

COMUNE DI PALERMO



COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



IMPRESA ESECUTRICE:



PROGETTO ESECUTIVO

PRIMO LOTTO FUNZIONALE CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO
NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E
PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA

PROGETTO AMBIENTALE

CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI AI SENSI DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I.
Relazione sulle indagini ambientali

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
R S 7 2	0 1	E	ZZ	RG	I M 0 0 0 3	0 0 1	C

PROGETTAZIONE: ATI (Associazione Temporanea d'Imprese)

PROGETTAZIONE

GRANDI

INFRASTRUTTURE

PROGIN S.p.A.

PROGIN SPA (Capogruppo Mandataria)



Sab (Mandante)

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato/Data
A	Emissione (Rif. istruttoria Italferr RS07-1W01_11_298)	Piccirillo	10/11/11	Piccirillo	10/11/11	S. Esposito

Nole del file:	RS7201EZZRGIM0003001_C	n: Elab.
----------------	------------------------	----------

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 2 di 22

I N D I C E

1. PREMESSE	3
2. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE.....	5
3. CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE.....	7
3.1 PROVE LEFRANC	8
3.2 PROVE DI POMPAGGIO	10
3.3 PROVE DI PERMEABILITÀ IN LABORATORIO	13
4. CONSIDERAZIONI SULLE ATTIVITA' ANTROPICHE CHE CARATTERIZZANO IL SITO	14
5. CAMPIONAMENTO DEI TERRENI E CARATTERIZZAZIONE CHIMICO- FISICA AI SENSI DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I.	15
6. CONCLUSIONI.....	20

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 3 di 22

1. PREMESSE

La presente *Relazione sulle Indagini Ambientali* è stata redatta in accordo a quanto descritto nelle seguenti normative:

- a) D.Lgs.152/06 e s.m.i.;
- b) D.Lgs. 4/08;
- c) D.M. 3/8/2005;
- d) L. 13/09;
- e) D.Lgs n. 128 del 29/6/2010.

Ne consegue che lo studio ha previsto l'esecuzione di tutti i rilievi, le indagini e le prove tecniche necessarie per:

-  individuare, tramite prove in situ ed in laboratorio, il grado di permeabilità e la classe granulometria di appartenenza dei terreni presenti nell'area in studio;
-  ricostruire il "Modello Concettuale del Sito" che comprendesse l'analisi dell'area vasta finalizzata all'individuazione delle potenziali fonti di inquinamento superficiale e sotterraneo al fine di definire in maniera rigorosa gli analiti da ricercare tra quelli inseriti nella tabella 1 dell'Allegato 5 del D. Lgs 152/06 e s.m.i.;
-  individuare eventuali fonti di inquinamento atmosferico, idrico superficiale e sotterraneo che possono aver interessato il sito oggetto dello studio, anche tramite una ricostruzione storica degli insediamenti antropici, con particolare riferimento alle varie attività produttive, allo scopo di procedere all'individuazione dei potenziali inquinanti che possono essere presenti all'interno dei sedimenti da asportare durante la fase di realizzazione dell'opera e per verificare se questi abbiano i requisiti necessari di cui all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i. con particolare riferimento al D.Lgs 4/08 ed alla L. 13/09;
-  ricostruire la storia degli insediamenti antropici che si sono succeduti nel territorio allo scopo di individuare le tipologie di attività sviluppatesi sino ad oggi;
-  individuare le tipologie di attività produttive attualmente presenti nelle aree limitrofe all'area in studio;
-  individuare, quindi, tutti i possibili fenomeni di inquinamento che hanno interessato il sito al fine di determinare quale degli analiti previsti dal D.Lgs 152/06 e s.m.i. si debbono ricercare ed analizzare;
-  individuare, tramite analisi chimico-fisiche su n. 37 campioni di terra, n. 5 campioni di acque e n. 4 campioni di "Ballast", le cui ubicazioni sono visibili nelle planimetrie, nel profilo e nelle sezioni allegate, le concentrazioni degli analiti inseriti nella tabella 1 dell'Allegato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i., allo scopo di confrontarle con le concentrazioni riportate nel succitato Decreto Legislativo;

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 4 di 22

-  individuare tramite ulteriori analisi denominati “test di cessione” ai sensi del *D.M. 3/8/2005 – Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica* per verificare l'accettabilità in discarica per rifiuti inerti (tab. 2 art. 5), per rifiuti non pericolosi (tab. 5 art. 6) e per rifiuti pericolosi (tab. 6 art. 8).

Con i dati in nostro possesso, che riteniamo più che sufficienti per gli scopi del presente lavoro, abbiamo redatto la presente relazione corredata da:

- ❖ Planimetria con l'ubicazione dei sondaggi ambientali e con l'individuazione dei tratti di tracciato di riferimento delle varie sezioni di scavo;
- ❖ Sezioni trasversali tipo in scala 1:100;
- ❖ Documentazione fotografica acquisita durante i sondaggi ed i campionamenti;
- ❖ Elaborati relativi alle analisi eseguite dalla “Chelab s.r.l.” (laboratorio ufficiale certificato SINAL).

Si rimanda al documento “Piano di gestione delle materie - RS7201EZZRGCA0000002_C” per una completa trattazione delle modalità di produzione, gestione, recupero e conferimento in impianti/discariche dei materiali di risulta prodotti in cantiere.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 5 di 22	

2. CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE

La zona interessata, come quasi tutta la Piana di Palermo, è, da un punto di vista geologico, dominata dal "Complesso Calcarenitico-sabbioso", che nella sua generalità si presenta stratificato in banchi con giacitura lievemente inclinata verso l'attuale linea di costa.

All'interno dei singoli banchi spesso s'intravede una stratificazione secondaria del tipo "incrociata" che ne denuncia una sedimentazione in ambiente litorale.

I granuli costituenti lo "scheletro" del sedimento sono di origine carbonatica ma frequenti livelli sono formati da granuli quarzosi.

La colorazione giallo-ocra è ascrivibile alla presenza di ossidi di ferro e di alluminio, il cemento è calcitico.

La giacitura della formazione calcarenitica è quella originaria e, quindi, il suo affioramento è dovuto ad "abbandono" del mare per il suo ritiro in seguito alla regressione.

Ciò significa che essa non è stata interessata da fenomeni tettonici di sollevamento che abbiano potuto provocare la formazione di faglie.

Entrando nel particolare, la successione litostratigrafica di questa formazione geologica è, generalmente, contraddistinta dalla presenza di:

- a) Biocalcareniti bianche a grana medio-fine uniforme, prevalentemente tenere, porose, presenti in banchi omogenei;
- b) Biocalcareniti reefoidi a coralli;
- c) Biocalcareniti a grana fine e media, da mediamente cementate a molto cementate, tessitura uniforme, in banchi e strati ben definiti;
- d) Calcilutiti;
- e) Arenarie ben cementate;
- f) Biocalcareniti a tessitura strato-nodulare sabbiosa, variamente cementate, costituite da strati sottili (3-10 cm) e medi (10-30 cm) discontinui e noduli stratiformi con sabbie medio-fini poco addensate;
- g) Biocalcareniti a tessitura nodulare, composte da noduli calcarenitici e stratonodulari interconnessi tra loro con sabbie poco addensate che occupano gli spazi internodulari;
- h) Biocalcareniti sabbiose, a grana medio fine uniforme, porose, a cementazione variabile;
- i) Sabbie calcarenitiche gialle o bianche a grana uniforme medio-fine con inclusi noduli calcarenitici
- j) Sabbie grossolane e ghiaie;
- k) Sabbie limose e limi con noduli calcarenitici.

Nell'area direttamente interessata dalla stazione Libertà è presente sostanzialmente il litotipo c), mentre per quanto riguarda la restante parte del tracciato (Trincea Ucciardone, Galleria Crispi, Stazione Porto,

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 6 di 22

Galleria Crispi/Amari, Stazione Politeama) si deve dire che le indagini eseguite e le risultanze dei rilievi geologici ci confermano che questa porzione del centro urbano è caratterizzata dalla presenza di una zona di transizione geologica con frequenti variazioni di facies, interdigitazioni e passaggi verticali ed orizzontali tra i litotipi h), i), j), k).

Il complesso calcarenitico-sabbioso riferibile al Pleistocene poggia in concordanza stratigrafica sul complesso limo-sabbioso del Pliocene costituito da limi sabbiosi grigi, poco consistenti o inconsistenti, ricchi in fossili con intercalati livelli sabbiosi poco addensati e strati calcarenitici cementati.

In discordanza stratigrafica ed angolare, al di sotto dei terreni Plio-Pleistocenici, si trova la Fm. del Flysch Numidico che, a causa dei fenomeni tettonici legati al sovrascorrimento e successiva messa in posto dei Monti di Palermo, presenta un tetto fortemente ondulato tanto che in una porzione del tracciato, su Via E. Amari, affiora al di sotto di un modesto spessore di terreno di riporto.

Si tratta di una potente formazione, litologicamente costituita da un'alternanza di argille ed argilliti grigie e/o brune, quarzareniti e quarzosiltiti grigio-giallastre, nella quale si possono distinguere due diverse litofacies principali: quella arenacea e quella argillosa.

I terreni presenti, nell'area direttamente interessata dai manufatti in studio, sono rappresentati da argille siltose, generalmente brune o color tabacco, ricche in ossidi di ferro, con intercalazioni di lenti quarzarenitiche e livelli sabbiosi costituiti anch'essi prevalentemente da quarzo. Localmente si individuano rari livelli calcarei.

Mineralogicamente sono costituite da fillosilicati quali clorite, caolinite, montmorillonite ed illite; inoltre sono presenti minerali di ferro quale siderite e pirite.

La struttura si presenta scagliettata e caotica, con scaglie millimetriche, talora lucide per effetti di striature, legate agli stress tettonici che si sono avvicendati nel corso degli eventi geologici.

La stratificazione è assente, distinguibile raramente in presenza dei livelli quarzarenitici.

Le formazioni geologiche sopra citate sono ricoperte da strati di spessore variabile di terreni di riporto legati alla realizzazione della vasta area portuale e di alluvioni limose e limo-sabbiose legate alla deposizione del corso d'acqua Passo di Rigano, oggi completamente canalizzato.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 7 di 22

3. CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE

Dal punto di vista idrogeologico l'area in studio è caratterizzata dalla totale mancanza di una rete idrografica superficiale che è da mettere in relazione allo sviluppo urbanistico della città che ha completamente occultato l'impluvio del Canale Passo di Rigano ed alla notevole permeabilità dei terreni calcarenitici che favorisce l'infiltrazione delle acque piovane sottraendole al deflusso superficiale.

Inoltre la notevole permeabilità dei terreni favorisce l'infiltrazione delle acque piovane ma, purtroppo, anche delle acque potabili dell'acquedotto e quelle reflue della rete fognante che presentano elementi di forte criticità.

Le acque infiltratesi vanno a ricaricare la falda freatica il cui livello piezometrico è sostanzialmente coincidente con il livello del mare, salvo periodici innalzamenti in occasione di prolungati periodi di pioggia.

In relazione alle caratteristiche di permeabilità dei tipi litologici presenti in corrispondenza dell'area direttamente interessata dal progetto si deve evidenziare che la notevole eterogeneità litologica e le rapide, quanto numerose eteropie di facies sia orizzontali che verticali, hanno un'influenza notevole anche sulla permeabilità del complesso la cui valutazione è stata oggetto di studio in fase di progettazione definitiva ma che è stato necessario approfondire in relazione al fatto che i dati in nostro possesso spaziavano su range molto ampi.

Abbiamo, quindi, eseguito prove di permeabilità in situ, tipo Lefranc e prove di permeabilità in laboratorio sui campioni prelevati.

Vista la notevole eterogeneità dei risultati ottenuti, anche con queste ulteriori indagini, per il complesso calcarenitico-sabbioso si è ritenuto utile eseguire alcune indagini tomografiche per individuare il tetto del substrato impermeabile costituito dai litotipi della Fm. Del Flysch Numidico e, quindi, lo spessore reale della falda ed una prova di pompaggio che ci ha permesso di avere un quadro completo ed esaustivo del comportamento dell'intero ammasso.

