguito illustrati.

L'operatività base offerta dal sistema è la comunicazione istantanea di gruppo Push-To-Talk (PTT) su tutta l'area della Metropolitana, con possibilità di interazione in differenti gruppi di chiamata, oltre che funzionalità accessorie.

Il sistema sarà orientato a due tipologie di utenti, completamente distinti come operatività:

- Una rete radio uso personale Gestore
- Una rete radio uso personale VVF

A causa di diversità di esigenze e assegnazione di frequenze radio, oltre che aumento dell'affidabilità, il sistema è composto da due infrastrutture radiomobili parallele che utilizzano in comune solo i medesimi sistemi di diffusione in galleria e alimentazioni elettriche.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Entrambe le infrastrutture radiomobili sono parallele ed installate nei medesimi locali e armadi tecnici. Ogni stazione e il Deposito ha un proprio sistema d'antenna di radiodiffusione dedicato, che è comune per le infrastrutture del Gestore e dei VVF.

13.7 Porte di Banchina

Si richiede l'adozione di porte scorrevoli, "di banchina", che dovranno rispondere alla norma europea EN 17168 per quanto riguarda le funzionalità e la costruzione. Il treno si arresta, in posizione prestabilita, in modo che le porte del convoglio siano posizionate di fronte a quelle fisse di banchina e si aprano in corrispondenza di esse.

Le porte di banchina sono inserite in una struttura vetrata che "avvolge" il treno in stazione, costituendo una separazione tra il volume strettamente necessario per il transito del treno in stazione e quello delle banchine. Questo comporta una migliore gestione della ventilazione di normale esercizio e, in maggior misura, della ventilazione in emergenza incendio.

Alle estremità della banchina di stazione dovranno essere poste porte di accesso alla linea. Tutte le porte, sia automatiche che di emergenza, dovranno essere monitorate in continua dal PCC.

La tipologia, la struttura, la dimensione, la sequenza e il numero delle porte dovranno essere in diretta dipendenza dalla selezione del materiale rotabile effettuata da parte del Sistemista. Tutte le tematiche progettuali correlate che ne deriveranno per la parte Opere Civili e Sistema dovranno essere aggiornate e implementate sulla base della proposta tecnica.

In linea generale il sistema di porte automatiche di banchina è costituito da:

- facciata posizionata sul ciglio della banchina costituita da porte scorrevoli automatiche in corrispondenza delle porte del veicolo e da porte di emergenza a battente in tutte le rimanenti posizioni (eccetto l'ultimo modulo per ogni lato banchina che è sostituito da un pannello fisso);
- pannello di controllo locale in banchina (1 per banchina);
- armadio di controllo (1 per stazione).

La manutenzione ordinaria e straordinaria del sistema, compresa la rimozione e l'installazione delle ante delle porte scorrevoli e delle porte a battente, può essere effettuata direttamente dal lato banchina.

L'insieme delle porte e dei meccanismi di comando è sorretto dalla struttura portante costituita da montanti e traverse. Ogni anta è formata da un'ossatura in alluminio anodizzato ed è equipaggiata con un vetro antisfondamento di opportuno spessore. Tutte le parti metalliche sono messe a terra.

Le porte di banchina dovranno tassativamente essere dotate di sistema di diagnostica e dovranno garantire la loro integrità strutturale per un tempo definito in caso di sviluppo di incendio e di esposizione ad una temperatura massima raggiunta dai fumi.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

13.8 Varchi ed Emettitori

13.8.1 Descrizione generale

Il Sistema di Varchi ed Emettitori sarà composto da:

- Emettitori di biglietti pluritariffa attrezzate non solo per pagamenti in monete e banconote, ma anche con lettori di carte di credito (contactless sia per carte di credito che smartphones) e con possibilità di ricaricare smart card;
- titoli di viaggio:
- biglietti cartacei contactless;
- tessere a microchip di prossimità (norma ISO 14443 1-2-3-4 A e B);
- tramite smartphone e carte di pagamento;
- QR-Code o futuri sistemi disponibili al momento della messa in servizio;
- varchi a flap o bandiera predisposti per validatrici in ingresso/uscita e con lettori dei titoli in ingresso/uscita (possibilità da attivare in caso di richiesta del gestore);
- lettori/validatrici dei titoli di viaggio; ogni varco sia ingresso che in uscita sarà predisposto con lettori/validatori di tutte le tipologie di titoli di viaggio;
- Si specifica che i varchi dovranno essere dotati di lettori di carte di credito/carte di pagamento in ingresso/uscita al fine di aggiornare il costo del titolo di viaggio qualora difforme da quello acquistato in ingresso (esempio ticket con tariffa variabile, a zona etc.);
- quadro tornelli-emettitori previsto in ogni stazione della linea; interfacciato con l'Unità di Unità Acquisizione di Sistema, prevista in ogni stazione;
- concentratore di stazione.

13.8.2 Specifiche del Sistema

Il numero dei varchi e la tipologia di utilizzo (ingresso/uscita) di apparecchiature previste nel progetto funzionale dovrà essere validato/confermato dal Sistemista a seconda della prestazione offerta dal proprio sistema e in relazione al numero dei passeggeri previsti unitamente alla disponibilità di spazio offerta presso la singola stazione di riferimento.

Il Sistema dovrà essere studiato e dimensionato in modo da rispondere alle seguenti esigenze prestazionali:

- corrispondere all'intera Linea 2 ivi comprese le possibili estensioni nord e sud;
- considerare la possibilità di ingresso di un ulteriore fornitore sui Lotti successivi alla tratta funzionale "Rebaudengo-Politecnico" garantendo l'interconnettività;
- consentire l'integrazione del sistema di bigliettazione con la Linea 1 della metropolitana come previsto nel progetto funzionale, con comunicazione in corrispondenza della Stazione Porta Nuova. L'integrazione prevede il passaggio diretto dei passeggeri dalla Linea 1 alla Linea 2 senza ulteriori controlli. Il contesto dell'integrazione dovrà avvenire reciprocamente anche sulla infrastruttura di bigliettazione attuale della Linea 1 per consentire il flusso dei passeggeri anche nel senso inverso (l'infrastruttura di comunicazione della Linea 1 è in carico all'attuale gestore che dovrà garantire l'interconnettività con la rete esistente su L1);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- consentire il controllo della validazione anche in uscita (con l'eccezione delle condizioni di emergenza) se richiesto dal gestore; consentire il rilievo statistico degli ingressi e delle uscite in modo da identificare i flussi in ciascuna stazione della L2, identificando -per specifici periodi temporali – la tipologia di prodotto/titolo utilizzato per l'accesso alla metro.

In prospettiva nell'ambito del periodo di messa in opera potranno essere integrate, qualora disponibili, opportune tecnologie atte a migliorare le capacità del sistema verso nuovi sviluppi tecnologici come la Data Analysis e la conversione digitale. Tali azioni dovranno essere valutate e concordate con la Stazione Appaltante.

13.8.3 Varchi e controllo accessi

I varchi di controllo accessi (più genericamente Apparati di Controllo Accesso) svolgono la funzione di delineare il confine costituendo una barriera fisica tra l'area all'interno della stazione, utile per la fruizione del servizio di trasporto pubblico (accesso ai treni), e l'area esterna della stessa; inoltre deve consentire l'accesso controllato dell'utente passeggero mediante la lettura e la verifica del titolo di viaggio presentato.

Gli Apparati di Controllo Accesso saranno interconnessi con il Concentratore di Stazione.

La barriera così realizzata è configurata in varchi di passaggio che possono essere così classificati:

- varchi di passaggio normale;
- varchi di passaggio per disabili;
- Varchi per Ipovedenti.

I dispositivi per la lettura ed il controllo dei titoli di viaggio saranno integrati nei varchi di controllo accessi.

Il varco permetterà le future implementazioni per accettare comandi di apertura provenienti da smartphone, con specifica app, tramite le tecnologie disponibili.

Deve essere previsto il monitoraggio dei flussi e controllo degli accessi nelle stazioni, conteggio dinamico del numero di passeggeri in ingresso e in uscita con interfaccia Scada funzionale anche alla regolazione degli impianti di stazione.

In linea generale sarà necessario ridurre la possibilità di accessi fraudolenti da parte di persone sprovviste dei titoli previsti comprese quindi le nuove tipologie di accesso con i sistemi di nuova generazione.

13.8.4 Emettrici automatiche

L'emettitrice automatica self-service fornisce un servizio ininterrotto all'utenza. L'emettitrice sarà dotata di una piattaforma elaborativa con potenzialità di calcolo adatta allo scopo.

- L'emettitrice garantirà le seguenti macro-funzionalità:
- selezione della funzione desiderata (acquisto titoli o informazione);

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- scelta del titolo desiderato;
- codifica, stampa ed emissione del/i titolo/i desiderato/i;
- rinnovo abbonamento o ricarica smart card contactless.
- per la funzione informazione (scelta stazione di partenza, scelta destinazione)
- Emissione documento cartaceo in caso di mancato resto.

13.8.5 Validatrici

La validatrice è un dispositivo combinato per la convalida e verifica dei titoli di viaggio elettronici senza contatto.

Le caratteristiche principali dei titoli di viaggio sono in breve:

- titoli elettronici c-less secondo gli standard:
- ISO 14443 tipo A e B Parti 1, 2, 3 e 4 full standard;
- Mifare 1.
- Titoli QR Code
- Altre tipologie qualora disponibili

La struttura dei dati, per il solo titolo elettronico, dovrà essere conforme, alla normativa ENV 1545-1 e ENV 1545-2.

La validatrice è dotata di socket per l'installazione di almeno 3 moduli di sicurezza SAM.

13.9 Sistema di Alimentazione Elettrica

Lo scopo della progettazione del Sistema di Media tensione in assenza del Materiale Rotabile è stato quello di aggiornare ed affinare l'analisi contenuta nella relazione di calcolo del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE): "*MTO2PFLGSISCOMR004-00 rev. B - Alimentazione Elettrica Relazione Tecnica Preliminare sul Sistema di Alimentazione Elettrica*", al fine di:

- definire un primo tratto funzionale tra Deposito Rebaudengo e Politecnico, con modifica dell'assetto di rete necessario per il servizio del tratto stesso;
- revisionare i valori di potenza dinamica associata ai treni previsti;

L'analisi è stata rivolta ai seguenti temi:

- la verifica della portata delle linee in cavo nelle condizioni di massimo carico, con dimensionamento del sistema di Media Tensione;
- la verifica dei profili di tensione lungo le tratte, in condizioni normali ed in condizioni degradate;
- la validazione e la verifica del posizionamento delle SSE di stazione in relazione alla nuova tratta funzionale o l'individuazione della necessità di ulteriori SSE;
- la determinazione della necessità di punti aggiuntivi di alimentazione da rete pubblica e la potenza richiesta negli stessi, in modo da discuterne con gli enti distributori;
- la determinazione dei flussi di potenza reattiva ed in particolare degli scambi con la rete di distribuzione al fine di valutare eventuali eccessi di potenza reattiva dovuti alle capacità delle linee in cavo e sistemi di compensazione;



- verifica delle possibili ipotesi di alimentazione delle sub-tratte successive nel caso di mancata disponibilità di alimentazione da Porta Nuova ed in caso di mancanza totale con attivazione dei gruppi elettrogeni, in particolare nella gestione di una concomitante condizione di emergenza.

13.9.1 Descrizione della Rete

La rete oggetto di analisi è rappresentata con lo schema a blocchi seguente:

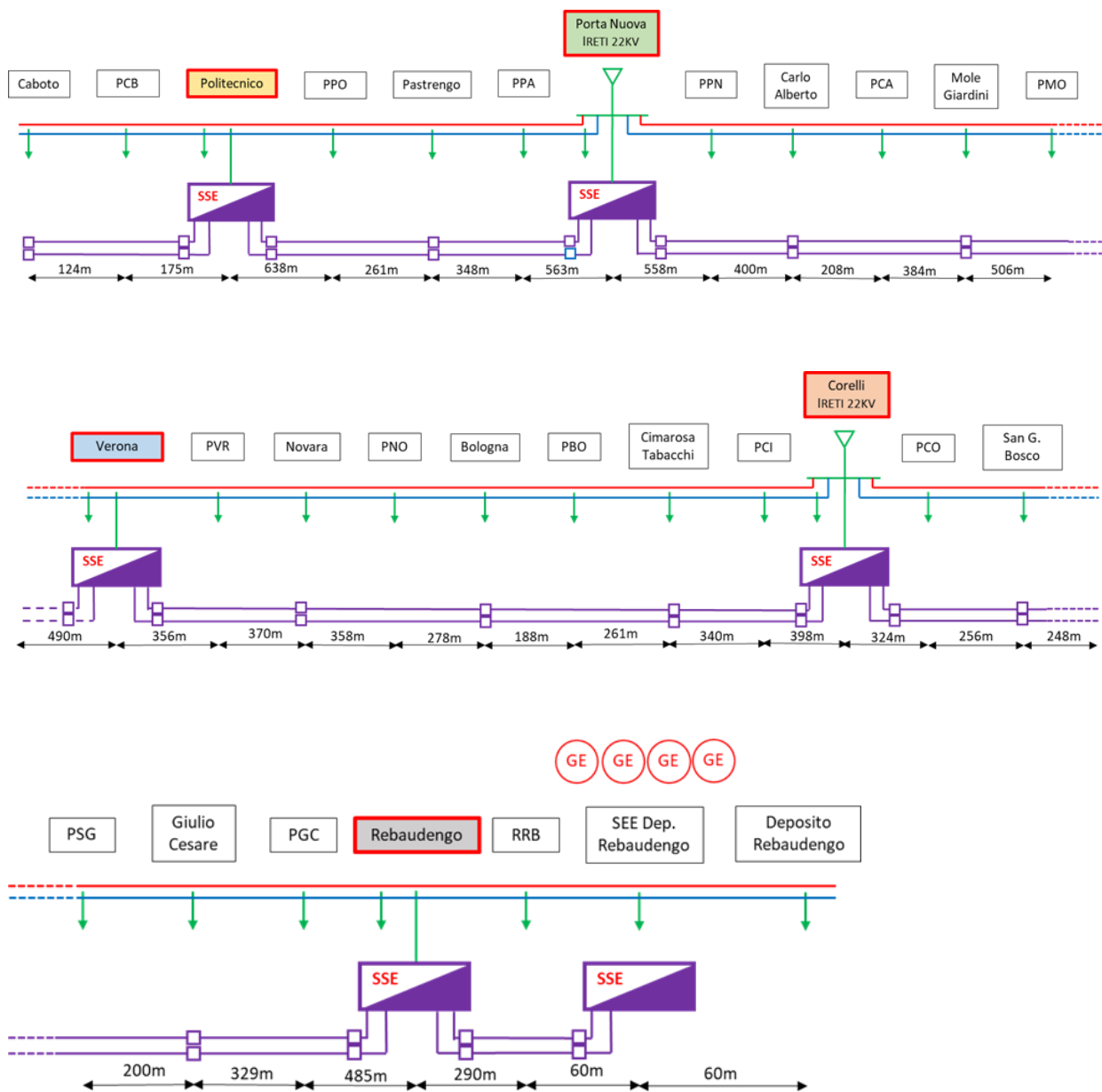



Figura 113. Schema della rete in corrente alternata

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Presso Porta Nuova e Corelli sono presenti le connessioni alla rete a 22kVac di distribuzione pubblica di IRETI. La rete a 22kVac interna è invece costituita da due dorsali 1 e 2 (Rossa e Blu nello schema) sezionabile in ogni punto di derivazione, costituito da cabine MT/bt in corrispondenza alle stazioni e ai pozzi di ventilazione. I carichi MT in corrente alternata sono rappresentati con frecce verdi.

Presso Politecnico, Porta Nuova, Verona, Corelli e Rebaudengo sono indicate le SSE per la trazione. La rete in corrente continua che alimenta i treni è indicata dalle linee viola. Sono anche indicati i sezionatori della rete in corrente continua: sostanzialmente, il sezionamento della rete dc è possibile in corrispondenza alle stazioni.

Nel Deposito Rebaudengo sono simbolicamente rappresentati 4 gruppi elettrogeni, la cui taglia scelta preliminarmente a 1250kVA - PRP verrà criticamente verificata in una condizione di emergenza nello Scenario D nel seguito valutato.

La rete in corrente alternata, rappresentata schematicamente nella Figura 113 precedente è stata inoltre rappresentata dettagliatamente nel modello del software NEPLAN©, con il quale sono stati effettuati tutti i calcoli di load flow e corto circuito.

13.9.2 Dati della Rete

Di seguito si riporta un dettaglio dei carichi dei pozzi di ventilazione, delle stazioni passeggeri e dei treni.

Pozzi di Ventilazione

Ciascuna cabina MT/BT dei pozzi di ventilazione alimenterà, tramite i due quadri QMT-1 e QMT-2, due trasformatori con potenza nominale pari a 800 kVA e costituenti l'uno la "riserva calda" dell'altro. Il carico elettrico proprio a ciascun pozzo sarà così definito, con riferimento ai possibili Scenari:

- Scenari A, B, C. Uno solo dei due ventilatori sarà costantemente in funzione al 100% della potenza nominale (o, in alternativa, due al 50%). Sono state prese in considerazione anche le alimentazioni delle pompe di aggotamento e delle altre utenze.

Nello specifico:

Utenza	Pn	kc*ku	Peffettiva	cosφ
1 Ventilatore	250 kW	0.85	212.5	0.85
3 Pompe di aggotamento	18 kW	0.85	15.3	0.8
Altre utenze	15 kW	0.85	12.75	0.9
TOT			240.55	0.805

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Stazioni Passeggeri

Ciascuna cabina MT/BT delle stazioni, alimenterà, tramite i due quadri QMT-1 e QMT-2, due trasformatori con potenza nominale pari a 1250 kVA o 2000 kVA, di cui l'uno costituente "riserva calda" dell'altro. Il carico elettrico proprio a ciascuna stazione sarà così definito, in base alle valutazioni di progetto degli impianti elettrici e anche sulla base degli analoghi carichi del sistema Linea 1:

- Scenari A, B, C.

Taglia del trasformatore installato	kc*ku	P (kW)	cosφ
1250 kVA	0.65	731.25	0.9
2000 kVA	0.75	1350	0.9

Carico di base

In virtù dei valori definiti per le stazioni e per i pozzi, si configurano le seguenti condizioni di carico base, a cui si sommeranno poi i carichi dinamici richiesti dal sistema di trazione e le perdite nella rete MT per effetto del carico totale.

Di questi secondi addendi si terrà opportunamente conto poi nei calcoli svolti.


Condizione	Carico di base sotteso al punto di fornitura Porta Nuova	Carico di base sotteso al punto di fornitura Corelli
Normale o casi (N-1) sulle SSE	~ 11MW - cosφ = 0.91	~ 4MW - cosφ = 0.90
Indisponibilità di un punto di fornitura	~ 15MW - cosφ = 0.91 (Corelli indisponibile)	~ 15MW - cosφ = 0.91 (P.Nuova indisponibile)

Carichi di Trazione

La definizione dei carichi di trazione ha necessitato uno studio specifico, in modo da determinare l'andamento della potenza di un treno di riferimento che si muova tra il capolinea Politecnico, soste ad ogni stazione intermedia, raggiunga Rebaudengo ed inverta la marcia per ritornare a Politecnico, sempre sostando alle stazioni intermedie.

Per il modello del treno si è utilizzata una curva di trazione basata su un profilo di velocità esatto di tipo iperlogistico a tangenti iperboliche e compatibile con le equazioni rigorose del moto. Sono quindi, tutte le grandezze, sia in funzione del tempo che dello spazio analiticamente chiuse. In particolar modo la Potenza dinamica è una espressione analiticamente esatta.

Lo studio preliminare della trazione è stato condotto considerando tutti i vincoli del tracciato, le esigenze del servizio in termini di capacità di trasporto, di tempi di giro e di alimentazione elettrica, ponendo particolare attenzione al contenimento delle potenze di picco nelle tratte inter-stazione. Sono presenti ulteriori margini di ottimizzazione a cura del sistemista.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

L'obiettivo è stato quello di disporre di un modello di treno che fosse rappresentativo di più soluzioni tra quelle tecnicamente e commercialmente possibili nell'ambito della trazione metropolitana, da utilizzare poi come campione per ottenere gli involucri della dinamica complessiva nel caso peggiore. I dati di analisi adottati sono di seguito elencati:

Sistema in esame, neutro per ogni treno, con le seguenti grandezze puramente indicative:

- Massa Treno = 90-140 [ton] anche in funzione della composizione effettiva;
- Trazione massima = 120-160 [kN]
- Potenza Massima = 1.5-2.0 [MW]
- Forze oppponenti riassunte in termini di Parametri di Davis (variano con il tipo di contatto)
 - $A = 2170$ [N]
 - $B = 19.5$ [N * s / m]
 - $C = 7.5$ [N* s²/ m²]
- Accelerazione Massima = 1. m/s²
- Jerk massimo = 0.8m/s³
- Vmax = 80 km / h

Sono stati infine definiti tutti i possibili scenari di funzionamento e assetti della rete.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

14. CRITERI AMBIENTALI MINIMI (C.A.M.)

In generale l'adozione dei CAM definiti in questo documento consente alla stazione appaltante di ridurre gli impatti ambientali degli interventi progettuali previsti.

L'adozione dei C.A.M. è cogente per gli edifici pubblici ai sensi dell'art. 34 del D.Lgs. 18/04/2016 n. 50 "Codice degli Appalti Pubblici" come modificato dal D.Lgs. 19/04/2017 n. 56. I criteri individuati costituiscono parte integrante del disciplinare tecnico elaborato in fase di progettazione definitiva dalla stazione appaltante in modo da indirizzare le successive fasi di progettazione.

Il Codice appalti (D.lgs. 50/2016) **rende obbligatorio il GPP** Green Public Procurement per le opere pubbliche. Per GPP o Acquisti Verdi si intende "[...] l'approccio in base al quale le Amministrazioni Pubbliche integrano i criteri ambientali in tutte le fasi del processo di acquisto, incoraggiando la diffusione di tecnologie ambientali e lo sviluppo di prodotti validi sotto il profilo ambientale, attraverso la ricerca e la scelta dei risultati e delle soluzioni che hanno il minore impatto possibile sull'ambiente lungo l'intero ciclo di vita". Nell'ambito del Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi della pubblica amministrazione, sono stati identificati i **Criteri Ambientali Minimi (CAM)**, come requisiti ambientali definiti per le varie fasi del processo di acquisto, volti a individuare la soluzione progettuale, il prodotto o il servizio migliore sotto il profilo ambientale lungo il ciclo di vita, tenuto conto della disponibilità di mercato¹².

I Criteri Ambientali Minimi del progetto di un'infrastruttura di tipo lineare come la metropolitana non sono sempre riconducibili ai C.A.M. previsti per la realizzazione di "edifici pubblici", soprattutto perché la destinazione d'uso del progetto non prevede occupazione permanente di persone.

Ciò nonostante, nell'ambito della progettazione definitiva, si è data evidenza del recepimento dei seguenti criteri ambientali minimi:

- Affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici (per quanto riferibile al progetto)
- Servizi energetici
- Sistemazione aree a verde
- Prestazione ambientali del cantiere
- Arredo Urbano

Nella relazione sui Criteri Ambientali Minimi (cod. MTL2T1A0DAMBGENR016) per ogni criterio vengono descritte le scelte progettuali ed indicati gli elaborati in cui sono individuabili i riferimenti ai requisiti dei criteri. Infine, nella stessa relazione un paragrafo finale riporta un focus sui C.A.M. che sono stati adottati specificatamente per il progetto del Deposito Rebaudengo.

- ¹² Fonte Ministero per l'Ambiente <http://www.minambiente.it/pagina/gpp-acquisti-verdi>

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

15. CANTIERIZZAZIONE

Al fine di realizzare l'opera in progetto, è prevista l'installazione di una serie di aree di cantiere lungo il tracciato dell'infrastruttura principalmente in corrispondenza dei manufatti (deposito, pozzi e stazioni) e lungo linea per la galleria artificiale.

15.1 Tipologia di cantieri

Le aree di cantiere sono state così suddivise:

- Aree di cantiere centrali
- Aree di deposito e campo base
- Cantiere a servizio della TBM

15.1.1 Aree di Cantiere Centrali

Si tratta di aree occupate per la realizzazione dei manufatti (deposito, pozzi e stazioni), all'interno delle quali sono presenti superfici limitate per il deposito di materiali, macchinari e attrezzature strettamente necessarie per le lavorazioni; presso l'area centrale sono svolte attività di carico/scarico e movimentazione dei materiali stessi; in essa sono presenti container adibiti a magazzino e, all'occorrenza, box prefabbricati adibiti ad ufficio/locale di ricovero e servizi igienici.


15.1.2 Campi base e aree di Deposito

I cantieri "campo base" sono le aree in cui sono temporaneamente ospitate, le strutture con funzioni direttive, tecniche, operative, logistiche nonché quelle destinate al riposo, ristorazione.

Il primo campo base (Campo Base Cigna - CCN) è situato presso via Cigna all'altezza di Parco Sempione ed ha una estensione di 7.129 m².

Seguendo l'estensione della linea, si è identificata la necessità di un secondo campo base (Campo Base Cimarosa – CCI) presso via Claudio Monteverdi a servizio delle aree di cantiere di via Bologna con una estensione di 2.387 m².

Un ultimo campo base è stato individuato nell'area sosta camper di corso Monte Lungo presso il Parco Cavalieri di Vittorio Veneto ed è definito Campo Base Parco Cavalieri (CPC). Questo campo base sarà a servizio dell'area centro-sud dei cantieri per la realizzazione della linea ed ha una estensione di 24.597m². In tale area potranno trovare ospitalità oltre agli uffici di cantiere, dei dormitori e della mensa un'estesa area di deposito di materiali.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Altre aree di deposito materiali, macchinari e materiale di scavo sono state localizzate in via Corelli (Area Deposito Corelli: ACO) ed ha una estensione di 3.108 m². Presso tale area potranno trovare ospitalità i materiali necessari per i cantieri che si sviluppano lungo via Gottardo e via Sempione.

Una terza area di deposito è situata presso via Ponchielli all'altezza di via Bologna ed ha una estensione di 2.756 m². Presso tale area potranno trovare ospitalità i materiali necessari per i cantieri che si sviluppano lungo via Bologna.

15.1.3 Cantiere a servizio della TBM

Il cantiere a servizio della TBM è l'area in cui viene calata la TBM e comprende le aree per il deposito del materiale di scavo, le aree per lo stoccaggio dei conci, il carroponete per il sollevamento/calaggio dei materiali da/per la costruzione della galleria, nonché tutta la logistica e predisposizioni dell'impianto di cantiere, quali: lavaggio gomme, distributore carburanti (eventuale), silos per lo stoccaggio malte, pozzi di captazione e impianto di trattamento delle acque.

15.2 Caratteristiche dei cantieri


Nella scelta di cantieri esterni a tali aree si è tenuto conto di:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale (strada statale ed autostrada);
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico (in particolar modo alberate);
- interferire il meno possibile con il patrimonio culturale esistente.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche principali del sistema di cantierizzazione proposto (nel calcolo della superficie si è tenuto conto della fase di cantierizzazione più gravosa in termini di occupazione di suolo pubblico).

**Tabella 19. Cantieri della metropolitana Linea 2 Tratta Politecnico- Rebaudengo**

Cantiere	Denominazione (wbs di rif)	Superficie (m ²)
Deposito Rebaudengo	DRB	16692
Stazione Rebaudengo	SRB	8847
Campo Base Cigna	CCN	7129
Stazione Giulio Cesare	SGC	8834
Stazione San Giovanni Bosco	SSG	11114
Stazione Corelli	SCO	8035
Area di deposito Corelli	ACO	3108
Stazione Cimarosa-Tabacchi	SCI	4378
Stazione Bologna	SBO	6742
Stazione Bologna-area deposito	SBO-area deposito	2756
Campo base Cimarosa	CCI	2387
Pozzo Novara – Area TBM	PNO	5241
Stazione Novara	SNO	4765
Pozzo Verona	PVR	1007
Stazione Verona	SVR	3900
Pozzo Mole	PMO	752
Pozzo Di Emergenza Mole	EMO	437
Stazione Mole-Giardini Reali	SMO	3801
Pozzo Carlo Alberto	PCA	548
Stazione Carlo Alberto	SCA	4879
Pozzo Porta Nuova	PPN	416
Stazione Porta Nuova	SPN	4432
Pozzo Pastrengo	PPA	1063
Stazione Pastrengo	SPA	6620
Pozzo Politecnico	PPO	1263

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Cantiere	Denominazione (wbs di rif)	Superficie (m ²)
Stazione Politecnico	SPO	7881
Pozzo Caboto	PCA	780
Pozzo terminale PT1	PT1	402
Campo Base Parco Cavalieri	CPC	24597
Pozzo di servizio	PS-GT4	1140
Pozzo di servizio	PS-GT5	476
Pozzo di servizio	PS-GT6	409
Pozzo di servizio	PS1-GT7	511
Pozzo di servizio	PS2-GT7	747

Per approfondimenti si rimanda all'elaborato MTL2T1A0DCANGENR001 - Relazione di cantierizzazione e modifiche alla viabilità e relativi elaborati cartografici.

15.3 Bilancio dei materiali

I materiali da costruzione coinvolti nella realizzazione delle opere in progetto sono costituiti da:


- Terre e Rocce da Scavo, in uscita dal cantiere;
- rifiuti da demolizione e costruzione, in uscita dal cantiere;
- inerti per rilevati e riempimenti, in ingresso al cantiere;
- calcestruzzo e asfalto, in ingresso al cantiere.

La stima dei volumi di tali materiali da movimentare sono riportati nella tabella che segue, rinviando per ulteriori dettagli al Piano di utilizzo terre e rocce da scavo (elaborato cod. MTL2T1A0DAMBGENR010), al Piano di gestione rifiuti (elaborato cod. MTL2T1A0DAMBGENR011), al Piano di reperimento e gestione dei materiali litoidi (elaborato cod. MTL2T1A0DAMBGENR015) e al Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (elaborato cod. MTL2T1A0DAMBGENR014).

Tabella 20. Stima dei volumi dei materiali

Produzione complessiva Terre e Rocce da Scavo (mc)	Rifiuti prodotti da scavo, demolizione e costruzione (mc)	Fabbisogno Inerti per rinterrati in sito (mc)	Fabbisogno Inerti per calcestruzzi/asfalti (mc)
2.401.207	307.891	446.809	1.128.475

Le Terre e Rocce da Scavo prodotte nella realizzazione dall'opera saranno caratterizzate in corso d'opera dal punto di vista ambientale prima di poter essere riutilizzate in sito nell'ambito del

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

medesimo intervento o allontanate dai siti di produzione o di deposito intermedio per essere conferite ai siti di destinazione finale. La caratterizzazione ambientale delle Terre e Rocce da Scavo in corso d'opera sarà eseguita in sito nel corso delle fasi di scavo e/o presso i siti deposito intermedio per i materiali che saranno gestibili in regime di sottoprodotti. Alcune delle aree di cantiere sono state dimensionate con la possibilità di prevedere, ove necessario, l'allestimento di impianti di frantumazione e vagliatura inerti ai fini del trattamento dei terreni da scavo riutilizzabili nell'ambito del presente intervento.

Nel corso della realizzazione dell'opera si prevede la produzione dei seguenti quantitativi stimati di rifiuti da demolizione e costruzione.

Tabella 21. Stima quantitativi dei rifiuti


Tipologia di opera	Terreni da scavo	Demolizioni pavimentazioni in asfalto	Demolizioni e sedi tramviarie (ballast)	Demolizioni e sedi tramviarie (traversine in legno/cls)	Jet grouting e setti di divisione	Demolizioni calcestruzzo	Demolizioni muratura
	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
Stazioni + Deposito Rebaudengo	1.053	12.849	2.088	334	93.117	28.289	6.732
Pozzi intertratta	2.266	2.826	421	36	21.457	1.240	2
Galleria TBM	0	1.134	0	0	16.200	0	0
Galleria Artificiale	0	10.099	1.971	315	42.208	25.308	0
Galleria Naturale	0	176	0	0	37.768	0	0
SOMME	3.319	27.084	4.480	685	210.751	54.838	6.734
TOTALE	307.891						

I materiali da demolizione e costruzione da gestire come rifiuti saranno conferiti, previa caratterizzazione ambientale da eseguirsi in corso d'opera o presso i siti di deposito temporaneo, a siti autorizzati esistenti nel territorio circostante l'intervento per il recupero e/o lo smaltimento in discarica. Si specifica che per la realizzazione dell'intervento in oggetto è prevista la rimozione di sedi tramviarie esistenti attualmente dismesse per la quale è stata effettuata una stima dei conseguenti volumi indicativi di "ballast" che si prevede di gestire come rifiuto.

Il fabbisogno di inerti per rinterri in sito, produzione di calcestruzzo e conglomerato bituminoso stimato per la realizzazione dell'opera è riportato nella seguente tabella:

Tabella 22. Fabbisogno di materiali

OPERE	FABBISOGNO DI INERTI PER RINTERRI IN SITO	FABBISOGNO DI INERTI PER CALCESTRUZZO/CONGLOMERATO BITUMINOSO
	[m ³]	[m ³]
STAZIONI	113.533	500.899
POZZI INTERTRATTA DI VENTILAZIONE	27.236	73.170
GALLERIA DI LINEA NATURALE CON SCAVO TRADIZIONALE	4.166	15.137
GALLERIA DI LINEA ARTIFICIALE	220.735	302.019

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

GALLERIA DI LINEA NATURALE CON SCAVO TBM	4.680	123.210
DEPOSITO OFFICINA REBAUDENGO	76.460	114.040
SOMME	446.809	1.128.475
TOTALE	1.575.284	

Per quanto concerne il calcestruzzo necessario alla realizzazione delle opere civili sarà approvvigionato tramite autobetoniere dai luoghi di produzione direttamente al punto di utilizzo. Per tale motivo saranno individuati, sul territorio circostante l'intervento, gli impianti di betonaggio esistenti potenzialmente utilizzabili durante l'esecuzione dei lavori.


La realizzazione dell'opera comporterà la produzione in ambito urbano di circa 2.401.200 mc (volume stimato calcolato "in banco") di materiali da scavo. Obiettivi primari del progetto di gestione del flusso di materiali da scavo sono la valorizzazione merceologica ed economica della risorsa naturale escavata, costituita principalmente da terreno naturale di origine fluvioglaciale e fluviale di significativo valore minerario, e la minimizzazione delle attività di movimentazione dei materiali da scavo nel loro percorso dai siti di produzione ai siti di destinazione finale. La progettazione ha quindi promosso una gestione circolare e sostenibile dei materiali da scavo prevedendo l'attivazione di tutti i percorsi normativi vigenti (artt. 184 bis, 185, 242 ter del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., artt. 4-22 del D.P.R. 120/2017) che consentono il riutilizzo in sito e fuori sito dei materiali da scavo. Questi, previa approfondita verifica analitica delle caratteristiche merceologiche e di qualità ambientale da eseguirsi in corso d'opera, potranno trovare ampio reimpiego in opera, per il soddisfacimento del fabbisogno di inerti da costruzione della stessa, ed esternamente ad essa, per il riutilizzo in cicli produttivi e recuperi ambientali di attività estrattive in esercizio o dismesse.

