



Autorità di Sistema Portuale
del Mare Adriatico Orientale
Porti di Trieste e Monfalcone

PROGETTO AdSP n. 1951

Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste


CUP: C94E21000460001

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica Fascicolo B – Elaborati di sviluppo complessivo

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:		
arch. Gerardo Nappa	AdSP MAO	Responsabile dell'integrazione e Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione
arch. Sofia Dal Piva	AdSP MAO	Progettazione generale
arch. Stefano Semenic	AdSP MAO	Progettazione generale
ing. Roberto Leoni	BITECNO S.r.l.	Sistema di trazione elettrica ferroviaria
ing. Saturno Minnucci	MINNUCCI ASSOCIATI S.r.l.	Impianti speciali e segnalamenti ferroviari
ing. Dario Fedrigo	ALPE ENGINEERING S.r.l.	Progettazione strutturale oo.cc. ferrovia e strade
ing. Andrea Guidolin p.i. Furio Benci	SQS S.r.l.	Progettazione della sicurezza
ing. Sara Agnoletto	HMR Ambiente S.r.l.	Progettazione MISP e cassa di colmata
p.i. Trivellato, dott. G. Malvasi, dott. S. Bartolomei	p.i. Antonio Trivellato d.i.	Modellazione rumore, atmosfera, vibrazioni
dott. Gabriele Cailotto ing. Anca Tamasan	NEXTECO S.r.l.	Studio di impatto ambientale e piano di monitoraggio ambientale
ing. Sebastiano Cristoforetti	CRISCON S.r.l.s.	Relazione di sostenibilità
ing. Tommaso Tassi	F&M Ingegneria S.p.A.	Progettazione degli edifici pubblici nel contesto dell'ex area "a caldo"
ing. Michele Titton	ITS s.r.l.	Connessione stradale alla GVT
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: ing. Paolo Crescenzi		


NOME FILE: 4CdC_P_R_C-GEO_3AM_001_02_00	SCALA: ---
TITOLO ELABORATO: RELAZIONE GEOTECNICA	ELABORATO: 4CdC_P_R_C-GEO_3AM_001_02_00

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	01/02/2023	Definitivo	S. Agnoletto	S.Dal Piva	G.Nappa

	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001 RELAZIONE GEOTECNICA	Pag. 1 di 24
---	---	--------------

Sommario

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.1	GENERALI	5
3	INDAGINI ESEGUITE	6
3.1	INDAGINI PREGRESSE	6
3.1.1	<i>Imprefond (2003)</i>	6
3.1.2	<i>Progetto PLT – Piattaforma Logistica Trieste (2015)</i>	7
3.1.3	<i>Invitalia (2018)</i>	8
3.1.4	<i>Nasone (2019)</i>	9
3.1.5	<i>CEF (2021/22)</i>	10
3.2	INDAGINI RECENTI	10
3.3	PLANIMETRIA RIASSUNTIVA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE DI RIFERIMENTO	12
4	ELABORAZIONE DELLE PROVE	13
4.1	SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO	13
4.1.1	<i>Sondaggio S4 (Imprefond – 2003)</i>	14
4.1.2	<i>Sondaggio S5 (Imprefond – 2003)</i>	15
4.1.3	<i>Sondaggio S6 (Imprefond – 2003)</i>	16
4.1.4	<i>Sondaggio S7 (Imprefond – 2003)</i>	17
4.1.5	<i>Sondaggio S12 (Imprefond – 2003)</i>	18
4.2	ELABORAZIONE PROVE GEOTECNICHE	19
5	MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO	20
5.1	PARETE COMBINATA: SEZIONE “TIPO 1” TRATTO A MARE	20
5.2	PARETE COMBINATA: SEZIONE “TIPO 2” TRATTO TRASVERSALE VERSO TERRA	21
6	CONCLUSIONI	23

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p>Pag. 2 di 24</p>
---	--	---------------------

Sommario figure

Figura 1-1: Planimetria degli ambiti progettuali del PFTE: in verde la porzione conterminata della cassa di colmata.	3
Figura 3-1: Area Imprefond – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche ed ambientali (2003).	6
Figura 3-2: Progetto PLT – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2015).	7
Figura 3-3: Invitalia – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2018).	8
Figura 3-4: Nasone – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2019).9	
Figura 3-5: CEF – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2021/22).	10
Figura 3-6: Geosyntech – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2021).	11
Figura 3-7: Planimetria delle indagini geognostiche di riferimento.	12
Figura 4-1: Area Imprefond – Particolare estratto dalla planimetria relativa alle indagini geognostiche ed ambientali (2003).	13

Sommario tabelle

Non è stata trovata alcuna voce dell'indice delle figure.



1 PREMESSA

Il presente elaborato redatto su incarico dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Orientale – Porto di Trieste (APT), costituisce la *Relazione sulle indagini e geotecnica* del progetto di fattibilità tecnico-economica PFTE inerente all' "estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuova nel porto di Trieste" (prog. APT 1951).

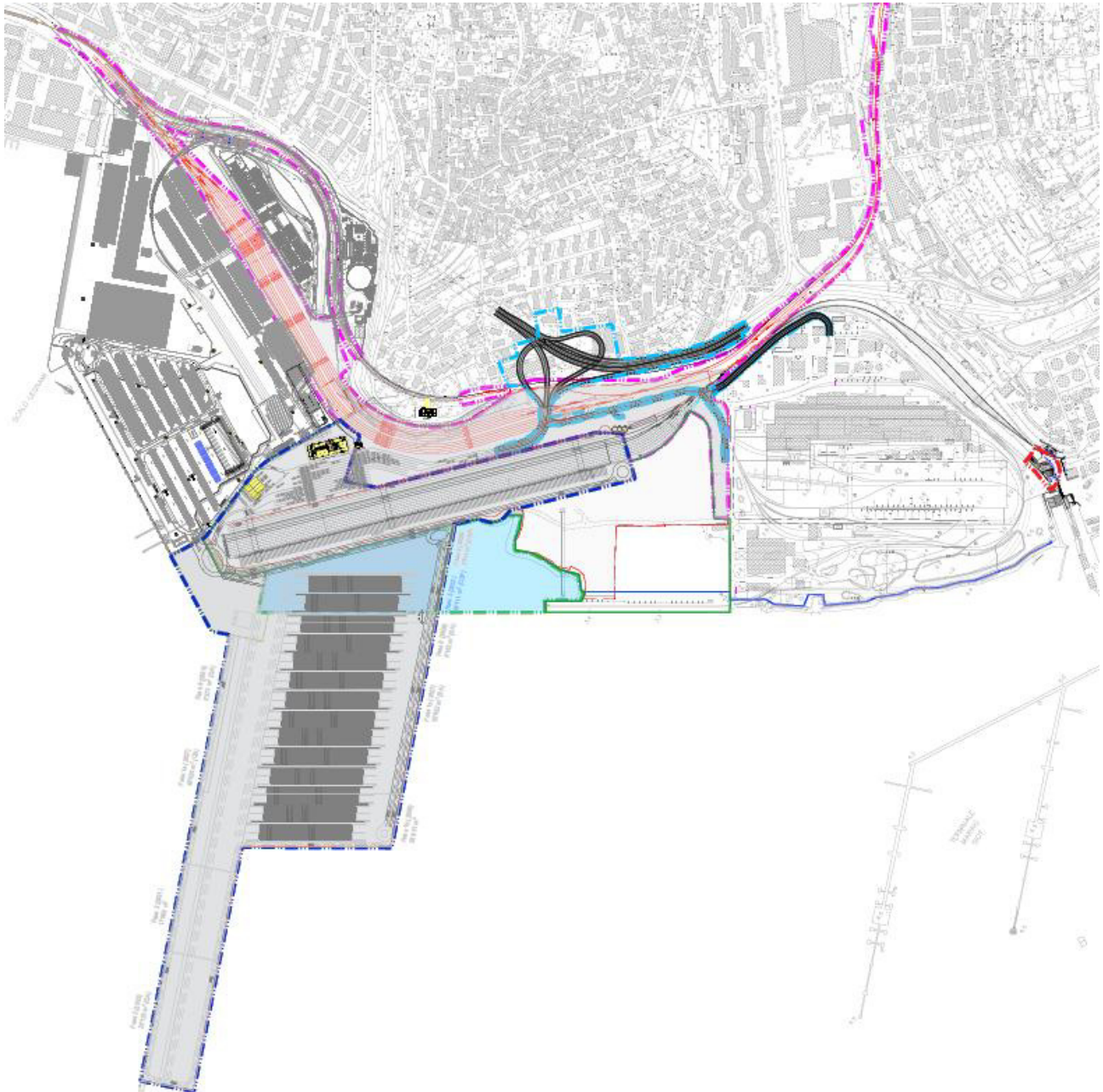



Figura 1-1: Planimetria degli ambiti progettuali del PFTE: in verde la porzione conterminata della cassa di colmata.