Ciò per studiare con il necessario dettaglio la reale influenza dell'opera con la falda nel tratto compreso tra la trincea Ucciardone e la Stazione Porto e per cercare di comprendere il comportamento di questo complesso litologico nella sua globalità sia sotto il punto di vista della permeabilità che della trasmissività.

Dai dati in nostro possesso si possono sintetizzare i seguenti valori:

1. Complesso calcarenitico-sabbioso: a) porzione prevalentemente calcarenitica (zona Stazione Libertà): permeabilità $1 \cdot 10^{-4}$ m/sec, b) porzione "di transizione" (Zona Porto-Politeama): permeabilità $1 \cdot 10^{-5}$ m/sec;
2. Complesso alluvionale: permeabilità $1 \cdot 10^{-6}$ m/sec;
3. Complesso flyschoidale: permeabilità $1 \cdot 10^{-7}$ m/sec.

Sui risultati e la descrizione delle varie prove vedi i sottocapitoli successivi.

Ai fini del presente lavoro estremamente importante è stata, anche, la definizione del gradiente idraulico della falda.

A tale scopo, oltre i piezometri installati in corrispondenza dei sondaggi geognostici eseguiti, si sono

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 8 di 22

utilizzati i dati di alcuni sondaggi eseguiti per altri lavori ed ubicati a monte del tracciato ferroviario (vedi carta idrogeologica) e per completezza di studio sono stati realizzati n. 2 piezometri sempre a monte del tracciato ferroviario la cui ubicazione è visibile nella carta idrogeologica e che ci hanno permesso di ricostruire le isofreatiche della falda.

3.1 PROVE LEFRANC

Le prove di permeabilità di tipo “Lefranc” sono quelle prove che si eseguono all'interno del sondaggio e che sono definite “a carico variabile” poiché il livello freatico viene alterato mediante immissione di acqua in foro (fino a piano campagna o oltre).

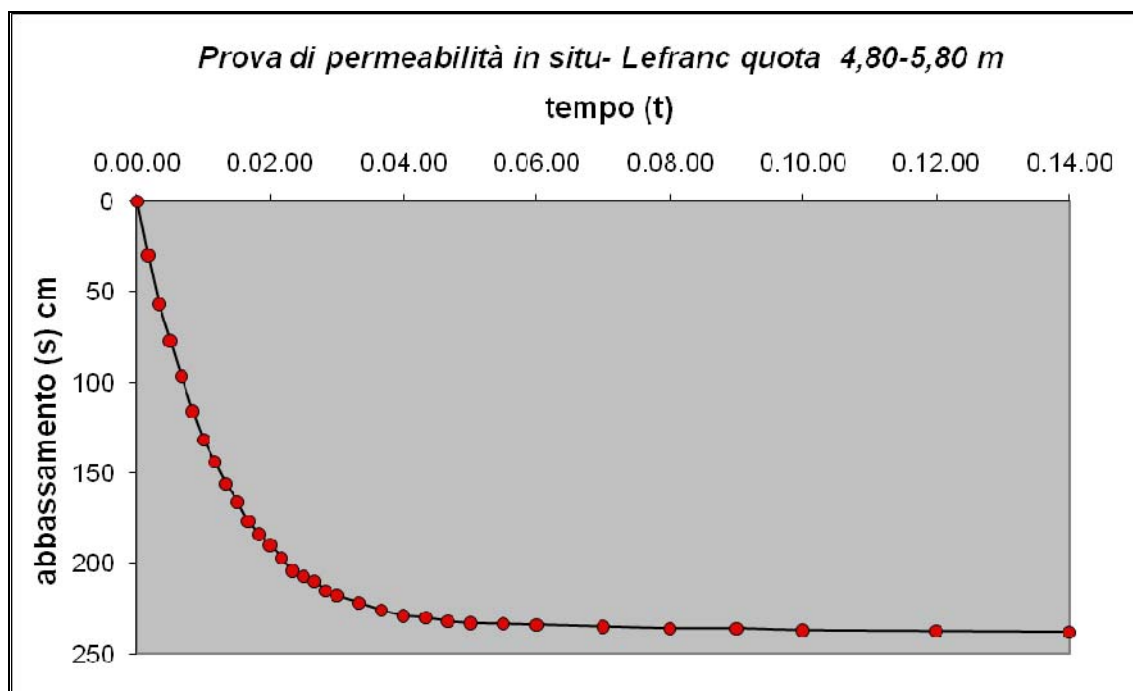
Durante la prova viene misurata la velocità di riequilibrio del livello idrico eseguendo una serie di letture del livello dell'acqua in foro (h) a frequenti intervalli di tempo (t) annotando sia il livello dell'acqua che il tempo di ciascuna lettura.

Si allegano tabella con le misure ed i tempi, nonché il grafico e relativa interpretazione dei dati delle singole prove eseguite.

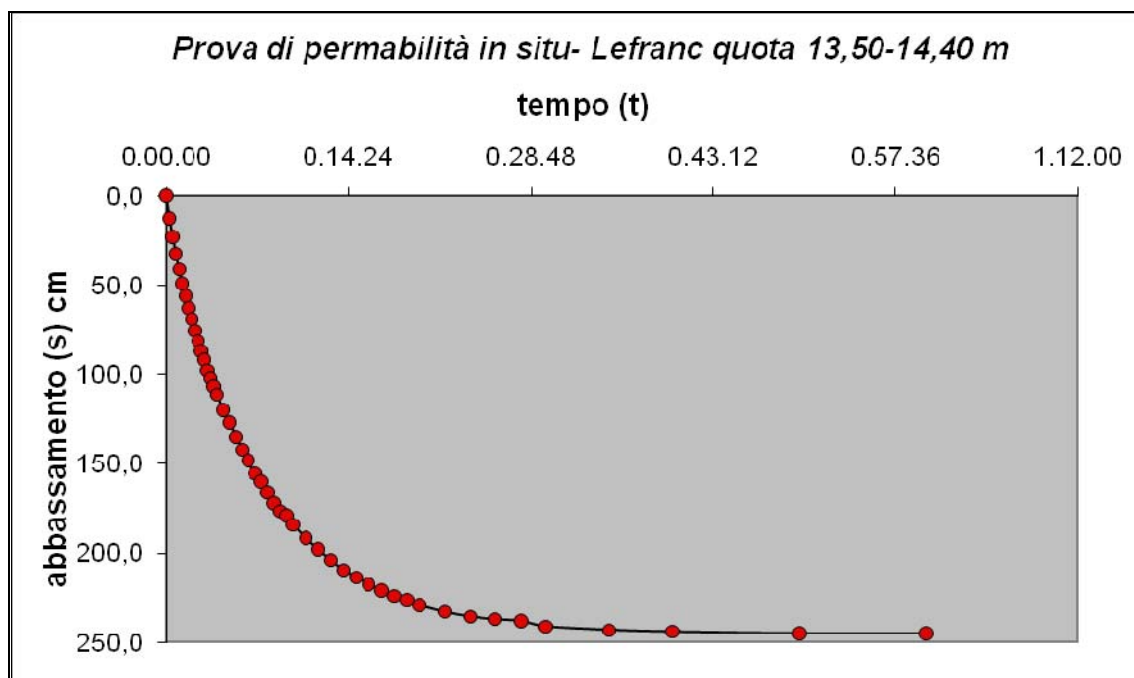
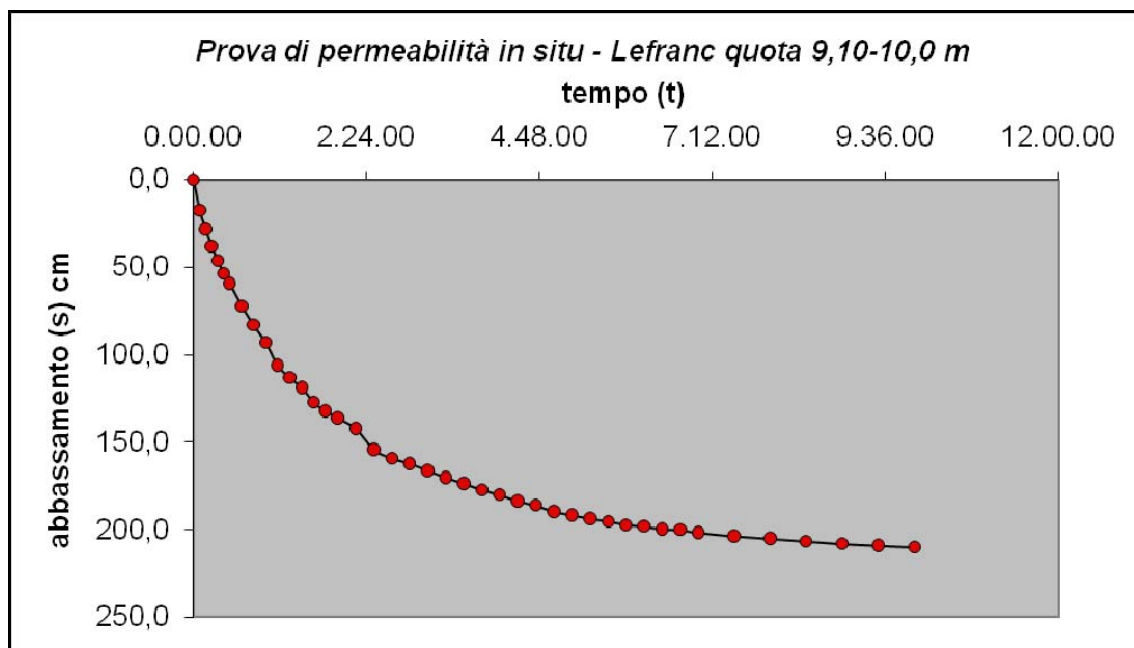
Per l'elaborazione dei dati ottenuti si è tenuto conto di un coefficiente di forma “F” che è stato ricavato da una configurazione a cilindro allungato, ovvero per un tratto di foro assimilabile teoricamente ad un ellissoide di rivoluzione, attraverso la relazione di “Mendel”.

In seguito alle misure effettuate durante la prova di abbassamento con il Metodo Lefranc, è stato possibile ricavare il coefficiente di permeabilità “K” in m/sec, come visibile negli elaborati allegati.

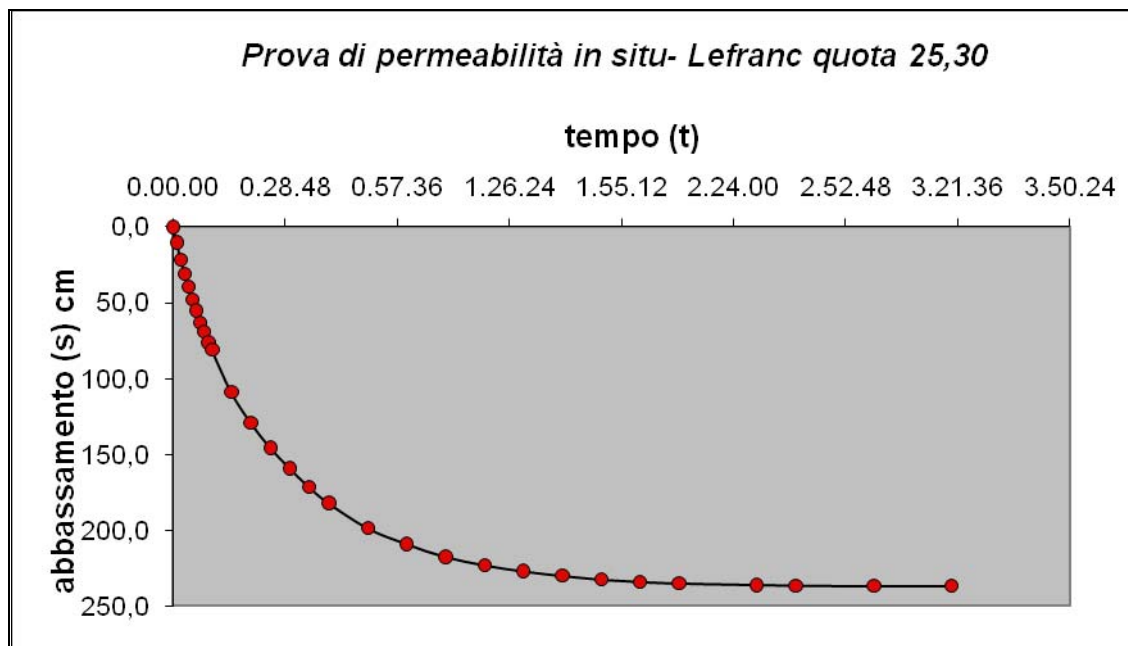
Le prove sono state eseguite nel corso del sondaggio SE03.



APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 9 di 22



APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE						
					(Mandataria) Sab (Mandante)						
											
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA											
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 10 di 22		



3.2 PROVE DI POMPAGGIO

La prova di pompaggio è stata eseguita in corrispondenza del sondaggio SE05 bis che si è ritenuto quello più significativo in quanto realizzato lungo una verticale che comprendeva tutti i litotipi del complesso calcarenitico-sabbioso.

Nello specifico è stato realizzato un sondaggio della profondità di mt. 15 che fungeva da pozzo di estrazione dell'acqua all'interno del quale è stata collocata una pompa alla profondità di 14 mt.

Sono stati successivamente realizzati n. 3 piezometri di controllo a distanza rispettivamente di 4 mt., 8,60 mt., 15,50 mt. dal pozzo.

Misurati i livelli piezometrici prima di iniziare la prova sia nel pozzo che nei piezometri si è iniziata la prova pompando 200 l/min. e n.4 persone a tempi prefissati misuravano le variazioni dei livelli piezometrici sia nel pozzo che nei piezometri sino al raggiungimento dell'equilibrio dinamico.

Essendosi raggiunto l'equilibrio dopo pochissimi minuti si è deciso di aumentare la portata sino a 350 l/min. e la prova è stata protratta per 1080 minuti (18 ore).

Tabella ed interpretazione della prova sono visibili in allegato.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 11 di 22	

Prova pompaggio (350 l/min)

Livello statico (mt. dal p.c.): 1,7
 Diametro pozzo (mm): 140
 Portata (l/s): 350 l/m
 Profondità di installazione (m): 9
 Coeff. Permeabilità (K) = $1 \div 3 \cdot 10^{-5}$ m/s

Profondità pozzo (mt. dal p.c.): 16
 Tipo/potenza pompa: 3cv

Distanza dal piezometro	Pz 1 (m)	Pz 2 (m)	Pz 3 (m)
	4	8.6	15.5

Tempo progressivo (minuti) // Ore (h)	POZZO	PZ1	PZ2	PZ3
0	1.7	1.74	1.66	1.64
+1'	2	1.80	1.69	1.64
+2'	2	1.86	1.77	1.64
+3'	2.05	1.86	1.77	1.65
+4'	2.05	1.87	1.79	1.67
+5'	2.05	1.87	1.79	1.70
+6'	2.05	1.87	1.79	1.70
+7'	2.05	1.88	1.79	1.70
+8'	2.05	1.88	1.79	1.70
+9'	2.05	1.88	1.79	1.70
+10'	2.05	1.88	1.79	1.70
+12'	2.05	1.88	1.79	1.70
+14'	2.05	1.88	1.79	1.70
+16'	2.05	1.88	1.79	1.70
+18'	2.05	1.88	1.79	1.70
+20'	2.05	1.88	1.79	1.72
+25'	2.05	1.88	1.79	1.72
+30'	2.05	1.88	1.79	1.72
+35'	2.05	1.88	1.79	1.72
+40'	2.05	1.88	1.79	1.72
+50'	2.05	1.88	1.79	1.72
+60' // 1	2.05	1.88	1.79	1.72
+70'	2.05	1.88	1.79	1.72
+80'	2.08	1.88	1.80	1.73
+90' // 1,5	2.08	1.88	1.80	1.73
+105'	2.08	1.88	1.80	1.73
+120' // 2	2.07	1.88	1.80	1.73
+135'	2.07	1.88	1.80	1.73
+150' // 2,5	2.07	1.88	1.80	1.73
+165'	2.07	1.88	1.80	1.73
+180' // 3	2.07	1.88	1.80	1.73
+210'	2.05	1.85	1.77	1.70
+240' // 4	2.02	1.85	1.76	1.69

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 12 di 22	

Tempo progressivo (minuti) // Ore (h)	POZZO	PZ1	PZ2	PZ3
+270'	2.00	1.83	1.75	1.68
+300' // 5	1.95	1.82	1.74	1.69
+360' // 6	1.93	1.81	1.73	1.69
+420' // 7	1.93	1.82	1.73	1.69
+480' // 8	1.93	1.82	1.73	1.69
+600' // 10	1.93	1.81	1.73	1.69
+720' // 12	1.95	1.81	1.73	1.69
+840' // 14	1.95	1.81	1.73	1.69
+960' // 16	1.95	1.81	1.73	1.69
+1080' // 18	1.96	1.81	1.73	1.69
+1200' // 20	1.95	1.83	1.77	1.67
+1320' // 22	1.91	1.84	1.79	1.69
+1440' // 24	1.95	1.83	1.77	1.67

Risalita

Tempo progressivo (minuti) // Ore (h)	POZZO	PZ1	PZ2	PZ3
0	1.95	1.83	1.77	1.67
+30"	1.77	1.81	1.77	1.67
+1'	1.72	1.80	1.77	1.67
+1'30"	1.71	1.79	1.76	1.67
+2'	1.71	1.79	1.76	1.67
+2'30"	1.71	1.79	1.74	1.67
+3'	1.71	1.79	1.74	1.67
+3'30"	1.70	1.79	1.74	1.67
+4'	1.70	1.78	1.74	1.67
+4'30"	1.70	1.78	1.72	1.67
+5'	1.70	1.78	1.72	1.67
+6'	1.70	1.78	1.72	1.67
+7'	1.70	1.77	1.72	1.67
+8'	1.70	1.75	1.72	1.67
+9'	1.70	1.75	1.72	1.67
+10'	1.70	1.75	1.72	1.67
+12'	1.70	1.75	1.72	1.67
+14'	1.70	1.75	1.72	1.67
+16'	1.70	1.75	1.72	1.65
+21'	1.69	1.75	1.67	1.65
+31'	1.69	1.75	1.67	1.65
+41'	1.70	1.75	1.66	1.64
+51'	1.69	1.75	1.67	1.64
+61'	1.69	1.75	1.67	1.65
+71'	1.69	1.75	1.67	1.66
+71'	1.69	1.75	1.67	1.65

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 13 di 22	

3.3 PROVE DI PERMEABILITÀ IN LABORATORIO

La prova di permeabilità in cella edometrica è stata eseguita su provini aventi altezza pari a 2 cm e diametro di 5 cm.

La prova è stata eseguita dopo aver consolidato il provino secondo il carico litotastico a cui era sottoposto. La prova è stata eseguita a carico variabile, tramite l'uso di una buretta graduata riempita con acqua distillata in modo tale da raggiungere un carico idraulico iniziale di circa 50 cm. Successivamente si è proceduto con una serie di misure fino a quando le letture raggiungevano valori costanti. Le misure del K sono state effettuate nell'arco delle 24 h a tempi crescenti.

La normativa di riferimento é la ASTM D 2435-80, D 4186-82, D 4546-85.

La prova di permeabilità a carico costante è stata eseguita previa saturazione del provino. Il carico idraulico costante è stato posto pari a 2.7 metri. La prova è stata condotta impiegando un cilindro graduato ad alta precisione che ci ha permesso di misurare il volume di acqua che permeava lungo il campione nell'unità di tempo. Sono state prese una serie di misure fino a quando le letture raggiungevano valori costanti.

La normativa di riferimento é la AASHTO T 215-70, ASTM D 2434-68, BS1377: Part5:1990.

Tipo litologico	Campione	Coeff. di permeabilità (K)
Depositi alluvionali		
Sabbie limose	SE04C1	1,03*10 ⁻⁴
Limi	SE04C3	3,36*10 ⁻⁸
	SE04C4	2,21*10 ⁻⁸
	SE04C5	1,55*10 ⁻⁸
Complesso calcarenitico-sabbioso		
Calcarenite tenera	SE07C1	1,754*10 ⁻⁶
Sabbie fini	SE06C1	1,969*10 ⁻⁶
	SE06C2	1,931*10 ⁻⁶
	SE06C3	2,84*10 ⁻⁶
	SE12C1	1,23*10 ⁻⁶
Depositi pliocenici		
Limi sabbiosi	SE06C4	1,044*10 ⁻⁵
	SE12C2	2,313*10 ⁻⁶
Flysch Numidico		
Argille	SE09C1	4,09*10 ⁻⁵
	SE09C2	1,497*10 ⁻⁶
	SE09C3	1,018*10 ⁻⁶
	SE09C4	4,464*10 ⁻⁷
	SE11bisC1	7,49*10 ⁻⁷

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 14 di 22	

4. CONSIDERAZIONI SULLE ATTIVITA' ANTROPICHE CHE CARATTERIZZANO IL SITO

Il sito interessato dal progetto è inserito nel tessuto urbano di una grande città come Palermo e, quindi, di per sé condizionato nel suo complesso da tutta una serie di attività antropiche fortemente inquinanti (traffico urbano, attività artigianali e commerciali, impianti di distribuzione di sostanze inquinanti quali per esempio idrocarburi, fognature più o meno fatiscenti, ect.).

Ciò comporta inevitabilmente che il terreno e la falda interessati dagli scavi sono fortemente a rischio per la presenza di importanti fonti di probabili fenomeni di inquinamento che impone certamente la ricerca dei valori di concentrazione su tutti gli analiti previsti dalla tabella 1 dell'Al-legato 5 del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

A queste condizioni, che sono classiche di qualunque sito inserito in ambiente urbano, si deve aggiungere che un lungo tratto del tracciato ferroviario si snoda all'interno dell'area portuale, che di per sé impone già al territorio una serie di attività ad alto rischio di inquinamento, nelle vicinanze di uno dei più importanti Cantieri Navali Italiani, nonché di una importante fonderia oggi dismessa ma in piena attività sino ai primi anni del secolo scorso.

Ulteriore importante elemento da evidenziare è che tutta la zona costiera palermitana, area portuale compresa, è stata oggetto di una vasta azione deturpante in relazione al fatto che vi si sono scaricati, negli anni '50, tutti gli sfabbricidi legati ai bombardamenti della seconda guerra mondiale che, come è noto, hanno devastato tutto il centro storico e le attività industriali di Palermo.

Buona parte del materiale di risulta che è stato utilizzato per la realizzazione delle banchine del porto ha questa origine.

Da quanto detto sopra si evince che certamente il sottosuolo interessato dai lavori, soprattutto all'interno dell'area portuale, è caratterizzato da alti rischi di rinvenimento di elevate quantità di inquinanti, con particolare riferimento al terreno di riporto nel tratto parallelo alla Via Crispi.

Si è, quindi, definito un programma di sondaggi ambientali e di prelievo ed analisi dei campioni, come di seguito descritto, che tenesse conto delle particolari condizioni di pressione antropica a cui è sottoposto il sito interessato dai lavori.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 15 di 22	

5. CAMPIONAMENTO DEI TERRENI E CARATTERIZZAZIONE CHIMICO-FISICA AI SENSI DEL D.LGS. 152/06 E S.M.I.

Come facilmente desumibile dalla lettura della tabella seguente, sono stati programmati i prelievi di n. 4 campioni di ballast, n. 37 campioni di terra e n. 5 campioni di acque a varie profondità.

In particolare:

- ⇒ su n. 15 campioni sono state ricercate solo le concentrazioni degli Idrocarburi, IPA, Composti aromatici e composti inor-ganici (Analisi tipo A) mentre sugli altri 22 campioni si è ritenuto utile, per quanto detto nel capitolo precedente, eseguire le analisi su tutti gli analiti previsti dal succitato D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (Analisi tipo B) allo scopo di caratterizzare l'intero spessore del terreno da sbancare;
- ⇒ sui 5 campioni di acqua, prelevati dai piezometri installati durante l'esecuzione dei sondaggi ambientali, state eseguite analisi per la ricerca dei valori di tutti gli analiti previsti dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (Analisi tipo C);
- ⇒ su 3 campioni di "Ballast" sono state ricercate le concentrazioni degli Idrocarburi, Amianto totale e composti inorga-nici (Analisi tipo D) essendo costituiti da ghiaia calcarea mentre su n. 1 campione di sottofondo limoso sono stati ricercati tutti gli analiti previsti dal succitato D.Lgs. 152/06 e s.m.i. (Analisi tipo B).