La suddivisione volumetrica dei materiali da scavo prodotti nei percorsi di gestione previsti nel progetto, formulata sulla base degli esiti della caratterizzazione ambientale eseguita nelle fasi di progettazione, evidenzia che:

- la produzione di materiali da scavo da gestire come rifiuti speciali sarà minima (0,14%);
- il fabbisogno di materiali litoidi per rinterri dell'opera potrà essere interamente soddisfatto mediante il riutilizzo in sito dei materiali da scavo prodotti (18,61%);
- il fabbisogno di materiali litoidi per produzione calcestruzzo/asfalto da utilizzare nella realizzazione dell'opera potrà, in termini volumetrici, essere interamente soddisfatto dai quantitativi di materiali da scavo che saranno prodotti nella realizzazione della stessa;
- la volumetria di materiali litoidi prodotti nella realizzazione dell'opera eccedenti il fabbisogno della stessa (34,26%) avrà caratteristiche idonee ad una sua gestione in regime di sottoprodotto e potrà pertanto essere riutilizzata come tale esternamente all'opera.

Si rimanda ai seguenti elaborati specifici di riferimento per maggiori dettagli:

- MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo (ai sensi del D.P.R. n. 120/17);
- MTL2T1A0DAMBGENR011 - Piano di gestione rifiuti;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- MTL2T1A0DAMBGENR013 - Studio per la Determinazione dei Valori di Fondo Naturale;
- MTL2T1A0DAMBGENR014- Piano Preliminare di Utilizzo in Sito delle Terre e Rocce da Scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (ai sensi dell'art. 24 del D.P.R. 120/2017);
- MTL2T1A0DAMBGENR015 - Piano di reperimento e gestione dei materiali litoidi;
- MTL2T1A0DAMBGENR019 - Corografia dei siti di approvvigionamento e smaltimento (cave e discariche);
- MTL2T1A0DAMBGENR020 - Corografia dei siti di deposito intermedio delle Terre e Rocce da Scavo.

15.4 Valutazione del traffico indotto dei flussi di trasporto dei materiali da scavo

Nel Progetto Definitivo è stata effettuata una valutazione degli impatti indotti dalla realizzazione dell'opera sulla rete stradale che potrebbe risentire in modo significativo dell'incremento di traffico indotto dal trasporto dei materiali da scavo.

Per conseguire tale finalità si è proceduto all'analisi dello scenario di congestionamento attuale della rete stradale interessata, mediante una valutazione del Traffico giornaliero medio (TGM) basata sui dati reperiti dal Geoportale Piemonte del 2021, effettuata dalla Regione Piemonte ed in particolare dal Traffic Operation Center1 (nel seguito "TOC"), gestito dalla Società 5T S.r.l. Il TOC si occupa dal 2015 del monitoraggio del traffico tramite la piattaforma supervisore Regionale (SVR). Il grafo relativo consta di circa 75.000 archi per un totale di circa 32.000 km e comprende tutta la rete delle Autostrade, Statali, Provinciali e tutte le tratte urbane di scorrimento e di collegamento. I flussi di viabilità urbana considerati sono riportati nell'elaborato cod. MTL2T1A0DAMBGENR020 "Corografia dei siti di deposito intermedio delle Terre e Rocce da Scavo" e possono essere sintetizzati in:

- percorso cantiere/sito di produzione – sito di deposito intermedio
- percorso sito di deposito intermedio - sito di destinazione finale/cava
- percorso cantiere/sito di produzione - sito di deposito destinazione finale/impianto

Al fine di verificare gli impatti derivanti dal trasporto del materiale inerte movimentato è stata dapprima effettuata un'analisi qualitativa delle infrastrutture viarie coinvolte ed una valutazione quantitativa che è stata successivamente messa a confronto con il traffico indotto derivante dai mezzi necessari per il trasporto dei materiali prodotti dall'opera in progetto.

Al fine di quantificare il traffico indotto dalle attività connesse alla realizzazione dell'infrastruttura in progetto sono stati, in prima battuta, stimati i volumi di Terre e Rocce da Scavo complessivi prodotti in funzione del cronoprogramma lavori complessivo dell'opera. Poiché l'avvio delle attività di produzione di materiali da scavo è subordinato alle tempistiche dell'Appalto, la durata dei lavori complessiva dell'opera è stata suddivisa in trimestri e per ogni trimestre sono state condotte le analisi del traffico indotto sia giornaliero che orario in una fascia oraria 8:00 – 18:00.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Successivamente, al fine di selezionare le viabilità interessate dai volumi di traffico indotto dalla gestione dei materiali da scavo, il traffico complessivo è stato scorporato in tre principali gruppi di seguito descritti:

- Lotto costruttivo 1 "REBAUDENGO-BOLOGNA" che si sviluppa dal Deposito/Officina Rebaudengo fino al Pozzo Novara incluso. Questo lotto comprende tutte le opere puntuali e le gallerie di linea realizzate con metodologia "Cut&Cover" o scavo a foro cieco con metodo tradizionale.
- Lotto della TBM: è un sub-lotto del Lotto costruttivo 2 ed è relativo alla gestione dello smarino proveniente dalla realizzazione della galleria di linea che si sviluppa dal Pozzo Novara fino al pozzo PT1 ed è scavata a foro cieco con metodo meccanizzato (TBM di tipo EPB).
- Lotto costruttivo 2 "BOLOGNA-POLITECNICO" che si sviluppa dal Pozzo Novara (escluso) fino al pozzo di estrazione della TBM (denominato PT1). Questo lotto comprende tutte le opere puntuali.

Il numero dei viaggi/giorno per ogni trimestre è stato determinato in funzione: i) delle volumetrie di scavo (volume in banco incrementato del 30%) previste per singola parte d'opera per la realizzazione degli scavi (sbancamenti, idrofresa/pali, TBM, ecc.); ii) della capacità dei mezzi di trasporto (stimata pari a 12÷15mc); iii) del valore medio della durata delle attività produttive dedotto dal cronoprogramma dei lavori del Progetto Definitivo.

I risultati delle valutazioni effettuate nel presente Progetto Definitivo sulla base dei dati disponibili, evidenziano che tutte le viabilità interessate dai trasporti di materiali da scavo nei percorsi dai siti di produzione (cantieri) ai siti di deposito intermedio e/o destinazione finale inclusi nel progetto risultano idonee ad "assorbire" il traffico indotto dalla movimentazione dei materiali da scavo prodotti dalla realizzazione dell'opera.

Si rimanda ai seguenti elaborati specifici di riferimento per maggiori dettagli:

- MTL2T1A0DAMBGENR015 - Piano di reperimento e gestione dei materiali litoidi;
- MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo (ai sensi del D.P.R. n. 120/17);
- MTL2T1A0DAMBGENT019 - Corografia dei siti di approvvigionamento e smaltimento (cave e discariche);
- MTL2T1A0DAMBGENT020 - Corografia dei siti di deposito intermedio delle Terre e Rocce da Scavo.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

16. STUDI AMBIENTALI

16.1 Studio di impatto ambientale

L'opera in oggetto è annoverata fra quelle elencate nell'Allegato IV del D. Lgs. 152/2006 al punto 71 - *Progetti di infrastrutture - Sistemi di trasporto a guida vincolata (tramvie e metropolitane), funicolari o linee simili di tipo particolare, esclusivamente o principalmente adibite al trasporto di passeggeri.*


Pertanto, in seguito alla Verifica di VIA, è stato predisposto lo Studio di Impatto Ambientale del progetto definitivo della Linea 2 della metropolitana di Torino - tratta Politecnico Rebaudengo basato sia sulle linee guida per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale (<https://www.snpambiente.it/2020/05/08/valutazione-di-impatto-ambientale-Norme-tecniche-per-la-redazione-degli-studi-di-impatto-ambientale>) sia sui criteri generali e le tematiche oggetto di approfondimento derivate dalle richieste dei vari enti coinvolti in Conferenza dei Servizi (Città di Torino, Regione Piemonte, Città metropolitana di Torino, ARPA Piemonte, AIPO, ASL di Torino, Soprintendenza Archeologia Belle Arti e Paesaggio, Ente di gestione delle Aree Protette del Po T.se). Tali tematiche di approfondimento sono state oggetto di disamina unitamente ad ulteriori spunti emersi durante il percorso di studio.

La finalità dello Studio di impatto ambientale è quella di valutare gli impatti della realizzazione e dell'esercizio della linea metropolitana in esame, analizzando i seguenti fattori ambientali:

- Salute pubblica
- Biodiversità
- Suolo
- Geologia
- Acque sotterranee e superficiali
- Aria e clima
- Paesaggio
- Rumore, vibrazioni e radiazioni ionizzanti e non ionizzanti.

L'analisi è partita dalla definizione dello stato attuale dell'ambiente per poter meglio comprendere la portata delle modifiche introdotte dalla realizzazione della linea metropolitana. A tal proposito, le ricadute considerate sono state di due ordini temporali: più breve e (quasi sempre) reversibile, per la fase di cantiere, e con orizzonte temporale molto più distante per la fase legata all'esercizio dell'infrastruttura.

La fotografia scaturita da questa prima analisi è di un ambiente già compromesso dalle attività antropiche, con valori di qualità dell'aria e di rumorosità spesso al di sopra delle soglie prefissate e ascrivibili principalmente agli importanti volumi di traffico veicolare gravanti sul capoluogo torinese.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

La metropolitana di Torino linea 2 si inserirebbe migliorando le qualità ambientali e permettendo una "ricucitura" delle zone più periferiche rispetto al centro. Quest'ultimo, infatti, rispetto a quanto già realizzato con il progetto della Linea 1, diventa parte integrante del tracciato.

Nell'ambito di questa prima fase conoscitiva sono state realizzate delle campagne di rilievo puntuale che hanno riguardato le diverse matrici ambientali comprese le alberate pubbliche interferite dalle lavorazioni e dai manufatti in superficie, quali stazioni e pozzi intertratta. Sulla base di queste analisi iniziali è stata svolta una stima degli impatti potenziali e le mitigazioni da applicare.

Per la fase di realizzazione dell'opera si è tenuto conto delle azioni a cui ricondurre i principali impatti dovuti alla presenza del cantiere:

- Approntamento area di cantiere;
- Scavi galleria naturale, artificiale e con TBM;
- Scavi stazioni e manufatti
- spostamento dei sottoservizi;
- demolizioni;
- Realizzazione paratie/diaframmi e micropali;
- Stoccaggio di materiali polverulenti
- Presenza di attività generali nelle aree di cantiere fisse (campi base, aree di deposito, ecc.)
- Trasporto dei materiali

Le ricadute sulle diverse componenti, valutate prima singolarmente sulla base degli esiti delle emergenze dello stato attuale dell'ambiente, sono state al termine schematizzate sottoforma di matrice per permettere una sintesi e giungere alla valutazione di quello che può essere considerato l'impatto globale ascrivibile ai cantieri.

Le lavorazioni in superficie presentano gli impatti più significativi, ma sono anche i più facilmente mitigabili poiché permettono interventi diretti alla sorgente del disturbo. La maggior parte delle lavorazioni, inoltre, dopo una fase iniziale di approntamento dell'area di cantiere e di inizio scavo, si svolgeranno in tunnel. Le pressioni esercitate dall'opera sono state valutate anche in termini di durata e localizzazione.

Relativamente all'esercizio ed alla gestione della Linea 2 Tratta Politecnico- Rebaudengo, sono state considerate le seguenti azioni di progetto:

- esercizio della linea;
- Presenza fisica del manufatto.

Come è riscontrabile dalle seguenti matrici, in generale l'attuazione delle mitigazioni descritte porta ad una diminuzione complessiva dell'impatto dell'opera sulle componenti ambientali considerate.

Durante la fase di cantiere da un impatto valutato (in una scala da -1 a +1) complessivamente pari a **-0,418** quindi definibile medio si passa ad un valore di impatto molto più lieve pari **-0,155**. Invece l'impatto positivo della linea 2 in fase di esercizio espresso in termini numerici normalizzati pari a **+ 0,050** con le compensazioni previste in post operam raggiunge un valore pari a **+0,250**.

PESI	FATTORI AMBIENTALI												
	10	5	5	10	10	10	15	10	5	10			
Din	Popolazione e salute umana	Biodiversità	Suolo ed uso del suolo	Geologia ed acque sotterranee	acque superficiali	Aria e clima	Paesaggio e patrimonio culturale	Clima acustico	Clima vibrazionale	Clima elettromagnetico	Rifiuti e materiali di risulta		
C A N T I E R I Z Z A Z I O N E	Approntamento aree di cantiere	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-1	-2		-2		
	scavi galleria naturale	-2		-1	-2		-2	-1	-2	-2	-2		
	scavi galleria artificiale	-2	-2	-1	-2		-3	-1	-3	-3	-2		
	scavo galleria con metodo meccanizzato (TBM)	-2		-1	-3				-2		-2		
	scavo stazioni/manufatti (pozzi intertratta)	-2	-3	-1	-3		-2	-1	-3	-3	-2		
	Spostamento sottoservizi	-1	-3		-1		-2	-1	-1			-2	
	Demolizioni manufatti	-3					-3	-2	-3	-3		-2	
	Realizzazione paratie/diaframmi e micropali	-3		-1	-3				-3	-3			
	Stoccaggio di materiali polverulenti	-2					-3		-1				
	Presenza ed attività generali nelle aree di cantiere fisse (campi base, aree di deposito...)	-2				-2		-2	-1				
	Trasporto dei materiali	-2					-3		-2				
	IMPATTO COMPLESSIVO PER FATTORE AMBIENTALE		-23	-9	-6	-15	-4	-19	-9	-21	-16	0	-14
	IMPATTO COMPLESSIVO PER FATTORE AMBIENTALE PESATO		-0,067	-0,014	-0,009	-0,045	-0,012	-0,058	-0,027	-0,095	-0,048	0,000	-0,042
IMPATTO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO												-0,418	

Figura 114. Matrici degli impatti in fase di cantiere



PESI	FATTORI AMBIENTALI											
	10	5	5	10	10	10	10	15	10	5	10	
Dim	Popolazione e salute umana	Biodiversità	Suolo ed uso del suolo	Geologia ed acque sotterranee	acque superficiali	Aria e clima	Paesaggio e patrimonio culturale	Clima acustico	Clima vibrazionale	Clima elettromagnetico	Rifiuti e materiali di risulta	
C A N T I E R I Z Z A Z I O N E	Approntamento aree di cantiere	0	0	0	0	-1	0	0	-1		-1	
	scavi galleria naturale	-1		0	-1		-1	0	-1	-1	-1	
	scavi galleria artificiale	-1	-1	0	-1		-1	0	-1	-1	-1	
	scavo galleria con metodo meccanizzato (TBM)	-1		0	-1					-1	-1	
	scavo stazioni/manufatti (pozzi intertratta)	-1	-1	0	-1		-1	0	-1	-1	-1	
	Spostamento sottoservizi	0	-1		0		-1	0	-1			-1
	Demolizioni manufatti	-1					-1	-1	-1	-1		-1
	Realizzazione paratie/diaframmi e micropali	-1		-1	-1				-1	-1		
	Stoccaggio di materiali polverulenti	-1					-1		0			
	Presenza ed attività generali nelle aree di cantiere fisse (campi base, aree di deposito..)	0				-1		-1	0			
	Trasporto dei materiali	-1					-1		-1			
	IMPATTO COMPLESSIVO PER FATTORE AMBIENTALE	-8	-3	-1	-5	-2	-7	-2	-8	-6	0	-7
	IMPATTO COMPLESSIVO PER FATTORE AMBIENTALE PESATO	-0,024	-0,005	-0,002	-0,015	-0,006	-0,021	-0,006	-0,036	-0,018	0,000	-0,021
	IMPATTO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO	-0,130										

Figura 115. Matrici degli impatti in fase di cantiere con mitigazioni



PESI	FATTORI AMBIENTALI											
	10	5	5	10	10	10	10	15	10	5	10	
Dim	Popolazione e salute umana	Biodiversità	Suolo ed uso del suolo	Geologia ed acque sotterranee	acque superficiali	Aria e clima	Paesaggio e patrimonio culturale	Clima acustico	Clima vibrazionale	Clima elettromagnetico	Rifiuti e materiali di risulta	
E S E R C I Z I O	Esercizio della linea	2		-1		3		2	-2	-1		
	Presenza fisica di manufatti			-1	-1	-1	1					
IMPATTO COMPLESSIVO PER FATTORE AMBIENTALE												
		2	0	-1	-2	-1	3	1	2	-2	-1	0
IMPATTO COMPLESSIVO PER FATTORE AMBIENTALE PESATO												
		0,033	0,000	-0,008	-0,033	-0,017	0,050	0,017	0,050	-0,033	-0,008	0,000
IMPATTO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO												
		0,050										

Figura 116. Matrice degli impatti in fase di esercizio



PESI	FATTORI AMBIENTALI										
	10	5	5	10	10	10	10	15	10	5	10
Dim	Popolazione e salute umana	Biodiversità	Suolo, uso del suolo e patrimonio agroa	Geologia ed acque sotterranee	acque superficiali	Aria e clima	Paesaggio e patrimonio culturale	Clima acustico	Clima vibrazionale e acustico strutturale	Clima elettromagnetico	Rifiuti e materiali di risulta
E S E R C I Z I O	Esercizio della linea	3				3		3			
	Presenza fisica di manufatti		3	2				2			
IMPATTO COMPLESSIVO PER FATTORE AMBIENTALE											
IMPATTO COMPLESSIVO PER FATTORE AMBIENTALE PESATO		3	3	2	0	0	3	2	3	0	0
IMPATTO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO		0,050	0,025	0,017	0,000	0,000	0,050	0,033	0,075	0,000	0,000
		0,250									

Figura 117. Matrice degli impatti in fase di esercizio con mitigazioni

Dalla valutazione si evince come la realizzazione dell'opera sia vantaggiosa dal punto di vista ambientale, in particolare per quel che concerne le esternalità positive derivanti dalla riduzione del traffico veicolare per la componente atmosfera e rumore.

Per tutti gli aspetti ambientali, il monitoraggio costituirà lo strumento più efficace di prevenzione ed intervento tempestivo nella mitigazione degli impatti residui. Infatti, oltre alla lettura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente, consentirà costantemente il confronto con le previsioni d'impatto espresse in fase progettuale e, se necessario, ricalibrare gli interventi con azioni correttive.

16.2 Gestione terre e rocce da scavo e rifiuti

L'opera in progetto si inquadra come «cantiere di grandi dimensioni», così come definito alla lettera u) dell'art. 2 del DPR 120/17: cantiere in cui sono prodotte terre e rocce da scavo in quantità superiori a seimila metri cubi, calcolati dalle sezioni di progetto, nel corso di attività o di opere soggette a procedure di valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione integrata ambientale di cui alla Parte II del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Le Terre e Rocce da Scavo (TRS) possono essere escluse dalla disciplina dei rifiuti se ricorrono le condizioni previste dall'art. 185 del D.Lgs. 152/06 relativo alle esclusioni dall'ambito di applicazione della suddetta disciplina. In particolare, sono esclusi dalla disciplina dei rifiuti:

- il terreno (in situ), inclusi il suolo contaminato non scavato e gli edifici collegati permanentemente al terreno, fermo restando quanto previsto dagli articoli 239 e seguenti relativamente alla bonifica dei siti contaminati;
- il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato scavato.

Inoltre, il suolo escavato non contaminato e altro materiale allo stato naturale, utilizzato in siti diversi da quelli in cui sono stati escavati, deve essere valutato ai sensi, nell'ordine, degli articoli 183, comma 1 lettera a), 184-bis e 184-ter.

Quando ricorrono le condizioni le Terre e Rocce da Scavo possono essere qualificate come sottoprodotti o, se sottoposte ad opportune operazioni di recupero, cessare di essere rifiuti. In quest'ultimo caso devono essere soddisfatte le condizioni di cui alle lettere da a) a d) dell'articolo 184-ter del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., nonché gli specifici criteri tecnici adottati in conformità a quanto stabilito dal comma 2 dell'articolo 184-ter.

I materiali da scavo prodotti nel corso delle attività di cantiere classificabili come rifiuti saranno gestiti secondo quanto previsto dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152 Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 152/06). La gestione di tali materiali è descritta nel documento Piano di gestione rifiuti (MTL2T1A0DAMBGENR011). Scopo del Piano di Gestione dei Rifiuti prodotti dalle attività di cantiere, di scavo e di demolizione è di pianificare ed incentivare la minimizzazione della produzione dei rifiuti, ossia il risparmio delle materie prime disponibili, e sostenere il recupero dei rifiuti prodotti. In particolare, incentivare il recupero dei rifiuti da scavo, costruzione e demolizione che vengono impiegati massivamente come materia prima seconda (o "end of waste") in operazioni di colmata di cave esaurite, per rilevati e sottofondi stradali e per la copertura delle discariche (sia quotidiana che definitiva).

Si rimanda agli elaborati specifici di riferimento per i dettagli:

- MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di Utilizzo Terre e Rocce da Scavo redatto ai sensi del D.P.R. n. 120/17 (DPR 120/17) e alle disposizioni dettate dalla "Linea Guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" n. 22/2019 di cui alla Delibera del Consiglio SNPA, seduta del 09.05.2019, doc. 54/19.
- MTL2T1A0DAMBGENR014- Piano Preliminare di Utilizzo in Sito delle Terre e Rocce da Scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (ai sensi dell'art. 24 del DPR 120/2017).
- MTL2T1A0DAMBGENR011 -Piano di gestione rifiuti.

Nello specifico, a fronte di una produzione di materiali da scavo pari a circa 2.401.207 m³, in ragione delle scelte progettuali effettuate, quelli in esubero da conferire ad impianto di recupero o discarica ammonterebbero, in base alle caratterizzazioni eseguite nelle attuali fasi di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

progettazione, a 3.319 m³. Tale scelta progettuale, pertanto, si configura come misura atta a prevenire, quantomeno in parte significativa, la produzione di rifiuti.

16.3 Siti di conferimento

I siti di conferimento dei materiali in esubero sono stati censiti ed identificati in una serie di impianti di recupero e discariche per rifiuti inerti e non pericolosi, nel dettaglio identificate nei documenti MTL2T1A0DAMBGENR010 "Piano di utilizzo terre e rocce da scavo" e MTL2T1A0DAMBGENR011 "Piano di gestione dei rifiuti" i quali, nel loro complesso, sono localizzati entro un raggio di distanza massima dall'area di intervento di circa quaranta chilometri.


I materiali di scavo che a seguito della caratterizzazione definitiva in corso d'opera presenteranno caratteristiche idonee ad una qualifica in regime di sottoprodotti potranno essere utilizzati per:

- recupero in sito per rinterri;
- recupero in sito e fuori sito per produzione di calcestruzzi;
- impianti di recupero che trattano i sottoprodotti (in processi di produzione industriale);
- rinterri, riempimenti, rimodellazioni, miglioramenti fondiari o viari;
- ripristini, miglioramenti ambientali, tra cui recupero ambientale di cave dismesse;
- rilevati, sottofondi;
- progetti per la realizzazione di opere appaltate da Pubbliche Autorità e/o di opere in aree di proprietà di Pubbliche Autorità.

Il coinvolgimento dei materiali da scavo prodotti dall'opera in altri progetti sarà definito in fase di realizzazione delle opere in quanto ad oggi non si possono fornire indicazioni attendibili in merito.

Per la definizione dei siti di destino dei rifiuti, relativamente ai codici EER 17 05 04 e 17 05 03*, si fa riferimento ai siti autorizzati riportati nell'elaborato MTL2T1A0DAMBGENR019 "Corografia dei siti di conferimento e smaltimento (cave e discariche)" disponibili mediante consultazione del portale della Regione Piemonte, previa verifica in fase esecutiva della validità delle autorizzazioni e della effettiva disponibilità al ricevimento dei rifiuti.

In ragione di quanto qui sinteticamente riportato, risulta quindi possibile affermare che le esigenze progettuali in termini di smaltimento dei materiali in esubero potranno agevolmente trovare soddisfacimento già entro un ambito di distanza contenuto.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

17. INTERFACCIA CON LA LINEA 1

In corrispondenza della stazione Porta Nuova, è previsto che la Linea 2 della metropolitana di Torino abbia un interscambio con la linea esistente. In particolare, il passaggio tra le due linee avviene in modo diretto attraverso un cunicolo sotterraneo.

Nella nuova stazione Porta Nuova è previsto, come richiesto dalle Forze dell'Ordine, un locale security, che sarà unico per entrambe le linee metropolitane.

Infine, uno dei punti di consegna dell'energia elettrica previsti è posizionato proprio in corrispondenza della stazione Porta Nuova, dove è già prevista la consegna per la Linea 1, che potrebbe essere condivisa, di concerto con l'ente gestore della linea 1, con la nuova linea.



18. GEOSTRUTTURE ENERGETICHE

La tecnologia innovativa delle geostrutture energetiche è un altro aspetto di grande interesse per un'opera così rilevante come la Linea 2 della metropolitana di Torino poiché consente di sfruttare lo scambio di calore con il sottosuolo per produrre energia da utilizzare sia all'interno che all'esterno dell'opera stessa.

Le geostrutture sono elementi strutturali interrati (strutture in cemento armato), quali ad esempio diaframmi e conchi di rivestimento al cui interno possono essere predisposti con un circuito di tubazioni in materiale polietilenico a elevata densità, fissati alla gabbia di armatura prima del getto di calcestruzzo. Quest'accorgimento costruttivo permette di avere all'interno dell'elemento strutturale in opera uno o più circuiti chiusi entro cui fluisce il liquido termovettore, in genere costituito da una soluzione acquosa salina o antigelo (glicole).

Il potenziale geotermico del sottosuolo attraversato dall'opera può essere utilizzato ai fini energetici mediante i rivestimenti delle gallerie (gallerie energetiche) sia per quelle scavate mediante TBM sia per quelle a scavo a cielo aperto (Cut & Cover).

La possibilità di attivazione termica risiede nell'attrezzaggio con il circuito di tubi scambiatori rispettivamente nel primo caso dei conchi prefabbricati montati dalla TBM stessa e nel secondo caso dei diaframmi di sostegno degli scavi.

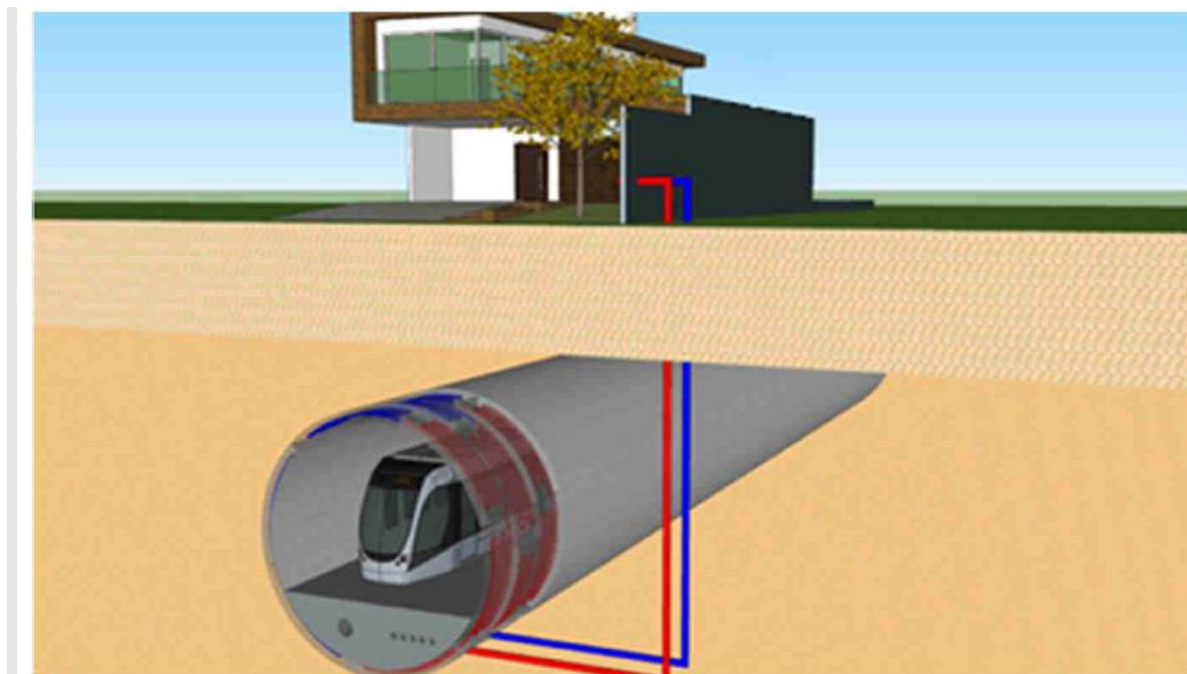


Figura 118. Schema di funzionamento di una galleria energetica finalizzata a riscaldamento e/o condizionamento edifici

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

18.1 La sperimentazione eseguita nella Linea 1 della Metropolitana di Torino

Al fine di verificare il funzionamento del concio energetico Enertun, nel 2016 ha preso avvio un progetto di realizzazione di un prototipo sperimentale di galleria energetica nell'ambito di un protocollo di intesa tra il Politecnico di Torino, InfraTo e il Consorzio Integra. Il prototipo è stato realizzato nella galleria del prolungamento Sud della Linea 1 della Metropolitana di Torino durante le fasi di costruzione della stessa (Barla et al. 2019), a circa 42 m a Nord della stazione Bengasi, nel tratto di galleria Lingotto-Bengasi. Consiste di 12 segmenti Enertun equipaggiati con la configurazione Ground & Air. Il rivestimento in conci prefabbricati ha uno spessore di 30 cm ed è costituito da 6 conci (5 più uno di chiave). Ogni anello è lungo 1,4 m con un diametro interno di 6,88 m. La falda per questa tratta si trova ad una profondità di circa 12 m.

La pompa di calore e il dispersore termico sono stati installati in corrispondenza della zona di stazione. Vista la finalità sperimentale, è stato installato un importante sistema di monitoraggio per consentire di valutare il comportamento termico del sistema geotermico e il comportamento strutturale dei conci. Il sistema di monitoraggio comprendeva sensori di deformazione, tensione e temperatura annegati nei conci durante la prefabbricazione, sensori di temperatura lungo le tubazioni, misuratori di portata e contacalorie.

La sperimentazione è stata avviata a Settembre 2017 e si è protratta per un anno e ha consentito di studiare il comportamento in condizioni estive e in condizioni invernali.

Sono state eseguite un totale di 12 prove di funzionamento in modalità di riscaldamento (invernale) e di raffrescamento (estiva) sia utilizzando il circuito di scambio Ground (circuito all'estradosso del concio al contatto con il terreno) che quello Air (circuito all'intradosso del concio al contatto con il lume della galleria). I risultati della sperimentazione sono stati oggetto di pubblicazioni scientifiche e hanno consentito di quantificare lo scambio termico in un intervallo compreso tra 40 e 66 W/m² a seconda della tipologia di applicazione (Barla et al. 2019 e Insana & Barla 2019).

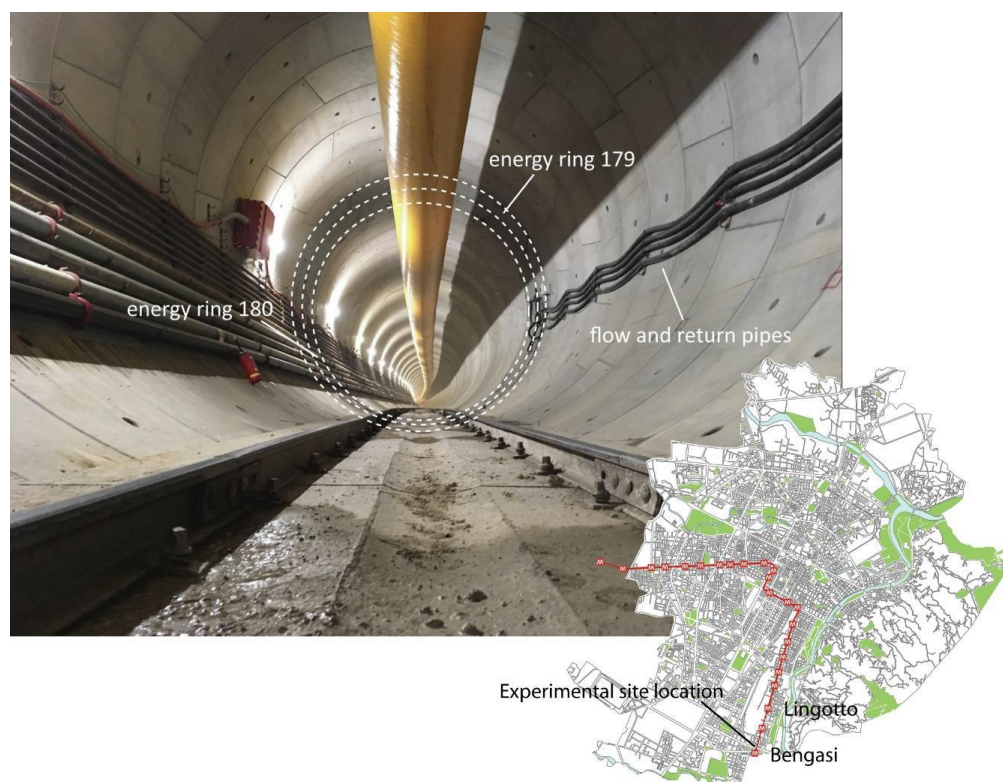


Figura 119. Vista del campo sperimentale Enertun e posizione lungo la Linea 1 della Metropolitana di (Insana e Barla 2019).

