RegioneEmilia-Romagna

AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE
Servizio Area Reno e Po di Volano - Sede di Ferrara

DELIBERAZIONE GIUNTA REGIONALE n. 556 del 08/04/2019

Cod. 4S2B702 - "Manutenzione delle opere di difesa del litorale ferrarese"

CUP: E51G19000110002

Importo: € 810.000,00

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATI:

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA
QUADRO ECONOMICO e CRONOPROGRAMMA

I COLLABORATORI	I PROGETTISTI	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	TAV. N. ---
	Dott. Maurizio Farina	Dott. Claudio Miccoli	ALL. N. 01
	Ing. Stefano Bellesi		SCALA: ------
	Dott. Alessandro Lanaro		DATA: 11 OTT. 2019
			COMUNE: Comacchio (FE)

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO

Sommario

1 PREMESSA 1

2 PRINCIPALI INTERVENTI DI DIFESA DAL MARE SUL PARAGGIO COSTIERO 2

2.1 Argine perimetrale della Sacca di Goro 3

2.2 Argine Acciaioli 3

2.3 Scogliere foranee Porto Garibaldi - Lido Nazioni 4

2.4 Opere di difesa del Lido di Volano 4

2.5 Difesa del cordone dunoso litoraneo nel tratto Lido di Spina sud – Foce Gobbino 5

2.6 Interventi di manutenzione sull'intero paraggio costiero 8

3 RELAZIONE GEOLOGICA 9

4 SCOPI ED IPOTESI DI PROGETTO 10

5 CARATTERISTICHE DELLE OPERE 11

5.1 Movimentazione dei sedimenti marini e ripascimento 12

5.2 Manutenzione delle palificate armate 14

5.3 Mezzi ed attrezzature di cantiere 14

6 TEMPI DI REALIZZAZIONE 15

7 INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA 15

7.1 Misure operative e prescrizioni per la fase esecutiva 16

8 VINCOLI AMBIENTALI, PROCEDURE E AUTORIZZAZIONI 18

8.1 Aree protette e siti Rete Natura 2000 18

8.2 Vincolo paesaggistico 19

9 PROCEDURE AUTORIZZATIVE NECESSARIE 19

9.1 Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) 19

9.2 Procedura di Valutazione di Incidenza Ambientale (VINCA) 19

9.3 Nulla osta dell'Ente gestore dell'area protetta 20

9.4 Autorizzazione paesaggistica 20

9.5 Autorizzazione per immersione deliberata in mare 21

9.6 Autorizzazione allo scavo in aree potenzialmente oggetto di presenza di ordigni bellici 23

9.7 Opere in prossimità della linea doganale 24

10 DISPONIBILITÀ DELLE AREE 24

11 ELEMENTI DEL PROGETTO 25

12 ANALISI DEI PREZZI.....25

13 QUADRO ECONOMICO 25

14 CRONOPROGRAMMA.....26

ALLEGATO N. 1 – PROVE GEOGNOSTICHE 29

1 PREMESSA

Sulla costa ferrarese del comune di Comacchio si sono verificati gravi danni in occasione delle mareggiate del 2018. Nell'inverno-primavera 2017/2018, a seguito di importanti eventi, sono stati eseguiti tre interventi di somma urgenza: due sul litorale del Lido di Spina sud ed uno sul tratto meridionale del Lido di Volano. Nel dicembre 2018, a seguito della mareggiata di fine ottobre e dei successivi Ordinanza del Capo di Dipartimento della Protezione Civile (OCDPC) n. 558/2018 e Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 190 del 14 dicembre 2018, sono stati avviati altri due interventi di somma urgenza sugli stessi tratti di litorale del Lido di Spina sud e del Lido di Volano.

I tratti interessati sono posizionati: a Lido di Volano (falesie di erosione in spiaggia ed erosione parziale e/o totale dell'argine invernale messo in opera dalla Regione, erosione completa dell'argine di difesa a sud del bagno Isa); a Lido delle Nazioni centro, Lido di Pomposa e Lido degli Scacchi (falesie di erosione ed erosione parziale dell'argine invernale); a Lido di Spina sud (grave situazione di erosione dell'argine di difesa dell'abitato tra i bagni Jamaica e Piramidi, in particolare nel tratto di 300 m a nord del bagno). In particolare, con le somme urgenze è stato necessario rinforzare le opere di difesa con sacconi, sostituire/ripristinare la palificata esistente nei punti di ammaloramento, ripristinare parzialmente l'argine di difesa senza poter provvedere al ripascimento della spiaggia sottostante.

Con successivo Decreto del Presidente della Giunta Regionale n. 62 del 10 maggio 2019 sono state assegnate altre risorse per completare i suddetti interventi di somma urgenza e la cui l'esecuzione è tutt'ora in corso.

Sono, inoltre, come meglio specificato di seguito, in corso di esecuzione e/o di affidamento altri interventi previsti nella programmazione ordinaria dell'anno 2018:

- "Cod. 7S1C001 - Comune di Comacchio (FE) - Interventi di manutenzione ordinaria delle opere di difesa della costa e ripascimento delle spiagge in erosione lungo il litorale ferrarese" (Delibera Giunta Regionale n. 859 del 11/06/2018);
- "FEAMP 2014-2020. MISURA 1.44 PAR. 6 REG. (UE) N. 508/2014 – Ripristino del canale adduttore delle Valli di Comacchio denominato Logonovo";
- "Cod. 4S2B701 – Manutenzione delle opere di difesa del litorale ferrarese" (Delibera Giunta Regionale n. 884 del 11/06/2018).

Il presente progetto esecutivo è finanziato con la Delibera Giunta Regionale n. 556 del 08/04/2019 "Approvazione Programma triennale 2019-2021 ed elenco annuale 2019 degli interventi di

prevenzione del dissesto idrogeologico e sicurezza del territorio e navigazione interna - rettifica del 859-18, 884-18, 991-18 e 2167-18", è identificato con Cod. 4S2B702 - Manutenzione delle opere di difesa del litorale ferrarese – Importo € 810.000,00 – CUP E51G19000110002 e viene redatto a completamento ed integrazione degli interventi sopra descritti e per le ordinarie e stagionali operazioni di manutenzione della costa.

2 PRINCIPALI INTERVENTI DI DIFESA DAL MARE SUL PARAGGIO COSTIERO

La prima opera di difesa sul litorale ferrarese è stata realizzata negli anni 1936/45, da parte del Genio Civile Opere Marittime, di fronte l'abitato di Porto Garibaldi per contrastare l'erosione della spiaggia e consiste in 8 scogliere a mare.

Si è proseguito intorno al 1953 sul perimetro delle valli interne della Sacca di Goro, impostando i manufatti, per quanto possibile, sulla sede di vecchi cordoni dunali, ovvero su terreno più consolidato e meno comprimibile. La prima rilevante serie di danni, però, si è avuta a seguito della mareggiata del novembre 1958, che con quote di marea intorno a +1.20 m provocò falle nella arginatura a nord di Volano, allagando circa 6000 ettari delle zone di Mesola e Goro.

La successiva mareggiata del novembre 1966 fece registrare quote di acqua ancora superiori intorno a +1.90 m che, sollecitando maggiormente le opere di difesa, mise in evidenza la precarietà del dimensionamento delle difese perimetrali della Sacca di Goro (il cui cedimento avrebbe provocato danni irreparabili in quel territorio) e provocò allagamenti anche a Valle Pega ed ai Lidi di Comacchio settentrionali (Valle Nuova, Volano, Lido delle Nazioni). Pertanto, si è proceduto con un ampliamento della sezione arginale che ne rappresenta la forma attuale.

Gli interventi eseguiti nel rimanente paraggio settentrionale, invece, sono strettamente connessi con l'evoluzione della cuspide di foce del fiume Reno. Fino ai primi decenni del '900 questa era protesa in mare di circa mezzo chilometro con il trasporto solido litoraneo divergente che alimentava il tratto fino a Volano; a partire dagli anni '30 l'avanzamento in mare della cuspide si è arrestato ed è iniziata una fase regressiva, tutt'ora in corso, in cui le sabbie provenienti dallo smantellamento della foce hanno sostituito gli apporti fluviali nell'alimentazione della costa.

Complessivamente le linee di difesa del mare del litorale Ferrarese tra il Po di Goro ed il Reno hanno raggiunto dopo il 1966 uno sviluppo complessivo di circa 72 Km così ripartito:

- 17 km in argini di prima difesa antistanti o prospicienti la Sacca di Goro;
- 39 km in argini di seconda difesa arretrati ai limiti dei terreni bonificati;
- 16 Km in scogliere frangiflutto a mare.

Dall'epoca del completamento della serie di lavori di consolidamento provocati dagli eventi del 1966, avvenuta verso il 1969, le opere realizzate non sono state più oggetto di interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria o di miglioramento; pertanto, a seguito della prosecuzione dei processi di subsidenza, cedimenti del fondo, e costipamento dei rilevati si sono dovuti registrare consistenti abbassamenti della quota di sommità dei rilevati arginali e delle scogliere.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche di tutte le opere di difesa presenti sul litorale ferrarese realizzate secondo le direttive stabilite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

2.1 Argine perimetrale della Sacca di Goro

La Sacca di Goro è difesa dall'ingressione marina tramite una doppia linea di opere:

- un corpo arginale interno in terra con:
  - quota di sommità pari a +4.00 m s.l.m. raggiunta mediante costruzione a tergo dell'esistente elemento deviaflutti in calcestruzzo, di un muretto in pietrame, intasato successivamente con mastice bituminoso;
  - berma di sommità a quota +3.50 m s.l.m. alle terga del muretto larga 3.50 m (complessivamente 5.00 alla stessa quota e tenendo conto dello spessore del muretto);
  - pendenza delle scarpate a mare pari a 3 su 1. Questo valore di pendenza, rispetto all'originario 3 su 2 della costruzione risalente a prima del 1958, conferito grazie ad un paramento protettivo di pietrame legato con calcestruzzo o con colata di mastice bituminoso (prima applicazione in Italia), è stato ottenuto con la posa in opera di un rivestimento di spessore variabile di pietrame naturale limitato al piede del muretto deviaflutti in calcestruzzo di cui sopra;
- una scogliera radente frangiflutti in massi calcarei con la sommità a quota + 1.50 m s.l.m. per una larghezza di berma pari a 1.50 m e pendenza del 3 su 2 a mare ed 1 su 1 verso l'argine.

2.2 Argine Acciaioli

La difesa dal mare del Basso Ferrarese è affidata in questa zona all'argine di seconda difesa che corre dal Po di Volano a Porto Garibaldi, lungo il tracciato della vecchia strada Acciaioli, ad una distanza variabile tra i 500 ed i 1500 m dalla linea di spiaggia.

La quota di sommità è di +3.00 m con una larghezza, sempre in sommità, di 9.00 m, di cui 7.00 occupati dalla carreggiata di una strada passata in gestione al Comune di Comacchio. Il paramento a mare è stato rivestito in conglomerato bituminoso.

I terreni compresi tra la linea di costa e l'argine suddetto, così come i terreni esterni all'argine, hanno quote inferiori al livello del medio mare. La linea di costa, negli ultimi decenni, è stata sguarnita per lunghi tratti del cordone dunoso che ne costituiva la difesa primaria. Per evitare il pericolo di ingressione marina venutosi a creare, il Consorzio di Bonifica del 2° Circondario costruì nella zona del Lido di Pomposa una difesa litoranea della lunghezza di circa 2 Km con quote di sommità pare a + 3.00 m s. l.m.

2.3 Scogliere foranee Porto Garibaldi - Lido Nazioni

In tempi successivi sono state costruite n. 22 scogliere dal Lido degli Scacchi fino a Porto Garibaldi da parte dell'Ente Regionale di Sviluppo Agricolo (ex Ente Delta Padano) e n. 40 scogliere fra il Lido delle Nazioni e quello degli Scacchi da parte del Consorzio di Bonifica del 2° Circondario.

In corrispondenza alla parte meridionale della Foresta Demaniale di Volano è stata realizzata una difesa radente per circa 2 Km., costituita da un argine in terra rivestito di geotessile e scogliera di protezione al piede.

Tra le opere di difesa presenti in questo settore vanno considerato anche l'argine di difesa di Valle Pega verso la Valle Fattibello che va a collegarsi alle arginature della strada di Agosta e del Canale Navigabile.

2.4 Opere di difesa del Lido di Volano

Lungo il Lido di Volano sono presenti tre diverse opere di difesa realizzate tra il 2001 e il 2003:

- un argine interno in sabbia, oramai perfettamente integrato con l'ambiente circostante, che si sviluppa parallelamente alla linea di costa al limite verso mare del Bosco di Volano, con una quota media in sommità di +2.50 m s.l.m. e pendenza della scarpata pari a 3 su 2;
- una linea di n. 15 pennelli in pali di legno Demerara di diametro ø 30 cm e lunghezza pari a 6.00 m. I singoli pali sono infissi a 5 cm l'uno dall'altro ed i pennelli sono orientati in direzione ESE-ONO e distanti in media 60 m;
- una duna armata con geotessuto e pali in castagno di diametro max ø 24 cm e lunghezza pari a 6.00 m che si collega ai pennelli e alla scogliera radente a sud. I singoli pali sono infissi a 5 cm l'uno dall'altro con testa a quota media +2.10 m s.l.m.

Anche queste opere non sono state oggetto di manutenzione e si presentano in un forte stato di degrado. Con Ordine di Esecuzione PG 31176 del 10/07/2018 sono stati assegnati i lavori di

somma urgenza per il ripascimento di 15.000 mc di sabbia del tratto antistante al Bagno Spiaggia Romea e nel tratto compreso tra la duna a sud del Bagno Isa e quella a nord del Bagno Ipanema per una lunghezza complessiva di circa 1 km.