Tabella a – Analisi effettuate sui campioni di terra

Sondaggio	n. Campioni	Profondità prelievo (m)	Analisi Fisico-chimiche-microbiologiche
SA1	2	2	ANALISI A
		5	ANALISI B
SE02	3	10	ANALISI A
		16	ANALISI B
		22	ANALISI A
SA2	2	2	ANALISI B
		4	ANALISI A
SA13	3	0.8	ANALISI B
		2	ANALISI B
		5.8	ANALISI B
SA3	2	3	ANALISI B
		5	ANALISI A
SA14	3	1	ANALISI B
		2.5	ANALISI B
		10	ANALISI B
SE05	2	11	ANALISI A
		17	ANALISI B

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 16 di 22

Sondaggio	n. Campioni	Profondità prelievo (m)	Analisi Fisico-chimiche-microbiologiche
SA15	4	1.5	ANALISI B
		2.2	ANALISI B
		3.7	ANALISI B
		8	ANALISI B
SE05_BIS	2	4	ANALISI A
		7	ANALISI B
SE06	2	1	ANALISI B
		6	ANALISI A
SE07	2	11	ANALISI A
		17	ANALISI B
SA6	3	1.5	ANALISI B
		4	ANALISI A
		8	ANALISI A
SE09	2	8	ANALISI B
		14	ANALISI A
SA7	2	2	ANALISI B
		7	ANALISI A
SE12	3	10	ANALISI A
		15	ANALISI A
		20	ANALISI B

Tabella b – Analisi effettuate sui campioni di acqua

Sondaggio	n. Campioni	Profondità prelievo (m)	Analisi Fisico-chimiche-microbiologiche
SA2	1	//////	ANALISI C
SA3	1	//////	ANALISI C
SE05bis	1	//////	ANALISI C
SE07	1	//////	ANALISI C
SE11_bis	1	//////	ANALISI C

Tabella C – Analisi effettuate sui campioni di Ballast

PUNTO PRELIEVO	n. Campioni	Profondità prelievo (m)	Analisi Fisico-chimiche-microbiologiche
P1	B1	0.2	ANALISI D
P2	B4	0.6	ANALISI B
	B2	0.2	ANALISI D
P3	B3	0.2	ANALISI D

Tutti i campioni sono stati identificati attraverso etichette contenenti le seguenti informazioni:

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 17 di 22	

- ✓ Nome del sito;
- ✓ Ubicazione (località, città, provincia);
- ✓ Sigla identificativa del punto di campionamento;
- ✓ Coordinate geografiche;
- ✓ Quota di prelievo;
- ✓ Data e ora di prelievo;
- ✓ Parametri da determinare.

Ogni campione prelevato è stato suddiviso in due aliquote, una per le analisi condotte ed una è stata tenuta a disposizione per eventuali controanalisi di controllo.

I campioni di terreno, inviati al laboratorio "Chelab s.r.l." per le previste analisi chimiche, sono stati confezionati scartando, in campo, il materiale grossolano di diametro superiore a 2 cm.

I campioni, contenuti in appositi contenitori di vetro, sono stati mantenuti al riparo dalla luce ed alle temperature previste dalla normativa mediante l'uso di un contenitore frigo portatile.

I campioni sono stati consegnati al laboratorio d'analisi dopo essere stati trattati secondo quanto descritto dalla normativa vigente.

Nella tabella riepilogativa allegata sono indicati, per ciascun campione analizzato, i parametri che sono risultati conformi all'art. 186 del D.lgs 152/06 e s.m.i. – All. 5 Parte IV - colonna A tab. 1 e quelli che sono risultati conformi e non conformi all'art. 186 del D.lgs 152/06 e s.m.i. – All. 5 Parte IV - Colonna B tab. 1.

Successivamente su questi campioni sono stati eseguiti i test di cessione ai sensi del *D.M. 3/8/2005 – Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica* per verificare l'accettabilità in discarica per rifiuti inerti (tab. 2 art. 5), per rifiuti non pericolosi (tab. 5 art. 6) e per rifiuti pericolosi (tab. 6 art. 8).

Dai risultati delle prove eseguite in laboratorio si evince che i campioni del terreno di riporto indicati nella tabella seguente sono risultati in 4 casi assimilabili a rifiuti non pericolosi ed in tre casi, sia pure in relazione ad uno o al massimo due analiti, sono stati rinvenuti valori inferiori a quelli di accettabilità in discariche di rifiuti pericolosi:

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE				
					(Mandataria) Sab (Mandante)  				
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA									
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 18 di 22

Sigla campione	Quota prelievo	Tipo litologico	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi (tab. 5 art. 6 del D.M. 03/08/2005)	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 art. 8 del D.M. 03/08/2005)
SA13_C2	2	Terreno di riporto	X	
SA14_C2	2.5	Terreno di riporto	X	
SE05_C1	11	Sabbie fini	X	
SA15_C3	3.7	Terreno di riporto	X	
SE05bis_C1	4	Terreno di riporto		X
SE06_C1	1	Terreno di riporto		X
SA6_C1	1.5	Terreno di riporto		X

Dall'analisi dei risultati dell'acqua costituente la falda freatica lungo il tratto interessato dagli scavi, si evince che tutti i campioni analizzati sono risultati non conformi al D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.2 All. 5 parte quarta, per gli analiti indicati nella tabella seguente.

Nome sito	Sigla campione	Conforme al D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna A tab.2 All. 5 parte quarta	Non conforme al D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.2 All. 5 parte quarta
G.A. Crispi	SA2		Cloroformio - Tetracloroetilene - Bromodichlorometano
	SA3		Solfati - Nitriti - Boro - Ferro - Piombo
G.A. Crispi/A mari	SE05bis		Cloroformio - Tetracloroetilene
	SE07		Cloroformio - Tetracloroetilene
Stazione Politeama	SE11bis		Nitriti - Piombo - Cloroformio - Dibromodichlorometano - Bromodichlorometano

Per quanto riguarda il "Ballast", dopo avere analizzato i risultati delle analisi sopra indicate e dei test di cessione sono state effettuate ulteriori analisi di caratterizzazione come "rifiuto". Dai certificati allegati si evince che tutti i campioni analizzati sono risultati "Rifiuti speciali non pericolosi".

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 19 di 22	

Sigla campione	Quota prelievo	Tipo litologico	Rifiuto inerte	Rifiuto speciale non pericoloso	Rifiuto pericoloso
B1	0.2	Ghiaia calcarea		X	
B2	0.2	Ghiaia calcarea		X	
B3	0.2	Ghiaia calcarea		X	
B4	0.6	Limi		X	

Per una più facile lettura dei risultati finali si allega alla presente relazione una Tabella riepilogativa delle analisi sui terreni, sulle acque e sui ballast, in cui sono riportati ed interpretati tutti i risultati ottenuti.

Inoltre, interpolando i dati delle caratterizzazioni ambientali, che come noto sono puntuali, sono stati redatti dei disegni che riportano la tipologia di materiale di scavo (palnometrie e sezioni). Nei disegni allegati, il colore verde indica materiale inerte che può essere recuperato/riutilizzato, il colore giallo indica materiale ammesso in discarica per rifiuti non pericolosi e infine il colore rosso indica materiale che può essere ammesso in discarica per rifiuti pericolosi.

Dalle informazioni su questi disegni è stato redatto il computo metrico delle opere a misura.

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 20 di 22	

6. CONCLUSIONI

In relazione a quanto detto nei capitoli precedenti si evince che:

- il sito interessato dal progetto è inserito nel tessuto urbano di una grande città come Palermo e, quindi, di per sé condizionato nel suo complesso da tutta una serie di attività antropiche fortemente inquinanti (traffico urbano, attività artigianali e commerciali, impianti di distribuzione di sostanze inquinanti quali per esempio idrocarburi, fognature più o meno fatiscenti, ect.);
- un lungo tratto del tracciato ferroviario si snoda all'interno dell'area portuale, che di per sé impone al territorio una serie di attività ad alto rischio di inquinamento, nelle vicinanze di uno dei più importanti Cantieri Navali Italiani, nonché di una importante fonderia oggi dismessa ma in piena attività sino ai primi anni del secolo scorso;
- ulteriore importante elemento da evidenziare è che tutta la zona costiera palermitana, area portuale compresa, è stata oggetto di una vasta azione deturpante in relazione al fatto che vi si sono scaricati, negli anni '50, tutti gli sfabbricidi legati ai bombardamenti della seconda guerra mondiale che, come è noto, hanno devastato tutto il centro storico e le attività industriali di Palermo;
- dai risultati delle prove di permeabilità eseguite si possono sintetizzare i seguenti valori:
 - ❖ Complesso calcarenitico-sabbioso: a) porzione prevalen-temente calcarenitica (zona Stazione Libertà): permea-bilità $1 \cdot 10^{-4}$ m/sec, b) porzione "di transizione" (Zona Porto-Politeama): permeabilità $1 \cdot 10^{-5}$ m/sec;
 - ❖ Complesso alluvionale: permeabilità $1 \cdot 10^{-6}$ m/sec;
 - ❖ Complesso flyschoid: permeabilità $1 \cdot 10^{-7}$ m/sec;
- il terreno di riporto dell'area portuale, anche in relazione alla sua provenienza storica (*sfabbricidi derivanti dalla distruzione durante i bombardamenti del centro storico e degli impianti produttivi*) è escluso dall'applicazione dell'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. per la presenza di sostanze inquinanti che superano le soglie di concentrazioni indicate nella *colonna A e talvolta della colonna B, tabella 1, allegato 5, parte IV* e sulla base dei test di cessione è stato classificato come **rifiuto ammissibile in discariche per rifiuti non pericolosi** (*limiti delle concentrazioni di eluato inferiori ai limiti della tabella 5, art. 6 del D.M. 03/08/2005*). Non esistono nella Provincia di Palermo centri di recupero di rifiuti non pericolosi ex D.M. n. 186 05//04/2006;
- in alcuni tratti del tracciato alcune porzioni di terreno sono caratterizzati da valori di alcuni analiti (soprattutto piombo, rame, zinco, stagno, idrocarburi $C > 12$) che superano le soglie di concentrazioni indicate nella *colonna B, tabella 1, allegato 5, parte IV* e, sulla base dei test di cessione effettuati, è classificato come **rifiuto ammissibile in discariche per rifiuti pericolosi** (*limiti delle concentrazioni di eluato inferiori ai limiti della tabella 6, art. 8 del D.M. 03/08/2005*);
- il terreno che costituisce il substrato calcarenitico-sabbioso e flyschoid rientra nel campo di applicazione dell'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. e può essere riutilizzato nell'ambito del progetto, oppure potrà essere recuperato presso impianti di recupero o conferito in discarica per rifiuti inerti;

APPALTATORE					ATI DI PROGETTAZIONE					
					(Mandataria) Sab (Mandante)  					
CHIUSURA DELL'ANELLO FERROVIARIO IN SOTTERRANEO NEL TRATTO DI LINEA TRA LE STAZIONI DI PALERMO NOTARBARTOLO E GIACHERY E PROSEGUIMENTO FINO A POLITEAMA										
Relazione sulle indagini ambientali	COMMESSA RS72	LOTTO 01	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC. RG	OGGETTO DOC. IM 00 03	PROG. DOC. 001	REV C	Pag. 21 di 22	

- l'acqua di falda è risultata non conforme al D. Lgs 152/06 e s.m.i – colonna B, tabella 2, All. 5, parte IV - pertanto dovrà essere trattata con apposito impianto per l'abbattimento delle sostanze inquinanti che ne permette lo scarico in superficie o nella pubblica fognatura (nel caso specifico a mare previa autorizzazione allo scarico rilasciato dalle Autorità competenti);
- il ballast ferroviario presente nell'esistente galleria Ranchibile è stato classificato come **rifiuto ammissibile in discariche per rifiuti non pericolosi**;

Si precisa che l'applicazione del D.M. 27 settembre 2010, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 1 dicembre 2010, n. 281 e che definisce i nuovi criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in applicazione di quanto stabilito dal D. Lgs. 36/2003 e che abroga il precedente D.M. 3 agosto 2005, non comporta modifiche alle classificazioni dei materiali sopra indicati ma comporta sostanziali modifiche alle modalità di esecuzione ed al numero delle analisi fisico-chimiche di laboratorio.

