



PROGETTO DEFINITIVO

COLD IRONING

PIOMBINO



Titolo Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA

REV.	DATA	DESCRIZIONE		REDATTO:
02				
01	Marzo 2023	Seconda emissione		
00	Dicembre 2022	Prima emissione		
<u>Progettista:</u> Ing. Davide Sciutto			<u>Gruppo di progettazione:</u> Ing. Giorgio Mainardi Ing. Barbara Bottoni Ing. David Zanobetti Geol. Dario D'Avino Progetec s.n.c.	
Coordinatore della progettazione:		Organo di verifica	IL RUP	IL DIRIGENTE
Ing. Davide Sciutto		Malvezzi & Partners	Ing. Sandra Muccetti	Ing. Sandra Muccetti

Sommario

1.PREMESSA.....	3
2.INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	3
3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	5
4. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	5
5. VINCOLI E VERIFICA DELLE PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ GEOLOGICA.....	6
6. GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, SISMICITA' E QUADRO GEOTECNICO DELL'AREA.....	12
6.1. GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO E DESCRIZIONE DELLE LITOLOGIE AFFIORANTI.....	12
6.2. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA.....	13
6.3. SISMICITÀ DELL'AREA.....	13
6.3.1 – Zonazione sismica.....	14
6.3.2 – Pericolosità sismica.....	15
6.3.3 – Determinazione della categoria di suolo e caratteristiche topografiche ai fini della risposta sismica.....	19
6.4. INQUADRAMENTO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA	26
6.5. MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....	27
6.5.1 Sondaggio S1_2004.....	27
6.5.2 Sondaggio S2_2004.....	31
6.5.3 Sondaggio S2_2008.....	35
6.5.3 Prove CPTU.....	37
6.5.4 Applicazione di rilevato di precarica.....	37
6.5.5 Caratterizzazione geotecnica dei terreni.....	39
7. VALUTAZIONI CONCLUSIVE.....	70

1.PREMESSA

Il presente studio, è stato realizzato su incarico dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Settentrionale, a supporto della progettazione di una cabina di distribuzione di energia elettrica all'interno del progetto denominato COLD IRONING.

L'area d'indagine risulta caratterizzata da numerose indagini geognostiche e sismiche, realizzate a supporto di precedenti indagini. In particolare riteniamo sufficiente utilizzare indagini eseguite all'interno della stessa area portuale, realizzate in adiacenza all'intervento proposto.

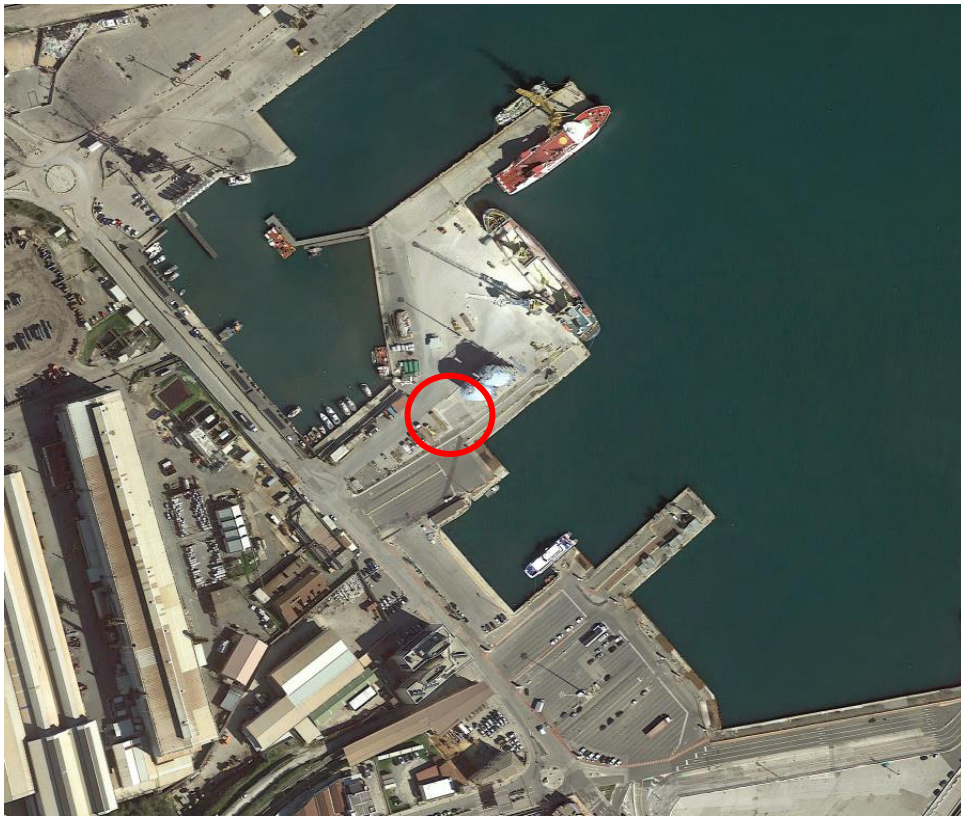
Ci avvarremo pertanto dei risultati disponibili, assimilabili per affidabilità e completezza, in considerazione della loro ubicazione rispetto a quella d'intervento, ad indagini svolte appositamente, per ricavare una adeguata caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica dell'area d'intervento.

2.INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in studio, si colloca nell'area portuale di Piombino in corrispondenza della Banchina Magona.

Di seguito si riporta un d'inquadrimento generale dell'area d'intervento, costituito da una foto aerea dell'area portuale di Piombino.

Nella figura successiva si riporta invece uno stralcio della stessa immagine che indica nel dettaglio l'area d'intervento.



3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il sito d'intervento si colloca nell'area portuale, in corrispondenza della Banchina Magona, nei pressi della Darsena Lanini.

L'area d'indagine risulta geomorfologicamente in gran parte modificata dall'intensa urbanizzazione, che ha determinato in particolar modo la realizzazione di reinterri per realizzare le banchine e di sbancamenti per la realizzazione di un fondale con caratteristiche di profondità adeguate all'attività portuale.

A monte dell'area d'intervento, verso la città, le quote aumentano progressivamente in particolar modo verso SO, dove si individua un modesto rilievo originariamente con quota s.l.m.m. di circa **40 m.**, il cui profilo è stato successivamente modificato per la realizzazione di parcheggi, assumendo così in corrispondenza della sua sommità, una geometria caratterizzata da ampi piazzali ed una quota variabile tra i **14,0** ed i **14,5 m s.l.m.m.**

4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la caratterizzazione geologica e geotecnica dell'area interessata all'intervento, si è provveduto alla raccolta bibliografica di dati appartenenti a studi pregressi realizzati in adiacenza all'area d'intervento. Si sono presi in considerazione anche altre indagini realizzate nelle aree limitrofe e nel medesimo contesto geologico.

CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2004 (ottobre-novembre)

- n.2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1 e S2), spinto fino a -30,0 m dal piano banchina. ed eseguiti dalla ditta Sondedile Srl.
- n.8 prove SPT in foro, di cui n.3 nel sondaggio S1 e n.5 nel sondaggio S2;
- n. 4 prove pressiometriche, di cui n.2 nel sondaggio S1 e n.2 nel sondaggio S2;
- Nel sondaggio S1 sono stati ricavati n 3 campioni indisturbati dei quali però non sono stati recuperati i certificati e dei quali pertanto non abbiamo avuto possibilità di analisi;
- n.5 prove CPTU.

Pur collocati a maggior distanza dal sito d'intervento, abbiamo considerato anche i risultati della seguente campagna geognostica al fine di poter definire un modello geologico ed un modello geotecnico dell'area esteso ad un intorno significativo.

CAMPAGNA GEOGNOSTICA 2008

- n.3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S1_2008, S2_2008, S3_2008), spinti rispettivamente fino a -28,2 m, -31,5 m e -23,1 m da piano banchina ed eseguiti dalla ditta Ichnogeo Sas di San Miniato Basso (Pi).
- n.8 prove SPT in foro, di cui n.3 nel sondaggio S1, n.2 nel sondaggio S2 e n. 3 nel sondaggio S3;
- n.2 prelievi di campioni indisturbati e relative analisi geotecniche di laboratorio dal sondaggio S1;

5. VINCOLI E VERIFICA DELLE PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ GEOLOGICA

L'area in studio non risulta sottoposta a tutela del Vincolo Idrogeologico (R.D. n.3267/1923).

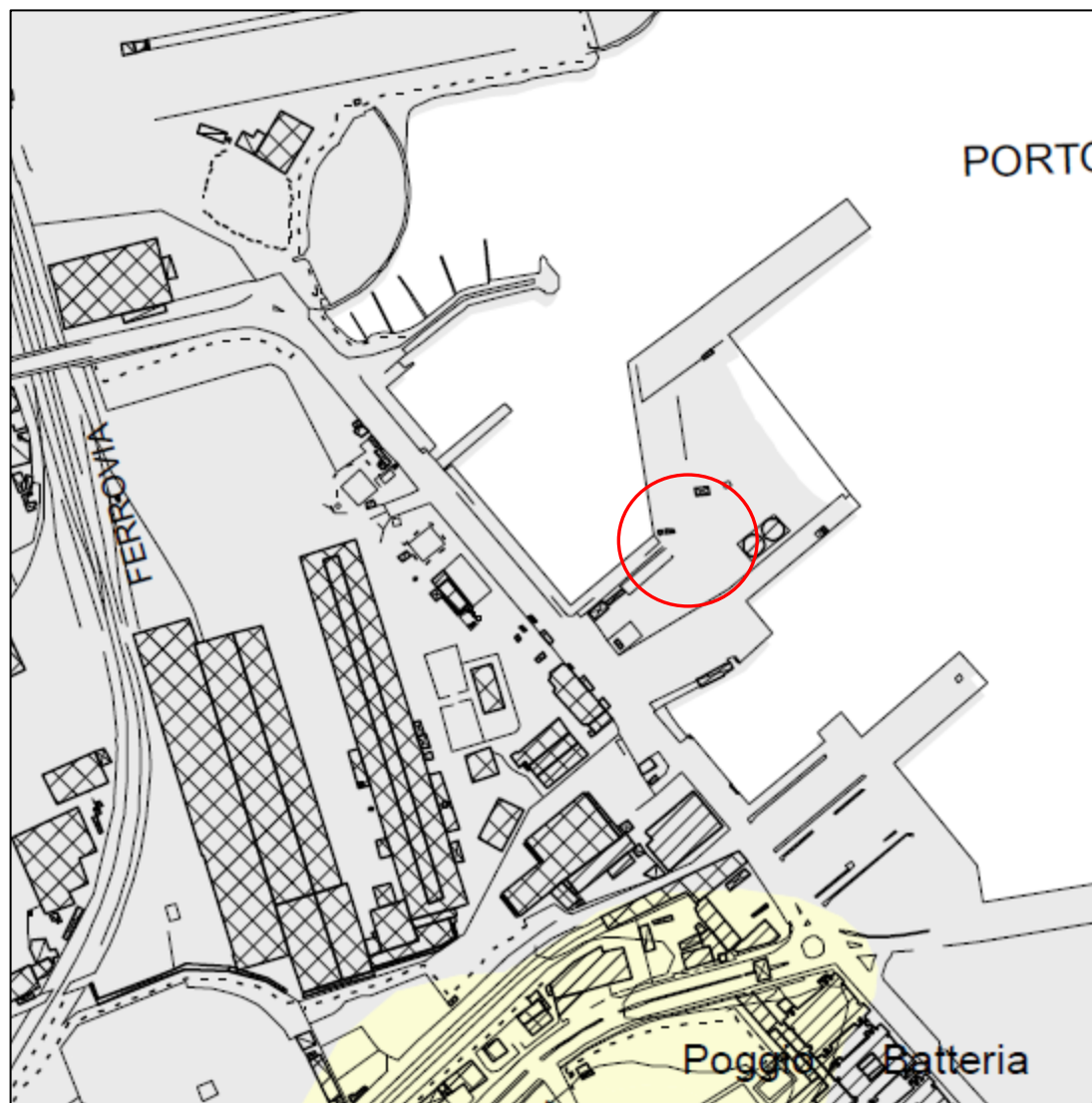
Lo Strumento Urbanistico generale del Comune (Regolamento Urbanistico), definisce, secondo le risultanze del suo quadro conoscitivo, le classi di pericolosità geologica ed idraulica.

Nel mese di Aprile 2021, il Comune di Piombino, ha provveduto ad adottare il nuovo Strumento Urbanistico (Nuovo Piano Strutturale) che, a sua volta definisce un nuovo quadro conoscitivo in riferimento alle problematiche di carattere geologico ed idrologico-idrauliche, per l'area interessata.

Di seguito pertanto, riproponiamo un quadro riassuntivo relativo ai vari quadri conoscitivi che si sono susseguiti, riferibili agli S.U. vigenti ed a quello adottato, ritenendo poi adeguato utilizzare al fine della determinazione delle condizioni di fattibilità, il quadro conoscitivo più cautelativo.

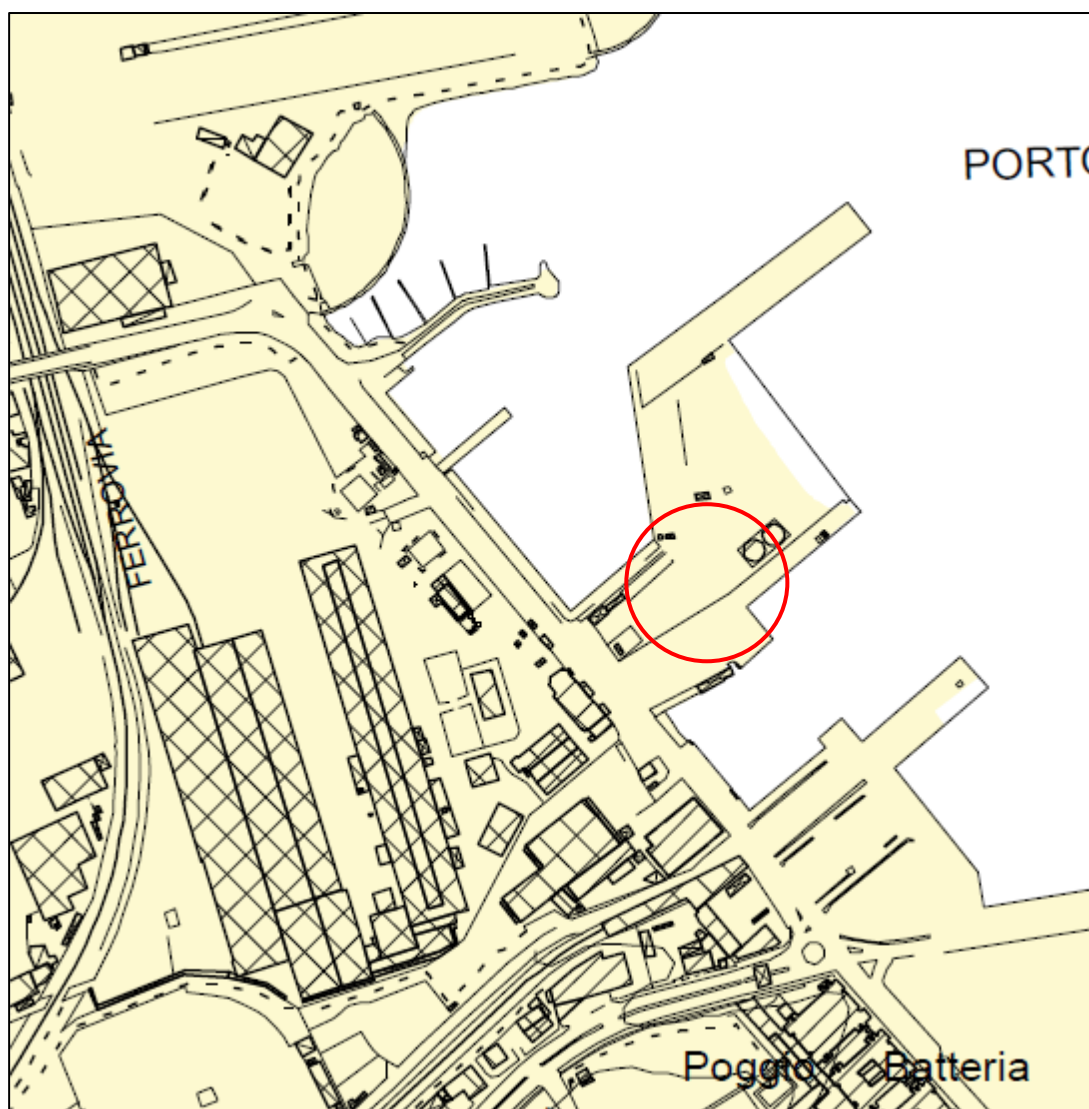
L'area d'intervento, secondo il Q.C. dello **S.U. vigente** si colloca:

- in **classe di pericolosità geomorfologica G.1 (bassa)**.
- in **classe di pericolosità idraulica I.1 (bassa)**.



- G.1 - Pericolosità geologica bassa
- G.2 - Pericolosità geologica media
- G.3 - Pericolosità geologica elevata
- G.4 - Pericolosità geologica molto elevata

Stralcio della Carta di Pericolosità geologica tratta dal Quadro Conoscitivo del Regolamento Urbanistico vigente



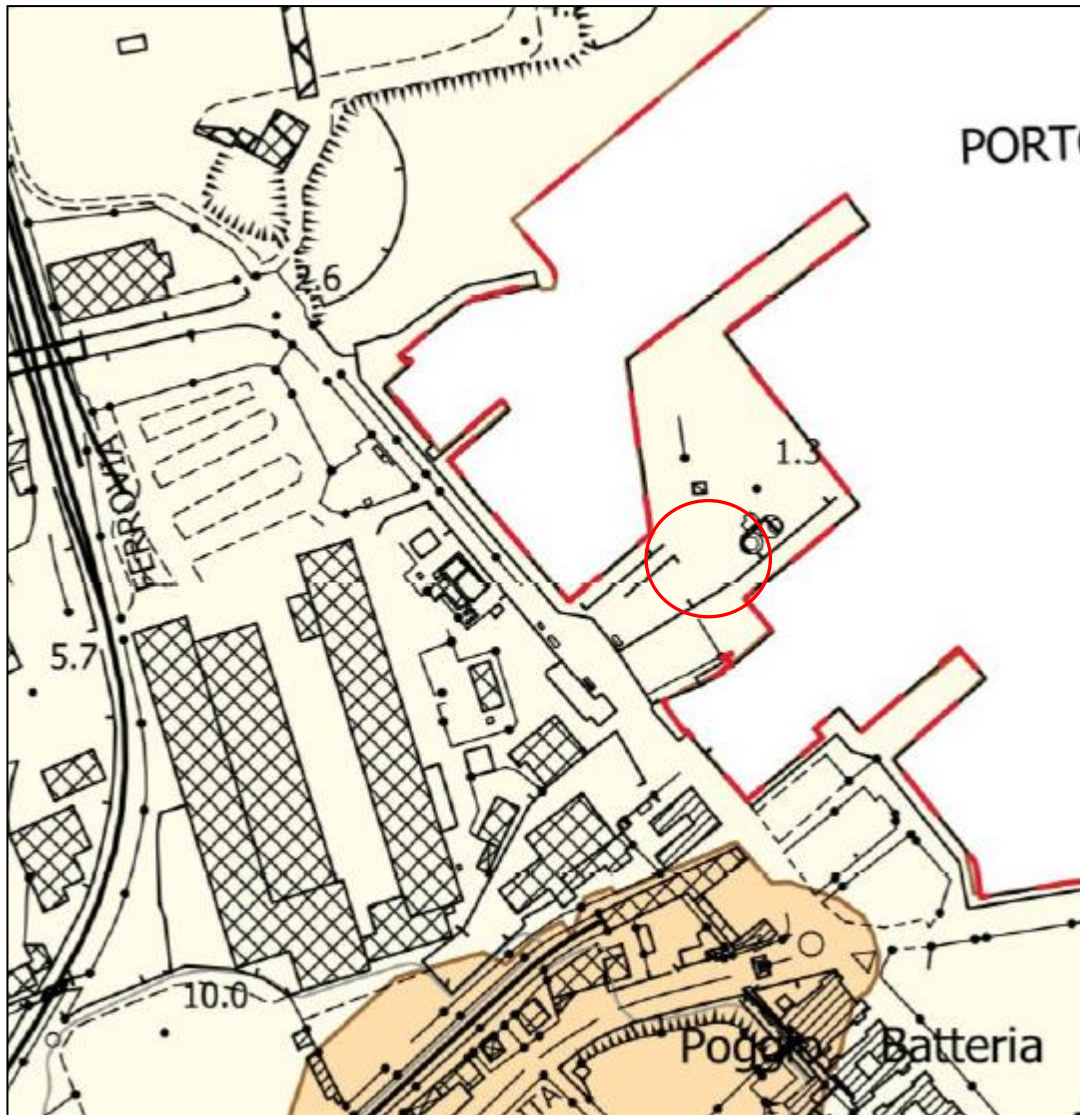
Pericolosità idraulica

- I.1 - Pericolosità idraulica bassa
- I.2 - Pericolosità idraulica media
- I.3 - Pericolosità idraulica elevata (per criteri morfologici)
- I.3 - Pericolosità idraulica elevata (a seguito di studi idrologici-idraulici)
- I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata (a seguito di studi idrologici-idraulici)
- Aree soggette ad inondazioni per eventi Tr20
- Reticolo significativo del P.A.I.
- A.S.I.P. - area strategica per interventi di prevenzione





Stralcio della Carta di Pericolosità idraulica tratta dal Quadro Conoscitivo del Regolamento Urbanistico vigente

L'area d'intervento, secondo il Q.C. dello **S.U adottato**, si colloca:

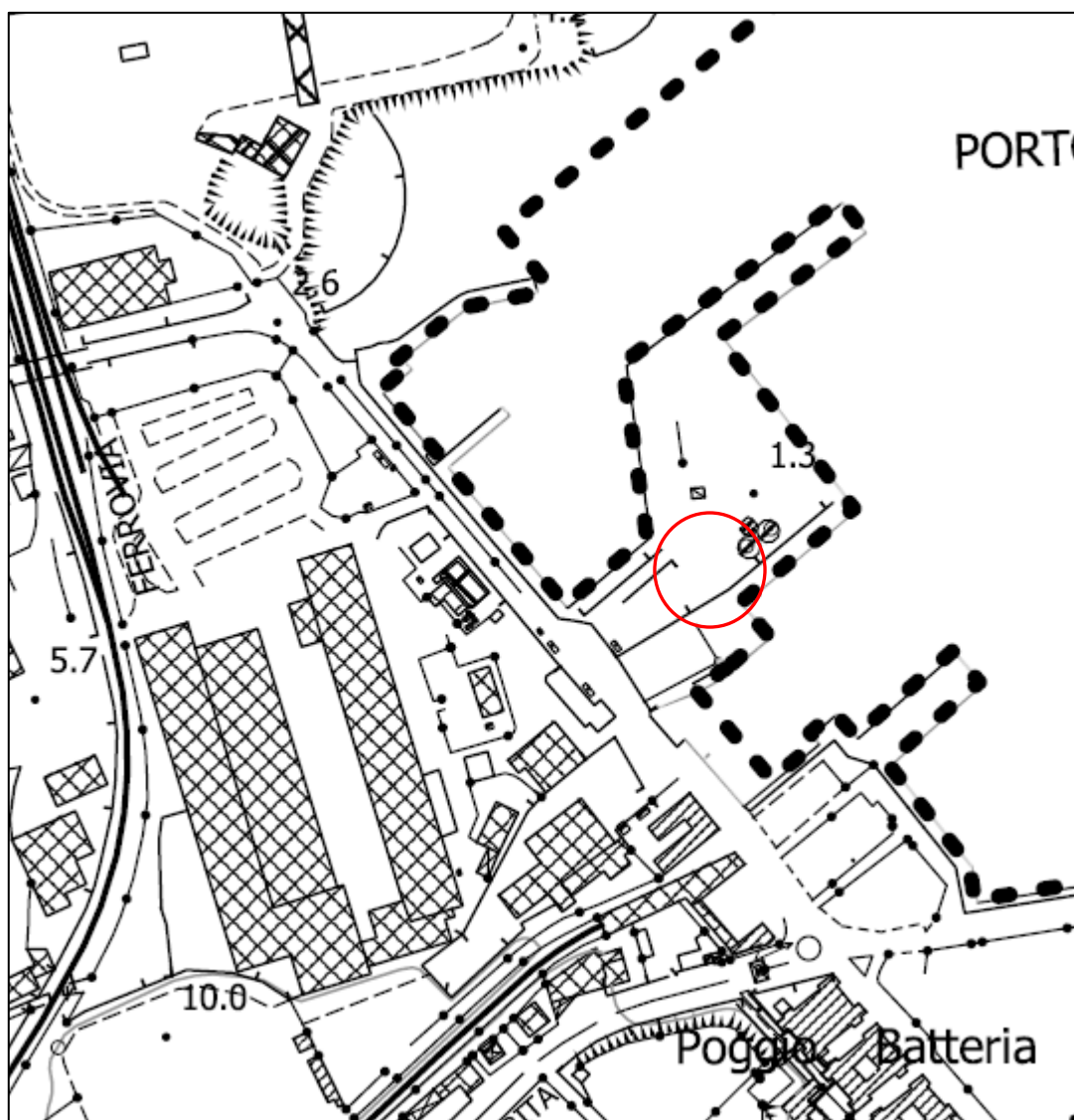
- in **classe di pericolosità geomorfologica G.2 (media)**.
- Al di fuori delle **classi di pericolosità idraulica I.1, I.2 e I.3**