La più recente mareggiata del 29-30/10/2018 ha di nuovo, e maggiormente, compromesso tali tratti tant'è che a seguito dell'Ordinanza del Capo di Dipartimento della Protezione Civile (OCDPC) n. 558/2018, si sono succeduti due interventi:

- il primo (Cod. 14267), completato, ha consentito il ripristino e rinforzo dell'argine di difesa a mare e della duna armata, e il ripascimento dell'arenile con la ricostruzione degli argini invernali e delle dune relitte per un volume complessivo di sabbia movimentata pari a circa 13.000 mc. I lavori sono stati estesi da Volano anche al paraggio del Lido delle Nazioni nel tratto dallo Chalet del Mare al Bagno Orsa Minore;
- il secondo (Cod. 14683), avviato il 21/05/2019, ricalca il precedente e prevede: il deposito di ulteriori 20.000 mc di sabbia per il ripascimento, la ricostruzione delle dune relitte fra i Bagni Ipanema ed Isa, e la prosecuzione del ripristino della palificata armata in direzione Spiaggia Romea lungo il tratto interessato dai pennelli. L'ultimazione dei lavori è prevista per il 17/11/2019.

2.5 Difesa del cordone dunoso litoraneo nel tratto Lido di Spina sud – Foce Gobbino

A seguito del deterioramento delle "trappole di sabbia" detti anche tubi geosintetici tipo "Longard" riempiti di sabbia, progettati e completati dall'ERSA nel 1990 con lo scopo di difendere dall'erosione il tratto di spiaggia emersa che divide gli specchi d'acqua interni dell'Ancona di Bellocchio e del Lago di Spina dal mare, il Servizio Provinciale Difesa del Suolo di Ferrara nel 1995, ha previsto l'adeguamento in altezza e consistenza l'arginatura retrostante l'Ancona di Bellocchio ed il ripristino del cordone dunoso litoraneo dal Bagno Jamaica al Bagno Piramidi.

Per limitare modificazioni e alterazioni del territorio, il tracciato planimetrico ha seguito la morfologia dell'esistente e la strada che collega il camping Spina con il proprio stabilimento balneare. Schematicamente, l'intervento può essere suddiviso in:

- I° tratto: dalla chiavica sul canale Gobbino fino ad incontrare la strada camping-mare. In questo tratto l'arginatura presenta una sezione trasversale trapezia, avente la sommità a quota +3.00 m s.l.m., di larghezza in sommità pari a 3.00 m. e scarpate con pendenza 1 su 2 verso mare e 1 su 1.5 verso terra;

- II° tratto: costeggiante la strada camping-mare fino alla connessione con il cordone dunoso litoraneo; il corpo arginale, con le dimensioni uguali alle precedenti, viene, in questo tratto, piantumato con talee di tamericio e protetto in alcune zone con presidi di sponda vegetali;
- III° tratto: dal Bagno Jamaica al Bagno Piramidi; in questo tratto l'arginatura diventa un vero e proprio rinforzo del cordone dunoso litoraneo e presenta una sezione trasversale trapezia avente la sommità a quota +3.00 m s.l.m., larghezza in sommità pari a 5.00 m, e scarpata con pendenza 1 su 3.

Tuttavia, in quest'ultimo tratto, a causa della rottura dei tubi, l'erosione marina ha comportato un veloce arretramento della linea di riva, al punto che oltre ai ripascimenti della spiaggia la Regione Emilia-Romagna ha realizzato, nel 2000, un nuovo intervento, sperimentale per il litorale regionale, eseguito dalla, rappresentato da 5 pennelli in pali di legno Demerara Greenheart a sezione circolare di diametro ø 0.25 m. I pennelli hanno un interasse di 65.00 m, sono di lunghezza variabile in modo da raccordare la futura linea di riva con la riva a nord dell'intervento, onde evitare processi erosivi in questo tratto, hanno quota +1,00 m nel radicamento a terra degradante a +0.50 m in battigia per conferire una pendenza naturale alla spiaggia emersa e quota costante di +0,50 m in acqua. Inoltre, è stato previsto un radicamento sulla duna di retrospiaggia, da 10.00 a 15.00 m. Dal punto di vista geometrico ogni singolo pennello presenta tre diverse tipologie costruttive: a terra in fila singola continua di pali disposti ad interasse di 5 cm; primo tratto in mare fila doppia continua di pali per trattenere il più possibile il materiale sabbioso in transito e per garantire maggiore resistenza meccanica del pennello al moto ondoso, tratto terminale da 5 a 10 m fila singola discontinua di pali con interasse di 50 cm, per evitare erosione per diffrazione delle onde sulla testa del pennello stesso.

L'intervento, completato nel marzo 2000, ha prodotto immediatamente una crescita della spiaggia emersa in particolare sul lato sud dei pennelli, sottoflutto rispetto alla deriva dei sedimenti, un innalzamento del fondale della spiaggia sommersa da 0.50 ad oltre 1.00 m con una stabilizzazione della linea di riva. A partire dalle mareggiate del novembre 2002 si sono verificati danni, in particolare, l'inclinazione di parte dei pali e l'aggiramento del radicamento a terra dei due pennelli a nord, con forte arretramento della battigia.

Nel 2014-15 è stato aggiunto un sesto pennello a sud dei precedenti della lunghezza complessiva di 215 m, costituito da una fila continua di pali di legno di rovere, di lunghezza 6 m a terra e di 8 m in mare. Tale opera, però, non fu completata.

Per l'anno 2019 su questo paraggio sono previsti due interventi specifici:

- “Cod. 7S1C001 - Comune di Comacchio (FE) - Interventi di manutenzione ordinaria delle opere di difesa della costa e ripascimento delle spiagge in erosione lungo il litorale ferrarese”. Importo € 100.000,00. CUP: F51G18000250002. Le lavorazioni in progetto sono:
    - Manutenzione del pennello n. 4 con recupero di eventuali pali divelti e posati sul fondo, il salpamento e la reinfissione di quelli inclinati e la successiva fornitura e posa in opera di nuovi pali in legno di castagno di lunghezza 6 m a quota +0.50 m s.l.m.;
    - Completamento del pennello n. 1 con infissione di nuovi pali in legno di castagno di lunghezza variabile di 8.00 – 10.00 m a quota sarà di +1.00 m s.l.m. e posa in opera di geogriglia semplice con la funzione di dissipatore d’onda;
    - fornitura e posa in opera di Scogli di 2ª categoria per il ripristino in quota e larghezza della difesa in pietrame posta intorno al Bagno Jamaica;
    - ripascimento dei tratti più critici del Lido di Spina Sud su un tratto di lunghezza complessiva pari a 500 m, con circa 5.000 mc di sabbia.

  La Determina di aggiudicazione efficace è stata rilasciata il 4/07/2019 (Atto n. 2019/2019), mentre è in corso l’affidamento del servizio di Bonifica Sistematica Subacquea propedeutico all’inizio dei lavori.
- “FEAMP 2014-2020. MISURA 1.44 PAR. 6 REG. (UE) N. 508/2014 – Ripristino del canale adduttore delle Valli di Comacchio denominato Logonovo”. Importo € 136.911,00. CUP: E55B18000160009. Sarà eseguito un dragaggio dello sbocco a mare del canale con deposito della sabbia, circa 9.500 mc, a Lido di spina Sud. La procedura di affidamento non è ancora conclusa.

Mentre a seguito delle ultime mareggiate, in particolare, con quattro successivi interventi di somma urgenza, di cui due ordini di esecuzione PG 56345 del 18/12/2017 e PG 13717 del 23/03/2018, ed altri due (Cod. 14268 e Cod. 14684), successivi all’evento del 29-30/10/2018 e finanziati con Ordinanza del Capo di Dipartimento della Protezione Civile (OCDPC) n. 558/2018, sono stati realizzati, nel tratto subito a Nord del Bagno Jamaica:

- la manutenzione del pennello n. 5 con installazione nuovi pali in legno per ripristinare la struttura nelle parti ammalorate, radicamento a terra del pennello n. 6 e prolungamento della palificata esistente parallelamente alla linea di riva dal pennello n. 5 al pennello n. 6;
- il rinforzo dell’intera palificata e del piede della scarpata di erosione con una struttura in geotessile e sacchi TNT (colore nero e sabbia);

- il ripristino del rilevato arginale e della pista esistente con riempimento del volume vuoto fra queste opere e la struttura in pali con sabbia per un volume complessivo di circa 32.150 mc (di cui 3.600 mc nel 2017, 13.050 mc nel 2018 e 15.500 mc nell'anno in corso).

L'intervento in corso di esecuzione (Cod. 14684), avviato il 23/05/2019 con ultimazione prevista per il 19/11/2019, prevede un apporto complessivo di sabbia pari a circa 22.000 mc per il ripascimento nei tratti adiacenti al Bagno Jamaica e, in particolare, verso il Bagno Piramidi, il rinforzo del rilevato arginale di difesa con la realizzazione di una nuova linea in pali di legno, geocontenitori di sabbia e geotessili. La nuova struttura di difesa si estenderà all'interno di una fascia compresa fra la pista di sabbia esistente e la falesia di erosione, in posizione arretrata rispetto l'attuale linea di costa, a partire dalle opere realizzate con i precedenti interventi di somma urgenza, in direzione nord, fino alle vicinanze del piazzale impiegato dalla ditta addetta alla pulizia della spiaggia per il deposito del materiale vagliato. Sulla base della disponibilità finanziaria, la sola palificata potrà essere proseguita anche verso sud fino ad andarsi a raccordare con le strutture in legno già esistenti.

2.6 Interventi di manutenzione sull'intero paraggio costiero

Il tratto di costa ferrarese, quello che ricade nel comune di Comacchio in particolare, è interessato da interventi periodici di manutenzione che consistono nel ripascimento dell'arenile e nella realizzazione degli argini di difesa invernali. Questa attività è stata sempre affiancata da analisi sui sedimenti marini (aree di escavo e aree di deposito) eseguite nel rispetto della normativa vigente e con il supporto di ARPAE, in modo da verificare e garantire la compatibilità ambientale e paesaggistica di ogni intervento. Questi aspetti sono approfonditi nel successivo paragrafo 9.5 e nell'elaborato progettuale allegato 2 denominato "Caratterizzazione dei sedimenti".

Tra l'autunno 2019 e la successiva primavera 2020 sarà completato l'intervento "Cod. 4S2B701 – Manutenzione delle opere di difesa del litorale ferrarese", aggiudicato con Determina n. 1056 del 01/04/2019, consegnato in via di urgenza il 13 maggio 2019 e successivamente sospeso dal 01 giugno al 30 settembre 2019 per via della stagione balneare. È previsto il deposito di 38.000 mc circa di sedimenti sui tratti critici costieri presenti nei Lidi di Volano (12.000 mc), delle Nazioni (4.000 mc), di Pomposa (9.000 mc), degli Scacchi (3.000 mc) e di Spina Sud (10.000 mc) che, come prassi, verranno indicati dalla Direzione Lavori in base al grado di erosione presente al momento dell'avvio dei lavori.

3 RELAZIONE GEOLOGICA

Il territorio più settentrionale dei lidi ferraresi, corrispondente all'attuale Lido di Volano, sul finire dell'Ottocento era ancora in via di formazione. Una serie di scanni sabbiosi e di dune divideva il mare aperto dall'ambiente lagunare: sulle dune e sui terreni sabbiosi via via formatisi venne impiantata, a partire dal 1933, una pineta litoranea, la Pineta demaniale di Volano, lungo un fronte di circa 5 Km. Più a Sud, sempre alla fine del secolo scorso, era riconoscibile un complesso dunoso recente e varie dune fossili interne, caratterizzate da un'ampia curvatura lungo il fronte costiero meridionale. Gli allineamenti più interni, ascrivibili a spiagge formatesi nei secoli tra il XVII e il XIX, testimoniavano come anticamente quelle coste avessero una direzione più obliqua, in senso orario, rispetto all'attuale: il litorale era quindi molto più avanzato nella parte centro settentrionale, gli attuali Lido delle Nazioni, Lido di Pomposa e Lido degli Scacchi, mentre risultava più arretrato nella parte meridionale in corrispondenza di Porto Garibaldi. Questo tipo di evoluzione, continuata anche nella prima parte del 1900, ha dato luogo al progressivo smantellamento di una parte degli allineamenti dunosi lungo tutta la fascia costiera tra l'attuale Lido delle Nazioni e Porto Garibaldi. Mentre alcune delle dune non erose, sono state fissate dalla vegetazione.

Il litorale meridionale del Comune di Comacchio alla fine del secolo scorso era interessato da numerosissimi allineamenti di dune e di paleodune, il cui vario andamento sottolineava la complessa evoluzione di questo tratto di territorio, dovuta in gran parte alla vicinanza della foce del Reno. I cordoni formatisi avevano progressivamente isolato dal mare una piccola laguna interna, parallela alla costa, di cui resta ancora oggi un relitto nel complesso vallivo delle "Vene di Bellocchio". I vari allineamenti dunosi, anche se rimaneggiati, mostravano chiaramente le posizioni assunte dalle varie linee di riva nel passato: si riconoscevano due fasce principali di cordoni: la più interna, e quindi più antica, correva tra le Valli di Comacchio e le Vene del Bellocchio, la più recente, tra queste e il mare.

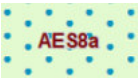
L'evoluzione del paraggio costiero meridionale risente delle modificazioni della foce del Reno. Il periodo nel quale si è registrato il maggior arretramento della linea di riva è risultato il 1932, in particolar modo nel tratto tra Lido di Spina e la foce del Reno. Ad esso succede un intervallo di accrescimento compreso tra il 1932 e 1968 di circa 380 m pari ad una velocità di 10 m/anno. Il tratto compreso fra il Lido di Spina sud ed il canale Gobbino/Bellocchio, che costituisce la parte settentrionale dell'apparato di foce del Reno è, invece, in forte arretramento da diversi decenni a causa del diminuito apporto di sabbia da parte del fiume. L'erosione delle spiagge sta mettendo in pericolo l'esistenza delle retrostanti zone umide (Vene di Bellocchio) che rivestono un rilevante interesse naturalistico.