18.2 Implementazione delle geostrutture energetiche lungo la Linea 2 della Metropolitana

Nel progetto delle opere che costituiscono la Linea 2 della Metropolitana di Torino, è stata implementata la tecnologia delle geostrutture energetiche che permette di sfruttare lo scambio di calore con il sottosuolo per produrre energia da utilizzare sia all'interno che all'esterno dell'opera stessa. L'attivazione termica delle strutture della Metro non comporta il prelievo e/o l'immissione in falda di acque ed è quindi assimilabile ad un circuito geotermico del tipo a circuito chiuso. Infatti, le geostrutture energetiche sono costituite da elementi strutturali interrati (strutture in cemento armato), quali ad esempio diaframmi e conci di rivestimento, al cui interno vengono disposte, fissandole alla gabbia di armatura prima del getto di calcestruzzo, tubazioni in materiale polietilenico a elevata densità atte a costituire un circuito chiuso. Quest'accorgimento costruttivo permette di realizzare all'interno dell'elemento strutturale in opera uno o più circuiti chiusi entro cui fluisce un liquido termovettore, in genere costituito da una soluzione acquosa salina o antigelo (glicole), che scambia calore con il sottosuolo.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Nell'ambito degli studi condotti nel Progetto Definitivo della Linea 2 della Metro, tramite un modello numerico FEM-TH tridimensionale implementato dal Politecnico di Torino, è stato possibile ricostruire con buona affidabilità la zona di alterazione termica (ZAT) dovuta all'attivazione termica dell'intero tracciato della metropolitana, delle stazioni di linea, del Deposito-officina Rebaudengo e degli impianti geotermici esistenti o in progetto (dati aggiornati a dicembre 2022 messi a disposizione dalla Città Metropolitana di Torino). La suddetta ZAT delimita il confine a monte e a valle idrogeologico dell'opera entro cui le variazioni di temperatura attese dal modello superano 1°C.

Inoltre, a partire dall'analisi delle caratteristiche plano-altimetriche delle opere previste, delle modalità costruttive, della caratterizzazione idrogeologica dei terreni presenti lungo il tracciato, dei relativi parametri termo-idraulici e delle tipologie strutturali attivabili termicamente, sono state individuate delle tratte omogenee sulla base delle quali è stato possibile definire, mediante specifici modelli numerici accoppiati termo idraulici, la potenza scambiabile dal sistema geotermico proposto.

Lungo il tracciato in esame che comprende i Lotti 1 e 2 della Linea 2 di lunghezza complessiva pari a circa 9,6 km, sono risultate attivabili termicamente la maggior parte delle strutture di linea previste tra cui in particolare circa 5 km di galleria scavata con TBM tra le stazioni di Politecnico e Bologna, attrezzata con conci energetici, circa 2 km di galleria realizzata con metodologia "Cut & Cover" tra le stazioni di Bologna e Giulio Cesare, mediante la realizzazione di diaframmi energetici di varia profondità. Oltre alle gallerie di linea, particolare importanza per lo scambio termico assumono anche le 12 stazioni di linea risultate termicamente attivabili (su 13 stazioni totali) previste lungo il tracciato ed il deposito Rebaudengo con lunghezza complessiva di oltre 350 m realizzato al termine della linea. Per ciascuno di questi manufatti è infatti prevista la realizzazione di una articolata serie di diaframmi di profondità massima fino a circa 45 m che, alla stregua dei diaframmi realizzati per le gallerie di linea, consentono un efficace scambio termico con il terreno circostante.

In merito all'argomento è stata condotta una valutazione ambientale degli effetti delle geostrutture nella relazione allegata al SIA (MTL2T1A0DAMBGENR012).

Infine, per l'implementazione delle geostrutture energetiche nel Progetto Definitivo della Linea 2, si rimanda alla documentazione progettuale della Cartella 17 "Geotermia".

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

19. PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO

La progettazione definitiva della tratta Politecnico – Rebaudengo, in accordo alle previsioni contrattuali, è stata suddivisa in due lotti funzionali:

- 1° lotto costruttivo: “Rebaudengo-Bologna” che si sviluppa tra il deposito/officina Rebaudengo ed il pozzo Novara;
- 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

Anche la documentazione relativa alla sicurezza (cartella n. 18) è stata pertanto predisposta per ciascuno dei due lotti costruttivi. Sono pertanto stati redatti n. 2 Piani di Sicurezza e Coordinamento (con i relativi allegati) e n. 2 Fascicoli dell’Opera. Entrambi i documenti dovranno essere necessariamente aggiornati dal Coordinatore della Sicurezza in fase di progettazione nel successivo step di progettazione esecutiva, in relazione alle eventuali nuove esigenze/indicazioni che verranno fornite dalla Committente ed agli approfondimenti progettuali che verranno condotti in tale step.

19.1 Piano di Sicurezza e Coordinamento

Ciascun Piano di Sicurezza e Coordinamento è composto da una relazione generale e dai relativi allegati.

19.1.1 Relazione generale

La relazione generale è suddivisa in tre parti:

- **PARTE I: GENERALITÀ** - contiene le informazioni generali relative al lavoro:
 - Identificazione e descrizione dell’opera;
 - Indirizzo del cantiere;
 - Descrizione del contesto in cui è collocata l’area di cantiere;
 - Descrizione sintetica dell’opera;
 - Cenni di geologia e idrogeologia.
- **PARTE II: ORGANIZZAZIONE GENERALE DELLA SICUREZZA** - contiene la descrizione delle installazioni e le regole di gestione del cantiere:
 - Individuazione dei soggetti con compiti di sicurezza;
 - Descrizione delle installazioni e le regole di gestione del cantiere;
 - La descrizione e la pianificazione delle lavorazioni.
- **PARTE III: SICUREZZA, IGIENE E COORDINAMENTO DELLE LAVORAZIONI** - contiene le seguenti informazioni:
 - l’analisi e la valutazione dei rischi in riferimento alle interferenze fra le lavorazioni;
 - le misure e le procedure di coordinamento relative all’uso comune di più imprese e lavoratori autonomi come scelta di pianificazione dei lavori finalizzati alla sicurezza di apprestamenti, attrezzature, infrastrutture, mezzi e servizi di protezione collettiva;

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- o le modalità organizzative della cooperazione e del coordinamento e la reciproca informazione fra i datori di lavoro e tra questi e i lavoratori autonomi;
- o l'organizzazione per le misure di pronto soccorso, antincendio, evacuazione dei lavoratori;
- o la durata delle lavorazioni, delle sottofasi lavorative che costituiscono il cronoprogramma;
- o modalità della stima degli oneri della sicurezza.

19.1.2 Allegati


Il Piano di Sicurezza e Coordinamento è completato dai seguenti documenti, che vengono allegati alla Relazione Generale:

- A1 – SCHEDE LAVORAZIONI
- A2 – SCHEDE MACCHINE
- A3 – SCHEDE GRUPPI OMOGENEI E PRINCIPALI MISURE TECNICHE DI PREVENZIONE (CPT TORINO)
- A4 – SCHEDE UTILIZZO OPERE PROVVISORIALI
- A5 – ELENCO TELEFONICO EMERGENZA
- A6 – DISPOSITIVI PROTEZIONE INDIVIDUALE ORDINARI
- A7 – SCHEDE SOSTANZE CHIMICHE GENERICHE
- A8 – LAVORI IN AMBIENTI CONFINATI
- A9 – LINEE GUIDA PIANO DI EMERGENZA
- A10 – RECINZIONI DI CANTIERE: SPECIFICHE E TIPOLOGIE
- A11 – SEGNALETICA
- A12 – CRONOPROGRAMMA
- A13 – STIMA COSTI DELLA SICUREZZA

Fanno altresì parte integrante del Piano di Sicurezza e Coordinamento, sebbene non materialmente allegati, gli elaborati del progetto definitivo relativi al cronoprogramma dei lavori (contenuti nella cartella 1.1), alla bonifica da ordigni bellici (contenuti nella cartella 1.3), alla geologia, geotecnica e idrogeologia (contenuti nelle cartelle 4.10, 4.11, 4.12), alle fasi esecutive / costruttive per la realizzazione delle opere (contenuti nelle cartelle 9.1, 9.2, 9.3 per le stazioni; 9.4 per i pozzi; 9.5 per la galleria), alle opere di presidio e consolidamenti per la realizzazione della galleria (contenuti nella cartella 10), alla viabilità e cantierizzazioni (contenuti nelle cartelle 15.1 e 15.2), alla salvaguardia dell'ambiente (contenuti nella cartella 16).

19.2 Fascicolo dell'Opera

il Fascicolo dell'Opera contiene le prescrizioni e le modalità per la revisione e manutenzione delle opere realizzate, da effettuare successivamente al completamento delle stesse, individuando, per le singole attività previste, i relativi rischi, le misure preventive e protettive prevedibili nella sola fase progettuale; in particolare, esso prevede:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- le misure preventive e protettive in dotazione all'opera: le misure preventive e protettive che vengono messe in opera (incorporate nell'edificio) e che diverranno proprietà del committente;
- le misure preventive e protettive ausiliarie: le misure preventive che il committente non intende installare o acquistare ma che saranno richieste come requisiti minimi indispensabili alle imprese che verranno ad eseguire i lavori manutentivi.

Il Fascicolo è pertanto impostato in due parti fondamentali:

- una prima parte dove vengono analizzati i rischi e le misure preventive nelle specifiche attività di manutenzione;
- una seconda parte dove vengono riportati i riferimenti alla documentazione di supporto, allegata al Fascicolo, quale importante riferimento documentale al momento dell'esecuzione dei successivi interventi di manutenzione sull'opera.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

20. MONUMENTO A RE CARLO ALBERTO – TRASLAZIONE PROVVISORIA

20.1 Premessa

Nel presente capitolo si descrive l'intervento di traslazione provvisoria del monumento a Carlo Alberto, eseguito preliminarmente alla realizzazione della stazione sotterranea ubicata nell'omonima piazza e relativa alla Linea 2 della Metropolitana di Torino - tratta Politecnico-Rebaudengo. Al termine dei lavori della stazione, il monumento sarà riposizionato nella posizione originaria.

Gli studi preliminari e la progettazione definitiva dell'intervento descritti nel seguito, sono stati condotti dall'RTP: (mandataria) Studio Arch. Gritella & Associati; (mandanti) Ing. Franco Galvano/Arte Restauro Conservazione di Arlotto Cristina Maria e C. s.a.s. (si veda Tabella 5), in qualità di raggruppamento di professionisti esperti in progettazione di beni culturali nella fattispecie di "monitoraggio, manutenzione, restauro di beni culturali immobili" di cui al D.M. 22 agosto 2017 n. 154 art. 1.

20.2 Ubicazione e struttura architettonica

Quasi al centro dell'omonima piazza torinese sorge il monumento equestre all'ultimo Re di Sardegna, Carlo Alberto di Savoia Carignano. La statua raffigura il sovrano a cavallo con la spada sguainata, rivolto verso la facciata posteriore di Palazzo Carignano. L'opera bronzea, eretta su un alto basamento lapideo suddiviso in tre settori sovrapposti, fu inaugurata nel 1861 in occasione delle celebrazioni per l'Unità d'Italia.



CITTA' DI TORINO

Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta:
Politecnico – Rebaudengo

Relazione generale

03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

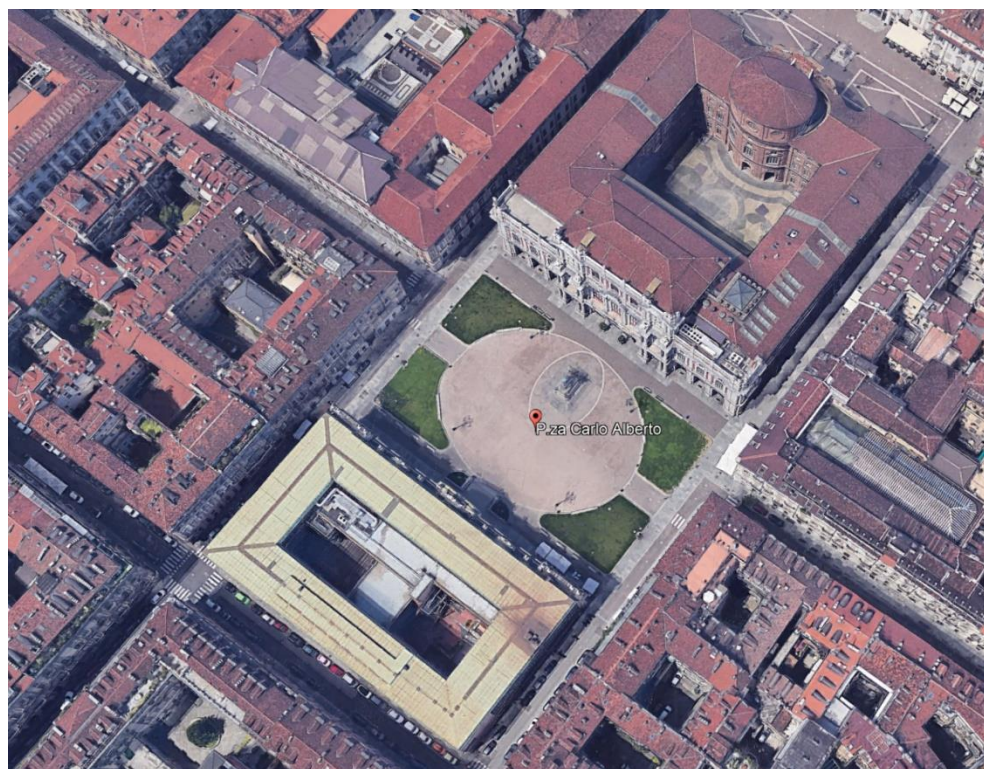


Figura 120. Piazza Carlo Alberto – situazione esistente



Figura 121. Monumento a Re Carlo Alberto

La struttura costituente il basamento, disegnato dall'architetto torinese Carlo Promis e poi fatto modificare dal Marocchetti, è costituita da elementi architettonici formati da blocchi di granito incastrati e sovrapposti l'uno sull'altro su una base a gradoni. Sulla struttura granitica sono collocate delle statue e dei bassorilievi in bronzo fuso con decori metallici in ferro patinato e ottone. La statua equestre è costituita da due sculture separate, il cavallo e la figura del sovrano.

Il monumento è costituito da un podio in muratura rivestito e in parte costituito interamente da blocchi e lastre in materiale lapideo. Lo stilobate inferiore conformato da tre gradoni con il circostante marciapiede posto a livello del piano di calpestio della piazza è formato da elementi in sienite. Il primo stadio del basamento è formato da blocchi, di varia foggia, in granito nero di Scozia dalle cave di Aberdeen. Il secondo stadio e il piedistallo superiore su cui poggia la statua equestre sono realizzati con elementi in granito rosa di Baveno. Al fine di procedere alla



definizione degli interventi necessari a eseguire lo spostamento e il restauro del monumento, è
sono state eseguite delle indagini esplorative che hanno dato origine al cosiddetto "cantiere della
conoscenza" di seguito descritto.

20.3 Il cantiere della conoscenza

Durante lo svolgimento del cantiere della conoscenza condotto in prossimità delle fondazioni e
sul corpo del monumento equestre a Carlo Alberto nell'omonima piazza, sono stati eseguiti
sondaggi specifici volti a indagare lo stato di consistenza e le tecnologie costruttive impiegate
durante la fase di costruzione dell'opera.

In particolare, i sondaggi di cui alla presente relazione miravano a conoscere lo stato di fatto e
l'estensione delle fondazioni e la consistenza materica e la tipologia costruttiva del nucleo interno
al podio granitico.

Sono qui descritti le modalità di esecuzione e gli esiti dei saggi da 1 a 2 schematizzati nella figura
seguente e dettagli nella documentazione progettuale della Cartella 6.1.3 del Progetto Definitivo.

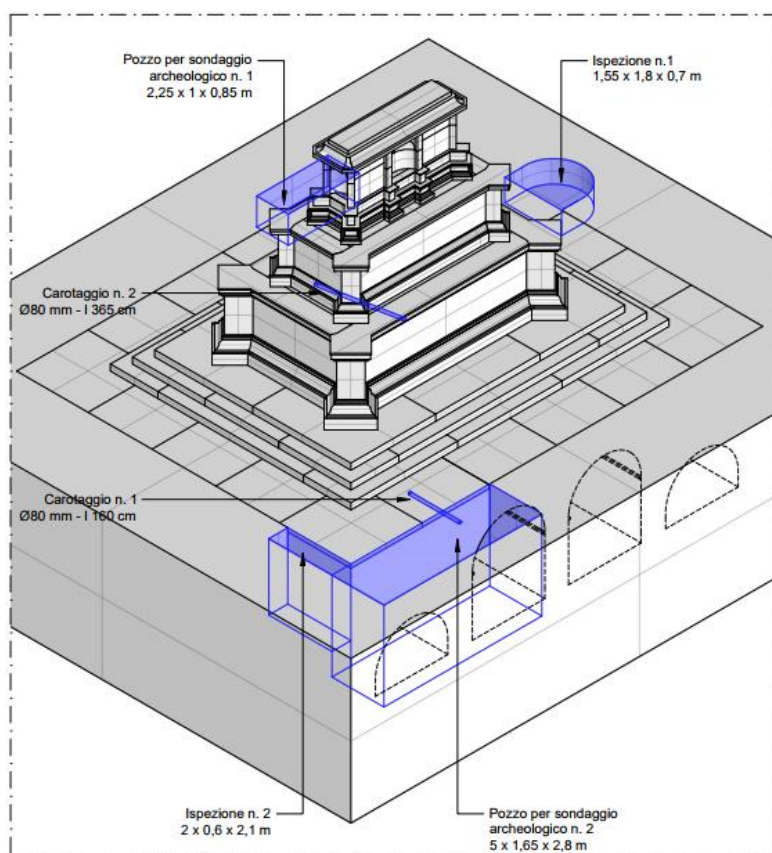


Figura 122. Schema delle indagini eseguite nel cantiere della conoscenza

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

20.3.1 Pozzi n. 1-2 in prossimità della zona di appoggio sul suolo dell'opera viva in elevazione esterna

In prossimità del perimetro della pavimentazione in lastre di sienite che costituiscono il marciapiede che circonda lo stilobate del podio, posto alla quota della attuale pavimentazione della piazza, sono stati aperti n. 2 pozzi mediante scavo manuale e meccanico con ausilio di escavatore a cucchiaia. I due pozzi sono stati condotti lungo i lati nord-est e sud-ovest, definiti rispettivamente nello schema della figura precedente come pozzo n. 1 e pozzo n. 2.



Figura 123. Pozzo n.1 – particolare fondazione rinvenuta durante le indagini

Il pozzo n. 1 è stato condotto sino ad una profondità di mt. 3,85 circa e successivamente ampliato sino all'incirca allo spigolo est del basamento, con una quota in profondità via via decrescente.

Il saggio n. 2 è stato condotto sino ad una profondità di circa mt. 1,60.

Entrambi i saggi hanno posto in evidenza una struttura di fondazione complessa, in opera muraria laterizio-lapidea, coerente e in fase unica al periodo di costruzione del monumento a cui essa appartiene. Tale struttura, esplicitata nei disegni di rilievo qui allegati può essere così descritta. Durante le fasi di predisposizione del podio basamentale, costruito come vediamo successivamente parte in opera muraria e parte in stereotomia litica, fu predisposto un elemento di fondazione in sottosuolo, edificato a cielo aperto in una precedente fossa di scavo a pareti inclinate con pendenza stabilizzata in "natural declivio", e quindi assai probabilmente prive di sbatocchi.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

La struttura rinvenuta ha un'impronta planimetrica analoga per dimensioni all'area definita dal superiore marciapiede in lastre di sienite, ossia con lati di mt. 10,60 x 13,05. Ne deriva un volume parallelepipedo con una profondità rilevata di mt. 3,70 e presunta approssimativamente di mt. 4 – 4,50, sebbene il piano di spiccato non sia stato raggiunto dai saggi effettuati per necessità tecniche connesse alla natura del suolo e all'obiettivo temporale ed economico predeterminati alle indagini eseguite. La struttura emersa evidenzia una caratteristica costruttiva singolare: la presenza di quattro gallerie archi voltate a botte in opera laterizia, direzionate da nord-est a sud-ovest, ossia parallele ai lati minori del podio. Le gallerie, aperte sui due fronti opposti, presentano tra loro uguale corda, pari a mt. 2,30, ma piani d'imposta diversi: più alti quelli della coppia di gallerie centrali che pongono la chiave di volta a – mt 1.12 rispetto alla quota 0,00 del piano di calpestio della piazza, e decisamente più bassi quelli delle gallerie laterali (c. - mt. 3,60) così che la chiave di volta di quest'ultime risulta alla quota di -mt. 2,52 da 0,00. Le coppie di gallerie poggiano su muri di spalla di spessore pari a mt. 0,78, con sezione regolare continua, realizzati in opera mista laterizio-lapidea con corsi di mattoni posti a intervalli di circa mt. 1. L'interno delle gallerie maggiori, almeno per la parte della galleria A parzialmente

indagata, risulta colmato di terriccio che per la parte superiore, prevalentemente ghiaioso appare di riporto. Da un esame visivo e dal confronto con altre strutture analoghe pertinenti a fondazioni di elementi architettonici isolati con sculture monumentali in area non solo urbana torinese si possono dedurre le seguenti considerazioni sulla realizzazione del manufatto. La fondazione, di buona qualità esecutiva, risulta costruita in un'unica fase, quindi, come da riscontri archivistici, prossima agli anni 1860-61.

Sul fondo della fossa di scavo vennero realizzati i muri trasversali elevati in parte in trincea con piano fondale definito dalla presenza di un terreno sufficientemente compatto e resistente, quindi oltre il limite del fondo del fossato che doveva sussistere sino alla fine del XVIII secolo in tale area, fossato di pertinenza alle difensive esterne alla cinta fortificata urbana barocca. Non possiamo escludere a priori che le fondazioni del monumento coinvolgano in profondità parti residuali delle opere più profonde del sistema difensivo urbano citato. Eretti i muri longitudinali furono realizzate le quattro volte a botte apparecchiate in laterizio con malta di calce idraulica a vaglio molto fine. Il sesto di volta fu costruito utilizzando come centine a perdere la terra di riempimento delle quattro gallerie, la cui porzione superiore venne modellata in sito utilizzando un riporto di sabbia di alcuni centimetri (rinvenuta ancora in loco). La curvatura regolare a tutto sesto fu ottenuta mediante l'impiego di quattro centine lignee poste in opera in corrispondenza delle sezioni di testa di ciascuna galleria, come rivelano i mattoni in sporto costituenti pulvino d'appoggio delle centine utilizzate come dime guida per regolarizzare il fuso semicilindrico della terra su cui vennero deposti i mattoni per costruire le quattro volte.

La fondazione così rinvenuta risulta dai saggi effettuati, simmetrica sui due lati nord-est e sud-ovest, mentre si presume priva di particolari rilevanze architettoniche sui due opposti lati, sebbene i saggi attuati non consentano informazioni su questi due prospetti interrati.

I fronti posti a nudo dagli scavi esplorativi hanno rivelato una muratura di buona esecuzione, compatta e priva di difetti, costituita da un apparecchio misto, laterizio lapideo, a corsi irregolari che delineano listature a due corsi di mattoni non a passo costante, con impiego di scapoli di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

pietra e ciottoli alluvionali immersi in letti abbondanti di malta idraulica grigio chiara a vaglio irregolare, a volte grossolano con ghiaietto e ghiaia di medio e grande setaccio, con interposti frammenti laterizi e coppi. Il marciapiede in lastre lapideo risulta posato su un letto di malta di alcuni centimetri di spessore, deposto a sua volta su una muratura di circa cm 30 di spessore, prevalentemente costituita da mattoni e poche pietre di piccole dimensioni con avanzi di laterizio. Si tratta chiaramente di una base realizzata in fase con la posa del marciapiede e sovrapposta ad un piano superiore di fondazione già a suo tempo completato.

20.3.2 Saggio n. 3 con trivella ed estrazione di menisco condotto all'interno della struttura della fondazione laterizia


In corrispondenza dell'angolo nord-est della fondazione è stato praticato un saggio orizzontale (carotaggio n. 1) mediante carotatrice diamantata Ø 80 mm, profondità circa mt. 1,60, con estrazione di carota. Il saggio ha evidenziato che per la sezione indagata la struttura interna della fondazione risulta compatta, costituita da muratura tenace e cementata, in apparecchio laterizio-lapideo, del tutto analogo a quanto si evince dall'osservazione del paramento esterno messo in evidenza. Si esclude quindi la presenza di una muratura a sacco incoerente di riempimento incluso in un muro di cinturazione perimetrale. L'analisi della carota non pone in evidenza discordanti fasi costruttive o riprese murarie incoerenti.

20.3.3 Saggio n. 4 con trivella ed estrazione di menisco condotto all'interno della struttura del podio granitico

Come da progetto è stato effettuato un carotaggio interno al nucleo del podio granitico con lo scopo di evidenziarne il contenuto, i materiali e la tecnica costruttiva. Il carotaggio (carotaggio n. 2) è stato eseguito con corona diamantata Ø 80 mm, inclinazione di 40° sull'orizzontale per una profondità di circa mt. 3,85. Il punto d'ingresso della sonda è stato individuato al di sotto di una bandella di ottone che copre le modanature di raccordo soprastanti al plinto del piedistallo intermedio così da dissimularne traccia a fine intervento. La carota estratta ha consentito di evidenziare la presenza di un nucleo interno eseguito in muratura laterizia, con apparecchiatura isodoma, con impiego di malta di calce idraulica a vaglio molto fine e tessitura laterizia regolare. Il nucleo è rivestito da un paramento esterno costituito da lastre monolitiche in granito che nella sezione d'ingresso della sonda raggiunge lo spessore lineare orizzontale prossimo a 53 cm con superficie interna levigata.

Si deduce l'impiego in fase storica del segaccio idraulico a vapore per il sezionamento dei blocchi, tecnica industriale verosimilmente usata anche per l'esecuzione in sgrossatura delle modanature già levigate in stabilimento. Nella fase terminale della carota compaiono elementi lapidei e scarti di lavorazione di granito e trovanti in ciottoli di medio-grandi dimensioni, pertinenti alla muratura di riempimento del basamento di fondazione che include il nucleo dello stilobate a tre gradini.

Ad ultimazione del cantiere della conoscenza è stato ripristinato lo stato di consistenza iniziale.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

20.4 Analisi sui bronzi del monumento

Per completare il quadro conosciuto, sui bronzi per conoscere le caratteristiche della lega, è stata condotta una spettrofotometria XRF quantitativa, se alcuni campioni di piccole dimensioni prelevati dai bronzi.



Figura 124. Punto di prelievo del campione bronzeo CA1 per la spettrofotometria

Le misure effettuate su due lati del frammento privato della patina di ossidazione si attestano all'incirca su percentuali di rame, zinco e stagno rispettivamente di 85, 5, 5 con piombo e arsenico tra 1 e 2 punti percentuali. Si tratta di una lega piuttosto comune considerando che si comporta in maniera relativamente simile ad una lega binaria rame-stagno 90-10, una delle più diffuse tuttora e in antichità per molti usi, tra cui la fusione dei cannoni. La patina di ossidazione analizzata mediante XRF e FTIR appare costituita principalmente da solfato di rame; la maggiore presenza di ferro, calcio, silicio rispetto alle misure effettuate sul nucleo metallico sono da ricondurre ai depositi di inquinanti. L'analisi FTIR segnala inoltre un protettivo di tipo paraffinico come una cera idrocarburica ad esempio microcristallina.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

20.5 Intervento progettuale definito

Il Progetto definitivo è stato preceduto da studi preliminari, nel corso dei quali sono state condotte le valutazioni relative alle possibili modalità di intervento, da mettere in opera per lo smontaggio parziale del monumento e la successiva fase di trasporto in luogo da definire con la committenza, nonché le eventuali e principali fasi del restauro che ne conseguirà dopo il rimontaggio in sito del basamento. Si prevede invece il restauro dei bronzi e delle sculture, incluso il monumento equestre, in sede separata, quando le medesime saranno ricoverate in apposito laboratorio.

Allo stato attuale delle conoscenze, la redazione del progetto definitivo precisa nel dettaglio le differenti operazioni con i relativi costi necessari all'attuazione degli interventi previsti. Ai fini di tutelare il più possibile l'integrità del monumento e favorire le operazioni tecniche specialistiche che l'intervento prevede, si sono prese in considerazione differenti ipotesi tecniche per consentire lo smontaggio parziale e la traslazione provvisoria degli elementi costituenti il monumento, al fine di garantirne la tutela in ogni sua componente storica e artistica.

D'intesa con le indicazioni fornite dalla competente Soprintendenza inerenti alla necessità di dare corso ad una serie di operazioni che limitassero al minimo gli interventi di smontaggio dell'opera storica ed evitare sezionamenti o "tagli" del basamento che potessero compromettere l'integrità strutturale e l'immagine architettonica del medesimo, sono state affrontate e sviluppate in studio preliminare alcune tecnologie e soluzioni che, per differenti aspetti si sono poi rivelate non idonee agli esiti prefissati.

Al fine di preservare l'integrità del basamento lapideo, le soluzioni volte allo smontaggio o taglio dello stesso sono state abbandonate, e, d'intesa con la competente Soprintendenza, è stata sviluppata la soluzione progettuale che consiste nella traslazione provvisoria del podio basamentale del monumento in un'unica fase, senza alcun tipo di sezionamento, preceduta dallo smontaggio delle statue bronzee e il loro trasferimento per consentirne il restauro.

La struttura del podio, priva delle sue sculture a tutto tondo in bronzo, ma con ancora in sito alcuni elementi decorativi, sarà dunque rimossa integra dalla sua sede, compreso il nucleo murario interno e inclusa parte della sua fondazione, sollevandola e traslandola, mediante un'apposita apparecchiatura mobile di movimentazione, in un luogo provvisorio, debitamente individuato sul sedime della piazza, nell'ambito delle aree rese disponibili nel cantiere della stazione Linea 2 della Metropolitana.

20.5.1 Fasi principali dell'intervento

Le fasi principali dell'intervento sono descritte di seguito. Per maggiori dettagli si faccia riferimento alla cartella 6.1.3 del Progetto Definitivo.

- Allestimento dell'area di cantiere con relativi ponteggi necessari per i lavori di distacco e sollevamento dalle basi delle sculture lapidee.
- Definizione dei mezzi e apprestamenti per la protezione e messa in sicurezza delle singole sculture, successiva verifica in dettaglio dei sistemi di fissaggio delle sculture all'opera lapidea.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Smontaggio delle sculture principali: statua equestre del sovrano, sculture raffiguranti i quattro corpi d'arma dell'esercito sardo, quattro allegorie delle virtù, loro inserimento in casse e strutture di protezione e trasporto.
- Realizzazione delle protezioni perimetrali del basamento lapideo con posa in opera delle cinture metalliche previste al fine di garantire la tutela e la stabilità del monumento durante le successive fasi di lavorazione e traslazione.
- Scavo perimetrale alla base del monumento lungo il perimetro della fondazione laterizio-lapidea esistente.
- Approfondimento e dimensionamento in scavo a cielo aperto della trincea perimetrale sino al piano di spiccato della fondazione dello stilobate e consolidamento con opere provvisorie di quest'ultima
- Individuazione dell'estensione delle fondazioni, loro conformazione e demolizioni mirate delle strutture murarie e dei sottoservizi interferenti con le operazioni di smontaggio e traslazione.
- Contestuale rimozione e traslazione delle lastre lapidee costituenti i primi due scalini inferiori dello stilobate, lasciando in sito, eventualmente debitamente rinforzato da sottomurazioni provvisorie, il terzo gradino in lastroni di sienite su cui poggia il primo gradone del basamento.
- Allestimento del cantiere per l'esecuzione dei micropali di fondazione, necessari a sostenere la prevista platea di sottofondazione costituita da profilati metallici. I micropali avranno una profondità adeguata a garantire la stabilità della platea di sottofondazione e quella della struttura temporanea di sollevamento e traslazione.
- Realizzazione delle travi longitudinali di testa-palo in cls armato di sezione atta a sostenere le successive lavorazioni e il carico previsto prossimo alle 400 ton.
- Realizzazione di zavorra alla base del monumento al fine dell'esecuzione di infilaggi orizzontali al disotto del monumento stesso.
- Esecuzione di infilaggi orizzontali aventi diametro perforazione Ø140 mm, armati con tubo metallico Ø 88.9mm sp. 10mm, interasse pari a 30cm, lunghezza pari a circa 13 m iniettati con malta cementizia a bassa pressione.
- Posa in opera di due travi di bordo da collocarsi alle estremità della platea, adagiate, mediante idonei distanziatori, sulle travi in cls di testa-palo, costituite da due travi HE 900 x 466 EN 10365-2017, al fine di realizzare i vincoli idonei a consentire la stabilizzazione della platea e l'ancoraggio delle strutture di sollevamento.
- Posa in opera di 13 travi metalliche HEB 650, vincolate per imbullonamento alle due travi di bordo. In corrispondenza delle parti terminali degli infilaggi orizzontali di cui sopra, saranno collocate altre due travi metalliche HEB provvisorie per il sostegno degli infilaggi stessi.
- La posa in opera delle travi HEB 650 avverrà con la tecnica del marcia-avanti, se ritenuto necessario, procedendo alternativamente dai lati minori del monumento.
- In corrispondenza di questi sarà inizialmente demolito un tratto del basamento misto laterizio-lapideo del monumento, precedentemente consolidato per la presenza di zone sciolte o meno compatte all'interno, e di seguito posata la prima trave imbullonandola alle due travi di bordo. Si procederà successivamente alla demolizione del tratto successivo ed alla posa in opera della seconda trave e così via. Le operazioni potranno essere

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

condotte da entrambe le testate minori, come sopra ricordato al fine di un più corretto trasferimento del carico dal basamento all'impalcato metallico.

- Posa in opera della struttura mobile di sollevamento e traslazione costituita da 4 "torri" mobili su rotaie, due per ogni trave di bordo HE 900 x 466 EN 10365-2017, recanti in sommità travi metalliche alle quali trasferire il carico dell'impalcato metallico di sottofondazione e del soprastante basamento, che consentiranno di sollevare tutta la struttura metallica con il soprastante basamento lapideo dell'intero monumento, a meno del marciapiede, e di collocarla nella zona di deposito temporanea in cantiere a mezzo di una successione di traslazioni ortogonali.
- Realizzazione di travi e platee provvisionali in c.a. atte a consentire la movimentazione delle torri, la collocazione temporanea dell'impalcato ai fini di cambio delle direzioni di traslazione e la collocazione nell'area di deposito provvisorio.
- Demolizione delle travi di testa palo e relative opere accessorie.
- Demolizione delle rimanenti opere provvisionali pertinenti alle fasi precedentemente descritte, fatte salve quelle per il deposito temporaneo.
- Ricostruzione delle travi provvisionali e delle travi corrispondenti a quelle testa palo sopra descritte, all'atto del successivo riposizionamento del monumento in situ, tenuto conto della situazione del cantiere al momento, con l'avvenuta realizzazione della soletta di copertura della stazione della Metropolitana.
- Esecuzione di getto di cls non strutturale all'estradosso della soletta di copertura della stazione ai fini della protezione delle strutture metalliche della sottofondazione (impalcato metallico) realizzate durante la fase di movimentazione.
- Restauro artistico dell'apparato lapideo e delle parti bronzee (bassorilievi e cornici marcapiano) rimaste in situ durante la fase di traslazione, secondo le predisposizioni e i dettagli descritti del Capitolato tecnico.
- Trasporto e rimontaggio delle sculture bronzee comprese le opere di finitura e riequilibratura cromatica.

