

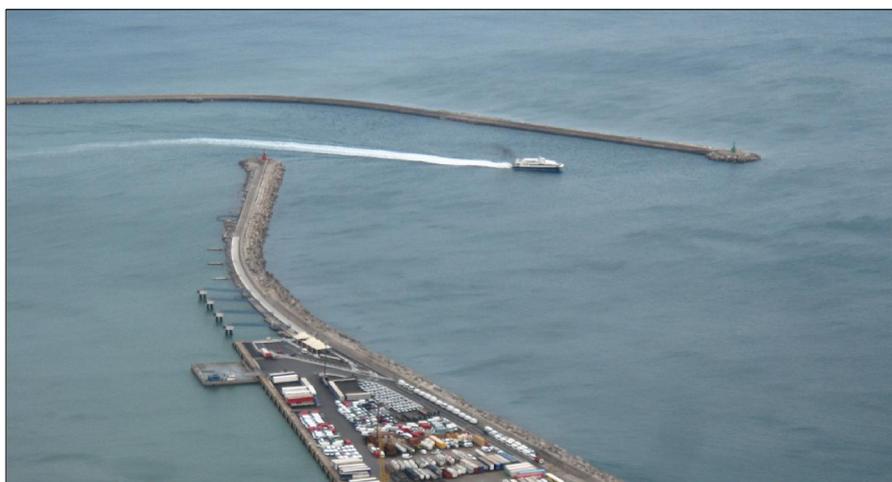


AUTORITA' PORTUALE
SALERNO

PORTO COMMERCIALE DI SALERNO

LAVORI DI PROLUNGAMENTO DEL MOLO DI SOPRAFLUTTO E
RESECAZIONE DEL TRATTO FINALE DEL MOLO DI SOTTOFLUTTO

PROGETTO DEFINITIVO



ELABORATO :
Relazione Geologica

R.U.P.
Ing. Elena Valentino

Progettisti
AREA TECNICA

Ing. Gianluigi Lalicata Arch. Corrado Olivieri

Geom. Pasquale Memoli Geom. Luigi Monetti Geom. Enrico Leone

Disegno
Geom. Carmine Memoli

data: Giugno 2013

REL.

03

RELAZIONE GEOLOGICA

OGGETTO: _____

PROGETTO PRELIMINARE DEI LAVORI DI ALLARGAMENTO DEL'IMBOCCATURA PORTUALE

LOCALITÀ: _____

PORTO DI SALERNO -

COMMITTENTE: _____

AUTORITÀ PORTUALE -

Salerno, giugno 2013

IL TECNICO INCARICATO

Dr. Geol. Rosario Lambiase

IL TECNICO COLLABORATORE

Dr. Geol. Maria Grazia Soldovieri

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	DATI GEOLOGICI, MORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI..	3
3	CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO.....	5
3.1	Ricostruzione Stratigrafica e Geologico-tecnica	5
3.2	Caratterizzazione Sismica.....	13
	CONCLUSIONI.....	15

ALLEGATI :

- ❖ **Ubicazione area di indagine**
- ❖ **Ubicazione dei sondaggi utilizzati**
- ❖ **Ricostruzione stratigrafica del sondaggio siglato come SC7**

1 PREMESSA

L'autorità portuale di Salerno ha dato incarico al sottoscritto, Dott. Geol. Rosario Lambiase, di eseguire una relazione geologica per il progetto preliminare dei lavori di allargamento dell'imboccatura portuale. Tali lavori prevedono, come meglio definito nella specifica relazione tecnica:

1. La demolizione e salpamento del tratto terminale del molo di sottoflutto per una lunghezza pari a 100 m;
2. Il prolungamento del molo di sopraflutto per una lunghezza di 200 m.

Inoltre, congiuntamente alla modifica dei suddetti banchinamenti, dovrà essere adeguato il sistema dei segnalamenti marittimi per facilitare alle navi le manovre di ingresso ed uscita. Pertanto i due fanali presenti saranno rimossi ed installati alle nuove estremità dei moli.

Scopo della presente relazione è quello di:

- rilevare le condizioni geologiche e geomorfologiche generali delle aree interessate dagli interventi;
- inquadrare le proprietà meccaniche dei litotipi oggetto di indagine;
- ottenere dati sulle caratteristiche delle falde freatiche, ove presenti;
- definire la categoria di suolo dei terreni come richiesto dal DM.10/01/2008.

Per poter raggiungere gli obiettivi di cui sopra e definire il modello geologico dell'area oggetto di intervento, le proprietà fisico-meccaniche dei litotipi fondali e ottenere dati sulle caratteristiche delle falde sotterranee sono state consultate le indagini geognostiche già eseguite nella zona di studio.

Considerando le diverse indagini eseguite e messe a disposizione dello scrivente, non si ritiene opportuno, in questa fase, eseguire ulteriori indagini di supporto. I dati di letteratura consentiranno di fornire al tecnico un quadro di informazioni il più esauriente possibile per un responsabile e corretto intervento di progettazione preliminare.

In particolare sono state le indagini e le prove sintetizzate di seguito:

- ✓ n° 4 sondaggi a carotaggio continuo (ubicati in figura 2 e siglati come S1-S2-S3-S4), prove sismiche di tipo attivo e passivo, 12 prove SPT, 8 campioni indisturbati sui quali sono state

eseguite le prove riportate nella tabella 1 (indagini eseguiti dalla ditta Geonet Italia – Servizi e Consulenze nel 2008)

- ✓ n° 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo (ubicato in figura 2 e siglato come S5), 2 prove SPT e 1 prova CPT (indagini eseguite dalla Geoservice nel 2011).

Tabella 1:

Campione	Prof. (m)	C.F.G.	Prova edometrica	Prova di taglio	Prova triassiale CD	Prova triassiale UU
S1C1	15.50÷16.00	X	X		X	
S1C2	24.00÷24.50	X		X		
S2C1	16.50÷16.80	X				
S2C2	27.00÷27.50	X		X		
S3C1	16.50÷17.00	X	X		X	
S3C2	34.50÷35.00	X	X	X		X
S4C1	19.50÷20.00	X		X		

2 DATI GEOLOGICI, MORFOLOGICI E IDROGEOLOGICI.

L'area oggetto di studio è situata all'interno del Graben del golfo di Salerno che, costituisce un basso strutturale ad andamento antiappenninico, delimitato da faglie bordiere, originatosi tra il Miocene Superiore ed il Pleistocene Superiore.

Essa, da un punto di vista geologico – regionale rientra nel settore nord-occidentale del sistema morfo-strutturale della valle del Sele, che rappresenta un più esteso graben costiero delineatosi a seguito degli ultimi movimenti neotettonici strastensivi Pliocenici e ribassato verso il mar Tirreno secondo una gradinata di faglie dirette immergenti verso il centro della piana ed il mare. Questa depressione strutturale, originatesi probabilmente già alla fine del Miocene, è stata colmata gradualmente, durante il Pliocene ed il Pleistocene, grazie all'apporto di materiale detritico alluvionale dei corsi d'acqua provenienti prevalentemente dai quadranti settentrionali i cui rilievi (M. Picentini), nel contempo, erano soggetti ad un energico sollevamento e ad un intenso smantellamento denudazionale.