Pericolosità geologica

- | | |
|---|--|
|  | G.1 - Pericolosità geologica bassa |
|  | G.2 - Pericolosità geologica media |
|  | G.3 - Pericolosità geologica elevata |
|  | G.4 - Pericolosità geologica molto elevata |

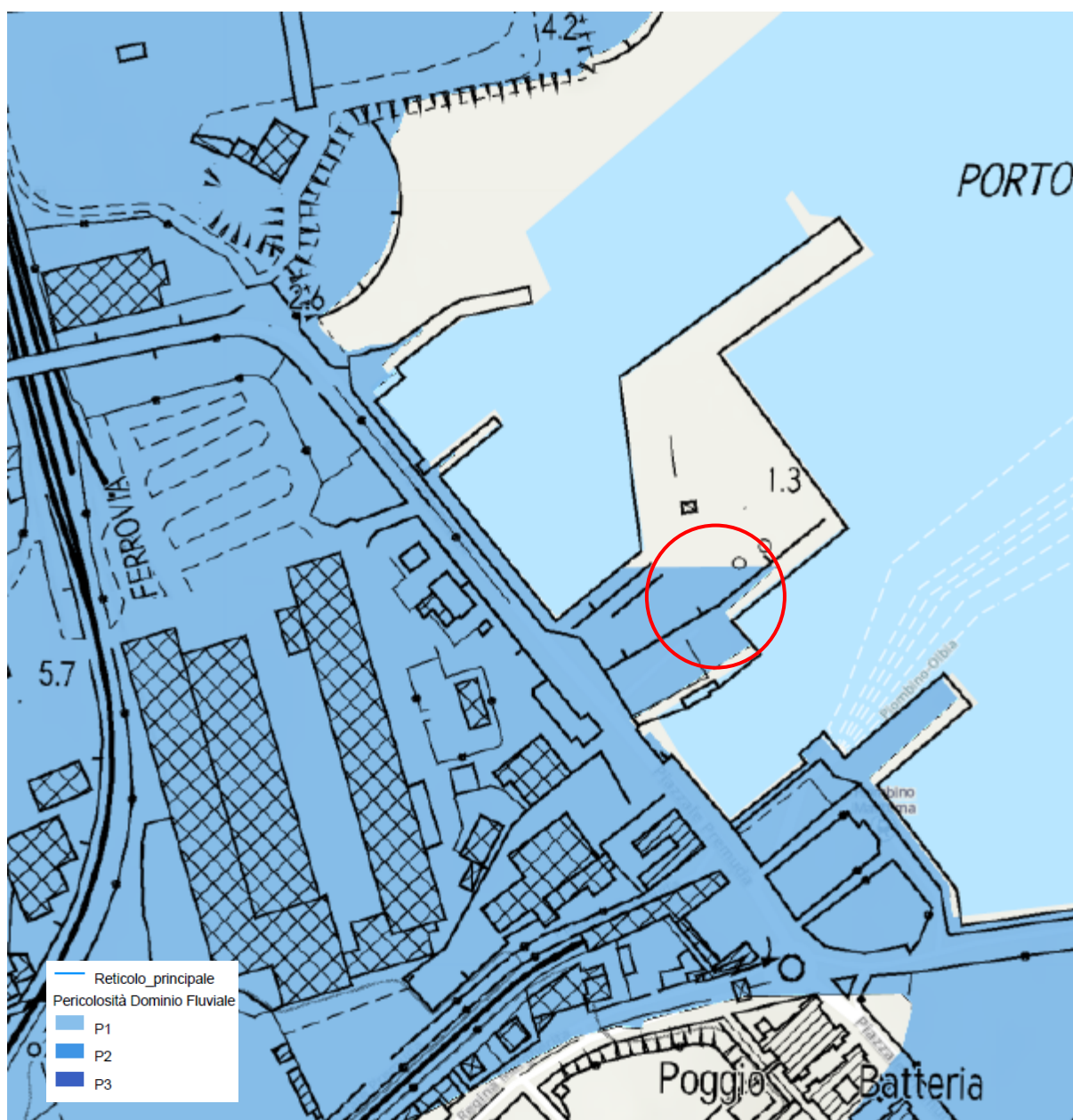
Stralcio della Carta di Pericolosità geomorfologica tratta dal Quadro Conoscitivo del Nuovo Piano Strutturale adottato



Stralcio della Carta di Pericolosità geomorfologica tratta dal Quadro Conoscitivo del Nuovo Piano Strutturale adottato

Secondo il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, adottato con Delibera n. 231 del 17/12/2015 dal Comitato Istituzionale Integrato (ex art. 4 comma 3 del D.lgs 219/2010)

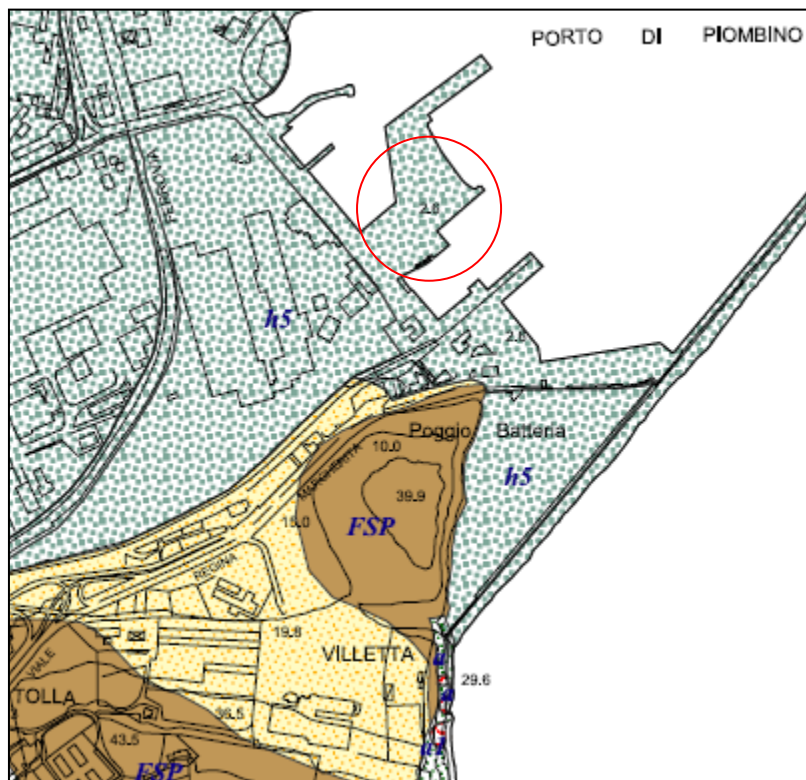
ed approvato con Decreto n.294 del 25 Ottobre 2016 dal Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare (entrato in vigore in data 17/02/2017) e finalizzato alla gestione del rischio di alluvioni nel territorio delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa ed Ombrone, l'area di studio ricade in aree a "**Pericolosità da alluvione bassa – P1 (alluvioni rare e di estrema intensità)**".



6. GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA, SISMICITA' E QUADRO GEOTECNICO DELL'AREA

6.1. GEOLOGIA DELL'AREA DI STUDIO E DESCRIZIONE DELLE LITOLOGIE AFFIORANTI

La nomenclatura che andremo a descrivere è ricavata dalla “**nuova carta geologica regionale**” rilevata in scala 1:10000 a cura della Regione Toscana (Progetto CARG).



h5 - Terreno di riporto



SVG - Sabbie di Val di Gori e Sabbie di Donoratico

Sabbie da fini a medie, massive, di colore variabile da rosso vivo a rosso arancio a matrici siltose.
PLEISTOCENE MEDIO-SUPERIORE.



FSP - Formazione di Salivoli-Piombino

Alternanze di sequenze argilloso-calcaree e sequenze torbiditiche arenaceo-marnose; frequenti livelli di arenarie grossolane mai cementate ad abbondante matrice (grovacche litiche); conglomerati minuti in strati mai cementati.
EOCENE

Sui rilievi circostanti all'area d'indagine, affiora la **Formazione di Salivoli – Piombino**, in gran parte simile al più noto in letteratura **flysch arenaceo Macigno**: si tratta di una alternanza tra livelli arenacei quarzoso feldspatici e livelli argillitici e marnosi sottilmente stratificati.

In corrispondenza delle aree più depresse, comprese tra i due rilievi di Poggio Batteria e del Semaforo, affiorano, in ricoprimento sul flysch arenaceo, le **Sabbie rosse di Val di Gori e sabbie di Donoratico** (v. a tal proposito la figura sottostante), costituite da sabbie da fini a medie di aspetto massivo, di colore variabile da rosso vivo a rosso arancio in matrice siltosa;

Le litologie affioranti in corrispondenza della **banchina Magona** e dell'area circostante, non sono rinvenibili direttamente in considerazione della presenza di terreno di riporto che caratterizza gran parte dell'area portuale e di quella industriale affioranti ad ovest ed a nord dell'area d'intervento.

La linea di costa, in particolare in corrispondenza delle strutture portuali è stata rimodellata dall'azione antropica.

Per tale motivo, sono indicate in cartografia anche le aree caratterizzate da terreno di riporto.

6.2. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA

Nei pressi dell'area d'intervento non sono presenti corsi d'acqua di una qualche rilevanza. Le acque meteoriche, scorrono superficialmente lungo i versanti e/o sono regimate da fossette e canalette presenti.

In corrispondenza degli affioramenti sabbiosi neogenici è presente una permeabilità medio-bassa per porosità, che determina talvolta la presenza di un acquifero superficiale a bassa produttività. Anche il flysch arenaceo, nei suoi livelli più alterati e fratturati può presentare una circolazione idrica, talvolta anche significativa.

6.3. SISMICITÀ DELL'AREA

Gli annali storici relativi agli eventi sismici registrati nella regione costiera prossima a Piombino, non segnalano una particolare attività sismica; tutti gli eventi documentati appaiono esterni alle aree di pertinenza progettuale, con eventi maggiori nei Comuni della Provincia di Livorno posti nell'interno o più a Nord, tra Bibbona e Rosignano.

Con riferimento alla sismicità storica, di seguito sono analizzati i dati riportati nel database macrosismico DBMI11 (INGV 2011) consultato per il Comune di Piombino.

Dall'analisi dei dati risulta che l'intensità degli effetti riscontrati nei pressi del sito di studio (prima colonna a sinistra) è comunque molto limitata.

Storia sismica di Piombino [42.931, 10.526]

Numero di eventi: 13

Effetti

In occasione del terremoto del:

I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw
NF	1895 05 18 19:55	Fiorentino	401	8 5.43 ± 0.08
NF	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7 5.15 ± 0.14
NF	1905 02 12 08:28	SANTA FIORA	61	6 4.66 ± 0.29
2	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7 5.53 ± 0.09
4-5	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8 5.37 ± 0.10
3-4	1914 10 27 09:22	Garfagnana	618	7 5.76 ± 0.09
NF	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11 7.00 ± 0.09
NF	1919 06 29 15:06	Mugello	566	10 6.29 ± 0.09
2-3	1970 08 19 12:19	Colline metallifere	26	6 4.87 ± 0.18
NF	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ± 0.09
NF	1984 04 29 05:02	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7 5.65 ± 0.09
NF	1987 01 22 05:10	LIVORNO	157	5-6 4.40 ± 0.16
NF	1998 05 20 11:07	Colline metallifere	31	4-5 4.20 ± 0.17

Legenda interpretativa dei dati: **I** intensità al sito d'interesse; **Np**: numero di osservazioni; **Io**: intensità massima; **Mw**: magnitudo

6.3.1 – Zonazione sismica

Il territorio nazionale è caratterizzato da una sismicità che si distribuisce lungo fasce (zone sismogenetiche) con caratteristiche sismiche omogenee, variamente orientate

La zonazione ZS9,(INGV, 2004), già evoluzione di zonazioni precedenti (ZS4, 2000), mette in risalto la disposizione di tali fasce ed è stata elaborata in modo da soddisfare alcuni requisiti fondamentali, tra i quali è opportuno citare:

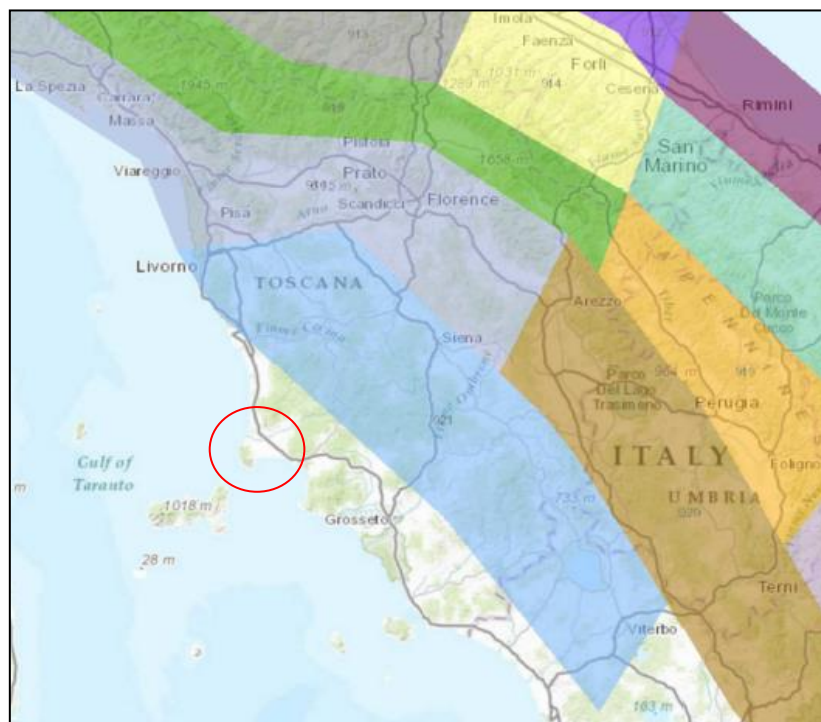
- la possibilità di fornire, per ogni ZS, una stima di profondità dei terremoti utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale;
- fornire per ogni ZS, un meccanismo di fagliazione prevalente utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione modulate su tale meccanismo, mediante i coefficienti proposti tramite appositi algoritmi.

I dati di sismicità, ottenuti dai database di riferimento, sono stati gestiti in associazione agli elementi descritti attraverso la zonazione ZS9, allo scopo di predisporre

gli elementi di ingresso per il calcolo della pericolosità sismica sull'intero territorio nazionale.

La Toscana è attraversata da fasce allungate di preferenza in direzione NW-SE, nella direzione della costa tirrenica e della catena appenninica. Lungo queste fasce la sismicità si distribuisce in modo omogeneo e gradualmente crescente dalla costa verso l'Appennino.

Il territorio di Piombino ricade all'esterno del margine occidentale della Zona Sismogenetica 921 (azzurra nella figura sottostante).



Stralcio della carta di zonizzazione sismogenetica (INGV, 2004),

6.3.2 – Pericolosità sismica

La pericolosità sismica è da intendersi come *"grado di probabilità che si verifichi, in una determinata area ed in un determinato periodo di tempo, un evento sismico dannoso con l'insieme degli effetti geologici e geofisici ad esso connessi, senza alcun riguardo per le attività umane"*.

L'analisi del livello di pericolosità distingue quindi due fasi:

1. la definizione della *pericolosità sismica di base*, in condizioni di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), in assenza di discontinuità stratigrafiche e/o morfologiche;
2. l'analisi della *pericolosità locale*, ossia della modificazione locale dello scuotimento sismico prodotta dalle reali caratteristiche del terreno, dalla successione

litostratigrafica locale, dalle condizioni morfologiche, unitamente alla possibilità di sviluppo di effetti cosismici: fogliazione superficiale, fenomeni di densificazione, fenomeni di liquefazione, cedimenti differenziali, instabilità dei pendii e frane indotte dal sisma, movimenti gravitativi profondi, tsunami, ecc.

Negli ultimi anni si sono succeduti provvedimenti normativi ed amministrativi per la definizione delle caratteristiche di pericolosità sismica locale.

Fino al 2003, la classificazione sismica del territorio nazionale era riconducibile alla mappa di classificazione sismica prodotta dal Gruppo di Lavoro (1999), istituito dal Servizio Sismico Nazionale su indicazione della Commissione Grandi Rischi della Protezione Civile.

L'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri OPCM 3274/2003 rappresenta una prima risposta alla necessità di aggiornare gli strumenti normativi per la riduzione del rischio sismico. Con tale strumento si stabiliscono i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e la nuova classificazione sismica dei comuni italiani, successivamente integrati e aggiornati dall'OPCM 3519/2006.

L'intero territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sulla base di un differente valore dell'accelerazione di picco a_g su terreno a comportamento rigido, derivante da studi predisposti dall'INGV-DPC. Gli intervalli di accelerazione (a_g) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, sono stati rapportati alle 4 zone sismiche indicate dall'OPCM 3519/2006. Tale classificazione è basata su un'approssimazione dei valori e della distribuzione del parametro a_g secondo i limiti amministrativi (criterio "zona indipendente").

Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno successivamente classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità.

Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione. Infatti, con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto (accelerazione del moto del suolo, intensità al sito, spettro di sito) viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame,

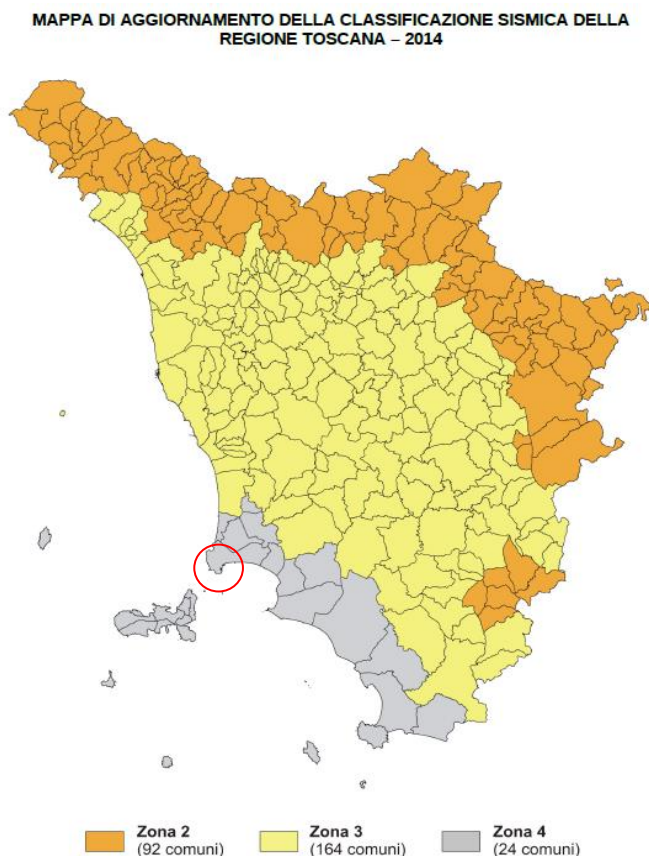
utilizzando le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

L'approccio "sito dipendente" della nuova norma permette di riferirsi, per ogni costruzione, ad un'accelerazione di riferimento propria in relazione sia alle coordinate geografiche dell'area di progetto, sia alla vita nominale dell'opera stessa. In quest'ottica la classificazione sismica del territorio rimane utile, dal punto amministrativo, per la gestione di pianificazione e di controllo dello stesso.

Il Comune di Piombino, nel cui territorio ricade l'intervento di progetto, era stato inizialmente inserito in categoria N.C. secondo la proposta di classificazione GdL (1999). E' stato poi dichiarato appartenente alla **Zona 4** secondo l'OPCM 3274/2003.

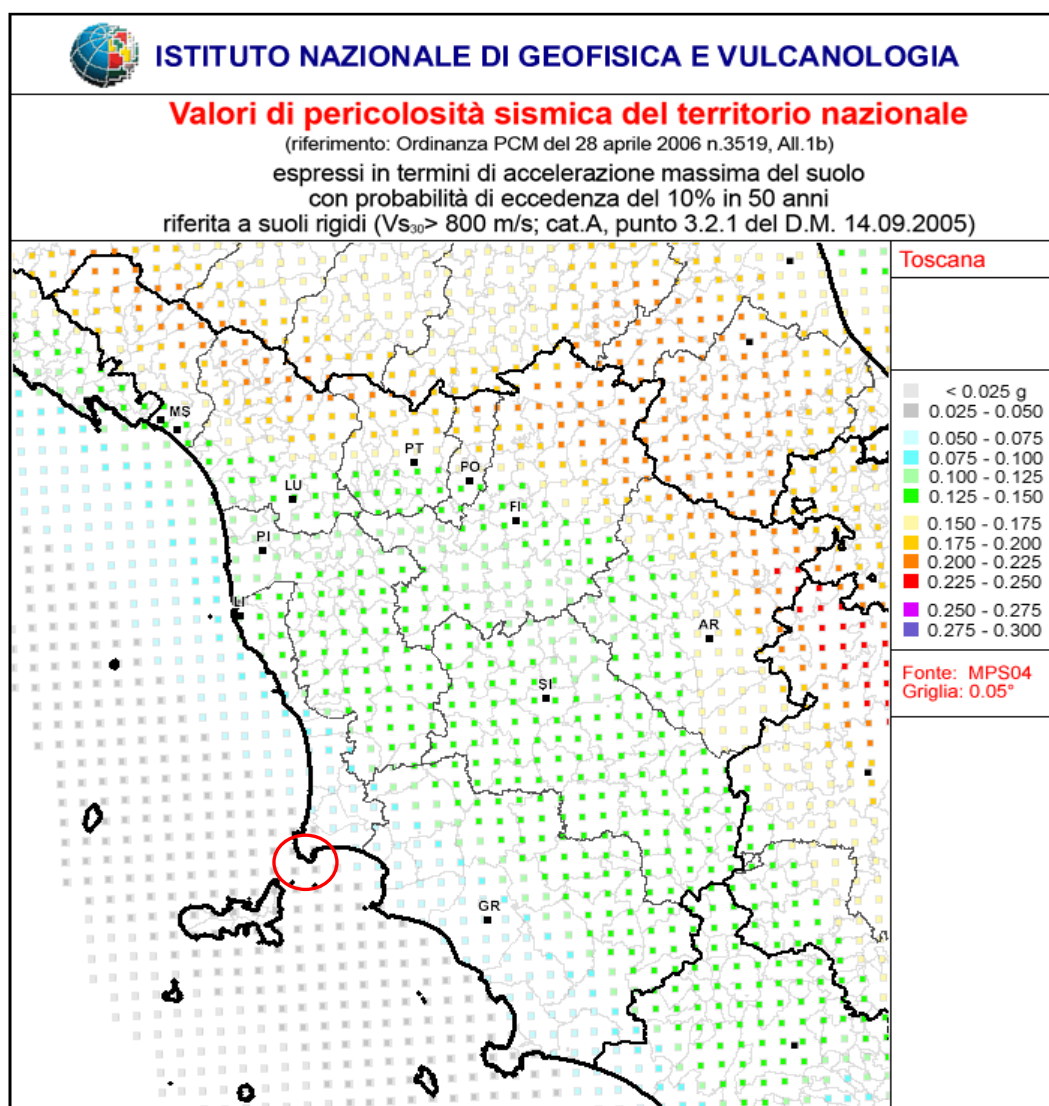
Successivamente la Regione Toscana, considerato che i criteri per la stima dell'azione sismica di base non sono più vincolati alla zona sismica di appartenenza del comune, ma basati su un approccio definito "sito-dipendente", ha provveduto ad aggiornare, in varie fasi, la classificazione sismica regionale.

Di seguito si riporta la mappa aggiornata al maggio 2014 ([*Deliberazione GRT n. 421 del 26/05/2014*](#), pubblicata sul [*BURT Parte Seconda n. 22 del 04.06.2014*](#)).



La figura successiva descrive i valori di pericolosità sismica del territorio nazionale espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s).