Quanto sinteticamente descritto appare, a tutt'oggi, debitamente valutate le interferenze inerenti la tutela dei manufatti artistici e le possibili integrazioni con parziali, ridotti smontaggi delle parti lapidee costituenti il dado superiore del basamento su cui appoggia il cavallo, la soluzione tecnicamente ed economicamente più favorevole, anche in considerazione della logistica del cantiere inerente la realizzazione dei diaframmi di contenimento perimetrale dello scavo per la stazione sotterranea.

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

21. CRONOPROGRAMMA LAVORI

21.1 Premessa

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 costruttivo) dove è prevista l'installazione del cantiere della TBM fino al retrostazione Politecnico.

L'intera infrastruttura sarà oggetto di un unico Appalto relativo alle Opere Civili, agli impianti non di sistema, agli impianti di Sistema ed al materiale rotabile e comprende le seguenti attività principali:

- Attività preliminari di Cantierizzazione, bonifica ordigni bellici e deviazione dei sottoservizi;
- Opere civili al rustico di tutta la tratta;
- Finiture delle stazioni, della galleria di linea, dei pozzi di intertratta, di emergenza, di fine tratta e del deposito/officina;
- Calcestruzzi di ricarica in galleria di linea;
- Impianti non connessi al sistema delle gallerie di linea, stazioni, pozzi e deposito/officina;
- Impianti di sistema, calcestruzzi di ricarica e armamento lungo tutta la galleria di linea;
- Fornitura del materiale rotabile;
- Sistemazioni superficiali;
- Test e collaudi su linea e marce in bianco.

21.2 I metodi costruttivi

La tratta funzionale Politecnico-Rebaudengo prevede l'impiego dei seguenti metodi costruttivi:

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

- Il deposito/officina Rebaudengo, collocato nel retrostazione di Rebaudengo, sarà realizzato con metodo di scavo C&C (Cut&Cover) per i 2 piani interrati, e in elevazione per 4 piani fuori terra;
- le 13 stazioni distribuite lungo il tracciato saranno realizzate con il metodo di scavo C&C; in funzione della profondità della linea, sono state definite 4 tipologie di stazione, che si distinguono per il numero di livelli interrati, da 1 a 4 livelli. Nella tipologia di stazioni profonde, questa tratta comprende una stazione a 3 livelli, una stazione a 4 livelli, 3 stazioni a 4 livelli con le banchine in caverna (tipo S4G) disposta perpendicolarmente al corpo centrale della stazione che avrà configurazione planimetrica rettangolare e due stazioni a 4 livelli speciali;
- i 13 pozzi intertratta anch'essi realizzati con metodo C&C, di cui 6 pozzi saranno inclusi nell'impronta planimetrica della galleria artificiale ed i restanti saranno costituiti da opere scavate a cielo aperto e connesse alla galleria di linea mediante dei tronchini di collegamento scavati con metodo tradizionale;
- la galleria di linea che si sviluppa dal Deposito/Officina Rebaudengo fino al retrostazione Politecnico e sarà realizzata con 3 metodi costruttivi differenti:
 - o Un tratto di galleria naturale scavata con metodo tradizionale che si sviluppa dal Deposito/Officina Rebaudengo fino al pozzo PT2;
 - o Un tratto di galleria artificiale che si sviluppa dal pozzo PT2 fino al pozzo Novara incluso, e comprende anche la predisposizione al manufatto di bivio per la realizzazione della successiva diramazione verso nord;
 - o Un tratto di galleria naturale scavata con metodo meccanizzato in TBM di tipo EPB, che si sviluppa dal Pozzo di Novara fino al pozzo PT1 di estrazione della TBM, ubicato alla fine del tronchino di retrostazione Politecnico.

Nella Tabella 23 seguente si riporta uno schema riepilogativo dei metodi di costruzione previsti per la costruzione dell'intera tratta da Politecnico a Rebaudengo, con particolare riferimento ai metodi costruttivi della galleria di linea nonché dai fronti di avanzamento dello scavo.

Nella Tabella 24 invece è riportato un riepilogo dello sviluppo in lunghezza delle 3 tipologie di scavo della galleria di linea.



Tabella 23. Linea 2 – Politecnico-Rebaudengo –Galleria di linea – metodo di scavo

Cod. WBS	DESCRIZIONE OPERA PRINCIPALE	Sviluppo	METODO COSTRUTTIVO	
			Avanzamento fronti di scavo gallerie di linea	
DRB	Deposito Officina Rebaudengo	352,61	C&C	
GN1	Galleria di linea naturale con metodo tradizionale da DRB a SRB	279,61	GN	
SRB	Stazione Rebaudengo		C&C	
GN2	Galleria di linea naturale con metodo tradizionale da DRB a SRB	292,63	GN	
PT2	pozzo costruttivo per lo scavo della galleria a foro cieco dalla PK 14+560		C&C	
GA1	Galleria di linea artificiale da SRB a SGC	449,54	C&C	
PGC	Pozzo di intertratta Giulio Cesare		C&C	
SGC	Stazione Giulio Cesare		C&C	
GA2	Galleria di linea artificiale da SGC a SSG	164,00	GA	
PSG	Pozzo di intertratta San Giovanni Bosco		C&C	
SGC	Stazione San Giovanni Bosco		C&C	
GA3	Galleria di linea artificiale da SGC a SCO	220,62	GA	
PCO	Pozzo di intertratta Corelli		C&C	
SCO	Stazione Corelli		C&C	
GA4	Galleria di linea artificiale da SCO a SCI - Manufatto di bivio nord e ramo ovest	364,91	GA	
PCI	Pozzo di intertratta Cimarosa/Tabacchi		C&C	
SCI	Stazione Cimarosa/Tabacchi		C&C	
GA5	Galleria di linea artificiale da SCI a SBO	204,77	GA	
PBO	Pozzo di intertratta Bologna		C&C	
SBO	Stazione Bologna		C&C	
GA6	Galleria di linea artificiale da SBO a PNO - Manufatto Retrostazione Bologna	242,19	GA	
PNO	Pozzo di intertratta Novara - pozzo partenza TBM		C&C	



Cod. WBS	DESCRIZIONE OPERA PRINCIPALE	Sviluppo	METODO COSTRUTTIVO Avanzamento fronti di scavo gallerie di linea	
PNO	Pozzo di intertratta Novara - pozzo partenza TBM		C&C	
GT1	Galleria di linea naturale in TBM da PNO a SNO	320790	TBM	
SNO	Stazione Novara		C&C+GN	
GT2	Galleria di linea naturale in TBM da SNO a SVR	645,88	TBM	
PVR	Pozzo di intertratta Verona		C&C	
SVR	Stazione Verona		C&C	
GT3	Galleria di linea naturale in TBM da SVR a SMO	915,87	TBM	
PMO	Pozzo di intertratta Mole/Giardini Reali		C&C	
EMO	Pozzo di Emergenza Mole/Giardini Reali		C&C	
SMO	Stazione Mole/Giardini Reali		C&C	
GT4	Galleria di linea naturale in TBM da SMO a SCA	532,90	TBM	
PCA	Pozzo di intertratta Carlo Alberto		C&C	
SCA	Stazione Carlo Alberto		C&C	
GT5	Galleria di linea naturale in TBM da SCA a SPN	868,75	TBM	
PPN	Pozzo di intertratta Porta Nuova		C&C	
SPN	Stazione Porta Nuova - interconnessione con Linea 1		C&C	
GT6	Galleria di linea naturale in TBM da SPN a SPA	838,77	TBM	
PPA	Pozzo di intertratta Pastrengo		C&C	
SPA	Stazione Pastrengo		C&C	
GT7	Galleria di linea naturale in TBM da SPA a SPO	834,20	TBM	
PPO	Pozzo di intertratta Politecnico		C&C	
SPO	Stazione Politecnico		C&C+GN	
GT8	Galleria di linea naturale in TBM da SPO a P01	206,64	TBM	
PT1	Pozzo terminale del 1° Lotto funzionale nel retrostazione Politecnico		C&C	




 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tabella 24. Linea 2 – Politecnico-Rebaudengo –Galleria di linea – metodo di scavo – riepilogo lunghezze

METODO DI SCAVO	DESCRIZIONE	LUNGHEZZA TOTALE [m]
GN	Galleria naturale realizzata con metodo di scavo tradizionale	572
GA	Galleria artificiale realizzata con il metodo "Cut&Cover"	2.389
TBM	Galleria naturale realizzata con metodo meccanizzato (TBM)	5.164
	Totale gallerie Lotto Politecnico-Rebaudengo	8.125

21.3 Le principali lavorazioni

In funzione della tipologia di opere distribuite lungo la linea, di seguito si riportano le principali lavorazioni.

Per le opere puntuali, che includono il deposito/officina, le stazioni ed i pozzi, le principali lavorazioni sono:

- Attività preliminari - Cantierizzazione, deviazione PPSS
- Presbancamenti/opere di sostegno
- Consolidamenti dalla superficie
- Soletta di copertura, sistemazione superficiale e ripristino parziale della superficie
- Scavo sotto soletta e realizzazione opere civili
- Struttura in elevazione (per il deposito officina Rebaudengo e per le stazioni Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli e per la copertura dell'accesso in stazione Porta Nuova)
- Traslazione della TBM in stazione (lotto 2);
- Completamento opere civili e finiture (per le stazioni e pozzi del lotto 2, queste attività sono previste dopo il passaggio della TBM);
- Impianti non di sistema
- Impianti di sistema
- Completamento sistemazione superficiale e ripristini

Per le gallerie a foro cieco realizzate con metodologia di scavo tradizionale, le principali lavorazioni sono:

- Consolidamenti dalla superficie o dal fronte di scavo: le attività sono precedute da scotico e bonifica da ordigni bellici, che sono eseguite in serie nell'ambito dei cantieri superficiali mobili.
- Sistemazione superficiale e ripristini
- Scavo a foro cieco, sostegno e rivestimento definitivo (in alcune tratte è previsto il consolidamento dal fronte di scavo e dall'arco rovescio provvisorio, quando è applicata la sezione di scavo parzializzata).

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Per le gallerie artificiali scavate tra opere di sostegno le principali lavorazioni sono:

- Attività preliminari - Cantierizzazione, deviazione PPSS
- Presbancamenti/opere di sostegno
- Soletta di copertura, sistemazione superficiale e ripristino parziale della superficie
- Scavo sotto soletta e realizzazione opere civili
- Completamento sistemazione superficiale e ripristini

Per le gallerie a foro cieco scavate con TBM le principali lavorazioni sono:

- Consolidamenti dalla superficie per l'ingresso in stazione o per la partenza dalla stazione
- Esecuzione di interventi di presidio agli scavi a protezione degli edifici esistenti sottoattraversati dalla galleria (in particolare nei tratti del centro storico) mediante consolidamenti del terreno di fondazione con iniezioni cementizie preventive eseguite da piano campagna o da manufatti temporanei (pozzi costruttivi) attraverso i quali saranno realizzate perforazioni orizzontali direzionate (c.d. HDD – Horizontal direction drilling) o jet grouting eseguito dalla superficie;
- Scavo a foro cieco, installazione del rivestimento in conci prefabbricati
- Completamento delle opere civili e finiture.


Per l'intera tratta di galleria di linea, al termine dei lavori delle opere civili, è prevista la realizzazione dei calcestruzzi di ricarica, l'installazione degli impianti non di sistema e l'installazione degli impianti di sistema in galleria.

Per ogni WBS sono state individuate le specifiche lavorazioni e a quest'ultime è stata associata una durata in funzione delle produzioni giornaliere. Un'ampia trattazione dei criteri e delle tempistiche dettagliate è riportata nella relazione del cronoprogramma lavori (cod. MTL2T1A0DCRNGENR001) e nel cronoprogramma spazio-tempo illustrato nell'elaborato MTL2T1A0DCRNGENT001.

21.4 Durata dei lavori


Il cronoprogramma generale di costruzione delle **opere civili, delle opere architettoniche di completamento, degli impianti non connessi al sistema e degli impianti di sistema** è illustrato nell'elaborato MTL2T1A0DCRNGENT001 e prevede una durata complessiva delle attività contrattuali di **2765 giorni naturali e consecutivi (duemilasettecentosessantacinque), ovvero 7 anni e 7 mesi**, di cui 2550 giorni naturali e consecutivi necessari per il completamento di tutte le lavorazioni ed ulteriori 215 giorni per i test, i collaudi, le marce in bianco e tutte le attività necessarie per la messa in esercizio dell'intera tratta funzionale "Politecnico-Rebaudengo".

La durata è determinata dal **percorso critico** rappresentato dallo scavo meccanizzato con TBM-EPB che realizzerà la galleria di linea del lotto costruttivo 2. Per il lotto costruttivo 1, il percorso critico è rappresentato dal Deposito/officina Rebaudengo che sarà disponibile dopo 1975 giorni n.c..


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

22. ALLEGATO 1 – MATRICE DI OTTEMPERANZA PRESCRIZIONI FASE DI SCOPING


Allegato alla determina dirigenziale DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping).

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
Aspetti urbanistici	Allegato 9	Regione Piemonte	esplicitare maggiormente le motivazioni che hanno reso necessarie le modifiche progettuali introdotte per quanto riguarda i seguenti temi: 1) Lo spostamento del tracciato nel centro storico di Torino da Via Roma a Via Lagrange che comporta l'allontanamento delle stazioni da Piazza San Carlo ed un tracciato che sottopassa l'edificato	03.MTO2PFLGGENCOMK001-02_B.pdf - DOCUMENTO DEL PFTE	L'allineamento su via Roma è stato abbandonato sia per superare le difficoltà costruttive delle fermate Vittorio Emanuele e San Carlo, sostituite da Carlo Alberto e Porta Nuova, sia per servire in modo ottimale il quartiere Vanchiglia. La tratta Verona-Porta Nuova, termina con la fermata Porta Nuova in posizione laterale e avanzata rispetto a quella prevista dalla predisposizione in linea 1 sotto il giardino Sambuy, in considerazione delle difficoltà legate alla presenza di alberi di eccezionale pregio nel giardino ed alle accertate presistenze archeologiche, pur mantenendo un'ottimale corrispondenza con le F.S. e la linea 1.
	Allegato 9	Regione Piemonte	Il parcheggio interrato di corso Stati Uniti nella precedente versione del DPP era limitrofo alla linea metropolitana e costituiva quindi un punto di interscambio per la città stessa; nell'attuale versione del DPP viene invece distanziato in modo significativo dal nuovo percorso	03.MTO2PFLGGENCOMK001-02_B.pdf - DOCUMENTO DEL PFTE	La tratta Porta Nuova-Porta Nuova (che continua fino a Santa Rita), in cui la linea 2 attraversa e serve l'area centrale della città, è stata oggetto del maggior numero di ipotesi di tracciato prese in considerazione, al fine di individuare un percorso ottimale, in grado di raggiungere i seguenti obiettivi: - massima copertura delle aree d'influenza delle fermate; - miglior corrispondenza con le stazioni F.S. (porta Nuova e Zappata); - linearità del tracciato compatibilmente con la necessità di servire i principali poli d'interesse. La traslazione a sud rispetto a Corso Stati Uniti ha l'obiettivo principale di allontanare la linea 2 dalla fermata Re Umberto della linea 1, aumentando l'area d'influenza complessiva della metropolitana. Il tracciato si sviluppa quindi lungo l'allineamento di via Pastrengo, che dà il nome alla fermata ex Stati Uniti, per poi portarsi su corso Duca degli Abruzzi e, dopo le fermate Politecnico e Caboto, raggiunge con un flesso la fermata Zappata, di corrispondenza con il SFM (servizio ferroviario metropolitano). Si ritiene che questa soluzione garantisca un efficace interscambio modale, che non sarebbe incentivato con la fermata su Largo Orbassano, anche a causa della necessità di prevedere un percorso pedonale di collegamento di circa 250 m oltre ai percorsi verticali.
	Allegato 9	Regione Piemonte	le stazioni più prossime ai cimiteri nord e sud ed al polo universitario di lungo Dora, rispetto al DPP risultano essere poste a una distanza maggiore che risulta meno funzionale a servire l'utenza di tali poli attrattori	03.MTO2PFLGGENCOMK001-02_B.pdf - DOCUMENTO DEL PFTE	Tratta Rebaudengo – Verona Nella sua parte settentrionale il tracciato, a partire dalla fermata Corelli, è stato traslato verso nord, rispetto a quello del DPP, lungo via Bologna, al fine di servire meglio gli insediamenti dell'area interessata esistenti e futuri, nonché l'Università, con le fermate intermedie Cimarosa, Bologna, Novara e Verona.
	Allegato 9	Regione Piemonte	chiarire con quali procedure si intende conseguire le varianti urbanistiche necessarie.	La variante urbanistica relativa al progetto della metro è quella semplificata	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	Verificare la coerenza dell'opera con gli strumenti sovraordinati di pianificazione (Piano Regionale della Mobilità e Trasporti e Piano Urbano della Mobilità Sostenibile) e del Programma triennale dei Servizi di TPL 2019-2021	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 -Studio di impatto ambientale	
	Allegato 9	Regione Piemonte	Correlare l'intervento al raggiungimento degli obiettivi di pianificazione/programmazione sovraordinati (in particolare: domanda servita/domanda potenziale; rapporto ricavi/costi; consumo di suolo; split modale del Piano regionale della Mobilità e dei Trasporti);	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 -Studio di impatto ambientale	
	Allegato 9	Regione Piemonte	Verificare l'effettiva adozione di un Piano Urbano della Mobilità sostenibile per l'area oggetto di intervento al fine di rispettare i dettami previsti dal D.M. 4 agosto 2017 e conciliare il finanziamento pubblico;		Al fine di assicurare la compatibilità urbanistica dell'opera in esame è stata attivata la procedura di Variante semplificata, ai sensi dell'art 17 bis commi 2 e 6 della L.R. n. 56/77 e s.m.i.. La variante urbanistica semplificata n.333 al PRGC della Linea 2 della Metropolitana Torinese – Primo Lotto (Rebaudengo – Politecnico) è stata esclusa dalla VAS con Atto D.D. 5168 del 26/10/2022 ed ha introdotto nel PRG vigente le modifiche necessarie a garantire la conformità urbanistica al tracciato del primo lotto attuativo della nuova Linea 2 (Rebaudengo – Politecnico), attraverso l'aggiornamento delle Norme Urbanistiche Edilizie di Attuazione (NUEA), delle Schede Normative d'Ambito, della cartografia dell'Azionamento delle aree e delle zone attualmente non conformi, disciplinandone le modalità attuative. Al contempo si provvede all'introduzione in cartografia di PRG della fascia di rispetto determinata dal tracciato dell'opera e all'apposizione dei necessari vincoli espropriativi.
	Allegato 9	Regione Piemonte	Integrare, in fase di progettazione definitiva con lo scenario di mobilità (pubblica e privata) nel quale l'infrastruttura si colloca e valutare le modifiche del servizio di trasporto pubblico di superficie al fine di favorire l'interscambio modale. Il progetto dovrà confrontarsi con il sistema di trasporto pubblico locale disegnato dalla programmazione regionale (Programma Triennale dei Servizi di trasporto pubblico locale 2019-2021) con un carattere gerarchico nel quale si collocano "in ordine di priorità: il sistema ferroviario; il sistema di metropolitana; il sistema tranviario, di integrazione e supporto ai sistemi precedenti sulle direttrici urbane di Torino di maggior traffico; il sistema di bus urbani-suburbani ed extraurbani, di adduzione e supporto ai sistemi precedenti e di integrazione sulle direttrici non servite da essi.		La tematica è stata trattata nelle precedenti fasi progettuali confermando la fattibilità tecnico economica della Linea 2. tra l'altro il tracciato della Metropolitana risulta già previsto in altri strumenti di pianificazione sovraordinati e di settore, fra i quali il PTC2 e il PUMS della Città Metropolitana.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	Per quanto riguarda la stazione di Rebaudengo nel progetto definitivo si dovrà tenere conto anche dell'incremento dell'utenza da e verso l'aeroporto prevista a seguito della conclusione di lavori dell'interconnessione della linea ferroviaria Torino-Ceres alla rete RFI al fine di dimensionare adeguatamente il nodo di interscambio.	Folder 19.2 - PREVENZIONE INCENDI LINEA	Tutte le stazioni sono dimensionate e verificate in funzione delle verifiche funzionali di sfollamento effettuate in corrispondenza delle stazioni con maggior numero di passeggeri dell'intera Linea 2.
	Allegato 9	Regione Piemonte	Per quanto riguarda gli aspetti di fattibilità economico finanziaria si chiede, in fase di progettazione definitiva, di relazionare in merito allo sbilancio economico tra i costi di esercizio (comprensivi di eventuali costi di accesso all'infrastruttura) e gli introiti tariffari valutati con l'attuale mix tariffario (il tutto a valuta 2020).		Non applicabile in quanto, rispetto alle iniziali ipotesi di finanziamento individuate nel PFTE, dal 2020 ad oggi vi sono state ulteriori evoluzioni economiche, finanziarie.
	Allegato 9	Regione Piemonte	si ricorda che le varianti urbanistiche ai P.R.G.C. dei Comuni coinvolti, necessarie per ottenere la conformità urbanistica del progetto, ai sensi dell'art. 6 comma 1 del D.lgs. 152/2006 devono essere sottoposte alla procedura di Valutazione ambientale strategica (VAS) e le cui eventuali risultanze dovranno essere ricomprese nello studio d'impatto ambientale per la successiva procedura di VIA		Non applicabile in quanto, la tratta prioritaria stralcio "Politecnico-Rebaudengo" ricade interamente sul territorio comunale di Torino.
	Allegato 12	Settore Urbanistica - Città Torino	nei tratti in cui la posizione dell'infrastruttura in progetto, comprese le stazioni e i collegamenti, sia in sottosuolo che in soprasuolo, interessi aree ad altre destinazioni rispetto a quelle elencate nei punti precedenti, il progetto sia da ritenersi non conforme con il P.R.G. Alla luce di quanto illustrato, nel suo complesso l'opera risulta <i>non conforme</i> alle previsioni del P.R.G. vigente, pertanto al fine di assicurare la piena conformità urbanistica al progetto approvato, si rende necessario l'avvio della procedura di approvazione di Variante al P.R.G., integrata alla Valutazione Ambientale Strategica.		Non applicabile. Si rimanda alla Determina Dirigenziale n. 5168 del 28/10/2022.
	Allegato 3 bis	Città metropolitana	Nel quadro programmatico degli studi di prefattibilità ambientale manca la verifica di compatibilità col PGRA (Piano Gestione Rischio Alluvioni). La verifica di conformità col PTC2 è stata svolta soltanto rispetto al quadro infrastrutturale e non rispetto alle componenti della Rete ecologica provinciale individuata all'art. 35 e nella tav. 3.1 Sistema del verde e delle aree libere	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale (Paragrafo 3.1.5.10) Folder 16: 18_MTL2T1A0DAMBGENR012-0-0 - Carta degli ecosistemi e delle reti ecologiche.	Nel PD della tratta considerata (Politecnico - Rebaudengo) sono da considerarsi componenti di interesse della Rete ecologica provinciale solo le fasce perfluviali della Dora Riparia.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
Viabilità	Allegato 9	Regione Piemonte	Il progetto definitivo dovrà analizzare e sviluppare planimetricamente le interferenze con la viabilità esistente evidenziando le ricuciture previste con tale viabilità sia per la fase di cantiere che in corso d'opera, ed evidenziare i percorsi ciclabili e pedonali, da approfondire in particolar modo nelle adiacenze delle nuove stazioni metropolitane.	Folder 15: Cantierizzazione, viabilità, espropri e asservimenti Folder 6: Urbanistico - Inserimento urbanistico delle opere lungo linea	Il progetto definitivo della Linea 2, della Metropolitana di Torino, nella tratta Rebaudengo - Politecnico, ha sviluppato, sia le fasi realizzative (cantierizzazioni e impatti sulla viabilità) nel folder: 15 - "Cantierizzazioni" che le fasi definitive di inserimento urbanistico - Folder 6 "Urbanistico".
	Allegato 9	Regione Piemonte	Si chiede di verificare in fase di progettazione definitiva l'opportunità che il progetto della linea della metropolitana porti ad una razionalizzazione della viabilità di superficie per migliorare e favorire la mobilità ciclopedonale. Infatti, proprio per incentivare l'utilizzo della linea metro 2, in alternativa al mezzo motorizzato privato, si chiede di valutare l'opportunità di rivedere la classificazione delle strade di superficie e, secondo le indicazioni tecniche di cui al Codice della Strada e al DM 4/2001 "Norme funzionali e geometriche delle strade", di ridurre le corsie veicolari, laddove possibile, ed adeguarle alla normativa vigente, a beneficio di un incremento dello spazio destinato a pedoni e ciclisti		La tematica è stata trattata nelle precedenti fasi progettuali confermando la fattibilità tecnico economica della Linea 2. tra l'altro il tracciato della Metropolitana risulta già previsto in altri strumenti di pianificazione sovraordinati e di settore, fra i quali il PTC2 e il PUMS della Città Metropolitana.
Stazioni e parcheggi	Allegato 9	Regione Piemonte	Il progetto definitivo dovrà approfondire il tema dell'accessibilità delle stazioni metropolitane dalle piste ciclabili e di distribuzione interna. Si prende atto che lo SFTE prevede che gli ascensori verranno adeguati per permettere l'ingresso anche di un utente con bicicletta al seguito, ma non viene indicato se le scale di accesso alla banchina e le scale mobili saranno conformate anche all'utilizzo ciclabile tramite canaline, rampe di accesso ecc..	Folder 7.0: 01_MTL2T1A0DFUNS00R001-0-0	Negli studi funzionali condotti, è stato previsto di poter introdurre una bicicletta per volta, per ascensore e per senso di marcia. Non è stato ritenuto necessario dover integrare le scale di accesso alle banchine e le scale mobili con questa finalità, in considerazione del fatto che la possibilità di accesso è garantita tramite ascensori. Inoltre si precisa che, in banchina le bici dovranno attendere in un'area dedicata, mentre sul treno potrà essere definita un'area per trasporto delle bici e il relativo fissaggio (c.d. in corrispondenza delle sedute ischiatiche). Le predisposizioni contemplate permettono di rispondere alla possibilità di poter accedere con le bici a seguito, ma la regolamentazione dell'accesso delle bici e le relative procedure andranno concordate con il gestore dell'esercizio e con il comando VVF in ambito dell'esame progetto.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	In merito alle "Velo stazioni" si chiede una progettazione di dettaglio che metta in relazione i percorsi ciclabili in superficie con relativi parcheggi/ stalli per biciclette e con i percorsi previsti per l'accessibilità interna della stazione della metro. Si ricorda che ai sensi della normativa vigente gli eventuali percorsi ciclabili dovranno avere una larghezza di almeno 2,5 m adeguatamente incrementata nel caso di percorsi ciclopeditoni.	non applicabile	Il Progetto Definitivo riguarda la progettazione della linea 2 della Metropolitana di Torino. Nell'ambito del Progetto di Linea 2, sono stati riportati degli orientamenti progettuali, per l'ubicazione delle velostazioni, in quanto rappresentano un servizio "a valore aggiunto" che rafforza i vantaggi della mobilità combinata fra bicicletta ed altri mezzi di trasporto e la incentivi. Per esempio lungo la tratta in questione, una possibile ubicazione, proposta in PD è quella in corrispondenza della Stazione Rebaudengo, adiacente alla stazione FS Rebaudengo-Fossata, o altre postazioni che il Comune riterrà più il linea con il piano della mobilità urbana e conseguentemente bisognerà sviluppare il progetto di dettaglio delle Velo stazioni, che prescinde dal Progetto della metropolitana.
	Allegato 9	Regione Piemonte	Nell'elaborato (cfr MTO2 PF LG FUN COM R 001 00 C) viene indicato che la Stazione di Rebaudengo adotta, di base, la tipologia a due livelli interrati, ed è stata progettata in adiacenza alla esistente Stazione Ferroviaria, realizzando quindi un collegamento fra le due strutture. Si chiede in fase di progetto definitivo di prevedere elaborati che illustrino le soluzioni adottate per realizzare tale collegamento	Folder 7.1.1: elaborati funzionali - 02_MTL2T1A0DFUNSRBT002 e 03_MTL2T1A0DFUNSRBT003 Foder 11.1.1 - elaborati architettonici	
	Allegato 9	Regione Piemonte	Nella localizzazione e progettazione dei parcheggi a servizio delle fermate della Linea 2, non si condivide l'impostazione progettuale che prevede la localizzazione dei parcheggi considerati di attestamento. Il progetto definitivo attraverso attenta analisi trasportistica dovrà prevedere in tali parcheggi soluzioni di interscambio con la rete di trasporto pubblico urbano ed extraurbano	non applicabile	Si precisa che nella tratta oggetto dell'incarico della Progettazione Definitiva - "Politecnico-Rebaudengo", non risultano previste aree di parcheggio di attestamento di pertinenza della linea 2 della metro.
	Allegato 9	Regione Piemonte	Lo SFTE prevede in una seconda fase la realizzazione di un parcheggio di scambio, in zona stazione Rebaudengo. Visti gli attuali lavori in corso (interconnessione della Ferrovia Torino-Ceres al passante RFI) ed alla recente approvazione da parte del Comune di Torino del completamento del viale della spina tra via Breglio e corso Grosseto, si segnala l'opportunità di prevedere già nell'ambito della progettazione definitiva il parcheggio di interscambio in zona Rebaudengo.	non applicabile	Non risulta previsto un parcheggio di interscambio in zona Stazione Rebaudengo di pertinenza della Linea 2 della Metropolitana di Torino, Tratta "Rebaudengo-Politecnico".
	Allegato 9	Regione Piemonte	In fase di progettazione definitiva, per tutti i parcheggi si chiede di evidenziare come è stata calcolata la stima del fabbisogno di posti auto.	non applicabile	Nella tratta della Linea 2 della Metropolitana di Torino, "Rebaudengo-Politecnico" non risultano parcheggi di pertinenza.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	Per quanto riguarda i parcheggi per le biciclette la relativa progettazione nonché il calcolo del fabbisogno dovranno seguire le indicazioni delle Linee Guida sui Cicloposteggi redatte dalla Regione Piemonte	non applicabile	Il progetto definitivo riguarda la progettazione della linea 2 della Metropolitana di Torino. Nell'ambito del Progetto di Linea 2, sono state individuate delle postazioni per biciclette la cui scelta rientra nella compatibilità con gli spazi disponibili nell'area di inserimento delle stazioni e nel rispetto delle normative/prescrizioni impartite dalla Soprintendenza. L'eventuale fabbisogno dovrà essere inquadrato nell'ambito del programma della mobilità urbana da sviluppare al livello comunale, a prescindere dalla Linea 2 della Metropolitana di Torino.
Materiali di scavo	Allegato 9	Regione Piemonte	Per quanto riguarda la gestione dei materiali di scavo come sottoprodotto, secondo i disposti dell'art. 13 della l.r. 23/2016, il Proponente dovrà presentare un Piano di reperimento e di gestione dei materiali litoidi occorrenti per la realizzazione dell'opera	Folder 16: 35.MTL2T1A0DAMBGENR015 - Piano di reperimento e di gestione dei materiali litoidi	
	Allegato 9	Regione Piemonte	In base all'art. 14, comma 2 della l.r. 23/2016, l'autorizzazione per i siti destinati al deposito definitivo delle terre e rocce da scavo risultanti dall'opera pubblica è rilasciata ai sensi dell'art. 10 della l.r. 23/2016 dalla Regione Piemonte, Settore Cave, Polizia mineraria e miniere.	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di utilizzo terre e rocce da scavo	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Per i materiali prodotti dallo scavo meccanizzato con TBM EPB, il Piano di Utilizzo dovrà essere redatto previo approfondimento dei seguenti punti: o una valutazione sulla degradabilità degli agenti schiumogeni fluidificanti utilizzati come coadiuvanti di scavo; o l'individuazione di "soglie di riferimento" per ogni tipologia di tensioattivo utilizzato, definite sulla base di studi ecotossicologici che tengano conto della tossicità acquatica e terrestre dei prodotti; o la definizione di una metodica analitica condivisa con ARPA per la determinazione residua dei tensioattivi; o la predisposizione di una o più aree di deposito intermedio, dimensionate tenendo conto della necessità di stoccare i materiali da scavo in loco fino al raggiungimento delle soglie di riferimento con le quali si attesta il compimento del processo di biodegradazione dei tensioattivi; o il deposito intermedio dovrà essere dotato di superfici di stoccaggio impermeabilizzate ed in grado di intercettare le acque di ruscellamento superficiale.	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di utilizzo terre e rocce da scavo	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Si ritiene opportuno che nella predisposizione del successivo Piano di Utilizzo si faccia riferimento anche alle "Linee guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" 22/2019 di cui alla Delibera del Consiglio SNPA, Seduta del 09.05:2019, Doc. n. 54/19	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di utilizzo terre e rocce da scavo	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 5	Arpa piemonte	Prevedere una caratterizzazione dei materiali di scavo anche in corso d'opera, secondo le modalità previste dalla normativa di cui al DPR 120/17.	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di utilizzo terre e rocce da scavo	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Integrare il piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo con una procedura interna utilizzata per la tracciabilità dei materiali che permetta, in sede di controllo, di individuare la provenienza dei cumuli, il loro status ai fini della caratterizzazione ambientale (es. cumulo in via di completamento e/o già caratterizzato e/o in attesa di caratterizzazione ecc.), la loro destinazione prevista, nonché le modalità di gestione	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di utilizzo terre e rocce da scavo	
	Allegato 5	Arpa piemonte	In relazione ai superamenti delle CSC di colonna A (siti a destinazione verde pubblico privato, residenziale) accertati per i parametri non riconducibili al fondo naturale (es. idrocarburi), ma probabilmente alla presenza di materiali di riporto superficiale, risulta necessario individuare con il supporto del Comune, la destinazione d'uso dei siti su cui detti sondaggi ricadono. Nel caso in cui la destinazione d'uso fosse di tipo residenziale/verde è necessario effettuare ulteriori accertamenti per caratterizzare l'estensione del superamento e definire la destinazione finale di tali materiali da scavo.		La Città di Torino nel prendere atto condurrà gli accertamenti necessari.
	Allegato 5	Arpa piemonte	Si ritiene opportuno esplicitare un protocollo operativo relativo alle modalità attraverso le quali vengono individuati durante gli scavi e successivamente gestiti i materiali da scavo, in caso di: o rinvenimenti in fase di scavo di anomalie merceologiche (ad es. nei materiali di riporto); o evidenze organolettiche di contaminazione all'interno dei materiali da scavo;	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di utilizzo terre e rocce da scavo: Allegato N.5 - Protocollo di gestione delle evidenze di contaminazione	
	Allegato 5	Arpa piemonte	E' necessario definire le indagini necessarie per valutare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale che consentono la gestione come sottoprodotti (terre e rocce da scavo) o come materiali esclusi dalla disciplina sui rifiuti ex articolo 185, comma 1, lettera c) del D.Lgs 152/06 nel caso si riscontri la presenza di materiale di riporto all'interno dei materiali da scavo.	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 - Piano di utilizzo terre e rocce da scavo	
	Allegato 5	Arpa piemonte	E' necessario elaborare uno studio dei valori di fondo da sottoporre ad ARPA ai fini di una sua condivisione considerato che dalla caratterizzazione ambientale sono emersi superamenti delle CSC di cui alla Colonna A Tab. 1 All. 5 parte IV del D.Lgs 152/06 che parrebbero essere attribuibili a fondo naturale del sottosuolo del sito indagato.	Folder 16: 33_MTL2T1A0DAMBGENR013- Studio per la determinazione dei valori di fondo naturale	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
Idrologia e idraulica	Allegato 9	Regione Piemonte	Per quanto riguarda la tratta CENTRALE, la stima dei livelli di piena in corrispondenza del tracciato, oltre a risentire delle stesse incertezze sopra descritte, fa riferimento a livelli di piena differenti rispetto ai valori indicati dal PGRA (ad es. a p. 35, la relazione riporta una quota di h=223.91 m s.m.m. per la sezione 4.1p; l'elaborato del PGRA "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale (2016)", riporta, per la stessa sezione, la quota di 224.91 m s.m.m.).	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003. 1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017. 2	
	Allegato 9	Regione Piemonte	nella fase di progettazione definitiva, il progetto debba affrontare in modo più dettagliato le condizioni di pericolosità esistenti, migliorando la conoscenza del rischio, di cui all'obiettivo n. 1 del PGRA, attraverso: • (1) la predisposizione di modellistiche idrauliche bidimensionali, che valutino l'estensione delle aree di esondazione dei fiumi Stura di Lanzo, Dora Riparia e Sangone e i relativi livelli di esondazione, solo parzialmente stimati, nella progettazione presentata, con metodologie speditive; • (2) il riferimento ai valori delle portate al colmo di piena a TR 200 anni e TR 500 anni di cui all'elaborato del PGRA "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale (2016)", con un confronto tra i risultati relativi alla stima dei livelli di piena ottenuti dalle simulazioni idrauliche e quelli del citato elaborato del PGRA;	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003. 1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017. 2	
	Allegato 9	Regione Piemonte	• nella fase di progettazione definitiva, il progetto debba affrontare in modo più corposo il tema del rischio, promuovendo una "analisi di vulnerabilità" dell'infrastruttura lineare, al fine della riduzione dell'esposizione al rischio (obiettivo n. 3 del PGRA), e specifici protocolli d'azione da attuarsi in caso di piene fluviali, in collaborazione con ARPA e il settore Protezione Civile; pur essendo condivisibile l'approccio del mantenimento del metro di franco, rispetto al livello di piena riferiti alle portate con tempo di ritorno 200ennale, per le stazioni e i pozzi inseriti in aree H, L, M del PGRA, si ritiene che l'analisi di rischio debba essere estesa alle stazioni e pozzi che, per la loro prossimità alle aree di esondazione, possano comunque rappresentare potenzialmente un elemento di vulnerabilità per l'intera infrastruttura;	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003. 1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017. 2	
	Allegato 9	Regione Piemonte	per quanto riguarda la tratta centrale, con riferimento alla Dora Riparia, sia necessario il confronto tra la portata attuale in assenza di cassa di laminazione e con la portata che deriverà a seguito della sua realizzazione ed i relativi livelli, per il tratto cittadino interessato dall'infrastruttura;	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003. 1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017. 2	Attualmente non sono disponibili i dati relativi alla cassa di laminazione per cui ci si è posti nelle condizioni conservative (ossia non tenendo conto della presenza della cassa di laminazione)