A tali fasi tettoniche si deve lo smembramento del complesso calcareo dolomitico dei Monti Picentini che, creando zone più deboli, ha consentito l'instaurarsi dei principali corsi d'acqua. In particolare il fiume Irno, si snoda con andamento all'incirca nord-sud e segue il tracciato di una

importante linea di frattura che si sviluppa verso nord dislocando la successione dolomitica triassica, e ponendola a contatto, a sud, con i depositi pliocenici. Il fiume Fuorni, invece si sviluppa con andamento nord-est sud-ovest, e dopo aver solcato, nella parte alta del suo corso, la formazione conglomeratica pliocenica sfocia nel Tirreno attraversando le alluvioni attuali e recenti.

Riferendoci alla zona urbanizzata, la città di Salerno si sviluppa prevalentemente su depositi alluvionali.

Ad nord di essa si rinvergono le successioni dolomitiche di piattaforma mentre ad est sono presenti blandi rilievi costituiti geologicamente da una formazione plio-pleistocenica nota come "Conglomerati di Salerno".

L'andamento morfologico, e di conseguenza la possibilità di sviluppo urbanistico della città, è stato fortemente condizionato dalla costituzione geologica del comprensorio il quale, infatti, presenta forti pendenze lungo i versanti litoidi della zona nord-ovest e dolci pendii nella parte orientale.

In questa zona gli agenti esogeni hanno modellato le formazioni conglomeratiche suddette generando una serie di lievi ondulazioni, solcate da modesti corsi d'acqua; tipiche forme rinvenibili in questi depositi sono, inoltre, le spianate di erosione legate ad antiche fasi di modellamento ed i versanti di faglia che le sospendono.

La stessa area urbanizzata conserva caratteristiche plano altimetriche dettate dalla peculiarità del substrato ed ha trovato maggiori sbocchi e nuovi insediamenti verso est e sud-est. Nel settore occidentale tali depositi alluvionali recenti, presenti verso valle, fanno passaggio a materiali grossolani a spigoli poco arrotondati che costituiscono le conoidi di raccordo con i rilievi carbonatici.

Da un punto di vista idrogeologico a grande scala è possibile discriminare, all'interno dei litotipi affioranti sul territorio comunale di Salerno, cinque complessi idrogeologici caratterizzati da diversi gradi di permeabilità come riportato di seguito:

PERMEABILITÀ MOLTO ELEVATA

- Complesso calcareo-dolomitico-marnoso, è formato dai terreni dell'Unità dei Monti Picentini – Taburno ed è caratterizzato da una permeabilità per fratturazione e carsismo di grado elevato nel membro calcareo, da una permeabilità per fratturazione di medio grado nel membro dolomitico e da una permeabilità di grado molto basso nei livelli marnosi e calcareo marnosi.

PERMEABILITÀ MEDIA

- Complesso alluvionale: comprendente depositi alluvionali in senso stretto, sabbie dunari e depositi lagunari. Tale complesso è caratterizzato da una permeabilità per porosità variabile in relazione alla granulometria dei depositi.

PERMEABILITÀ MEDIO-BASSA

-Complesso arenaceo-conglomeratico: comprendente arenarie, conglomerati e tufo litoide. Questo complesso è caratterizzato da una permeabilità per porosità di grado basso nelle piroclastiti e media nelle fasce detritiche.

PERMEABILITÀ BASSA

-Complesso dei terreni a prevalente componente limo-argillosa: comprendente coperture eluvio-colluviali, detrito di falda, tufi incoerenti, argille. È il complesso formato dai terreni flyschoidi dell'Unità di Villamaina e delle Argille vari colori, nonché dai conglomerati di Salerno e di Eboli ed è caratterizzato da una permeabilità di grado molto basso.

3 CARATTERISTICHE DEL SOTTOSUOLO

3.1 Ricostruzione Stratigrafica e Geologico-tecnica.

Considerando l'intervento a farsi, la mole di dati disponibile, lo scrivente non ha richiesto ulteriori indagini di dettaglio in questa fase del progetto. Ha ritenuto opportuno riportare le caratteristiche dei sondaggi geognostici siglati come SC7-S1-S2-S3-S4-S5 realizzati nella zona di intervento e una ricostruzione di massima delle variazioni laterali dei livelli stratigrafici ricostruiti. La stratigrafia del sondaggio SC7 è riportato in allegato: non è stato utilizzato per ricostruire le morfologie dei diversi strati discriminati in quanto nella ricostruzione stratigrafica non viene riportato lo spessore della banchina.

Le proprietà geotecniche dei terreni oggetto di intervento sono state stimate considerando le diverse prove SPT eseguite nei sondaggi geognostici e dalla prova CPT realizzata a poca distanza del sondaggio siglato come S5.