L'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha suddiviso il territorio nazionale in 12 sottozone distinte; il Comune di Piombino è stato inserito in classe 4.1 di rischio sismico. Si ipotizza pertanto che i valori dell'accelerazione che abbiamo una probabilità pari al 10% di superamento in 50 anni siano compresi tra:
 $0.025 < \mathbf{ag} < 0.050$



Valori di pericolosità sismica del territorio toscano

6.3.3 – Determinazione della categoria di suolo e caratteristiche topografiche ai fini della risposta sismica

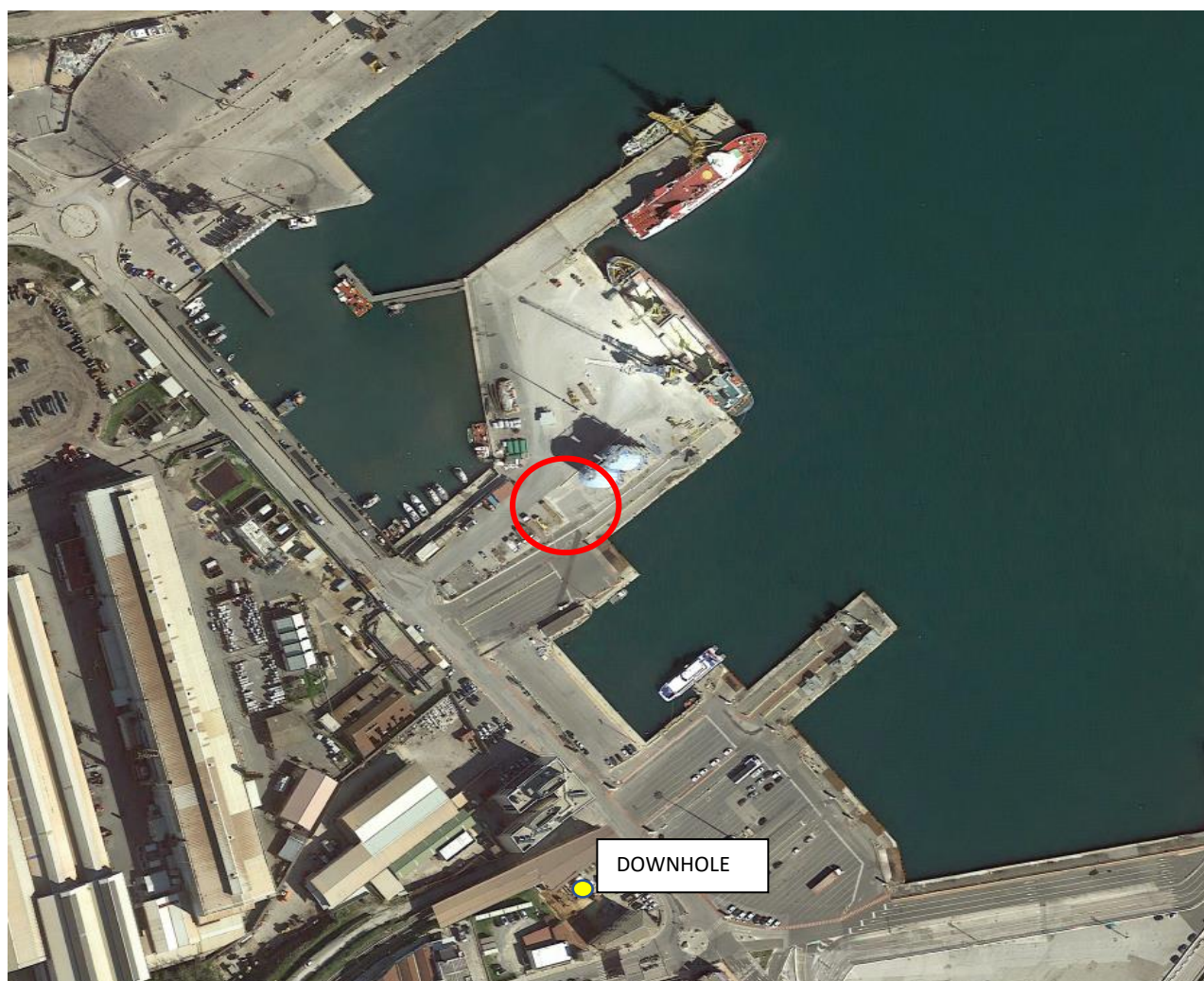
La risposta sismica è condizionata dalle caratteristiche stratigrafiche e topografiche specifiche del sito. In questa ottica la normativa prevede l'introduzione del fattore di sito S definito come:

$$S = S_s * S_T$$

Dove S_s tiene conto della categoria di suolo, e S_T dell'andamento della superficie topografica.

Il primo termine è ricavabile dalla misura della velocità delle onde di taglio mediata su 30 m di profondità V_{Seq} .

Al fine di una prima caratterizzazione sismica dei terreni, abbiamo utilizzato i risultati disponibili riferiti a **n. 1 prova Down Hole** in corrispondenza di un sondaggio eseguiti nei pressi della stazione ferroviaria del porto.



L'Indagine ha evidenziato i seguenti risultati:

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti) [ms]	Onde S (X) (corretti) [ms]	Onde S (Y) (corretti) [ms]
1	1.00	1.00	6.00	6.00	0.55	3.33	3.33
2	2.00	3.90	11.60	11.63	3.12	9.28	9.30
3	3.00	4.40	15.00	15.00	3.94	13.42	13.42
4	4.00	6.40	19.00	19.00	5.99	17.79	17.79
5	5.00	6.60	21.40	21.61	6.32	20.50	20.70
6	6.00	8.30	23.50	23.83	8.05	22.80	23.12
7	7.00	9.30	26.20	26.60	9.09	25.62	26.01
8	8.00	10.00	28.80	29.09	9.83	28.31	28.59
9	9.00	10.40	30.60	30.63	10.26	30.18	30.21
10	10.00	11.00	32.50	32.50	10.88	32.14	32.14
11	11.00	11.60	34.10	34.13	11.49	33.79	33.81
12	12.00	12.00	35.90	36.02	11.91	35.62	35.74
13	13.00	12.60	38.00	38.00	12.52	37.75	37.75
14	14.00	13.30	40.10	40.13	13.22	39.87	39.90
15	15.00	13.60	42.10	42.13	13.53	41.89	41.92
16	16.00	14.00	44.10	44.25	13.94	43.91	44.06
17	17.00	14.10	45.60	45.63	14.05	45.42	45.45
18	18.00	14.50	47.40	47.88	14.45	47.24	47.71
19	19.00	14.80	49.70	49.88	14.75	49.55	49.72
20	20.00	15.00	51.40	51.26	14.96	51.26	51.11
21	21.00	15.50	52.40	52.13	15.46	52.27	51.99
22	22.00	15.80	53.30	53.25	15.76	53.18	53.13
23	23.00	16.10	55.30	54.63	16.07	55.18	54.51
24	24.00	16.50	55.80	55.75	16.47	55.69	55.64
25	25.00	16.90	57.80	57.38	16.87	57.70	57.27
26	26.00	17.50	58.80	58.75	17.47	58.70	58.65
27	27.00	17.70	59.60	59.75	17.67	59.51	59.66
28	28.00	18.30	61.00	61.25	18.27	60.91	61.16
29	29.00	18.80	62.60	62.63	18.77	62.52	62.54
30	30.00	19.10	64.20	64.25	19.08	64.12	64.17
31	31.00	19.40	65.70	65.11	19.38	65.62	65.03

PARAMETRI ONDE SX

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	2	208	0.43	69222.0	197974	471366
2	7	298	0.37	168727..	462311	592706
3	21	534	0.45	570312..	1653904	5513012
4	31	809	0.43	1374410.0	3930812	9359077

PARAMETRI ONDE SY

Strato	Profondità [m]	Velocità [m/s]	Poisson [-]	Shear [kPa]	Young [kPa]	Bulk [kPa]
1	2	208	0.43	69222.0	197974	471366
2	7	293	0.37	163113..	446929	572985
3	21	543	0.45	589698..	1710124	5700411
4	31	807	0.43	1367622.0	3911398	9312853

VELOCITA' MEDIE VS30

Geofono	VS30 [m/s]
orizzontale Sx	470.7
orizzontale Sy	471.6

Il valore indicato come **Vs30** corrisponde a un valore di **Vseq**, pari a **399 m/s** essendo il bedrock sismico ad una profondità di circa 21 m dal piano di campagna.

Alla luce dell'indagine disponibile, si dovrebbe identificare una **categoria di sottosuolo B** (Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.).

In realtà, si è ritenuto necessaria una verifica considerando che l'assetto stratigrafico muti significativamente soprattutto nei livelli più superficiali, nonostante la distanza modesta della suddetta prova rispetto all'area d'intervento.

Si è pertanto provveduto alla realizzazione di una prova sismica di superficie tipo MASW in corrispondenza dell'area d'intervento.

L'indagine MASW è stata eseguita per la determinazione della velocità delle onde Sh, al fine di definire il parametro VSeq (velocità equivalente) necessario per la classificazione del suolo di fondazione, come richiesto dalle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

L'interpretazione dei dati acquisiti in situ ha consentito di ricavare, relativamente all'area di indagine, una sequenza sismo-stratigrafica con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali. E' stato possibile, per ottimizzare l'interpretazione, riferirsi al locale assetto geolitologico-geotecnico.

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in onde di corpo e onde di superficie. Fra queste ultime si hanno le onde di Rayleigh, le onde di Love e le onde di Lamb.

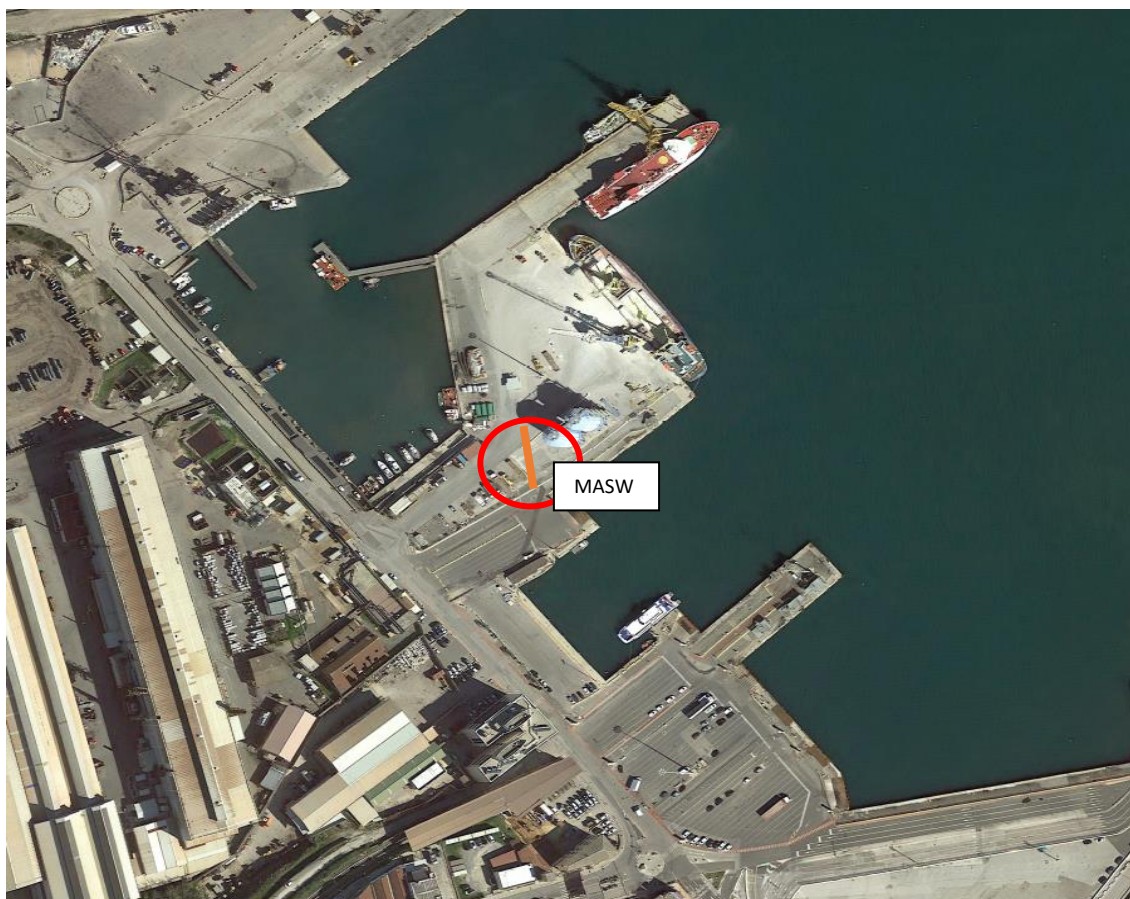
Le onde di Rayleigh, in particolare, sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.

Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di $l/2p$. L'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

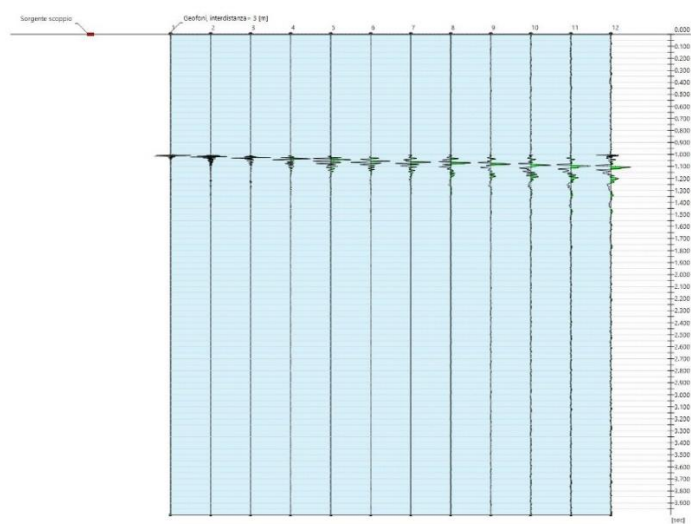
L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S. Inoltre, l'ampiezza delle onde di superficie varia con la radice quadrata di r , e non con r come avviene per le onde di corpo. Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a quella delle onde di taglio.

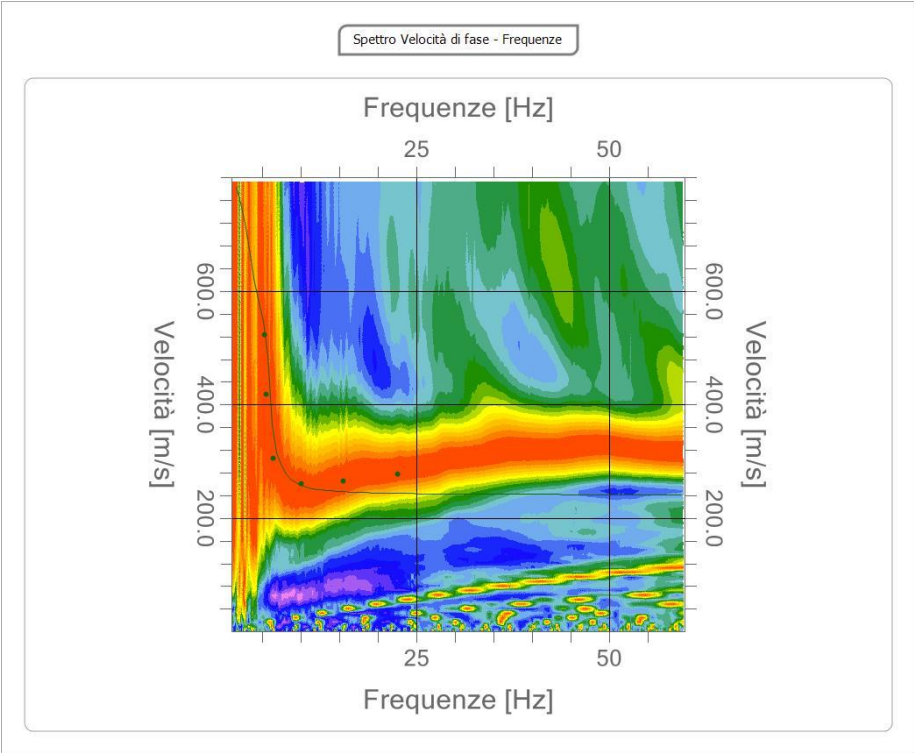
In presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè dispersione, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza.

Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenti una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di $\lambda/2$ circa.



La prova ha evidenziato i seguenti risultati:





Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	5.3	523.4	0
2	5.5	418.3	0
3	6.5	305.5	0
4	10.1	260.6	0
5	15.5	265.3	0
6	22.6	277.6	0

Inversione

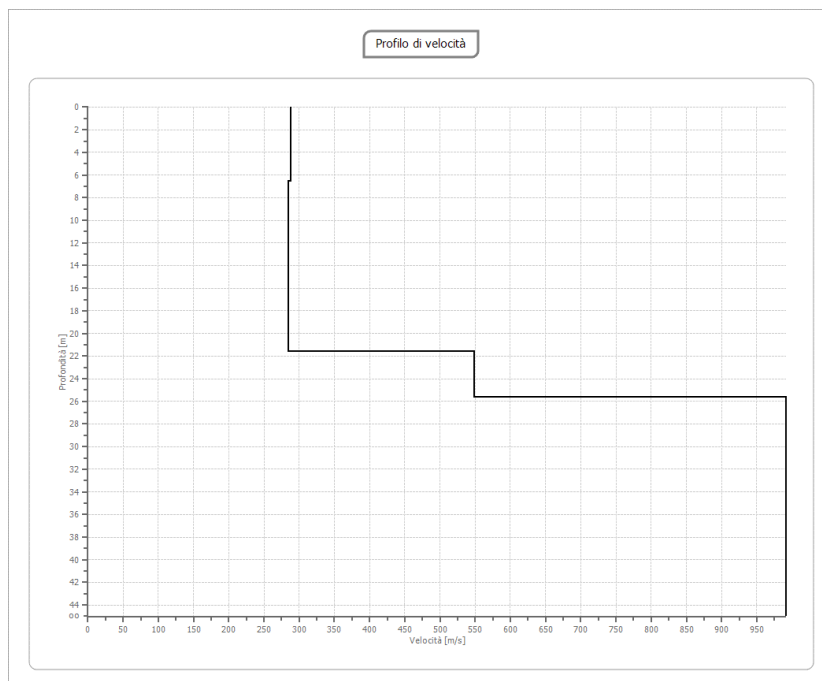
n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		6.57	6.57	538.0	287.6
2		21.59	15.02	531.7	284.2
3		25.65	4.06	1026.3	548.6
4		oo	oo	1855.3	991.7

Percentuale di errore 0.164 %

Fattore di disadattamento della soluzione 0.040

Risultati

Profondità piano di posa [m]	1.00
Vs,eq [m/sec]	309.58
(H=24.65 m)	
Categoria del suolo	E



Dalla verifica dell'indagine, si può determinare, per l'area d'interesse, la **categoria di sottosuolo E**: *Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.*

Per le caratteristiche geometriche del fondale che interessa l'area d'intervento, si assume la **categoria topografica T1**.

6.4. INQUADRAMENTO LITOSTRATIGRAFICO E MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA

L'analisi fa riferimento prevalentemente ai sondaggi **S2_2004**, **S1_2004** e **S2_2008**. Si sono anche utilizzati i dati di n.5 prove **CPTU**.

Di seguito si riporta l'ubicazione delle indagini disponibili nell'area immediatamente circostante a quella d'intervento.



La successione stratigrafica è caratterizzata da quattro litotipi principali:

- 1) **Terreni di riporto**, con inclusi blocchi e massi calcarei (**R**) (spessore variabile intorno ai 6 m).
- 2) **Sabbie fini limose** con inclusi resti algali (**SLA**) (spessore variabile **4-6 m**): si presentano prevalentemente sciolti, saturi e con resti vegetali.
- 3) **Sabbie debolmente limose (S)** con sporadici livelli ghiaiosi (spessore variabile **10-12 m**).
- 4) **Roccia arenaria (AR)**, rinvenuta tra **19,5 m** e **22,5 m** dal piano banchina.

6.5. MODELLO GEOTECNICO DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Ai fini della definizione di un quadro geotecnico e stratigrafico, si riporta nel seguito una descrizione sintetica delle caratteristiche geotecniche dei depositi presenti al di sotto della pavimentazione portuale, derivate da diversi studi effettuati in precedenza nell'area oggetto di intervento e in zone limitrofe.


Alla luce delle campagne geognostiche eseguite negli anni precedenti, è stato possibile caratterizzare da un punto di vista geotecnico gli orizzonti attraversati. In particolare si sono utilizzati prevalentemente i dati relativi ai sondaggi **S2_2004, S1_2004 e S2_2008**.

6.5.1 Sondaggio S1_2004

Si tratta di un sondaggio collocato ad una distanza di circa 40 m dall'area d'intervento. L'indagine ha raggiunto la profondità di 30 m dal piano banchina.

Di seguito si riporta la stratigrafia del sondaggio.

[illegible]



REPORT STRATIGRAFICO

PAG. 2 DI 2

COMMITTENTE: D.M.S. ENGINEERING srl

CANTIERE: REALIZZAZIONE DI N°2 SILOS BANCHINA MAGONA NEL PORTO DI PIOMBINO

PERFORAZIONE N. S1

DATA INIZIO: 04.11.04

DATA FINE: 09.11.04

COORDINATE:

DIRETTORE CANTIERE: Dott.Geol. D. Cosentino

SONDATORE: PISANU NEREO

QUOTA P.C. (m s.l.m.): ELLETTARI 200 S

Da m. 20.00

A m. 30.00

Profondità Finale m. 30.00

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

Substrato litoido molto alterato e fratturato, costituito da arenaria di colore ocra. La roccia appare in particolare nei primi 5.0 m, molto alterata e completamente fratturata, con patine di ossidazione e riempimenti di materiale fine lungo le fratture.

NUMERO

PROFONDITA' m da p.c.

COLONNA STRATIGRAFICA

TIPO

CAMPIONI

POCKET PENETROMETER kg/cm²

TORVANE kg/cm²

S.P.T. N

S.P.T. H

SCALA

30.00

RILIEVO H₂O DURANTE LA PERFORAZIONE

PROF. FORO

PROF. RIVEST.

GG

H

GG

H

MATTINA

H

☐ CAMPIONE RIMANE GIATO

☒ CAMPIONE RIMANE GIATO DA S.P.T.

☒ CAMPIONE RIMANE GIATO DA VANE TEST

☐ SPEZZIONE DI CAROTA

☒ CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI

☒ CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE

☒ CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO

PROVE IN FORO

MANOVRA DI CAROTAGGIO

T.C.R. %

S.C.R. %

R.O.D. %

DIMENSIONE SPEZZIONI

< 5 cm

5-10 cm

> 10 cm

TIPO

NUMERO

PROFONDITA' m da p.c.

STRUMENTAZIONE

METODO DI PERFORAZIONE

ATTREZZO DI PERFORAZIONE

RIVESTIMENTO

AVANZAMENTO GIORNALIERO

30.00

CAROTAGGIO CONTINUO

30.00

CAROTIERE DOPPIO T6 + WIDIA

24.00

SEMPLICE 101 mm

21.00

T6

30.00

METALLICO 127 mm

09.11.04

22.00

08.11.04

NOTE

L'indagine ha raggiunto la profondità di 30 m dal p.c. ed ha permesso, oltre alla determinazione delle caratteristiche stratigrafiche dei terreni, la determinazione di alcuni parametri a seguito di indagini in foro quali SPT e prove pressiometriche.

Il livello di terreno di riporto costituito prevalentemente da materiale ghiaioso poligenico ed eterometrico che a partire da 2,0 m diventa costituito prevalentemente da trovanti di grossa pezzatura poligenici, raggiunge la profondità di 5,6 m.

Al di sotto si rinvencono livelli di sabbie fini sciolte sature, talvolta limose o debolmente limose ricche di materiale organico, fino alla profondità di circa 11,5 m.

Il livello sottostante è caratterizzato da livelli di sabbie limose con vario grado di addensamento da sciolte ad addensate, talvolta con livelli a maggior componente ghiaiosa.

Alla profondità di 19,6 m compare il substrato litoide di natura arenacea, molto alterato e fratturato nei primi 5 m del suo spessore.

Sono state realizzate n. 3 prova SPT. L'attrezzatura impiegata, in accordo alle Raccomandazioni AGI, è costituita da un maglio del peso di 63.5 kg, predisposto per la caduta da un'altezza di 76 cm. Le aste di collegamento del maglio al campionatore terminale hanno un peso proprio pari a 7.2 kg/m.

Le prove hanno fornito i seguenti risultati:

Profondità (m) da p.c.	Formazione	Sequenza colpi	Totale
7,0 – 7,45	SLA	1-1-2	3
11,0 – 11,45	S	2-6-7	13
17,0 – 17,08	S	Rif--	Rif.