Si evidenzia infine, che la gestione, il recupero e lo smaltimento dei materiali di risulta così come classificati a seguito delle indagini ambientali, ha comportato una corposa variante al Progetto Definitivo in cui erano contemplati solo materiali inerti non contaminati. Si rimanda alla relativa documentazione inserita nel Progetto Esecutivo per i dettagli sulla perizia di variante.

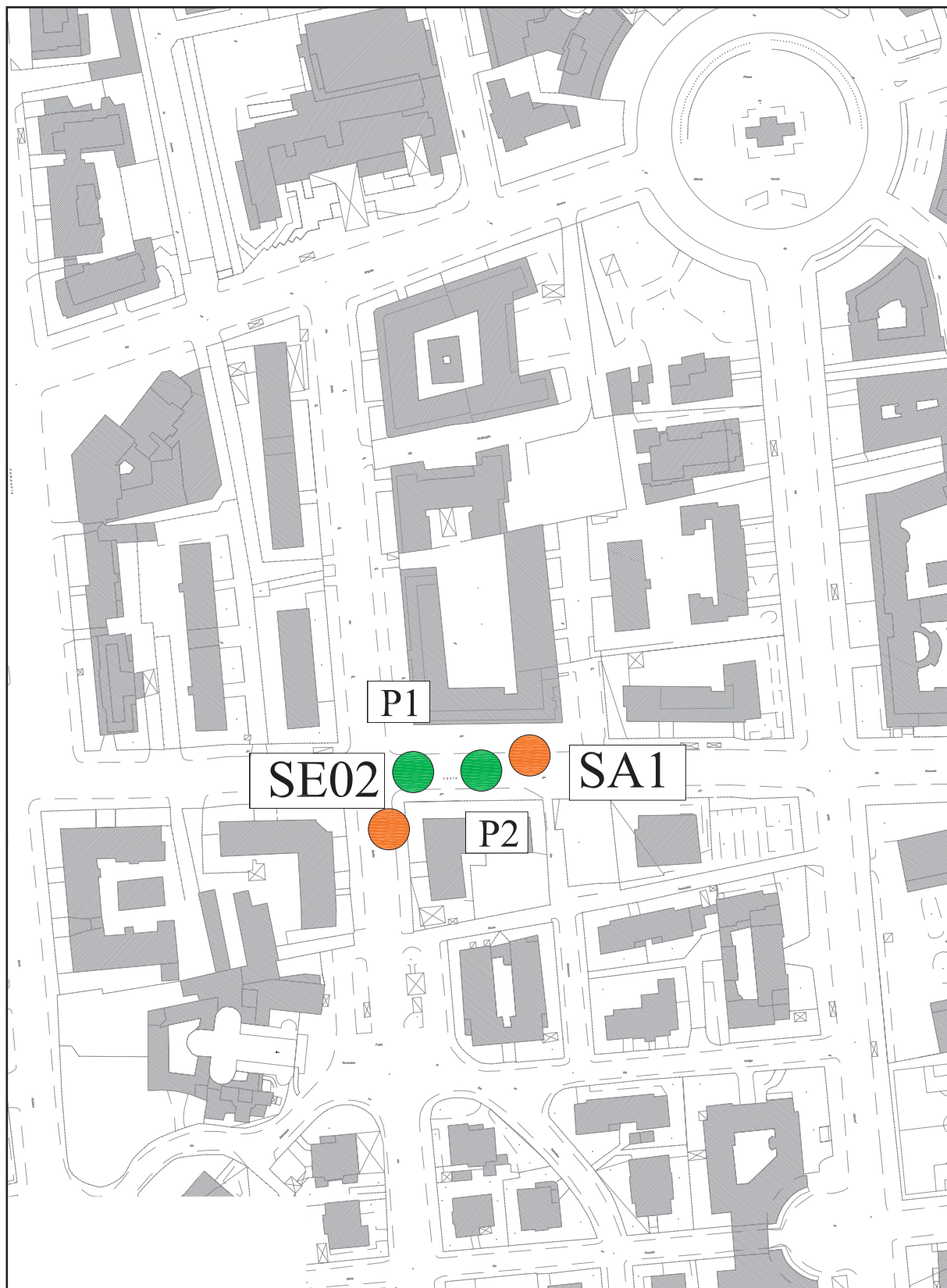
TABELLA RIEPILOGATIVA ANALISI SUI TERRENI									
Nome sito	Sigla campione	Quota prelievo (profondità in mt. dal p.c.)	Tipo litologico	Conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna A tab.1 All. 5 parte quarta	Conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.1 All. 5 parte quarta	Non conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.1 All. 5 parte quarta	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti inetri (tab. 2 art. 5 del D.M. 03/08/2005)	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi (tab. 5 art. 6 del D.M. 03/08/2005)	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 art. 8 del D.M. 03/08/2005)
G.A. Crispi	SA2_C1	2	Calcarenite tenera	X			X		
	SA2_C2	4	Calcarenite tenera	X			X		
	SA13_C1	0,8	Terreno di riporto		Stagno - Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene -Benzo (b) Fluorantene - Benzo (k) Fluorantene -Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenzo (a,e) Pirene - Dibenzo (a,i) Pirene - Dibenzo (a,l) Pirene - Dibenzo (a,h) Pirene - Dibenzo (a,h) Pirene - Dibenzo (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - IPA Totali - Idrocarburi > C12		X		
	SA13_C2	2	Terreno di riporto		Idrocarburi < C12	Idrocarburi > C12		X	
	SA13_C3	5,8	Sabbie fini limose		Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene - Benzo (b) Fluorantene - Benzo (k) Fluorantene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenzo (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Pirene - IPA Totali		X		
	SA3_C1	3	Terreno di riporto		Stagno		X		
	SA3_C2	5	Depositi alluvionali recenti		Stagno		X		
	SA14_C1	1	Terreno di riporto		Piombo - Stagno - Arsenico - Zinco - Benzene - Rame - Benzo (a) Pirene - Benzo (g,h,i) Perilene - Idrocarburi > C12		X		
	SA14_C2	2,5	Terreno di riporto		Stagno - Benzo (a) Pirene - Metilfenolo (o-,m-,p-) - Idrocarburi > C12			X	
	SA14_C3	10	Sabbie fini limose	X			X		
Fermata Porto	SE05_C1	11	Sabbie fini		Stagno			X	
	SE05_C2	17	Sabbie fini limose	X			X		
	SA15_C1	1,5	Terreno di riporto		Piombo - Rame - Stagno - Benzo (a) Pirene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenzo (a,l) Pirene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Idrocarburi > C12		X		
	SA15_C2	2,2	Terreno di riporto		Piombo - Stagno - Benzo (a) Pirene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenzo (a,l) Pirene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Idrocarburi > C12		X		
	SA15_C3	3,7	Terreno di riporto		Stagno - Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene - Benzo (b) Fluorantene - Benzo (k) Fluorantene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenzo (a,e) Pirene - Dibenzo (a,l) Pirene - Dibenzo (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Pirene - IPA Totali - Idrocarburi < C12	Idrocarburi > C12		X	
	SA15_C4	8	Sabbie fini limose	X			X		
G.A. Crispi/Amari	SE05bis_C1	4	Terreno di riporto		Cadmio - Piombo - Stagno - Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene - Benzo (b) Fluorantene - Benzo (k) Fluorantene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenzo (a,e) Pirene - Dibenzo (a,i) Pirene - Dibenzo (a,l) Pirene - Dibenzo (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - IPa Totali - Idrocarburi > C12	Rame - Zinco			X
	SE05bis_C2	7	Sabbie fini limose	X			X		
	SE06_C1	1	Terreno di riporto		Stagno - Zinco - Benzo (a) Antracene - Benzo (a) Pirene - Benzo (b) Fluorantene - Benzo (g,h,i) Perilene - Dibenzo (a,e) Pirene - Dibenzo (a,l) Pirene - Dibenzo (a,h) Antracene - Indeno (1,2,3-cd) Pirene - Idrocarburi > C12	Piombo			X
	SE06_C2	6	Calcarenite con sabbie	X			X		
	SE07_C1	11	Calcarenite con sabbie		Stagno		X		
	SE07_C2	17	Argille (F.N.alt)	X			X		
	SA6_C1	1,5	Terreno di riporto		Stagno	Piombo			X
	SA6_C2	4	Calcarenite tenera	X			X		
	SA6_C3	8	Sabbia grossolana	X			X		
	SE09_C1	8	Argille inalterate (F.N.)		Idrocarburi > C12		X		
	SE09_C2	14	Argille inalterate (F.N.)		Idrocarburi > C12		X		

TABELLA RIEPILOGATIVA ANALISI SUI TERRENI									
Nome sito	Sigla campione	Quota prelievo (profondità in mt. dal p.c.)	Tipo litologico	Conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna A tab.1 All. 5 parte quarta	Conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.1 All. 5 parte quarta	Non conforme all'art. 186 del D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.1 All. 5 parte quarta	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti inetri (tab. 2 art. 5 del D.M. 03/08/2005)	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi (tab. 5 art. 6 del D.M. 03/08/2005)	Inferiore al limite di concentrazione nell'eluato per accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 art. 8 del D.M. 03/08/2005)
Stazione Libertà	SA1_C1	2	Calcarenite tenera	X			X		
	SA1_C2	5	Calcarenite tenera	X			X		
	SE02_C1	10	Calcarenite tenera	X			X		
	SE02_C2	16	Calcarenite tenera	X			X		
	SE02_C3	22	Calcarenite tenera	X			X		
Stazione Politeama	SA7_C1	2	Terreno di riporto	X			X		
	SA7_C2	7	Argille (F.N.alt)		Idrocarburi > C12		X		
	SE12_C1	10	Calcarenite con sabbie	X			X		
	SE12_C2	15	Sabbie fini	X			X		
	SE12_C3	20	Limi sabbiosi		Idrocarburi > C12		X		

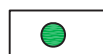
TABELLA RIEPILOGATIVA ANALISI "BALLAST"						
Nome sito	Sigla campione	Quota prelievo (profondità in mt. dal p.c.)	Tipo litologico	Rifiuto inerte	Rifiuto speciale non pericoloso	Rifiuto pericoloso
Stazione Libertà	B1	0,2	Ghiaia calcarea		X	
	B4	0,6	Limi		X	
	B2	0,2	Ghiaia calcarea		X	
Trincea "Ucciardone"	B3	0,2	Ghiaia calcarea		X	

TABELLA RIEPILOGATIVA ANALISI ACQUA									
Nome sito	Sigla campione				Conforme al D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna A tab.2 All. 5 parte quarta	Non conforme al D.Lgs 152/06 e s.m.i Colonna B tab.2 All. 5 parte quarta			
G.A. Crispi	SA2					Cloroformio - Tetracloroetilene - Bromodiclorometano			
	SA3					Solfati - Nitriti - Boro - Ferro - Piombo			
G.A. Crispi/Amari	SE05bis					Cloroformio - Tetracloroetilene			
	SE07					Cloroformio - Tetracloroetilene			
Stazione Politeama	SE11bis					Nitriti - Piombo - Cloroformio - Dibromoclorometano - Bromodiclorometano			