Le spiagge tra il Lido di Spina ed i moli di Porto Garibaldi si stanno, in prevalenza, allargando; l'allargamento cresce andando dal Lido di Spina al Lido degli Estensi. Presso i moli di Porto Garibaldi si è verificata l'espansione massima: considerando solo gli anni dal '82 fino al '92, la crescita è stata di 80 m circa. Questa situazione è una delle pochissime riscontrabili in Italia, ed è dovuta alla deriva litoranea prevalente in direzione sud-nord. Lo smantellamento dei cordoni dunosi per far posto ad insediamenti turistici, ed il continuo abbassamento del suolo rendono le aree litoranee particolarmente vulnerabili in occasione di mareggiate associate ad alta marea.

Nel settore costiero litologicamente possono essere riconosciute due unità principali, una prima unità sabbioso-limosa, presente dal piano campagna sino a circa 10 m di profondità da p.c. che rappresenta il deposito delle dune litorali, sotto la quale si rinviene una seconda unità argillosa e limosa, riconducibile ai depositi delle lagune interne. Tale unità, causa l'arretramento della linea di riva, nella zona del canale Gobbino è in alcuni tratti esposta a giorno. Il grado di consistenza delle argille è prevalentemente plastico, alcuni livelli possono presentare consistenza molle-plastica.

La Carta geologica alla scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna dell'area CARG, disponibile sul sito web ufficiale, riporta per l'immediato sottosuolo del paraggio la seguente classificazione:

sigla	AES8a
legenda	**AES8a - Unità di Modena**
nome	Unità di Modena
ambiente	Piana costiera, fronte deltizia e piana di sabbia
deposito	Piana costiera, fronte deltizia e piana di sabbia



tessitura Sabbia
sigla S

tessitura Argilla Sabbiosa
sigla AS

tessitura Argilla Limosa
sigla AL

Per un maggiore dettaglio si rimanda all'Allegato n. 2 dove sono riportati, per le profondità di progetto, i risultati di un'indagine geognostica commissionata dal Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (SGSS) sui terreni in prossimità della linea di costa nel 2013.

4 SCOPI ED IPOTESI DI PROGETTO

Come è deducibile dalla Carta delle criticità costiere – in_Risk – Sistema informativo del mare e della costa della Regione Emilia-Romagna realizzata in adempimento alle disposizioni del Piano di gestione del rischio alluvioni (Direttiva 2007/60/CE cosiddetta "Direttiva alluvioni") i tratti oggetto dell'intervento sono in interessati da:

- erosione costiera con diversi punti in cui il fenomeno è più marcato a scapito del fronte dunale dove è presente vegetazione erbacea di pregio naturalistico elevato. È, quindi, presente un forte rischio per la tenuta dell'argine di difesa a mare dell'abitato e della Riserva retrostante dove nel 2015 si è verificato un suo sfondamento con l'ingressione marina (Lido di Volano);
- diversi punti con marcata erosione del fronte dunale in quanto il sistema di scogliere non è più sufficiente a smorzare il moto ondoso, in particolare quello diretto da Bora (N-NE). Questi tratti presentano l'abitato in adiacenza ad una spiaggia che però è poco profonda e non è sufficiente a garantire l'adeguata protezione dall'ingressione marina (Lidi delle Nazioni, di Pomposa e degli Scacchi);
- forte erosione con elevato rischio di compromissione dell'argine di difesa a mare del retrostante Lago di Spina e quindi del centro abitato stesso (Lido di Spina Sud).

Ai sensi della DGR n. 1300/2016 queste aree (ACM, aree costiere marine), grazie alle elaborazioni eseguite dal SGSS con l'ausilio di un modello di analisi di dati geografici, meteo-climatici e morfologici, sono classificate in pericolosità P3 – Alluvioni frequenti con tempo di ritorno 10 anni ed elevazione della superficie del mare pari a 1.50 m.

Il presente progetto, compatibilmente con gli interventi in corso di esecuzione e già programmati, le risorse disponibili, lo stato del litorale riscontrato all'avvio dei lavori e la finestra temporale utile per l'esecuzione, ha l'obiettivo, di:

1. ricostruire gli argini di difesa a mare dove erosi;
2. rialzare in quota e allargare la spiaggia emersa erosa per via delle mareggiate;
3. proseguire il ripristino della palificata armata a Lido di Volano, così come realizzato con le somme urgenze, in direzione Sud verso Spiaggia Romea;
4. sostituire eventuali pali in legno e sacconi danneggiati dalle mareggiate nelle difese esistenti di Lido di Spina sud e proseguire la nuova palificata armata;
5. formare argini invernali fuori dal periodo balneare.

L'intervento ha durata di esecuzione pari a 18 mesi e si sviluppa, a partire dall'anno 2020, in tre e/o quattro (3-4) fasi operative, di norma e salvo deroghe, da ottobre ad aprile al di fuori della stagione balneare e del periodo di nidificazione.

5 CARATTERISTICHE DELLE OPERE

Il progetto prevede, per il periodo 2020-2022:

- la movimentazione di un quantitativo complessivo di 97.000 mc di sabbia dalle tre aree di escavo Lido di Volano Nord (Scannone di Volano), Lido Estensi e Foce Canale Logonovo destinato:
  - al ripascimento dei tratti e dei punti del litorale ferrarese ritenuti più critici a seguito dell'erosione causate dalle mareggiate che si sono verificate nelle più recenti stagioni invernali-primaverili, con stesura dei sedimenti secondo le modalità descritte e dettagliate nel paragrafo successivo;
  - alla formazione di argini invernali fuori dal periodo balneare;
  - al rinforzo/ripristino/completamento della struttura in geotessuto e sacchi addossata alla palificata presente nel tratto meridionale del Lido di Volano, verso Spiaggia Romea, con successivo riempimento verso terra fino alla scarpata di erosione marina e/o argine di difesa alla quota di circa +3.00 m s.l.m. in conformità a quanto realizzato con le somme urgenze Cod. 14267 e Cod. 14683;
  - al rinforzo/ripristino e completamento della struttura in geotessuto e sacchi realizzata con le somme urgenze a ridosso dell'argine di difesa a mare a Lido di Spina Sud e riempimento del volume libero eventualmente presente tra la palificata ed il rilevato arginale.
- la sostituzione di pali in legno ammalorati delle palificate presenti a Lido di Volano e a Lido di Spina Sud, rispettivamente con quota sommitale massima pari rispettivamente a +2.10 m e +1.50 s.l.m.

<u>Le opere sopra elencate verranno eseguite in tipologia e quantità secondo le priorità indicate dalla Direzione Lavori sulla base del grado di erosione delle spiagge e del rischio di ingressione del mare riscontrati all'avvio di ogni fase dei lavori.</u>

5.1 Movimentazione dei sedimenti marini e ripascimento

La quantità di 97.000 mc di sabbia sarà movimentata nelle seguenti modalità:

a) dragaggio con trasporto via mare e refluimento fino alla distanza massima di 3.500 m:
   1. 40.000 mc da Foce Canale Logonovo (FCL) a Lido di Spina Sud (LSS) per solo ripascimento della spiaggia e/o ripristino della duna costiera;

b) scavo e trasporto su automezzi terrestri:
   1. 35.500 mc da Lido Volano Nord (LVN) a Lido di Volano (LV), 25.000 mc, e Lido delle Nazioni (LN), 10.500 mc);
   2. 16.500 mc da Lido degli Estensi (LE) a Lido di Pomposa (LP), 10.000 mc, e Lido degli Scacchi (LS), 6.500 mc;

3. 5.000 mc da Foce Canale Logonovo (FCL) a Lido di Spina Sud (LSS).

La profondità massima di scavo prevista nelle aree di prelievo è di 1.00 m nella porzione di terreno compresa fra le topo-batimetriche +1.00 m e -1.00 m s.l.m., all'interno delle perimetrazioni e nel rispetto delle indicazioni stabilite nel Piano di Caratterizzazione (allegato 2) e nelle tavole grafiche, per non creare problemi di sicurezza alla balneazione. Nel caso del Canale Logonovo, dove è previsto il dragaggio, si potrà fare riferimento alla batimetria più recente che è stata rilevata nel gennaio-febbraio 2019 da ARPAE nell'ambito delle sue attività istituzionali di monitoraggio della costa emiliano-romagnola.
La sabbia sarà apportata sulla spiaggia emersa fino alla quota minima di +0.50 m circa, mentre nel caso del dragaggio, con il quale sarà rialzato anche il fondale, si prevede di interessare la battigia fino ad una quota almeno di -0.50 m circa.

Il prelievo ed il deposito della sabbia, ovvero il ripascimento, la riempitura dei sacchi in geotessile delle strutture di difesa e la creazione degli argini invernali avverrà, alla luce delle disposizioni del DM 173/2016 e considerando ogni fase annuale come un singolo intervento, secondo il seguente schema:

Cod.	CME*	Area Prel.	UF	Area Dep.	UF	Vol. mc	Lung. m**	mc/m	mc/m anno	DM 173/2016
a.1	**1.1**	FCL	5	LSS	5	40.000	800	50	50	Art. 2 comma d
b.1	**2.1**	LVN	6	LV	6	25.000	1.800	14	7	Art. 2 comma g
b.1	**2.2**	LVN	6	LN	6	10.500	400	26	13	Art. 2 comma g
b.2	**2.3**	LE	5	LP	6	10.000	1.200	8	4	Art. 2 comma d
b.2	**2.4**	LE	5	LS	6	6.500	450	14	7	Art. 2 comma d
b.3	**2.5**	FCL	5	LSS	5	5.000	900	6	3	Art. 2 comma g

(*) Codice movimentazione da Computo Metrico Estimativo
(**) Lunghezza complessiva dei soli tratti critici stimati sulla base delle manutenzioni precedenti

Pertanto, le movimentazioni 1.1, 2.3 e 2.4, essendo rispettivamente superiore a 20 (venti) metri cubi per metro lineare di spiaggia o interessando due diverse Unità Fisiografiche (delle macro-celle litoranee n. 5 – Porto Corsini-Porto Garibaldi e n. 6 – Porto Garibaldi-Foce Po di Volano dello studio SICELL) sono soggette a regime autorizzativo ai sensi dell'art. 5 del DM n. 173/2016.

Le altre movimentazioni, invece, sono consentite nel rispetto del criterio "non peggiorativo" della qualità ambientale.

In merito alla disponibilità di dati relativi alla caratterizzazione e classificazione dei sedimenti si rimanda al successivo paragrafo 9.5 ed all'allegato 2 del presente progetto.

I tratti effettivi di ripascimento potranno subire modifiche in aumento o in diminuzione in funzione di danni da eventuali mareggiate occorse nel periodo invernale o per l'esecuzione concomitante di altri interventi di ripascimento in corso di programmazione. Le aree di scarico e i volumi unitari saranno pertanto indicati dalla DL alla consegna dei lavori, sulla base del grado di erosione delle spiagge, del rischio di ingressione del mare riscontrato all'avvio dei lavori.

5.2 Manutenzione delle palificate armate

Per gli interventi sulle palificate saranno impiegati pali in castagno di fresco taglio del diametro maggiore di 18 cm a 1.00 m dalla testa, muniti di punta e lunghi 6.00 m ed infissi per 4.00 m circa, mentre la struttura di sacchi addossata ad essa sarà realizzata con:

- stesa di geotessile TNT da oltre 300 g/mq a ridosso della palificata verso terra, disposto alla base in orizzontale per 3.00 m di larghezza, fino a 6.00 m di lunghezza e con adeguata sovrapposizione laterale di almeno 0.50 m;
- riempimento e posa di sacconi in tessuto di propilene di colore nero da 300 g/mq, dimensioni 1.65 x 3.30 m in piano, a formare un primo strato alla base, in direzione perpendicolare alla palificata e più strati soprastanti paralleli ad essa in numero tale da avvicinarsi alla sommità dei pali;
- riempimento e posa dei geocontenitori in TNT di color sabbia da 1200 g/mq, dimensioni 1.70 x 2.70 m in piano, a formare l'ultimo strato in sommitale finale;
- risvolto del geotessile rimanente verso terra.

5.3 Mezzi ed attrezzature di cantiere

L'impianto del cantiere si attua con il trasporto dei mezzi e dei materiali utilizzati, e con il relativo posizionamento e stoccaggio in sicurezza. I macchinari che saranno presumibilmente utilizzati sono:

- n. 2 camion muniti di cassone, per il trasporto di un volume stimato in 18-20 mc per viaggio di materiale sabbioso dall'area di scavo a quelle di ripristino;
- n. 2 escavatori, posizionati uno nell'area di scavo e l'altro nell'area di ripristino per il carico, lo scarico e la posa del sedimento;

- n. 2 ruspe, posizionate una nell'area di scavo e l'altra nelle aree di ripristino: per l'eventuale mantenimento delle piste di accesso esistenti, la preparazione delle superfici dell'aree di intervento e stesa dei cumuli di sabbia;
- trivella e vibroinfissore per i pali in legno. La vibro-infissione avverrà con pinza ad alta frequenza di vibrazione del peso adeguato montata su escavatore;
- trattore con botte riempita d'acqua, per l'abbattimento delle eventuali polveri lungo tutto il tracciato viario utilizzato per il trasporto e la pulizia finale delle strade.
- draga refluente e tubazione sabbiodotto di diametro interno minimo 280 mm, assemblata sulla spiaggia emersa o con draga autocaricante refluente e tubazione galleggiante mare-terra. La draga dovrà essere dotata di motore di opportuna potenza, omologazione per la navigazione in mare, assistenza navale e terrestre.

6 TEMPI DI REALIZZAZIONE

La durata dei lavori è fissata in **18 mesi**, naturali e consecutivi, al netto delle eventuali sospensioni.

7 INDICAZIONI PER LA STESURA DEI PIANI DI SICUREZZA

Alla luce dell'intervento e delle modalità operative descritte nei precedenti paragrafi, fermo restando il rispetto delle disposizioni del D.Lgs n. 81/2008, per la stesura del Piano di Sicurezza e la stima dei costi si dovrà tenere conto dei seguenti aspetti:

- impiego di mezzi, quali ruspe e pale meccaniche, per la predisposizione di vie di circolazione lungo l'arenile;
- impiego di draga con assistenza navale e terrestre;
- presenza contemporanea nel cantiere di zone interessate da operazioni di sbancamento e/o deposito di materiale e da tracciamento e/o di costruzione dei manufatti di progetto;
- interferenze con la balneazione, il transito pedonale e la presenza delle specie animali protette presenti nelle adiacenti aree a valenza naturalistica;
- vicinanza ai centri abitati dei Lidi ed utilizzo della viabilità pubblica.