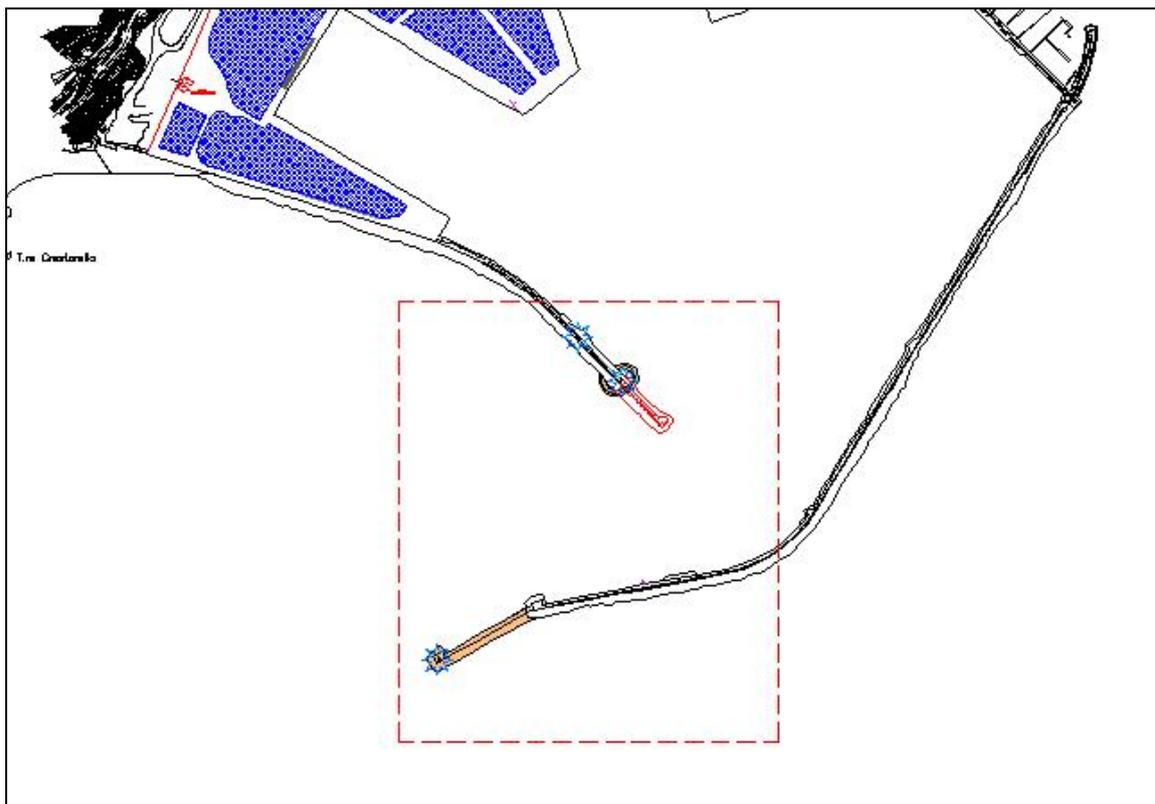


Figura 1: Ubicazione dell'intervento a farsi. (v.di testo)

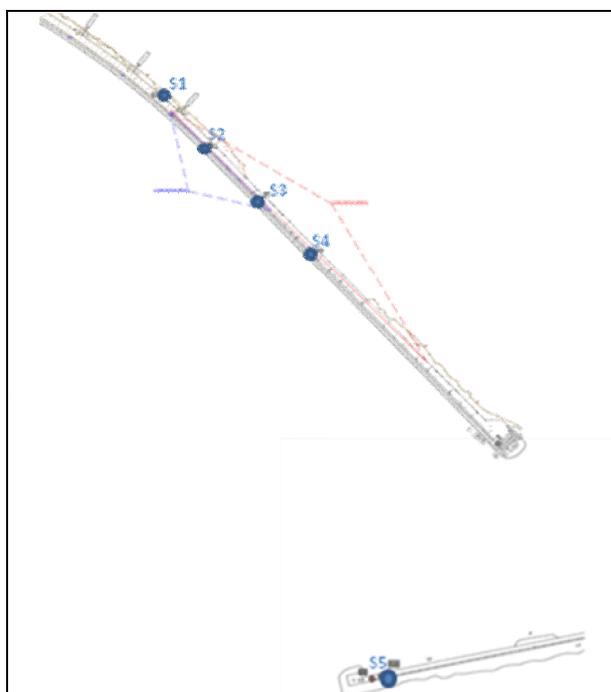


Figura 2: Ubicazione dei sondaggi consultati dallo scrivente

La stratigrafia ricostruita considerando quanto rinvenuto nei sondaggi ubicati secondo quanto riportato in fig. 2, è caratterizzata dalle seguenti litologie:



Massetto di calcestruzzo di spessore massimo misurato, ove è presente pari a 3.0 m;



Materiale lapideo poligenico (lavico e calcareo) in blocchi costituente il corpo della banchina di spessore massimo misurato pari a 14m.



Sabbie limose medio fini di colore marrone giallastro, ben addensate di spessore massimo misurato 10.5 m.



Sabbie limose e limi di colore grigio verde con locali accumuli di spessore decimetrico di gusci di conchiglie in frammenti; lo spessore massimo misurato è pari a 14.5 m.



Sabbia medio grossolana di colore grigio nerastra con clasti millimetrici arrotondati carbonatici; lo spessore massimo misurato è pari a 8,0 m.



Sedimenti torbosi di colore nerastro, talora laminati ed alternati a limi sottili. Dei diversi sondaggi consultati è stato rinvenuto solo nel sondaggio siglato come S3 e di spessore pari a 4 m. Trattasi di una lente che andrebbe investigata con maggior dettaglio considerando le proprietà geotecniche scadenti di tale litologia.



Limi argillosi grigio azzurri passanti verso il basso ad argille grigie plastiche. Tracce di alterazione per ossidazione. Dei diversi sondaggi consultati è stato rinvenuto solo nel sondaggio siglato come S3 e di spessore pari a 3 m.



limo di colore grigio passante, verso il basso, a limi argillosi di colore beige con tracce di alterazione di colore arancio ocra.

Per rendere più semplice il confronto e il rapporto stratigrafico tra i diversi strati discriminati, nelle figure seguenti sono riportate, schematicamente, le ricostruzioni stratigrafiche ottenute su ciascun

sondaggio (fig. 3) e alcune sezioni rappresentative (figg. 3 e 4) che visualizzano le variazioni sia laterali sia in profondità dei terreni presenti. In particolare, la sezione riportata in figura 4, evidenzia la presenza di due lenti, una più superficiale costituita da sabbie giallastre intercettata da 3 sondaggi e una più profonda discriminata esclusivamente nel sondaggio siglato come S3. Trattasi di sedimenti torbosi di spessore pari a 4m al di sotto dei quali, prima di passare ai limi discriminati anche in altri sondaggi, sono presenti dei limi grigio azzurri.

Si sottolinea che, considerate le proprietà meccaniche piuttosto scadenti di queste litologie e non avendo discriminato nel sondaggio S5 i terreni presenti al disotto delle sabbie limose, è indispensabile, ottenere informazione dei terreni presenti a profondità maggiori di 35m: la presenza di livelli torbosi di modesto spessore, non correttamente stimati e/o non valutati nel calcolo dei cedimenti potrebbe essere la causa di fenomeni di instabilità.