Planimetria con l'ubicazione dei sondaggi ambientali Stazione Libertà

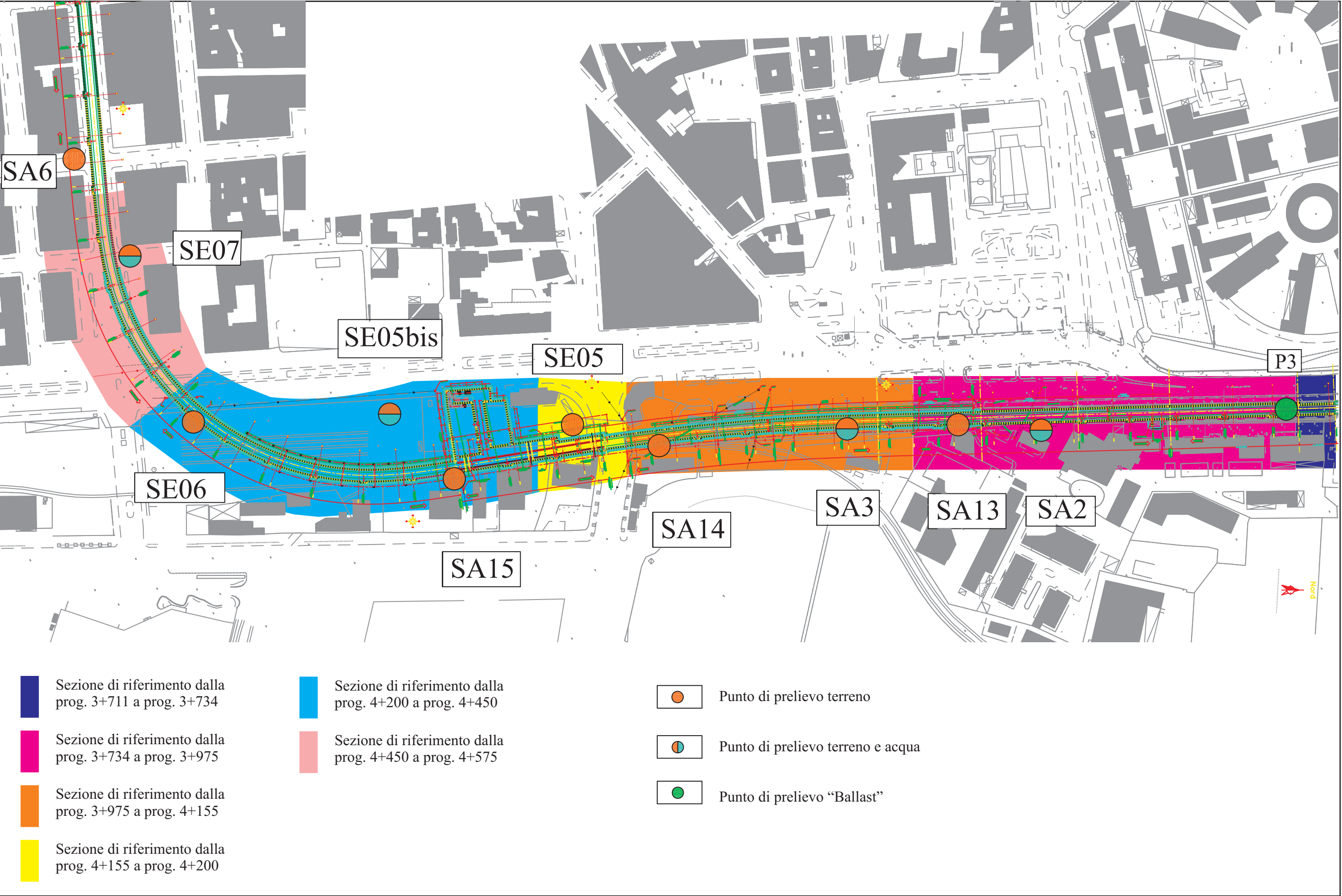


Punto di prelievo terreno

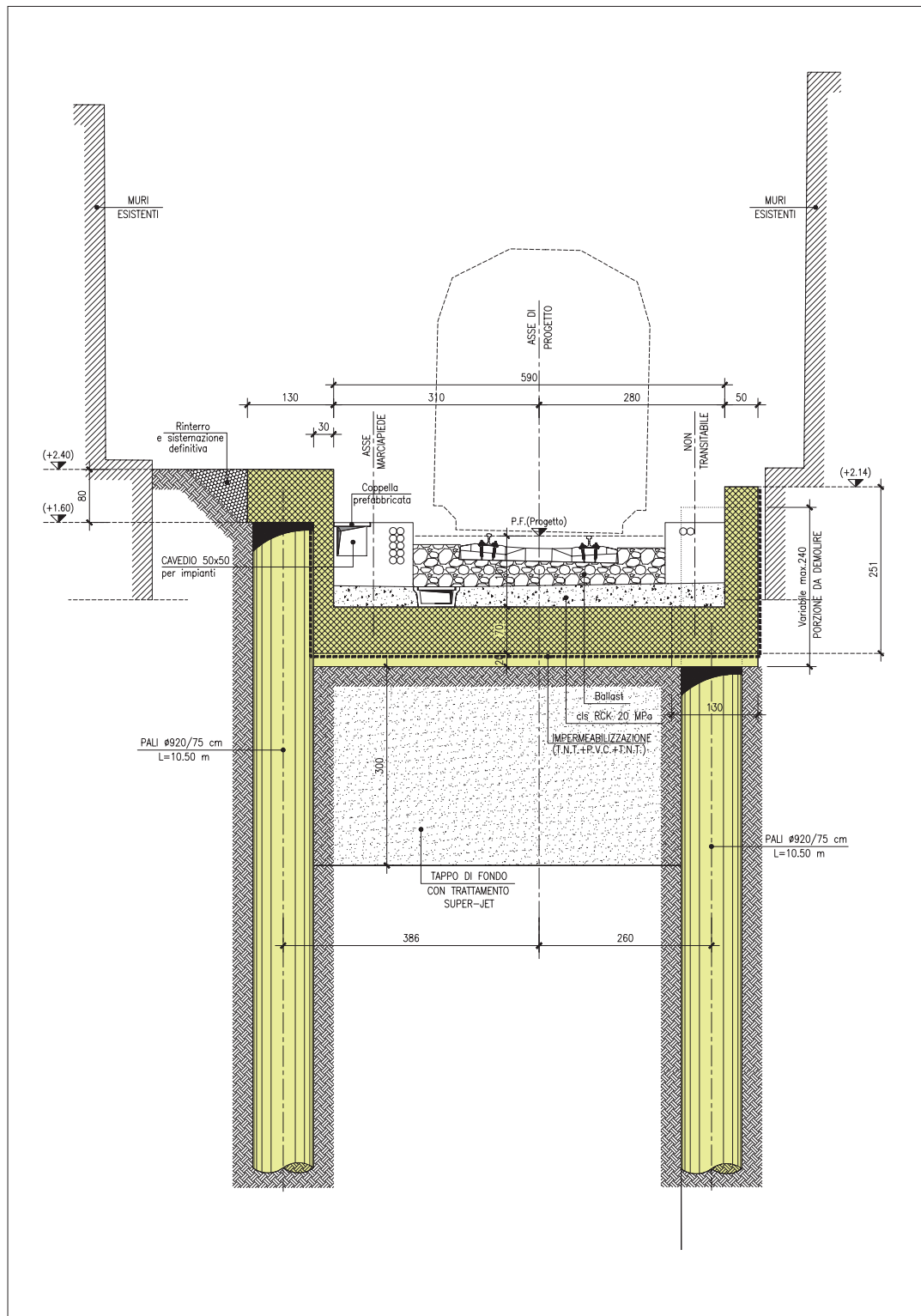


Punto di prelievo "Ballast"

Planimetria con l'ubicazione dei sondaggi ambientali ed individuazione dei tratti di tracciato di riferimento delle varie sezioni di scavo (Tav. 1/2)

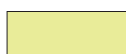
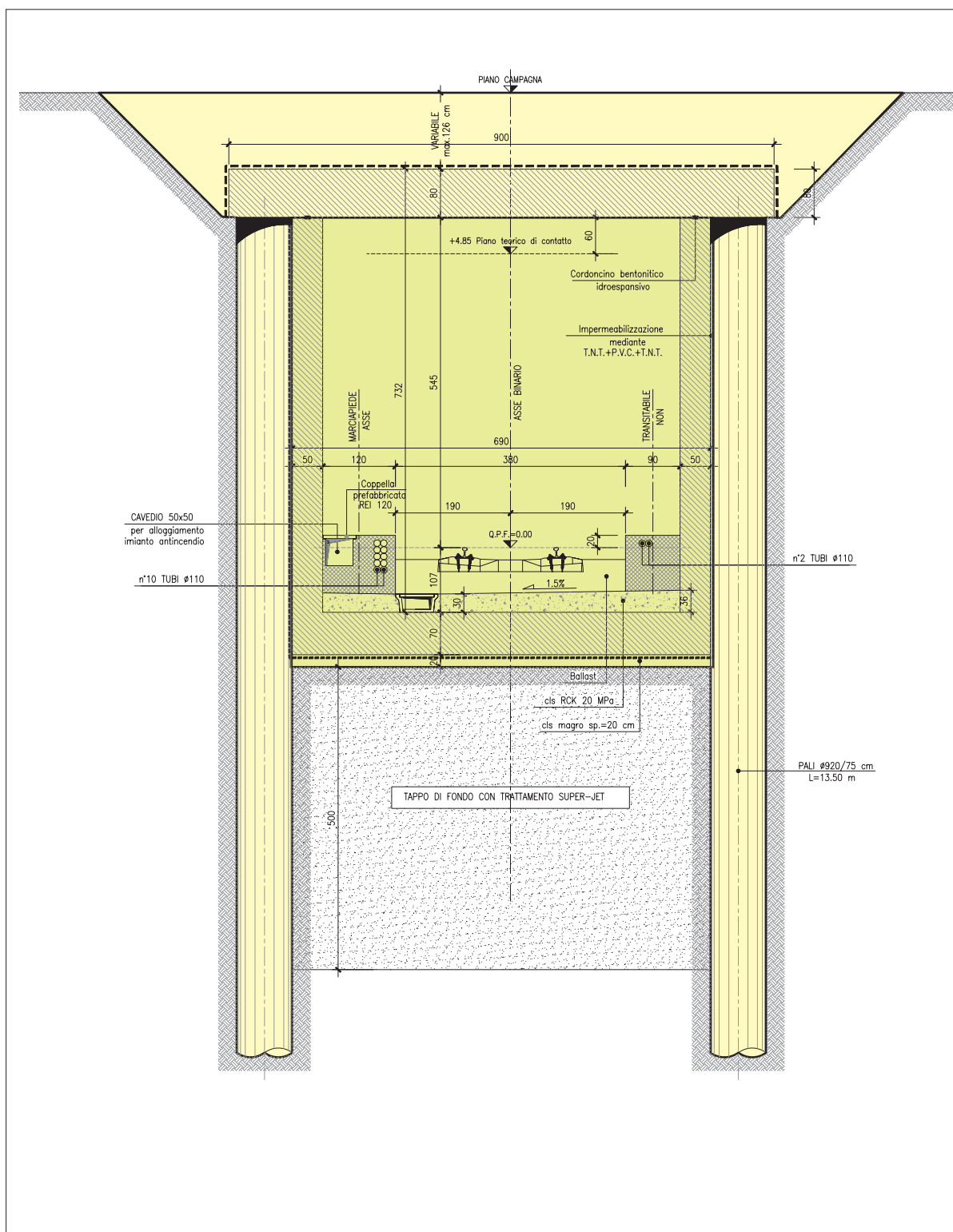


Sezione di riferimento dalla prog. 3+711 a prog. 3+734

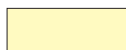


Terreno riutilizzabile ai sensi dell'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. o conferibile in discarica di rifiuti per inerti con scarse probabilità di rinvenire localizzate aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti non pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera