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	per quanto riguarda la tratta centrale, con riferimento alla Dora Riparia, al fine della valutazione delle condizioni di pericolosità, vulnerabilità e di rischio sopra indicate, sia opportuno che il progetto definitivo operi un confronto, per il tratto cittadino interessato dall'infrastruttura, tra il campo di esondazione determinato con i valori di portata al colmo attuali e quello determinato nelle condizioni successive alla realizzazione della cassa di laminazione situata a monte della Città di Torino..	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003. 1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017. 2	Attualmente non sono disponibili i dati relativi alla cassa di laminazione per cui ci si è posti nelle condizioni conservative (ossia non tenendo conto della presenza della cassa di laminazione)
	Allegato 14	OTC - Città di torino	Gli scarichi idrici di acque reflue industriali (comprese le acque di eventuali impianti geotermici a circuito aperto) dovranno essere preventivamente autorizzati mediante Autorizzazione Unica Ambientale (A.U.A. ai sensi del D.P.R. n. 59/2013) a prescindere dal punto di recapito finale (fognatura, strati superficiali del sottosuolo o acque superficiali).	Folder 4.12:2_MTL2T1A0DIDRGENR0 01 - Relazione Gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio.	
Acque sotterranee	Allegato 14	OTC - Città di torino	Lo Studio di Impatto Ambientale dovrà sviluppare un modello idrogeologico che consenta di simulare gli effetti localmente indotti dall'opera sul livello, sulla direzione e sulla velocità di flusso della falda superficiale, e che consenta di definire e quantificare l'entità e l'estensione degli eventuali impatti. L'analisi delle interferenze dovrà essere estesa ad un ambito idrogeologicamente significativo e basarsi sulle banche dati esistenti e sulle nuove informazioni acquisite nell'ambito della campagna di misure piezometriche ad hoc tenendo conto di eventuali effetti cumulativi indotti da altre opere sotterranee in progetto, come il collettore mediano. Il modello idrogeologico dovrà, in caso di potenziali innalzamenti del livello di falda con impatti negativi, individuare e dimensionare le conseguenti misure di mitigazione degli eventuali effetti indotti.	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 -Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	
Idrologia e idraulica	Allegato 6	AIPO	Sulla base dei risultati ottenuti il Proponente avrà cura di progettare gli accessi alle stazioni e gli imbocchi dei pozzi a quote superiori ai tiranti idrici raggiunti al verificarsi della piena di riferimento dei corsi d'acqua nell'ambito dei quali essi ricadono e aumentati di un adeguato franco idraulico; quote che potranno essere materializzate sia con rampe/gradini/soglie per quanto riguarda i varchi di ingresso alle stazioni, sia tramite la sopraelevazione delle strutture relative ai pozzi.	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003. 1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017. 2	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 3 bis	Città metropolitana	Le criticità ambientali principali della tratta, da approfondire sotto il profilo degli impatti e delle mitigazioni in fase di cantiere, sono riassumibili in: - impatti sui beni architettonici, paesistici e culturali (vincolati e non) e archeologici di competenza della SABAP e della Regione; per quanto riguarda l'impatto sul verde pubblico si veda il Regolamento del Verde della Città di Torino; - impatti dovuti al sottopassaggio della Dora Riparia nei pressi del Campus Einaudi e alla realizzazione di due stazioni (Verona e Novara) ricadenti in fasce PAI della Dora Riparia; - interferenze con la falda acquifera superficiale.	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 -Studio di impatto ambientale	
Geotecni ca	Allegato 9	Regione Piemonte	ampliare e rimodulare la fascia entro cui si fa l'analisi e il monitoraggio in relazione ai risultati degli studi geotecnici definitivi ed esecutivi anche in funzione della dimensione dello scavo e della sua profondità;	FOLDER 10: 01_MTL2T1A0DPRCG00R001 - Relazione tecnica bacino di subsidenza e impatto sulle preesistenze FOLDER 10: 02_MTL2T1A0DPRCG00R002 - Relazione tecnica monitoraggio	
	Allegato 9	Regione Piemonte	effettuare un monitoraggio su una fascia più ampia eventualmente meno intenso in termini di frequenza e tipologia di indagine, anche utilizzando, se del caso, tecniche di interferometria satellitare;	FOLDER 10. SUBSIDENZE, PRESIDIO E MONITORAGGI	Nello sviluppo della progettazione definitiva il progettista ha tenuto debitamente conto dei criteri di progettazione di un'infrastruttura urbana sotterranea, come la metropolitana, caratterizzata da galleria di linea, stazioni e manufatti interrati. Nell'ambito degli studi si riepilogano di seguito i vari step nei quali è articolata la progettazione: identificazione di tutti gli edifici che ricadono all'interno della fascia di interferenza degli scavi (indicativamente una fascia di 60m a cavallo dell'asse del tracciato); esecuzione di indagini sugli edifici interessati, mediante sopralluoghi e ricerche di archivio per la caratterizzazione del tipo di struttura, numero di piani, presenza di aree di pertinenza, ecc...; conduzione di sopralluoghi nelle parti comuni, e laddove necessario anche all'interno, per il rilievo dell'effettivo stato di consistenza; determinazione dell'indice di vulnerabilità intrinseco di ogni edificio; valutazione mediante calcoli analitici, degli effetti indotti dagli scavi sulle preesistenze, in termini di cedimenti e deformazioni; determinazione della categoria di danno potenziale che potrebbe interessare ogni singolo edificio; definizione degli interventi di mitigazione del rischio di danneggiamenti (i.e. consolidamenti preventivi allo scavo); elaborazione del progetto di monitoraggio geotecnico degli edifici, dei manufatti e delle preesistenze in generale, con la definizione di soglie di attenzione e allarme al fine di controllare il comportamento tenso-deformativo durante le fasi di scavo e, se del caso, implementare delle contromisure di mitigazione dei

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
					rischi. In particolare, il monitoraggio geotecnico è correlato alla verifica in tempo reale dell'evoluzione tenso-deformativa dell'infrastruttura e delle preesistenze interessate in fase di scavo fino alla stabilizzazione delle letture. Non si ravvede la necessità di integrare il piano di monitoraggio con tecniche di interferometria satellitare, che non avrebbero precisioni e tempi di risposta compatibili con le esigenze sopra indicate.
	Allegato 9	Regione Piemonte	considerare nella definizione dell'area da sottoporre a controlli anche i possibili effetti della variazione della soggiacenza della falda superficiale	FOLDER 10: 01_MTL2T1A0DPRCG00R001 - Relazione tecnica bacino di subsidenza e impatto sulle preesistenze FOLDER 10: 02_MTL2T1A0DPRCG00R002 - Relazione tecnica monitoraggio	Nei calcoli delle strutture si considera un'oscillazione della falda di 1.5 m rispetto al valore medio misurato nella configurazione di breve termine; nella configurazione di lungo termine si considera, cautelativamente, un incremento della falda pari a 4,5m rispetto al valore misurato.
	Allegato 9	Regione Piemonte	Individuare delle modalità eventualmente semplificate al punto di vista tecnico per esporre i risultati dei monitoraggi.		Il piano di monitoraggio si inserisce in uno studio più ampio; per maggiori dettagli si rimanda alla risposta di cui al penultimo punto precedente.
	Allegato 9	Regione Piemonte	In merito al tema della falda superficiale si osserva che la problematica è stata esaminata in maniera qualitativa nell'ambito della relazione geologica e in forma estremamente cautelativa negli studi geotecnici. Si ritiene necessario che il progetto definitivo e lo studio di impatto ambientale sia dotato di una corretta definizione di tale tematica, come prescritto al successivo punto 41 ed inoltre si dovranno coordinare i monitoraggi geotecnici e ambientali in maniera da tenere sotto stretto controllo l'evoluzione della soggiacenza nel corso delle lavorazioni.	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica Folder 4.11: GEOTECNICA E SISMICA	Nella scelta del livello piezometrico, il Progettista ha tenuto conto sia delle risultanze osservate nella campagna di indagini del 2018 che di quella del 2021 ed ha scelto di confermare le letture piezometriche del 2018 in quanto generalmente più cautelative (livelli piezometrici maggiori), per tener conto anche della scarsa piovosità registrata nel corso del 2021. Nella configurazione di lungo termine oltre al fenomeno di oscillazione stagionale, assunto pari a 150cm (configurazione di breve termine) il Progettista ha tenuto conto di eventuali ulteriori fenomeni di risalita della falda (p.es. esempio per la dismissione di attività industriali che nel passato prelevavano acqua di falda, come è avvenuto a Milano) e tale valore è stato fissato pari

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
					a 450cm. Di queste assunzioni, si è tenuto debitamente conto nel dimensionamento geotecnico e strutturale delle opere sotterranee.
Paesaggi o, Architettura, Archeologica	Allegato 9	Regione Piemonte	Dall'esame degli elaborati cartografici di inquadramento e dal loro confronto con la Tavola P2 "Beni paesaggistici" del Piano paesaggistico regionale (Ppr), approvato dal Consiglio regionale con deliberazione n. 233-35836 del 3 ottobre 2017, si rileva che le aree interessate dal progetto ricadono solo in parte in aree sottoposte a tutela paesaggistica di cui alla parte III del D.Lgs. 42/2004 recante Codice dei beni culturali e del paesaggio (di seguito: Codice) Il progetto definitivo relativo agli interventi in oggetto è pertanto soggetto alle procedure autorizzative ai sensi dell'art. 146 del Codice; ai fini del rilascio della suddetta autorizzazione dovrà essere accompagnato dalla documentazione prevista dal D.P.C.M. 12.12.2005 (Relazione paesaggistica).	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	
	Allegato 9	Regione Piemonte	Dall'entrata in vigore del Piano paesaggistico regionale qualsiasi intervento deve rispettare le disposizioni cogenti e immediatamente prevalenti, espressamente richiamate nella deliberazione di approvazione del Ppr e contenute nelle prescrizioni delle Norme di attuazione (16, 18, 23, 26, 33, 39 e 46) , nonché le specifiche prescrizioni d'uso dei beni paesaggistici di cui all'articolo 143, comma 1, lettera b), del Codice stesso, riportate nelle schede del Catalogo dei beni paesaggistici del Piemonte, Prima parte (Catalogo). Si segnala pertanto la necessità che la Relazione paesaggistica sopra citata contenga tutti gli elementi necessari per la verifica della conformità dell'intervento proposto rispetto a tali disposizioni, con specifico riferimento alle prescrizioni degli articoli 14 (Sistema idrografico), 16 (Territori coperti da foreste e da boschi) e 18 (Aree naturali protette e altre aree di conservazione della biodiversità) delle NdA del Ppr e alle prescrizioni specifiche contenute nella Scheda A142 del Catalogo.	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>Ai sensi dell'art. 3 della legge regionale 1 dicembre 2008 n. 32 gli interventi in oggetto, considerati nella loro interezza (tratta centrale, tratta nord e tratta sud) sono ricompresi nei casi per cui la competenza a rilasciare l'autorizzazione paesaggistica è in capo alla Regione (comma 1, lett. a. "realizzazione di infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali di interesse sovracomunale").</p>	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>Per quanto attiene la predisposizione di eventuali varianti urbanistiche necessarie alla realizzazione dell'opera si segnala che, come previsto dall'art. 46 delle NdA del Ppr e come specificato dall'art. 11 del Regolamento attuativo del Ppr stesso (Reg. 4/R approvato con DPGR 22/3/2019), qualsiasi variante apportata agli strumenti urbanistici, formata e approvata secondo il procedimento della l.r 57/1977 deve garantire il rispetto delle disposizioni cogenti e immediatamente prevalenti, nonché degli obiettivi, degli indirizzi e delle direttive del Ppr, limitatamente alle aree da esse interessate. La variante urbanistica dovrà pertanto essere accompagnata da una relazione, predisposta sulla base dell'Allegato B del citato Regolamento, che fornisca un chiaro riscontro relativamente alla coerenza della variante con i contenuti del Ppr. Deve quindi essere dimostrato il rispetto delle prescrizioni dei citati articoli 14, 16 e 18 contenuti nelle NdA del Ppr e delle prescrizioni specifiche contenute nella Scheda A142 del Catalogo; con riferimento alle direttive e agli indirizzi presenti nelle NdA, la relazione dovrà fornire riscontro della coerenza con le disposizioni inerenti alle componenti paesaggistiche interferite dal progetto: componenti naturalistico-ambientali, con particolare riferimento al sistema idrografico e relativa zona fluviale interna e allargata e alle aree protette; componenti storico culturali, in special modo alla viabilità storica interferita; patrimonio rurale storico, ed eventualmente territori gravati da usi civici); componenti percettivo-identitarie, con particolare riferimento agli elementi caratterizzanti di rilevanza paesaggistica e al rispetto delle visuali e degli assi prospettici; componenti morfologico insediative, con particolare riferimento alle aree urbane consolidate e ai tessuti urbani esterni ai centri. In linea generale, considerate le peculiarità dei luoghi di intervento interessati dai vincoli paesaggistici sopraccitati e viste le indicazioni del Ppr per gli ambiti paesaggistici in esame, sulla base della documentazione progettuale fornita non si ritiene che sussistano elementi in assoluto ostativi alla realizzazione dell'opera; ciò premesso in merito al tracciato si formulano le seguenti osservazioni di cui si chiede di tener conto nelle successive fasi autorizzative.</p>	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>In linea generale si condivide l'approccio progettuale "minimalista" adottato per le stazioni da realizzarsi in centro storico, così come indicato nella "Carta Architettonica" prodotta, nel rispetto delle caratteristiche storiche e architettoniche e d'impianto che connotano la Torino storica. La documentazione progettuale inerente alla tratta della linea che attraversa il centro storico dovrà pertanto approfondire particolarmente gli aspetti di inserimento paesaggistico delle opere esterne nel contesto storico-architettonico, attraverso una puntuale ricognizione fotografica dei luoghi e fotoinserimenti delle opere all'interno dello skyline delle vie interessate, con attenzione alla presenza di beni vincolati ai sensi della Parte II del Codice, verificando visuali ed interferenze. Inoltre, dovrà essere riportata puntualmente la sovrapposizione tra stato di progetto e situazione attuale, con particolare riferimento a documentare pavimentazioni e sistemazioni esterne attuali in progetto: le pavimentazioni in prossimità dell'accesso di scale fisse e mobili dovranno avere disegno e impiegare materiali coerenti con l'esistente. In particolare per la fermata Porta Nuova lungo via Nizza, ricompresa all'interno della "Dichiarazione di notevole interesse pubblico dei viali alberati del Comune di Torino", concordando con quanto già espresso dalla competente Soprintendenza con nota in risposta al Comune di Torino n. 6886 del 12/05/2020, si chiede di: - tener maggiormente conto della presenza dell'edificio storico della Stazione di Porta Nuova arretrando la collocazione planimetrica delle scale di accesso e della relativa copertura per rispettare l'allineamento su Corso Vittorio Emanuele II del fabbricato della Stazione e degli edifici esistenti all'angolo con Via Nizza; - verificare la soluzione progettuale tipologica proposta per la copertura vetrata del medesimo accesso anche in funzione delle sistemazioni esterne, pensiline e altre strutture già realizzate in prossimità della stazione, al fine di garantire il più possibile una maggiore uniformità di linguaggio architettonico; - minimizzare, per collocazione o disegno progettuale la visibilità di ascensori e griglie e pozzi di luce. Più in generale, per quanto riguarda la realizzazione di griglie di ventilazione e pozzi di luce si chiede di verificare la possibilità di utilizzare manufatti di ridotta visibilità, quando possibile a raso, con particolare attenzione degli interventi previsti per Piazza Carlo Alberto e per i Pozzi Carlo Alberto e Porta Nuova.</p>	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>La gran parte delle stazioni della linea 2 prevedono atrio interrato e, pertanto, minimali impatti delle opere esterne sul contesto urbano, ad eccezione degli interventi sulle alberate di cui trattato sopra. L'attraversamento di aree di trasformazione urbana è comunque occasione per avviare progetti di riqualificazione e rivitalizzazione di spazi pubblici attraverso sistemazioni esterne delle aree più significative, soluzioni che andranno verificate anche per gli aspetti di inserimento paesaggistico, in coerenza con le indicazioni del Ppr. In particolare per le tratte sud e nord andrà verificata l'eventuale interferenza delle stazioni rispetto a cascine e canali storici, segnalati all'interno degli approfondimenti storici condotte, che ancora caratterizzano gli ambiti interessati, nonché con eventuali aree agricole residuali, coordinando gli interventi di riqualificazione di aree produttive o degradate con la conservazione di aree rurali residue d'impianto (cascine, canalizzazioni, lottizzazioni) eventualmente ancora intercluse tra le urbanizzazioni lineari o dequalificate. Nello specifico: • Stazioni Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli: in questo caso le stazioni sono esterne e verranno inserite all'interno di un parco verde lineare – realizzato a seguito della copertura della ex trincea ferroviaria che verrà riqualificata dalla municipalità di Torino. Il parco vuole essere "elemento di connessione e di continuità ecologica" all'interno del distretto del Regio Parco, costituendo un corridoio verde che collegherà il Parco Sempione al Parco Colletta e confinerà con le rive del fiume Po. Si chiede, in coerenza con le intenzioni progettuali volte a uno sviluppo urbano più eco-responsabile, di valutare, per le suddette stazioni, soluzioni che consentano di progettare in continuità il parco lineare, ad esempio attraverso impiego di tetti verdi ed evitando interruzioni delle sistemazioni vegetazionali.</p>	<p>Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 6: 10_MTL2T1A0DURBGENK007 "MASTERPLAN EX TRINCERONE - DOSSIER DI ORIENTAMENTO" Folder "6.3 - SISTEMAZIONI E RIPRISTINI SUPERFICIALI" che comprende la sistemazione superficiale dell'ex trincea ferroviaria e i ripristini delle viabilità esistenti interessate dall'ex trincea. Gli elaborati illustrano gli interventi progettuali di "ricucitura urbana" ovvero una cerniera ecologica che ha l'obiettivo di riqualificazione del territorio interessato dall'ex trincea.</p>	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	redazione documentazione integrativa di Verifica della conformità del progetto proposto alle previsioni e prescrizioni del PPR - Piano Paesaggistico Regionale del Piemonte, approvato dal Consiglio Regionale con deliberazione n. 233-35836 del 3 ottobre 2017. Si chiede in particolare di verificare che le opere proposte rispettino le prescrizioni delle Norme di Attuazione (articoli 3, 13, 14, 15, 16, 18, 23, 26, 33, 39 e 46) e, nello specifico di quelle gravanti sulle aree tutelate oggetto di intervento, oltre alle prescrizioni d'uso contenute nella scheda del Catalogo dei Beni Paesaggistici A142 relativa alla "Dichiarazione di notevole interesse pubblico dei Viali alberati del Comune di Torino". Si rappresenta che nelle osservazioni allo studio di fattibilità espresse nella ns. lettera sopra richiamata, erano già state segnalate le criticità relative all'abbattimento di esemplari arborei in particolare nei viali tutelati in alcuni casi senza prevederne la ripiantumazione. Si chiede pertanto, nel caso di incompatibilità con le prescrizioni, di valutare possibili soluzioni alternative o accorgimenti che ne consentano il rispetto. Tale criticità era stata evidenziata anche nei viali non tutelati.	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	
	Allegato 4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	Relazione e documentazione grafica, illustrativa degli impatti paesaggistici in fase di realizzazione dell'opera (fase di cantierizzazione), sulle zone assoggettate a tutela paesaggistica 'opere legis' (art. 142 D. Lgs. 42/04 s.m.i), o per Decreto (art. 136 del D. Lgs. 42/04 s.m.i.);.	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	
	Allegato 4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	si chiede di valutare in modo più approfondito alcune ricadute sulle componenti di paesaggio urbano afferenti i molteplici viali alberati alcuni dei quali soggetti a tutela paesaggistica (cfr. tratto di corso Re Umberto all'incrocio con via Pastrengo – stazione Pastrengo tutelato con D.M. 22/02/1964 "Dichiarazione di notevole interesse pubblico dei viali alberati del comune di Torino"), interessati dall'intervento e da abbattimenti di esemplari arborei; altri invece non tutelati ma comunque coinvolti in tali opere (cfr. stazioni Mole/Giardini Reali, Verona, Novara, Giulio Cesare, Sempione/Gottardo, Caboto e Politecnico, San Mauro Prà Granda, Pescarito). Nelle successive fasi di progettazione, si ritiene utile predisporre tavole simulate 3D (renderings) di confronto tra stato di fatto e previsioni di progetto, con sfondo di vedute fotografiche reali, al fine di meglio illustrare l'effetto degli abbattimenti anche senza sostituzione sulle vedute prospettive complessive dei filari alberati interessati dall'intervento, secondo quanto prevede il D.P.C.M. 12.12.2005 riguardo alla redazione della relazione paesaggistica e allegati	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	in riferimento alle possibili interferenze delle opere di scavo previste con la condizione strutturale di edifici assoggettati a tutela monumentale, si chiede, nelle successive fasi di progettazione, lo sviluppo di piani e soluzioni di abbattimento preventivo del rischio di danneggiamento strutturale in riferimento ai manufatti che, per posizione e condizione pregressa, si presentino maggiormente vulnerabili.	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 10. SUBSIDENZE, PRESIDIO E MONITORAGGI	La prescrizione è stata presa in conto ed è perfettamente in linea con i criteri di progettazione di un'infrastruttura urbana sotterranea, come la metropolitana, caratterizzata da galleria di linea, stazioni e manufatti interrati. Nell'ambito degli studi, la progettazione si sviluppa in vari step, quali: identificazione di tutti gli edifici che ricadono all'interno della fascia di interferenza degli scavi (indicativamente una fascia di 60m a cavallo dell'asse del tracciato); esecuzione di indagini sugli edifici interessati, mediante sopralluoghi e ricerche di archivio per la caratterizzazione del tipo di struttura, numero di piani, presenza di aree di pertinenza, ecc...; conduzione di sopralluoghi nelle parti comuni, e laddove necessario anche all'interno, per il rilievo dell'effettivo stato di consistenza; determinazione dell'indice di vulnerabilità intrinseco di ogni edificio; valutazione mediante calcoli analitici, degli effetti indotti dagli scavi sulle preesistenti, in termini di cedimenti e deformazioni; determinazione della categoria di danno potenziale che potrebbe interessare ogni singolo edificio; definizione degli interventi di mitigazione del rischio di danneggiamenti (i.e. consolidamenti preventivi allo scavo); elaborazione del progetto di monitoraggio geotecnico degli edifici, dei manufatti e delle preesistenze in generale, con la definizione di soglie di attenzione e allarme al fine di controllare il comportamento tenso-deformativo durante le fasi di scavo e, se del caso, implementare delle contromisure di mitigazione dei rischi. L'approccio progettuale su descritto è applicato a tutte le tipologie di edifici interferenti, e, parimenti, anche a quelli soggetti a tutela monumentale.
	Allegato 4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	in riferimento alle aree di tessuto urbano storico interferite dal tracciato della linea metropolitana 2 in progetto, si richiede di utilizzare - per il rivestimento dei sedimi esterni previsti in materiale lapideo - elementi di taglio, pezzatura e natura mineralogica coerente con le preesistenze circostanti, privilegiando la pietra di Luserna a lastre rispetto al granito.	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 11: PROGETTO ARCHITETTONICO	Nello sviluppo della progettazione definitiva lo scrivente Progettista conferma di aver previsto nel progetto architettonico e delle finiture, l'adozione di pietra di Luserna con elementi di taglio, pezzatura e natura mineralogica coerente con le preesistenze circostanti. Di tale ottemperanza si è data evidenza nella documentazione di riferimento inclusa nel folder 11 del progetto architettonico.
	Allegato 4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	per quanto riguarda l'intervento previsto in Piazza Carlo Alberto si chiede di formulare una nuova proposta per la sistemazione del sedime superficiale, che, stante le modifiche apportate all'attuale impianto, peraltro frutto di interventi recenti, dovrebbe impostarsi su principi progettuali del tutto differenti. In particolare l'asse di via Carlo Alberto, centrato sul monumento, dovrebbe essere prevalente nella composizione dell'area, creando una piazza simmetrica rispetto al monumento stesso, con sedime uniforme, che si estenda dal fronte ottocentesco di Palazzo Carignano fino ad un'area verde antistante l'edificio della Biblioteca Nazionale. L'ascensore dovrebbe essere collocato in corrispondenza delle scale poste su via Cesare Battisti e assolutamente non nell'invaso della piazza, le griglie e altri apparati	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 6.1.2: INSERIMENTO URBANISTICO STAZIONE CARLO ALBERTO - ELABORATI: 08_MTL2T1A2DURBSCAT001 09_MTL2T1A2DURBSCAT002 10_MTL2T1A2DURBSCAT003 18_MTL2T1A2DURBSCAT004 19_MTL2T1A2DURBSCAT005	Nello sviluppo della progettazione definitiva lo scrivente Progettista ha ottemperato alla prescrizione come dettagliato di seguito: - sulla base delle indicazioni impartite dalla Soprintendenza è stata definita una nuova configurazione progettuale della sistemazione superficiale della piazza, del tutto differente rispetto a quella attuale e a quella proposta nella precedente fase progettuale di PFTE; - l'asse della piazza è stato centrato sul monumento a Carlo Alberto ed alla piazza è stata data una conformazione planimetrica simmetrica rispetto al monumento stesso; - le griglie e le botole ricadenti nell'invaso della piazza sono state rimodulate per renderle simmetriche rispetto all'asse centrale della piazza e ruotate per allinearle al fronte di Palazzo Carignano e all'edificio della Biblioteca

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
			tecnologici dovrebbero essere a raso con il sedime della piazza, con tipologia e caratteristiche formali che si integrino con il nuovo disegno geometrico generale	20_MTL2T1A2DURBSCAT006 21_MTL2T1A2DURBSCAT007 22_MTL2T1A2DURBSCAT008 23_MTL2T1A2DURBSCAT009 24_MTL2T1A2DURBSCAT010 25_MTL2T1A2DURBSCAT011 26_MTL2T1A2DURBSCAT012 27_MTL2T1A2DURBSCAT013 28_MTL2T1A2DURBSCAR001	<p>Nazionale. Esse sono tutte a raso ed integrate nella nuova proposta di sistemazione superficiale menzionata di seguito (si veda allegato A). Le modifiche alle griglie sono state introdotte mediante una nuova configurazione funzionale dei locali di ventilazione e dei locali tecnici di stazione, determinata nel rispetto degli standard di sicurezza della linea metropolitana.</p> <p>Per quel che concerne l'ascensore, invece, non è stato possibile ubicarlo in corrispondenza delle scale in via Cesare Battisti, in quanto in questa posizione non risponderebbe alle esigenze di carattere funzionale, di accessibilità alla stazione, oltre che alle esigenze di carattere costruttivo. Inoltre, tale riposizionamento comporterebbe una ricollocazione planimetrica delle scale fissa e mobile con conseguenti impatti, quali: nella configurazione definitiva le emergenze rappresentate dalle scale e dal torrino ascensore, ostruirebbero l'accesso agli edifici esistenti; nella fase costruttiva comporterebbero la totale chiusura dell'accesso dei residenti agli edifici adiacenti.</p> <p>Tale ascensore, che è caratterizzato da un torrino in vetro e supporto strutturale in acciaio, collega il piano strada al piano atrio della stazione ed ha la funzione di garantire un'agevole accessibilità a tutti gli utenti, in particolare per le persone con mobilità ridotta. Esso è stato ricollocato in nuova posizione planimetrica rispetto a quella del PFTE, ovvero nello spigolo nord-est della piazza. Questa nuova posizione, a parere dello scrivente, è tale da non creare un impatto nell'inserimento nella piazza per le seguenti ragioni: l'ascensore infatti è marginale rispetto all'invaso della piazza, è integrato con la nuova sistemazione progettuale, è lontano dall'allineamento di Via Carlo Alberto e dallo stesso monumento, e non ostruisce la visuale degli edifici monumentali di Palazzo Carignano e della Biblioteca Nazionale. Le scelte progettuali summenzionate, sono confluite in uno studio della sistemazione superficiale della piazza, riepilogato nei documenti di riferimento. Si riporta infine che durante la fase di cantiere per la realizzazione della Stazione Carlo Alberto, il monumento a Carlo Alberto sarà temporaneamente rimosso e ricollocato nella stessa posizione a fine lavori.</p>
	Allegato 4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	per quanto riguarda il pozzo di ventilazione denominato "Carlo Alberto", previsto nel cortile della Cavallerizza, si ritiene che lo stesso avrebbe un forte impatto sul contesto monumentale tutelato, Patrimonio dell'Unesco, in particolare per le griglie di ventilazione di grandi dimensioni, e si richiede pertanto di valutare una sistemazione alternativa, in corrispondenza della via Giuseppe Verdi.	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 6.2.2: INSERIMENTO URBANISTICO POZZO DI VENTILAZIONE CARLO ALBERTO - ELABORATI: 07_MTL2T1A2DURBPCAT001 08_MTL2T1A2DURBPCAT002	Nello sviluppo della progettazione definitiva lo scrivente Progettista ha ottemperato alla prescrizione mediante una nuova ubicazione del pozzo di ventilazione, che è stato traslato su Via Virginio angolo Via Verdi e le griglie di aerazione sono state disposte lungo via Verdi, a raso marciapiede come prescritto dalla Soprintendenza. Per evitare la sosta di veicoli, sono previsti dei dissuasori analoghi a quelli già installati nella zona (piazza Collegio Militare). Per la nuova ubicazione si rimanda alla documentazione di riferimento.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	per quanto riguarda il pozzo di ventilazione denominato "Porta Nuova", posto su sedime tutelato e in diretta adiacenza di Palazzo Bricherasio, tutelato ai sensi della Parte II del Codice, considerato che le griglie previste avrebbero un forte impatto sul contesto, si richiede di valutare un posizionamento in corrispondenza di via Cavour, verso la quale non prospettano direttamente beni tutelati.	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008-0-0 Folder 6.2.2: INSERIMENTO URBANISTICO POZZO DI VENTILAZIONE PORTA NUOVA - ELABORATI: 09_MTL2T1A2DURBPPNT001 10_MTL2T1A2DURBPPNT002	Nello sviluppo della progettazione definitiva lo scrivente Progettista ha valutato la possibilità di traslare il pozzo in corrispondenza di via Cavour, come indicato nella prescrizione, ma non vi è stato possibile procedere alla modifica planimetrica per le seguenti ragioni: - gli spazi a disposizione non sono sufficienti a ricevere il manufatto costituente il pozzo, composto da una camera di locali tecnici, un vano di aerazione con relativa griglia superficiale, un pozzo cilindrico ed un tronchino di collegamento tra il pozzo cilindrico e la galleria di linea; - nell'incrocio tra Via Cavour e Via Lagrange, vi è una fitta rete di pubblici servizi che, nel caso di realizzazione del pozzo, non sarebbe stato possibile deviare a causa di insufficienza di spazi a disposizione; - in fase di costruzione, infine, sarebbe stato necessario chiudere completamente via Cavour, creando impatti considerevoli sulla viabilità, sull'accessibilità alle aree commerciali e sugli edifici residenziali. Ancorché le scelte siano state orientate nel confermare l'ubicazione del Pozzo Porta Nuova nella medesima ubicazione indicata nella precedente fase progettuale di PFTE, sono state implementate delle misure di mitigazione che consistono in: - realizzazione della griglia di aerazione a raso della pavimentazione attuale; - la suddetta griglia sarà rivestita con l'utilizzo di lastre di Luserna che andranno a riprendere la trama esistente della pavimentazione circostante esistente, usando un materiale pregiato adatto ad un contesto centrale ed aulico. L'intervento mitigativo proposto è illustrato nei documenti di riferimento indicati.
	Allegato 4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	per quanto riguarda gli interventi previsti in adiacenza alla stazione di Torino Porta Nuova, tutelata ai sensi degli artt. 10-12 del D.LGS. 42/2004 e s.m.i. e con D.M. 22/02/1964 "Dichiarazione di notevole interesse pubblico dei viali alberati del comune di Torino", si chiede di valutare la possibilità di arretrare il corpo scale (4 scale mobili e 1 scala fissa centrale) compresa la copertura entro il filo costruzione del corpo principale della stazione in modo da mantenere gli allineamenti consolidati anche rispetto all'altro fabbricato ubicato all'angolo tra via Nizza e corso Vittorio Emanuele II (cfr. tavola sistemazione superficiale finale); di prevedere una struttura di copertura del suddetto corpo scale che riprenda nel disegno dei montanti e delle mensole e nelle finiture quelli impiegati per la struttura della pensilina di recente costruzione situata in prossimità dell'incrocio tra via Sacchi e corso Vittorio Emanuele II in modo da utilizzare un medesimo linguaggio architettonico contemporaneo per i nuovi manufatti in	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 6.1.2: INSERIMENTO URBANISTICO STAZIONE PORTA NUOVA - ELABORATI: 11_MTL2T1A2DURBSPNT001 12_MTL2T1A2DURBSPNT002 13_MTL2T1A2DURBSPNT003	Nello sviluppo della progettazione definitiva lo scrivente Progettista ha ottemperato alla prescrizione come dettagliato di seguito: - il corpo scale (4 scale mobili e 1 scala fissa centrale), compresa la copertura entro il corpo principale della stazione, è stato arretrato verso sud, per allinearsi al fabbricato storico della Stazione ferroviaria di Porta Nuova ed all'edificio esistente ubicato all'angolo tra Via Nizza e Corso Vittorio Emanuele II; - la copertura del suddetto corpo scale è stata rivista nella sua configurazione strutturale ed architettonica ed è stato utilizzato lo stesso "linguaggio architettonico contemporaneo" già adottato per la struttura della pensilina di recente costruzione situata in prossimità dell'incrocio tra Via Sacchi e C.so Vittorio (si vedano i documenti di riferimento) - per quel concerne la sistemazione superficiale, per la nuova pavimentazione, si conferma l'impiego di lastre di pietra analoghe a quelle già adottate nell'area limitrofa al fine di raccordare ed uniformare l'intervento