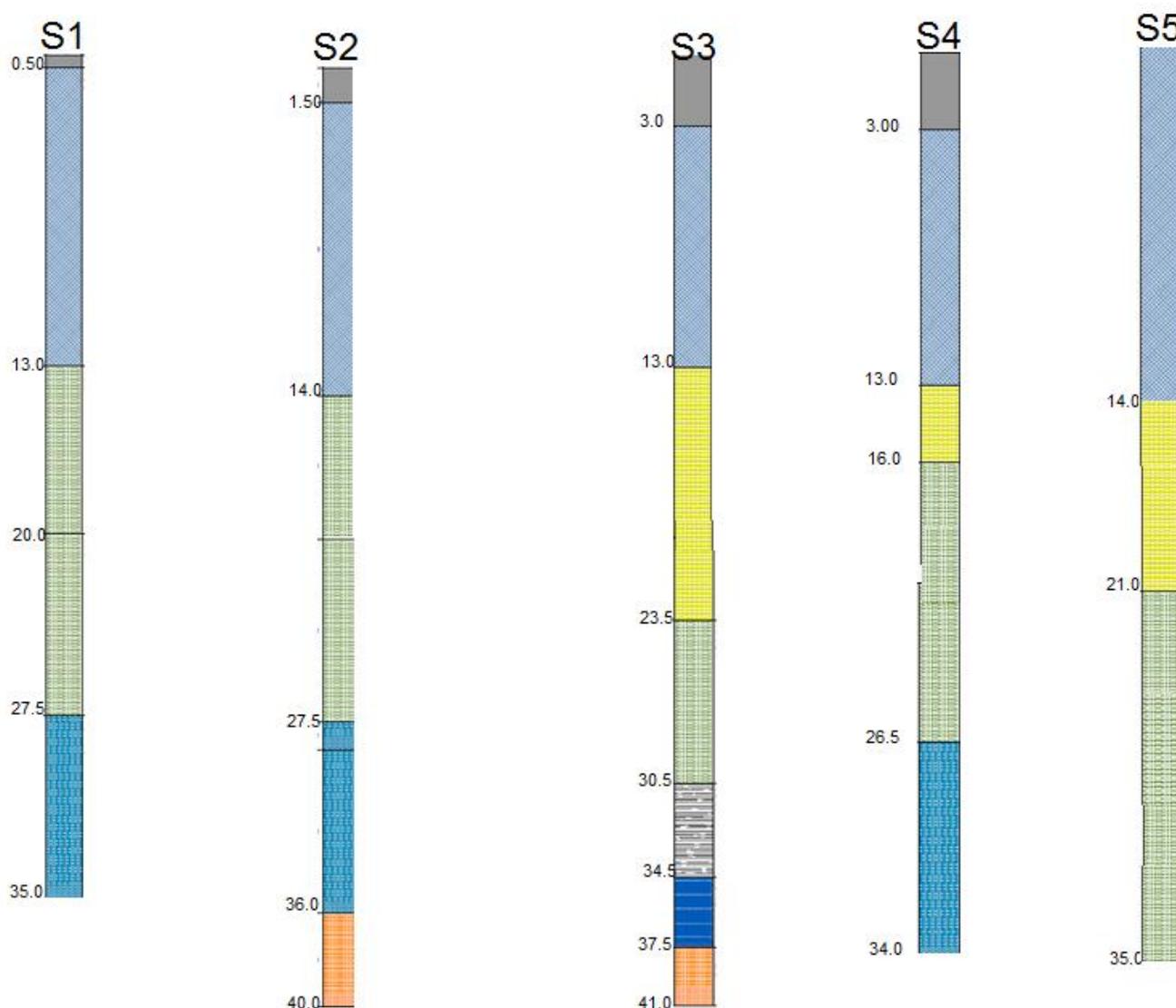


Figura 3: Schema dei sondaggi utilizzati nella relazione rappresentativo delle variazioni litologiche sia in verticale che in profondità della zona di indagine.

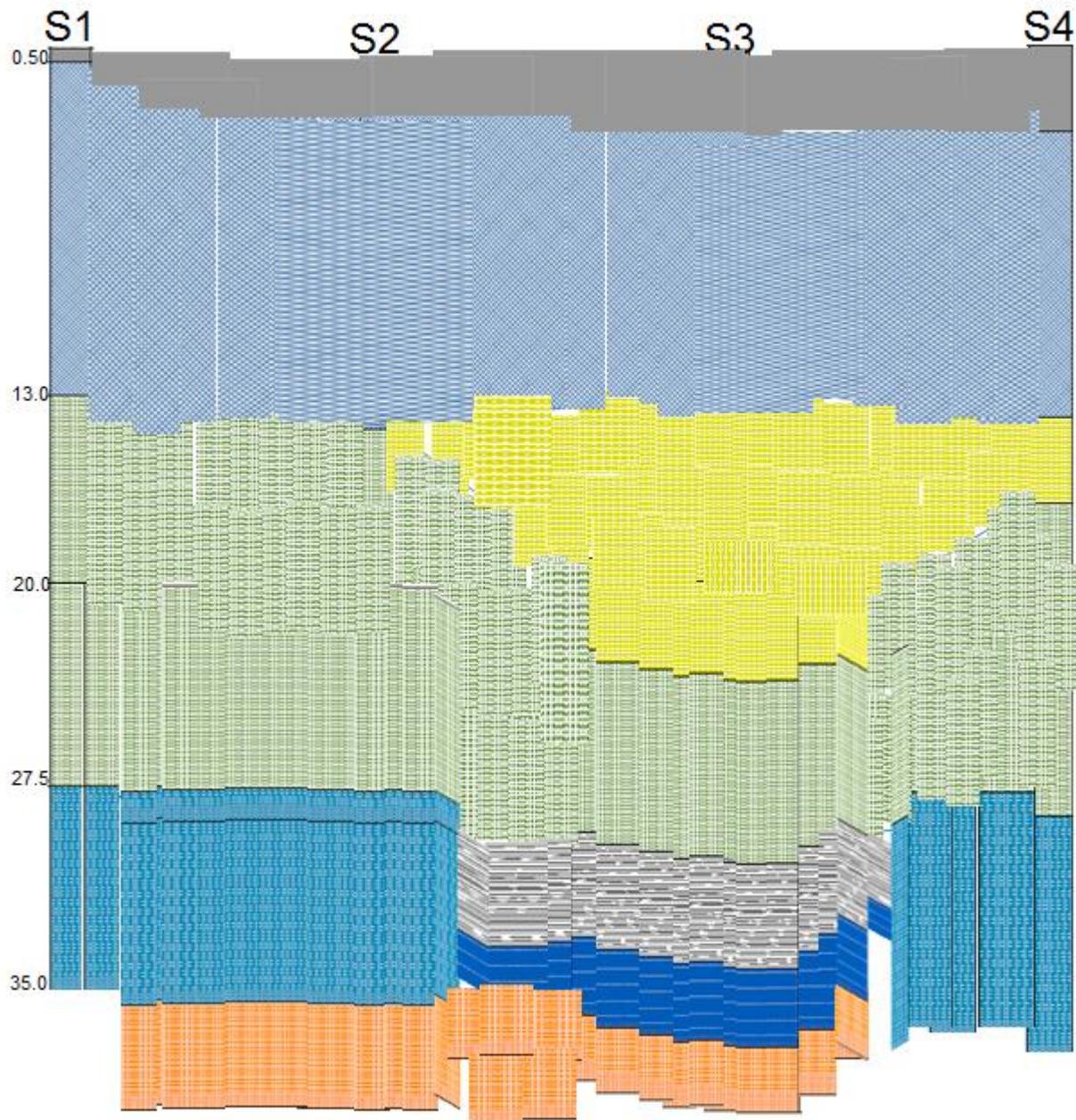


Figura 4: Sezione stratigrafica in cui si evidenzia la presenza di discontinuità laterali. Le profondità delle diverse litologie sono misurate solo al disotto dei sondaggi; lateralmente sono state interpolate.