Non sono stati reperibili i certificati delle indagini di laboratorio eseguite su 3 campioni indisturbati alle profondità di 6,0-6,5 m (campione A), 6,5-7,0 m (campione B), 9,0-9,5 m (campione C), e di n. 2 campioni rimaneggiati (campione 1 e 2).

Riportiamo comunque un sunto dei risultati delle proprietà indice ricavati dalle prove di laboratorio:

Sondaggio	Campione	Prof.(m)	Granulometria (%)				γ (kN/mc)	e	w	Wl	wp	Ip	Ic
			G	S	L	A							
S1	A	6,0-6,5	33	40	20	7	19,79	0,7	23,9	51,4	--	--	--
	B	6,5-7,0	24	56	15	5	--	--	--	--	--	--	--
	C	9,0-9,5	5	70	25	0	18,8	0,8	29,1	48,1	--	--	--

Sono state realizzate **n. 2 prove pressiometriche** rispettivamente alla profondità di **12,9 m** e di **15,9 m**.

Le prove sono state considerate in condizioni drenate ed hanno fornito i seguenti risultati:

PROVA n. 1 (prof. 12,9 m)

Pressione limite P_l : 600 kPa

Pressione limite netta P'_l : 451 kPa

Modulo pressiometrico E_p : 2161 kPa

Modulo di Young E : 6550 kPa

Resistenza al taglio ϕ' : 27°

PROVA n. 2 (prof. 15,9 m)

Pressione limite P_l : 760 kPa

Pressione limite netta P'_l : 507 kPa

Modulo pressiometrico E_p : 3388 kPa

Modulo di Young E : 10268 kPa

Resistenza al taglio ϕ' : 28°

6.5.2 Sondaggio S2_2004

Si tratta di un sondaggio collocato ad una distanza di circa 20 m dall'area d'intervento.

L'indagine ha raggiunto la profondità di 30 m dal piano banchina.

Di seguito si riporta la stratigrafia del sondaggio.

[illegible][illegible]

<div>SONDEDILE srl SRL SECCOIA APPLICAZIONE ALIMENTARIA</div>						REPORT STRATIGRAFICO						PAG. 2		DI 2																			
COMMITTEE: D.M.S. ENGINEERING srl										CANTIERE: REALIZZAZIONE DI N°2 SILOS BANCHINA MAGONA NEL PORTO DI PIOMBINO																							
PERFORAZIONE N. S2				DATA INIZIO: 28.10.04				DATA FINE: 03.11.04				QUOTA P.C. (m s.l.m.)																					
COORDINATE:										SONDA: ELLETTARI 200 S																							
DIRETTORE CANTIERE: Dott.Geol. D. Cosentino																																	
Da m.		20.00		A m.		30.00		Profondità Finale m.		30.00																							
DESCRIZIONE STRATIGRAFICA										PROFONDITA' m da p.c.		COLONNA STRATIGRAFICA		NUMERO CAMPIONI		PROFONDITA' m da p.c.		POCKET PENETROMETER kg/cm²		TORVANE kg/cm³		N		H		S.P.T.							
Sabbia fine limoso ghiaiosa medio-fine, moderatamente addensata, subangolare, umida, rocciola. Presenza di resti vegetali.										22.50		[Image]												4		20.00		FC					
Substrato lioide alterato, costituito da arenaria molto alterata di colore ocra, con intercalazioni di materiale fine.										24.00		[Image]														7		20.15					
Substrato lioide costituito da arenaria media a tessitura granulare di colore ocra. La roccia appare dura, frantumata, a tratti completamente frantumata. Presenti patine di ossidazione, riempimenti di calcite e materiale fine lungo le fratture.										30.00		[Image]																11		20.30			
																										20.45							
																										R(8cm) 23.80		FC					

RILEVO H ₂ O DURANTE LA PERFORAZIONE															
PROF. FORO	PROF. RIVEST.	SERA		MATTINA											
		GG	H	GG	H										

PROVE IN FORO:										NOTE		
MANOVRA DI CAROTAGGIO	T.C.R. %	S.C.R. %	R.O.D. %	DIMENSIONE SPEZZIONI			PROVE PROFONDITA' m da p.c.	STRUMENTAZIONE	METODO DI PERFORAZIONE	ATTREZZO DI PERFORAZIONE	RIVESTIMENTO	A/A INIZIAMENTO GIORNALIERO
				< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm						
									CAROTAGGIO CONTINUO	CAROTIRE DOPPIO T6 + WIDIA	METALLICO 127 mm	03.11.04
									30,00	30,00	30,00	30,00
									25,00	SEMPlice 101 mm		

☐ CAMPIONE RIMANEGGIATO
☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA S.P.T.
☒ CAMPIONE RIMANEGGIATO DA VANE TEST
☐ SPEZIONE DI CAROTA
☐
☐ CAMPIONE INDISTURBATO PARETI SOTTILI
☒ CAMPIONE INDISTURBATO A PISTONE
☒ CAMPIONE INDISTURBATO ROTATIVO

L'indagine ha raggiunto la profondità di 30 m dal p.c. ed ha permesso, oltre alla determinazione delle caratteristiche stratigrafiche dei terreni, la determinazione di alcuni parametri a seguito di indagini in foro quali SPT e prove pressiometriche.

Il livello di terreno di riporto costituito prevalentemente da materiale ghiaioso poligenico ed eterometrico che a partire da 1,0 m incrementa la presenza di trovanti di natura prevalentemente arenacea, fino alla profondità di circa 6,0 m.

Al di sotto si rinvencono livelli di sabbie fini sciolte sature, talvolta limose o debolmente limose ricche di materiale organico, fino alla profondità di circa 10,5 m. Tale livello sembra presentare uno spessore minore rispetto al sondaggio S1.

Il livello sottostante è caratterizzato da livelli di sabbie limose con vario grado di addensamento da poco a moderatamente addensate, talvolta con livelli a maggior componente ghiaiosa.

Alla profondità di 22,5 m compare il substrato litoide di natura arenacea, molto alterato nei primi 1,5 m del suo spessore ed in genere fratturata fino a fine sondaggio.

Sono state realizzate n. 5 prova SPT. L'attrezzatura impiegata, in accordo alle Raccomandazioni AGI, è costituita da un maglio del peso di 63.5 kg, predisposto per la caduta da un'altezza di 76 cm. Le aste di collegamento del maglio al campionatore terminale hanno un peso proprio pari a 7.2 kg/m.

Le prove hanno fornito i seguenti risultati:

Profondità (m) da p.c.	Formazione	Sequenza colpi	Totale
7,0 – 7,45	SLA	1-1-2	3
10,0 – 10,45	SLA	10-14-17	31
17,0 – 17,45	S	8-12-15	27
20,0 – 20,45	S	4-7-11	18
23,80 – 23,88	AR	Rif.	Rif.

Sono state realizzate n 2 prove pressiometriche rispettivamente alla profondità di 13,4 m e di 15,2 m.

Le prove sono state considerate in condizioni drenate ed hanno fornito i seguenti risultati:

PROVA n. 1 (prof. 13,4 m)

Pressione limite PI: 5000 kPa

Pressione limite netta P'l: 4600 kPa

Modulo pressiométrico Ep: 68600 kPa

Modulo di Young E: 137201 kPa

Resistenza al taglio Φ' : 41°

PROVA n. 2 (prof. 15,9 m)

Pressione limite Pl: 1500 kPa

Pressione limite netta P'l: 1115 kPa

Modulo pressiométrico Ep: 7114 kPa

Modulo di Young E: 21559 kPa

Resistenza al taglio Φ' : 33°

6.5.3 Sondaggio S2_2008

Si analizzano anche i risultati di un sondaggio realizzato ad una distanza di circa 65 m dall'area d'intervento, al fine di valutare se sia presente un quadro litologico e litotecnico omogeneo e coerente intorno all'area d'intervento.

L'indagine ha raggiunto la profondità di 33,6 m rispetto al piano banchina collocato 2,1 m sopra il livello del mare. Il fondo marino è stato individuato alla profondità di 5,0 m rispetto al livello del mare.

Di seguito si riporta la stratigrafia del sondaggio.

In questo caso, oltre all'assenza del terreno di riporto, in considerazione del fatto che il sondaggio è stato eseguito direttamente in mare, il livello della formazione definita SLA si attesta fino a circa 8,0 m sul l.m.m. e quindi circa 10,1 m dal piano banchina.

La successiva formazione S, caratterizzata anche da alcuni livelli a maggiore cementazione sfumanti in livelli calcarenitici e livelli con abbondanti clasti arenacei, si rinviene fino a circa 18,5 m dal l.m.m. (20,6 m dal piano banchina). Al di sotto di tale livello compare il substrato arenaceo non moderatamente alterato e molto fratturato.

Committente Autorità Portuale Piombino	Profondità raggiunta 26,5 m da fondo (31,6 m da banchina - 27,6 m da lmm)	Quota Ass. P.C. banchina: +2,1 m fondo: -5,0 m	Certificato n°	Pagina
Operatore	Indagine Banchinamento della Darsena Lanini	Note1	Inizio/Fine Esecuzione 11-09-08	
Responsabile	Sondaggio N.2	Tipo Carotaggio continuo a rotazione	Tipo Sonda	Coordinate X Y

Scala (m)	Litologia	Descrizione	Quota	%Carotaggio R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Cass. Catalog.	Falda	Altre prove	Altre prove	Piezometro (P)
-1		Mare													
-2															
-3															
-4															
-5			-5.00												
-6		Fango e sabbia con trovaniti di natura prevalentemente calcarea. Molto sciolti. colore inizialmente nerastro, poi grigio plumbeo													
-7															
-8		Livello detritico subarrotondato in matrice sabbiosa. Colore del detrito grigio scuro, matrice sabbiosa grigio scura	-8.00	%C=15											
-9		Sabbie con livelli calcarenitici a granulometria grossolana. Colore nocciola - grigio	-8.80	%C=80	50(rif10cm),-,-										
-10			-10.50	%C=100	-9.50 PA										
-11		Sabbia debolmente limosa con sottili livelli cementati. Colore ocreo													
-12		Sabbia limosa. Colore da ocra a bruno	-12.00	%C=80											
-13		Detrito grossolano di natura arenacea, con spezzone di carota di 25 cm. Colore grigio	-12.50	%C=100											
-14		Sabbia ghiaiosa (con abbondanti clasti arenacei alterati ed ossidati subangolari con dimensioni centimetriche e millimetriche), talvolta anche debolmente limosa. Colore giallo avana.	-13.10	%C=90	50(rif.13cm),-,-										
-15			-15.50	%C=80	-14.00 PA										
-16		Sabbia limosa con abbondanti clasti arenacei di dimensioni generalmente di 4-5 cm. Presenza di livelli detritici con matrice molto scarsa e clasti fino a 10 cm. probabile inizio del cappellaccio di alterazione dell'arenaria sottostante.													
-17			-18.50	%C=80											
-18		arenaria molto fratturata con modesto grado di alterazione e fratture riempite di calcite con prevalente orientamento subverticale. Colore grigio chiaro con sfumature marroni e livelli ossidati													
-19															
-20															
-21															
-22															
-23															
-24															
-25															
-26															
-27															
-28			-28.50												
-29		Arenaria fratturata non alterata con fratture subverticali riempite di calcite e livelli pelitici. Colore grigio (arenaria) e grigio scuro (livelli pelitici).													
-30															
-31			-31.50												

Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato, Rs-Rimaneggiato da SPT
 Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
 Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Betonitici
 Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa
 Carotaggio: continuo a rotazione

Le due prove SPT realizzate in foro alla profondità di 9,5 m dal livello mare (11,6 m dal piano banchina) e 14,0 m dal livello mare (16,1 m dal piano banchina) sono entrambe andate a rifiuto rispettivamente dopo 10 cm e 13 cm.

6.5.3 Prove CPTU

Si analizzano anche i risultati di n 5 prove CPTU realizzate nei pressi dell'area d'intervento.

Sono state eseguite n° 5 prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono (CPTU), utilizzando un penetrometro PAGANI montato su mezzo semovente con dispositivo di spinta da 20 ton, munito di un sistema automatico di acquisizione dati.

La tabella seguente elenca sinteticamente i dettagli riguardanti ogni prova penetrometrica:

PROVA	Profondità Preforo [m da p.c.]	Profondità [m da p.c.]	PUNTA
CPTU 1	6.00	17.04	Elettrica con piezocono
CPTU 2	7.00	10.80	Elettrica con piezocono
CPTU 3	6.00	11.26	Elettrica con piezocono
CPTU 4	6.00	10.70	Elettrica con piezocono
CPTU 5	6.00	16.46	Elettrica con piezocono

6.5.4 Applicazione di rilevato di precarica

Per una migliore caratterizzazione del comportamento meccanico del litotipo denominato SLA e per valutare la possibilità di poter eseguire un sistema di fondazioni superficiali fu realizzata sull'area immediatamente a fianco rispetto a quella d'intervento, dove dovevano essere installati dei silos regolarmente realizzati, una precarica opportunamente strumentata sull'area del piazzale interessata dalla costruzione.

La precarica fu realizzata con un rilevato in terra di altezza pari a 5 m, mentre la strumentazione, necessaria a valutare l'entità dei cedimenti del piano di posa, è stata realizzata con la posa di nove assestimetri a piastra (Fig. 3.6 – 3.7).

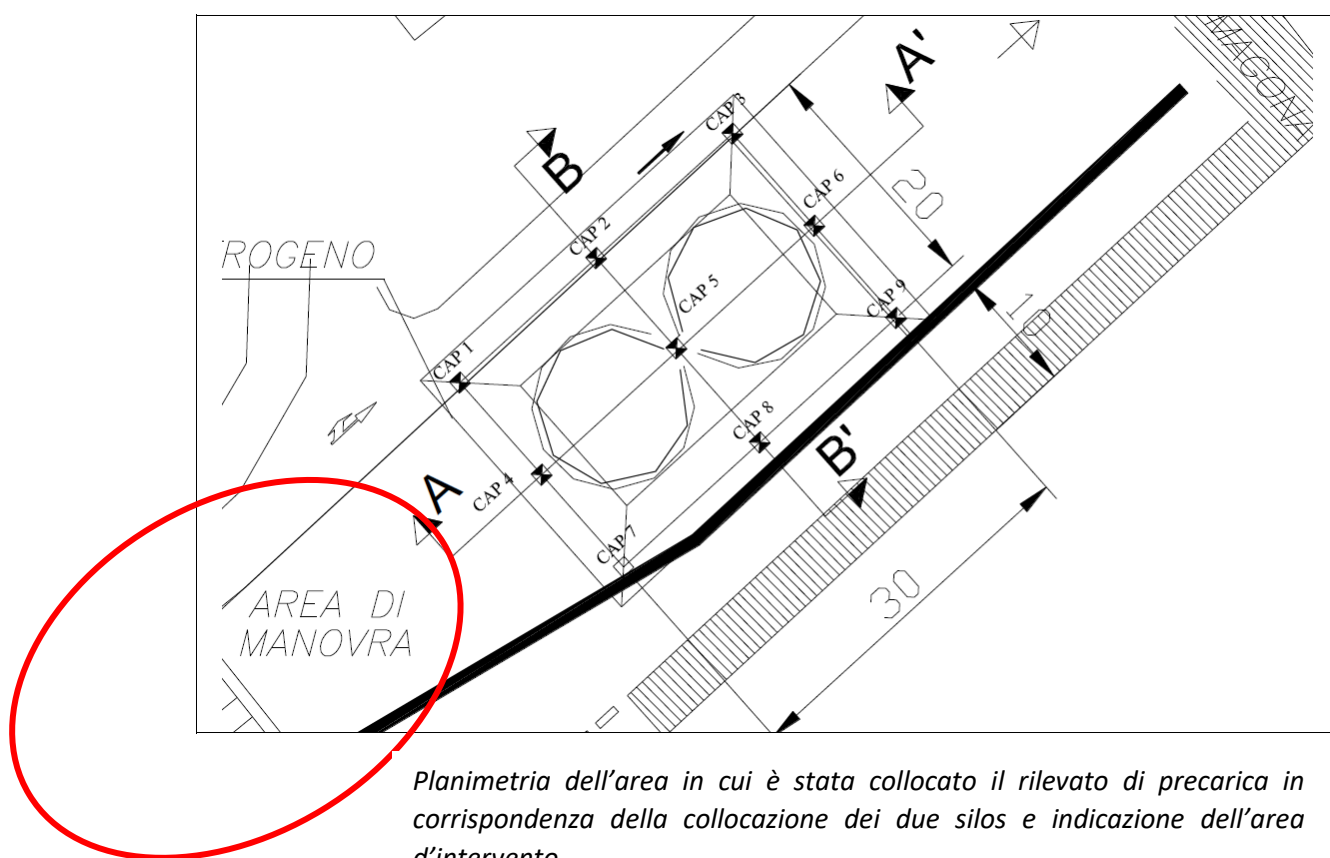
La pressione che si è applicata con la precarica sul piano di posa fu di circa 100 kPa; anche se la situazione ideale sarebbe stata quella di realizzare una precarica in grado di trasferire un carico esattamente coincidente con quello che in esercizio verrà trasferito al terreno dai due silos, si è deciso di limitare questo valore, poiché soluzioni diverse avrebbero implicato costi più alti, oltre che notevoli difficoltà realizzative.

Le letture dei cedimenti sono state effettuate con frequenza circa settimanale; dopo circa tre mesi dalla sua posa, e a cedimenti praticamente scontati, il rilevato è stato rimosso; anche in questa

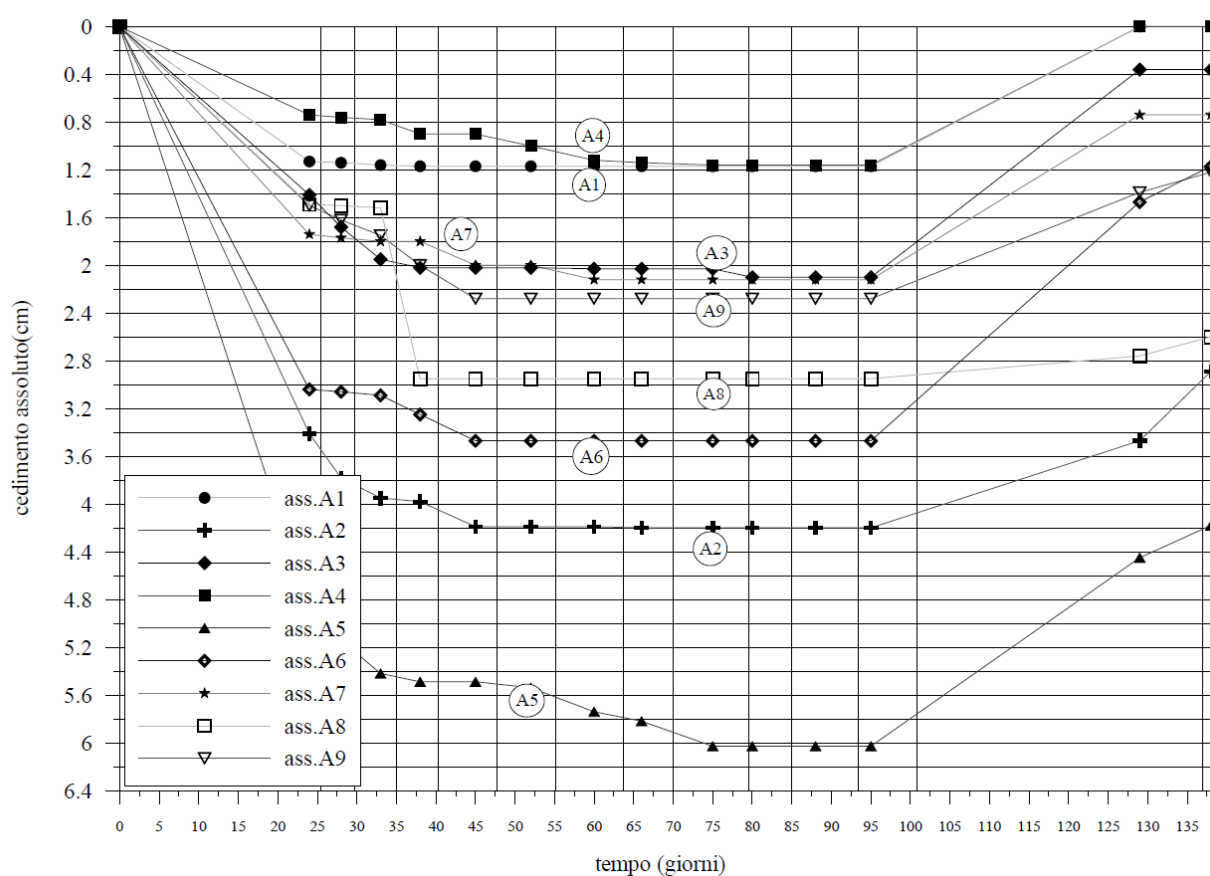
fase si è continuato ad effettuare la lettura dei capisaldi per determinare l'entità del recupero dei cedimenti al fine di valutare la compressibilità in scarico dei terreni di fondazione. L'andamento dei cedimenti in funzione del tempo, per i diversi capisaldi, è riportato nella stessa figura; l'osservazione dell'andamento dei cedimenti indotti dalla precarica ha fornito molte indicazioni utili sia sulle caratteristiche dei terreni di fondazione.

In tutti i punti monitorati i valori dei cedimenti sono risultati abbastanza contenuti, con un massimo di circa 6 cm in asse al rilevato e un minimo di 1.2 cm sotto i caposaldi 1 e 4 dove lo spessore dello strato SLA è minore; considerando che anche il cedimento del caposaldo 9, dove lo spessore dello strato SLA è maggiore, è abbastanza contenuto (circa 2.6 cm), si è giunti alla conclusione che le caratteristiche di rigidità di questo litotipo non sono molto scadenti.

Dall'osservazione, inoltre, dei tempi in cui si sono sviluppati i fenomeni di consolidazione, si è giunti alla conclusione che il comportamento di tutti i litotipi in questione è essenzialmente drenato e può essere caratterizzato con parametri drenati.



Andamento cedimenti-tempo



Da sottolineare che la messa in opera del rilevato di ricarica, oltre a permettere una miglior definizione del quadro conoscitivo del terreno, ha innescato un processo di pre-consolidazione, migliorando le caratteristiche meccaniche di compressibilità dei terreni su cui è stato posto.

6.5.5 Caratterizzazione geotecnica dei terreni

Alla luce dei risultati raccolti, possiamo definire una caratterizzazione meccanica dei litotipi presenti, basata sui risultati delle prove disponibili.

Litotipo Riporto (R)

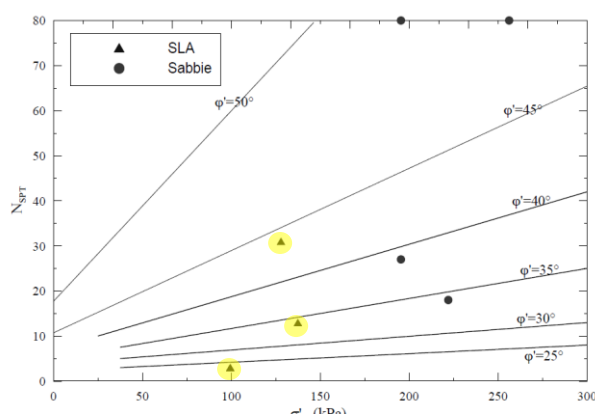
Costituito, per uno spessore intorno a 5,6-6,0 m, da materiale di riporto eterogeneo con pietrame e trovanti anche di notevole pezzatura. Non essendo stato possibile caratterizzare tale orizzonte con prove in sito o prelevando campioni indisturbati per l'estrema eterogeneità dei materiali che lo caratterizzano, possiamo assimilare questo terreno a quello di un terreno granulare, utilizzando parametri cautelativi nei riguardi della sicurezza dell'opera.

Litotipo	Spessore (m)	γ (kN/mc)	C' (kPa)	Φ' (°)	ν'	E' (Mpa)
Riporto R	6,0	20	0	40	0,25	70

Litotipo Sabbie fini limose con resti algali (SLA)

La caratterizzazione meccanica dei litotipi presenti si è basata sui risultati delle prove effettuate in sito, sui risultati delle prove di laboratorio e sull'analisi del monitoraggio dei cedimenti indotti dal rilevato di precarica.