Pertanto, sarà necessario predisporre su ogni area di intervento una recinzione mobile a pannelli modulari e adottare la più adeguata cartellonistica monitoria per la segnalazione del cantiere all'esterno. Allo stesso modo, all'interno dovranno essere predisposte vie di transito obbligatorie per le sole macchine operatrici di scavo e di trasporto, in modo da ridurre le manovre in retromarcia, la compresenza di mezzi in arrivo e/o in uscita dall'area di lavoro, e la presenza di

persone. Si dovrà provvedere ad allestire parapetti o sbarramenti perimetralmente ai cigli di scavo per tutelare la sicurezza delle maestranze e realizzare rampe e percorsi con adeguata pendenza trasversale per evitare il ribaltamento dei mezzi.

Nei siti di prelievo, lo scavo dovrà essere eseguito in modo che al termine dei lavori il profilo morfologico del paraggio possa tornare allo stato preesistente sotto l'azione del moto ondoso. Sarà cura della Direzione Lavori verificarne lo stato finale e monitorare l'area con l'apposizione di segnaletica monitoria fino a quando il transito non sarà in piena sicurezza.

Data la vicinanza e l'attraversamento dei mezzi di trasporto nei centri abitati dei Lidi si dovrà provvedere alla pulizia delle strade pubbliche dai residui di polvere e fango lasciati dai mezzi, impiegare l'innaffiamento antipolvere sulle piste in ingresso dei cantieri ed eseguire il servizio di vigilanza stradale per evitare incidenti nei punti di immissione alla viabilità principale.

Per maggiori dettagli si rimanda al Piano di Sicurezza e Coordinamento, allegato al presente progetto.

7.1 Misure operative e prescrizioni per la fase esecutiva

Oltre alle normali e migliori pratiche di gestione e sicurezza dei cantieri, sono definite, come anche riportato nella determinazione di conclusione positiva della Conferenza dei Servizi del progetto definitivo (agli atti PC/2019/24831) le seguenti prescrizioni:

- limitare al minimo indispensabile del taglio o del danneggiamento della vegetazione;
- adottare tutte le precauzioni e misure necessarie a minimizzare i rischi connessi alla fase di cantiere e di esercizio, in particolare per prevenire sversamenti accidentali (da macchinari, automezzi e gruppi elettrogeni) di sostanze inquinanti;
- effettuare l'alimentazione del carburante ed il rabbocco dei lubrificanti a distanza di sicurezza dal corso d'acqua (almeno 4 metri) e dotare le aree di sosta di tutti gli appositi sistemi di raccolta dei liquidi provenienti da sversamenti accidentali;
- dotare i mezzi d'opera di strumenti per operazioni di pronto intervento atte a contenerli quali barriere galleggianti, materiale assorbente, ecc. per mitigare gli effetti di eventi accidentali con sversamenti in mare di sostanze inquinanti quali oli o combustibili;
- organizzare l'area di cantiere il più possibile distante dagli elementi di maggior pregio per preservare gli habitat naturali, le specie vegetali e faunistiche di valore presenti o potenzialmente presenti in loco. In particolare, nelle aree di prelievo dei materiali poste a nord del Lido di Volano, le lavorazioni previste non dovranno modificare lo stato dei luoghi al punto da impedire il mantenimento e lo sviluppo degli habitat ivi identificati;

- adottare tutte le precauzioni utili a minimizzare l'impatto sugli ecosistemi ed evitare qualsiasi forma di perturbazione o danneggiamento della fauna e della vegetazione presente nelle aree limitrofe e non interessata dall'intervento;
- tutelare le aree di pregio naturalistiche che caratterizzano alcuni tratti di spiaggia oggetto di ripascimento e le zone limitrofe, garantendo in fase esecutiva tutti gli accorgimenti atti a non alterare le caratteristiche e minimizzare il disturbo; in particolare dovranno essere evitati, in tali aree, il deposito temporaneo di attrezzature, lo scarico di sedimenti, sostanze inquinanti o rifiuti di qualunque genere;
- utilizzare i necessari accorgimenti al fine di contenere l'inquinamento acustico, così da arrecare minor disturbo possibile alle specie faunistiche presenti;
- smantellare tempestivamente i cantieri al termine dei lavori ed effettuare lo sgombero e lo smaltimento dei materiali utilizzati e dei rifiuti prodotti per la realizzazione delle opere, evitando la creazione di accumuli permanenti in loco e nell'occasione allontanare anche i rifiuti di altra origine eventualmente presenti nell'area;
- provvedere quanto prima al recupero e al ripristino morfologico e vegetativo delle aree di cantiere, quelle di deposito temporaneo, quelle utilizzate per lo stoccaggio dei materiali, le eventuali piste di servizio realizzate per l'esecuzione delle opere, nonché ogni altra area che risultasse degradata a seguito dei lavori in oggetto;
- impiegare materiali di provenienza, granulometria e caratteristiche generali compatibili con quelli dell'area di intervento;
- preservare eventuali sistemi dunosi, anche di modesta dimensione o in fase embrionale;
- divieto di accedere nelle dune costiere e negli scanni naturali, al di fuori delle apposite passerelle e salvo autorizzazione dell'Ente gestore;
- divieto di avvicinamento a meno di 150 metri dalle zone di nidificazione nello scanno esterno di Goro e nello scanno di Volano, dal giorno primo marzo al 31 luglio;
- assunzione e carico di eventuali responsabilità, sia civili che penali, da parte dell'appaltatore, per danni causati a terzi, direttamente o indirettamente, nel corso dello svolgimento dei lavori;
- recupero e smaltimento in modo idoneo di tutti i rifiuti prodotti in fase di cantiere e di esercizio;
- i lavori di ripascimento dovranno essere organizzati, nel tempo e nello spazio, in modo da non arrecare disturbo alla fauna, programmando i lavori al di fuori del periodo più critico della riproduzione e nidificazione (15 marzo – 15 luglio di ogni annualità), sarà necessario richiedere deroga in caso di necessità di intervento in periodi ricompresi tra 15 marzo e 15 luglio;
- eventuali lavori di ultimazione delle operazioni di apporto delle sabbie potranno se necessario protrarsi fino al termine del mese di marzo di ogni annualità;

- l'avvio di attività connesse al progetto in aree non ancora interessate da lavori, in periodo 1 marzo – 31 marzo di ogni annualità dovrà essere preceduto dall'effettuazione di sopralluoghi volti all'individuazione di eventuali siti di riproduzione avifauna di interesse comunitario ed in caso di rinvenimento di siti oggetto di nidificazione le tempistiche e le modalità attuative dei lavori dovranno essere verificate e concordate con tutti i soggetti preposti (Raggruppamento Carabinieri per la Biodiversità di Punta Marina – Ente di gestione Parchi Biodiversità Delta del Po).

8 VINCOLI AMBIENTALI, PROCEDURE E AUTORIZZAZIONI

8.1 Aree protette e siti Rete Natura 2000

L'intervento si sviluppa su aree a macchia di leopardo lungo il litorale ferrarese nel comune di Comacchio. Si riporta di seguito la vincolistica presente nel paraggio in funzione delle due macro-celle di appartenenza dello studio SICELL, come meglio spiegato nell'elaborato sulla caratterizzazione dei sedimenti:

1. ZONA NORD – (MACROCELLA N. 6 – PORTO GARIBALDI-FOCE PO DI VOLANO). Le aree di intervento, sito di prelievo e tratti di ripascimento in località Lido di Volano, ricadono all'interno del perimetro di siti della Rete Natura 2000, specificatamente SIC/ZPS IT4060007 "Bosco di Volano" e negli ambiti del territorio del Parco Regionale del Delta del Po – Stazione Territoriale "Volano Mesola Goro" classificati come zona C (Zona di protezione ambientale), sottozone SPG.b e SPG.b/1, di cui quest'ultima caratterizzata dalla presenza di vegetazione erbacea di pregio naturalistico elevato (Echinophoro spinosae - Ammophiletum arundinaceae e Echinophoro spinosae - Elymetum farcti);
2. ZONA SUD – (MACROCELLA N. 5 – PORTO CORSINI-PORTO GARIBALDI). Nel Lido di Spina, il sito di prelievo della sabbia è in piccola parte interno alla Stazione Territoriale "Centro Storico di Comacchio", in particolare insiste sull'Area Contigua e la sottozona AC.FLU che comprende il Canale Navigabile e dai canali adduttori alle Valli di Comacchio ed alla Salina, unitamente ad aree agricole o antropizzate degradate a diretto contatto con il Canale Navigabile. Le aree di destinazione per il tratto di ripascimento, invece, ricadono all'interno del perimetro di siti della Rete Natura 2000, specificatamente SIC/ZPS IT4060003 "Vene di Bellocchio, Sacca di Bellocchio, foce del fiume Reno, Pineta di Bellocchio" e nella zona RNS della Stazione Territoriale "Valli di Comacchio", ovvero all'interno del sistema delle Riserve Naturali Statali della Sacca di Bellocchio che in base agli artt. 23 e 32 delle NTA è soggetto

alle disposizioni delle zone B, sottozona B.Mar, secondo una logica di collaborazione fra l'Ente Parco e le attuali gestioni di predette Riserve. Nel caso specifico per le B.Mar (zone marine confinate e/o a debole ricambio), previa acquisizione del parere o nulla osta dell'EdG, sono consentiti:

- la manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere per la difesa dal mare realizzate dalle autorità idrauliche competenti;
- la manutenzione dei canali principali e sublagunari per il mantenimento delle condizioni trofiche ottimali, compreso lo scarico dei materiali litoidi conseguenti, purché effettuato nel rispetto dell'assetto geomorfologico dei luoghi nonché della vegetazione presente;

Sono vietati il disturbo della fauna selvatica, il danneggiamento della flora spontanea, l'alterazione del profilo del terreno, il deposito di materiali a cielo aperto e l'apertura di nuove strade e sentieri e l'asfaltatura delle strade bianche.

La competenza gestionale per le aree del Parco Regionale del Delta del Po e per le SIC-ZPS è dell'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità -Delta del Po, mentre per le RNS è in capo al Raggruppamento Carabinieri per la Biodiversità - Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Punta Marina (Ex-Corpo Forestale dello Stato).

8.2 Vincolo paesaggistico

L'area di intervento interessa il territorio costiero e come tale è oggetto delle tutele previste dall'art. 142 comma a) del D. Lgs. 22/01/2004 n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio". Il Lido di Volano, inoltre, è incluso anche nell'area umida "Valle Bertuzzi" perimetrata con la convenzione di RAMSAR soggetta al comma i) del medesimo articolo.

9 PROCEDURE AUTORIZZATIVE NECESSARIE

9.1 Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)

Il progetto attuale costituisce manutenzione ordinaria di un intervento precedente già assoggettato a VIA conclusasi positivamente, e ne adotta le medesime modalità operative; pertanto la procedura di VIA non si rende necessaria.

9.2 Procedura di Valutazione di Incidenza Ambientale (VINCA)

Per quanto concerne la localizzazione dell'intervento in zona SIC/ZPS, si richiama la DGR n. 1191/2007 "Approvazione direttiva contenente i criteri di indirizzo per l'individuazione la

conservazione la gestione ed il monitoraggio dei SIC e delle ZPS nonché le linee guida per l'effettuazione della valutazione di incidenza ai sensi dell'art. 2 comma 2 della L.R. n. 7/04", che specifica la necessità di procedere alla Valutazione di Incidenza Ambientale anche per gli interventi di Difesa del suolo e della costa ricadenti in ambiti Rete Natura 2000.

In relazione all'iter procedurale previsto dalla suddetta DGR e dalle disposizioni della DGR n. 79/2018 e s.m., in particolare dell'Allegato E, considerata la ridotta entità delle opere in progetto, si è proceduto con il Livello 1 – Fase di pre-valutazione con la descrizione degli effetti del progetto sulle componenti biotiche e abiotiche dei SIC/ZPS IT4060003 "Vene di Bellocchio, Sacca di Bellocchio, foce del fiume Reno, Pineta di Bellocchio", IT4060005 "Sacca di Goro, Po di Goro, Valle Dindona, foce del Po di Volano", IT4060007 "Bosco di Volano". In sede di progetto definitivo è stato predisposto l'elaborato "Valutazione d'incidenza" contenente una relazione ed il Modulo A1 su cui l'Ente di Gestore, valutando l'assenza di incidenza negativa sugli habitat, sulle specie animali e vegetali di interesse comunitario presenti nei siti interessati, ha espresso parere favorevole con prescrizioni (PC/2019/23090 del 07/05/2019).

9.3 Nulla osta dell'Ente gestore dell'area protetta

Con il medesimo Nulla Osta (PC/2019/23090 del 07/05/2019) l'Ente di gestione per i Parchi e la Biodiversità – Delta del Po, ai sensi della L.R. 6/2005, ha espresso la conformità del progetto alle Normative Tecniche di Attuazione dei Piani Territoriali delle Stazioni "Volano-Mesola-Goro", "Centro Storico di Comacchio" e "Valli di Comacchio" con prescrizioni.

Il Raggruppamento Carabinieri per la Biodiversità - Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Punta Marina (Ex-Corpo Forestale dello Stato) ha rilasciato il proprio parere favorevole con prescrizioni con nota PC/2019/21817 del 29/04/2019.

Tutte le prescrizioni, che entrano in merito alle modalità operative, sono state recepite nella Determinazione di conclusione positiva della Conferenza dei Servizi (agli atti PC/2019/24831 del 14/05/2019), elencate nel precedente paragrafo 7.1 e riportate nel Capitolato Speciale d'Appalto all'art. 79.

9.4 Autorizzazione paesaggistica

Il progetto che si andrà a realizzare rientra nella tipologia di interventi e le opere di lieve entità elencati nell'Allegato B del DPR n. 31/2017 al punto B.42 (interventi di ripascimento circoscritti di

tratti di arenile in erosione, manutenzione di dune artificiali in funzione antierosiva, ripristino di opere di difesa esistenti sulla costa) e soggette al procedimento autorizzatorio semplificato.