La cassa di colmata costituisce un asset dell'AdSPMAO funzionale sia alle opere del progetto, sia in generale, alla manutenzione del Porto di Trieste per ricollocarvi i sedimenti dragati. In questa

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p>Pag. 4 di 24</p>
---	--	---------------------

posizione era stata preconizzata sin dal tempo del progetto della Piattaforma Logistica della quale avrebbe costituito il secondo stralcio.

Le norme stabiliscono che le casse di colmata garantiscano una base ed un perimetro sufficienti a dare una permeabilità equivalente ad uno spessore di 1 m con permeabilità di 10^{-9} m/s.


La previsione è di fondare la tenuta verso terra sul perimetro realizzato da Invitalia e su perimetro di MISP realizzato nell'ambito degli interventi in Piattaforma Logistica, mentre il lato verso mare è realizzato ex novo per tramite di parete combinata con pali e palancole metalliche opportunamente tirantata per contrastare le spinte derivanti dal riempimento del volume interno con sedimenti.

È inoltre previsto un setto intermedio di separazione di due porzioni (4a e 4b nella figura seguente) di colmata distinte realizzato tramite doppia fila di parete combinata connessa tramite puntoni in testa.

Tale presidio funge da:

1. distinzione di due porzioni utili per favorire, cioè velocizzare, la decantazione dei sedimenti ricollocati;
2. fascia all'interno della quale raccogliere e connettere al mare gli scarichi presenti lungo la sponda interessata dal progetto Invitalia di barrieramento e quello di MISP di Logistica Giuliana;
3. predisporre un percorso utile alla realizzazione delle opere a mare del Molo VIII rispetto al quale la CdC costituisce l'attacco a terra.

Occorre anche un sistema mediante il quale verificare ed eventualmente trattare le acque della colmata prima dello scarico a mare, nel rispetto dei limiti normativi (TUA, cioè d.lgs. 152/06 e successive mm. e ii.), man mano che i sedimenti refluiti sostituiscano l'acqua normalmente presente all'interno della colmata, conservando così il livello costante all'interno.

	<p>Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001</p> <p>RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p>Pag. 5 di 24</p>
---	--	---------------------

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Generali

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> CNR 10024/86 | "Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo"; |
| <input type="checkbox"/> Circ. N°91 del 14/09/61 | "Norme di sicurezza per la protezione contro il fuoco delle strutture in acciaio destinati ad uso civile"; |
| <input type="checkbox"/> UNI 9502:2001 | "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso"; |
| <input type="checkbox"/> UNI 9503:2007 | "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di acciaio"; |
| <input type="checkbox"/> UNI 9504:1989 | "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di legno"; |
| <input checked="" type="checkbox"/> D.M. 17/01/2018 Testo Unico | "Norme tecniche per le costruzioni"; |
| <input checked="" type="checkbox"/> Circolare 11 febbraio 2019, n. 35 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici | "Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"; |
| <input type="checkbox"/> D.M. 3 dicembre 1987 | Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate. |



3 INDAGINI ESEGUITE

3.1 Indagini pregresse

Per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche e geotecniche relative all'area di progetto ci si è avvalsi anche di campagne di indagini e studi pregressi, condotti in corrispondenza e/o in vicinanza della vicina piattaforma logistica (PLT).

Di seguito vengono elencate le campagne d'indagine considerate, utili alla definizione del modello geotecnico e, in particolare, vengono menzionate le sole indagini d'interesse al progetto in esame. Per eventuali approfondimenti si rimanda alla specifica relazione sulle indagini.

3.1.1 Imprefond (2003)

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Imprefond	2003	S19	1	4	n.d.	RQD, PP, Vane, SPT
		S20	1	5	n.d.	PP, Vane, SPT

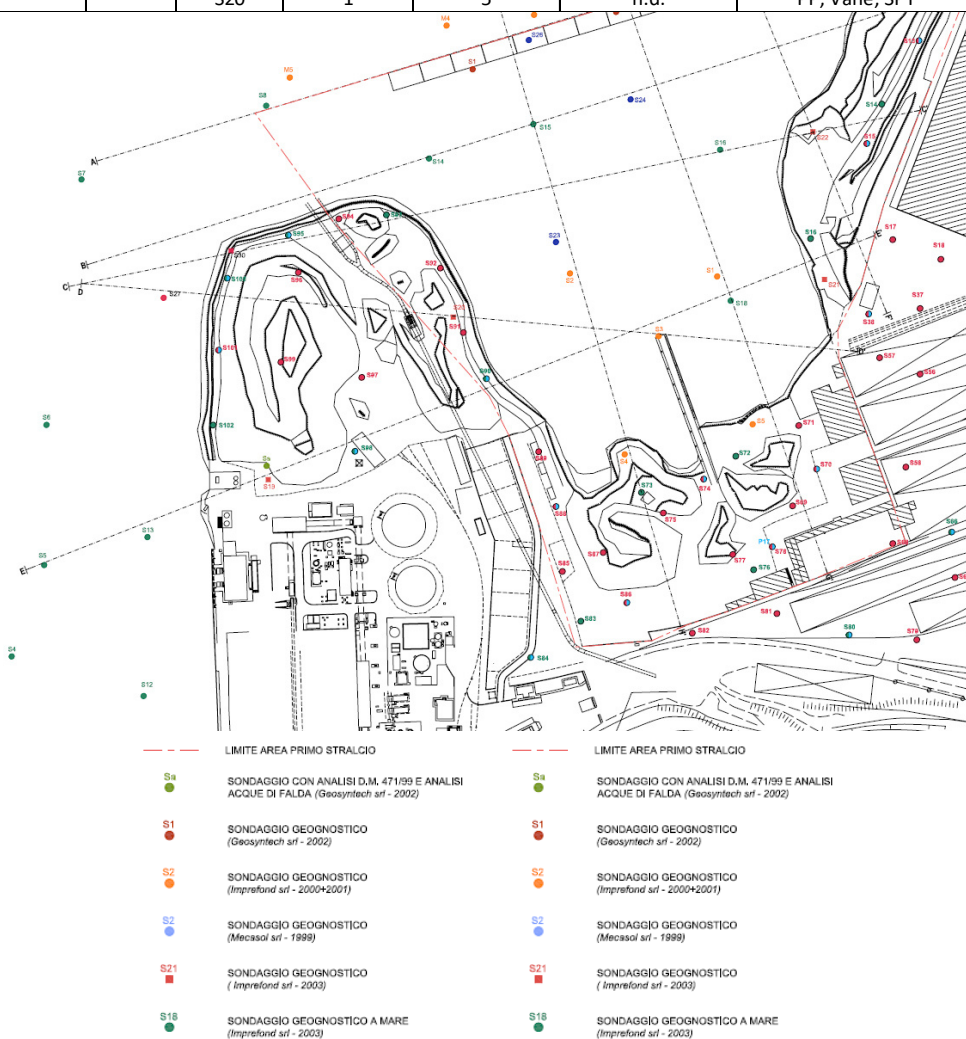


Figura 3-1: Area Imprefond – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche ed ambientali (2003).