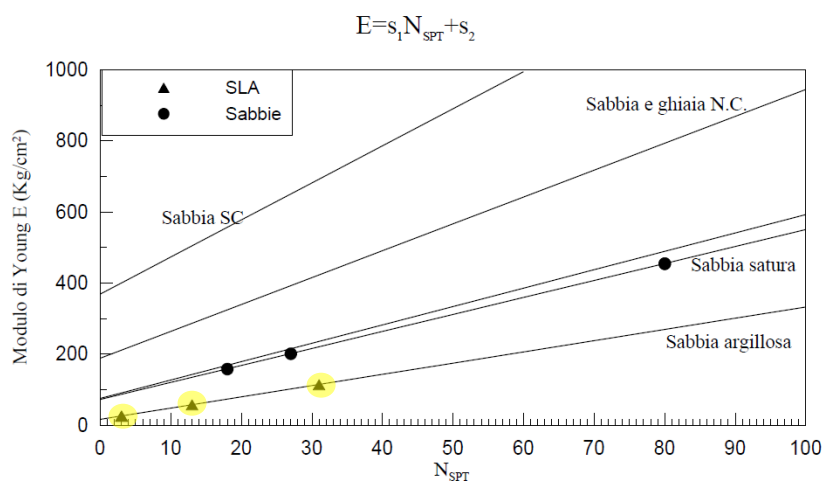
Il grado di addensamento di questo livello appare estremamente variabile, come ben evidenziato dalle prove penetrometriche SPT (correlazioni De Mello, 1971). Il valore dell'angolo d'attrito risulta pertanto molto variabile, compreso tra 22° e 43°.



Per la determinazione dell'angolo d'attrito, si è utilizzato anche il dato di una prova di taglio

Il modulo di Young drenato (correlazione di Denver, 1982) presenta valori variabili tra 2,5 e

11 MPa



retta	s ₁ (MPa)	s ₂ (MPa)	tipo di terreno	autore
1	0.756	18.75	sabbia e ghiaia (NC)	D'Appolonia et al. (1970)
2	1.043	36.79	sabbia (SC)	D'Appolonia et al. (1970)
3	0.517	7.46	-	Schultze e Mezenbach, (1961)
4	0.478	7.17	sabbia satura	Webb (1970)
5	0.316	1.58	sabbia e argilla	Webb (1970)

Le informazioni delle prove di laboratorio sono le seguenti:

Sondaggio	Campione	Quota (m)	Granulometria (%)				γ (kN/m ³)	e	w	w_l	w_p	I_p	I_c
			G	S	L	A							
S1	A	6.0 – 6.5	33	40	20	7	19.79	0.7	23.9	51.4	-	-	-
	B	6.5 – 7.0	24	56	15	5	-	-	-	-	-	-	-
	C	9.0 – 9.5	5	70	25	0	18.8	0.8	29.1	48.1	-	-	-

Altre indicazioni sui parametri di resistenza di questi litotipi sono state ricavate dai risultati delle prove CPT sfruttando la correlazione di Robertson e Campanella (1983), che lega la resistenza alla punta del penetrometro statico (q_c) al valore dell'angolo di attrito; il risultato della prova CPTU 1 è stato scartato, poiché, potrebbe essere alterato per il fatto di essere stato realizzato nelle immediate vicinanze del foro di sondaggio S1.

CPTU n. 2

Profondità preforo: 7,0 m

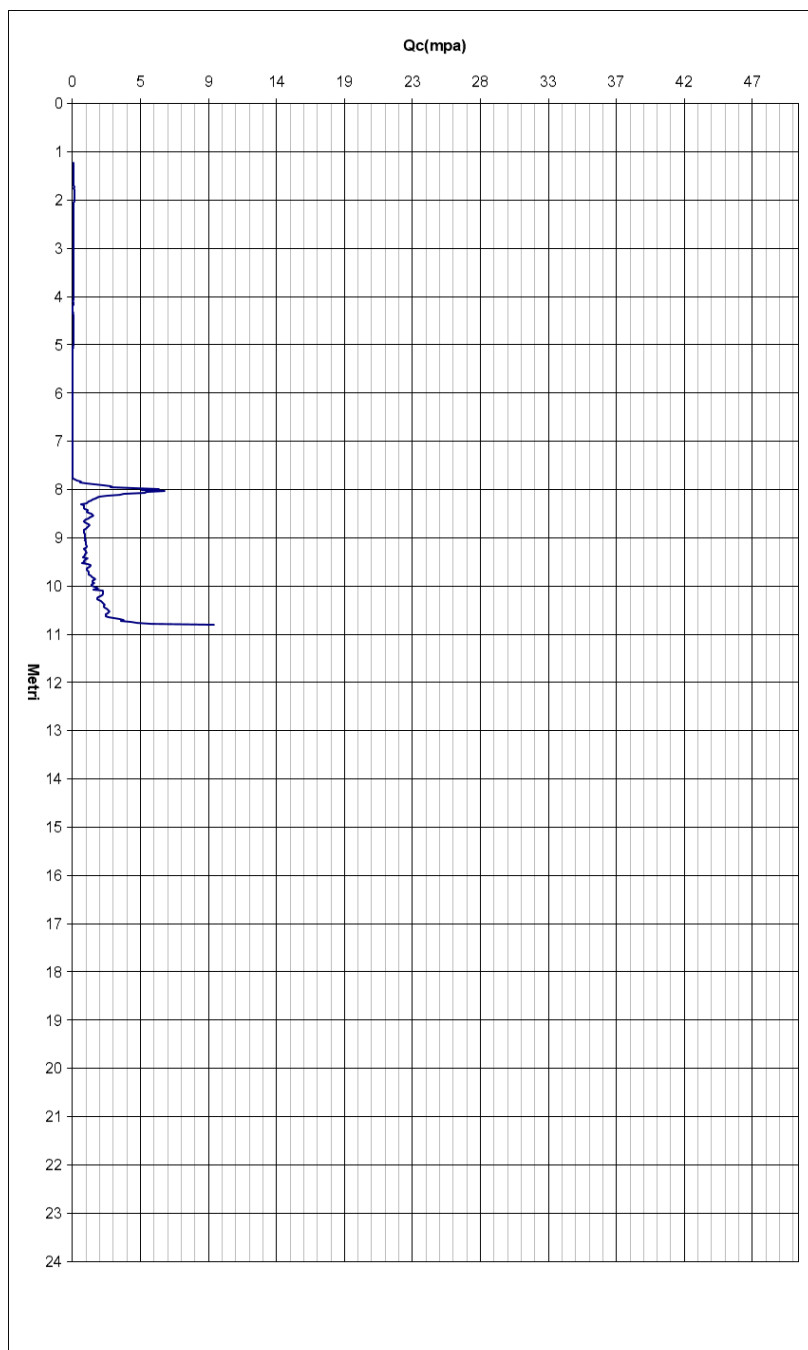
Metri	Punta (mpa)	Lat. (mpa)	U(mpa)	Incl °	Fr%
7.00	0.01	0.00	0.04	9.01	0.00
7.02	0.00	0.00	0.04	9.03	0.00
7.04	0.00	0.00	0.04	9.01	0.00
7.06	0.01	0.00	0.04	9.03	0.00
7.08	0.01	0.00	0.04	9.03	0.00
7.10	0.01	0.00	0.04	9.06	0.00
7.12	0.01	0.00	0.04	9.06	0.00
7.14	0.00	0.00	0.04	9.10	0.00
7.16	0.01	0.00	0.04	9.10	0.00
7.18	0.02	0.00	0.04	9.13	0.00
7.20	0.01	0.00	0.04	9.13	0.00
7.22	0.01	0.00	0.04	9.15	0.00
7.24	0.01	0.00	0.04	9.16	0.00
7.26	0.01	0.00	0.04	9.18	0.00
7.28	0.01	0.00	0.04	9.18	0.00
7.30	0.01	0.00	0.04	9.18	0.00
7.32	0.02	0.00	0.03	9.21	0.00
7.34	0.02	0.00	0.03	9.18	0.00
7.36	0.02	0.00	0.03	9.26	0.00
7.38	0.02	0.00	0.03	9.26	0.00
7.40	0.02	0.00	0.03	9.28	0.00
7.42	0.02	0.00	0.03	9.28	0.00
7.44	0.02	0.00	0.03	9.28	0.00
7.46	0.02	0.00	0.03	9.29	0.00
7.48	0.02	0.00	0.03	9.30	0.00
7.50	0.02	0.00	0.03	9.31	0.00
7.52	0.02	0.00	0.03	9.32	0.00
7.54	0.02	0.00	0.03	9.33	0.00

7.56	0.02	0.00	0.03	9.34	0.00
7.58	0.02	0.00	0.03	9.35	0.00
7.60	0.00	0.00	0.03	9.36	0.00
7.62	0.02	0.00	0.03	9.37	0.00
7.64	0.02	0.00	0.03	9.38	5.00
7.66	0.02	0.00	0.03	9.39	5.00
7.68	0.02	0.00	0.03	9.41	5.00
7.70	0.02	0.00	0.03	9.42	5.00
7.72	0.02	0.00	0.03	9.43	5.00
7.74	0.02	0.00	0.03	9.44	5.00
7.76	0.03	0.00	0.03	9.45	3.23
7.78	0.09	0.00	0.03	9.46	1.08
7.80	0.19	0.00	0.03	9.47	1.08
7.82	0.32	0.00	0.03	9.48	0.62
7.84	0.56	0.00	0.04	9.49	0.36
7.86	0.52	0.00	0.04	9.50	0.39
7.88	1.00	0.00	0.06	9.51	0.30
7.90	1.59	0.00	0.09	9.52	0.19
7.92	2.18	0.00	0.12	9.53	0.18
7.94	2.65	0.01	0.12	9.54	0.23
7.96	2.61	0.01	0.12	9.55	0.27
7.98	5.97	0.02	0.15	9.56	0.30
8.00	4.75	0.05	0.08	9.57	1.12
8.02	6.33	0.06	0.10	9.58	0.88
8.04	5.13	0.07	0.05	9.59	1.31
8.06	4.94	0.07	0.09	9.60	1.46
8.08	3.54	0.12	0.08	9.61	3.47
8.10	3.28	0.10	0.08	9.62	2.92
8.12	2.35	0.11	0.07	9.63	4.72
8.14	1.83	0.13	0.06	9.64	7.26
8.16	1.72	0.14	0.06	9.65	8.34
8.18	1.57	0.15	0.07	9.66	9.22
8.20	1.40	0.13	0.07	9.67	9.58
8.22	1.28	0.10	0.06	9.68	8.07
8.24	1.14	0.07	0.06	9.69	5.78
8.26	1.08	0.06	0.06	9.70	5.76
8.28	0.96	0.05	0.06	9.71	4.79
8.30	0.61	0.02	0.06	9.72	2.62
8.32	0.79	0.02	0.06	9.73	2.17
8.34	0.76	0.01	0.06	9.74	1.83
8.36	0.77	0.01	0.06	9.75	1.68
8.38	0.76	0.01	0.06	9.76	1.57
8.40	0.82	0.01	0.06	9.77	1.70
8.42	1.07	0.02	0.06	9.78	2.05
8.44	1.05	0.02	0.06	9.79	2.10
8.46	1.01	0.02	0.06	9.80	2.18
8.48	1.12	0.02	0.06	9.81	1.96
8.50	1.30	0.02	0.07	9.82	1.54
8.52	1.39	0.02	0.07	9.83	1.44
8.54	1.43	0.02	0.07	9.84	1.33
8.56	1.34	0.02	0.07	9.85	1.12
8.58	1.21	0.01	0.07	9.86	1.16
8.60	1.08	0.02	0.07	9.87	1.48
8.62	0.95	0.02	0.07	9.88	1.80
8.64	0.86	0.02	0.07	9.89	1.97
8.66	0.79	0.02	0.07	9.90	2.15
8.68	0.84	0.02	0.07	9.92	2.14

8.70	0.98	0.02	0.07	9.93	1.84
8.72	1.11	0.02	0.07	9.94	1.71
8.74	1.19	0.02	0.07	9.95	1.60
8.76	1.14	0.02	0.07	9.96	1.40
8.78	1.07	0.02	0.07	9.97	1.49
8.80	0.97	0.01	0.07	9.98	1.45
8.82	0.92	0.01	0.07	9.99	1.53
8.84	0.77	0.01	0.07	10.00	0.91
8.86	0.79	0.01	0.07	10.01	1.64
8.88	0.77	0.01	0.07	10.02	1.56
8.90	0.78	0.01	0.07	10.03	1.67
8.92	0.84	0.01	0.07	10.04	1.42
8.94	0.86	0.01	0.07	10.05	1.27
8.96	0.85	0.01	0.07	10.06	1.41
8.98	0.84	0.01	0.07	10.07	1.66
9.00	0.85	0.01	0.07	10.08	1.64
9.02	0.86	0.02	0.07	10.09	1.74
9.04	0.88	0.02	0.07	10.10	1.81
9.06	0.86	0.02	0.07	10.11	1.85
9.08	0.88	0.02	0.07	10.12	1.81
9.10	0.91	0.02	0.07	10.13	1.88
9.12	0.92	0.02	0.07	10.14	1.64
9.14	0.94	0.01	0.07	10.15	1.50
9.16	1.01	0.02	0.08	10.16	1.58
9.18	0.95	0.02	0.08	10.17	1.58
9.20	0.89	0.01	0.08	10.18	1.58
9.22	0.80	0.01	0.07	10.19	1.74
9.24	0.84	0.02	0.07	10.20	1.92
9.26	0.89	0.02	0.08	10.21	1.80
9.28	0.94	0.02	0.08	10.22	1.60
9.30	0.95	0.01	0.08	10.23	1.48
9.32	0.90	0.01	0.07	10.24	1.56
9.34	0.87	0.01	0.08	10.25	1.62
9.36	0.85	0.01	0.08	10.26	1.66
9.38	0.79	0.01	0.08	10.27	1.64
9.40	0.74	0.01	0.07	10.28	1.62
9.42	1.02	0.02	0.08	10.29	2.05
9.44	0.92	0.02	0.08	10.30	1.96
9.46	0.85	0.02	0.08	10.31	1.78
9.48	0.80	0.02	0.08	10.32	2.11
9.50	0.85	0.02	0.08	10.33	2.25
9.52	0.68	0.01	0.08	10.34	2.06
9.54	1.07	0.02	0.09	10.35	1.68
9.56	1.22	0.02	0.09	10.36	1.31
9.58	1.26	0.02	0.09	10.37	1.27
9.60	1.18	0.02	0.09	10.38	1.44
9.62	1.04	0.02	0.09	10.39	1.44
9.64	0.97	0.01	0.09	10.40	1.44
9.66	1.01	0.01	0.09	10.41	1.29
9.68	1.07	0.01	0.09	10.43	1.30
9.70	1.11	0.01	0.09	10.44	1.27
9.72	1.08	0.01	0.09	10.45	1.20
9.74	1.08	0.01	0.09	10.46	1.20
9.76	1.14	0.01	0.09	10.47	1.06
9.78	1.26	0.01	0.10	10.48	1.03
9.80	1.30	0.01	0.10	10.49	1.00
9.82	1.36	0.01	0.10	10.50	0.88

9.84	1.50	0.01	0.10	10.51	0.80
9.86	1.54	0.01	0.10	10.52	0.91
9.88	1.44	0.02	0.10	10.53	1.04
9.90	1.37	0.01	0.10	10.54	1.02
9.92	1.36	0.01	0.10	10.55	1.03
9.94	1.48	0.02	0.10	10.56	1.15
9.96	1.41	0.02	0.10	10.57	1.21
9.98	1.33	0.02	0.10	10.58	1.13
10.00	1.37	0.02	0.10	10.59	1.09
10.02	1.53	0.02	0.11	10.60	1.05
10.04	1.70	0.02	0.11	10.61	1.12
10.06	1.78	0.02	0.11	10.62	1.07
10.08	1.43	0.02	0.11	10.63	1.19
10.10	2.08	0.02	0.11	10.64	1.15
10.12	2.07	0.02	0.11	10.65	1.11
10.14	2.08	0.02	0.11	10.66	1.01
10.16	2.08	0.02	0.12	10.67	1.01
10.18	2.08	0.02	0.11	10.68	0.96
10.20	2.04	0.02	0.11	10.69	0.93
10.22	1.89	0.02	0.11	10.70	1.00
10.24	1.77	0.02	0.11	10.71	1.07
10.26	1.68	0.02	0.11	10.72	1.07
10.28	1.73	0.02	0.11	10.73	1.10
10.30	1.84	0.02	0.11	10.74	1.14
10.32	1.97	0.02	0.11	10.75	1.17
10.34	2.10	0.02	0.11	10.76	1.14
10.36	2.18	0.02	0.12	10.77	1.05
10.38	2.21	0.02	0.12	10.78	1.08
10.40	2.17	0.03	0.12	10.79	1.15
10.42	2.16	0.02	0.12	10.80	1.06
10.44	2.23	0.02	0.12	10.81	1.03
10.46	2.34	0.03	0.10	10.82	1.24
10.48	2.45	0.03	0.11	10.83	1.06
10.50	2.46	0.03	0.11	10.84	1.22
10.52	2.52	0.04	0.11	10.85	1.43
10.54	2.48	0.04	0.11	10.86	1.61
10.56	2.42	0.04	0.10	10.87	1.53
10.58	2.31	0.03	0.10	10.88	1.47
10.60	2.29	0.04	0.10	10.89	1.61
10.62	2.31	0.03	0.10	10.90	1.47
10.64	2.50	0.03	0.11	10.91	1.36
10.66	2.86	0.04	0.11	10.92	1.22
10.68	3.27	0.03	0.12	10.94	1.04
10.70	3.56	0.03	0.13	10.95	0.93
10.72	3.36	0.03	0.13	10.96	0.92
10.74	4.03	0.03	0.14	10.97	0.74
10.76	4.43	0.03	0.15	10.98	0.72
10.78	5.40	0.04	0.18	10.99	0.70
10.80	9.72	0.06	0.30	11.00	0.63

Di seguito si riporta il grafico Profondità (m)/Qc (mPa)



CPTU n. 4

Profondità preforo: 6 m

Metri	Punta (mpa)	Lat. (mpa)	U(mpa)	Incl °	Fr%
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00	0.47	0.01	0.08	6.00	2.36
6.02	0.50	0.01	0.08	6.02	2.32
6.04	0.52	0.01	0.08	6.04	2.43
6.06	0.56	0.01	0.08	6.06	2.46
6.08	0.57	0.01	0.08	6.08	2.55
6.10	0.52	0.02	0.08	6.10	3.05
6.12	0.50	0.02	0.08	6.12	3.40
6.14	0.53	0.02	0.08	6.14	3.14
6.16	0.54	0.02	0.08	6.16	3.09
6.18	0.52	0.02	0.08	6.18	3.26
6.20	0.51	0.02	0.08	6.20	3.21
6.22	0.53	0.02	0.08	6.22	3.07
6.24	0.59	0.02	0.08	6.24	2.53
6.26	0.63	0.01	0.08	6.26	2.28
6.28	0.65	0.01	0.08	6.28	2.26
6.30	0.56	0.02	0.08	6.30	2.86
6.32	0.73	0.02	0.08	6.32	2.25
6.34	0.65	0.02	0.08	6.34	2.37
6.36	0.64	0.02	0.08	6.36	2.57
6.38	0.56	0.02	0.08	6.38	3.38
6.40	0.59	0.02	0.08	6.40	3.76
6.42	0.62	0.03	0.08	6.42	4.22
6.44	0.56	0.03	0.08	6.44	5.20
6.46	0.55	0.03	0.08	6.46	6.03
6.48	0.51	0.04	0.08	6.48	6.90
6.50	0.53	0.03	0.08	6.50	6.52
6.52	0.46	0.03	0.08	6.52	7.36
6.54	0.53	0.03	0.08	6.54	6.30
6.56	0.46	0.03	0.08	6.56	6.24
6.58	0.71	0.04	0.08	6.58	6.01
6.60	0.72	0.04	0.08	6.60	5.02
6.62	0.65	0.04	0.08	6.62	5.41
6.64	0.56	0.04	0.08	6.64	6.41
6.66	0.55	0.04	0.08	6.66	6.55
6.68	0.51	0.04	0.08	6.68	7.12
6.70	0.54	0.03	0.08	6.70	6.49
6.72	0.54	0.03	0.08	6.72	6.24
6.74	0.51	0.03	0.08	6.74	6.35
6.76	0.49	0.03	0.08	6.76	6.14
6.78	0.48	0.03	0.08	6.78	6.40
6.80	0.49	0.03	0.08	6.80	6.28
6.82	0.44	0.03	0.08	6.82	7.37
6.84	0.35	0.03	0.08	6.84	9.09
6.86	0.30	0.03	0.07	6.86	9.89
6.88	0.26	0.03	0.07	6.88	10.22
6.90	0.25	0.02	0.08	6.90	9.35
6.92	0.24	0.02	0.08	6.92	8.54
6.94	0.22	0.02	0.08	6.94	8.10
6.96	0.22	0.01	0.08	6.96	6.63
6.98	0.22	0.01	0.08	6.98	5.74
7.00	0.24	0.01	0.08	7.00	4.70

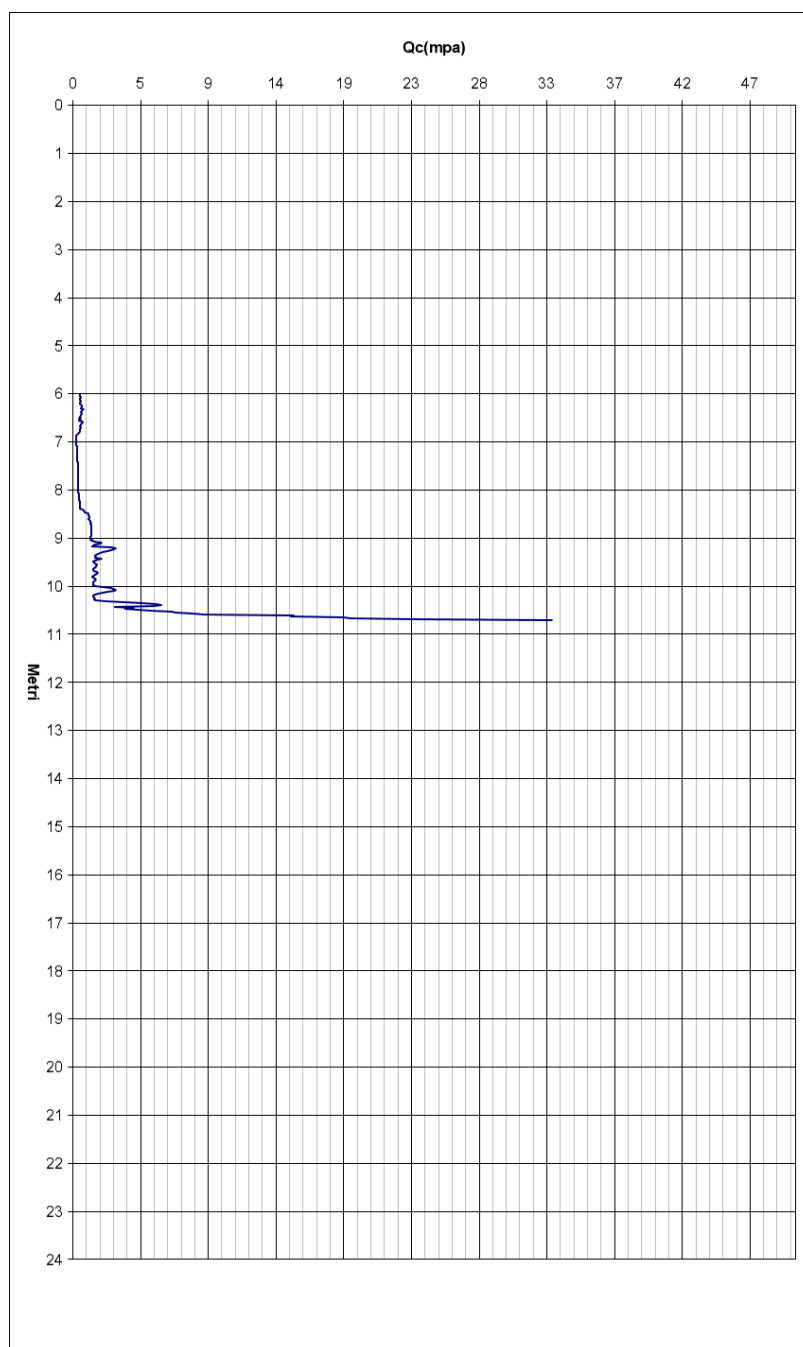
7.02	0.24	0.01	0.08	7.02	4.32
7.04	0.22	0.01	0.08	7.04	4.58
7.06	0.22	0.01	0.08	7.06	4.37
7.08	0.31	0.01	0.08	7.08	3.06
7.12	0.30	0.01	0.08	7.12	3.12
7.14	0.30	0.01	0.08	7.14	3.12
7.16	0.29	0.01	0.08	7.16	3.16
7.18	0.29	0.01	0.08	7.18	3.08
7.20	0.27	0.01	0.08	7.20	3.22
7.22	0.27	0.01	0.08	7.22	3.13
7.24	0.29	0.01	0.08	7.24	3.22
7.26	0.27	0.01	0.08	7.26	3.22
7.28	0.27	0.01	0.08	7.28	3.09
7.30	0.27	0.01	0.08	7.30	3.09
7.32	0.27	0.01	0.08	7.32	2.92
7.34	0.27	0.01	0.08	7.34	2.83
7.36	0.29	0.01	0.08	7.36	2.59
7.38	0.29	0.01	0.08	7.38	2.59
7.40	0.27	0.01	0.08	7.40	2.79
7.42	0.34	0.01	0.08	7.42	2.10
7.44	0.34	0.01	0.08	7.44	2.07
7.46	0.34	0.01	0.08	7.46	2.00
7.48	0.34	0.01	0.08	7.48	2.04
7.50	0.34	0.01	0.08	7.50	2.00
7.52	0.34	0.01	0.08	7.52	1.93
7.54	0.34	0.01	0.08	7.54	2.03
7.56	0.34	0.01	0.08	7.56	2.00
7.58	0.36	0.01	0.08	7.58	2.53
7.60	0.36	0.01	0.08	7.60	2.40
7.62	0.36	0.01	0.08	7.62	2.31
7.64	0.36	0.01	0.09	7.64	2.27
7.66	0.36	0.01	0.09	7.66	2.21
7.68	0.36	0.01	0.09	7.68	2.21
7.70	0.36	0.01	0.09	7.70	2.10
7.72	0.36	0.01	0.09	7.72	2.10
7.74	0.38	0.01	0.09	7.74	1.96
7.78	0.38	0.01	0.09	7.78	1.93
7.80	0.38	0.01	0.09	7.80	1.93
7.82	0.36	0.01	0.09	7.82	2.07
7.84	0.38	0.01	0.09	7.84	1.93
7.86	0.38	0.01	0.09	7.86	1.90
7.88	0.38	0.01	0.09	7.88	1.84
7.90	0.38	0.01	0.09	7.90	1.90
7.92	0.38	0.01	0.09	7.92	1.99
7.94	0.38	0.01	0.09	7.94	1.99
7.96	0.38	0.01	0.09	7.96	2.05
7.98	0.38	0.01	0.09	7.98	2.08
8.00	0.39	0.01	0.10	8.00	2.00
8.02	0.39	0.01	0.10	8.02	2.03
8.04	0.39	0.01	0.10	8.04	2.02
8.06	0.39	0.01	0.10	8.06	2.00
8.08	0.45	0.01	0.10	8.08	1.75
8.10	0.45	0.01	0.10	8.10	1.78
8.12	0.45	0.01	0.10	8.12	1.78
8.16	0.45	0.01	0.10	8.16	1.81
8.18	0.45	0.01	0.10	8.18	1.83
8.20	0.45	0.01	0.10	8.20	1.81