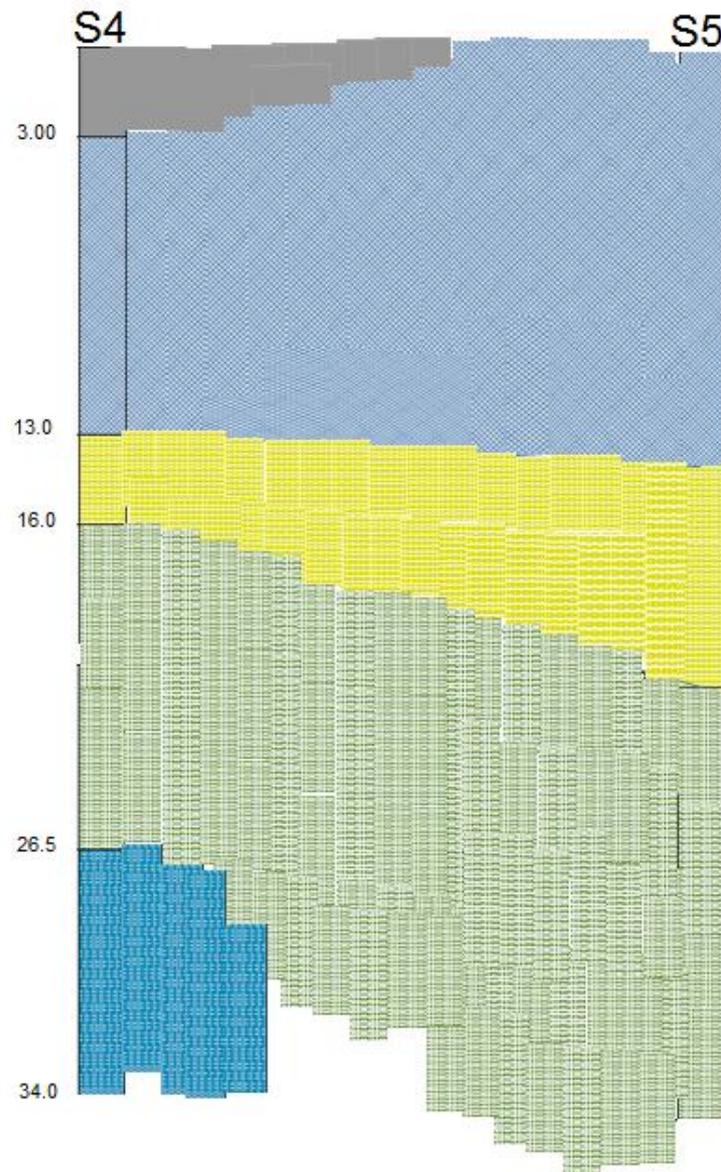


Figura 5: Sezione stratigrafica in cui si evidenzia la presenza il rapporto stratigrafico tra le diverse litologie presenti. di discontinuità laterali. (v.di testo)

Per quanto specificamente relativo alla proprietà meccaniche dei terreni, sono state utilizzate le prove Nspt eseguite sui diversi sondaggi e la prova CPT realizzata a ridosso del sondaggio siglato come S5. I risultati delle prove Nspt sono sintetizzati nelle figure 7, 8 e 9 mentre le analisi delle prove CPT hanno consentito di stimare le seguenti proprietà meccaniche per le due diverse tipologie di sabbie discriminate:



densità relativa pari a 30%, peso di volume 1,80 t/mq, peso di volume saturo 2,10 t/mq, un angolo di resistenza al taglio pari a 32°, un modulo di Yang pari a 27 Kg/cmq, un modulo edometrico pari a 79 Kg/cmq, un modulo di deformazione al taglio pari a 120 Kg/cmq, un modulo di reazione K_0 pari a 0,38.



densità relativa pari a 60%, peso di volume 1,80 t/mq, peso di volume saturo 2,10 t/mq, un angolo di resistenza al taglio pari a 37°, un modulo di Yang pari a 224 Kg/cmq, un modulo edometrico pari a 720 Kg/cmq, un modulo di deformazione al taglio pari a 436 Kg/cmq, un modulo di reazione K_0 pari a 0,53.

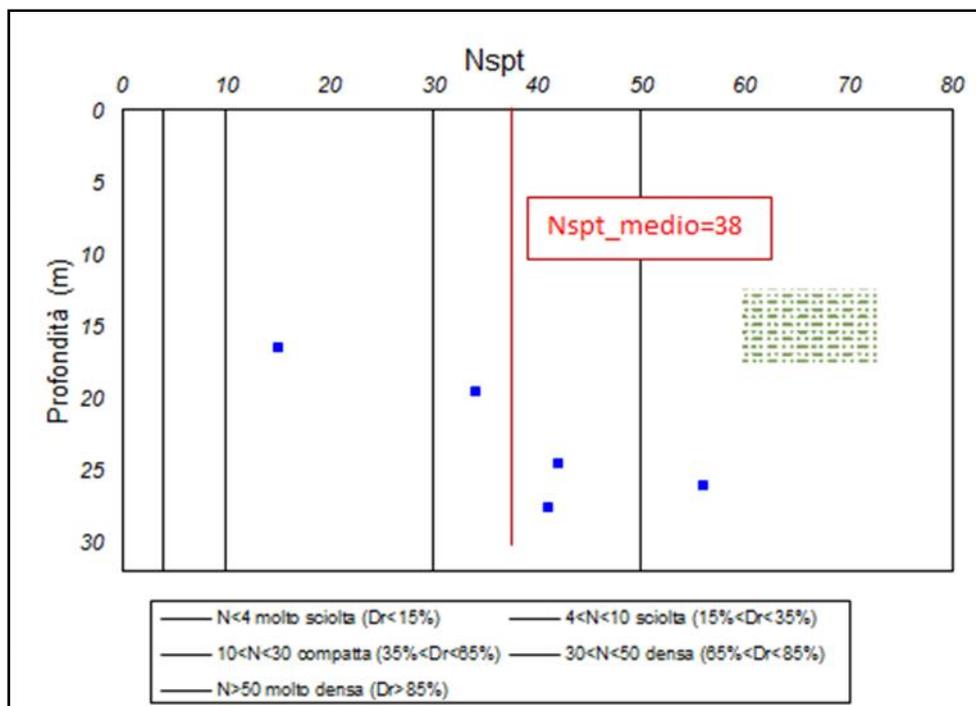


Figura 7: rappresentazione schematica delle diverse prove SPT eseguite sulle sabbie limose.