3.1.2 Progetto PLT – Piattaforma Logistica Trieste (2015)

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Progetto PLT	2015	NS3	2	2	gr, ed, ELL, CU, PL	RQD, PP, Vane, Falda, SPT
		Sm2	1	0	PL	RQD, Falda, SPT

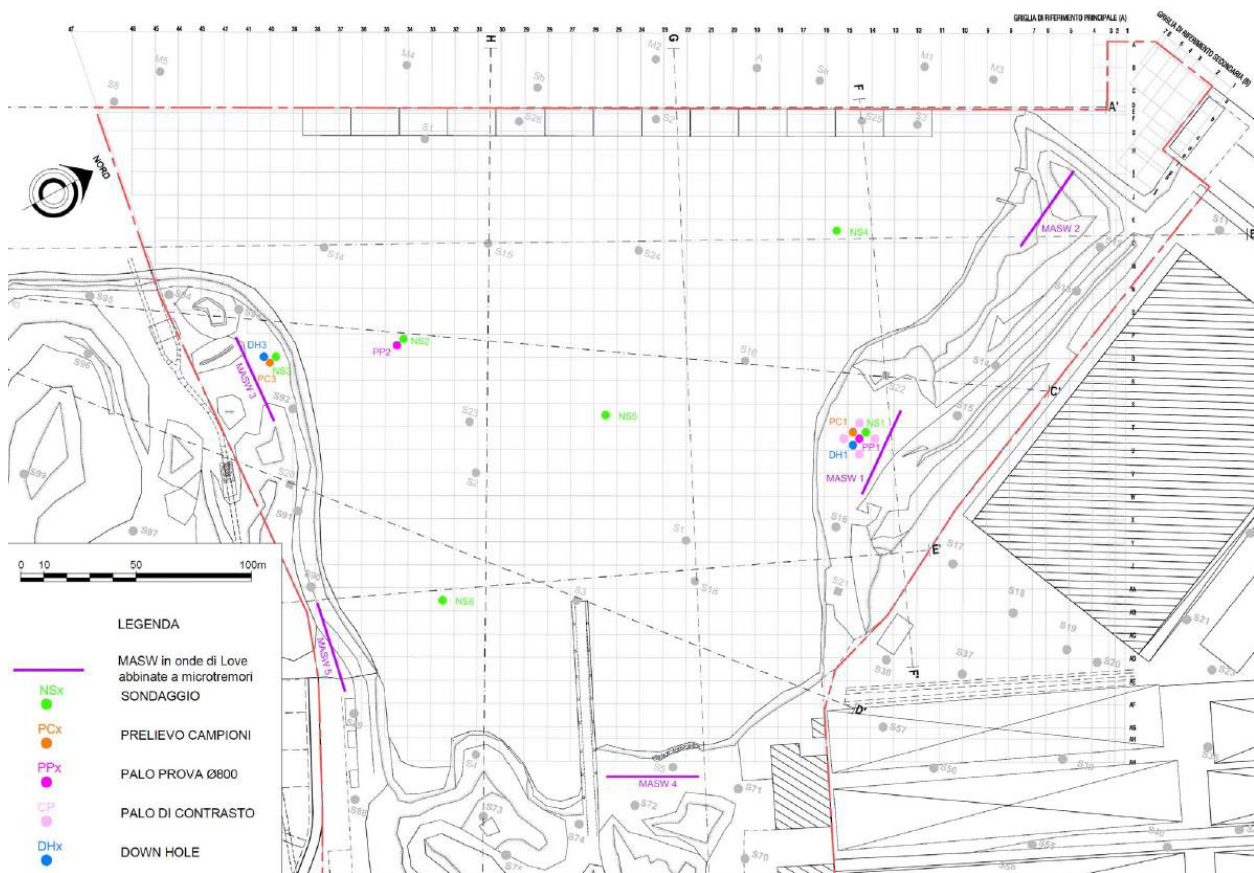


Figura 3-2: Progetto PLT – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2015).



RELAZIONE GEOTECNICA

3.1.3 Invitalia (2018)

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Invitalia	2018	S2A1	2	1	gr, i&s, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S3A1	2	0	gr (CR)	SPT - Falda - Lefranc
		S4A1	4	3	gr, i&s, ed, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S5A1	2	1	gr, i&s, ed, CD, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S6A1	2	0	gr (CR)	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S7A1	2	1	gr, i&s, ed, UU, CD, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S2A3	2	1	gr, i&s, ed, CD, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S3A3	2	1	gr, i&s, ed, UU, CD, TX	PP - Vane - SPT - Falda - Lefranc
		S4A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda
		S5A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda
		S6A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda - Lefranc
		S7A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda - Lefranc
		S8A3	2	0	gr (CR)	SPT - Falda - Lefranc

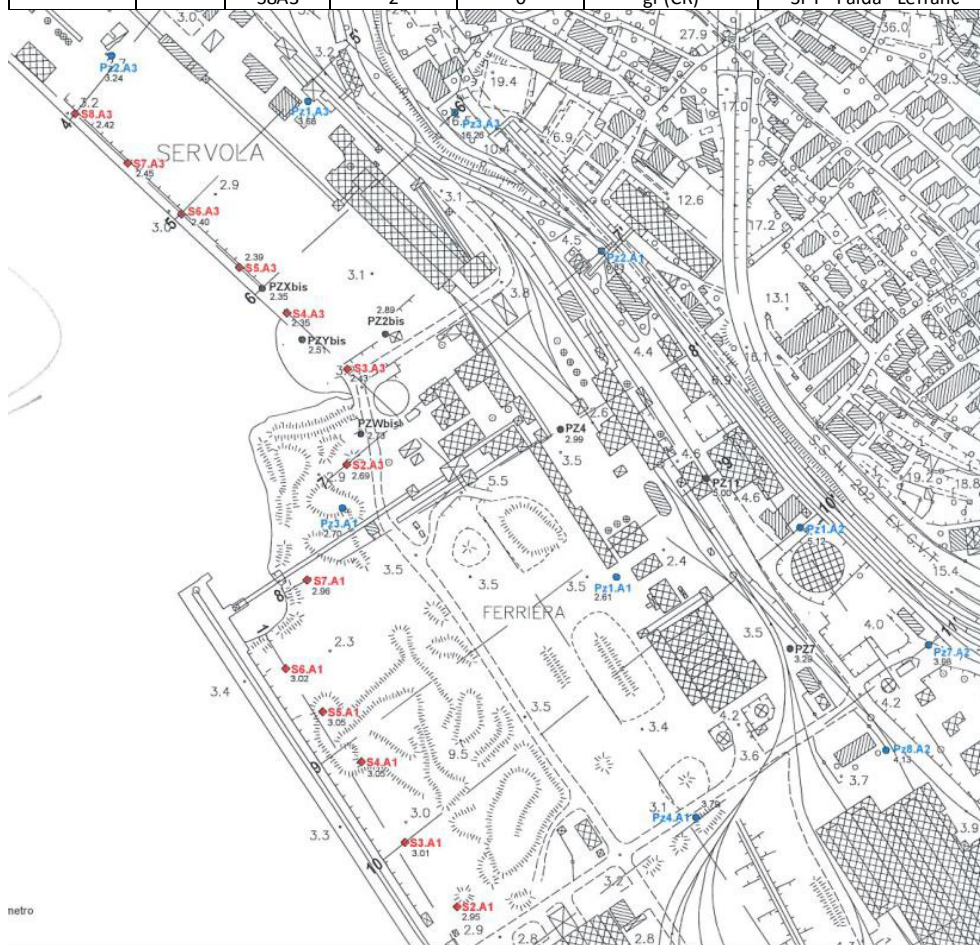


Figura 3-3: Invitalia – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2018).



3.1.4 Nasone (2019)

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Nasone	2019	SRV01	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV02	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV03	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV04	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV05	0	0	n.d.	PP, Falda
		SRV06	0	0	n.d.	PP, Falda