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
			<p>progetto nell'area di pertinenza della stazione; di valutare la possibilità di collocare sul lato opposto vicino ai filari arborei i due nuovi ascensori proposti in prossimità del prospetto storico della stazione (lato via Nizza) che seppur in vetro e acciaio risultano piuttosto visibili; di utilizzare per la nuova pavimentazione lastre di pietra analoghe a quelle già impiegate nell'area limitrofa al fine di raccordare ed uniformare l'intervento con l'esistente. In ultimo si ritiene utile, per la successiva fase progettuale, che le sezioni e le piante delle nuove opere siano contestualizzate ovvero vengano rappresentate nei medesimi elaborati anche le strutture della stazione per poterne valutare meglio i rapporti proporzionali e le eventuali interferenze.</p>		<p>con l'esistente.</p> <p>Relativamente alla richiesta di "[...] valutare la possibilità di collocare sul lato opposto vicino ai filari arborei i due nuovi ascensori proposti in prossimità del prospetto storico della stazione (lato via Nizza) [...]", lo scrivente, a seguito di ulteriori verifiche ed approfondimenti, sentito anche il Comando dei Vigili del fuoco, ha dovuto confermare gli ascensori nelle stesse posizioni individuate nella precedente fase progettuale per le seguenti ragioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> - la coppia di ascensori ubicata in prossimità di C.so Vittorio Emanuele II ha la funzione di collegare il piano strada al piano atrio della stazione e garantisce un'agevole accessibilità a tutti gli utenti ed in particolare per le persone con mobilità ridotta; essa non può essere ricollocata dal lato di Via Nizza in quanto, da questo lato la stazione subisce una "rastremazione planimetrica" necessaria ad evitare l'interferenza fisica con la galleria esistente della linea 1 della Metropolitana (come si evince dagli elaborati grafici indicati nei documenti di riferimento); - l'altro ascensore ubicato sul lato est della stazione Porta Nuova FS ha la funzione di accesso alle operazioni di soccorso da parte dei Vigili del fuoco dal piano strada direttamente alla banchina ovest; in posizione simmetrica rispetto all'asse longitudinale della stazione, è presente un secondo ascensore avente la stessa funzione di accesso VVF a servizio dell'altra banchina; per poter ottemperare alla richiesta della Soprintendenza, bisognerebbe eliminare uno dei 2 ascensori, almeno nel tratto che dal piano atrio arriva in superficie. Lo scrivente ha avuto modo di presentare un nulla osta alla fattibilità al Comando VVF, ma il riscontro ricevuto è stato il seguente: "Per quanto attiene la potenziale realizzazione di un unico percorso dedicato alle operazioni di soccorso, limitatamente al tratto strada (piano di riferimento) / atrio, si ritiene non accettabile la proposta progettuale in quanto la richiesta della Norma riguarda, citando esplicitamente: "comodi accessi dall'esterno, indipendenti dai percorsi presi in conto per lo sfollamento", utilizzando esplicitamente termini plurali nell'ottica di compensare la mancanza dell'ascensore attestato a piano strada (piano di riferimento)." Pertanto, l'eliminazione del suddetto ascensore non è possibile, così come lo spostamento nel lato opposto.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
Uso del suolo (Valutazione di incidenza)	Allegato 9	Regione Piemonte	Gli edifici, come ad esempio il deposito, dovranno individuare misure finalizzate a ridurre il potenziale impatto causato sull'avifauna dalla realizzazione di facciate dotate di ampie superfici vetrate trasparenti o riflettenti, tramite l'utilizzo di materiali opachi o colorati o satinati o idoneamente serigrafati, in modo da risultare visibili all'avifauna ed evitare collisioni. Al proposito si potrà far riferimento alla pubblicazione "Costruire con vetro e luce rispettando gli uccelli", Stazione ornitologica svizzera Sempach, 2013 scaricabile dal sito web: http://vogelglas.vogelwarte.ch/it/home .	folder 14.3: Progetto architettonico deposito/officina Rebaudengo - elaborato 1_MTL2T1A0DARCDRBK_001	Il Deposito/Officina denominato Rebaudengo è un manufatto è ubicato nell'estremo nord ovest della linea, al fondo di Corso Venezia, si sviluppa per due piani interrati e 3 piani fuori terra. Nei due piani interrati sono ubicate: l'area deposito treni a fine servizio, le officine per la manutenzione leggera, l'area lavaggio treni, i locali tecnici, ecc...; nella palazzina di 3 piani fuori terra, invece sono ubicati: la mensa, gli uffici, il posto di controllo/comando della linea, ecc... La palazzina fuori terra richiama lo stesso "linguaggio architettonico" indicato nella Carta dell'Architettura della Linea 2 e tipico delle stazioni ad un livello interrato con atrio a piano terra. L'involucro della palazzina è caratterizzato da rivestimenti esterni in doghe di terracotta rossachiara di diverse dimensioni. Queste doghe hanno perlopiù la funzione di schermo solare dei locali di lavoro e sono caratterizzate da un telaio esterno in metallo a doppio strato che sostiene il parasole a lamelle in terracotta. La struttura esterna è disassata rispetto alla facciata e nell'intercapedine trova spazio una passerella per la manutenzione e la pulizia. L'involucro è in linea con le misure finalizzate a ridurre il potenziale impatto causato sull'avifauna dalla realizzazione di facciate dotate di ampie superfici vetrate trasparenti o riflettenti, ed è tale da risultare visibile all'avifauna ed evitare collisioni.
	Allegato 9	Regione Piemonte	Il tracciato della linea, nella tratta nord, prevede l'interessamento di un tratto della Stura di Lanzo. Tale area corrisponde alla Riserva naturale del Meisino e dell'Isolone Bertolla, coincidente in quella porzione con il sito Rete Natura 2000 ZPS IT1110070 "Meisino", nonché alla limitrofa "Riserva naturale dell'Arrivore e Colletta". Anche se il corso d'acqua non verrà direttamente interferito, la presenza di tali aree tutelate dovrà essere opportunamente tenuta in considerazione nello studio d'impatto ambientale per la valutazione delle fasi di cantiere e di eventuali opere accessorie. L'espressione del parere di Valutazione di Incidenza, all'interno delle procedure di VIA, è del soggetto gestore dei siti della Rete Natura 2000 e si esplica ai sensi dell'art. 43, comma 14, della l.r. 19/2009 a s.m.i. "Testo unico sulla tutela delle aree protette e della biodiversità". L'Ente Parco è stato delegato alla gestione della ZPS IT1110070 "Meisino (Confluenza Po-Stura)" con DGR n.10-2501 del 3/8/2011.	non applicabile	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>Alcune aree d'intervento presentano interferenze con attività agricole, in particolare canali irrigui (anche quelli non più direttamente utilizzati a fini irrigui ma che potrebbero svolgere funzione di scolmatore o comunque di trasporto di acque bianche) e aree agricole irrigue consortili e infrastrutture irrigue consortili, installazioni presenti lungo il tracciato o nell'area adiacente. A queste si dovrà porre attenzione nelle successive fasi progettuali ed il proponente dovrà dare riscontro, nell'ambito del progetto definitivo, degli esiti delle verifiche, da effettuarsi con i Consorzi competenti per territorio, volte a risolvere le eventuali interferenze. Si segnala che sono interferiti il Comprensorio Valli di Lanzo gestito dal Consorzio di Secondo Grado delle Valli di Lanzo ed il Comprensorio Bassa Val Susa – Bassa Val Sangone gestito dal Consorzio Unione Bealere Derivate dalla Dora Riparia e che il percorso risulta altresì adiacente al Comprensorio Alta Val Sangone gestito dal Consorzio Valsangone. Nella progettazione definitiva si dovrà tenere conto che sia in fase di cantiere sia in fase di esercizio dovrà essere garantita la perfetta funzionalità idraulica della rete irrigua e la possibilità di eseguire agevolmente tutte le operazioni manutentive e ispettive che si rendano necessarie per la sua gestione, interventi che dovranno svolgersi agevolmente ed in sicurezza. Il cronoprogramma relativo alla realizzazione delle opere dovrà pertanto tener conto della necessità di assicurare la funzionalità della rete irrigua nel periodo di irrigazione.</p>	<p>MTL2T1A1DDOTGENR001 – Deviazioni Pubblici servizi - Relazione Generale MTL2T1A2DDOTGENR001 – Deviazioni Pubblici servizi - Relazione Generale MTL2T1A1DDACGENT003 - Risoluzione Interferenze Bealere e Canali Irrigui - Planimetria Generale MTL2T1A1DDACGENT004 (Tavole 1÷8) Risoluzione Interferenze Bealere e Canali Irrigui. MTL2T1A2DDACGENT004 (Tavole 1÷11) Risoluzione Interferenze Bealere e Canali Irrigui.</p>	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>Si segnalano alcune buone pratiche progettuali per la redazione del progetto definitivo, utili a mitigare gli impatti dell'opera. Dal punto di vista del consumo di suolo, pur prendendo atto dell'imprescindibilità della realizzazione dei depositi e dei parcheggi di interscambio ai fini della funzionalità dell'opera, è comunque giusto sottolineare che il consumo di suolo si configura come un impatto irreversibile e non mitigabile, che produce i suoi effetti su un patrimonio essenzialmente non rinnovabile, la risorsa ambientale suolo. Al fine di provocare un minor impatto ambientale sarà pertanto importante privilegiare, ad esempio tra le ipotesi di posizionamento per il deposito della nuova linea o di eventuali alternative per le aree di parcheggio, quegli spazi che presentino minor interferenza col reticolo irriguo, una peggior classe di capacità d'uso del suolo, una maggior impermeabilizzazione e compromissione antropica all'atto del progetto. Il progetto definitivo dovrà contenere gli esiti dei confronti tra le varie ipotesi di posizionamento. Ai fini mitigativi, sarà utile mantenere un livello di permeabilità dei suoli e delle superfici scoperte pavimentate da attestarsi minimo al 30% della superficie totale di ciascuna area. Al proposito un valido riferimento è dato dal documento "Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo" reperibile alla seguente pagina web: http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_it.pdf;</p>	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 10	Ente parco	il progetto dovrà essere corredato da uno Studio di Incidenza ambientale, al fine dell'espressione del parere in merito alla Valutazione di Incidenza. Come evidenziato in sede di intervento nella seduta della CdS dal rappresentante dell'Ente-Parco, gli approfondimenti dovranno riguardare soprattutto l'analisi delle interferenze dovute alle cantierizzazioni che potranno interessare i livelli in superficie, con particolare riguardo a possibili ricadute (sotto l'aspetto di occupazione di aree e/o di tempi di intervento sulla base dei cronoprogrammi) su specie e/o habitat di interesse comunitario, ossia evidenziati negli allegati alle Direttive 2009/147/CE (Direttiva "Uccelli") e 92/43/CEE (Direttiva "Habitat"), nonché eventuali interferenze, a opere concluse, connesse a manufatti di superficie (ad esempio eventuali pozzi di aerazione e di servizio) oppure a emissioni in atmosfera (es. gas, rumori). A tale riguardo dovranno essere presi in particolare considerazione possibili effetti diretti e/o indiretti rispetto alle componenti riportate nel formulario standard (link: ftp://ftp.minambiente.it/PNM/Natura2000/TrasmissioneCE_aprile2020/schede_mappe/Piemonte/ZPS_schede/). Il progetto definitivo dovrà comunque prevedere, per entrambe le zone di intersezione con le aree protette e le aree contigue, soluzioni atte a ridurre quanto più possibile i fattori di impatto ambientale connessi alla viabilità di cantiere, a luoghi di produzione/lavorazione materiali e alle aree di stoccaggio degli stessi, in particolare per i materiali residuali, quali fanghi, scarti e rifiuti. Il cronoprogramma delle opere relative a tali due aree, dovrà essere opportunamente adeguato affinché eventuali lavorazioni rumorose, o che possono provocare vibrazioni, non siano coincidenti con periodi riproduzione di specie animali di interesse comunitario.	non applicabile	
	Allegato 3 bis	Città metropolitana	Dovrà essere prodotta la Verifica o Screening di Incidenza sul Sito Natura 2000 interferito dal progetto (ZPS Meisino a nord) sia in fase di cantiere che di esercizio e dovrà essere meglio descritta la fase di cantierizzazione e la suddivisione in lotti funzionali dell'opera.	non applicabile	
	Allegato 3 bis	Città metropolitana	andranno approfonditi e descritti in dettaglio gli impatti sulle Aree Protette (Riserva Naturale del Meisino, Riserva Naturale Arrivore e Colletta) e sulla ZPS sopra citata, sulle Aree Contigue della Fascia del Po torinese a sud sul torrente Sangone, sulle fasce perfluviali della Dora Riparia e della Stura di Lanzo a nord e del torrente Sangone a sud.	Applicabile solo per fasce perfluviali della Dora Riparia: Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 (Cap.4.2)	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
Acque sotterranee	Allegato 9	Regione Piemonte	Il progetto in esame prevede l'attraversamento in sub-alveo in scavo meccanizzato della Dora Riparia, Stura di Lanzo e Sangone, e pertanto non paiono esserci interferenze dirette con i corsi d'acqua, le relative fasce spondali e le aree a parco attraversate, tutelate ai sensi dell'art. 142, c.1, lett. c. ed f. del Codice, in quanto le stazioni e i manufatti emergenti funzionali alla linea verranno collocati in aree esterne agli ambiti vincolati. Si chiede comunque di approfondire in fase di progetto definitivo, in particolare per la Stura di Lanzo e il Sangone, gli aspetti relativi ad eventuali interferenze delle aree di cantiere sulle caratteristiche di naturalità del corso d'acqua, con particolare riferimento ad eventuali danneggiamenti della vegetazione spondale e alle modifiche morfologiche delle sponde.	non applicabile	
	Allegato 9	Regione Piemonte	In fase di progettazione definitiva e di redazione dello studio di impatto ambientale pertanto dovrà essere analizzata dettagliatamente l'eventualità dell'interferenza delle opere con il B.A.S. ed in particolare dovrà essere redatta la seguente documentazione: cartografia che evidenzia il tracciato della linea 2 con la cartografia che individua la BAS, aggiornata con DD. n 229/2016 (la cartografia della BAS è scaricabile dal Geoportale della Regione Piemonte); <ul style="list-style-type: none"> l'individuazione su tutte le sezioni geologiche, dove risultano rappresentate oltre alla galleria le stazioni e i pozzi di ventilazione, della traccia di identificazione della BAS; individuazione delle progressive metriche di inizio e fine intersezione tra la quota di massimo scavo della galleria/pozzi di areazione e la quota della base dell'acquifero superficiale. Sulla scorta dell'analisi sopra richiesta nel caso in cui si confermasse l'interferenza delle opere in oggetto con il B.A.S. dovrà essere modificata la quota di massimo scavo, innalzandola al di sopra della B.A.S. come prescritto dalla normativa (comma 6 art 2 lr 22/96) e con un adeguato franco di sicurezza che non consenta, sia ai metodi di scavo previsti che alle opere di consolidamento dei terreni in fase di avanzamento, di interferire con la B.A.S.	Folder 16: 27.MTL2T1A0DAMBGENR009 Studio idrogeologico per la ridefinizione della base dell'acquifero superficiale Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 -Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	Tenuto conto che come prescritto al punto 38 le opere non potranno essere realizzate al di sotto della quota del B.A.S. non si ritiene necessario predisporre il sistema di monitoraggio quali-quantitativo dell'acquifero profondo. Esaminati gli atti progettuali inerenti il sistema di monitoraggio attuato, sono stati individuati alcuni piezometri che, tenuto conto del modello concettuale idrogeologico regionale, si attestano a quote inferiori a quelle della B.A.S.. Per impedire il miscelamento delle acque contenute nei due acquiferi, dovranno essere verificate tutte le quote di attestamento dei piezometri in funzione della quote della B.A.S. e chiusi o ricondizionati quelli che la attraversano, anche perché i piezometri miscelanti, non risultano idonei né per definire un andamento piezometrico univoco, di una sola delle due falde, né per definire lo stato qualitativo delle acque campionate, rappresentando per entrambe le caratterizzazioni un mix di valori delle acque di falda superficiale e profonda	Folder 16: 27.MTL2T1A0DAMBGENR009 Studio idrogeologico per la ridefinizione della base dell'acquifero superficiale Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 -Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	
	Allegato 9	Regione Piemonte	Il percorso della linea metropolitana 2 interferisce con alcune aree di salvaguardia di pozzi idropotabili e normate dal regolamento regionale 15/R/2006 "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano " ed è prossimo ad alcuni campi pozzi. Ricordando che l'acquifero profondo è destinato prioritariamente all'uso idropotabile, in fase di redazione dello studio di impatto ambientale dovranno essere verificate le eventuali interferenze con i seguenti campi pozzi: ◦ Giardini Reali, pozzi SMAT la cui attività in esercizio deve essere verificata ;	Folder 16: 27.MTL2T1A0DAMBGENR009 Studio idrogeologico per la ridefinizione della base dell'acquifero superficiale	

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>Si osserva che il tracciato corre in linea di massima perpendicolarmente alla direzione di deflusso della falda superficiale e pertanto occorre tener conto delle potenziali ripercussioni sul regime idrogeologico causate dall'effetto diga dell'opera sugli orizzonti acquiferi interessati. L'andamento della falda superficiale risulta da sub inclinato a perpendicolare inducendo un effetto diga più o meno pronunciato, con il rischio di allagamenti delle opere interrate presenti nelle aree circostanti, in particolare nei seguenti tratti (centrale): tra la stazione Porta Nuova e il pozzo PVR (verona) In fase di progettazione definitiva dovranno pertanto essere effettuati i seguenti approfondimenti: • Dovrà essere individuato l'andamento della falda superficiale "regionale" tramite la rilevazione dei livelli piezometrici, effettuata nel periodo di massima escursione della falda (periodo di morbida). • La ricostruzione piezometrica dovrà avvalersi di un numero adeguato di misure, omogeneamente distribuite, rilevate in un intorno idrogeologicamente significativo, estensione di 5 km a monte e altrettanti a valle del tracciato proposto, tale da consentire di comprendere l'esatta direzione di deflusso "regionale" della falda superficiale. • Dovranno essere individuate, oltre alle linee isopiezometriche in periodo di morbida con equidistanza non superiore al metro ed espresse in m s.l.m., la direzione delle linee di deflusso prevalenti, gli assi drenanti, gli spartiacque piezometrici, i corsi d'acqua drenanti o alimentanti la falda e l'ubicazione dei punti di misura accanto ai quali negli elaborati dovranno essere riportate: X l'indicazione se si tratta di pozzo o piezometro; X la quota assoluta in m s.l.m. del piano di campagna; X la profondità del pozzo/piezometro; X la quota in m s.l.m. della Base dell'Acquifero Superficiale . • In riferimento all'andamento della falda superficiale, dovrà essere verificato che la profondità dei pozzi utilizzati per la misura del livello piezometrico non sia superiore alla profondità della B.A.S., ciò al fine di non effettuare misure piezometriche scorrette in pozzi/piezometri che siano attestati nella falda profonda</p>	Folder 16: 27.MTL2T1A0DAMBGENR009 Studio idrogeologico per la ridefinizione della base dell'acquifero superficiale Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 -Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>In fase di progettazione definitiva, la determinazione del franco disponibile compreso tra la quota (m slm) dei locali (cantine, garages, parcheggi pubblici ecc.) sotterranei e massima escursione della falda (m slm) dovrà prevedere: ◦ determinazione della massima escursione della falda (periodo di morbida), della corretta direzione di deflusso della falda e dei parametri idrodinamici dell'acquifero interessato dal progetto; ◦ verifica della presenza di locali sotterranei nelle vicinanze dell'opera in progetto; ◦ rilievo topografico delle quote di massima profondità delle opere sotterranee che potrebbero essere interessate dall'innalzamento della falda; ◦ monitoraggio minimo di un anno, strumentando alcuni piezometri con lettori in continuo del livello della falda superficiale che dovranno essere oggetto di raffronto con i dati della rete regionale di monitoraggio della falda superficiale (ad es. i piezometri: P26 Torino piazza d'Armi ; SI2 TorinoDora Riparia ; P10 Orbassano e PU Palazzo Unico Regione Piemonte dati scaricabili dal Geoportale dell'ARPA) e caratterizzazione dei parametri idrodinamici della medesima (permeabilità, trasmissività, coefficiente di immagazzinamento ecc) ◦ modellizzazione dell'effetto diga dell'opera che sia in grado di simulare: a) l'innalzamento massimo che può raggiungere la falda (morbida stagionale primavera/autunno) interponendo sia l'opera in progetto sia eventuali altri manufatti sotterranei presenti a ridosso del tracciato b) eventuali allagamenti che potrebbero essere provocati alle opere in sottoterraneo presenti; c) dal punto di vista geotecnico le interferenze di tipo strutturale sulle fondazioni delle abitazioni interessate dall'innalzamento della falda e verifica della loro stabilità.</p>	<p>Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 -Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica</p> <p>Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale</p>	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>In merito all'utilizzo di addittivanti per il consolidamento dei terreni in fase di scavo, in considerazione dello stato qualitativo precario in cui versa l'acquifero superficiale nel quale dovrà essere realizzata l'opera, al fine di ridurre al minimo il carico di sostanze potenzialmente inquinanti lo studio di impatto ambientale dovrà includere una relazione contenente una disanima dettagliata del rischio di inquinamento per effetto delle sostanze utilizzate in cantiere. La relazione dovrà contenere tutti i chiarimenti relativi alle sostanze utilizzate per la realizzazione delle opere e in particolare: • analisi sulla composizione dei materiali utilizzati, al fine di operare in un quadro di certezza sull'assenza di composti organici o inorganici potenzialmente contaminanti; • schede di sicurezza dei prodotti utilizzati, contenenti i dati delle prove di tossicità eseguite sui materiali; • indicazioni sulla possibilità di lisciviazione, trasporto e capacità di diffusione in un sottosuolo permeabile per porosità; • test di cessione dei materiali che verranno utilizzati nella realizzazione dei pali, dei diaframmi e delle gallerie. La relazione dovrà contenere una disamina di tutte le soluzioni tecniche opportune a eliminare la possibilità di inquinamento (o di non possibile trattamento) degli eventuali sversamenti, compresa quella di non utilizzare additivi speciali per i cementi. Dovranno inoltre essere pianificate le azioni di contromisura da adottare in funzione delle criticità possibili e la relativa tempistica necessaria a incrementare ulteriori compromissioni anche parziali della risorsa idrica.</p>	<p>Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 Piano di utilizzo terre e rocce da scavo ALLEGATO N.3 -Studi Politecnico di Torino ed Istituto Mario Negri</p> <p>Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale</p>	
	Allegato 5	Arpa piemonte	<p>Si prende atto di quanto riportato in merito all'ubicazione dei punti di indagine, ovvero che "Il processo di definizione dell'ubicazione dei punti di indagine è stato orientato soprattutto verso le aree dove saranno realizzate le stazioni" e che i sondaggi attrezzati a piezometro sono stati spinti fino ad una profondità, dal piano campagna, definita in funzione del tracciato altimetrico. Si ritiene che tali valutazioni debbano essere riviste ed affinate nelle successive fasi di progettazione in modo da garantire che i punti di monitoraggio siano adeguati a verificare lo stato qualitativo e quantitativo degli acquiferi potenzialmente interferiti dalle azioni di progetto. In linea generale si segnala che i punti di monitoraggio non devono mettere in comunicazione livelli acquiferi differenti così da evitare eventuali fenomeni di cross contamination.</p>	<p>Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale</p>	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 5	Arpa piemonte	Il monitoraggio per le diverse fasi di AO, CO e PO dovrà essere strutturato in modo da consentire un'adeguata caratterizzazione della matrice in modo da evidenziare gli eventuali impatti qualitativi e quantitativi generati dall'opera che, nel caso specifico, interferisce direttamente con la falda nella quasi totalità del tracciato. In base alla progettazione futura (in termini di lavorazioni previste, ubicazione effettiva delle aree di cantiere, eventuali potenziali interferenze con aree di captazione idrica per uso idropotabile, definizione di fasi/lotti di realizzazione dell'opera...) dovranno pertanto essere aggiunti i punti di monitoraggio necessari a intercettare tali impatti (rispettando dove possibile il criterio monte - valle rispetto alla direzione di deflusso della falda, con particolare attenzione alle lavorazioni importanti e alle aree di particolare "sensibilità")	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 5	Arpa piemonte	sono utili a individuare un eventuale impatto da parte dell'opera anche parametri chimici macrodescrittori quali il calcio e i solfati, l'alluminio e gli eventuali additivi/tensioattivi utilizzati durante le lavorazioni (che dovranno essere specificati nelle fasi successive della progettazione).	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Le frequenze di monitoraggio nelle diverse fasi AO, CO, e PO dovranno essere riviste in base alla progettazione dell'opera, in funzione degli obiettivi e della "gestione" del monitoraggio stesso (definizione degli assetti operativi del monitoraggio, individuazione delle relative soglie...).	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003- Pianodi monitoraggio ambientale	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Per la caratterizzazione quantitativa delle acque sotterranee, si dovrà valutare se le misurazioni del livello della falda in alcuni piezometri siano da eseguire in continuo per individuare il trend del livello della falda nelle aree interessate dall'opera.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Si anticipa inoltre che il monitoraggio qualitativo AO ipotizzato nella documentazione in oggetto (misure in situ e analisi chimiche semestrali) non è sufficiente a dare evidenza della variabilità delle concentrazioni in assenza dell'opera. Considerando l'interferenza diretta dell'opera con la falda, si ritiene più opportuno per i parametri chimici di interesse valutare in AO la stagionalità con analisi trimestrali. In relazione ai parametri in situ, che sono nel loro complesso utili indicatori delle caratteristiche delle acque sotterranee e della loro evoluzione, potrebbe essere opportuna una frequenza di acquisizione più ravvicinata. Si ricorda infine che la definizione di soglie di riferimento per la gestione delle fasi successive di CO e PO con tecniche statistiche richiede un numero adeguato di dati (es. misure dei parametri in situ mensili)	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
Geotermia	Allegato 9	Regione Piemonte	Il progetto definitivo dovrà includere quanto segue: descrizione delle modalità di trasferimento dell'energia termica sottratta all'acquifero ai possibili ricettori esistenti;	-	Si precisa che nell'ambito del Progetto Definitivo, sono stati condotti approfonditi studi geotermici alla scala della città simulando la presenza delle strutture energetiche sotterranee della MTL2. L'obiettivo della modellazione è quello di consentire di individuare l'influenza dell'attivazione termica della MTL2 sui terreni circostanti, anche alla luce delle precedenti richieste da parte degli enti. La modellazione consente in ultima analisi di individuare una fascia di alterazione della temperatura a seguito dell'attivazione termica della metropolitana.
	Allegato 9	Regione Piemonte	alla luce della revisione della carta piezometrica come richiesta al punto 41, predisporre una modellazione che individui l'estensione della fascia di alterazione della temperatura di falda verso est cioè a valle idrogeologico dell'opera, ponendo in evidenza la presenza di utenze geotermiche situate nella fascia individuata	Folder 16: 32_MTL2T1A0DAMBGENR012 - Relazione su aspetti ambientali relativi alle geostrutture energetiche	
	Allegato 9	Regione Piemonte	programmazione di un sistema di monitoraggio, per tutta la tratta interessata sia dalla realizzazione del sistema geotermico che dalla presenza della falda superficiale, costituito da un numero adeguato di piezometri, impostati nell'acquifero superficiale, acquifero interessato dalla costruzione dell'opera, ed esteso in un intorno tale da coprire tutta la fascia individuata dalla modellazione numerica al fine di monitorare: • l'estensione del plume termico stagionale; • l'interazione tra l'alterazione termica della falda e la variazione delle specie chimiche e batteriologiche disciolte definendo le tempistiche delle determinazioni qualitative. In sede di progetto definitivo dovranno essere attentamente valutate le interazioni con altre utenze già autorizzate con particolare riguardo all'alterazione della temperatura di falda che l'impianto in oggetto andrà a causare e che potrebbe modificare l'efficienza di impianti analoghi già in funzione a valle dello stesso.	Folder 16: 32_MTL2T1A0DAMBGENR012 - Relazione su aspetti ambientali relativi alle geostrutture energetiche	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 14	CDS/OTC - Città di Torino	La modellazione di flusso termico indotto dagli impianti geotermici associati all'opera, e in particolare derivante dall'impiego a fini geotermici delle strutture della linea metropolitana (configurazione Enertun), dovrà essere aggiornata per tenere in considerazione degli approfondimenti idrogeologici e termici. Oltre alla definizione delle caratteristiche idrogeologiche, è necessario tener conto degli impianti geotermici esistenti nell'intorno dell'area di intervento (a circuito aperto e chiuso) prevedendo l'acquisizione dei dati sulle sonde a circuito aperto e chiuso esistenti (per valutare le interazioni dell'opera sull'efficienza degli impianti già realizzati) e prevedere una caratterizzazione termica delle litologie attraversate e una taratura del modello previsionale con prove dirette della risposta termica (TRT – Thermal Response Test).	-	Nel corso della fase di indagini del Progetto Definitivo, sono state condotte le prove TRT atte a caratterizzare dal punto di vista della conducibilità termica, i terreni interessati dalle strutture geotermiche (Conci energetici tipo Enertun e diaframmi energetici) lungo la linea 2 della Metropolitana di Torino - tratta Rebaudengo - Politecnico. La modellazione condotta alla scala comunale, ha tenuto conto degli impianti geotermici esistenti (sia a circuito chiuso che aperto) e per i quali i dati erano disponibili e rappresentativi del funzionamento dello stesso impianto. Tuttavia si precisa che nell'ambito del Progetto Definitivo, sono stati condotti approfonditi studi geotermici alla scala della città simulando la presenza delle strutture energetiche sotterranee della MTL2. L'obiettivo della modellazione è quello di consentire di individuare l'influenza dell'attivazione termica della MTL2 sui terreni circostanti, anche alla luce delle precedenti richieste da parte degli enti. La modellazione consente in ultima analisi di individuare una fascia di alterazione della temperatura a seguito dell'attivazione termica della metropolitana.
	Allegato 14	CDS - Città di Torino	Acquisizione dati sonde a circuito aperto e chiuso degli impianti esistenti	-	Nell'ambito del Progetto Definitivo, sono stati condotti approfonditi studi geotermici alla scala della città simulando la presenza delle strutture energetiche sotterranee della MTL2. L'obiettivo della modellazione è quello di consentire di individuare l'influenza dell'attivazione termica della MTL2 sui terreni circostanti, e tiene conto degli impianti geotermici esistenti disponibili fino al 2020. Attualmente è stata inoltrata alla Città Metropolitana di Torino, la richiesta di aggiornamento dei dati più recenti, relativi agli impianti geotermici ricadenti nell'area di influenza geotermica della Linea 2. A valle di eventuali ulteriori aggiornamenti, si procederà con una revisione delle modellazioni condotte.
Acque superficiali	Allegato 9	Regione Piemonte	verifica ed identificazione di tutti i corpi idrici oggetto di Monitoraggio Regionale ai sensi della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE potenzialmente interferiti dall'opera e rappresentarne lo stato di qualità ambientale e i relativi obiettivi previsti dagli strumenti di pianificazione vigenti; a tal fine occorre fare riferimento al Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po, disponibile sul sito istituzionale dell'Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po, ed al Progetto di Piano di Tutela della Acque della Regione Piemonte - PTA (adottato con DGR n° 28-7253 del 20/07/2018 e trasmesso al Consiglio Regionale per la definitiva approvazione con DGR n. 64-8118 del 14/12/2018), disponibile sul sito istituzionale regionale. I documenti citati riportano tutti i corpi idrici della Rete regionale (identificati con un codice identificativo univoco) oltre che i dati di classificazione ufficiale dello stato ambientale e degli obiettivi ambientali previsti dalla direttiva comunitaria;	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 Studio di impatto ambientale	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	nel caso di impatti, approfondimento e descrizione dettagliata delle azioni di mitigazione previste in relazione alla qualità ambientale delle acque superficiali;	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
	Allegato 9	Regione Piemonte	redazione di intesa con ARPA Piemonte del Programma di Monitoraggio per monitorare l'evoluzione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici interessati, tenuto conto anche di quanto già svolto dalla Regione Piemonte con il supporto della stessa ARPA nell'ambito del Monitoraggio Regionale delle risorse idriche in attuazione della Direttiva Quadro Acque.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Dovranno essere esplicitati i criteri utilizzati per l'individuazione e la localizzazione univoca con relativa codifica dei punti di monitoraggio previsti sui corpi idrici superficiali in linea con il criterio Monte-Valle.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 5	Arpa piemonte	l'individuazione dei parametri da monitorare con le relative frequenze di monitoraggio previste in tutte le fasi delle lavorazioni (AO, CO, PO). A tale riguardo si concorda in termini di massima con l'approccio utilizzato nella redazione delle "Relazioni finali della componente acque superficiali" relative alle 3 tratte in cui è stata suddivisa l'opera, che individua: o parametri idrologici e chimico-fisici in situ o parametri chimici e biologici o macrobenthos	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 5	Arpa piemonte	l'individuazione degli assetti operativi del monitoraggio (sorveglianza, attenzione, intervento) e individuazione delle relative soglie sulla scorta dei valori assunti dai parametri nel corso della fase di Ante Operam.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 5	Arpa piemonte	l'individuazione dei parametri monitorati nell'assetto specifico del monitoraggio e relativa frequenza, condizioni per l'attivazione dell'assetto e azioni previste a seguito dell'attivazione, condizioni per il rientro all'assetto precedente.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	Il dimensionamento delle soglie dipenderà dai risultati della fase di ante operam di monitoraggio ambientale.
	Allegato 5	Arpa piemonte	esplicitazione delle modalità di calcolo delle soglie di intervento.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	Il dimensionamento delle soglie dipenderà dai risultati della fase di ante operam di monitoraggio ambientale.
	Allegato 5	Arpa piemonte	esplicitazione delle modalità e dei tempi di restituzione dei dati anche in funzione dei vari assetti operativi del monitoraggio.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	Il dimensionamento delle soglie dipenderà dai risultati della fase di ante operam di monitoraggio ambientale.
	Allegato 5	Arpa piemonte	Pertanto, si ritengono necessari ulteriori approfondimenti anche di carattere modellistico affinché si possa valutare in dettaglio sia un possibile effetto di sbarramento sulla falda da parte dell'opera, sia accertare le interferenze della stessa sul sistema acquifero profondo multifalda sfruttato per l'approvvigionamento idropotabile	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 -Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 5	Arpa piemonte	Infine sarebbe opportuno procedere a nuove campagne di monitoraggio piezometriche su una serie di punti di misura con distribuzione areale più ampia affinché si possa prendere in considerazione un intorno maggiormente significativo di soggiacenza della falda in relazione allo sviluppo dell'opera.	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 -Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	
Atmosfera	Allegato 5	Arpa Piemonte	Sul Particolato Atmosferico, PM10, rilevato tramite campionatori gravimetrici, è stata effettuata la misura del Benzo[a]pirene (BaP) e dei 4 metalli normati (As, Cd, Ni e Pb) ma non è chiaro perché la determinazione analitica sia avvenuta su "un totale di 2 giornate nell'ambito delle 14 rilevate" (pag. 19). Non è chiaro il criterio utilizzato per la scelta delle due giornate. Sarebbe opportuno eseguire l'analisi su tutti e quattordici i filtri campionati. Non è chiaro come mai le misure di PM10, rilevate presso il punto ATM_04, siano relativi a due giorni (pag. 32).	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 5	Arpa Piemonte	In generale, per la misura del particolato atmosferico PM10 è stato impiegato un campionatore gravimetrico. Tale metodica di analisi richiede tempi piuttosto lunghi di risposta, pertanto in futuro, sarebbe opportuno, per disporre di dati in "tempo reale", utilizzare metodiche equivalenti (ad es. contaparticelle) in modo da individuare tempestivamente le attività cantieristiche che determinano il maggiore impatto, permettendo così al Responsabile delle attività di cantiere di attivare in tempo reale gli adeguati interventi mitigativi. La risposta degli analizzatori equivalenti deve essere verificata tramite campagne di monitoraggio in parallelo con la metodica ufficiale (gravimetrica). Sarebbe opportuno che tali campagne vengano effettuate ogni 3 mesi in modo da ricoprire le 4 diverse stagioni meteorologiche, fornendo entro un mese dal termine di ogni campagna, in parallelo una relazione tecnica di confronto. La durata di ciascuna campagna deve essere di almeno 15 giorni (validi).	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 5	Arpa Piemonte	Per quanto riguarda la determinazione del Biossido di Azoto e del Benzene, effettuata mediante campionatori diffusivi, sarebbe opportuno fosse condotta in duplicato/triplicato per valutare la riproducibilità della determinazione. Si rammenta che nel caso dell'ampliamento della tratta 1 della Metropolitana di Torino (Collegno – Cascine Vica) si è deciso, a seguito degli esiti della fase di Ante Operam del primo lotto, di non misurare più il Biossido di azoto tramite "radiello" poiché i dati ottenuti risultavano di difficile utilizzo/interpretazione.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 2	CDS - Città di Torino	Approfondimenti concentrazione Radon con azioni di monitoraggio	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale 3_MTL2T1A0DAMBGENR003	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
				- Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 14	OTC - Città di torino	Lo Studio di Impatto Ambientale dovrà stimare le emissioni di CO2 dovute alla fase di realizzazione e i benefici attesi dall'esercizio dell'opera per la riduzione del traffico veicolare, in termini di riduzione di emissioni inquinanti e della CO2	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
Amianto	Allegato 5	Arpa piemonte	si rende necessario un maggiore approfondimento sulla natura dei clasti e blocchi presenti nelle litologie che verranno interessate dall'opera in termini di probabilità di occorrenza di amianto naturale, al fine di definire eventuali protocolli di campionamento specifici, analisi e monitoraggi in ambito preventivo nelle attività di scavo.	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 Piano di Utilizzo terre e rocce da scavo	
	Allegato 5	Arpa piemonte	le analisi per la ricerca dell'amianto "naturale", devono essere effettuate "sul totale" del campione preventivamente macinato (senza sottoporre il campione alla preventiva separazione in campo della frazione superiore a 2 cm ed alla successiva vagliatura a 2 mm in laboratorio). Per l'analisi del campione devono essere utilizzate le metodiche analitiche indicate nella sottostante tabella: DM 06/9/94 All. 3 (MOCF – DC), DM 06/9/94 All. 1b Metodo ARPA U.RP.M951. nel caso in cui fosse rilevata la presenza di frammenti di manufatti riconducibili a materiali contenenti amianto, la precedente indicazione non andrà applicata e si dovrà procedere con l'analisi dei frammenti riscontrati.	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 Piano di Utilizzo terre e rocce da scavo	
	Allegato 5	Arpa piemonte	In caso di rilevamento di ballast ferroviario, fare riferimento alla tabella sopraindicata, sottoponendo preventivamente il campione a macinazione; • con riferimento a tutti i materiali scavati che saranno gestiti come sottoprodotto, si è del parere che: • possono essere destinati alle produzioni di calcestruzzo e inerti solo se questi non contengono amianto1 (ovvero con amianto in concentrazione < 100 mg/kg – pari ad 1/10 del valore limite del D.lgs 152/06); • in caso di ripristino ambientale e reinterri (amianto < 1000 mg/kg) deve essere prevista la gestione del rischio sanitario correlato alla presenza di amianto;	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 Piano di Utilizzo terre e rocce da scavo	
Bonfiche e siti contaminati	Allegato 5	Arpa piemonte	Si richiede di aggiornare la valutazione considerando le potenziali interferenze con i siti inseriti in Anagrafe Regionale dei Siti Contaminati (ASCO) successivamente al giugno 2018 e fino al momento attuale (o almeno fino alla fine del 2019).	Folder 16: 20_MTL2T1A0DAMBGENR007- Relazione interferenza con siti contaminati	