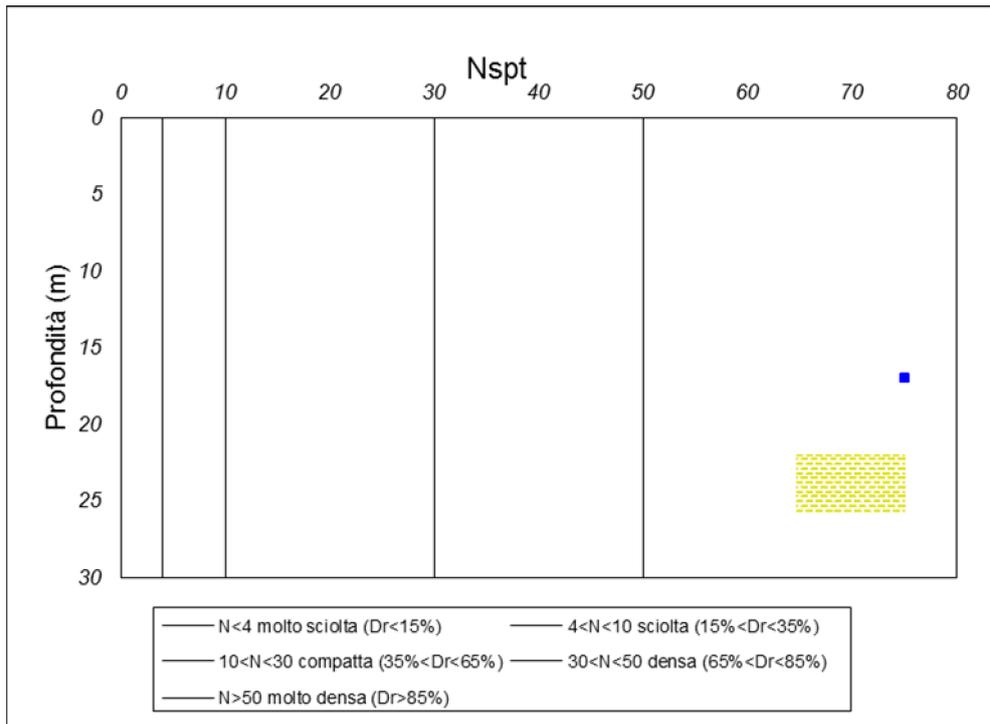


Figura 8: rappresentazione schematica della prova SPT eseguita sulle sabbie limose medio fini.

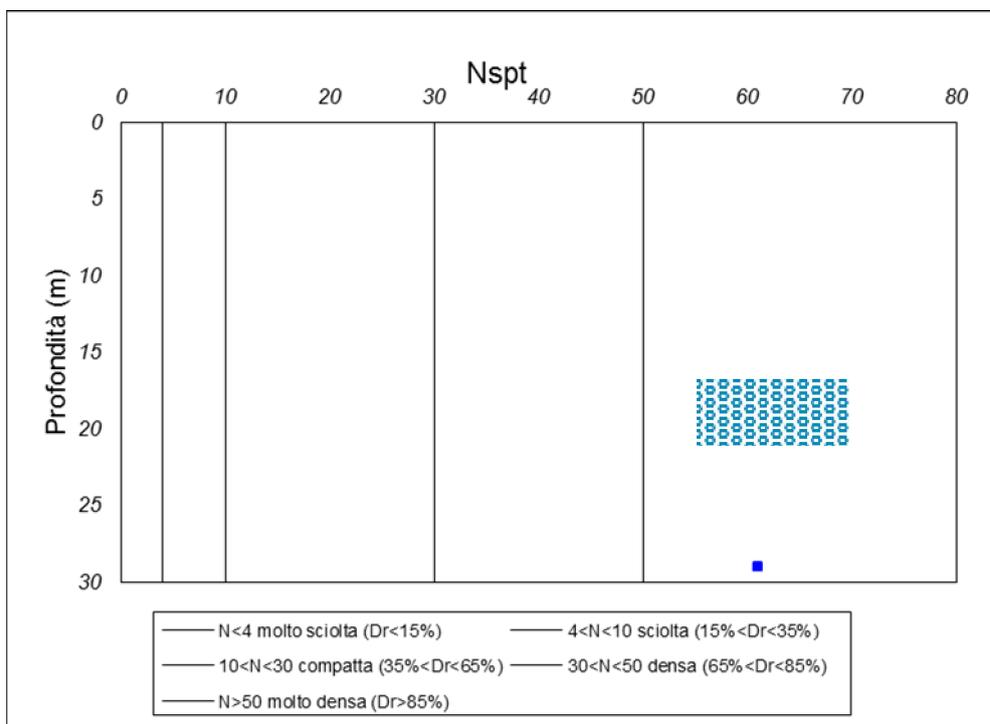


Figura 9: rappresentazione schematica della prova SPT eseguita sulle sabbia medio grossolana.

Infine, per quanto specificamente relativo alle due tipologie di limi discriminati, essi sono differenti dal punto di vista litologico ma non geotecnico. Infatti, le prove Nspt eseguite su tali litologie hanno stimato lo stesso valore di Nspt pari a 29 al quale è correlabile un grado di consistenza molto duro. Su questa tipologia di terreno sono presenti in letteratura delle prove di laboratorio di cui si riportano schematicamente alcuni parametri stimati:

Grandezze indici rilevate in laboratorio

γ_n	Peso dell'unità di volume naturale	g/cmc	1,86
γ_s	Peso specifico dei granuli	g/cmc	2,70
w	Contenuto di acqua naturale	%	32,46

Grandezze indici derivate analiticamente

γ_d	Peso dell'unità di volume secco	g/cmc	1,40
n	Porosità	%	47,99
e	Indice dei vuoti	---	0,92
s_r	Grado di saturazione	%	94,97
γ_{sat}	Peso dell'unità di volume saturo	g/cmc	1,88
γ'	Peso dell'unità di volume sommerso	g/cmc	0,88

Sullo stesso campione sono stati misurati anche i limiti di liquidità pari a 55,23 e il limiti di plasticità pari a 30,46. La stima del relativo indice di plasticità ha consentito di campire la litologie come limo inorganico ad alta compressibilità. La prova di taglio diretto ha stimato un valore dell'angolo di attrito pari a 24° e una coesione di 18,70 Kpa mentre la prova triassiale eseguita in condizioni non consolidate e non drenate, ha fornito un valore di cu pari a 52,7 KPa.

3.2 Caratterizzazione Sismica

Per quanto concerne la caratterizzazione sismica sono stati utilizzati i risultati della prova sismica tipo FTAN eseguite in aree prossime a quella di intervento dalla Geonet Italia – Servizi e Consulenze nel 2008. Rimandando al dettagliato Report redato dalla stessa società, nel quale si precisano tutte le fasi di elaborazione dei dati, di seguito si riportano solo le elaborazioni definitive sintetizzate nel

grafico di figura 10. Gli alti valori di velocità discriminati nei primi 13 m sono legati alla presenza della banchina mentre le velocità dei sedimenti marini presenti al disotto della banchina sono comprese nel range 216 a 430 [m/sec]. Le velocità dei sedimenti aumentano con la profondità a causa dell'addensamento della coltre sedimentaria e all'intercalazione di sedimenti più grossolani. Il parametro di Vs30 stimato considerando i valori di Vs misurati da 13 fino a 43m (schematizzati nel grafico di fig. 10) è pari a 240 m/s a cui è correlabile la categoria di suolo C.