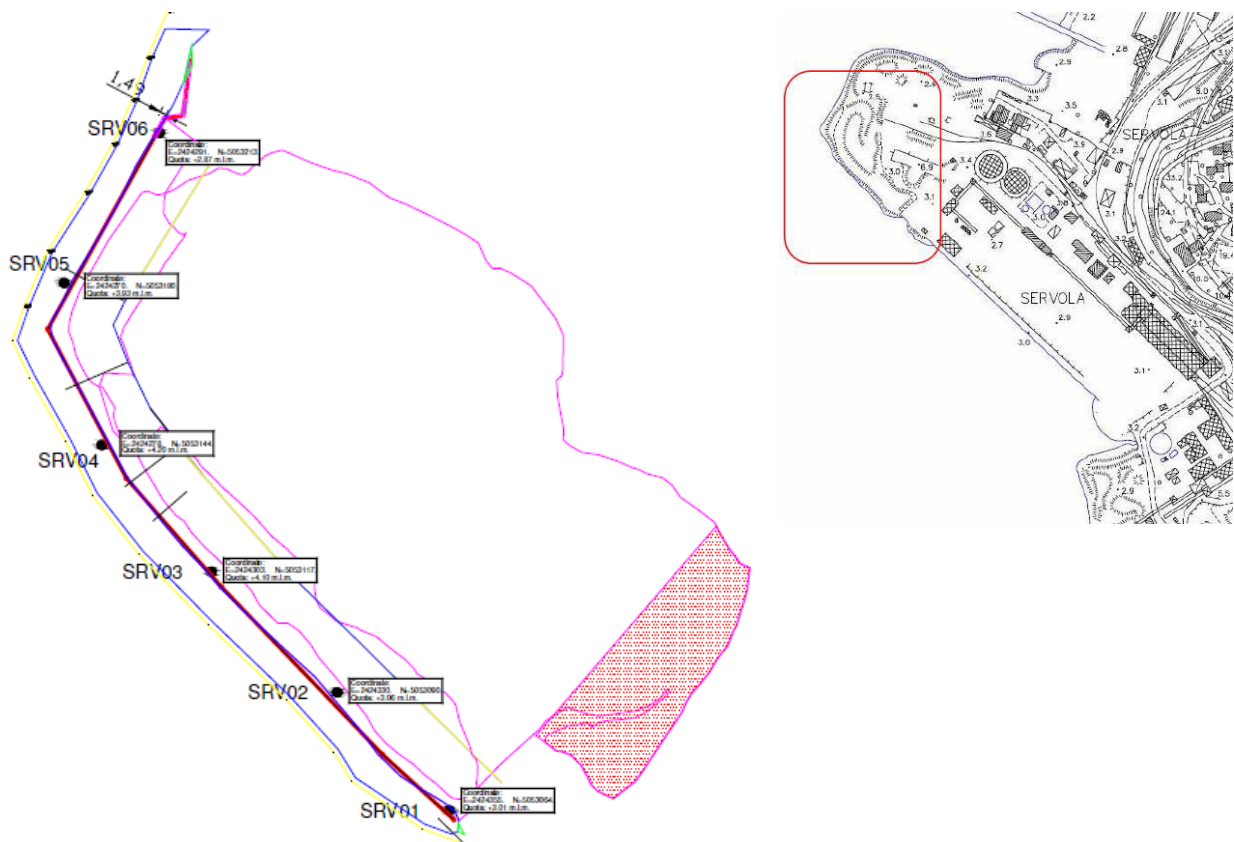


Figura 3-4: Nasone - Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2019).



3.1.5 CEF (2021/22)

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
CEF	2021	SG001	1	4	gr, i&s, ed, TX,	PP, Vane, SPT,
		SG002	1	4	gr, i&s, ed, TX,	PP, Vane, SPT,
		SG003	1	3	gr, i&s, ed, TX,	PP, Vane, SPT,
		SG004	0	0	0	SPT
	2022	SG016DH	n.d.	3	i&s, bet, ed, CU, cr	PP, Vane

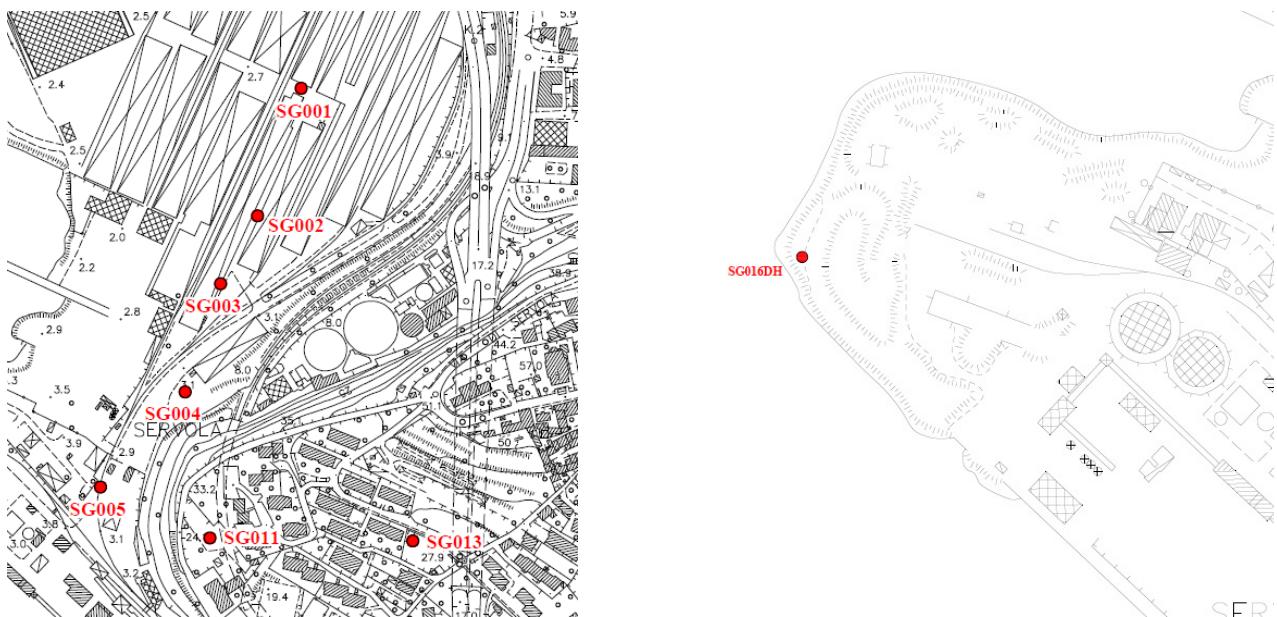


Figura 3-5: CEF - Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2021/22).

3.2 Indagini recenti

Al fine di individuare i parametri del terreno dell'area di interesse è stata considerata la campagna di indagini eseguita dalla Geosyntech S.r.l. nel corso dell'anno 2021, costituita da prove in sito e di laboratorio.

Le prove qui menzionate, vengono elencate di seguito:

- n.4 sondaggi geognostici a distruzione di nucleo (TS21/42, TS21/44, TS21/49, TS21/51);
- n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (TS21/41, TS21/52);
- n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo in corrispondenza dei sedimenti superficiali ed a distruzione di nucleo in corrispondenza della roccia [Flysch] (TS21/43, TS21/50);
- n.3 tomografie sismiche a riflessione eseguite in mare.

In particolare, per ogni verticale sono state effettuate le seguenti prove:



RELAZIONE GEOTECNICA

DITTA	ANNO	SONDAGGI	N° CAMPIONI	N° CAMPIONI INDIST	PROVE LAB.	PROVE IN SITO
Geosyntech	2021	TS21/041	0	0	n.d.	PP, Vane, SPT
		TS21/042	0	0	n.d.	RQD
		TS21/043	1	3	i&s, gr, bet, ed, CU	PP, Vane, SPT
		TS21/044	0	0	n.d.	RQD
		TS21/049	0	0	n.d.	RQD
		TS21/050	0	3	i&s, gr, bet, ed, CU	PP, Vane, SPT
		TS21/051	0	0	n.d.	RQD
		TS21/052	0	0	n.d.	PP, Vane, SPT