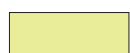
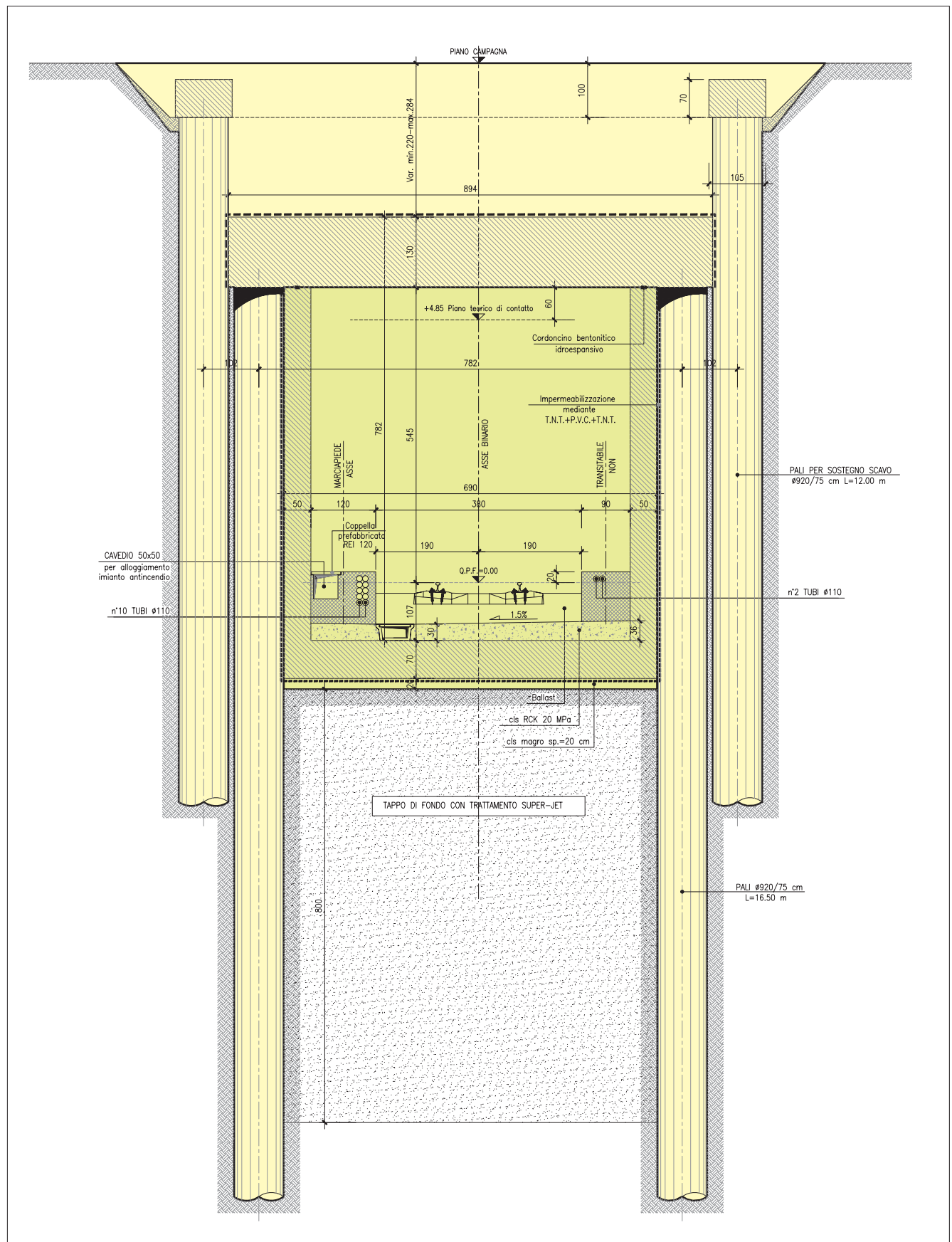
Sezione di riferimento dalla prog. 3+734 a prog. 3+975



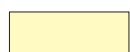
Terreno riutilizzabile ai sensi dell'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. o conferibile in discarica di rifiuti per inerti con scarse probabilità di rinvenire localizzate aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti non pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera



Terreno non conforme all'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. conferibile in discarica di rifiuti non pericolosi all'interno del quale è scarsa la probabilità di rinvenire aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera



Terreno riutilizzabile ai sensi dell'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. o conferibile in discarica di rifiuti per inerti con scarse probabilità di rinvenire localizzate aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti non pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera



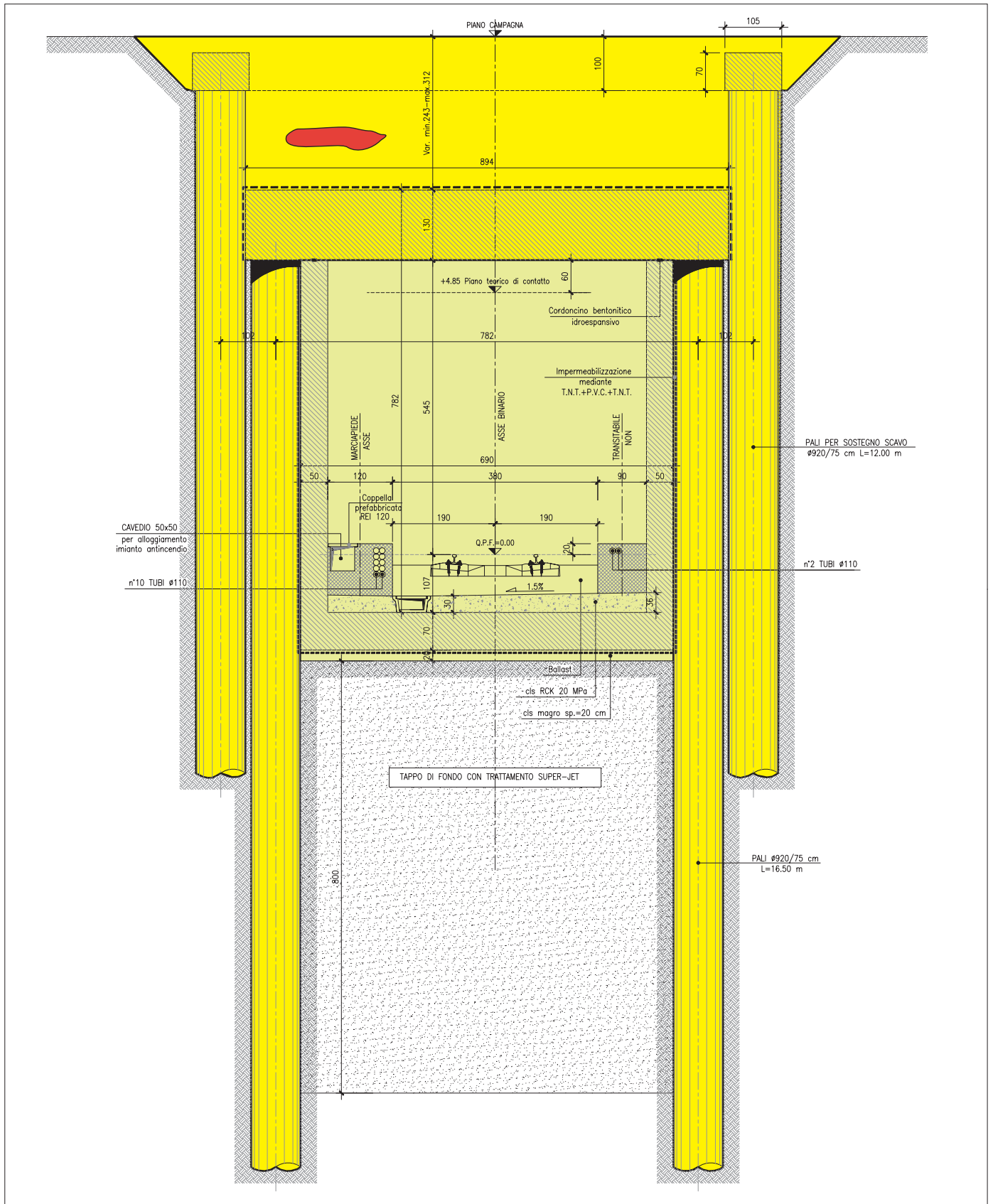
Terreno non conforme all'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. conferibile in discarica di rifiuti non pericolosi all'interno del quale è scarsa la probabilità di rinvenire aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera

Sezione di riferimento dalla prog. 4+155 a prog. 4+200



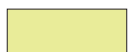
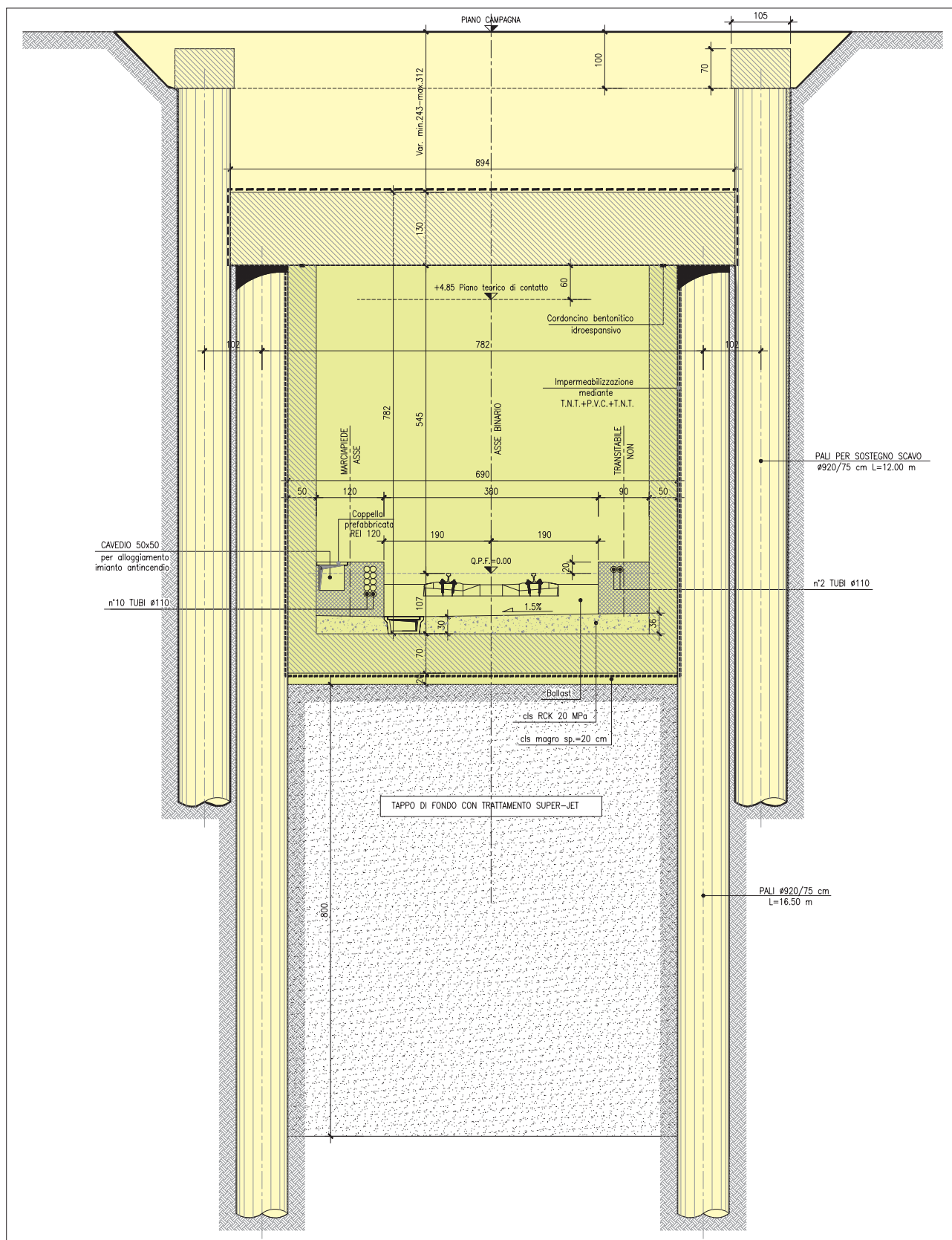
Terreno non conforme all'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. conferibile in discarica di rifiuti non pericolosi all'interno del quale è scarsa la probabilità di rinvenire aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera

Sezione di riferimento dalla prog. 4+200 a prog. 4+450

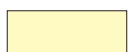


- Terreno riutilizzabile ai sensi dell'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. o conferibile in discarica di rifiuti per inerti con scarse probabilità di rinvenire localizzate aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti non pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera
- Terreno non conforme all'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. conferibile in discarica di rifiuti pericolosi
- Terreno non conforme all'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. conferibile in discarica di rifiuti non pericolosi all'interno del quale è alta la probabilità di rinvenire aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera