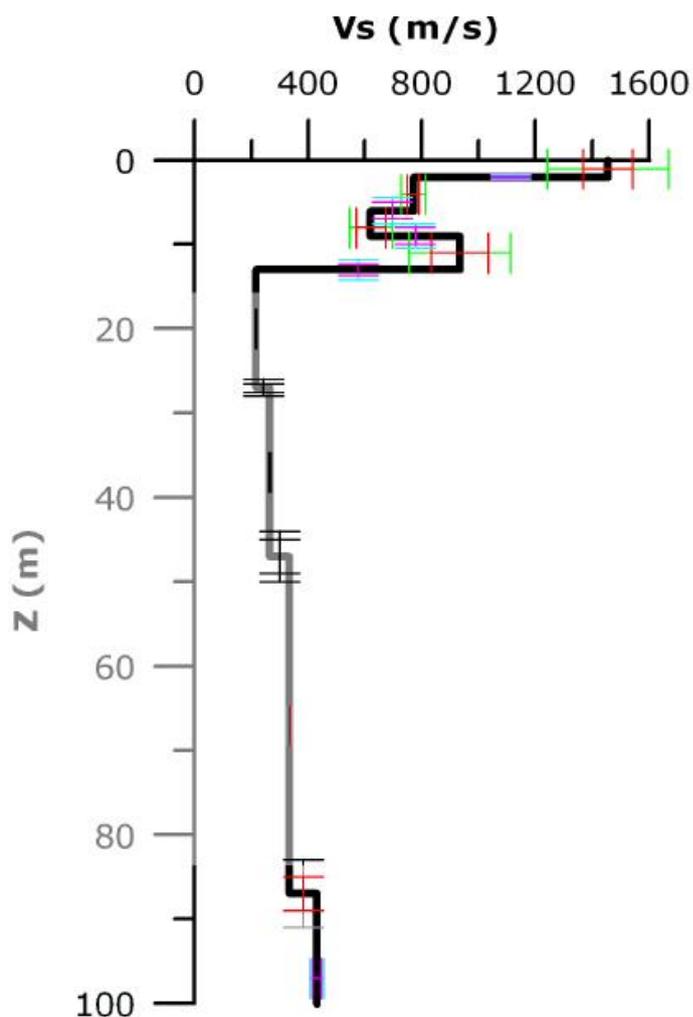


Figura 10: profilo di velocità.

OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Sulla scorta del rilevamento geologico, delle indagini geognostiche eseguite in sito ed in laboratorio e delle elaborazioni su esposte si è giunti alle seguenti determinazioni:

- L'area oggetto di studio, è parte integrante di un contesto morfologico del tutto antropizzato ed essenzialmente sub pianeggiante. Pertanto non sono stati rilevati fenomeni significativi di movimenti gravitativi in atto, per cui risulta che essa è stabile.

- L'area in oggetto ricade, in zona di seconda categoria con coefficiente di intensità sismica pari a 0.07; pertanto si è analizzato la probabilità della suscettibilità alla liquefazione dei terreni investigati. Come è noto, però, perché esista tale pericolo, occorre che siano verificate contemporaneamente le seguenti condizioni:
 - terreni saturi immersi in falda;
 - granulometria uniforme nel campo delle sabbie medio fini;
 - pressione litostatica ridotta;
 - stato di addensamento sciolto;
 - scossa sismica di notevole intensità.

Perché si verifichi il fenomeno della liquefazione è necessario che siano verificate tutte le condizioni su riportate. Nel caso in esame i terreni investigati, fatta eccezione per la presenza dell'acqua nei primi metri dal p.c. e per la presenza di strati sciolti, non presentano tutte le condizioni su riportate per cui sono da escludersi rischi dovuti alla liquefazione.

- Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono dettagliatamente descritte nei paragrafi 3.1 e 3.2.

- Lo studio dei parametri sismici delle litologie presenti e la stima del Vs30, ha consentito di ascrivere i terreni presenti nella zona oggetto di intervento, alla categoria di terreno tipo **C**;
- La valutazione della pericolosità sismica, secondo quanto presente in letteratura, considerando i terreni campiti come categoria C, un periodo di ritorno di 475 anni e un coefficiente di suolo pari a 1.500, stima uno spostamento massimo del suolo per il terremoto di progetto pari a 0,0047 m e una velocità massima del suolo corrispondente ad un valore di 0,0148 m/s.

Infine si sottolinea che la ricostruzione stratigrafica ha evidenziato la presenza di una lente costituita da sedimenti torbosi di spessore pari a 4m. Considerate le proprietà meccaniche piuttosto scadenti di queste litologie e non avendo discriminato, nel sondaggio siglato come S5 rappresentativo della zona di intervento, le litologie presenti al disotto delle sabbie limose, si suggerisce di programmare nelle successive fasi di progettazione, una campagna di indagine i cui sondaggi geognostici debbano essere spinti a profondità maggiori di 35m in modo da intercettare i terreni presenti al disotto delle sabbie limose: la presenza di livelli torbosi di modesto spessore, non correttamente stimati e/o non valutati nel calcolo dei cedimenti, potrebbero essere la causa di fenomeni di instabilità

Tanto per incarico ricevuto.