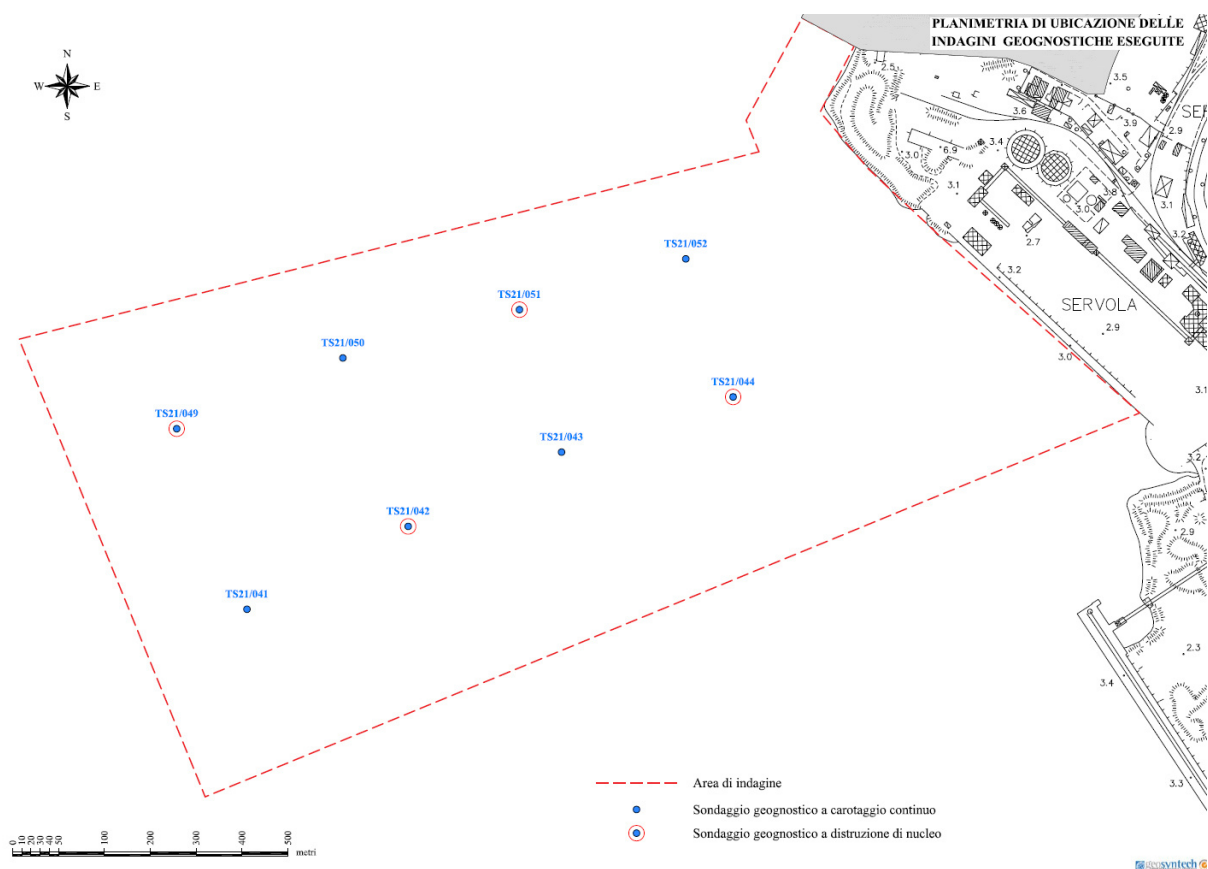


Figura 3-6: Geosyntech – Estratto della planimetria relativa alle indagini geognostiche (2021).

Per maggiori approfondimenti si invita a consultare la relazione specifica sulle indagini.



3.3 Planimetria riassuntiva delle indagini geognostiche di riferimento

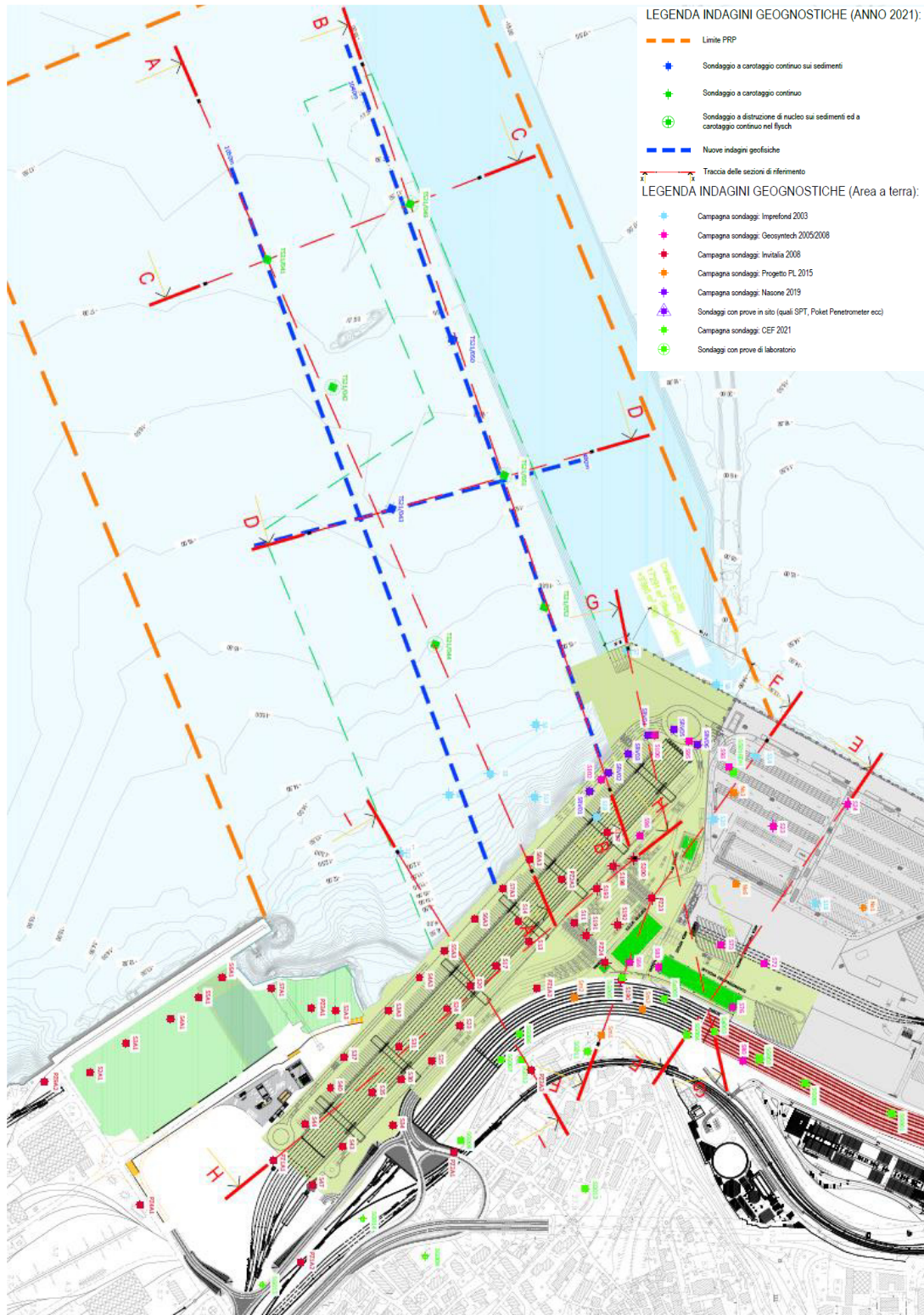


Figura 3-7: Planimetria delle indagini geognostiche di riferimento.



4 ELABORAZIONE DELLE PROVE

4.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Al fine di individuare la stratigrafia di progetto dell'area antistante l'ex Carbonile per il successivo dimensionamento della cassa di colmata si sono opportunamente interpretate e correlate le stratigrafie ottenute dai sondaggi geognostici S4 – S5 – S6 – S7 – S12 condotti nell'Area Imprefond relativi all'anno 2003.

In Figura 4-1 si riporta un ingrandimento della planimetria relativa alle indagini geognostiche ed ambientali precedentemente citate.

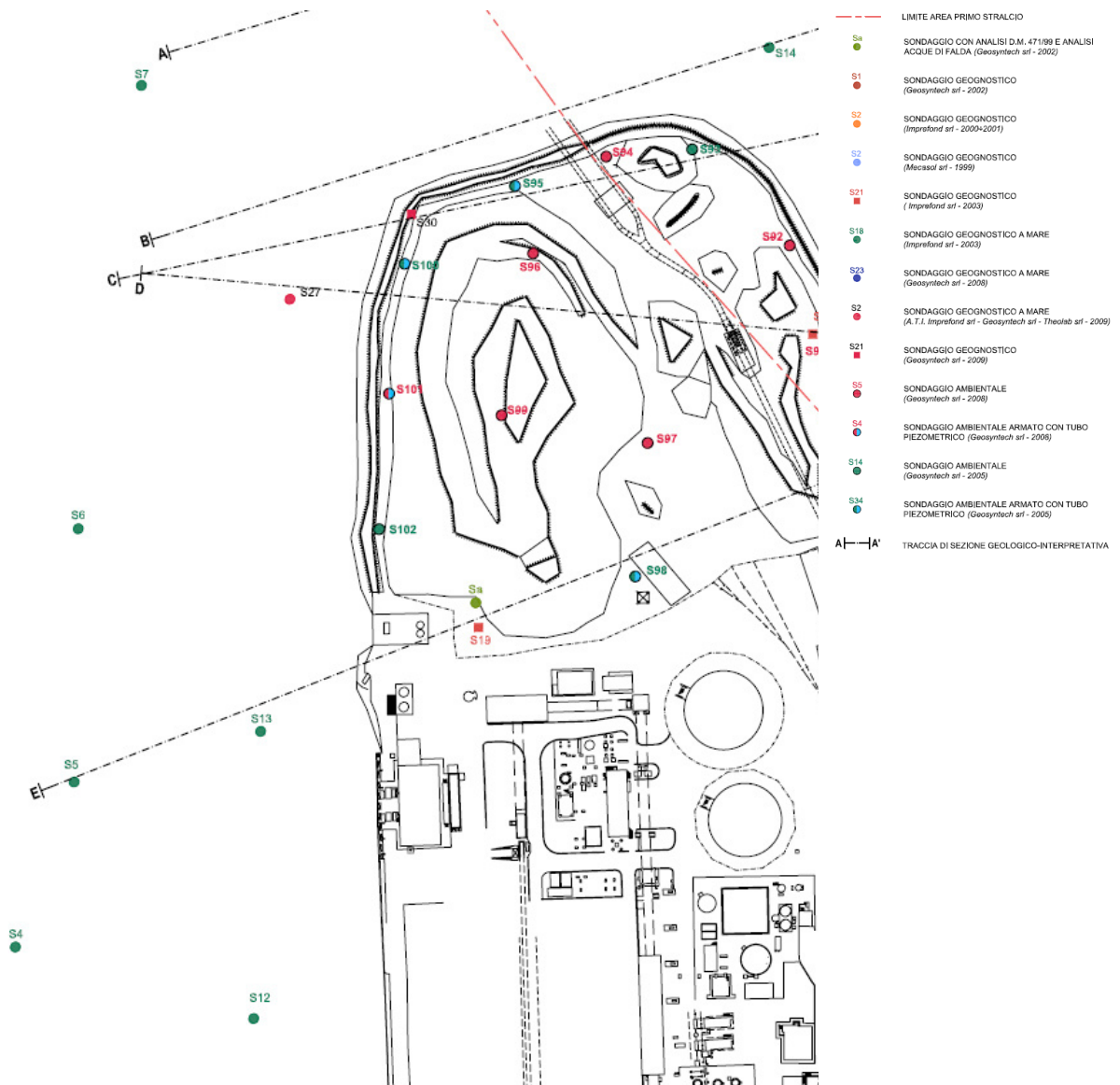
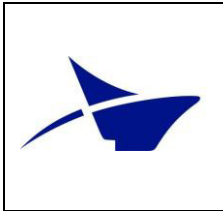