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 5	Arpa piemonte	Si richiede inoltre che sia fatta una valutazione della reale interferenza delle opere di realizzazione con i siti contaminati, considerando pertanto non la sola presenza sul tracciato o in prossimità di esso, ma le matrici contaminate (suolo, sottosuolo, acque sotterranee), l'estensione della contaminazione e le possibili interazioni con le modalità di lavori previsti nelle aree dei singoli siti (es. solo scavo in profondità, scavi da piano campagna, ecc)	Folder 16: 20_MTL2T1A0DAMBGENR007- Relazione interferenza con siti contaminati	
	Allegato 5	Arpa piemonte	In relazione alle potenziali interferenze messe in evidenza nel documento si evidenzia in particolare quella con il sito "Spina 4 – Ex Telai Iveco" (Codice ASCO 568) ed il sito "Ex Gondrand" (Codice ASCO 2115). Nelle immediate circostanze di tali siti, considerato il quadro ambientale emerso nei relativi procedimenti di bonifica dei siti stessi, non è da escludersi la presenza di materiali di riporto contaminati (scorie di fonderia, ballast ferroviario). Inoltre si evidenzia come potenzialmente critica l'intercettazione del sito con tratteggio arancione "Parcheggio di interscambio zona Mirafiori" in prossimità della Stazione ANSELMETTI (cfr. PLANIMETRIA TAV 1/3), a causa della presenza in siti limitrofi di ballast ferroviario rinvenuto al di sotto delle pavimentazioni in asfalto. Mancano i Capitoli 3 e 4 relativi a Indagini su terreni e acque sotterranee e Indagini su verde e alberate (che sono invece presenti nelle analoghe relazioni per le altre tratte). Il sondaggio SA25 (cfr. pag. 46, scheda monografica sondaggio ambientale - nome sondaggio: SA25 - Stazione Metro M2: deposito Rebaudengo) non sembra ubicato in prossimità della Stazione Metro M2 Rebaudengo (in TAV 3/3 non è segnalato, mentre è segnalato in TAV 2/3 in prossimità dei sondaggi SA16 e SA17). Si segnala che nel documento "TRATTA CENTRALE - Interferenza con Siti Contaminati - Relazione" a pagina 13, nell'approfondimento relativo al sito "N. 83 - EX STABILIMENTO TELAI IVECO (Codice ASCO 568)" è riportato "In relazione a tale sito interferente, nell'ambito del Piano delle indagini, è stata prevista l'esecuzione di un sondaggio SA25 con prelievo di campioni di terreno/acque sotterranee", che sembra appunto essere invece localizzato, secondo quanto riportato nelle relazioni sopra citate, in una zona distante dal sito 83 (Cod. Regionale 568). Si richiede di chiarire l'incongruenza rilevata.	Folder 16: 20_MTL2T1A0DAMBGENR007- Relazione interferenza con siti contaminati	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Il sondaggio SA24 sembrerebbe insistere su un'area destinata a parco, pertanto richiederebbe l'attivazione di un procedimento di bonifica ex art. 242 / 242 bis – D.Lgs 152/06.		La Città di Torino nel prendere atto condurrà gli accertamenti necessari.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 5	Arpa piemonte	si ritiene necessario verificare l'origine della contaminazione delle acque sotterranee da solventi clorurati e idrocarburi, in particolare se tali situazioni siano derivanti da fonti già accertate e sottoposte a procedimento di bonifica, o di accertamento della contaminazione diffusa. In caso di fonti e/o procedimenti non accertati è necessaria la predisposizione di quanto previsto dall'art. 244 – D.lgs 152/06 e s.m.i. È opportuno inoltre che le acque derivanti dalle fasi di cantiere vengano gestite in relazione alla presenza di tali problematiche (es. verifica conformità allo scarico in fognatura o smaltimento come rifiuto delle acque prodotte nel corso dei lavori).		La Città di Torino nel prendere atto condurrà gli accertamenti necessari.
	Allegato 14	OTC Città di torino	aggiornare le valutazioni effettuate considerando le potenziali interferenze con i siti inseriti in Anagrafe Regionale dei Siti Contaminati successivamente al giugno 2018. Relativamente all'eventuale necessità di ulteriori attività di indagine dei terreni e/o della falda, si rimanda ai pareri di Arpa e Città Metropolitana.	Folder 16: 20_MTL2T1A0DAMBGENR007- Relazione interferenza con siti contaminati	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Rispetto alla specificazione dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale da produrre nella successiva fase di Valutazione si riportano in allegato le "Specifiche per la realizzazione di "Grandi Opere" contenente tutte le indicazioni allo scopo.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 Piano di Monitoraggio Ambientale Folder 16: 5_MTL2T1A0DAMBGENR005 - Relazione acustica	
Rumore	Allegato 14	OTC - Città di torino	Dovranno essere valutati i benefici attesi in termini di riduzione del rumore ambientale dall'entrata in servizio dell'opera, in termini di riduzione dei livelli e dell'esposizione della popolazione, così come previsto dal Piano d'Azione redatto ai sensi del D.Lgs. 194/05. Per lo sviluppo dello studio, potranno essere utilizzati i dati delle più recenti mappature acustiche della Città e di GTT, redatte ai sensi del D.Lgs. 194/05.	Folder 16: 6_MTL2T1A0DAMBGENR005- Relazione acustica	Su tale tema è stato concordato con la Città uno studio previsionale d'impatto acustico relativo alla realizzazione ed all'esercizio delle stazioni e dei pozzi intertratta compresi tra il Deposito Rebaudengo ed il Pozzo Caboto. I benefici attesi indiretti dall'esercizio della linea sono stati valutati qualitativamente e si è preferito privilegiare l'introduzione di ulteriori interventi di mitigazione acustica laddove possibile (ad esempio su ripristini stradali rilevanti quali via Bologna) basati su valutazioni di esperienze pregresse della città stessa (utilizzo asfalto fonoassorbente su Corso Grosseto- Progetto Torino – Ceres con conseguente abbattimento di 3 dB(A) sui ricettori lungo la via).
Elettromagnetismo	Allegato 14	OTC - Città di Torino	Al fine di valutare la compatibilità elettromagnetica si richiede ai sensi Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003 la valutazione dei campi elettrici e magnetici delle linee e cabine elettriche previste, verificando il rispetto dei limiti di emissione e dei valori di attenzione, con particolare riguardo alle aree intensamente frequentate.	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
Energetica	Allegato 14	CDS/OTC - Città di Torino	Nei progetti di ripristino, risistemazione e/o di riqualificazione urbana si richiede l'adozione, dove possibile, di soluzioni Nature Based Solution (NBS); per la localizzazione e le tipologie di intervento, occorrerà fare riferimento per il redigendo Piano d'Azione per il Clima e l'Energia del Patto dei Sindaci	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
	Allegato 14	OTC - Città di Torino	Lo sviluppo progettuale dovrà osservare quanto previsto dall'art. 34 del D.Lgs. 50/2016 s.m.i. in merito all'applicazione dei criteri ambientali minimi (CAM)	Folder 16: 37.MTL2T1A0DAMBGENR0016 - Relazione sui Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.)	
Consumo suolo	Allegato 9	Regione Piemonte	Si segnalano alcune buone pratiche progettuali per la redazione del progetto definitivo, utili a mitigare gli impatti dell'opera. Dal punto di vista del consumo di suolo, pur prendendo atto dell'imprescindibilità della realizzazione dei depositi e dei parcheggi di interscambio ai fini della funzionalità dell'opera, è comunque giusto sottolineare che il consumo di suolo si configura come un impatto irreversibile e non mitigabile, che produce i suoi effetti su un patrimonio essenzialmente non rinnovabile, la risorsa ambientale suolo. Al fine di provocare un minor impatto ambientale sarà pertanto importante privilegiare, ad esempio tra le ipotesi di posizionamento per il deposito della nuova linea o di eventuali alternative per le aree di parcheggio, quegli spazi che presentino minor interferenza col reticolo irriguo, una peggior classe di capacità d'uso del suolo, una maggior impermeabilizzazione e compromissione antropica all'atto del progetto. Il progetto definitivo dovrà contenere gli esiti dei confronti tra le varie ipotesi di posizionamento. Ai fini mitigativi, sarà utile mantenere un livello di permeabilità dei suoli e delle superfici scoperte pavimentate da attestarsi minimo al 30% della superficie totale di ciascuna area. Al proposito un valido riferimento è dato dal documento "Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo" reperibile alla seguente pagina web: http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_it.pdf ;	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR0001 - Studio di impatto ambientale	
	Allegato 14	OTC - Città di Torino	Lo Studio di Impatto Ambientale dovrà dare atto di come sia stata privilegiata la localizzazione delle opere in corrispondenza di suolo già consumato in maniera permanente, producendo una valutazione delle caratteristiche di consumo di suolo, coerentemente alle definizioni ISPRA allo stato attuale e nei diversi scenari progettuali ipotizzati. Tale analisi dovrà essere condotta in esito all'analisi degli scenari, così come all'individuazione di opere di mitigazione e/o compensazione approfonditi nell'ambito della procedura di Valutazione Ambientale Strategica della variante al P.R.G. necessaria al fine di assicurare la piena conformità urbanistica al progetto.	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
Invarianza	Allegato 9	Regione Piemonte	In merito alle problematiche legate alla componente acque, dovrà essere garantita l'invarianza idraulica degli interventi di nuova realizzazione. La gestione dello smaltimento delle acque meteoriche e le misure adottate per convogliarne i deflussi derivanti dalle nuove superfici impermeabilizzate non dovranno aggravare la situazione delle aree adiacenti, siano esse già urbanizzate oppure agricole.	Folder 4.12:2_MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione Gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio.	
	Allegato 14	OTC - Città di torino	Nelle successive fasi progettuali dovrà essere quantificata l'entità delle impermeabilizzazioni per i differenti scenari ipotizzati e dovranno essere individuate le soluzioni tecniche e gli accorgimenti ambientali necessari per la gestione delle acque meteoriche ai fini del rispetto del principio di invarianza idraulica.	Folder 16:02_MTL2T1A0DIDRGENR002 - Gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio Folder 16:01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
Compensazioni	Allegato 14	CDS/OTC - Città di torino	"In merito alla compensazione delle emissioni di CO2 derivanti dalla fase di cantiere, dovrà trovare applicazione quanto previsto nella Deliberazione della Giunta Comunale n. mecc. 201403377/04 Smart Tree in merito alle compensazioni di grandi cantieri, da quantificare anche attraverso il ricorso al valore dei servizi ecosistemici."	Folder 16:01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
	Allegato 14	OTC - Città di torino	"Lo Studio di Impatto Ambientale dovrà essere accompagnato dai progetti di fattibilità tecnico economica relativamente alle compensazioni per gli impatti non reversibili sulla componente suolo e delle emissioni di CO2 della fase di cantiere, relativamente alla realizzazione dell'opera e delle opere connesse. Le compensazioni, che dovranno essere attuate contestualmente alla realizzazione di ciascuno lotto funzionale, preferendo possibilmente, là dove possibile, anticipazioni nelle fasi di cantiere, in modo che ci sia un'evidenza immediata delle compensazioni stesse."	Folder 16:01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
	Allegato 14	CDS - Città di Torino	Individuazione di aree di atterraggio per le compensazioni	Folder 16:01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
Salute umana	Allegato 11	ASL	Valutare i conseguenti effetti sulla salute, sia in termini di perdita sia in termini di guadagno. Si dovrebbe perciò prevedere un monitoraggio, finalizzato ad assicurare il controllo degli effetti significativi sulla salute, derivanti dapprima dalla realizzazione, durante la fase cantieristica, e in seguito dal funzionamento dell'opera. Realizzare una sorveglianza epidemiologica a lungo termine della popolazione coinvolta, allo scopo di avere un controllo reale delle effettive ricadute del progetto sulla salute della popolazione coinvolta.	Folder 16:5_MTL2T1A0DAMBGENR004-Studio sulla salute pubblica	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 11	ASL	Per la redazione del SIA i determinanti di salute da analizzare potrebbero comprendere: fattori biologici, comportamenti e stili di vita, comunità, economia locale, attività, ambiente costruito, ambiente naturale. Identificare gli individui di categorie sensibili, analizzare gli aspetti socio-economici, descrivere la presenza di attività economiche e reperire e analizzare i dati su morbilità e mortalità	Folder 16: 5_MTL2T1A0DAMBGENR004- Studio sulla salute pubblica	
Verde	Allegato 9	Regione Piemonte	<p>Il tracciato della linea 2 comporta significativi interventi sulle alberate presenti lungo gli assi stradali interessati, in prossimità delle stazioni e dei manufatti emergenti funzionali alla linea, in particolare nella tratta centrale ricompresa in comune di Torino, ma anche nei due tratti di prolungamento. In particolare si segnala per le seguenti opere, ricomprese all'interno della perimetrazione della "Dichiarazione di notevole interesse pubblico dei viali alberati del Comune di Torino" sopra richiamata, una significativa criticità rispetto alla prescrizione riportata all'interno della scheda del Catalogo: • Pozzo Politecnico (tra Corso Galileo Ferraris e Via Pastrengo) con 6 abbattimenti di cui 4 non ripiantabili; • Stazione Pastrengo con 27 abbattimenti di cui 6 non ripiantabili tra Corso Re Umberto e Via Pastrengo; • Stazione Porta Nuova, su Via Nizza, con 11 abbattimenti di cui 2 non ripiantabili. Le prescrizioni specifiche contenute nella Scheda A142 del Catalogo dispongono che "Devono essere conservati l'impianto assiale originario e la percezione dei coni prospettici costituiti dai viali alberati; a tal fine non sono consentiti interventi che possano compromettere, frammentare o modificare tali coni visivi; inoltre lungo i viali non è ammessa la posa in opera di cartellonistica o altri mezzi pubblicitari ad eccezione di installazioni previste dalla normativa in materia di circolazione stradale o di cartellonistica pubblica per la fruizione e promozione turistica. Gli interventi sugli esemplari arborei sono ammessi solo se determinati da problematiche di stabilità o fitosanitarie asseverate ed eventuali sostituzioni devono avvenire utilizzando le specie vegetali originarie e mantenendo lo stesso sesto d'impianto. Non è ammesso l'inserimento di apparati tecnologici esterni agli edifici che non rispettino il criterio del minimo impatto visivo e del buon coordinamento con le linee architettoniche della costruzione. Nel nucleo storico non sono ammessi interventi che alterino la morfologia di impianto del tessuto edilizio e le caratteristiche tipologiche e compositive, fatti salvi quelli rivolti alla conservazione, riqualificazione e valorizzazione del tessuto storico, alla rigenerazione delle parti degradate e a eventuali adeguamenti funzionali degli edifici esistenti in coerenza con i contenuti del comma 5 dell'art. 24 delle N.d.A.". Alla luce di tale disposizioni dovranno essere attentamente rivalutati gli</p>	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
			<p>interventi ricadenti nei pressi della Stazione Porta Nuova e lungo corso Re Umberto, individuando possibili soluzioni alternative e/o accorgimenti tecnici che garantiscano la coerenza con la prescrizione sopra riportata. Per quanto attiene più in generale a tutte le aree interessate da rilevanti interventi sulla componente arborea, anche se non ricomprese in ambiti soggetti a tutela paesaggistica, si ritiene opportuno che sia verificato attraverso fotoinserimenti il reale impatto delle opere sulla vegetazione e sulle visuali più significative, ipotizzando anche attraverso fotosimulazioni, l'efficacia degli interventi di ripiantumazione e localizzando gli interventi compensativi a corredo delle trasformazioni eseguite sulla componente vegetazionale, laddove non sia possibile ricostituire la continuità di filari alberati. In particolare, si segnalano gli interventi da realizzarsi sulle stazioni Zappata, sul tratto di corso Galileo Ferraris escluso dal vincolo paesaggistico, Politecnico e Caboto su corso Duca degli Abruzzi, Mole/Giardini Reali e quelle da realizzarsi lungo via Bologna e corso Orbassano</p>		

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 9	Regione Piemonte	Per le opere a verde in ambito urbanizzato sarà opportuno effettuare, prima della realizzazione, un'analisi agronomica per individuare le specie arboree ed arbustive che nel lungo periodo garantiscano dimensione della chioma e struttura dell'apparato radicale adeguate al contesto in cui si inseriscono e ricorrere, per la messa a dimora di specie vegetali, esclusivamente a specie erbacee, arbustive ed arboree autoctone adatte alle condizioni stazionali. Al fine invece di limitare l'espansione delle specie vegetali alloctone invasive, si ricorda di rispettare, nella progettazione e nella realizzazione degli interventi, quanto previsto dalla D.G.R. n. 33-5174 del 12 giugno 2017, reperibile alla seguente pagina web: https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/biodiversita-aree-naturali/salvaguardia-ambientale/specie-esotiche-black-list-regionali ; Per le aree a parcheggio è opportuno privilegiare la messa a dimora di esemplari a pronto effetto, per assicurare in tempi minori un buon ombreggiamento e, al fine di consentire un corretto sviluppo dell'apparato radicale, prevedere un'ideale lavorazione del terreno per evitare situazioni di compattamento del suolo, prevedendo altresì un adeguato spazio permeabile attorno alle piante. L'eventuale terreno agrario derivante dalle operazioni di scotico da riutilizzarsi in loco nell'ambito del ripristino ambientale delle aree interessate dagli interventi, dopo adeguata caratterizzazione, dovrà essere correttamente accantonato avendo cura di separare i diversi orizzonti pedologici e conservato in modo da non alterarne le caratteristiche chimico-fisiche.	Folder 4.8: 1_MTL2T1A1DALBGENR001 - Relazione indagini verde e alberate 2_MTL2T1A1DALBGENK001 - Rilievo vegetativo Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
Fasi di Cantiere	Allegato 9	Regione Piemonte	Dovrà essere predisposto un piano di intervento rapido per il contenimento e l'assorbimento di eventuali sversamenti accidentali.	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
	Allegato 9	Regione Piemonte	Rappresentazione dell'eventuale interessamento in fase di cantiere degli alvei fluviali, con riferimento ai corpi idrici superficiali di cui al punto precedente e valutazione della presenza di impatti sulla qualità ambientale delle acque superficiali in relazione alle scelte tecnologiche adottate per la realizzazione delle gallerie per il passaggio in subalveo	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
	Allegato 5	Arpa piemonte	Dovrà essere condotta una valutazione di dettaglio delle singole lavorazioni previste dal cronoprogramma con l'identificazione dei fattori di pressione esercitati dai cantieri sulla componente ambientale acque superficiali.	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	


	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
	Allegato 5	Arpa piemonte	In fase di corso d'opera dovrà essere previsto il monitoraggio per la ricerca dell'amianto aerodisperso. I campionamenti dovranno essere effettuati per l'intero periodo di apertura del cantiere, con frequenza settimanale (3 giorni consecutivi alla settimana - lettura in SEM - ed in caso di più turni di lavoro, il primo giorno 24h, il secondo e terzo giorno un turno di lavoro); il limite assunto quale soglia di allarme dovrà essere di 1 f/l determinata in SEM (o concentrazione definita a seguito dell'Ante Operam).	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
	Allegato 6	AIPO	il progetto di cantierizzazione dovrà tener conto delle suddette aree allagabili, prevedendo apprestamenti tali da consentire, al verificarsi di un evento di piena, la messa in sicurezza delle aree di cantiere posto che, in caso di allerta meteo, dovrà provvedersi al tempestivo allontanamento di mezzi e uomini dalle aree soggette al rischio idraulico.	Folder 4.12 - IDROLOGIA E IDRAULICA - elaborato 02_MTL2T1A0DIDRGENR002 - Gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio	
Piano di monitoraggio	Allegato 14	OTC - Città di torino	Dovrà essere privilegiata per il monitoraggio della fase ante operam e post operam l'integrazione con i sistemi di monitoraggio della Città di Torino, quali ad esempio il sistema di monitoraggio del traffico, la banca dati del sistema del verde, il sistema di monitoraggio del rumore ambientale.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 14	OTC - Città di torino	Per l'individuazione del set di indicatori di monitoraggio, dovranno in primis esser assunti indicatori correnti con i piani ambientali della Città, da integrare con indicatori specifici per l'opera.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 14	OTC - Città di torino	Nelle fasi durante e post operam si richiede di integrare il monitoraggio geotecnico di tipo strumentale e diretto con le elaborazioni dei dati satellitari con tecnologia interferometrica satellitare SAR ricorrendo, se disponibili, alle informazioni del progetto PSjournal che permetterebbero di fornire indicazioni sull'evoluzione temporale e spaziale degli eventuali spostamenti.	FOLDER 10. SUBSIDENZE, PRESIDIO E MONITORAGGI	Nello sviluppo della progettazione definitiva il progettista ha tenuto debitamente conto dei criteri di progettazione di un'infrastruttura urbana sotterranea, come la metropolitana, caratterizzata da galleria di linea, stazioni e manufatti interrati. Nell'ambito degli studi si riepilogano di seguito i vari step nei quali è articolata la progettazione: identificazione di tutti gli edifici che ricadono all'interno della fascia di interferenza degli scavi (indicativamente una fascia di 60m a cavallo dell'asse del tracciato); esecuzione di indagini sugli edifici interessati, mediante sopralluoghi e ricerche di archivio per la caratterizzazione del tipo di struttura, numero di piani, presenza di aree di pertinenza, ecc...; conduzione di sopralluoghi nelle parti comuni, e laddove necessario anche all'interno, per il rilievo dell'effettivo stato di consistenza; determinazione dell'indice di vulnerabilità intrinseco di ogni edificio; valutazione mediante calcoli analitici, degli effetti indotti dagli scavi sulle preesistenti, in termini di cedimenti e deformazioni; determinazione della categoria di danno potenziale che potrebbe interessare ogni singolo edificio; definizione degli interventi di mitigazione del rischio di danneggiamenti (i.e. consolidamenti preventivi allo scavo); elaborazione del progetto di monitoraggio geotecnico degli edifici, dei manufatti e delle preesistenze in generale, con la definizione di soglie di

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	Allegato a DD 2248 del 14/07/2020 (fase di scoping)	Ente richiedente	Dettaglio richiesta	Rif documento	Note
					<p>attenzione e allarme al fine di controllare il comportamento tenso-deformativo durante le fasi di scavo e, se del caso, implementare delle contromisure di mitigazione dei rischi.</p> <p>In particolare il monitoraggio geotecnico è correlato alla verifica in tempo reale dell'evoluzione tenso-deformativa dell'infrastruttura e delle preesistenze interessate in fase di scavo fino alla stabilizzazione delle letture. Non si ravvede la necessità di integrare il piano di monitoraggio con tecniche di interferometria satellitare, che non avrebbero precisioni e tempi di risposta compatibili con le esigenze sopra indicate.</p>
	Allegato 14	OTC - Città di torino	Per la fase di realizzazione dell'intervento, i dati raccolti secondo le specifiche formulate dai soggetti competenti in materia ambientale, dovranno essere pubblicati attraverso uno specifico geoportale, aperto anche al pubblico, che esponga gli adeguati geoservizi per la condivisione degli stessi sui geoportali istituzionali.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	
	Allegato 14	OTC - Città di torino	Dovrà essere privilegiata la pubblicazione in tempo reale dei dati, ovvero, laddove sia necessaria la validazione degli stessi, il suo tempestivo aggiornamento, in raccordo con le iniziative di comunicazione ambientale.	Folder 16: 3_MTL2T1A0DAMBGENR003 - Piano di Monitoraggio Ambientale	