Ad integrazione della documentazione progettuale è stata predisposta l'istanza di Autorizzazione Paesaggistica con procedimento semplificato a norma dell'art. 146, comma 9 del D.Lgs. n. 42/2004 e dell'art. 3 del DPR n. 31/2017 completa della Relazione Paesaggistica semplificata come all'Allegato D del medesimo DPR.

La Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio competente ha espresso parevole favorevole con nota PC/2019/11820 del 06/03/2019 ed il Comune di Comacchio ha rilasciato l'autorizzazione paesaggistica (agli atti PC/2019/16655 del 28/03/2019) senza nessuna prescrizione.

9.5 Autorizzazione per immersione deliberata in mare

Nell'ambito delle attività di manutenzione della costa, le sabbie vengono movimentate dalle zone di accumulo generate dall'azione delle correnti di trasporto solido litoraneo alle aree soggette ad erosione e a rischio di ingressione marina per interventi di ripascimento e/o la costruzione degli argini invernali a protezione degli stabilimenti balneari e dell'abitato dalle mareggiate invernali-primaverili.

Tali operazioni si configurano ai sensi dell'art. 2 commi d) e g) del DM 15 luglio 2016, n. 173 "Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo dei fondali marini" (di seguito Decreto) come:

- ripascimento, utilizzo di materiali di cui all'articolo 1 mediante apporto sulla spiaggia emersa e/o sommersa, prioritariamente in relazione a fenomeni di erosione della costa (comma d);
- operazioni di ripristino degli arenili, tutte le attività che si svolgono nell'ambito di uno stesso sito con ciclicità stagionale o comunque a seguito di mareggiate che hanno determinato l'accumulo di materiali in una determinata area e consistenti nel livellamento delle superfici, mediante lo spargimento e la ridistribuzione dei sedimenti accumulati in più punti dello stesso sito per il ripristino degli arenili che comportano la movimentazione di materiali per quantitativi inferiori a 20 (venti) metri cubi per metro lineare di spiaggia (comma g).

Ai fini della tutela dell'ambiente marino, il Decreto stabilisce l'obbligo e le modalità per il rilascio dell'autorizzazione di cui all'articolo 109, comma 2, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l'immersione deliberata in mare dei materiali di escavo di fondali marini o salmastri o di terreni litoranei emersi di cui al comma 1, lettera a) del medesimo articolo 109 per i ripascimenti.

Considerato il progetto, l'istanza di autorizzazione è necessaria per apportare in spiaggia quantitativi di sedimenti superiori a 20 mc/m, per il dragaggio (intervento a.1/1.1) o come potrebbe accadere a seguito di eventi eccezionali di mareggiata, e per la movimentazione del materiale verso una Unità Fisiografica diversa (interventi b.2/2.3-2.4).
La ripetizione periodica delle analisi, invece, a prescindere dal tipo di operazioni sopra elencate che saranno ritenute necessarie per la difesa del paraggio costiero, rappresenta il miglior strumento per verificare e monitorare costantemente i parametri caratteristici dei sedimenti ed applicare sempre il criterio "non peggiorativo" della qualità ambientale.
Date le novità introdotte dal Decreto si è proceduto alla redazione di un Piano di caratterizzazione, chiedendo parere ad ARPAE circa la conformità alle nuove disposizioni e l'idoneità e sufficienza dei dati sedimentologici pregressi.
Il Piano di caratterizzazione è stato redatto come supporto alle attività di manutenzione in ambito di difesa della costa di cui l'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile, tramite il Servizio Area Reno e Po di Volano, è competente per il tratto del litorale ferrarese.
In corrispondenza delle zone di accumulo sono state individuate tre aree di escavo dove si opererà ad una profondità massima di 1.00 metri fra le quote +1.00 metri e -1.00 metri:

1) Lido Volano Nord (UF 6), per un totale di 55.000 mc disponibili;
2) Lido Estensi (UF 5), per un totale di 20.000 mc disponibili;
3) Foce Canale Logonovo (UF 5), per un totale di 20.000 mc disponibili.

Il quantitativo di sabbia potenzialmente autorizzabile, ai sensi del Decreto, è, quindi, pari a 105.000 mc.
Le aree di destinazione sono quelle interessate dai fenomeni di erosione costiera e da ingressione marina ed in generale, riferendosi all'intera cella litoranea, si sviluppano per le seguenti lunghezze:

- Lido di Volano (UF 6), L=2.500 m;
- Lido delle Nazioni (UF 6), L= 3.200 m;
- Lido di Pomposa (UF 6), L= 1.800 m;
- Lido degli Scacchi (UF 6), L= 2.500 m;
- Lido di Spina Sud (UF5), L= 900 m;
- Tratto Bagno Jamaica – Foce Gobbino (UF 5), L= 1.300 m.

Con Determinazione n. 4132 del 15/11/2018 è stato affidato l'appalto per le tre aree di escavo, i campionamenti sono stati completati nei giorni 3-7/12/2018 e la consegna dei risultati, con la

validazione da parte di ARPAE, è avvenuta il 19/03/2019. La classificazione assegnata ai sedimenti analizzati è l'opzione di Gestione A, che è quella richiesta per i ripascimenti.
L'esecuzione della caratterizzazione delle aree di destinazione è stata affidata con Det. n. 2892 del 14/10/2019 e sarà completata presumibilmente entro marzo 2020. Una volta ottenuta la certificazione dei risultati delle analisi si provvederà a richiedere l'autorizzazione ad ARPAE per movimentare i sedimenti dai depositi litoranei Lido Estensi e Foce Canale Logonovo.
Sarà, quindi, necessario predisporre un Piano di Monitoraggio Ambientale ai sensi dell'art. 5 comma 1 del Decreto e dell'Allegato Tecnico, e provvedere all'estensione della validità delle analisi sulle aree di escavo da tre anni a cinque anni sempre secondo le disposizioni del suddetto Allegato. Per questo motivo, con la redazione del presente progetto esecutivo, l'importo della voce *B4 "Caratterizzazione e classificazione delle aree di destinazione D.M. 15 luglio 2016, n. 173 (IVA compresa)",* tra le Somme a disposizione del Quadro Economico, è stato incrementato a € 74.673,45.

Maggiori dettagli sono riportati nell'elaborato progettuale "Caratterizzazione dei sedimenti".

9.6 Autorizzazione allo scavo in aree potenzialmente oggetto di presenza di ordigni bellici

In fase di elaborazione del Progetto Esecutivo è prevista la redazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento ai sensi del Testo Unico sulla Sicurezza sul Lavoro - D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i. e finalizzato a descrivere e valutare tutti i rischi per la salute dei lavoratori e le modalità di prevenzione per garantire la sicurezza sul cantiere.

La legge n. 177/2012 definisce l'obiettivo di prevenire i rischi derivanti dal possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi che, con marcata frequenza, interessano cantieri temporanei o mobili dove sono previste attività di scavo. La legge, inoltre, apporta alcune modifiche al D. Lgs n. 81/2008, introducendo l'obbligo di valutazione preventiva i dei rischi derivanti dal possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi.

Le novità introdotte dalla legge n. 177/2012 sanciscono che:

- la valutazione del rischio di rinvenire ordigni bellici è effettuata dal coordinatore in fase di progettazione;
- l'attività di bonifica va effettuata da imprese con possesso di specifici requisiti tecnico professionali esplicitati dall'art 104 comma 4-bis;
- le imprese devono essere iscritte in apposito albo istituito presso il Ministero della difesa, con uso di idonee attrezzature e personale dotato di brevetti per l'espletamento delle attività

relative alla bonifica sistematica.

Le modifiche introdotte con la legge 177/2012 apportate al T.U. 81/2008 sono operative dalla data del 18 aprile 2013. Altre novità sono state introdotte con il Decreto 11 maggio 2015, n. 82 - "Regolamento per la definizione dei criteri per l'accertamento dell'idoneità delle imprese ai fini dell'iscrizione all'albo delle imprese specializzate in bonifiche da ordigni esplosivi residuati bellici, ai sensi dell'articolo 1, comma 2, della legge 1° ottobre 2012, n. 177" ed il successivo D.M. 28 febbraio 2017 del Ministero della Difesa che all'art. 4 demanda alla Direzione dei lavori e del demanio il compito di emanare direttive e prescrizioni tecniche generali a cui le imprese specializzate devono attenersi nell'esecuzione delle attività di bonifica, al fine di garantire il corretto funzionamento del settore della bonifica sistematica da ordigni esplosivi residuali bellici.

Nel sito ufficiale del Ministero della difesa al momento sono pubblicati i seguenti documenti di riferimento:

- il "Disciplinare Tecnico per l'esecuzione del servizio di Bonifica Bellica Sistematica Terrestre" (DISCIPLINARE) del 06 ottobre 2015;
- la "Direttiva Tecnica sulla bonifica Bellica Sistematica Subacquea" (GEN-BSS-001) del 11 ottobre 2017.

Per quanto riguarda i lavori in oggetto, si segnala che le aree di prelievo della sabbia sono localizzate in ambiti periodicamente escavati e con apporti recenti di materiale. Sulla base di tali considerazioni è ragionevole ritenere non sussista alcun pericolo correlato alla presenza di ordigni bellici inesplosi, pertanto non si ritiene necessario prevedere alcuna indagine preliminare finalizzata all'individuazione di ordigni bellici.

9.7 Opere in prossimità della linea doganale

Gli interventi di progetto sono considerate opere in prossimità della linea doganale, e come tali, sono soggette all'autorizzazione che viene rilasciata dall'Agenzia delle Dogane e dei Monopoli, ai sensi dell'art. 19 del D.Lgs. n. 374/90. Il Nulla Osta è stato rilasciato in sede di Conferenza di servizi con PC/2019/10853 del 01/03/2019.

10 DISPONIBILITÀ DELLE AREE

Le aree di intervento appartengono tutte al demanio marittimo eccetto le spiagge dei Lidi Nazioni, Pomposa e Scacchi che in parte sono private. Gli apporti di sabbia, in ogni caso, interesseranno la zona demaniale prossima alla battigia.

Alcuni tratti, inoltre, sono oggetto di concessione per lo svolgimento dell'attività balneare, altri, invece, sono spiagge libere in cui, comunque, l'attività balneare è consentita.

Prima dell'avvio dei lavori si procederà alla richiesta di consegna delle aree da parte del Servizio Turismo, Commercio e Sport della Regione Emilia-Romagna e del comune di Comacchio, secondo le modalità previste.

11 ELEMENTI DEL PROGETTO

Il presente progetto esecutivo è corredato dagli elaborati prescritti dal Regolamento DPR 5 ottobre 2010 n. 207:

1. Relazione tecnica, cronoprogramma e quadro economico;
2. Caratterizzazione sedimenti (ai sensi del DM n. 173/2016);
3. Elaborati grafici (Corografia, Planimetria generale e interventi tipo);
4. Piano di manutenzione;
5. Piano di sicurezza e coordinamento (ai sensi del D.Lgs. n. 81/2008);
6. Computo metrico estimativo;
7. Cronoprogramma (Esigibilità della spesa);
8. Elenco dei prezzi unitari;
9. Schema di Contratto;
10. Capitolato Speciale d'Appalto.

12 ANALISI DEI PREZZI

I prezzi assunti a base della stima dei lavori sono stati estratti dall'Elenco regionale dei prezzi delle opere pubbliche e di difesa del suolo della Regione Emilia-Romagna – annualità 2019 (Deliberazione della Giunta Regionale 24 giugno 2019, N. 1055) e dai computi metrici estimativi applicati e validati dalle aziende esecutrici nel corso degli interventi di somma urgenza sopra descritti.

13 QUADRO ECONOMICO

L'importo del progetto, risultante dalla stima dei lavori istituita sulla base del computo metrico ed applicando a detta quantità i prezzi unitari determinati come al paragrafo precedente, ammonta complessivamente a € 810.000,00 ed è ripartito:

LAVORI		
A1	LAVORI A BASE D'APPALTO	€ 563.562,00
A2	ONERI DI SICUREZZA (non soggetti a ribasso)	€ 26.732,00
A	**TOTALE LAVORI**	€ 590.294,00
SOMME A DISPOSIZIONE		
B1	Iva 22% SUI LAVORI	€ 129.864,68
B2	Spese Tecniche incentivi progettazione D.Lgs 18/04/2016 n. 50 art. 113 (2%)	€ 11.805,88
B3	Contributo ANAC	€ 375,00
B4	Caratterizzazione e classificazione sedimenti D.M. 15 luglio 2016, n. 173 (IVA compresa): • aree di destinazione; • estensione validità analisi aree prelievo; • monitoraggio ambientale ripascimenti.	€ 74.673,45
B5	Imprevisti (IVA compresa)	€ 2.986,99
B	**TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE**	€ 219.706,00
IMPORTO COMPLESSIVO		€ **810.000,00**