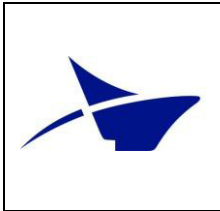
Figura 4-1: Area Imprefond – Particolare estratto dalla planimetria relativa alle indagini geognostiche ed ambientali (2003).



4.1.1 Sondaggio S4 (Imprefond - 2003)

<p>GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI DEL SOTTOSUOLO TRIESTE - via Caboto, 39 - +39 049 827789 TRENTO - (Grumo) via Tonale, 28 - +39 0461 650277</p>		COMMITTENTE: Autorità portuale di Trieste PROGETTO: Interramento tra Scalo Legnami-ex Italsider LOCALITA': Scalo legnami - Ex Italsider (TS) UBICAZIONE:	Sondaggio: <h1 style="font-size: 2em;">S4</h1>
		SUPERVISORE: Dott. Geol. L. Pangon SONDATORE: Sig. Z. Jugovac SONDA: 600M	Scala: Foglio: File: C:\L_1\S4.cdr

Data	Tipo edim. anello Rovestimento	Prof. assoluta m (riferita al l.m.n.)	Profondità	Legenda	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Percentuale carotaggio	Mancante	R.Q.D. %	Campioni		Standard Penetration Test			Punta Anello Punta Chiodo	Lung. campione	Pocket Penetrometer Aggromz	Vano Test Aggromz	Livello fonda	Piezometro	Note	
									Disturbati	Indisturbati	N. Colpi	0 - 15 cm	15 - 30 cm								30 - 45 cm
					Stante acqua.																
					Fango di colore nero, omogeneo, con argilla finissima debolmente sabbiosa. Nella parte basale ritrovato ad argilla grigio-verde.																
					Argilla con limo di colore grigio, da poco di consistenza a moderatamente consistente. Sono presenti nei conciliati, intere fratture.																
					Argilla con limo di colore marrone grigio con livelli torbidi, consistente.																
					Argilla finissima debolmente sabbiosa debolmente ghiaiosa estremamente consistente, cilocloro grigio-verde.																
					Cappellaccio di alterazione della formazione in arenaceo argilloso dell'epoca di colore marrone omogeneo di natura ricca. A tratti degradato e fratturato si presenta come limo argilloso leggermente torbido sub-argilloso arenoso.																
					Flysch: formazione massiccia arenacea di colore marrone grigio in facies massiccia. La stratificazione si presenta inclinata di 37-57° rispetto al piano orizzontale. Sono presenti palee di ossidazione ugulate sulle fratture.																
																					Di questi 12.0 ma 96.8m il campione avanza per proprio.



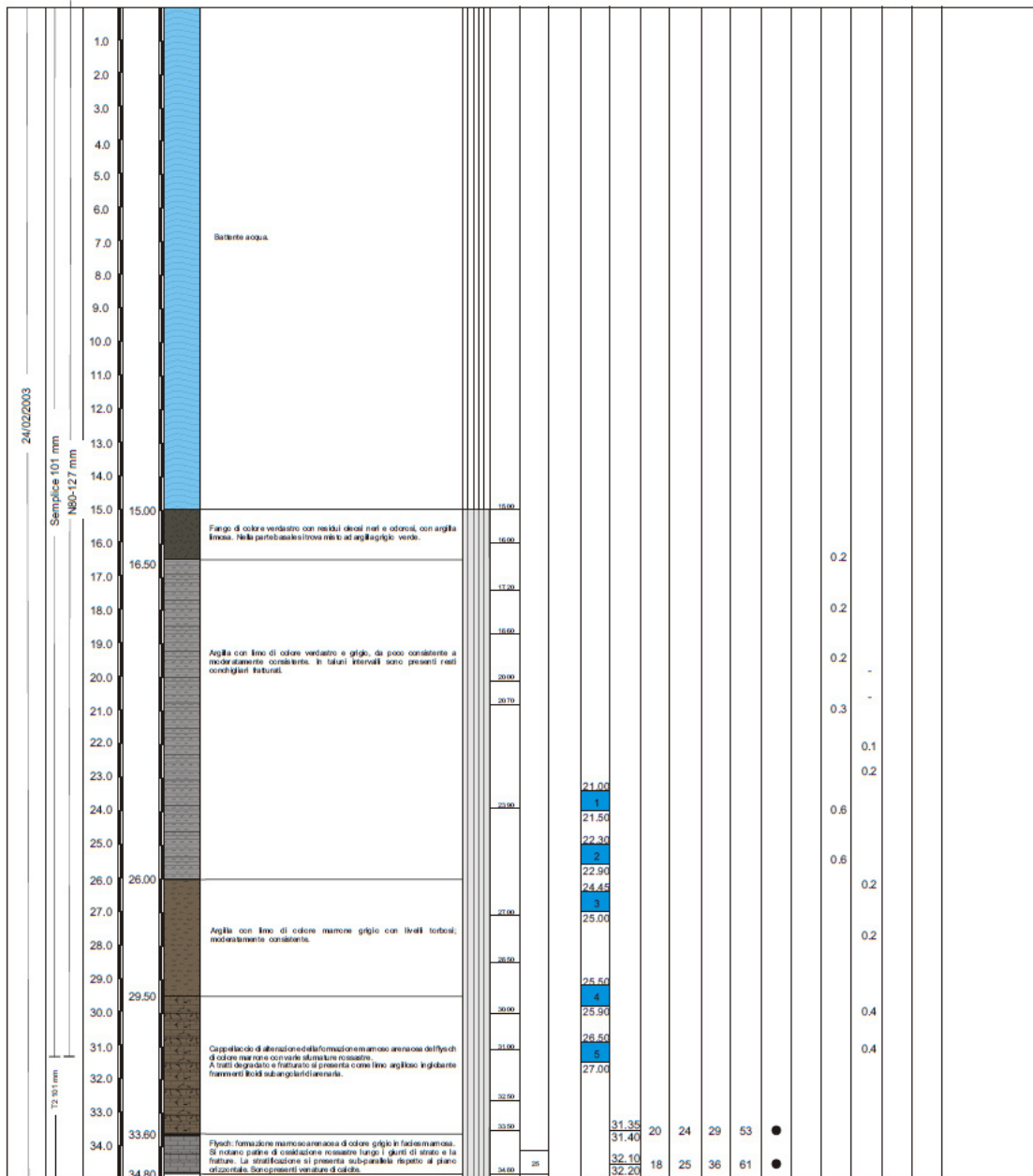
Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001

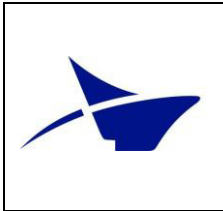
RELAZIONE GEOTECNICA

4.1.2 Sondaggio S5 (Imprefond - 2003)

 <p>imprefond GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI DEL SOTTOSUOLO TRIESTE - via Caboto, 39 - +39 040 827789 TRENTO - (Grumo) via Tonak, 28 - +39 0461 650277</p>		COMMITTENTE: Autorità portuale di Trieste PROGETTO: Interramento tra Scalo Legnami-ex Italsider LOCALITA': Scalo legnami - Ex Italsider (TS) UBICAZIONE:	Sondaggio: S5 Scala: Foglio: File: C:\L_185.cdr
		SUPERVISORE: Dott. Massimo Pegani SONDATORE: Sig. Mandokovic SONDA: PX 750	