8.22	0.46	0.01	0.10	8.22	1.74
8.24	0.46	0.01	0.10	8.24	1.74
8.26	0.48	0.01	0.10	8.26	1.69
8.28	0.46	0.01	0.10	8.28	1.76
8.30	0.46	0.01	0.10	8.30	1.78
8.32	0.46	0.01	0.10	8.32	1.78
8.34	0.51	0.01	0.10	8.34	1.66
8.36	0.51	0.01	0.10	8.36	1.66
8.38	0.51	0.01	0.10	8.38	1.66
8.40	0.66	0.01	0.10	8.40	1.28
8.42	0.76	0.01	0.10	8.42	1.07
8.44	0.85	0.02	0.15	8.44	2.24
8.46	0.85	0.02	0.15	8.46	2.18
8.48	1.07	0.02	0.15	8.48	1.76
8.50	1.07	0.02	0.15	8.50	1.76
8.52	1.07	0.02	0.16	8.52	1.76
8.54	1.12	0.02	0.16	8.54	1.71
8.56	1.13	0.02	0.16	8.56	1.90
8.58	1.12	0.02	0.17	8.58	1.98
8.60	1.10	0.02	0.17	8.60	2.05
8.62	1.17	0.02	0.18	8.62	1.90
8.64	1.18	0.02	0.19	8.64	1.88
8.66	1.23	0.02	0.19	8.66	1.77
8.68	1.29	0.02	0.21	8.68	1.62
8.70	1.23	0.02	0.20	8.70	1.67
8.72	1.28	0.02	0.20	8.72	1.64
8.74	1.27	0.02	0.20	8.74	1.61
8.76	1.27	0.02	0.20	8.76	1.61
8.78	1.27	0.02	0.20	8.78	1.60
8.80	1.27	0.02	0.20	8.80	1.62
8.82	1.25	0.02	0.20	8.82	1.64
8.84	1.25	0.02	0.20	8.84	1.59
8.86	1.25	0.02	0.20	8.86	1.58
8.88	1.25	0.02	0.20	8.88	1.59
8.90	1.25	0.02	0.20	8.90	1.63
8.92	1.27	0.02	0.20	8.92	1.60
8.94	1.25	0.02	0.20	8.94	1.62
8.96	1.29	0.02	0.21	8.96	1.57
8.98	1.24	0.02	0.20	8.98	1.66
9.00	1.24	0.02	0.20	9.00	1.68
9.02	1.31	0.02	0.21	9.02	1.52
9.04	1.24	0.02	0.20	9.04	1.60
9.06	1.33	0.02	0.22	9.06	1.57
9.08	1.57	0.02	0.27	9.08	1.35
9.10	2.02	0.02	0.25	9.10	0.95
9.12	1.90	0.02	0.15	9.12	1.07
9.14	1.57	0.02	0.11	9.14	1.34
9.18	1.31	0.02	0.13	9.18	1.72
9.20	2.72	0.02	0.28	9.20	0.63
9.22	2.96	0.02	0.28	9.22	0.59
9.24	2.88	0.02	0.24	9.24	0.68
9.26	2.66	0.02	0.25	9.26	0.74
9.28	2.37	0.02	0.23	9.28	0.89
9.30	2.04	0.02	0.19	9.30	0.94
9.32	1.76	0.02	0.15	9.32	1.19
9.34	1.58	0.02	0.14	9.34	1.39
9.36	1.51	0.02	0.20	9.36	1.28

9.38	1.58	0.02	0.23	9.38	1.20
9.40	1.53	0.02	0.21	9.40	1.28
9.42	1.98	0.02	0.14	9.42	1.09
9.44	1.73	0.03	0.14	9.44	1.51
9.46	1.53	0.03	0.17	9.46	1.95
9.48	1.44	0.03	0.17	9.48	1.86
9.50	1.47	0.02	0.18	9.50	1.51
9.52	1.56	0.02	0.20	9.52	1.29
9.54	1.64	0.02	0.21	9.54	1.13
9.56	1.65	0.02	0.21	9.56	1.15
9.58	1.60	0.02	0.20	9.58	1.05
9.60	1.57	0.02	0.20	9.60	1.01
9.62	1.48	0.01	0.19	9.62	1.00
9.64	1.40	0.01	0.18	9.64	1.04
9.66	1.38	0.01	0.18	9.66	1.01
9.68	1.46	0.01	0.20	9.68	0.89
9.70	1.64	0.01	0.23	9.70	0.82
9.72	1.75	0.01	0.23	9.72	0.67
9.74	1.64	0.01	0.22	9.74	0.74
9.76	1.51	0.01	0.20	9.76	0.91
9.78	1.45	0.01	0.20	9.78	1.01
9.80	1.36	0.01	0.20	9.80	1.02
9.82	1.44	0.01	0.22	9.82	0.90
9.84	1.55	0.01	0.23	9.84	0.78
9.86	1.60	0.01	0.24	9.86	0.79
9.88	1.55	0.01	0.23	9.88	0.93
9.90	1.46	0.01	0.22	9.90	0.98
9.92	1.41	0.01	0.23	9.92	1.00
9.94	1.38	0.01	0.24	9.94	0.97
9.96	1.40	0.01	0.24	9.96	0.93
9.98	1.42	0.01	0.24	9.98	0.98
10.00	1.57	0.02	0.27	10.00	1.02
10.02	2.13	0.02	0.38	10.02	0.75
10.04	2.62	0.02	0.34	10.04	0.65
10.08	2.99	0.01	0.30	10.08	0.48
10.10	2.84	0.02	0.25	10.10	0.58
10.12	2.41	0.02	0.19	10.12	0.79
10.14	2.04	0.02	0.16	10.14	0.90
10.16	1.73	0.02	0.18	10.16	1.07
10.18	1.52	0.02	0.20	10.18	1.33
10.20	1.41	0.02	0.25	10.20	1.35
10.22	1.42	0.02	0.26	10.22	1.24
10.24	1.47	0.02	0.28	10.24	1.25
10.26	1.52	0.02	0.28	10.26	1.32
10.28	1.50	0.02	0.27	10.28	1.32
10.30	1.57	0.02	0.31	10.30	1.33
10.32	2.30	0.02	0.47	10.32	0.91
10.34	3.61	0.02	0.48	10.34	0.54
10.36	4.85	0.02	0.28	10.36	0.42
10.38	5.79	0.02	0.21	10.38	0.28
10.40	6.11	0.02	0.18	10.40	0.28
10.42	5.58	0.02	0.10	10.42	0.28
10.44	2.91	0.03	0.19	10.44	1.02
10.46	4.25	0.03	0.07	10.46	0.76
10.48	3.61	0.03	0.47	10.48	0.83
10.50	5.56	0.03	0.22	10.50	0.52
10.52	6.83	0.03	0.11	10.52	0.40

10.54	7.18	0.03	0.13	10.54	0.38
10.56	8.37	0.02	0.13	10.56	0.28
10.58	9.04	0.02	0.13	10.58	0.28
10.60	15.28	0.02	0.12	10.60	0.16
10.62	15.05	0.03	0.10	10.62	0.22
10.64	18.75	0.03	0.10	10.64	0.18
10.66	19.19	0.04	0.14	10.66	0.20
10.68	23.85	0.04	0.16	10.68	0.17
10.70	33.17	0.04	0.21	10.70	0.13

Di seguito si riporta il grafico Profondità (m)/Qc (mPa)



CPTU n. 3

Profondità preforo: 6 m

Metri	Punta (mpa)	Lat. (mpa)	U(mpa)	Incl °	Fr%
5.48	0.14	0.00	0.01	3.85	0.00
5.50	0.01	0.00	0.01	3.87	0.00
5.52	0.08	0.00	0.01	3.87	0.00
5.54	0.37	0.00	0.01	3.88	0.00
5.56	0.39	0.00	0.01	3.88	0.00
5.58	0.44	0.00	0.02	3.89	0.00
5.60	1.91	0.00	0.02	3.89	0.00
5.62	0.46	0.00	0.02	3.91	0.00
5.64	2.88	0.00	0.02	3.91	0.00
5.66	4.24	0.02	0.03	3.91	0.00
5.68	2.10	0.01	0.01	3.95	0.00
5.70	4.55	0.07	0.02	3.95	0.00
5.72	2.78	0.08	0.02	3.94	0.00
5.74	3.46	0.17	0.02	3.96	0.00
5.76	4.38	0.12	0.02	3.96	0.00
5.78	2.95	0.04	0.02	3.97	0.00
5.80	6.01	0.06	0.03	3.97	0.00
5.82	7.30	0.07	0.03	3.99	0.00
5.84	5.52	0.18	0.02	3.99	0.00
5.86	0.31	0.00	0.02	4.03	0.00
5.88	0.32	0.00	0.02	4.03	0.00
5.90	0.31	0.00	0.02	4.03	0.00
5.92	0.31	0.00	0.02	4.05	0.00
5.94	0.31	0.00	0.02	4.04	0.00
5.96	0.32	0.00	0.02	4.02	0.00
5.98	0.31	0.00	0.02	4.03	0.00
6.00	0.31	0.00	0.02	4.05	0.00
6.02	0.32	0.00	0.02	4.03	0.00
6.04	0.32	0.00	0.02	4.05	0.00
6.06	0.32	0.00	0.02	4.06	0.00
6.08	0.32	0.00	0.02	4.06	0.00
6.10	0.31	0.00	0.02	4.09	0.00
6.12	0.32	0.00	0.02	4.13	0.00
6.14	0.32	0.00	0.02	4.13	0.00
6.16	0.32	0.00	0.02	4.14	0.00
6.18	0.32	0.00	0.02	4.15	0.00
6.20	0.32	0.00	0.02	4.16	0.00
6.22	0.32	0.00	0.02	4.18	0.00
6.24	0.32	0.00	0.02	4.18	0.00
5.86	0.31	0.00	0.02	4.22	0.00
5.88	0.32	0.00	0.02	4.22	0.00
5.92	0.31	0.00	0.02	4.23	0.00
5.94	0.31	0.00	0.02	4.23	0.00
5.96	0.32	0.00	0.02	4.25	0.00
5.98	0.31	0.00	0.02	4.27	0.00
6.00	0.31	0.00	0.02	4.27	0.00
6.02	0.32	0.00	0.02	4.26	0.00
6.04	0.32	0.00	0.02	4.28	0.00
6.06	0.32	0.00	0.02	4.28	0.00
6.08	0.32	0.00	0.02	4.28	0.00
6.10	0.31	0.00	0.02	4.32	0.00
6.12	0.32	0.00	0.02	4.32	0.00

6.14	0.32	0.00	0.02	4.32	0.00
6.16	0.32	0.00	0.02	4.34	0.00
6.18	0.32	0.00	0.02	4.33	0.00
6.20	0.32	0.00	0.02	4.35	0.00
6.22	0.32	0.00	0.02	4.42	0.00
6.24	0.32	0.00	0.02	4.42	0.00
6.26	0.34	0.00	0.02	4.42	0.00
6.28	2.89	0.00	0.03	4.44	0.00
6.30	2.98	0.02	0.03	4.46	0.00
6.32	3.84	0.01	0.04	4.46	0.00
6.34	6.65	0.01	0.05	4.46	0.00
6.36	7.55	0.04	0.05	4.46	0.00
6.38	5.95	0.07	0.03	4.48	0.00
6.40	7.01	0.08	0.03	4.51	0.00
6.42	5.71	0.11	0.03	4.51	0.00
6.44	6.73	0.11	0.03	4.55	0.00
6.46	5.99	0.10	0.03	4.57	0.00
6.48	6.32	0.10	0.03	4.57	0.00
6.50	6.10	0.10	0.03	4.60	0.00
6.52	5.40	0.10	0.03	4.60	0.00
6.54	4.83	0.11	0.03	4.60	0.00
6.56	4.44	0.11	0.03	4.60	0.00
6.58	7.07	0.11	0.03	4.60	0.00
6.60	7.77	0.10	0.03	4.81	0.00
6.62	8.26	0.09	0.04	4.81	0.00
6.64	8.09	0.09	0.00	4.84	0.00
6.66	8.87	0.09	-0.02	4.84	0.00
6.68	7.95	0.06	0.10	4.84	0.00
6.70	5.95	0.10	0.09	4.86	0.00
6.72	3.68	0.16	0.09	4.88	0.00
6.74	2.91	0.17	0.21	4.86	0.00
6.76	1.68	0.14	0.25	4.88	0.00
6.78	1.72	0.13	0.28	4.86	0.00
6.80	1.99	0.12	0.32	4.90	0.00
6.82	2.28	0.10	0.30	4.86	0.00
6.84	2.44	0.09	0.28	4.85	0.00
6.86	2.69	0.07	0.27	4.85	0.00
6.88	2.23	0.03	0.14	4.85	0.00
6.90	2.57	0.03	0.14	4.85	0.00
6.92	2.35	0.03	0.14	4.87	0.00
6.94	2.41	0.03	0.15	4.87	0.00
6.96	2.57	0.04	0.16	4.87	0.00
6.98	2.73	0.04	0.17	4.88	0.00
7.00	2.97	0.04	0.18	4.87	0.00
7.02	2.99	0.04	0.18	4.87	0.00
7.04	2.70	0.04	0.17	4.89	0.00
7.06	2.36	0.06	0.16	4.89	0.00
7.08	2.36	0.05	0.17	4.89	0.00
7.10	2.40	0.05	0.17	4.91	0.00
7.12	1.93	0.02	0.09	4.91	0.00
7.14	2.09	0.02	0.11	4.91	0.00
7.16	1.97	0.03	0.11	4.88	0.00
7.18	1.86	0.03	0.11	4.89	0.00
7.20	1.81	0.03	0.11	4.89	0.00
7.22	1.71	0.03	0.11	4.89	0.00
7.24	1.51	0.03	0.11	4.88	2.15
7.26	1.06	0.03	0.10	4.90	2.51

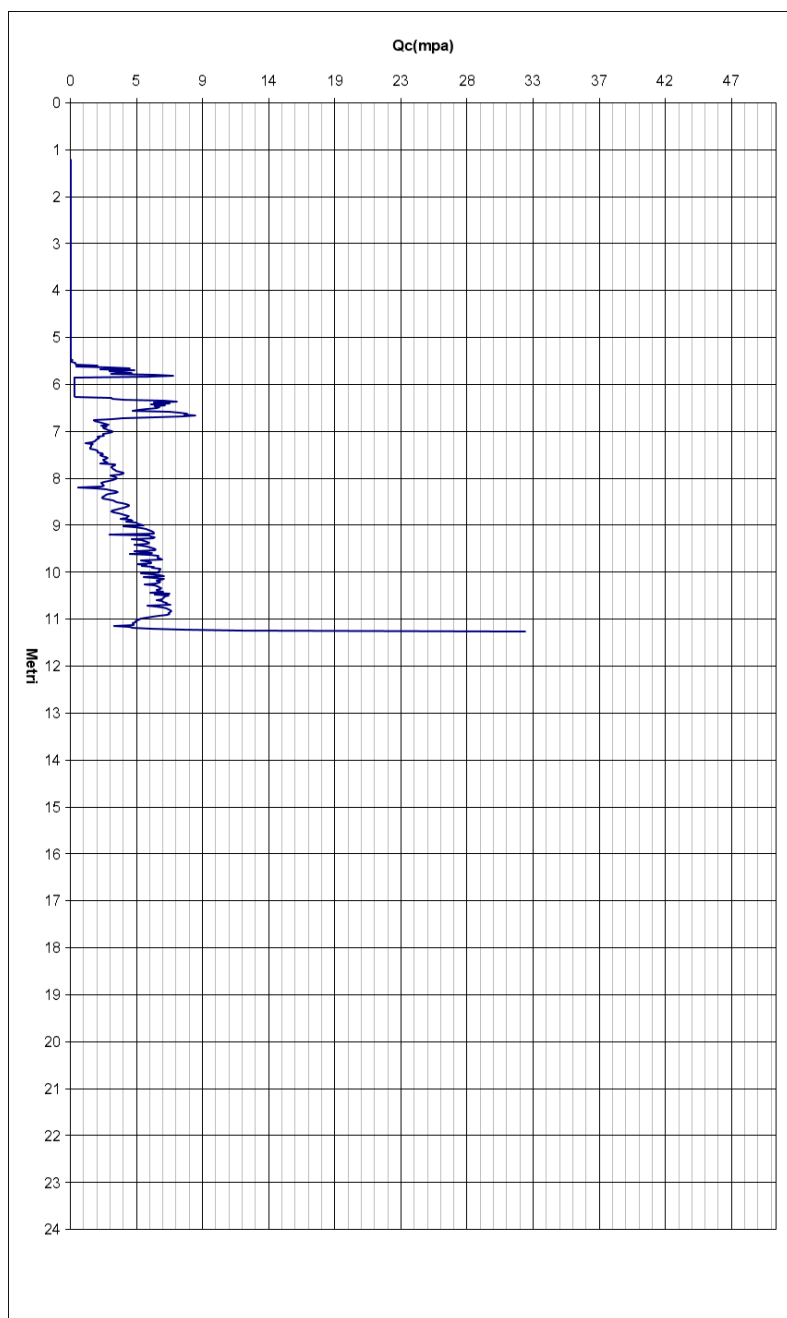
7.28	1.63	0.04	0.12	4.90	2.21
7.30	1.50	0.04	0.12	4.88	2.59
7.32	1.49	0.04	0.12	4.88	2.54
7.34	1.42	0.03	0.12	4.88	2.40
7.36	1.44	0.03	0.12	4.89	2.18
7.38	1.71	0.03	0.12	4.89	1.89
7.40	1.94	0.03	0.12	5.05	1.47
7.42	1.95	0.03	0.13	5.05	1.47
7.44	1.96	0.03	0.13	5.02	1.44
7.46	2.23	0.03	0.14	5.02	1.17
7.48	2.33	0.03	0.14	5.03	1.10
7.50	2.15	0.03	0.14	5.03	1.20
7.52	2.29	0.02	0.14	5.01	1.07
7.54	2.53	0.02	0.14	5.05	0.95
7.56	2.65	0.02	0.14	5.05	0.74
7.58	2.53	0.02	0.15	5.05	0.72
7.60	2.35	0.01	0.14	5.03	0.61
7.62	2.40	0.02	0.14	5.05	0.80
7.64	2.51	0.02	0.14	5.02	0.86
7.66	2.63	0.02	0.15	5.02	0.93
7.68	2.15	0.03	0.14	5.04	1.50
7.70	3.17	0.04	0.16	5.03	1.17
7.72	3.18	0.04	0.16	5.03	1.11
7.74	2.97	0.04	0.16	5.05	1.48
7.76	2.90	0.04	0.15	5.05	1.40
7.78	3.00	0.04	0.15	5.03	1.36
7.80	3.03	0.04	0.15	5.03	1.22
7.82	3.20	0.04	0.15	5.07	1.12
7.84	3.27	0.03	0.16	5.07	0.99
7.86	3.49	0.03	0.16	5.06	0.98
7.88	3.79	0.03	0.17	5.06	0.88
7.90	3.79	0.04	0.17	5.08	1.02
7.92	3.52	0.04	0.17	5.06	1.15
7.94	2.82	0.02	0.18	5.06	0.62
7.96	3.03	0.02	0.19	5.06	0.76
7.98	3.25	0.02	0.20	5.08	0.65
8.00	3.28	0.02	0.20	5.06	0.73
8.02	3.19	0.03	0.19	5.06	0.86
8.04	3.00	0.03	0.18	5.08	1.00
8.06	2.69	0.03	0.17	5.06	1.29
8.08	2.37	0.04	0.16	5.06	1.68
8.10	2.23	0.04	0.16	5.06	1.72
8.12	2.26	0.03	0.16	5.08	1.47
8.14	2.31	0.03	0.16	5.08	1.45
8.16	2.37	0.04	0.15	5.07	1.54
8.18	2.23	0.04	0.15	5.07	1.65
8.20	0.53	0.00	0.06	5.11	0.32
8.22	1.84	0.04	0.15	5.11	2.04
8.24	2.60	0.04	0.18	5.09	1.53
8.26	2.87	0.04	0.19	5.09	1.36
8.28	3.27	0.03	0.21	5.11	1.02
8.30	3.40	0.03	0.22	5.11	0.85
8.32	3.18	0.02	0.21	5.09	0.70
8.34	2.73	0.02	0.19	5.09	0.67
8.36	2.52	0.02	0.18	5.09	0.60
8.38	2.43	0.02	0.18	5.10	0.63
8.40	2.36	0.02	0.18	5.10	0.91

8.42	2.27	0.03	0.17	5.10	1.14
8.44	2.36	0.03	0.17	5.10	1.26
8.46	2.73	0.03	0.19	5.10	1.12
8.48	3.05	0.03	0.20	5.08	0.94
8.50	3.33	0.03	0.20	5.10	0.97
8.52	3.72	0.04	0.22	5.09	0.98
8.54	3.99	0.04	0.23	5.09	0.90
8.56	4.14	0.04	0.24	5.09	0.94
8.58	4.15	0.04	0.24	5.12	0.94
8.60	3.99	0.04	0.24	5.12	0.95
8.62	3.78	0.03	0.23	5.09	0.92
8.64	3.49	0.03	0.23	5.09	0.83
8.66	3.25	0.03	0.22	5.08	0.81
8.68	3.00	0.03	0.20	5.10	0.99
8.70	2.92	0.03	0.20	5.09	1.06
8.72	3.09	0.04	0.20	5.11	1.17
8.74	3.44	0.04	0.22	5.11	1.27
8.76	3.70	0.04	0.23	5.10	1.10
8.78	3.93	0.04	0.24	5.10	1.06
8.80	4.16	0.04	0.25	5.10	0.96
8.82	4.02	0.03	0.25	5.10	0.86
8.84	4.04	0.03	0.25	5.10	0.76
8.86	3.58	0.03	0.23	5.11	0.76
8.88	4.27	0.03	0.25	5.11	0.62
8.90	4.40	0.03	0.26	5.09	0.64
8.92	3.97	0.04	0.24	5.09	0.89
8.94	4.67	0.04	0.27	5.08	0.81
8.96	4.75	0.05	0.28	5.12	0.96
8.98	4.92	0.05	0.29	5.11	1.00
9.00	5.18	0.05	0.31	5.09	0.96
9.02	3.75	0.03	0.31	5.09	0.71
9.04	4.65	0.03	0.32	5.08	0.56
9.06	5.10	0.03	0.33	5.07	0.54
9.08	5.43	0.03	0.34	5.06	0.59
9.10	5.56	0.03	0.34	5.06	0.57
9.12	5.75	0.03	0.35	5.04	0.54
9.14	5.87	0.03	0.35	5.03	0.57
9.16	5.95	0.03	0.35	5.02	0.54
9.18	5.90	0.03	0.34	5.02	0.52
9.20	2.80	0.03	0.28	5.01	1.01
9.22	5.57	0.06	0.31	5.00	1.01
9.24	5.73	0.06	0.32	5.00	1.05
9.26	6.02	0.05	0.33	4.98	0.84
9.28	5.86	0.04	0.32	4.92	0.76
9.30	4.37	0.02	0.25	4.91	0.45
9.32	5.07	0.02	0.29	4.91	0.49
9.34	5.30	0.03	0.30	4.90	0.60
9.36	5.44	0.04	0.32	4.90	0.76
9.38	5.61	0.05	0.32	4.90	0.87
9.40	5.49	0.06	0.32	4.78	1.03
9.42	4.53	0.02	0.30	4.78	0.48
9.44	5.07	0.03	0.32	4.78	0.50
9.46	5.50	0.03	0.35	4.78	0.49
9.48	5.70	0.03	0.35	4.74	0.47
9.50	5.94	0.03	0.36	4.74	0.57
9.52	6.03	0.04	0.36	4.73	0.66
9.54	5.97	0.04	0.36	4.72	0.67