Salerno, giugno 2013

Il tecnico incaricato

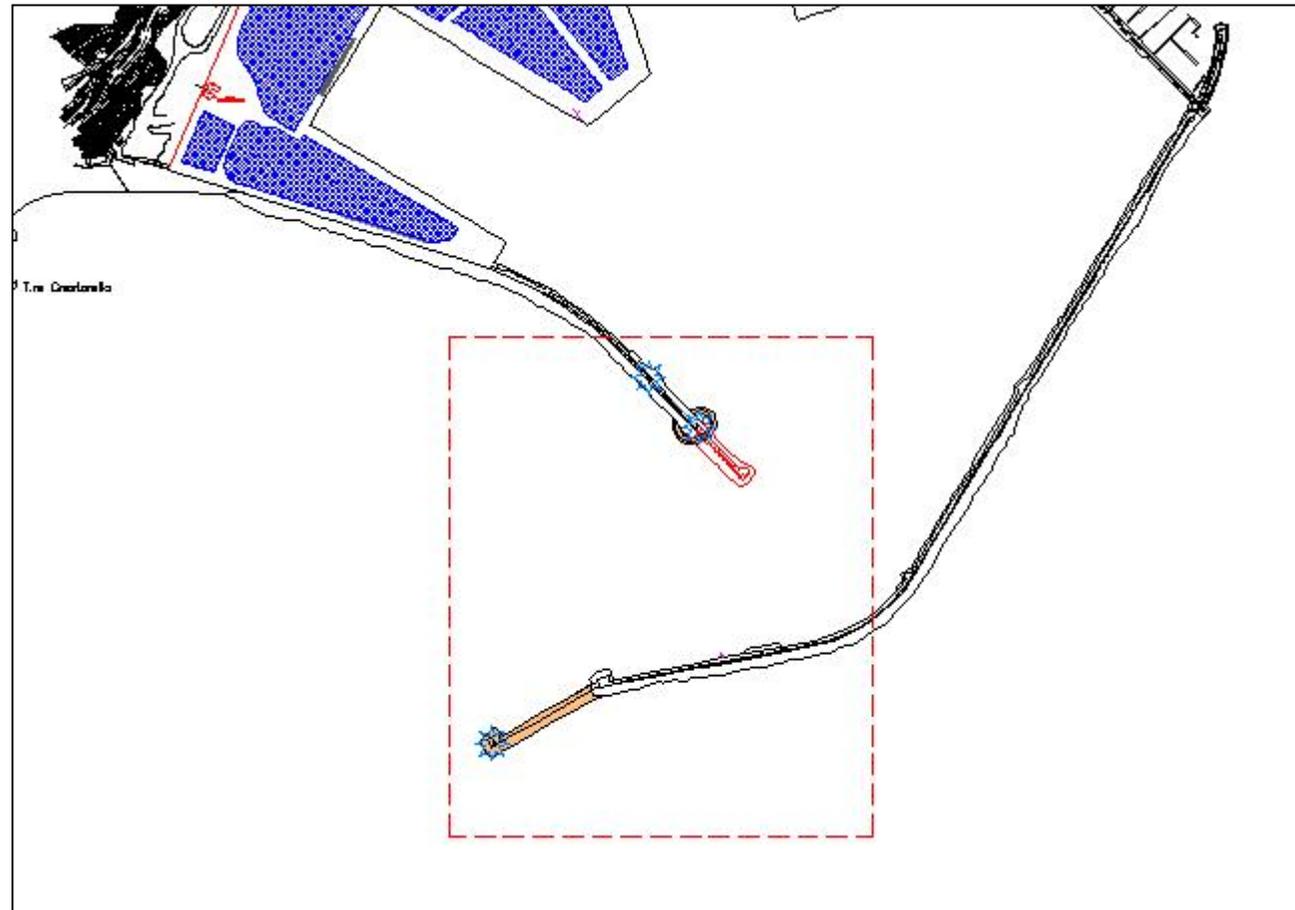
Dott. Geol. Lambiase Rosario



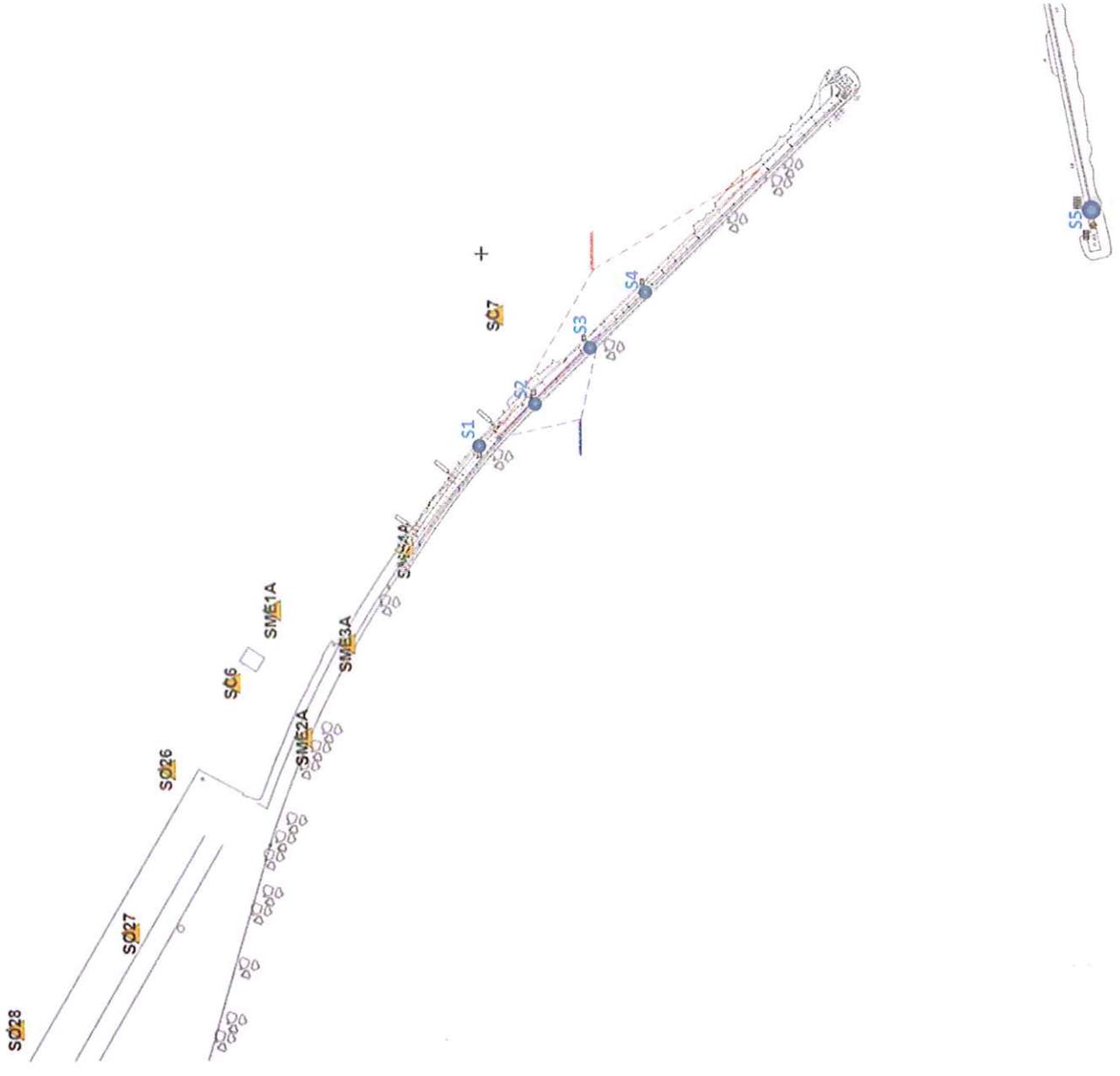
Il tecnico collaboratore

Dott. Geol. Soldovieri Maria Grazia

Ubicazione area di intervento



Ubicazione dei diversi sondaggi e prove utilizzati per la caratterizzazione geologico-tecnica



Ricostruzione stratigrafica del sondaggio SC7