Data	Tipo e diam. sondare Rivestimento	Prof. assoluta m (riferita al l.m.m.)	Profondità	Legenda	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Percentuale carotaggio	Mancante	R.O.D. %	Campioni		Standard Penetration Test			Punta Aperta Punta Chiusa	Lunghezza campione	Pulsato Penetrometro Agg. m2	Vane Test Agg. m2	Livello sfida	Piezometro	Note
									Disturbati	Indisturbati	Prof. assoluta Prof. sondaggio	N. Colpi								



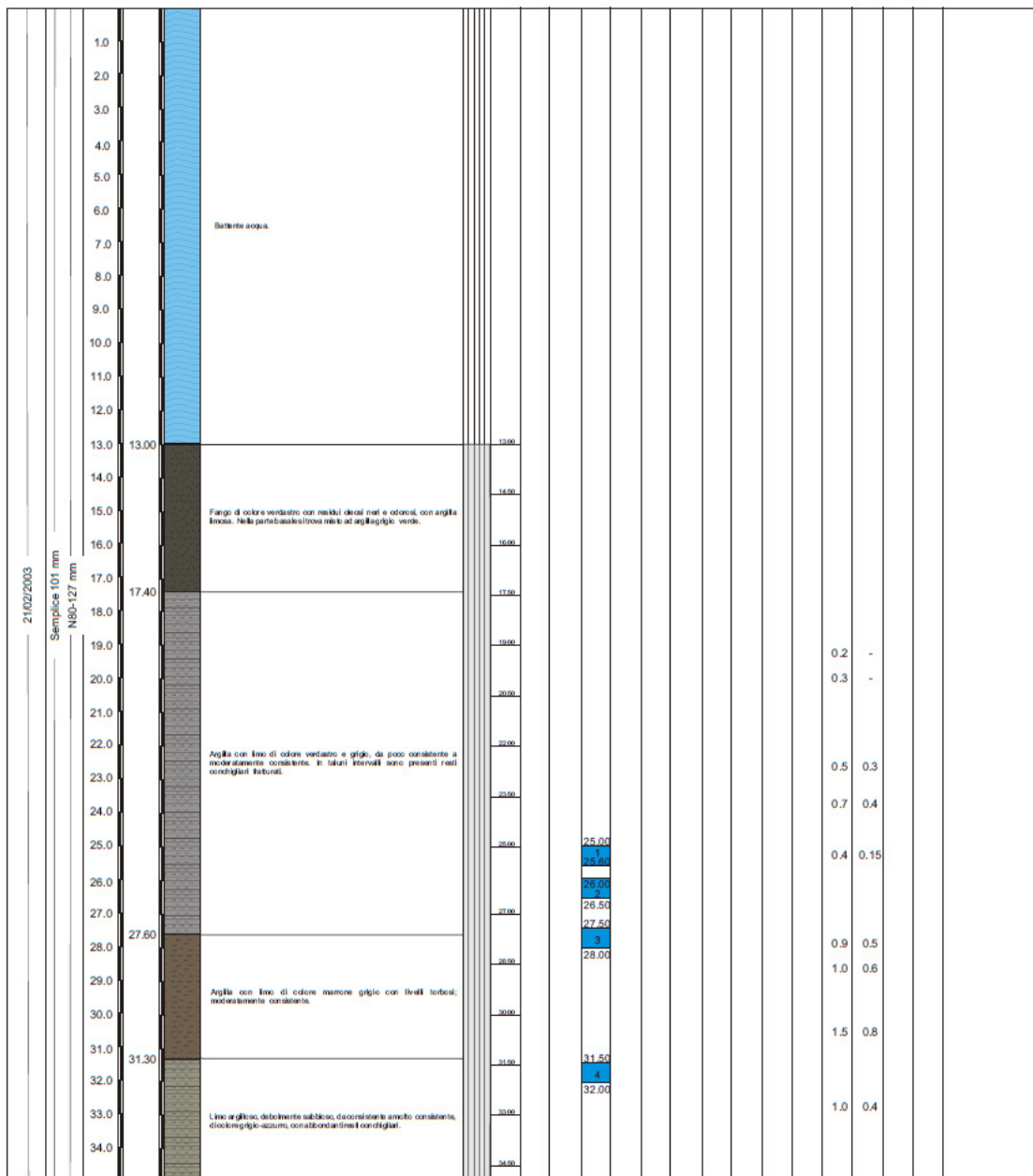



RELAZIONE GEOTECNICA

4.1.4 Sondaggio S7 (Imprefond - 2003)

imprefond GEOTECNICA E LAVORI SPECIALI DEL SOTTOSUOLO TRIESTE - via Caboto, 39 - +39 040 827789 TRENTO - (Grumo) via Tonale, 28 - +39 0461 650277		COMMITTENTE: Autorità portuale di Trieste	Sondaggio:
		PROGETTO: Interramento tra Scalo Legnami-ex Italsider LOCALITA': Scalo legnami - Ex Italsider (TS) UBICAZIONE:	S7
SUPERVISORE: Dott. Geol. Laura Pangon		SONDATORE: Sig. Jugovac Z.	Scala: Foglio: File: C:\L\157.cdr
SONDA: PX 600 M			

Data	Tipo edim. sondino Rivestimento	Prof. assoluta m (riferita al l.m.n.)	Profondità	Legenda	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	Percentuale carotaggio	Mancante	R.Q.D. %	Campioni			Standard Penetration Test			Punta Aperta Punta Chiusa	Lunghezza campione	Pocket Penetrometer Kg/cm ²	Vane Test Kg/cm ²	Livello falda	Pneumetro	Note
									Disturbati	Indisturbati	Per analisi Per controllo	N. Colpi									
										0 - 15 cm	15 - 30 cm	30 - 45 cm									



	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001 RELAZIONE GEOTECNICA	Pag. 19 di 24
---	---	---------------

4.2 Elaborazione prove geotecniche

Per l'elaborazione delle differenti prove geotecniche eseguite con il fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i sottosuoli in corrispondenza dell'area a mare e dell'area a terra in corrispondenza della porzione di territorio interessata dagli interventi di progetto, si rimanda all'elaborato "*Relazione Geotecnica*" (codice: 1GNR_P_R_C-GEO_1GE_003_02_00) del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del NUOVO TERMINAL CONTAINER SUL MOLO VIII per l' "*ESTENSIONE DELLE INFRASTRUTTURE COMUNI PER LO SVILUPPO DEL PUNTO FRANCO NUOVO NEL PORTO DI TRIESTE*".



5 MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

La stratigrafia di progetto viene individuata a partire dalle indagini a disposizione, più precisamente dai sondaggi geognostici S4 - S5 - S6 - S7 - S12 condotti nell'Area Imprefond relativi all'anno 2003 che si identificano come i più prossimi all'area oggetto di intervento di progettazione, e i relativi parametri geotecnici associati a ciascuno strato litologico vengono definiti a partire dall'interpretazione delle prove geotecniche di laboratorio sui campioni a disposizione (si rimanda a "Relazione Geotecnica" (codice: 1GNR_P_R_C-GEO_1GE_003_02_00) del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica del NUOVO TERMINAL CONTAINER SUL MOLO VIII).