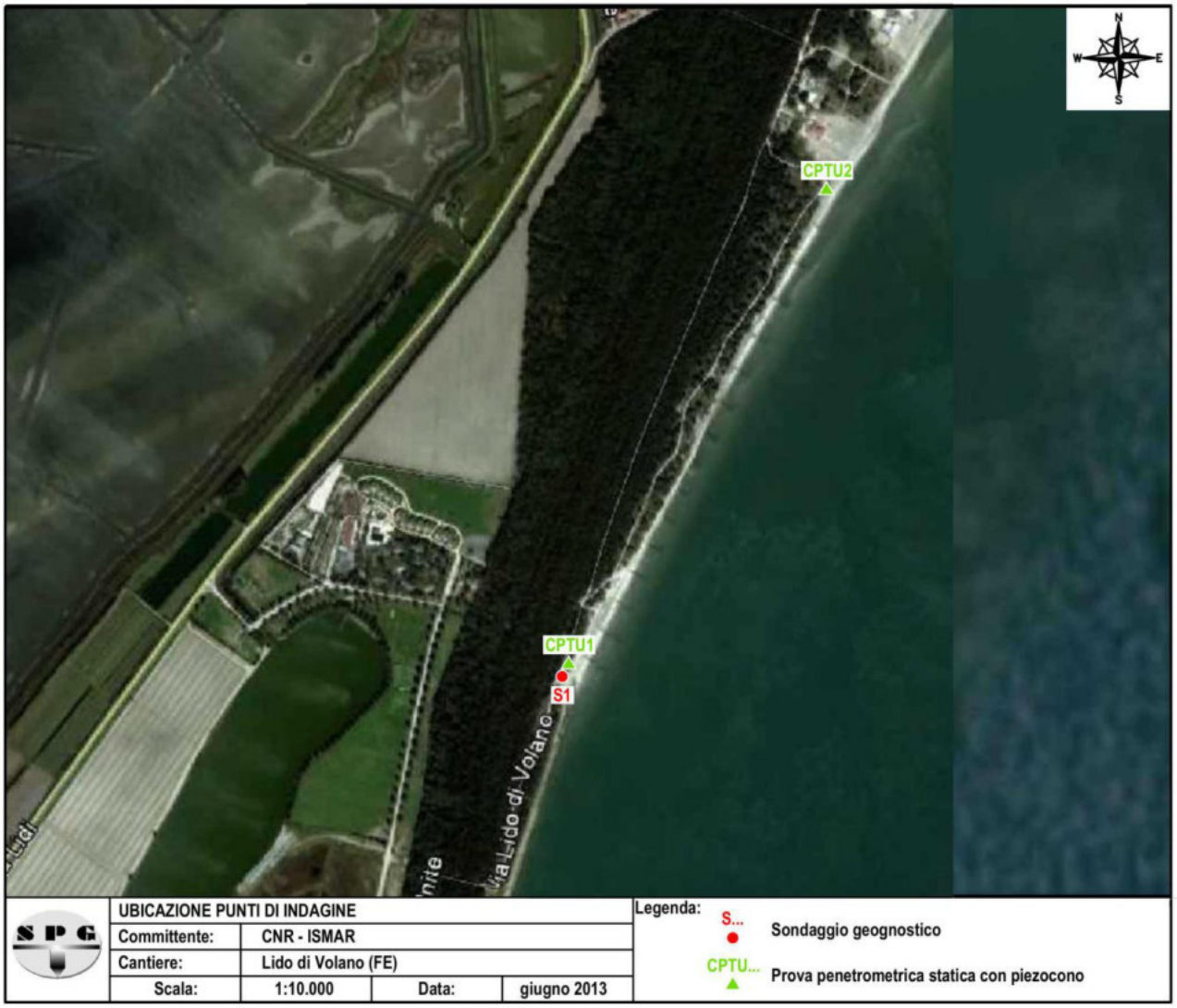
14 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma è stato redatto considerando i tempi previsti per lo svolgimento della Conferenza dei Servizi, prevista ai sensi ai sensi dell'art. 14-bis della L. 241/90 e dell'art. 27 del D.Lgs. n. 50/2016 per l'esame congiunto del presente progetto definitivo, la redazione del progetto esecutivo e la sua validazione e lo svolgimento della procedura di affidamento dei lavori. Le attività connesse all'appalto di servizi relativi al completamento del Piano di Caratterizzazione dei sedimenti sono state avviate in data 24/05/2019, e sono in capo al Servizio Area Reno e Po di Volano. Le lavorazioni previste si svolgeranno, a meno di deroghe, al di fuori della stagione balneare e del periodo di nidificazione, e sono spalmate nei **18 mesi** a partire dall'autunno del 2020.

CRONOPROGRAMMA (mesi)

MESE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Progetto definitivo																																								
Conferenza di servizi																																								
Appalto di servizi n.1 Caratterizzazione dei sedimenti Aree di destinazione																																								
Approvazione progetto definitivo																																								
Esecuzione appalto di servizi 1 Aree destinazione																																								
Progetto esecutivo e appalto																																								
Accantieramento e sicurezza																																								
Ripascimento e argini - scavo, carico, trasporto e posa in opera sabbia																Interruzione per nidificazione e stagione balneare												Interruzione per nidificazione e stagione balneare											
Ripristino difese in pali e sacconi																																								
Sistemazione e smobilizzo cantiere																																								
Appalto di servizi 2 Caratterizzazione dei sedimenti Estensione analisi e PMA																																								
Estensione validità analisi aree prelievo																																								
Piano di Monitoraggio Ambientale																																								
Collaudo																																								

ALLEGATO N. 1 – PROVE GEOGNOSTICHE



SPG	UBICAZIONE PUNTI DI INDAGINE			Legenda: S... Sondaggio geognostico; CPTU... Prova penetrometrica statica con piezocono
	Committente:	CNR - ISMAR		
	Cantiere:	Lido di Volano (FE)		
	Scala:	1:10.000	Data: giugno 2013	

Planimetria ubicazione indagini

LEGENDA SONDAGGIO

A	Pz	ø mm	metri batt.	LITOLOGIA	RP	VT	Campioni		Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	prof. m	DESCRIZIONE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

1) Profondità dell'acqua
2) Piezometri
3) Diametro del foro / Tipo di carotiere
4) Scala metrica con limiti delle battute (>)
5) Simbolo litologico
6) Resistenza alla punta (kg/cm²)
7) Vane test (kg/cm²)
8) Campioni (numero, tipo, profondità testa e scarpa)
9) Simbolo del campione
10) Profondità di inizio della prova S.P.T.
11) Prova S.P.T.
12) Valore di Nspt
13) Tipo di punta (A = punta aperta; C = punta chiusa)
14) Profondità della base dello strato (m)
15) Descrizione della litologia dello strato

Tubo aperto	*Casagrande*
tubo cieco	*tubo cieco*
finestrato	*cella drenaggio cementazione*

She = Shelby
Den = Denison
Ost = Osterberg
Maz = Mazier
Crp = Craps
nk3 = NK3
Ind = Indisturbato
Dis = Disturbato
SDi = Semi disturbato
SPT = SPT

Sacchetto Perforazioni Geotecnica s.r.l.
Via dell'Artigianato, 24 - 45011 Adria (RO) - Italy -
tel +39 0426 900977 fax 0426 900053
INDAGINI GEOGNOSTICHE
GEOTECHNICAL SURVEYS

Certificazione Ufficiale - Settore « C » - Prove geotecniche in sito
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
n. 7467/04-08-2011 - D.P.R. 380/2001 - Circ. 7619/STC del 08/09/10

Committente: CNR - ISMAR	Sondaggio: S1
Riferimento: LIDO DI VOLANO (FE)	Data: 30.04-02-03.05.2013
Coordinate: ---	Quota: ---
Perforazione: Perforazione a carotaggio continuo eseguita con sonda MAIT T14	

SCALA 1 :50

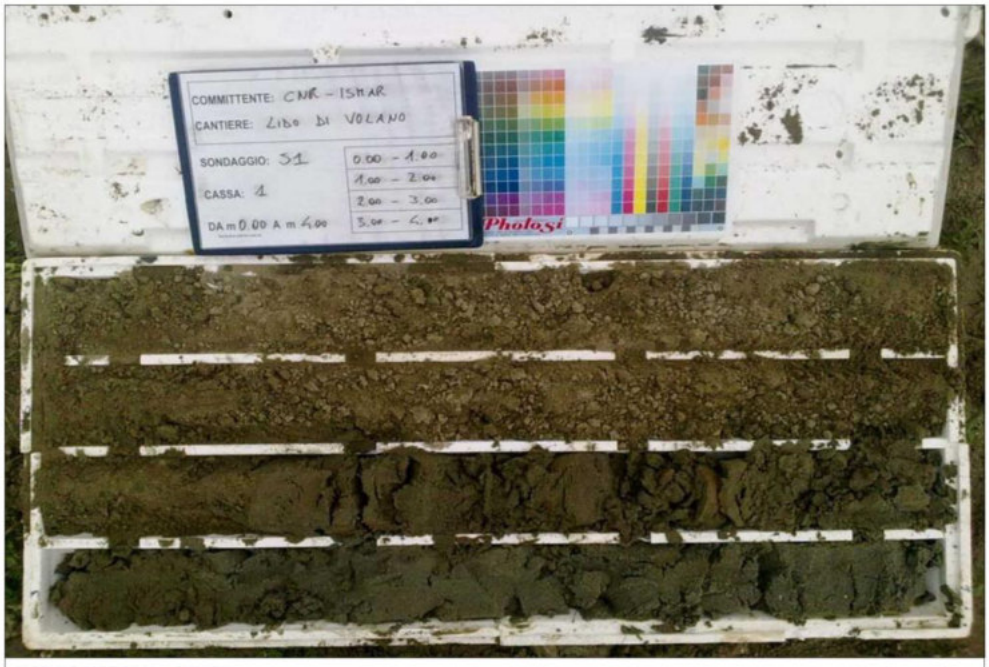
SONDAGGIO - S1

A	Pz	ø mm	metri batt.	LITOLOGIA	RP	VT	Campioni	Standard Penetration Test m	S.P.T.	N	Pt	prof. m	DESCRIZIONE
		90	1 2 3 4 5 6									6,50	Sabbia medio-fine da debolmente limosa (fino a 4 m) a limosa, colore da marrone chiaro a marrone nocciola.
			7		0.40 0.40	0.15 0.10						7,20	Argilla limosa/debolmente limosa con laminazioni sabbiose diffuse, colore grigio chiaro, tratti di argilla sabbiosa.
			8 9									9,00	Sabbia medio-fine debolmente limosa/limosa, colore grigio.
			10										Sabbia medio-fine limosa, colore grigio chiaro, con rari livelli potenti 2÷4 cm di argilla debolmente limosa, colore grigio.

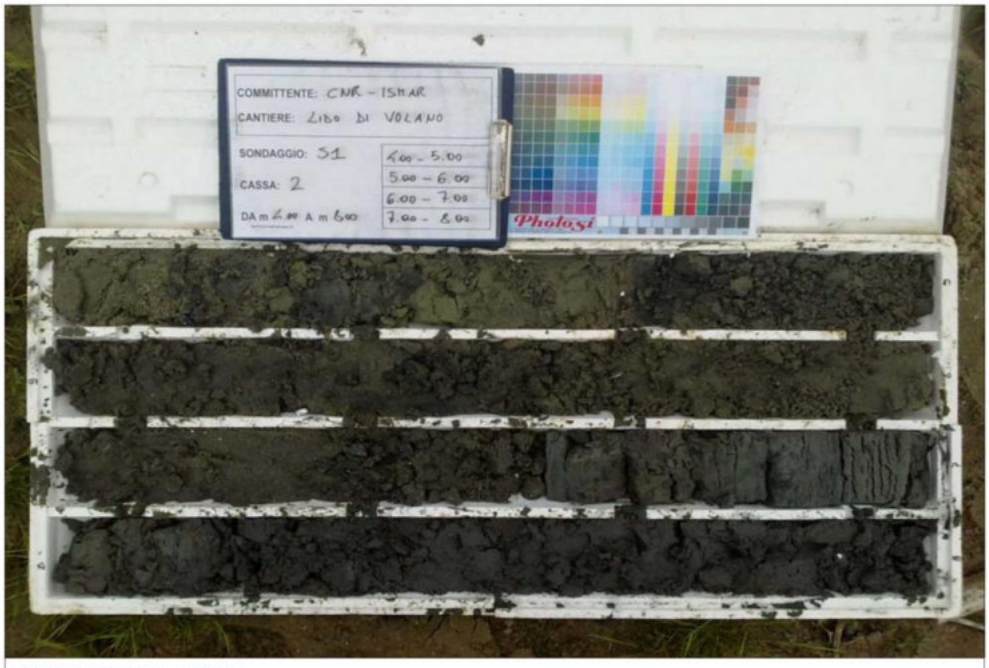
Committente: CNR - ISMAR	Sondaggio: S1
Riferimento: LIDO DI VOLANO (FE)	Data: 30.04-02-03.05.2013