9.56	4.54	0.02	0.39	4.71	0.47
9.58	5.32	0.02	0.40	4.65	0.47
9.60	5.81	0.03	0.42	4.64	0.49
9.62	4.20	0.03	0.37	4.63	0.68
9.64	5.67	0.03	0.40	4.62	0.61
9.66	6.23	0.03	0.43	4.59	0.56
9.68	6.21	0.02	0.48	4.58	0.39
9.70	6.41	0.02	0.47	4.58	0.35
9.72	6.52	0.02	0.47	4.57	0.27
9.74	5.04	0.03	0.45	4.55	0.65
9.76	5.46	0.05	0.39	4.55	0.94
9.78	5.71	0.05	0.39	4.54	0.93
9.80	5.74	0.05	0.37	4.51	0.90
9.82	4.75	0.06	0.30	4.50	1.29
9.84	5.40	0.03	0.47	4.50	0.61
9.86	5.10	0.03	0.55	4.48	0.50
9.88	5.90	0.04	0.51	4.50	0.61
9.90	5.77	0.04	0.47	4.49	0.73
9.92	6.38	0.04	0.49	4.49	0.65
9.94	6.37	0.04	0.48	4.49	0.66
9.96	6.34	0.04	0.48	4.48	0.55
9.98	6.26	0.04	0.48	4.48	0.56
10.00	6.34	0.03	0.46	4.47	0.50
10.02	5.00	0.04	0.49	4.47	0.81
10.04	5.88	0.05	0.48	4.46	0.89
10.06	6.40	0.06	0.51	4.48	0.91
10.08	6.65	0.07	0.54	4.48	1.00
10.10	5.18	0.06	0.51	4.48	1.22
10.12	6.02	0.07	0.48	4.47	1.08
10.14	6.65	0.08	0.49	4.46	1.26
10.16	6.41	0.09	0.47	4.46	1.39
10.18	6.10	0.02	0.34	4.46	0.41
10.20	6.37	0.02	0.36	4.46	0.29
10.22	6.30	0.02	0.37	4.45	0.28
10.24	6.08	0.08	0.43	4.50	1.31
10.26	5.30	0.01	0.41	4.49	0.14
10.28	5.97	0.01	0.43	4.49	0.19
10.30	6.21	0.01	0.43	4.49	0.19
10.32	6.33	0.01	0.43	4.49	0.20
10.34	6.47	0.01	0.44	4.48	0.20
10.36	6.35	0.01	0.44	4.48	0.20
10.38	6.14	0.01	0.43	4.47	0.19
10.40	6.19	0.01	0.44	4.47	0.16
10.42	6.59	0.01	0.49	4.47	0.17
10.44	5.68	0.04	0.62	4.47	0.65
10.46	7.05	0.05	0.68	4.47	0.70
10.48	5.96	0.03	0.74	4.47	0.51
10.50	6.95	0.04	0.69	4.47	0.56
10.52	6.74	0.04	0.65	4.47	0.55
10.54	6.62	0.03	0.65	4.46	0.48
10.56	6.60	0.03	0.64	4.46	0.49
10.58	6.48	0.03	0.63	4.46	0.49
10.60	6.15	0.02	0.56	4.45	0.38
10.62	6.53	0.02	0.60	4.47	0.38
10.64	6.55	0.03	0.61	4.47	0.45
10.66	6.82	0.03	0.64	4.47	0.49
10.68	6.76	0.04	0.63	4.49	0.62

10.70	7.07	0.04	0.67	4.49	0.63
10.72	5.46	0.04	0.52	4.48	0.65
10.74	6.09	0.03	0.47	4.48	0.56
10.76	6.55	0.03	0.51	4.50	0.41
10.78	6.87	0.03	0.55	4.50	0.41
10.80	6.99	0.03	0.56	4.50	0.50
10.82	7.09	0.04	0.56	4.50	0.59
10.84	7.15	0.05	0.56	4.50	0.67
10.86	6.95	0.05	0.56	4.52	0.67
10.88	7.03	0.05	0.58	4.52	0.69
10.90	6.84	0.05	0.56	4.52	0.66
10.92	6.24	0.05	0.52	4.59	0.75
10.94	5.82	0.04	0.48	4.61	0.69
10.96	5.39	0.04	0.45	4.56	0.73
10.98	5.03	0.04	0.42	4.58	0.79
11.00	4.87	0.03	0.40	4.58	0.60
11.02	4.74	0.03	0.39	4.58	0.58
11.04	4.64	0.03	0.38	4.58	0.58
11.06	4.60	0.03	0.38	4.60	0.59
11.08	4.41	0.03	0.36	4.60	0.79
11.10	4.48	0.04	0.36	4.60	0.87
11.12	4.45	0.04	0.36	4.62	0.99
11.14	3.14	0.04	0.38	4.62	1.34
11.16	4.20	0.05	0.29	4.62	1.15
11.18	4.42	0.05	0.30	4.62	1.05
11.20	5.78	0.04	0.43	4.66	0.74
11.22	8.08	0.01	0.66	4.66	0.18
11.24	12.22	0.00	0.66	4.66	0.00
11.26	32.22	0.00	0.58	4.69	0.00

Di seguito si riporta il grafico Profondità (m)/Qc (mPa).



CPTU n. 5

Profondità preforo: 6 m

Metri	Punta (mpa)	Lat. (mpa)	U(mpa)	Incl °	Fr%
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.28	2.41	0.02	0.05	1.09	0.62
6.30	2.36	0.01	0.06	1.12	0.43
6.32	2.64	0.00	0.04	1.16	0.01
6.34	2.32	-0.01	0.05	1.30	-0.29
6.36	1.88	0.00	0.05	1.36	-0.21
6.38	1.97	-0.01	0.05	1.37	-0.59
6.40	4.10	0.00	0.06	1.39	-0.11
6.42	3.99	-0.02	0.06	1.40	-0.56
6.44	3.64	-0.01	0.05	1.42	-0.38
6.46	4.30	0.00	0.07	1.42	-0.03
6.48	5.41	0.00	0.07	1.43	-0.08
6.50	5.59	0.00	0.07	1.45	0.07
6.52	5.05	0.02	0.06	1.49	0.33
6.54	4.84	0.02	0.06	1.49	0.44
6.56	4.61	0.02	0.05	1.51	0.40
6.58	4.30	0.03	0.05	1.50	0.59
6.60	4.12	0.04	0.05	1.56	0.89
6.62	3.52	0.05	0.05	1.55	1.34
6.64	3.33	0.05	0.04	1.53	1.62
6.66	3.22	0.05	0.04	1.57	1.67
6.68	2.84	0.06	0.04	1.57	2.09
6.70	2.42	0.06	0.04	1.56	2.54
6.72	2.28	0.06	0.05	1.59	2.55
6.74	0.60	0.04	0.07	1.59	7.00
6.76	0.58	0.04	0.06	1.59	6.62
6.78	0.57	0.03	0.06	1.59	5.85
6.80	0.58	0.03	0.07	1.59	5.14
6.82	0.59	0.03	0.06	1.59	4.41
6.84	0.62	0.02	0.06	1.62	3.62
6.86	0.65	0.02	0.07	1.59	3.01
6.88	0.69	0.02	0.07	1.59	2.59
6.90	0.67	0.02	0.07	1.62	2.51
6.92	0.67	0.02	0.06	1.62	2.49
6.94	0.68	0.02	0.06	1.62	2.44
6.96	0.69	0.02	0.06	1.63	2.52
6.98	0.68	0.02	0.16	1.63	2.79
7.00	0.64	0.00	0.14	1.63	0.53
7.02	0.59	0.02	0.14	1.65	3.24
7.04	0.56	0.02	0.13	1.65	3.09
7.06	0.61	0.03	0.04	1.65	4.19
7.08	0.71	0.03	0.04	1.65	3.97
7.10	0.79	0.03	0.05	1.70	4.32
7.12	0.78	0.03	0.06	1.70	4.38
7.14	0.79	0.03	0.07	1.70	4.18
7.16	0.81	0.03	0.07	1.70	3.98
7.18	0.82	0.03	0.07	1.70	3.90
7.20	0.87	0.03	0.07	1.72	3.33
7.22	0.90	0.03	0.07	1.73	3.46
7.24	0.90	0.03	0.07	1.75	3.27
7.26	0.88	0.03	0.07	1.75	3.32

7.28	0.49	0.01	0.06	1.75	1.21
7.30	0.85	0.03	0.06	1.77	3.51
7.32	0.83	0.03	0.06	1.77	3.79
7.34	0.78	0.03	0.07	1.77	4.15
7.36	0.76	0.03	0.06	1.78	4.35
7.38	0.76	0.03	0.06	1.78	4.29
7.40	0.77	0.03	0.06	1.77	4.30
7.42	0.59	0.02	0.05	1.80	2.63
7.44	0.84	0.04	0.05	1.78	4.30
7.46	0.87	0.04	0.06	1.80	4.05
7.48	0.89	0.03	0.06	1.80	3.85
7.50	0.90	0.03	0.06	1.80	3.71
7.52	0.89	0.03	0.06	1.81	3.57
7.54	0.83	0.03	0.05	1.81	3.69
7.56	0.80	0.03	0.05	1.81	3.73
7.58	0.72	0.03	0.05	1.81	4.19
7.60	0.66	0.03	0.05	1.81	4.53
7.62	0.65	0.03	0.05	1.81	4.55
7.64	0.66	0.03	0.05	1.81	4.41
7.66	0.66	0.03	0.05	1.81	4.30
7.68	0.66	0.03	0.05	1.79	4.23
7.70	0.65	0.03	0.04	1.80	4.19
7.72	0.62	0.03	0.04	1.80	4.36
7.74	0.61	0.03	0.04	1.80	4.38
7.76	0.60	0.03	0.04	1.78	4.38
7.78	0.56	0.03	0.04	1.78	4.46
7.80	0.53	0.02	0.04	1.78	4.50
7.82	0.51	0.02	0.04	1.78	4.34
7.84	0.49	0.02	0.04	1.78	4.22
7.86	0.48	0.02	0.04	1.78	3.86
7.88	0.49	0.02	0.04	1.80	3.29
7.90	0.50	0.01	0.04	1.79	2.80
7.92	0.50	0.01	0.04	1.81	2.54
7.94	0.50	0.01	0.04	1.82	2.38
7.96	0.53	0.01	0.04	1.82	2.23
7.98	0.55	0.01	0.04	1.82	2.22
8.00	0.57	0.01	0.04	1.84	2.18
8.02	0.60	0.01	0.04	1.84	2.07
8.04	0.44	0.01	0.04	1.84	1.59
8.06	0.66	0.01	0.04	1.84	2.19
8.08	0.63	0.01	0.04	1.84	2.28
8.10	0.61	0.01	0.04	1.83	2.40
8.12	0.60	0.01	0.04	1.83	2.50
8.14	0.58	0.01	0.09	1.88	2.52
8.16	0.60	0.01	0.04	1.87	2.42
8.18	0.60	0.01	0.04	1.89	2.38
8.20	0.61	0.01	0.04	1.83	2.17
8.22	0.61	0.01	0.04	1.83	1.96
8.24	0.63	0.01	0.03	1.83	1.77
8.26	0.66	0.01	0.03	1.83	1.62
8.28	0.64	0.01	0.03	1.83	1.64
8.30	0.66	0.01	0.03	1.83	1.50
8.32	0.68	0.01	0.03	1.84	2.02
8.34	0.74	0.01	0.03	1.83	1.57
8.36	0.81	0.01	0.03	1.83	1.23
8.38	0.86	0.01	0.03	1.84	1.13
8.40	0.91	0.01	0.03	1.84	1.37

8.42	0.83	0.02	0.03	1.84	2.03
8.44	0.73	0.02	0.03	1.84	2.90
8.46	0.68	0.02	0.03	1.84	3.34
8.48	0.70	0.03	0.03	1.84	3.80
8.50	0.68	0.03	0.03	1.85	3.95
8.52	0.73	0.03	0.03	1.85	3.57
8.54	0.55	0.01	0.03	1.85	2.03
8.56	0.67	0.02	0.03	1.85	2.98
8.58	0.65	0.02	0.03	1.85	2.77
8.60	0.65	0.02	0.03	1.85	2.81
8.62	0.57	0.01	0.03	1.85	1.20
8.64	0.67	0.02	0.03	1.85	2.75
8.66	0.68	0.02	0.03	1.83	2.64
8.68	0.69	0.02	0.03	1.85	2.48
8.70	0.72	0.02	0.03	1.86	2.28
8.72	0.72	0.02	0.03	1.86	2.20
8.74	0.57	0.01	0.03	1.86	1.59
8.76	0.75	0.02	0.04	1.86	2.12
8.78	0.78	0.02	0.04	1.85	2.13
8.80	0.79	0.02	0.04	1.85	2.23
8.82	0.79	0.02	0.05	1.85	2.39
8.84	0.79	0.02	0.05	1.86	2.60
8.86	0.80	0.02	0.05	1.86	2.76
8.88	0.80	0.02	0.06	1.86	2.90
8.90	0.82	0.02	0.06	1.87	3.01
9.00	0.80	0.03	0.06	1.85	3.23
9.02	0.78	0.03	0.06	1.87	3.50
9.04	0.73	0.03	0.06	1.87	3.89
9.06	0.70	0.03	0.06	1.87	3.96
9.08	0.70	0.03	0.06	1.87	3.68
9.10	0.49	0.01	0.05	1.87	1.14
9.12	0.80	0.03	0.05	1.87	3.73
9.14	0.77	0.03	0.05	1.86	3.31
9.16	0.72	0.02	0.06	1.86	2.98
9.18	0.69	0.02	0.06	1.85	2.60
9.20	0.68	0.02	0.06	1.83	2.31
9.22	0.67	0.01	0.06	1.83	2.14
9.24	0.67	0.01	0.06	1.83	1.97
9.26	0.68	0.01	0.06	1.85	1.87
9.28	0.68	0.01	0.06	1.80	1.95
9.30	0.61	0.01	0.05	1.80	1.34
9.32	0.65	0.02	0.06	1.80	2.43
9.34	0.62	0.02	0.05	1.80	2.50
9.36	0.60	0.02	0.05	1.80	2.51
9.38	0.58	0.01	0.05	1.80	2.50
9.40	0.50	0.01	0.05	1.80	1.67
9.42	0.57	0.01	0.05	1.77	2.22
9.44	0.56	0.01	0.05	1.79	2.06
9.46	0.56	0.01	0.05	1.78	1.77
9.48	0.57	0.01	0.05	1.76	1.86
9.50	0.56	0.01	0.05	1.76	1.77
9.52	0.56	0.01	0.05	1.76	1.67
9.54	0.56	0.01	0.05	1.76	1.65
9.56	0.50	0.00	0.05	1.76	0.72
9.58	0.55	0.01	0.05	1.76	1.45
9.60	0.55	0.01	0.05	1.76	1.45
9.62	0.56	0.01	0.05	1.76	1.36

9.64	0.56	0.01	0.05	1.71	1.36
9.66	0.56	0.01	0.05	1.72	1.34
9.68	0.56	0.01	0.05	1.72	1.32
9.70	0.56	0.01	0.05	1.72	1.36
9.72	0.56	0.01	0.05	1.72	1.36
9.74	0.57	0.01	0.05	1.72	1.34
9.76	0.56	0.01	0.05	1.72	1.36
9.78	0.56	0.01	0.05	1.72	1.36
9.80	0.56	0.01	0.05	1.72	1.36
9.82	0.56	0.01	0.05	1.72	1.40
9.84	0.56	0.01	0.05	1.72	1.42
9.86	0.56	0.01	0.05	1.72	1.44
9.88	0.56	0.01	0.05	1.74	1.44
9.90	0.56	0.01	0.05	1.74	1.42
9.92	0.56	0.01	0.05	1.74	1.42
9.94	0.57	0.01	0.05	1.74	1.39
9.96	0.57	0.01	0.05	1.74	1.39
9.98	0.57	0.01	0.05	1.74	1.41
10.00	0.57	0.01	0.05	1.79	1.39
10.02	0.58	0.01	0.05	1.80	1.41
10.04	0.57	0.01	0.05	1.80	1.45
10.06	0.58	0.01	0.05	1.80	1.43
10.08	0.59	0.01	0.05	1.80	1.41
10.10	0.49	0.00	0.11	1.80	1.88
10.12	0.53	0.01	0.12	1.80	1.81
10.14	0.53	0.01	0.12	1.79	1.88
10.16	0.53	0.01	0.11	1.79	2.14
10.18	0.54	0.01	0.12	1.77	2.14
10.20	0.56	0.01	0.12	1.79	1.88
10.22	0.56	0.01	0.11	1.79	1.88
10.24	0.57	0.01	0.12	1.78	1.88
10.26	0.61	0.01	0.12	1.78	2.14
10.28	0.77	0.01	0.13	1.75	1.88
10.30	0.78	0.01	0.13	1.74	1.88
10.32	0.77	0.01	0.13	1.75	1.81
10.34	0.78	0.01	0.14	1.75	1.88
10.36	0.77	0.01	0.14	1.75	1.88
10.38	0.76	0.01	0.14	1.75	1.88
10.40	0.72	0.01	0.15	1.75	1.81
10.42	2.08	0.02	0.74	1.75	1.81
10.44	3.68	0.02	0.59	1.75	1.81
10.46	3.37	0.02	0.33	1.76	1.88
10.48	2.30	0.01	0.22	1.75	1.88
10.50	1.77	0.02	0.64	1.77	1.92
10.52	2.41	0.02	0.59	1.77	1.92
10.54	3.20	0.02	0.53	1.77	1.88
10.56	3.55	0.02	0.43	1.77	1.88
10.58	3.50	0.02	0.40	1.77	1.88
10.60	3.29	0.02	0.39	1.77	1.80
10.62	2.90	0.02	0.34	1.79	1.80
10.64	2.35	0.02	0.37	1.79	1.80
10.66	2.03	0.02	0.46	1.79	1.80
10.68	3.57	0.02	0.51	1.79	1.80
10.70	3.78	0.02	0.39	1.80	1.88
10.72	3.80	0.02	0.34	1.79	1.80
10.74	3.68	0.02	0.32	1.81	1.80
10.76	3.47	0.02	0.31	1.81	1.76

10.78	3.03	0.01	0.26	1.81	1.96
10.80	3.03	0.02	0.27	1.82	1.96
10.82	2.88	0.02	0.26	1.82	1.94
10.84	2.69	0.02	0.26	1.82	2.28
10.86	2.52	0.01	0.28	1.80	2.27
10.88	2.59	0.01	0.32	1.82	2.32
10.90	3.12	0.01	0.41	1.82	2.08
10.92	3.74	0.01	0.43	1.82	2.23
10.94	4.87	0.02	0.27	1.82	2.19
10.96	5.30	0.01	0.28	1.82	2.19
10.98	5.73	0.01	0.29	1.82	2.19
11.00	5.74	0.01	0.29	1.82	1.93
11.02	5.33	0.01	0.26	1.82	1.93
11.04	4.47	0.01	0.20	1.82	1.90
11.06	8.43	0.01	0.19	1.82	1.90
11.08	12.41	0.02	0.30	1.81	2.03
11.10	31.90	0.02	0.49	1.81	2.03
11.12	0.00	0.00	0.00	1.81	2.07
11.14	0.00	0.00	0.00	1.81	2.11
11.16	0.00	0.00	0.00	1.81	2.11
11.18	0.00	0.00	0.00	1.81	2.11
11.20	0.00	0.00	0.00	1.81	2.19
11.22	0.00	0.00	0.00	1.81	2.19
11.24	0.00	0.00	0.00	1.81	2.19
11.26	0.00	0.00	0.00	1.83	2.00
11.28	0.00	0.00	0.00	1.77	2.04
11.30	0.00	0.00	0.00	1.77	2.08
11.32	0.00	0.00	0.00	1.77	2.08
11.34	0.00	0.00	0.00	1.79	1.90
11.36	0.00	0.00	0.00	1.79	1.89
11.38	0.00	0.00	0.00	1.79	1.93
11.40	0.00	0.00	0.00	1.79	1.93
11.42	0.00	0.00	0.00	1.79	1.93
11.46	0.53	0.01	0.06	1.79	1.89
11.48	0.52	0.01	0.06	1.80	1.93
11.50	0.53	0.01	0.06	1.80	1.90
11.52	0.53	0.01	0.06	1.80	1.89
11.54	0.53	0.01	0.06	1.80	1.89
11.56	0.53	0.01	0.06	1.80	1.89
11.58	0.53	0.01	0.06	1.80	1.89
11.60	0.54	0.01	0.06	1.80	1.86
11.62	0.54	0.01	0.06	1.81	1.86
11.64	0.53	0.01	0.06	1.81	1.89
11.66	0.54	0.01	0.06	1.81	1.86
11.68	0.53	0.01	0.06	1.81	1.89
11.70	0.53	0.01	0.06	1.81	1.89
11.72	0.53	0.01	0.06	1.81	1.89
11.74	0.53	0.01	0.06	1.81	1.89
11.76	0.53	0.01	0.07	1.81	1.89
11.78	0.53	0.01	0.07	1.81	1.89
11.80	0.53	0.01	0.07	1.82	1.89
11.82	0.52	0.01	0.06	1.82	1.74
11.84	0.54	0.01	0.07	1.82	2.39
11.86	0.51	0.01	0.07	1.82	2.73
11.88	0.53	0.01	0.07	1.82	2.44
11.90	0.52	0.01	0.07	1.82	2.29
11.92	0.52	0.01	0.07	1.82	2.30