5.1 Parete combinata: sezione "tipo 1" tratto a mare

La stratigrafia e i parametri geotecnici utilizzati per il calcolo delle strutture relative alla sezione "tipo 1" (tratto a mare) è riassunto nel prospetto seguente:

STRATIGRAFIA DI PROGETTO			PARAMETRI MECCANICI					
litologia	quota [m s.l.m.]		spessore [m]	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c' [kPa]	E [MPa]	c _u [kPa]
	da	a						
CM4	3,80	÷ 1,00	2,80	14,00	22,00	5,00	5,00	-
CM3	1,00	÷ -4,00	5,00	14,00	22,00	5,00	5,00	-
CM2	-4,00	÷ -9,00	5,00	14,00	22,00	5,00	5,00	-
CM1	-9,00	÷ -14,00	5,00	14,00	22,00	5,00	5,00	-
F	-14,00	÷ -17,00	3,00	16,00	13,00	20,00	5,00	10,00
A1	-17,00	÷ -26,00	9,00	17,00	20,00	30,00	15,00	15,00
A2	-26,00	÷ -29,50	3,50	17,50	21,00	55,00	15,00	30,00
B	-29,50	÷ -33,50	4,00	23,00	35,00	10,00	100,00	-
C	-33,50	÷ -	-	23,00	32,00	270,00	15000,00	-

Si precisa che nel corso del dimensionamento dell'opera e delle verifiche sia strutturali (STR) che geotecniche (GEO), al fine di considerare la progressiva consolidazione dei materiali di colmata, gli strati che identificano i riempimenti progressivi di colmata **CM1-CM2-CM3-CM4** assumeranno peso specifico maggiore; pertanto, si riporta in seguito la stratigrafia e i parametri geotecnici utilizzati per il calcolo e il dimensionamento delle opere:

STRATIGRAFIA DI PROGETTO			PARAMETRI MECCANICI					
litologia	quota [m s.l.m.]		spessore [m]	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c' [kPa]	E [MPa]	c _u [kPa]
	da	a						
CM4	3,80	÷ 1,00	2,80	18,00	22,00	5,00	5,00	-
CM3	1,00	÷ -4,00	5,00	18,00	22,00	5,00	5,00	-
CM2	-4,00	÷ -9,00	5,00	18,00	22,00	5,00	5,00	-
CM1	-9,00	÷ -14,00	5,00	18,00	22,00	5,00	5,00	-
F	-14,00	÷ -17,00	3,00	16,00	13,00	20,00	5,00	10,00
A1	-17,00	÷ -26,00	9,00	17,00	20,00	30,00	15,00	15,00
A2	-26,00	÷ -29,50	3,50	17,50	21,00	55,00	15,00	30,00

	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001						Pag. 21 di 24
	RELAZIONE GEOTECNICA						

B	-29,50 ÷ -33,50	4,00	23,00	35,00	10,00	100,00	-
C	-33,50 ÷ -	-	23,00	32,00	270,00	15000,00	-

All'interno del software di calcolo, tale variazione del peso specifico γ dei materiali di colmata avviene modificando le proprietà dei singoli strati di terreno fase per fase. In questo modo si tiene conto sia del processo di consolidazione progressivo a cui i terreni di colmata sono soggetti sia dell'incremento delle sollecitazioni sulla parete combinata che deriva dall'aumento del peso specifico dei terreni stessi.

Inoltre, si specifica che, cautelativamente e nell'ottica di una progettazione a favore di sicurezza, nel corso della definizione dei terreni nel software si è imposto per gli strati costituenti la colmata progressiva un valore iniziale del coefficiente di spinta pari al coefficiente di spinta a riposo K_0 ; solo in seguito alla consolidazione sono stati poi definiti i coefficienti di spinta attiva (K_a) e passiva (K_p). Il materiale di colmata al momento di immissione in cassa di colmata, infatti, è un materiale rimaneggiato immerso in acqua e pertanto assegnandovi tale coefficiente di spinta K_0 si riesce ad incrementare la spinta del terreno a tergo dell'opera sull'opera stessa.

5.2 Parete combinata: sezione "tipo 2" tratto trasversale verso terra

La stratigrafia e i parametri geotecnici utilizzati per il calcolo delle strutture relative alla sezione "tipo 2" (tratto trasversale verso terra) è riassunto nel prospetto seguente:

STRATIGRAFIA DI PROGETTO			PARAMETRI MECCANICI					
litologia	quota [m s.l.m.]		spessore [m]	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c' [kPa]	E [MPa]	c _u [kPa]
	da	a						
CM4	3,80 ÷	1,00	2,80	14,00	22,00	5,00	5,00	-
CM3	1,00 ÷	-4,00	5,00	14,00	22,00	5,00	5,00	-
CM2	-4,00 ÷	-9,00	5,00	14,00	22,00	5,00	5,00	-
CM1	-9,00 ÷	-11,00	5,00	14,00	22,00	5,00	5,00	-
F	-11,00 ÷	-14,00	3,00	16,00	13,00	20,00	5,00	10,00
A1	-14,00 ÷	-16,80	9,00	17,00	20,00	30,00	15,00	15,00
B	-16,80 ÷	-21,00	4,00	23,00	35,00	10,00	100,00	-
C	-21,00 ÷	-	-	23,00	32,00	270,00	15000,00	-

Si precisa che nel corso del dimensionamento dell'opera e delle verifiche sia strutturali (STR) che geotecniche (GEO), al fine di considerare la progressiva consolidazione dei materiali di colmata, gli strati che identificano i riempimenti progressivi di colmata **CM1-CM2-CM3-CM4** assumeranno peso specifico maggiore; pertanto, si riporta in seguito la stratigrafia e i parametri geotecnici utilizzati per il calcolo e il dimensionamento delle opere:

STRATIGRAFIA DI PROGETTO			PARAMETRI MECCANICI					
litologia	quota [m s.l.m.]		spessore [m]	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c' [kPa]	E [MPa]	c _u [kPa]
	da	a						
CM4	3,80 ÷	1,00	2,80	14,00	22,00	5,00	5,00	-
CM3	1,00 ÷	-4,00	5,00	14,00	22,00	5,00	5,00	-
CM2	-4,00 ÷	-9,00	5,00	14,00	22,00	5,00	5,00	-



RELAZIONE GEOTECNICA

CM1	-9,00 ÷ -11,00	5,00	14,00	22,00	5,00	5,00	-
F	-11,00 ÷ -14,00	3,00	16,00	13,00	20,00	5,00	10,00
A1	-14,00 ÷ -16,80	9,00	17,00	20,00	30,00	15,00	15,00
B	-16,80 ÷ -21,00	4,00	23,00	35,00	10,00	100,00	-
C	-21,00 ÷ -	-	23,00	32,00	270,00	15000,00	-


All'interno del software di calcolo, tale variazione del peso specifico γ dei materiali di colmata avviene modificando le proprietà dei singoli strati di terreno fase per fase. In questo modo si tiene conto sia del processo di consolidazione progressivo a cui i terreni di colmata sono soggetti sia dell'incremento delle sollecitazioni sulla parete combinata che deriva dall'aumento del peso specifico dei terreni stessi.

Inoltre, si specifica che, cautelativamente e nell'ottica di una progettazione a favore di sicurezza, nel corso della definizione dei terreni nel software si è imposto per gli strati costituenti la colmata progressiva un valore iniziale del coefficiente di spinta pari al coefficiente di spinta a riposo K_0 ; solo in seguito alla consolidazione sono stati poi definiti i coefficienti di spinta attiva (K_a) e passiva (K_p). Il materiale di colmata al momento di immissione in cassa di colmata, infatti, è un materiale rimaneggiato immerso in acqua e pertanto assegnandovi tale coefficiente di spinta K_0 si riesce ad incrementare la spinta del terreno a tergo dell'opera sull'opera stessa.

Nella sezione "tipo 2" (tratto trasversale verso terra) in esame è prevista la realizzazione di una pista di cantiere posizionata nella porzione compresa tra le pareti combinate che costituiscono le casse di colmata 4a e 4b (larghezza di 12 m) alla quota +4.30 m s.l.m. Al fine di realizzare tale pista, si è inserito all'interno del modello della sezione un riempimento compreso tra le pareti combinate realizzato con un terreno dalle buone caratteristiche meccaniche quale una sabbia ghiaiosa; si riportano in seguito le caratteristiche meccaniche considerate per il riempimento:

STRATIGRAFIA DI PROGETTO			PARAMETRI MECCANICI					
litologia	quota [m s.l.m.]		spessore [m]	γ [kN/m ³]	ϕ [°]	c' [kPa]	E [MPa]	c _u [kPa]
	da	a						
RIEMP	+4.30	÷ -11,00	15,30	21,00	35,00	0,00	30,00	-

Ai fini del calcolo e delle verifiche STR e GEO secondo quanto disposto dalla normativa tecnica NTC 2018 si è considerato che all'interno delle pareti combinate, nella porzione in cui si realizzerà la pista di cantiere, la falda sia posizionata e mantenuta ad una quota pari a -3 m s.l.m.

	Estensione delle infrastrutture comuni per lo sviluppo del Punto Franco Nuovo nel porto di Trieste - CUP: C94E21000460001 RELAZIONE GEOTECNICA	Pag. 23 di 24
---	---	---------------

6 CONCLUSIONI

Con il presente elaborato sono state considerate le indagini geotecniche eseguite in occasione delle campagne d'indagine pregresse e quelle più recenti. Le indagini hanno interessato sia la parte a terra che la parte a mare.

L'interpolazione dei parametri geotecnici, derivati dalle prove di laboratorio e da quelle eseguite in sito, ha permesso di definire il modello geotecnico di riferimento.