 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


 CITTA' DI TORINO	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

23. ALLEGATO 2 MATRICE DI OTTEMPERANZA PRESCRIZIONI VARIANTE N. 333 URBANISTICA AL PRGC


Allegato alla Determina Dirigenziale n. 5168 del 28/10/2022

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta funzionale 1: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
Tutela Paesaggistica ed Archeologica	1	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	dovrà essere prodotta opportuna documentazione grafica, fotografica e descrittiva che dettagli le caratteristiche dell'intervento in progetto nelle aree in cui sono previsti abbattimenti di alberi costituenti filari di viali tutelati, evidenziando quali misure saranno assunte al fine di garantire la piena conformità dell'intervento con le prescrizioni normative (parere Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino pag. 1 e 2) Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 4 pag. 2;	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	
	2	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	il progetto definitivo dell'opera dovrà essere ottenere l'autorizzazione da parte della Soprintendenza sotto il profilo architettonico e il parere vincolante sotto il profilo paesaggistico rispettivamente ai sensi dell'art. 21 e dell'art. 146 del D.Lgs. n. 42/2004 e s.m.i. (parere Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino pag. 2) Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 4 pag. 2;	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica	
	3	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	il rivestimento dei sedimi esterni nelle aree di tessuto urbano storico interferite dal tracciato dovrà, nel caso di ricorso a materiale lapideo, ricorrere ad elementi di taglio, pezzatura e natura mineralogica coerente con le preesistenze circostanti, privilegiando la Pietra di Luserna a lastre; Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 4 pag. 3;	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 11: PROGETTO ARCHITETTONICO	
	4	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	dovrà essere formulata una nuova proposta per la sistemazione del sedime superficiale di Piazza Carlo Alberto; Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 4 pag. 3;	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 6.1.2: INSERIMENTO URBANISTICO STAZIONE CARLO ALBERTO - ELABORATI: 08_MTL2T1A2DURBSCAT001 09_MTL2T1A2DURBSCAT002 10_MTL2T1A2DURBSCAT003 18_MTL2T1A2DURBSCAT004 19_MTL2T1A2DURBSCAT005 20_MTL2T1A2DURBSCAT006 21_MTL2T1A2DURBSCAT007 22_MTL2T1A2DURBSCAT008 23_MTL2T1A2DURBSCAT009 24_MTL2T1A2DURBSCAT010 25_MTL2T1A2DURBSCAT011 26_MTL2T1A2DURBSCAT012 27_MTL2T1A2DURBSCAT013 28_MTL2T1A2DURBSCAR001	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
	5	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	si richiede di valutare un riposizionamento del pozzo di ventilazione denominato "Porta Nuova", posto su sedime tutelato e in diretta adiacenza di Palazzo Bricherasio e in corrispondenza di via Cavour, verso la quale non prospettano direttamente beni tutelati; Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 4 pag. 2;	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 6.2.2: INSERIMENTO URBANISTICO POZZO DI VENTILAZIONE CARLO ALBERTO - ELABORATI: 07_MTL2T1A2DURBPCAT001 08_MTL2T1A2DURBPCAT002	
	6	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	per quanto riguarda gli interventi previsti in adiacenza alla stazione di Torino Porta Nuova, si chiede di valutare la possibilità di: arretrare il corpo scale in modo da mantenere gli allineamenti consolidati, prevedere una struttura di copertura del suddetto corpo scale che riprenda un medesimo linguaggio architettonico contemporaneo; collocare sul lato opposto vicino ai filari arborei i due nuovi ascensori proposti in prossimità del prospetto storico della stazione (lato via Nizza); di utilizzare per la nuova pavimentazione lastre di pietra analoghe a quelle già impiegate nell'area limitrofa al fine di raccordare ed uniformare l'intervento con l'esistente; Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 4 pag. 3;	Folder 16: 22_MTL2T1A1DAMBGENR008 - Relazione Paesaggistica Folder 6.1.2: INSERIMENTO URBANISTICO STAZIONE PORTA NUOVA - ELABORATI: 11_MTL2T1A2DURBSPNT001 12_MTL2T1A2DURBSPNT002 13_MTL2T1A2DURBSPNT003	
	7	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	il progetto dovrà contenere gli esiti del piano di prospezioni, sondaggi e indagini archeologiche effettuate che dovrà essere sviluppato per tener conto delle eventuali modifiche progettuali intervenute. A conclusione delle indagini di verifica potrà essere emesso il parere definitivo sulla fattibilità dell'opera rispetto alla tutela archeologica (parere Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino pag. 1 e 2). Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 4 pag. 4 e 5;	Foder 4.2. "Indagini archeologiche"	
Consumo di suolo	8	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	è presente un impatto sulla matrice suolo irreversibile e non mitigabile. Ai fini del suo contenimento, sarà importante prestare particolari attenzioni per garantire la minor interferenza possibile con il reticolo irriguo e la minore compromissione del suolo agricolo fertile (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 4). Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 11 punto 29;	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR0001 - Studio di impatto ambientale	
	9	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	il progetto dovrà contemplare le misure di compensazione previste rispetto al consumo di suolo, al fine di verificarne l'adeguatezza, prevedendo possibilmente tipologie di intervento che consentano un effettivo recupero del suolo che verrà perso, tenendo conto anche degli impatti in corrispondenza dei depositi di stoccaggio del materiale scavato (parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 8, parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 9, ARPA pag. 3); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 3 pag. 2 e Allegato 9 pag. 12 al punto 33;	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR0001 - Studio di impatto ambientale	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
	10	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	relativamente alle aree proposte per l'edificazione ed alla conseguente stima delle superfici che verranno impermeabilizzate a causa della realizzazione dell'opera pari a circa 70.644 mq, si dovrà prevedere una percentuale di superficie da mantenere permeabile (circa il 30% della superficie totale di ciascuna area), favorendo l'utilizzo di pavimentazioni concepite con sistemi massimamente drenanti e che permettano il grado di inerbimento parziale più elevato possibile (marmette autobloccanti forate, sterrati inerbiti, prato armato, ...). Al proposito si potrà far riferimento al documento "Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo" reperibile alla seguente pagina web: http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/guidelines/pub/soil_it.pdf (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 9) rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 3 pag. 2 e Allegato 9 pag. 12 al punto 33;	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR0001 - Studio di impatto ambientale	
	11	Città Metropolitana	è necessario specificare se, nella realizzazione del primo lotto del tracciato, l'area Cimitero Parco verrà interessata sia come sito di stoccaggio intermedio per la gestione delle terre e rocce da scavo, sia per la realizzazione dei depositi e magazzini a servizio del cantiere. In caso affermativo, occorre che nel conteggio relativo all'effettivo consumo suolo sia inserita anche la superficie relativa alla suddetta area, in quanto anche l'attività di deposito del materiale causerà inevitabilmente un impatto sul suolo che attualmente è permeabile e naturale, individuato in I classe di capacità d'uso del suolo, con conseguente depauperamento dei servizi ecosistemici, che sarebbe opportuno compensare; parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 8 ed ARPA pag. 4; rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 3bis pag. 3;		Si specifica che durante la realizzazione della prima tratta funzionale "Politecnico-Rebaudengo", l'area cimitero parco verrà interessata solo come sito di deposito intermedio del materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato nell'ambito della stessa infrastruttura e di eventuali altri materiali da scavo per i quali sarà necessario approfondire la caratterizzazione in funzione di eventuali anomalie che potrebbero risultare in corso d'opera. L'individuazione di tale area, così come di tutte le aree individuate per la gestione delle terre e rocce da scavo, è stata condotta nella precedente fase progettuale, e, in fase di progetto definitivo, è stato verificato il rispetto delle esigenze logistiche e di cantierizzazione. La conferma dell'effettiva occupazione delle aree, nonché la conferma dell'effettiva superficie da destinare a deposito intermedio, potranno avvenire nella successiva fase di progettazione, in quanto strettamente collegate all'organizzazione del cantiere, all'articolazione delle sequenze costruttive, alla disponibilità di mezzi e di risorse ed alla disponibilità di altri nuovi siti di deposito intermedio, che l'Appaltatore introdurrà per la realizzazione dell'opera. A valle della conferma dell'effettiva occupazione di tali aree, si potrà procedere alla valutazione degli effettivi impatti, alla conseguente quantificazione dell'effettivo suolo consumato ed alla determinazione degli eventuali oneri compensativi.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
Salute umana e bonifiche	12	ASL	dovrà essere effettuato uno studio epidemiologico a partire dallo Studio Longitudinale Torinese (SLT) per valutare l'impatto dell'opera in riferimento agli effetti positivi della facilitazione della mobilità derivante dal collegamento la rete metropolitana sullo stato di salute e sociale della popolazione interessata (parere ASL) Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 11 pag. 2;	Folder 16: 5_MTL2T1A0DAMBGENR004-Studio sulla salute pubblica	
	13	ASL	dovranno essere preservate e reintegrate le alberature esistenti sul percorso dell'opera al fine di prevenire le isole di calore (parere ASL). Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 11 pag. 2;	Folder 16: 5_MTL2T1A0DAMBGENR004-Studio sulla salute pubblica	
	14	Arpa Piemonte	in relazione ai superamenti delle CSC di colonna A (siti a destinazione verde pubblico privato, residenziale) accertati per i parametri non riconducibili al fondo naturale (es. idrocarburi), ma probabilmente alla presenza di materiali di riporto superficiale, risulta necessario individuare la destinazione d'uso dei siti su cui detti sondaggi ricadono. Nel caso in cui la destinazione d'uso fosse di tipo residenziale/verde è necessario effettuare ulteriori accertamenti per caratterizzare l'estensione del superamento e definire la destinazione finale di tali materiali da scavo. (parere ARPA ripreso da OTC) Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 5 pag. 17;		La Città di Torino nel prendere atto condurrà gli accertamenti necessari.
Reticolo irriguo	15	Regione Piemonte Settore Geologico	la tratta centrale della Linea 2 della Metropolitana (tratta Rebaudengo – Politecnico) interferisce con un reticolo idrografico secondario rappresentato da "reliquati irrigui e bealere", prevalentemente intubati, talora riconducibili a tratti di fognatura bianca che tuttavia non risultano caratterizzati da dissesto idraulico attivo. Si chiede un approfondimento su tali interferenze (parere Regione Piemonte- Settore Geologico a pag. 5) Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 12, punto 32;	MTL2T1A1DDOTGENR001 – Deviazioni Pubblici servizi - Relazione Generale MTL2T1A2DDOTGENR001 – Deviazioni Pubblici servizi - Relazione Generale MTL2T1A1DDACGENT003 - Risoluzione Interferenze Bealere e Canali Irrigui - Planimetria Generale MTL2T1A1DDACGENT004 (Tavole 1÷8) Risoluzione Interferenze Bealere e Canali Irrigui. MTL2T1A2DDACGENT004 (Tavole 1÷11) Risoluzione Interferenze Bealere e Canali Irrigui.	
CAM, Energia	16	OTC - Città di torino	16. il progetto dovrà riportare una "Relazione CAM" che prenda in esame tutti i CAM applicabili (Servizio di progettazione ed esecuzione dei lavori, IP, Servizi energetici, Verde, AU, ecc.) e che per ogni criterio vengano: descritte le scelte progettuali che garantiscono la conformità ovvero la loro inapplicabilità con giusta motivazione tecnica rispetto ai criteri ambientali minimi; indicati gli elaborati progettuali in cui sono individuabili i riferimenti ai requisiti dei criteri; dettagliati i requisiti dei materiali e dei prodotti da costruzione; indicati i mezzi di prova che saranno presentati alla direzione lavori; indicate le scelte progettuali conformi sia al Piano di Resilienza Climatica e del Piano Strategico (e Piano d'Azione) sulla	Folder 16: 37.MTL2T1A0DAMBGENR0016 - Relazione sui Criteri Ambientali Minimi (C.A.M.)	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
			Gestione Sostenibile delle Acque in Ambito Urbano in relazione e compatibilità dello stato dei suoli e/o a procedimenti di bonifica (parere reso da OTC) Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 14 pag. 2		
	17	OTC - Città di Torino	dovrà essere garantito l'approvvigionamento di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili a partire dalle fasi di cantiere con l'annullamento delle GO (Garanzie di Origine) (parere reso da OTC) Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 14 pag. 2	Rimandata in fase di P.E.	
Opere verde	18	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	per le opere a verde in ambito urbanizzato sarà opportuno effettuare un'analisi agronomica per individuare le specie arboree ed arbustive che nel lungo periodo garantiscano dimensione della chioma e struttura dell'apparato radicale adeguate al contesto nel quale si inseriscono e ricorrere, per la messa a dimora delle specie vegetali, esclusivamente a specie erbacee, arbustive ed arboree autoctone e adatte alle condizioni stagionali. A fine di limitare l'espansione delle specie vegetali alloctone invasive si dovrà far riferimento alla DGR n. 33-5174 del 12 giugno 2017 "Aggiornamento degli elenchi delle specie vegetali esotiche invasive del Piemonte approvati con DGR n. 23-2975 del 29 febbraio 2016 e approvazione del documento "Linee Guida per la gestione e controllo delle specie esotiche vegetali nell'ambito di cantieri con movimenti terra e interventi di recupero e ripristino ambientale" (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 4); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 13 punto 35	Folder 4.8: 1_MTL2T1A1DALBGENR001 - Relazione indagini verde e alberate 2_MTL2T1A1DALBGENK001 -Rilievo vegetativo Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
	19	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	per le aree a parcheggio è opportuno privilegiare la messa a dimora di esemplari a pronto effetto, per assicurare in tempi minori un buon ombreggiamento e, al fine di consentire un corretto sviluppo dell'apparato radicale, prevedere un'adeguata lavorazione del terreno per evitare situazioni di compattamento del suolo, prevedendo altresì un adeguato spazio permeabile intorno alle piante. L'eventuale terreno agrario derivante dalle operazioni di scotico da utilizzarsi in loco nell'ambito del ripristino ambientale delle aree interessate dagli interventi, dopo adeguata caratterizzazione, dovrà essere correttamente accantonato avendo cura di separare i diversi orizzonti pedologici e conservato in modo da non alterarne le caratteristiche chimico-fisiche (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 4); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 13 punto 35;	Folder 4.8: 1_MTL2T1A1DALBGENR001 - Relazione indagini verde e alberate 2_MTL2T1A1DALBGENK001 -Rilievo vegetativo Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
Compatibilità idraulica	20	AIPO	dovrà essere definita la quota di imposta delle stazioni e di tutte le opere accessorie potenzialmente esposte a esondazione, al fine di ridurre la vulnerabilità dell'infrastruttura. Dovranno essere predisposte modellistiche idrauliche bidimensionali che valutino l'estensione delle aree di esondazione della Dora Riparia e i relativi livelli di esondazione con portate al colmo di piena a TR 200 anni e a TR 500 anni; (parere AIPO pag. 2); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 6 pag. 2. Richiesta simile alla seguente:	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003.1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017.2	
	21	Regione Piemonte Settore Geologico	sarà necessario definire l'esatta quota di imposta delle stazioni nonché di tutte le opere accessorie potenzialmente esposte a esondazione, al fine di ridurre la vulnerabilità dell'infrastruttura, il progetto dovrà affrontare in modo più dettagliato le condizioni di pericolosità esistenti sulla base di quanto su riportato, migliorando la conoscenza del rischio (parere Regione Piemonte - Settore Geologico a pag. 4); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 7 punto 20;	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003.1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017.2	
	22	Regione Piemonte Settore Geologico	per il tratto cittadino interessato dall'infrastruttura dovrà essere confrontato il campo di esondazione determinato con i valori di portata al colmo attuali e quello determinato nelle condizioni successive alla realizzazione della cassa di laminazione situata a monte della Città di Torino e della realizzazione della B di progetto prevista; (parere Regione Piemonte - Settore Geologico a pag. 4); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 7 punto 20;	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003.1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017.2	Attualmente non sono disponibili i dati relativi alla cassa di laminazione per cui ci si è posti nelle condizioni conservative (ossia non tenendo conto della presenza della cassa di laminazione)
	23	Regione Piemonte Settore Geologico	dovranno essere approfondite le caratteristiche dei dispositivi di contenimento mobili da collocare in corrispondenza degli accessi alle stazioni, il loro funzionamento, eventualmente anche utilizzando rappresentazioni grafiche, ed illustrare quando e con quali modalità dovrebbero essere messi in opera (parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 6)rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 7 punto 20;	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003.1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017.2 Folder 16: MTL2T1A0DAMBGENR001 Studio di impatto ambientale	
	24	Regione Piemonte Settore Geologico	per quanto concerne il sottopasso del Fiume Dora Riparia dovrà essere acquisita l'autorizzazione idraulica ex R.D. n. 523 del 25/07/04 da rilasciarsi da parte di AIPO e la successiva concessione demaniale ex L.R. 12/2004 e s.m.i. da rilasciarsi dal Settore Tecnico Regionale - Città Metropolitana di Torino (parere Regione Piemonte - Settore Geologico a pag. 5); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 33;	Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003.1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017.2 Folder 16: MTL2T1A0DAMBGENR001 Studio di impatto ambientale	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
Idrogeologia e Base Acquifero Superficiale BAS	25	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	la BAS vigente e la quota piezometrica di morbida dovranno essere riportate nelle tavole idrogeologiche delle acque sotterranee (profilo longitudinale e sezioni trasversali) come linee quotate in m s.l.m. Dovranno inoltre essere individuate sul profilo, unitamente alla quota di progetto e di terreno, le distanze progressive, le quote della BAS e del livello piezometrico (periodo di morbida) (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 5); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 16 punti 41 e 42;	Folder 16: 27.MTL2T1A0DAMBGENR009 Studio idrogeologico per la ridefinizione della base dell'acquifero superficiale Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	
	26	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	dovrà essere utilizzato, per la stesura degli elaborati idrogeologici, esclusivamente il modello idrogeologico concettuale della Regione Piemonte (DGR n. 34-11524 del 3 giugno 2009, aggiornata con Determinazione n. 267 del 4 agosto 2011 e con Determinazione n. 900 del 3 dicembre 2012) (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 5); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 15 punto 39;	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	
	27	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	dovrà essere realizzato un approfondimento al fine di comprendere se i pozzi idropotabili localizzati in corrispondenza dei Giardini Reali siano ancora attivi, quale sia l'acquifero oggetto di sfruttamento e se siano state delimitate delle fasce di rispetto (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 7); Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 15 punto 40;	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	
	28	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	le considerazioni sulle oscillazioni della falda dovranno essere integrate con i dati disponibili fino almeno al 2021. La carta delle isopieze dell'acquifero superficiale dovrà essere rivista sulla base di una nuova campagna di misure da effettuarsi in fase di morbida piezometrica che corrisponde, per il territorio comunale, al periodo Aprile-Giugno. La medesima dovrà riportare oltre alle linee isopiezometriche con equidistanza pari a 1 m le principali linee di deflusso e le corrispondenti aree di ricarica e di drenaggio dei corsi d'acqua interferiti. Nelle sezioni idrogeologiche (acque sotterranee) il livello piezometrico dovrà essere coerente con l'interpretazione piezometrica riportata sulle cartografia. L'estensione areale delle indagini dovrà essere significativamente ampliata verso monte (5Km) rispetto all'asse della galleria, a valle fino a ricomprendere il Fiume Po. I dati dei punti di misurazione rilevati dovranno essere riportati su apposita tabella contenente: denominazione, coordinate UTM, profondità in m, quota piano campagna, quota base acquifero, data lettura, livello piezometrico espresso in m s.l.m. e soggiacenza (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 6); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 16 punto 41;	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DGEOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
	29	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	per quanto concerne la modellizzazione dovrà essere rivista utilizzando i seguenti criteri: revisione della carta piezometrica da utilizzare secondo quanto sopra riportato; estensione del dominio del modello numerico coerente con la carta piezometrica; analisi delle situazioni maggiormente critiche riferite al posizionamento delle opere sotto falde poste in corrispondenza del limite di separazione tra l'acquifero superficiale (PA) e i livelli impermeabili (PB) o immediatamente al di sopra dello stesso (PA). Sulla base delle risultanze della revisione del modello, si ritiene necessario individuare e progettare le eventuali soluzioni che permettano il transito delle acque fra monte e valle opera nei casi in cui l'innalzamento della falda possa interferire con infrastrutture interrato preesistenti tenendo conto di un franco di sicurezza (punto 42 della d.d. prot. 33066 del 2 luglio 2020). A tal proposito si suggerisce di utilizzare, se disponibili, le metodologie utilizzate ed acquisite nell'ambito dell'attività di risoluzione della problematica generata dalla costruzione di alcune opere ferro-tranviarie che hanno prodotto un effetto sbarramento della falda superficiale nel quartiere Falchera (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 7); Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 16 punto 42;	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DZOOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	
	30	Città Metropolitana	dovranno essere approfonditi in maniera dettagliata gli accorgimenti tecnici utilizzati, in fase di cantiere e in fase post-operam, per impedire che la falda freatica superficiale e la falda in pressione più profonda entrino in contatto. (riferimento: parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 6); Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 15 punto 39;	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DZOOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR0001 - Studio di impatto ambientale	
	31	Città Metropolitana	in merito alla falda, dovranno essere definiti gli impatti ambientali delle soluzioni atte a gestire gli eventuali fenomeni di allagamento indotti dalla risalita della superficie piezometrica (riferimento: parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 6) Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 15 punto 41;	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DZOOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR0001 - Studio di impatto ambientale Folder 4.12: MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione idrologica ed idraulica 05_MTL2T1A0DIDRGENT003.1 ÷ 48_MTL2T1A0DIDRGENT017.2	
Invarianza Idraulica	32	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate	il dimensionamento delle opere di drenaggio/infiltrazione dovrà discendere da uno studio dettagliato che tenga conto, per la zona non satura, dell'eventuale presenza di livelli a bassa permeabilità, la loro potenza ed estensione areale, attraverso una ricostruzione litostratigrafica e dell'effettivo grado di permeabilità dei livelli fini mediante indagini idrogeologiche sito specifiche e prove di dettaglio normate da procedure tecniche (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 8); Rispetto alla	Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DZOOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
			fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 13 punto 35;		
	33	Arpa Piemonte	si dovrà effettuare, ove possibile, una gestione sostenibile delle acque meteoriche provenienti dalle coperture dei fabbricati e delle acque di seconda pioggia, prevedendo il recupero ed il riuso, ad esempio per l'irrigazione delle aree verdi (parere ARPA pag. 4);	Folder 4.12:2_MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione Gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio.	
Geotermia	34	Città Metropolitana	dovranno essere effettuate ulteriori verifiche di dettaglio in merito alle eventuali interferenze tra il sistema geotermico (conci - ENERTUN) previsto in alcuni tratti della Linea 2 e gli impianti geotermici di condizionamento già attivi o in fase di attivazione nelle vicinanze delle tratte interessate dall'uso dei conci geotermici. Tale necessità nasce dal continuo evolversi della situazione legata a nuovi impianti o alla dismissione di impianti esistenti (parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 7). Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 17 punto 43 parere Regione Piemonte;		Nell'ambito del Progetto Definitivo, sono stati condotti approfonditi studi geotermici alla scala della città simulando la presenza delle strutture energetiche sotterranee della MTL2. L'obiettivo della modellazione è quello di consentire di individuare l'influenza dell'attivazione termica della MTL2 sui terreni circostanti, e tiene conto degli impianti geotermici esistenti disponibili fino al 2020. Attualmente è stata inoltrata alla Città Metropolitana di Torino, la richiesta di aggiornamento dei dati più recenti, relativi agli impianti geotermici ricadenti nell'area di influenza geotermica della Linea 2. A valle di eventuali ulteriori aggiornamenti, si procederà con una revisione delle modellazioni condotte.
	35	Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali procedure integrate	dovranno essere censiti e georeferiti gli impianti geotermici esistenti lungo il tracciato in un buffer cautelativo di almeno 350 m monte-valle dell'asse del tracciato, questo sulla base delle interferenze dichiarate sul lungo termine pari a circa 3-5 volte la distanza massima del breve termine valutata in 70 m. (parere Regione Piemonte Settore Valutazioni Ambientali e procedure integrate pag. 7) Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 17 punto 43;		Si veda punto precedente.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
	36	Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale	la realizzazione di eventuali pozzi sia di prelievo che di scarico, per lo sfruttamento geotermico, dovranno essere preventivamente autorizzati dalla Città Metropolitana di Torino e dovranno interessare esclusivamente l'acquifero superficiale. Nell'individuazione della localizzazione di tali impianti di sfruttamento geotermico che interesseranno, con prelievo e/o scarico e/o altra alterazione, l'acquifero superficiale dovrà essere tenuta in considerazione la presenza di eventuali aree oggetto di bonifica e/o presenza di inquinamento dell'acquifero e dovranno pertanto essere valutati eventuali possibili richiami di contaminanti da monte e/o laterali in un intorno significativo dell'area di intervento ed eventuali interazioni delle variazioni termiche con le sostanze inquinanti presenti; parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 7. Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 3 pag. 4;		Le strutture energetiche previste nella Linea 2 sono strutture a circuito chiuso.
Sismica	37	Regione Piemonte Settore Geologico	si ritiene necessario predisporre uno studio di microzonazione sismica di livello 1 (di seguito MS1) esteso ad un intorno significativo del tracciato, secondo gli standard definiti dagli "Indirizzi e criteri generali per gli studi di Microzonazione Sismica" (di seguito ICMS) del Dipartimento di Protezione Civile (parere Regione Piemonte - Settore Geologico a pag. 3);	Folder 4.11-MTL2T1A0DZOOGENR003 Geotecnica e sismica	
	38	Regione Piemonte Settore Geologico	occorrerà verificare eventuali problematiche legate a fenomeni di liquefazione considerato che nella relazione geologica vengono individuati 3 livelli che potrebbero essere potenzialmente soggetti a detta problematica, valutando se rientrano o meno nei casi di esclusione (punto 7.11.3.4.2 delle NTC 2018) questo ai fini di una corretta progettazione dell'opera (parere Regione Piemonte - Settore Geologico a pag. 3);	Folder 4.11-MTL2T1A0DZOOGENR003 Geotecnica e sismica	
	39	Regione Piemonte Settore Geologico	risulta necessario valutare ed approfondire le tematiche legate alla presenza di faglie attive capaci indicate nel progetto ITHACA di ISPRA, prendendo in esame la possibile interferenza con il tracciato dell'opera prevista (parere Regione Piemonte - Settore Geologico a pag. 3)	Folder 4.11-MTL2T1A0DZOOGENR003 Geotecnica e sismica Folder 4.10: 01_MTL2T1A0DZOOGENR001 - Relazione geologica, geomorfologica e idrogeologica	
Interferenze con elettrodotti	40	Terna	dovrà essere verificata nel dettaglio la distanza tra l'infrastruttura e l'elettrodotto in cavo interrato a 220 kV denominato T.294 Stura-Arbarello (ex Stura-Centro) riguardano la Stazione Rebaudengo e l'area della retrostazione Rebaudengo sia durante le fasi di scavo, sia ad opera realizzata. La distanza, in fase definitiva, tra l'elettrodotto in cavo interrato e l'infrastruttura non dovrà essere inferiore a 2 m. Durante la realizzazione delle opere si potrà valutare una riduzione di tale distanza in funzione della tipologia delle lavorazioni (parere Società Terna pag. 1);	Folder 8.2: MTL2T1A1DDIEGENT001 - Deviazioni Pubblici Servizi - Risoluzione Interferenza - Elettrodotto Terna/Deposito Officina Rebaudengo	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2


Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
	41	Terna	tutte le lavorazioni previste dovranno essere eseguite a distanza di almeno 3 m dall'elettrodotto in cavo interrato; tale distanza di sicurezza dovrà essere tale che non possano avvenire contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti (parere Società Terna pag. 2);	Folder 8.2: MTL2T1A1DDIEGENT001 - Deviazioni Pubblici Servizi - Risoluzione Interferenza - Elettrodotto Terna/Deposito Officina Rebaudengo	
Ciclo rifiuti	42		il progetto dovrà definire le caratteristiche delle opere fuori terra in modo da verificare le possibili interferenze con il servizio di raccolta rifiuti attualmente presente o di imminente realizzazione rispetto al transito dei mezzi di raccolta rifiuti e/o il posizionamento dei cassonetti su suolo pubblico oppure l'esposizione degli stessi da parte degli utenti (parere AMIAT pag. 1);	Rimandata in fase di P.E.	
Gestione scavi e della fase di cantiere	43	Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino	in riferimento alle possibili interferenze delle opere di scavo previste con la condizione strutturale di edifici assoggettati a tutela monumentale, si chiede, nelle successive fasi di progettazione, lo sviluppo di piani e soluzioni di abbattimento preventivo del rischio di danneggiamento strutturale in riferimento ai manufatti che, per posizione e condizione pregressa, si presentino maggiormente vulnerabili (parere Soprintendenza Archeologia Belle arti e Paesaggio per la Città Metropolitana di Torino pag. 2); Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 4 pag. 3;	Folder 10. Subsidenze, Presidio E Monitoraggi	Nello sviluppo della progettazione definitiva il progettista ha tenuto debitamente conto dei criteri di progettazione di un'infrastruttura urbana sotterranea, come la metropolitana, caratterizzata da galleria di linea, stazioni e manufatti interrati. Nell'ambito degli studi si riepilogano di seguito i vari step nei quali è articolata la progettazione: identificazione di tutti gli edifici che ricadono all'interno della fascia di interferenza degli scavi (indicativamente una fascia di 60m a cavallo dell'asse del tracciato); esecuzione di indagini sugli edifici interessati, mediante sopralluoghi e ricerche di archivio per la caratterizzazione del tipo di struttura, numero di piani, presenza di aree di pertinenza, ecc...; conduzione di sopralluoghi nelle parti comuni, e laddove necessario anche all'interno, per il rilievo dell'effettivo stato di consistenza; determinazione dell'indice di vulnerabilità intrinseco di ogni edificio; valutazione mediante calcoli analitici, degli effetti indotti dagli scavi sulle preesistenti, in termini di cedimenti e deformazioni; determinazione della categoria di danno potenziale che potrebbe interessare ogni singolo edificio; definizione degli interventi di mitigazione del rischio di danneggiamenti (i.e. consolidamenti preventivi allo scavo); elaborazione del progetto di monitoraggio geotecnico degli edifici, dei manufatti e delle preesistenze in generale, con la definizione di soglie di attenzione e allarme al fine di controllare il comportamento tenso-deformativo durante le fasi di scavo e, se del caso, implementare delle contromisure di mitigazione dei rischi. In particolare, il monitoraggio geotecnico è correlato alla verifica in tempo reale dell'evoluzione tenso-deformativa dell'infrastruttura e delle preesistenze interessate in fase di scavo fino alla stabilizzazione delle letture. Non si ravvede la necessità di integrare il piano di monitoraggio con tecniche di interferometria satellitare, che non avrebbero precisioni e tempi di risposta compatibili con le esigenze sopra indicate.

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
	44	Arpa Piemonte	dovranno essere approfonditi i seguenti aspetti: l'impatto sul traffico causato dal trasporto dei materiali, sia quelli estratti dal sito di produzione sia quelli movimentati dal deposito intermedio, ed i conseguenti effetti sulle componenti aria e rumore (parere ARPA pag. 4); Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 5 pag. 22 punto 10;	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale 30.MTL2T1A0DAMBGENR020 - Corografia dei siti di deposito intermedi	
	45	Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale	vista la localizzazione dei depositi intermedi, posta ad una certa distanza dai siti di produzione del primo lotto del tracciato, occorre che vengano approfonditi gli impatti sul traffico generati dal trasporto del materiale estratto dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio. Tali analisi devono avere la finalità di individuare le opportune misure da adottare in fase di cantiere per ridurre tali impatti e renderli trascurabili (parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 4);	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale 30.MTL2T1A0DAMBGENR020 - Corografia dei siti di deposito intermedi	
	46	Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale	in merito alla gestione delle acque meteoriche nelle aree di cantiere, qualora nel corso della realizzazione dei lavori si attivassero attività indicate all'art. 7 del D.P.G.R. n. 1/R/2006, dovrà essere redatto il Piano di prevenzione e gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne che sarà oggetto di specifica approvazione da parte dell'Ente competente (parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 5);	Rimandata in fase di P.E. Folder 4.12:2_MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione Gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio.	
	47	Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale	qualora per l'attività di cantiere fosse necessario un approvvigionamento al di fuori dell'acquedotto, lo stesso dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale. Anche l'utilizzo di eventuali acque di infiltrazione della falda nella galleria, dovrà essere oggetto alla preventiva autorizzazione (parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 7); Rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 3 pag. 2;	Folder 4.12:2_MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione Gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio.	
	48	Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale	si richiede un approfondimento in merito alla tematica delle acque di venuta e delle acque di aggettamento, definendone nel dettaglio la natura, il loro utilizzo e le modalità di smaltimento, in quanto le stesse andranno raccolte e smaltite in modo separato rispetto alle acque di lavaggio e/o lavorazione (parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale pag. 5); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 3 pag. 2;	Folder 4.12:2_MTL2T1A0DIDRGENR001 - Relazione Gestione delle acque meteoriche in fase di cantiere ed esercizio.	
	49	OTC - Città di torino	le attività di scavo dovranno privilegiare il pieno riutilizzo delle terre e rocce da scavo prodotte, adottando l'invio in discarica solo come ultima opzione. L'utilizzo delle terre e rocce da scavo in qualità di sottoprodotto dovrà avvenire nel rispetto dei disposti di cui al D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120 - Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo (parere reso	Folder 16: 28.MTL2T1A0DAMBGENR010 Piano di Utilizzo terre e rocce da scavo	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
			da OTC) rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 5;		
	50	OTC - Città di Torino	per fasi di cantiere dovranno essere adottate tutte le possibili precauzioni e gli accorgimenti volti a limitare gli impatti sulla componente aria (contenendo l'eventuale diffusione di inquinanti e polveri), sulle risorse idriche sotterranee al fine di limitare i rischi di contaminazione (dovuti ad esempio a sversamenti di natura accidentale) e sulle componenti rumore e vibrazioni (parere reso da OTC);	Rimandata in fase di P.E.	
	51	OTC - Città di Torino	ai sensi del D.Lgs 81/2008 e s.m.i. per le attività di rimozione di materiali contenenti amianto è necessario prevedere un Piano di lavoro per la gestione dei materiali (parere reso da OTC); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 5;	Rimandata in fase di P.E.	
	52	OTC - Città di Torino	si dovrà predisporre un Piano di reperimento e di gestione dei materiali che indichi il fabbisogno di materiali occorrenti per la realizzazione dell'opera stessa e individui i giacimenti da cui estrarli. Il suddetto Piano dovrà inoltre definire il quantitativo e la tipologia di terre e rocce da scavo e di sottoprodotti risultanti dalla realizzazione dell'opera, con l'individuazione dei siti di riutilizzo e deposito. Il Piano dovrà essere redatto secondo le prescrizioni di cui all'art 13 della L.R. n. 23/2016 e la sua valutazione e approvazione avverrà coerentemente con l'iter previsto dalla normativa vigente per l'opera in questione. Inoltre, In base all'art. 14, comma 2 della L.R. n. 23/2016, l'autorizzazione per i siti destinati al deposito definitivo delle terre e rocce da scavo risultanti dall'opera pubblica è rilasciata ai sensi dell'art. 10 della L.R. n. 23/2016 dalla Regione Piemonte, Settore Cave, Polizia mineraria e miniere (parere Regione Piemonte Settore Polizia Mineraria, cave e miniere a pag. 1); rispetto alla fase di scoping (DD 2248 del 14/07/2020) si veda Allegato 9 pag. 6 punti 18-19;	Folder 16: 35 MTL2T1A0DAMBGENR015Piano di reperimento e di gestione dei materiali litoidi	
Tematiche varie	53	OTC - Città di Torino	sarà necessario verificare se il fabbisogno di inerti per calcestruzzo (quantificato in 1.128.475 mc) sarà assorbito interamente dal materiale scavato per l'opera o se si prevede il ricorso ad altre fonti di approvvigionamento (Riferimento al punto 2 del Verbale di OTC del 20 luglio 2022 - n. prot. 6493 del 21/07/2022 del Servizio Qualità e Valutazioni Ambientali);	Rimandata in fase di P.E.	

	Metropolitana di Torino – Linea 2 - Tratta: Politecnico – Rebaudengo
Relazione generale	03_MTL2T1A0DZOOGENR003-0-2

Tematica	progressivo		Dettaglio richiesta	Rif documento - richiesta scoping	Note
	54	Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale	si richiede di motivare la mancata attivazione della procedura di Valutazione di Incidenza di cui alla L.R. N. 19/2009 "Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità", stante la prossimità dell'opera con l'area protetta ZPS Meisino (Confluenza Po-Stura IT1110070) e di acquisire il parere di compatibilità in merito alla fase di valutazione di incidenza del Progetto per il quale è competente la Regione Piemonte – Settore Aree Naturali Protette (parere Città Metropolitana - Dipartimento Ambiente e Vigilanza Ambientale rilasciato in fase di specificazione di VIA relativamente all'intero tracciato dell'opera - di cui alla D.D. n. 2248 del 14/07/2020 Allegato n. 3 bis pag. 2 e prescrizione in Verbale OTC del 1 luglio 2022 della procedura di verifica VAS in oggetto);	Folder 16: 01.MTL2T1A0DAMBGENR001 - Studio di impatto ambientale	
	55	OTC - Città di Torino	ai fini della valutazione del potenziale impatto acustico indotto dall'insediamento delle nuove attività, sarà necessario predisporre una più approfondita documentazione previsionale di impatto acustico, secondo i criteri indicati nella D.G.R. 2 febbraio 2004, n. 9-11616, considerando anche la fase di realizzazione, incluso il traffico indotto per la fase di cantiere. Si richiede una particolare attenzione, nelle successive fasi progettuali, al fine di minimizzare la rumorosità indotta verso i ricettori limitrofi dagli impianti tecnologici. Nelle fasi autorizzative dovrà essere previsto entro trenta giorni dall'inizio delle attività un collaudo acustico strumentale.	Rimandata in fase di P.E.	