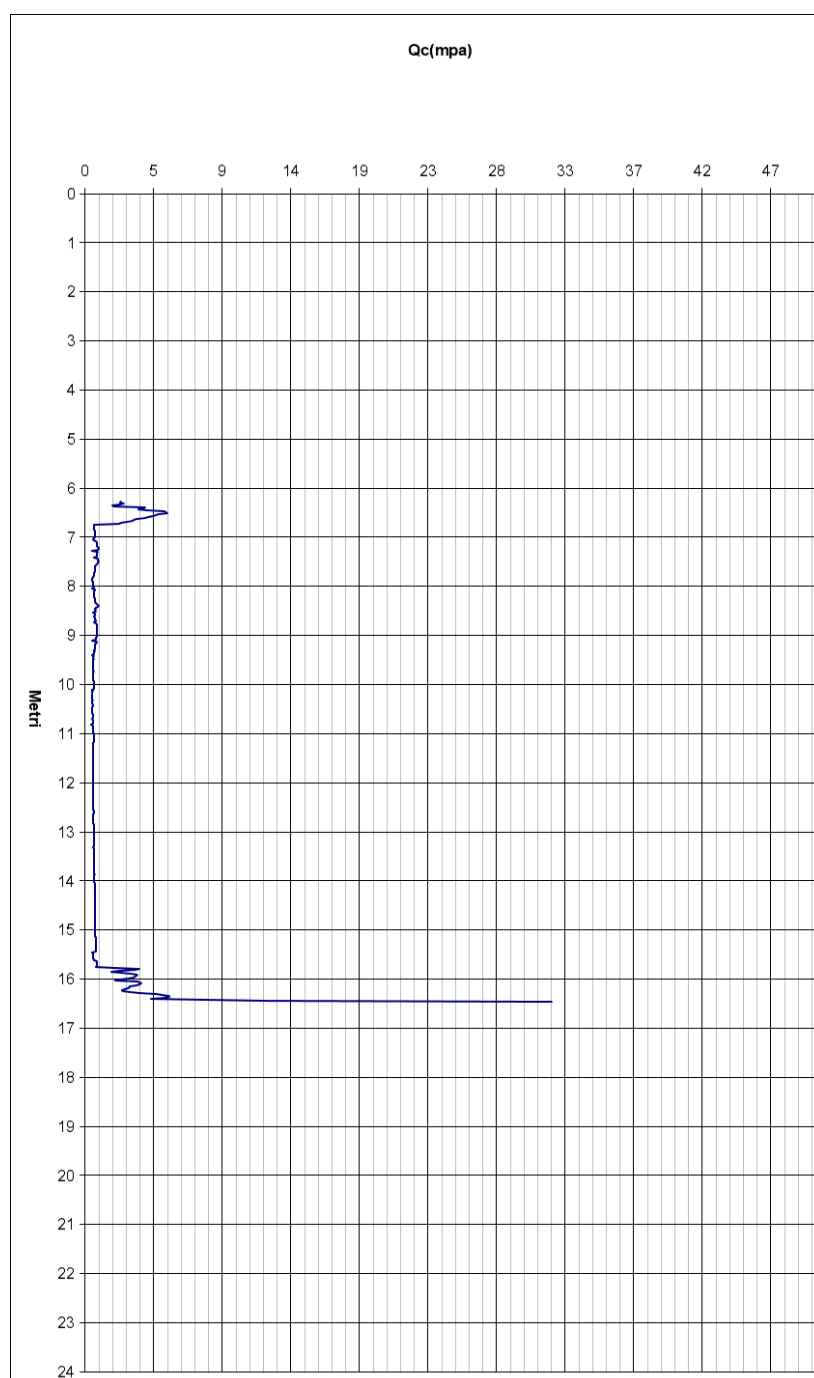
11.94	0.52	0.01	0.07	1.82	2.29
11.96	0.51	0.01	0.07	1.82	2.14
11.98	0.51	0.01	0.07	1.82	2.14
12.00	0.51	0.01	0.07	1.84	2.14
12.02	0.51	0.01	0.07	1.84	1.95
12.04	0.51	0.01	0.07	1.84	1.95
12.06	0.51	0.01	0.07	1.84	1.95
12.08	0.52	0.01	0.07	1.84	1.91
12.10	0.52	0.01	0.07	1.84	1.91
12.12	0.52	0.01	0.07	1.84	2.10
12.14	0.53	0.01	0.07	1.84	2.06
12.16	0.53	0.01	0.07	1.84	2.06
12.18	0.53	0.01	0.07	1.84	2.06
12.20	0.53	0.01	0.07	1.83	2.06
12.22	0.53	0.01	0.07	1.83	2.06
12.24	0.53	0.01	0.07	1.83	2.25
12.26	0.54	0.01	0.07	1.83	2.02
12.28	0.54	0.01	0.07	1.84	2.02
12.30	0.54	0.01	0.07	1.90	2.21
12.32	0.54	0.01	0.07	1.90	2.21
12.34	0.54	0.01	0.07	1.90	2.21
12.36	0.53	0.01	0.07	1.90	2.25
12.38	0.53	0.01	0.07	1.90	2.26
12.40	0.53	0.01	0.07	1.90	2.25
12.42	0.53	0.01	0.07	1.90	2.25
12.44	0.53	0.01	0.07	1.92	2.25
12.46	0.53	0.01	0.07	1.92	2.25
12.48	0.53	0.01	0.07	1.92	2.25
12.50	0.53	0.01	0.07	1.92	2.25
12.54	0.54	0.01	0.07	1.92	2.21
12.56	0.58	0.01	0.08	1.92	2.09
12.58	0.59	0.01	0.08	1.92	2.05
12.60	0.59	0.01	0.08	1.92	2.05
12.62	0.58	0.01	0.08	1.92	2.09
12.64	0.55	0.01	0.08	1.92	2.17
12.66	0.55	0.01	0.08	1.92	2.17
12.68	0.55	0.01	0.08	1.92	2.17
12.70	0.54	0.01	0.08	1.94	2.21
12.72	0.54	0.01	0.08	1.94	2.21
12.74	0.55	0.01	0.08	1.94	2.17
12.76	0.55	0.01	0.08	1.94	2.17
12.78	0.55	0.01	0.08	1.94	2.17
12.80	0.55	0.01	0.08	1.94	2.17
12.82	0.55	0.01	0.08	1.94	2.17
12.84	0.58	0.01	0.08	1.94	2.43
12.86	0.58	0.01	0.08	1.94	2.43
12.88	0.58	0.01	0.08	1.94	2.43
12.90	0.59	0.01	0.08	1.94	2.39
12.92	0.59	0.01	0.08	1.94	2.39
12.94	0.59	0.01	0.08	1.94	2.22
12.96	0.58	0.01	0.09	1.96	2.26
12.98	0.59	0.01	0.09	1.96	2.22
13.00	0.59	0.01	0.09	1.96	2.05
13.02	0.58	0.01	0.09	1.96	2.08
13.04	0.59	0.01	0.09	1.96	2.05
13.06	0.60	0.01	0.09	1.96	2.01
13.08	0.59	0.01	0.09	1.95	2.05

13.10	0.59	0.01	0.09	1.96	2.22
13.12	0.59	0.01	0.09	1.96	2.22
13.14	0.60	0.01	0.09	1.96	2.01
13.16	0.60	0.01	0.09	1.96	2.01
13.18	0.59	0.01	0.09	1.96	2.05
13.20	0.58	0.01	0.09	1.95	2.08
13.22	0.58	0.01	0.09	1.98	2.08
13.24	0.58	0.01	0.09	1.98	2.08
13.26	0.58	0.01	0.09	1.95	2.08
13.28	0.58	0.01	0.09	1.97	2.08
13.30	0.58	0.01	0.09	1.93	2.08
13.32	0.56	0.01	0.09	1.93	2.16
13.34	0.58	0.01	0.09	1.93	2.08
13.36	0.58	0.01	0.09	1.93	2.08
13.38	0.59	0.01	0.09	1.93	2.05
13.40	0.58	0.01	0.09	1.94	2.08
13.42	0.59	0.01	0.09	1.93	2.05
13.44	0.59	0.01	0.09	1.93	2.05
13.46	0.59	0.01	0.09	1.93	2.05
13.48	0.59	0.01	0.09	1.93	2.05
13.50	0.59	0.01	0.09	1.95	2.05
13.52	0.59	0.01	0.09	1.95	2.05
13.54	0.59	0.01	0.09	1.95	2.05
13.56	0.59	0.01	0.09	1.95	2.05
13.58	0.60	0.01	0.09	1.95	2.01
13.60	0.60	0.01	0.09	1.95	2.01
13.62	0.61	0.01	0.09	1.95	1.98
13.64	0.61	0.01	0.10	1.95	1.98
13.66	0.61	0.01	0.10	1.95	1.98
13.68	0.61	0.01	0.10	1.95	1.98
13.70	0.61	0.01	0.10	1.95	1.98
13.72	0.61	0.01	0.10	1.97	1.98
13.74	0.61	0.01	0.10	1.97	1.98
13.76	0.63	0.01	0.10	1.97	1.91
13.78	0.63	0.01	0.10	1.97	1.91
13.80	0.61	0.01	0.10	1.98	1.98
13.82	0.61	0.01	0.10	1.98	2.14
13.84	0.61	0.02	0.11	1.97	2.63
13.86	0.63	0.02	0.11	1.95	2.54
13.88	0.61	0.02	0.11	1.97	2.47
13.90	0.61	0.02	0.11	1.98	2.47
13.92	0.61	0.01	0.11	1.97	2.30
13.94	0.61	0.01	0.11	1.97	2.30
13.96	0.61	0.01	0.11	1.97	2.30
13.98	0.61	0.01	0.11	1.97	2.14
14.00	0.61	0.01	0.11	1.97	2.14
14.02	0.61	0.01	0.11	1.97	2.14
14.04	0.63	0.01	0.11	2.01	1.91
14.06	0.63	0.01	0.11	2.01	2.07
14.08	0.63	0.01	0.11	2.01	1.91
14.10	0.64	0.01	0.12	2.01	2.03
14.12	0.65	0.01	0.12	2.01	2.00
14.14	0.65	0.01	0.12	2.01	2.00
14.16	0.66	0.01	0.12	2.01	1.97
14.18	0.66	0.01	0.12	2.01	1.97
14.20	0.63	0.01	0.12	2.01	2.23
14.22	0.64	0.01	0.13	2.01	2.03

14.24	0.65	0.01	0.14	2.02	2.15
14.26	0.63	0.01	0.11	1.98	1.90
14.28	0.63	0.01	0.11	2.00	1.90
14.30	0.63	0.01	0.11	1.99	1.90
14.32	0.63	0.01	0.11	1.99	1.90
14.34	0.64	0.01	0.11	2.01	1.86
14.36	0.68	0.01	0.12	2.01	1.78
14.38	0.69	0.01	0.12	2.01	1.75
14.40	0.69	0.01	0.12	2.01	1.75
14.42	0.68	0.01	0.12	2.01	1.78
14.44	0.65	0.01	0.12	2.01	1.83
14.46	0.65	0.01	0.12	2.01	1.83
14.48	0.65	0.01	0.12	2.01	1.83
14.50	0.64	0.01	0.12	2.03	1.86
14.52	0.64	0.01	0.12	2.02	1.86
14.54	0.65	0.01	0.12	2.02	1.83
14.56	0.65	0.01	0.12	2.02	1.83
14.58	0.65	0.01	0.12	2.02	1.83
14.60	0.65	0.01	0.12	2.02	1.83
14.62	0.65	0.01	0.12	2.02	1.83
14.64	0.68	0.01	0.12	2.02	2.07
14.66	0.68	0.01	0.12	2.06	2.07
14.68	0.68	0.01	0.12	2.06	2.07
14.70	0.69	0.01	0.12	2.06	2.04
14.72	0.69	0.01	0.12	2.06	2.04
14.74	0.69	0.01	0.12	2.06	1.90
14.76	0.68	0.01	0.13	2.06	1.92
14.78	0.69	0.01	0.13	2.06	1.90
14.80	0.69	0.01	0.13	2.06	1.75
14.82	0.68	0.01	0.13	2.06	1.78
14.84	0.68	0.01	0.13	2.08	1.78
14.86	0.68	0.01	0.13	2.08	1.78
14.88	0.66	0.01	0.13	2.07	1.83
14.90	0.68	0.01	0.13	2.07	1.78
14.92	0.68	0.01	0.13	2.08	1.78
14.94	0.69	0.01	0.13	2.08	1.75
14.96	0.68	0.01	0.13	2.04	1.78
14.98	0.69	0.01	0.13	2.08	1.75
15.00	0.69	0.01	0.13	2.08	1.75
15.02	0.69	0.01	0.13	2.04	1.75
15.04	0.69	0.01	0.13	2.08	1.75
15.06	0.69	0.01	0.13	2.08	1.75
15.08	0.69	0.01	0.13	2.04	1.75
15.10	0.69	0.01	0.13	2.04	1.75
15.12	0.69	0.01	0.13	2.03	1.75
15.14	0.70	0.01	0.13	2.04	1.72
15.16	0.70	0.01	0.13	2.07	1.72
15.18	0.71	0.01	0.13	2.07	1.70
15.20	0.71	0.01	0.14	2.07	1.70
15.22	0.71	0.01	0.14	2.07	1.70
15.24	0.71	0.01	0.14	2.07	1.70
15.26	0.71	0.01	0.14	2.07	1.70
15.28	0.71	0.01	0.14	2.07	1.70
15.30	0.71	0.01	0.14	2.07	1.70
15.32	0.73	0.01	0.14	2.07	1.65
15.34	0.73	0.01	0.14	2.09	1.65
15.36	0.71	0.01	0.14	2.09	1.70

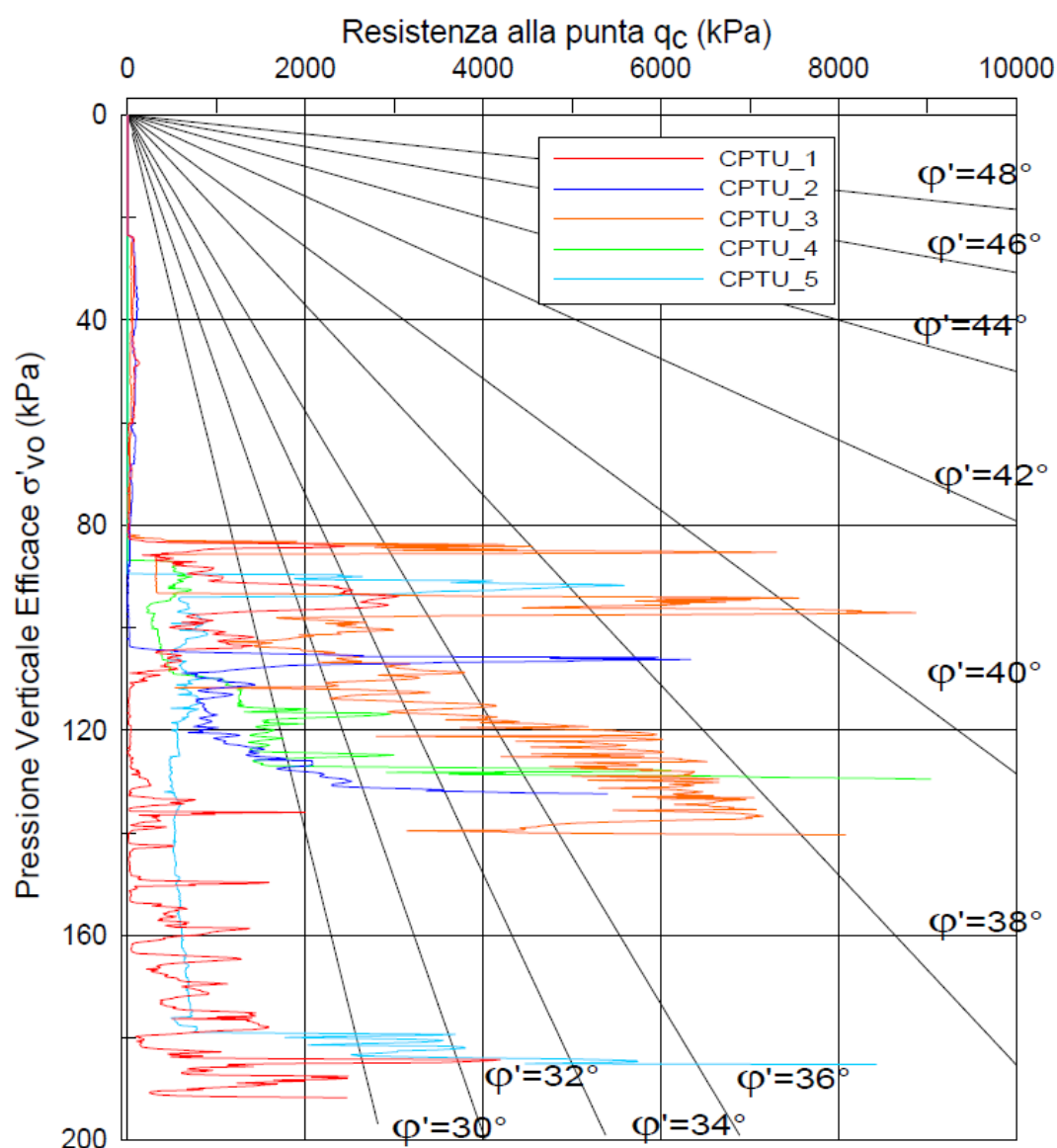
15.38	0.71	0.01	0.14	2.09	1.84
15.40	0.71	0.02	0.15	2.08	2.26
15.42	0.73	0.02	0.15	2.08	2.19
15.44	0.71	0.01	0.15	2.10	1.84
15.46	0.49	0.00	0.11	2.10	0.78
15.48	0.53	0.01	0.12	2.10	1.90
15.50	0.53	0.01	0.12	2.10	1.94
15.52	0.53	0.01	0.11	2.10	1.97
15.54	0.54	0.01	0.12	2.10	1.94
15.56	0.56	0.01	0.12	2.10	1.89
15.58	0.56	0.01	0.11	2.10	1.91
15.60	0.57	0.01	0.12	2.10	1.94
15.62	0.61	0.01	0.12	2.10	1.85
15.64	0.77	0.01	0.13	2.10	1.45
15.66	0.78	0.01	0.13	2.13	1.44
15.68	0.77	0.01	0.13	2.13	1.51
15.70	0.78	0.01	0.14	2.13	1.52
15.72	0.77	0.01	0.14	2.13	1.55
15.74	0.76	0.01	0.14	2.13	1.62
15.76	0.72	0.01	0.15	2.12	1.54
15.80	3.68	0.02	0.59	2.11	0.53
15.82	3.37	0.02	0.33	2.09	0.46
15.84	2.30	0.01	0.22	2.07	0.58
15.86	1.77	0.02	0.64	2.07	1.26
15.88	2.41	0.02	0.59	2.07	0.90
15.90	3.20	0.02	0.53	2.07	0.71
15.92	3.55	0.02	0.43	2.07	0.66
15.94	3.50	0.02	0.40	2.07	0.58
15.96	3.29	0.02	0.39	2.07	0.56
15.98	2.90	0.02	0.34	2.07	0.71
16.00	2.35	0.02	0.37	2.07	0.77
16.02	2.03	0.02	0.46	2.07	0.84
16.04	3.57	0.02	0.51	2.11	0.61
16.06	3.78	0.02	0.39	2.10	0.59
16.08	3.80	0.02	0.34	2.10	0.61
16.10	3.68	0.02	0.32	2.10	0.56
16.12	3.47	0.02	0.31	2.10	0.55
16.14	3.03	0.01	0.26	2.10	0.48
16.16	3.03	0.02	0.27	2.12	0.61
16.18	2.88	0.02	0.26	2.10	0.60
16.20	2.69	0.02	0.26	2.12	0.60
16.22	2.52	0.01	0.28	2.15	0.57
16.24	2.59	0.01	0.32	2.14	0.51
16.26	3.12	0.01	0.41	2.14	0.45
16.28	3.74	0.01	0.43	2.14	0.39
16.30	4.87	0.02	0.27	2.14	0.34
16.32	5.30	0.01	0.28	2.16	0.28
16.34	5.73	0.01	0.29	2.15	0.22
16.36	5.74	0.01	0.29	2.15	0.21
16.38	5.33	0.01	0.26	2.15	0.23
16.40	4.47	0.01	0.20	2.15	0.28
16.42	8.43	0.01	0.19	2.15	0.15
16.44	12.41	0.02	0.30	2.15	0.14
16.46	31.90	0.02	0.49	2.15	0.06

Di seguito si riporta il grafico Profondità (m)/Qc (mPa)



Sulla base delle correlazioni di Denver (1982), si stima il valore dell'angolo d'attrito, sottolineando che le cptu n.2 e n.4, sono quelle più prossime all'area d'intervento.

Il grafico della distribuzione dei valori è riportato nella figura sottostante.



E' evidente l'estrema eterogeneità del litotipo SLA fino alla profondità di circa 10,5-11,0 m. La CPTU n. 5, distante circa 60 m dall'area d'intervento evidenzia invece un incremento dello spessore di tale orizzonte, fino alla profondità prossima ai 16,0 m.

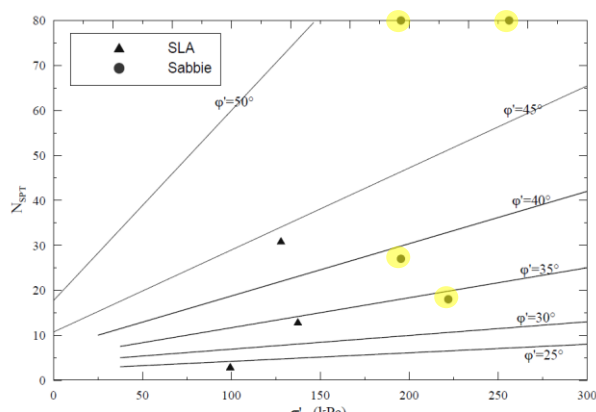
Nella caratterizzazione del litotipo SLA, per le incertezze legate alla sua eterogeneità e per la variabilità del suo spessore, sono stati usati dei parametri fisici e meccanici cautelativi nei riguardi della sicurezza dell'opera

Litotipo	Spessore (m)	γ (kN/mc)	C' (kPa)	Φ' (°)	ν'	E' (Mpa)
SLA	4.5 – 8.0	19.5	0	27	0,25	2,5 - 11 6.8/12*

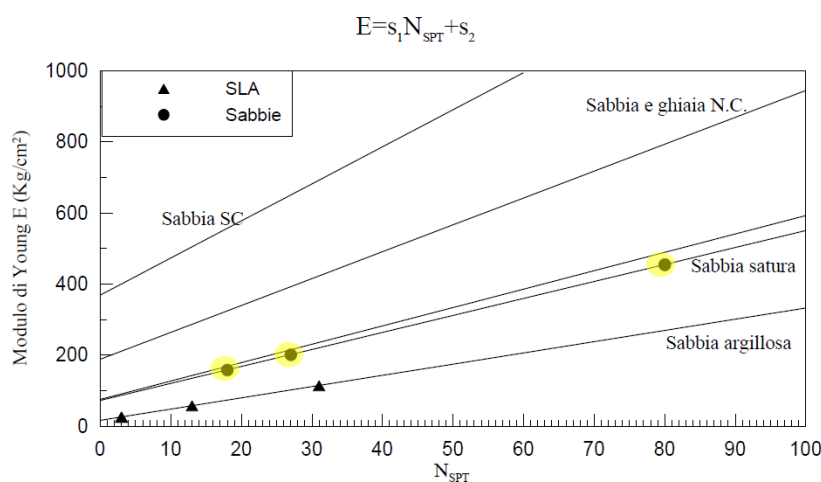
* Valori riferiti rispettivamente alle condizioni di carico e di scarico (o ricarica)

Litotipo Sabbie (S)

Il grado di addensamento di questo livello appare variabile, fino a determinare talvolta condizioni di rifiuto, come ben evidenziato dalle prove penetrometriche SPT (correlazioni De Mello, 1971). Il valore dell'angolo d'attrito risulta pertanto molto variabile, compreso tra 34° e 40° laddove non si sono evidenziate condizioni di rifiuto strumentale.



Il modulo di Young drenato (correlazione di Denver, 1982) presenta valori variabili tra 16 e 45 Mpa, mentre i valori ricavati dalla prova pressiometrica risultano pari a:



retta	s_1 (MPa)	s_2 (MPa)	tipo di terreno	autore
1	0.756	18.75	sabbia e ghiaia (NC)	D'Appolonia et al. (1970)
2	1.043	36.79	sabbia (SC)	D'Appolonia et al. (1970)
3	0.517	7.46	-	Schultze e Mezenbach, (1961)
4	0.478	7.17	sabbia satura	Webb (1970)
5	0.316	1.58	sabbia e argilla	Webb (1970)

Litotipo	Spessore (m)	γ (kN/mc)	C' (kPa)	Φ' (°)	ν'	E' (Mpa)
S	11	20,0	0	32-34	0,25	14 - 45 da correlazione Denver (1982) 6,6 - 10,3 da misure pressiometriche in S1 13,7 - 21,5 da misure pressiometriche in S2

Al disotto dello strato di sabbie è stato rinvenuto, a partire dalla profondità di circa 22.5 m, uno strato di rocce arenarie; considerata l'elevata rigidità e la resistenza di questo litotipo, a questa profondità, nelle verifiche geotecniche, possiamo ipotizzare un limite del dominio d'interesse (substrato rigido).

7. VALUTAZIONI CONCLUSIVE

Si è provveduto ad una verifica delle condizioni di fattibilità geologica, idraulica e sismica dell'intervento di progetto. Inoltre si è provveduto ad una caratterizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.

L'indagine ha evidenziato, al di sotto del livello di terreno di riporto che costituisce il corpo della banchina, sono presenti livelli di sabbie ricche di componente organica e con grado di compattazione estremamente variabile, generalmente molto sciolte o sciolte, talvolta compatte. A partire da circa 11,0 - 12,0 m di profondità le sabbie assumono con continuità un maggior grado di compattazione fino al substrato roccioso, incontrato orientativamente a profondità comprese tra 20 m e 22 m dal p.c..

I Progettisti strutturali potranno definire, conoscendo le caratteristiche strutturali del progetto e l'entità dei carichi applicati, l'adeguata tipologia di fondazione da adottare.

Piombino 27/11/2022

IL GEOLOGO