Sezione di riferimento dalla prog. 4+450 a prog. 4+575

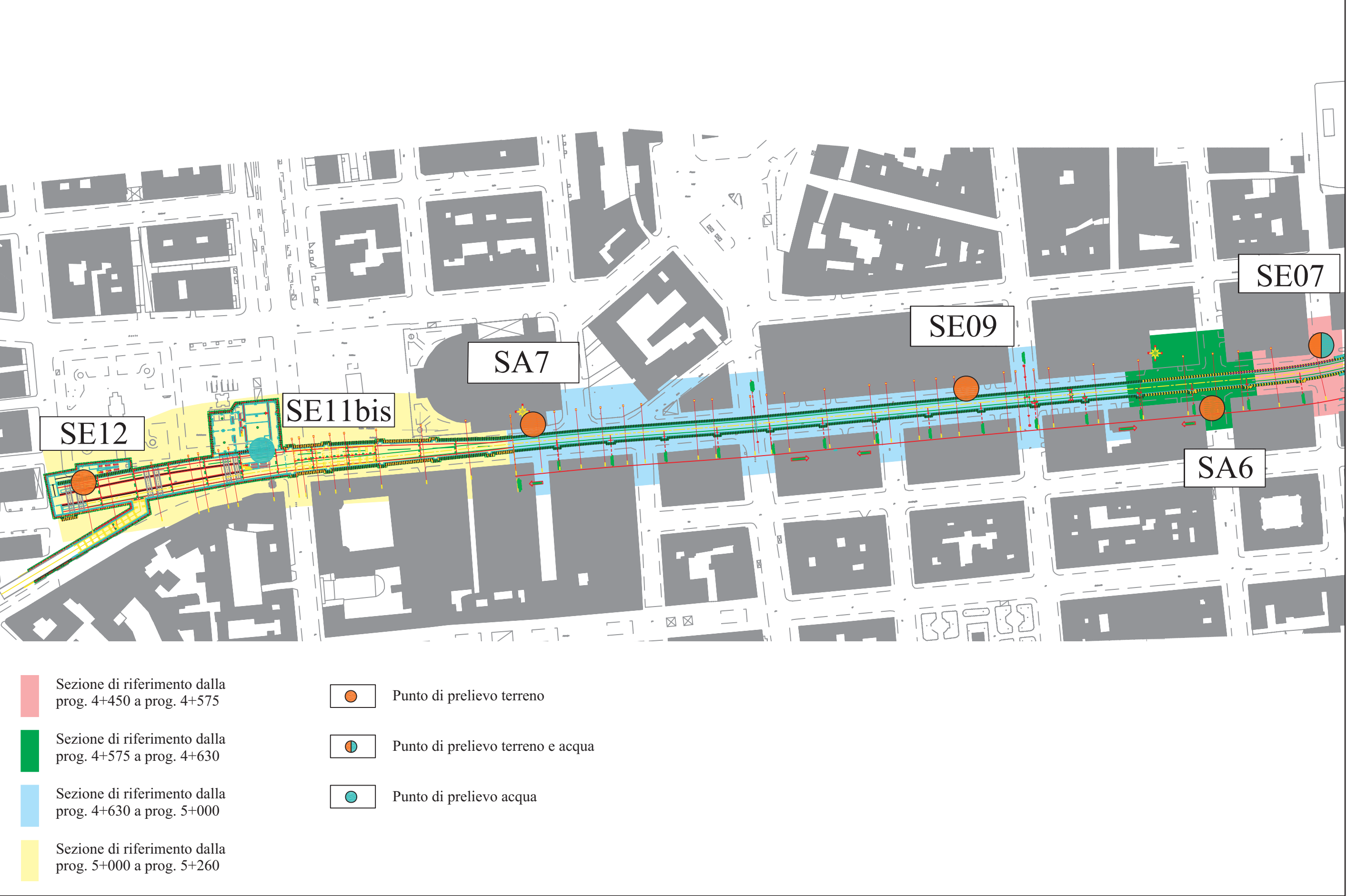


Terreno riutilizzabile ai sensi dell'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. o conferibile in discarica di rifiuti per inerti con scarse probabilità di rinvenire localizzate aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti non pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera

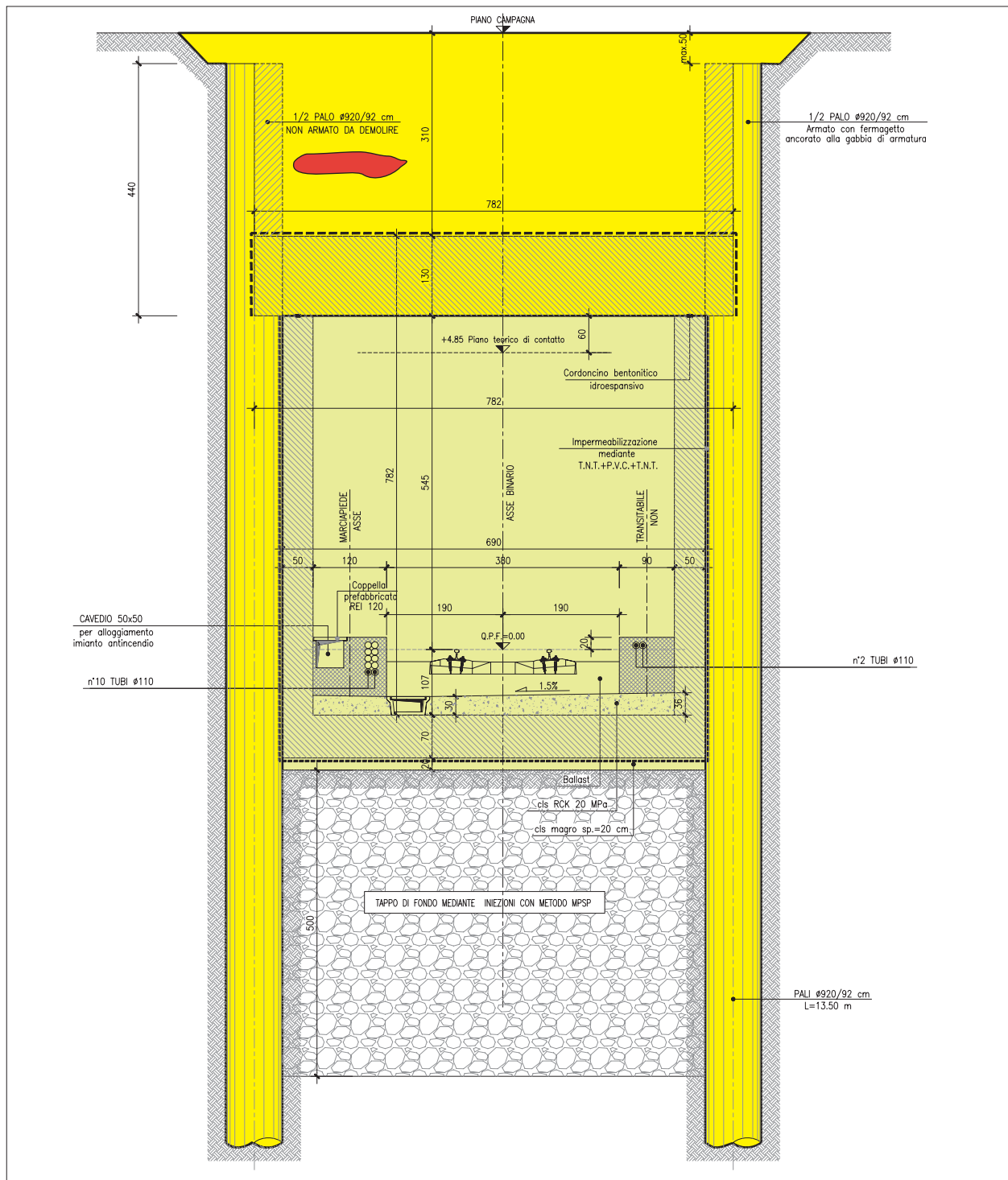


Terreno non conforme all'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. conferibile in discarica di rifiuti non pericolosi all'interno del quale è scarsa la probabilità di rinvenire aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera

Planimetria con l'ubicazione dei sondaggi ambientali ed individuazione dei tratti di tracciato di riferimento delle varie sezioni di scavo (Tav. 2/2)



Sezione di riferimento dalla prog. 4+575 a prog. 4+630



Terreno riutilizzabile ai sensi dell'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. o conferibile in discarica di rifiuti per inerti con scarse probabilità di rinvenire localizzate aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti non pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera

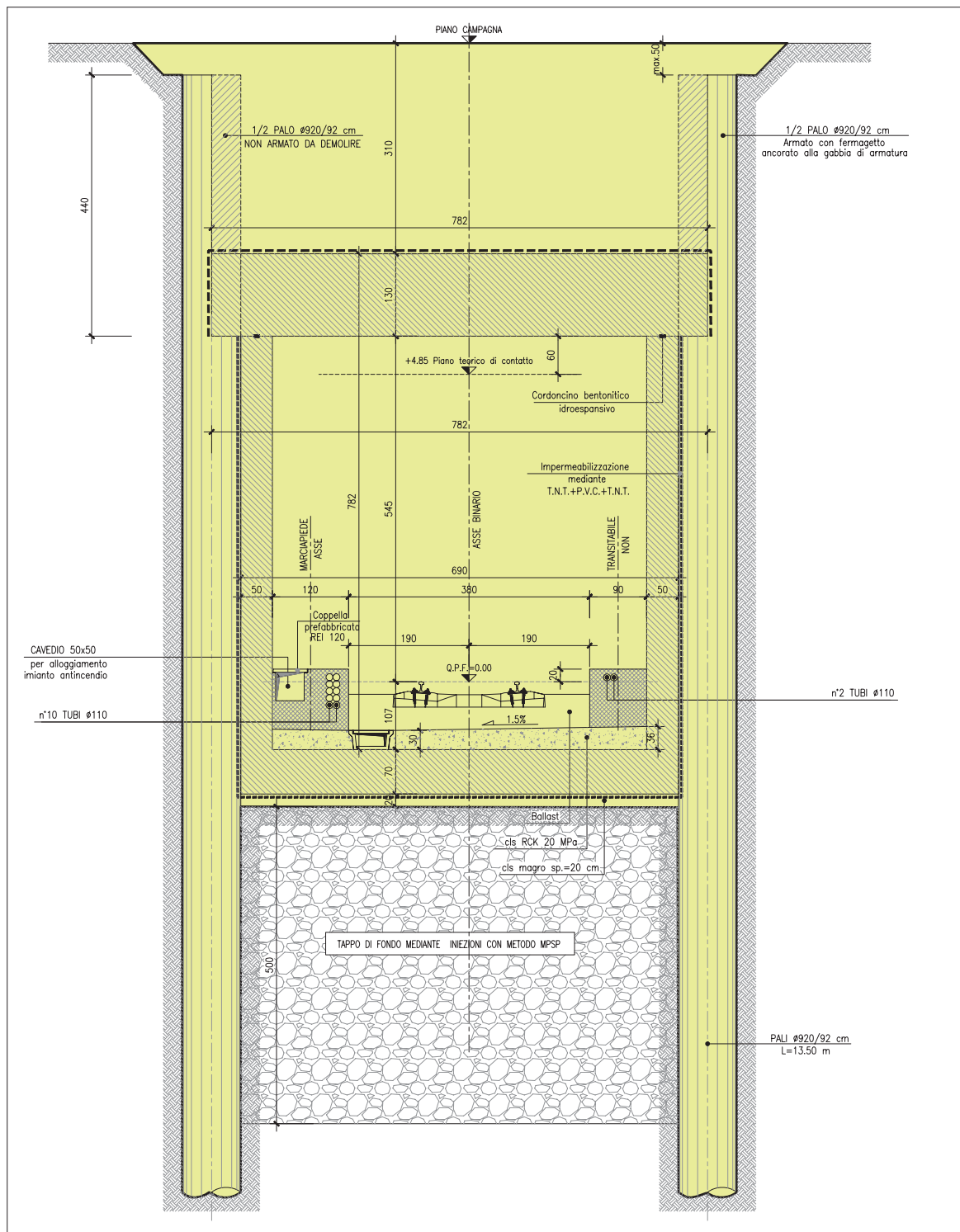


Terreno non conforme all'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. conferibile in discarica di rifiuti pericolosi



Terreno non conforme all'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. conferibile in discarica di rifiuti non pericolosi all'interno del quale è alta la probabilità di rinvenire aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera

Sezione di riferimento dalla prog. 4+630 a prog. 5+000



Terreno riutilizzabile ai sensi dell'art. 186 del D. Lgs 152/06 e s.m.i. o conferibile in discarica di rifiuti per inerti con scarse probabilità di rinvenire localizzate aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti non pericolosi da accertare in fase di realizzazione dell'opera

Sezione di riferimento dalla prog. 5+000 a prog. 5+260