Fotografie - Pagina 1/5

Pagina 1

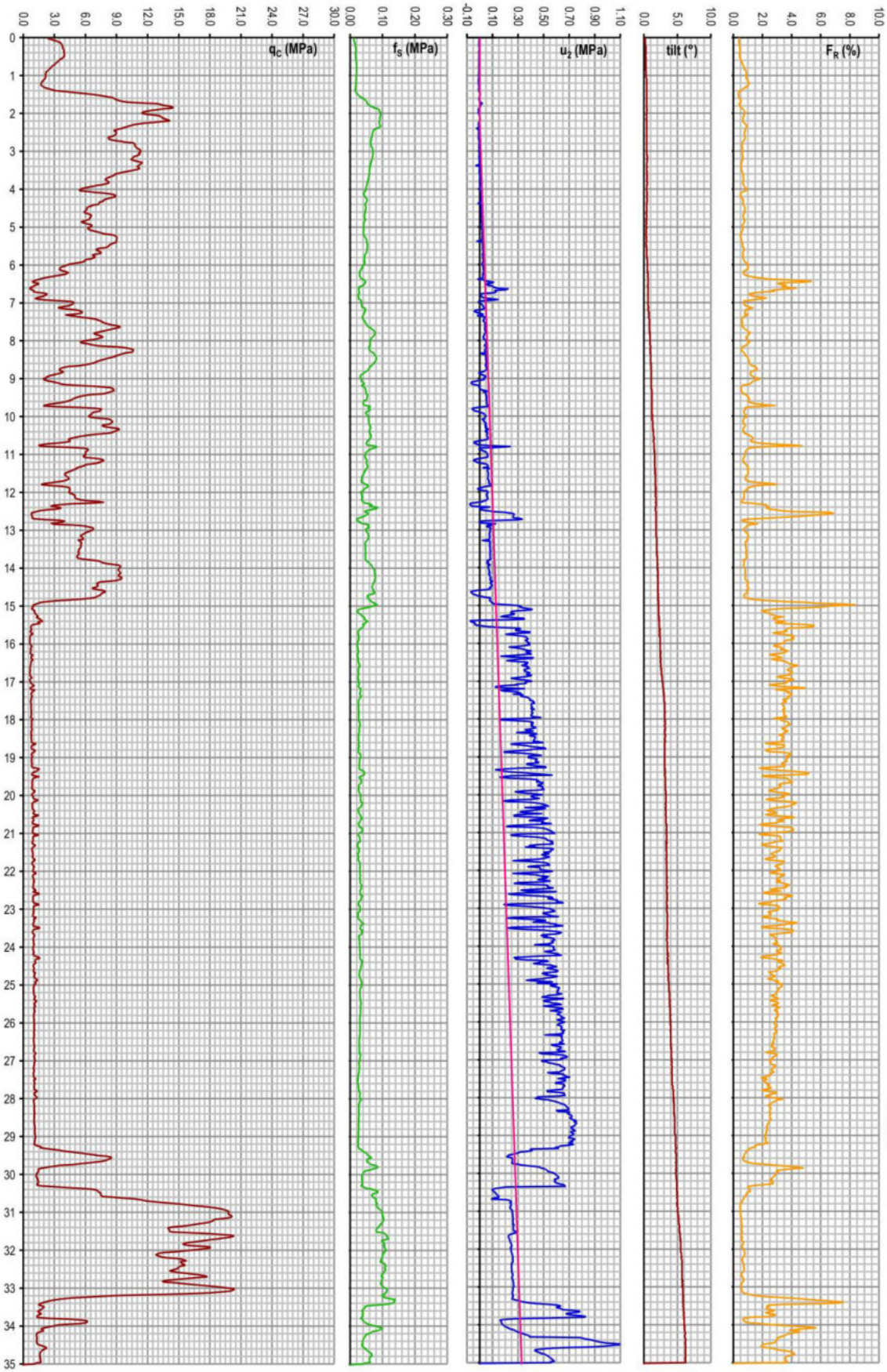


CASSA 1 DA 0.00 m A 4.00 m



CASSA 2 DA 4.00 m A 8.00 m

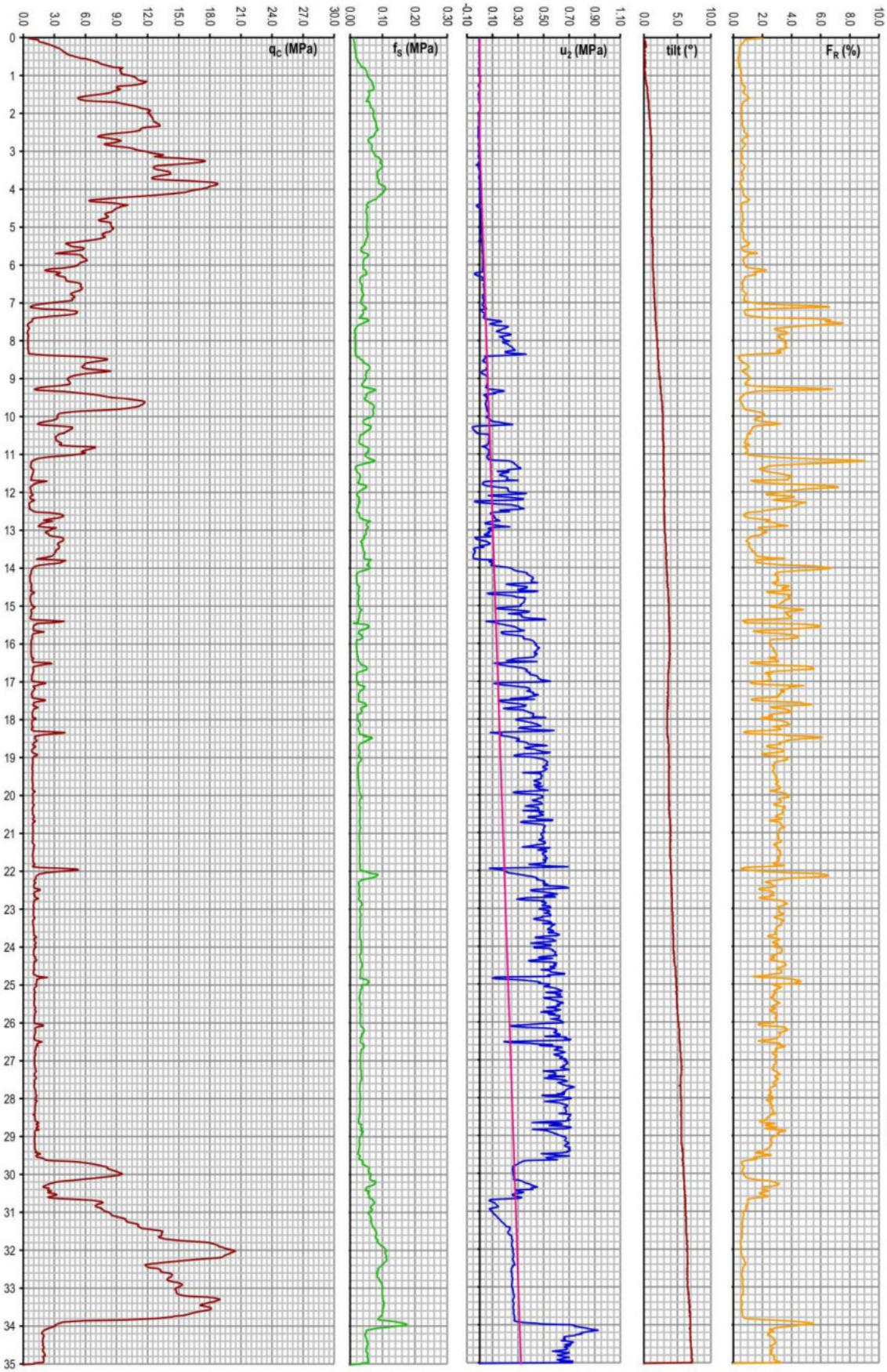
Committente	Cantiere/Località	Prova - Data:	Falda:
CNR - ISMAR	LIDO DI VOLANO (FE)	CPTU1 - 30.05.2013	Livello acqua -2.20 m da p.c.



INDAGINI GEOGNOSTICHE
GEOTECHNICAL SURVEYS

Autorizzazione Ministeriale all'esecuzione di indagini geognostiche n. 7467 del 04.08.2011 (Circ. Min. 7619-STC del 08.09.2010)

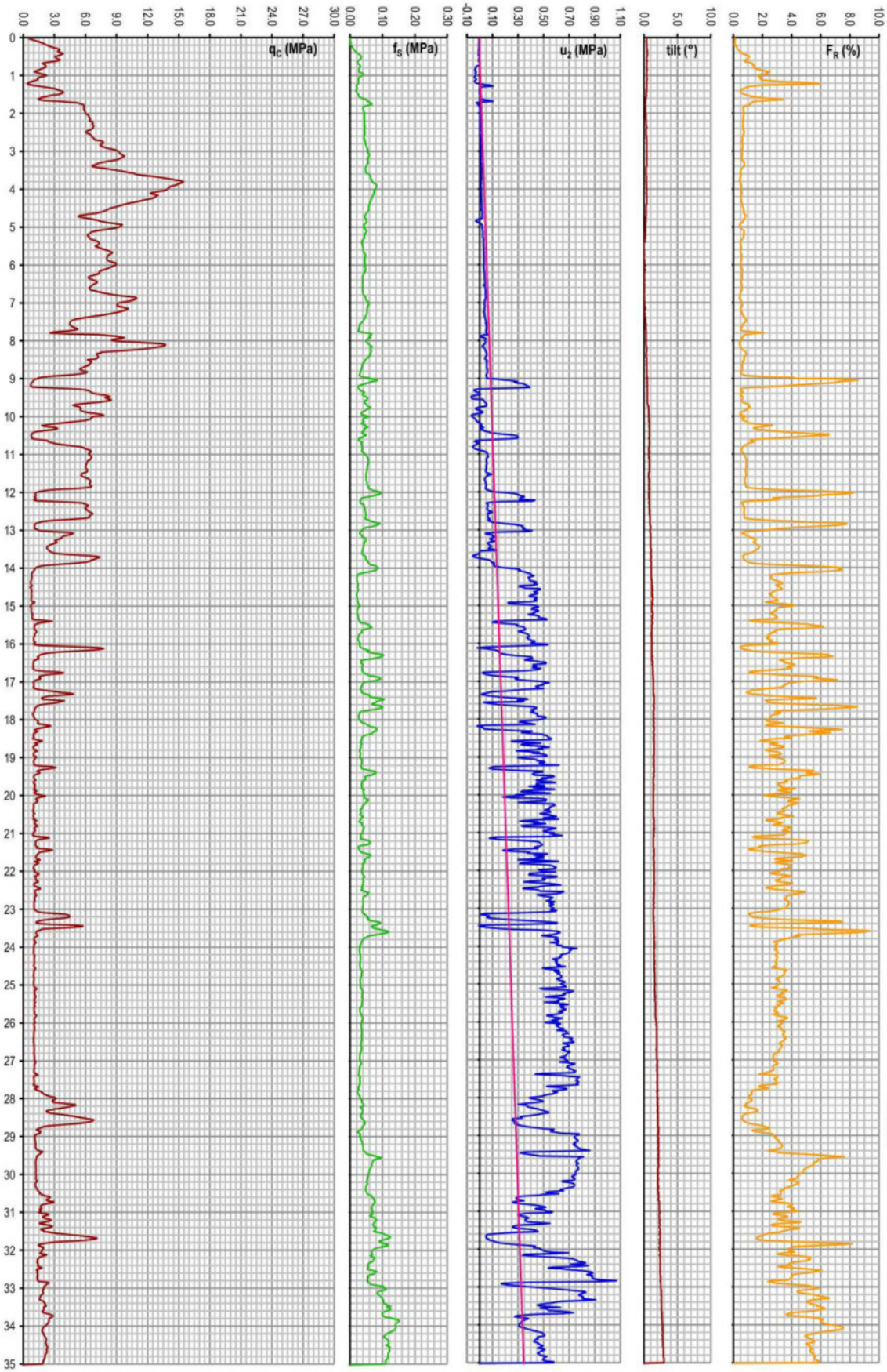
Committente	Cantiere/Località	Prova - Data:	Falda:
CNR - ISMAR	LIDO DI VOLANO (FE)	CPTU2 - 30.05.2013	Livello acqua -2.70 m da p.c.



SPG INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECHNICAL SURVEYS

Autorizzazione Ministeriale all'esecuzione di indagini geognostiche n. 7467 del 04.08.2011 (Circ. Min. 7619-STC del 08.09.2010)

Committente	Cantiere/Località	Prova - Data:	Falda:
CNR - ISMAR	LIDO DI VOLANO (FE)	CPTU3 - 04.06.2013	Livello acqua -0.50 m da p.c.



INDAGINI GEOGNOSTICHE
GEOTECHNICAL SURVEYS

Autorizzazione Ministeriale all'esecuzione di indagini geognostiche n. 7467 del 04.08.2011 (Circ. Min. 7619-STC del 08.09.2010)

Committente:	CNR - ISMAR	**Prova:**	CPTU1 - 30.05.2013
Località/Cantiere:	LIDO DI VOLANO (FE)	**Falda:**	Livello acqua -2.20 m da p.c.

INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECHNICAL SURVEYS

depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]
0.02	2.380	0.011	-0.004	0.44	1.52	7.280	0.026	0.001	0.35	3.02	11.280	0.071	-0.003	0.63
0.04	2.620	0.011	-0.004	0.42	1.54	7.730	0.028	0.000	0.36	3.04	11.200	0.070	-0.003	0.63
0.06	2.850	0.012	-0.003	0.40	1.56	8.090	0.031	-0.001	0.38	3.06	11.150	0.071	-0.003	0.63
0.08	3.090	0.012	-0.003	0.39	1.58	8.590	0.035	-0.002	0.41	3.08	11.250	0.071	-0.003	0.63
0.10	3.300	0.013	-0.004	0.38	1.60	8.730	0.038	-0.003	0.43	3.10	11.140	0.070	-0.004	0.63
0.12	3.440	0.014	-0.005	0.39	1.62	8.860	0.042	-0.004	0.47	3.12	10.910	0.070	-0.004	0.64
0.14	3.620	0.015	-0.005	0.40	1.64	9.010	0.045	-0.004	0.50	3.14	10.700	0.069	-0.004	0.64
0.16	3.670	0.015	-0.005	0.41	1.66	9.230	0.048	-0.003	0.52	3.16	10.590	0.069	-0.004	0.65
0.18	3.720	0.016	-0.005	0.42	1.68	9.520	0.052	0.000	0.54	3.18	10.530	0.069	-0.004	0.65
0.20	3.760	0.016	-0.005	0.43	1.70	10.060	0.052	0.004	0.52	3.20	10.480	0.069	-0.004	0.65
0.22	3.770	0.017	-0.005	0.44	1.72	10.940	0.052	0.013	0.48	3.22	10.420	0.067	-0.004	0.64
0.24	3.780	0.017	-0.004	0.45	1.74	12.900	0.053	0.020	0.41	3.24	10.630	0.067	-0.002	0.63
0.26	3.800	0.017	-0.003	0.45	1.76	13.210	0.056	0.011	0.42	3.26	10.890	0.066	-0.001	0.61
0.28	3.830	0.018	-0.003	0.46	1.78	13.420	0.059	0.006	0.44	3.28	11.230	0.066	-0.001	0.58
0.30	3.850	0.018	-0.003	0.45	1.80	13.880	0.062	0.006	0.44	3.30	11.470	0.064	-0.001	0.55
0.32	3.900	0.018	-0.002	0.46	1.82	14.290	0.066	0.005	0.46	3.32	11.400	0.064	-0.002	0.56
0.34	3.960	0.018	-0.003	0.45	1.84	14.470	0.072	0.000	0.49	3.34	11.320	0.064	-0.003	0.56
0.36	3.920	0.019	-0.004	0.47	1.86	14.290	0.077	-0.004	0.54	3.36	11.210	0.063	-0.007	0.56
0.38	3.930	0.018	-0.006	0.46	1.88	13.470	0.086	-0.009	0.64	3.38	11.110	0.062	-0.028	0.55
0.40	3.950	0.017	-0.004	0.43	1.90	12.960	0.089	-0.010	0.69	3.40	11.000	0.061	-0.001	0.55
0.42	3.960	0.017	-0.004	0.42	1.92	12.400	0.090	-0.009	0.72	3.42	11.080	0.061	-0.001	0.55
0.44	3.980	0.017	-0.004	0.41	1.94	11.920	0.091	-0.010	0.76	3.44	11.190	0.062	-0.001	0.55
0.46	3.970	0.018	-0.004	0.44	1.96	11.580	0.092	-0.010	0.79	3.46	11.220	0.060	0.000	0.53
0.48	3.960	0.018	-0.005	0.44	1.98	11.450	0.094	-0.009	0.82	3.48	10.930	0.059	-0.002	0.54
0.50	3.910	0.017	-0.004	0.43	2.00	11.500	0.096	-0.007	0.83	3.50	10.610	0.060	-0.002	0.57
0.52	3.850	0.018	-0.005	0.45	2.02	11.900	0.095	-0.005	0.79	3.52	10.260	0.059	-0.002	0.58
0.54	3.790	0.018	-0.005	0.46	2.04	12.560	0.094	-0.003	0.74	3.54	9.860	0.060	-0.003	0.60
0.56	3.620	0.018	-0.005	0.50	2.06	13.120	0.094	-0.002	0.71	3.56	9.490	0.060	-0.002	0.63
0.58	3.530	0.019	-0.006	0.52	2.08	13.260	0.093	0.000	0.70	3.58	9.210	0.060	-0.002	0.65
0.60	3.450	0.019	-0.005	0.54	2.10	13.330	0.092	0.000	0.69	3.60	8.870	0.060	-0.001	0.67
0.62	3.390	0.019	-0.005	0.55	2.12	13.410	0.091	0.001	0.68	3.62	8.820	0.059	0.000	0.67
0.64	3.310	0.019	-0.005	0.57	2.14	13.570	0.092	0.001	0.67	3.64	8.710	0.059	0.000	0.67
0.66	3.230	0.019	-0.005	0.59	2.16	13.810	0.092	0.001	0.66	3.66	8.530	0.058	0.001	0.68
0.68	3.150	0.020	-0.005	0.62	2.18	14.060	0.092	0.001	0.65	3.68	8.320	0.058	0.001	0.69
0.70	3.070	0.020	-0.005	0.64	2.20	14.090	0.091	0.000	0.65	3.70	8.150	0.057	0.001	0.70
0.72	3.000	0.020	-0.005	0.67	2.22	13.290	0.090	-0.003	0.67	3.72	8.010	0.057	0.001	0.71
0.74	2.840	0.020	-0.006	0.70	2.24	12.510	0.090	-0.005	0.72	3.74	7.910	0.056	0.002	0.71
0.76	2.770	0.020	-0.006	0.70	2.26	11.670	0.090	-0.008	0.77	3.76	7.960	0.056	0.003	0.70
0.78	2.700	0.020	-0.006	0.72	2.28	11.050	0.091	-0.009	0.82	3.78	8.090	0.056	0.004	0.69
0.80	2.630	0.020	-0.005	0.74	2.30	10.670	0.092	-0.009	0.86	3.80	8.200	0.055	0.004	0.66
0.82	2.550	0.020	-0.005	0.76	2.32	10.390	0.093	-0.007	0.90	3.82	8.270	0.054	0.004	0.65
0.84	2.470	0.020	-0.005	0.79	2.34	10.140	0.093	-0.007	0.92	3.84	8.220	0.053	0.004	0.64
0.86	2.400	0.020	-0.005	0.83	2.36	9.930	0.093	-0.007	0.93	3.86	7.950	0.052	0.003	0.65
0.88	2.330	0.020	-0.005	0.86	2.38	9.670	0.087	-0.014	0.89	3.88	7.650	0.053	0.002	0.69
0.90	2.230	0.020	-0.006	0.87	2.40	9.420	0.081	-0.023	0.86	3.90	7.130	0.052	0.001	0.72
0.92	2.190	0.020	-0.006	0.89	2.42	9.160	0.075	-0.008	0.82	3.92	6.790	0.051	0.001	0.74
0.94	2.170	0.020	-0.006	0.90	2.44	8.890	0.074	-0.009	0.83	3.94	6.410	0.050	0.001	0.78
0.96	2.160	0.020	-0.006	0.90	2.46	8.760	0.072	-0.008	0.82	3.96	6.050	0.050	0.000	0.83
0.98	2.150	0.020	-0.006	0.91	2.48	8.930	0.070	-0.007	0.78	3.98	5.740	0.051	0.000	0.88
1.00	2.150	0.019	-0.006	0.88	2.50	8.980	0.070	-0.007	0.78	4.00	5.540	0.050	0.001	0.89
1.02	2.150	0.019	-0.006	0.88	2.52	8.960	0.070	-0.008	0.78	4.02	5.440	0.049	0.002	0.90
1.04	2.150	0.019	-0.006	0.88	2.54	8.920	0.069	-0.008	0.77	4.04	5.460	0.048	0.003	0.88
1.06	2.130	0.019	-0.006	0.89	2.56	8.910	0.069	-0.007	0.77	4.06	6.130	0.046	0.007	0.75
1.08	2.110	0.019	-0.006	0.88	2.58	8.830	0.068	-0.007	0.77	4.08	6.820	0.044	0.009	0.65
1.10	2.020	0.019	-0.009	0.94	2.60	8.640	0.068	-0.008	0.78	4.10	7.640	0.042	0.010	0.55
1.12	1.960	0.019	-0.010	0.97	2.62	8.390	0.067	-0.009	0.80	4.12	8.310	0.042	0.010	0.50
1.14	1.890	0.019	-0.008	0.98	2.64	8.190	0.066	-0.008	0.81	4.14	8.680	0.043	0.010	0.49
1.16	1.830	0.019	-0.008	1.01	2.66	8.210	0.066	-0.008	0.80	4.16	8.840	0.044	0.010	0.49
1.18	1.780	0.019	-0.008	1.04	2.68	8.280	0.066	-0.008	0.79	4.18	8.900	0.044	0.010	0.49
1.20	1.740	0.019	-0.007	1.06	2.70	8.510	0.066	-0.007	0.77	4.20	8.870	0.045	0.009	0.51
1.22	1.720	0.019	-0.008	1.08	2.72	8.950	0.064	-0.005	0.72	4.22	8.600	0.049	0.008	0.56
1.24	1.720	0.018	-0.008	1.05	2.74	9.460	0.064	-0.003	0.68	4.24	8.290	0.050	0.007	0.60
1.26	1.730	0.018	-0.007	1.01	2.76	9.860	0.064	-0.003	0.64	4.26	7.990	0.052	0.007	0.65
1.28	1.840	0.018	-0.007	0.95	2.78	10.600	0.064	-0.004	0.60	4.28	7.770	0.053	0.006	0.68
1.30	1.960	0.017	-0.004	0.87	2.80	10.720	0.064	-0.004	0.59	4.30	7.690	0.052	0.007	0.68
1.32	2.090	0.018	-0.002	0.84	2.82	10.790	0.064	-0.005	0.59	4.32	7.720	0.051	0.008	0.66
1.34	2.340	0.017	-0.009	0.73	2.84	10.760	0.065	-0.005	0.60	4.34	7.380	0.051	0.006	0.69
1.36	2.590	0.017	-0.007	0.64	2.86	10.770	0.065	-0.005	0.60	4.36	7.330	0.049	0.003	0.67
1.38	2.840	0.016	-0.007	0.56	2.88	10.860	0.067	-0.005	0.61	4.38	7.290	0.047	-0.011	0.64
1.40	3.090	0.016	-0.006	0.50	2.90	10.890	0.068	-0.004	0.62	4.40	7.240	0.045	0.010	0.62
1.42	4.030	0.017	-0.005	0.41	2.92	10.950	0.069	-0.004	0.63	4.42	6.730	0.047	0.010	0.69
1.44	4.630	0.018	-0.001	0.39	2.94	11.170	0.070	-0.004	0.62	4.44	6.540	0.048	0.011	0.73
1.46	5.360	0.020	0.001	0.36	2.96	11.250	0.070	-0.004	0.62	4.46	6.370	0.049	0.010	0.76
1.48	6.090	0.022	0.001	0.36	2.98	11.300	0.070	-0.003	0.62	4.48	6.240	0.049	0.010	0.79
1.50	6.730	0.024	0.001	0.35	3.00	11.310	0.071	-0.003	0.62	4.50	6.150	0.049	0.010	0.80

Autorizzazione Ministeriale all'esecuzione di indagini geognostiche n. 7467 del 04.08.2011 (Circ. Min. 7619-STC del 08.09.2010)

Committente:	CNR - ISMAR	**Prova:**	CPTU1 - 30.05.2013
Località/Cantiere:	LIDO DI VOLANO (FE)	**Falda:**	Livello acqua -2.20 m da p.c.

INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECHNICAL SURVEYS

depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]
4.52	6.130	0.049	0.011	0.79	6.02	4.100	0.040	0.023	0.96	7.52	7.720	0.047	0.037	0.61
4.54	6.150	0.049	0.012	0.79	6.04	3.820	0.038	0.026	0.99	7.54	7.930	0.049	0.040	0.61
4.56	6.020	0.047	0.010	0.78	6.06	3.660	0.038	0.027	1.02	7.56	8.180	0.051	0.041	0.62
4.58	5.940	0.047	0.010	0.79	6.08	3.540	0.036	0.029	1.02	7.58	8.510	0.053	0.043	0.62
4.60	5.880	0.046	0.011	0.78	6.10	3.490	0.035	0.029	0.99	7.60	8.920	0.054	0.042	0.61
4.62	5.950	0.046	0.012	0.77	6.12	3.540	0.034	0.028	0.96	7.62	9.220	0.055	0.043	0.60
4.64	6.130	0.046	0.013	0.74	6.14	3.670	0.033	0.030	0.89	7.64	9.350	0.058	0.042	0.62
4.66	6.350	0.045	0.013	0.71	6.16	3.880	0.031	0.032	0.80	7.66	9.050	0.064	0.042	0.71
4.68	6.520	0.045	0.014	0.69	6.18	4.120	0.029	0.031	0.70	7.68	8.750	0.066	0.039	0.75
4.70	6.590	0.045	0.014	0.68	6.20	4.350	0.029	0.029	0.67	7.70	8.440	0.068	0.039	0.81
4.72	6.520	0.045	0.015	0.68	6.22	4.250	0.029	0.027	0.68	7.72	8.120	0.072	0.042	0.88
4.74	6.460	0.045	0.015	0.69	6.24	4.050	0.030	0.026	0.73	7.74	7.820	0.074	0.043	0.94
4.76	6.430	0.045	0.015	0.70	6.26	3.720	0.030	0.026	0.79	7.76	7.470	0.076	0.045	1.02
4.78	6.390	0.046	0.015	0.72	6.28	3.300	0.030	0.025	0.89	7.78	7.140	0.078	0.045	1.09
4.80	6.320	0.047	0.015	0.74	6.30	2.840	0.030	0.024	1.06	7.80	6.830	0.078	0.043	1.14
4.82	6.120	0.047	0.014	0.76	6.32	2.390	0.031	0.023	1.30	7.82	6.870	0.077	0.040	1.11
4.84	5.860	0.046	0.014	0.78	6.34	2.070	0.033	0.024	1.59	7.84	7.060	0.075	0.036	1.06
4.86	5.630	0.044	0.014	0.78	6.36	1.770	0.035	0.023	1.95	7.86	7.360	0.074	0.034	1.01
4.88	5.720	0.043	0.016	0.74	6.38	1.490	0.039	-0.013	2.62	7.88	7.540	0.072	0.033	0.95
4.90	5.960	0.043	0.016	0.71	6.40	1.210	0.044	0.033	3.60	7.90	7.670	0.070	0.030	0.91
4.92	6.290	0.042	0.017	0.67	6.42	1.000	0.046	0.039	4.60	7.92	7.480	0.067	0.029	0.89
4.94	6.530	0.043	0.017	0.65	6.44	0.880	0.047	0.065	5.34	7.94	7.230	0.066	0.031	0.91
4.96	6.630	0.042	0.018	0.63	6.46	0.980	0.048	0.106	4.85	7.96	7.000	0.065	0.031	0.92
4.98	6.590	0.042	0.015	0.64	6.48	1.440	0.046	0.100	3.19	7.98	6.430	0.062	0.043	0.96
5.00	6.430	0.042	0.012	0.65	6.50	1.460	0.045	0.057	3.05	8.00	6.070	0.062	0.047	1.01
5.02	6.250	0.042	0.015	0.67	6.52	1.300	0.043	0.055	3.27	8.02	5.690	0.062	0.049	1.08
5.04	6.240	0.042	0.016	0.67	6.54	1.090	0.040	0.064	3.62	8.04	5.520	0.062	0.050	1.11
5.06	6.320	0.042	0.018	0.66	6.56	1.000	0.035	0.093	3.50	8.06	5.690	0.062	0.051	1.08
5.08	6.490	0.042	0.019	0.65	6.58	0.850	0.029	0.104	3.35	8.08	6.190	0.062	0.051	1.00
5.10	6.760	0.042	0.021	0.61	6.60	0.700	0.027	0.116	3.79	8.10	6.610	0.062	0.045	0.93
5.12	7.050	0.041	0.021	0.58	6.62	0.640	0.028	0.141	4.30	8.12	6.880	0.061	0.039	0.89
5.14	7.340	0.042	0.020	0.57	6.64	0.720	0.026	0.220	3.61	8.14	7.360	0.062	0.036	0.84
5.16	7.590	0.041	0.020	0.54	6.66	0.910	0.027	0.201	2.97	8.16	8.970	0.058	0.044	0.65
5.18	7.830	0.042	0.020	0.53	6.68	1.020	0.027	0.120	2.65	8.18	9.620	0.059	0.049	0.61
5.20	8.520	0.043	0.021	0.50	6.70	0.980	0.028	0.126	2.81	8.20	10.140	0.060	0.052	0.59
5.22	8.790	0.043	0.020	0.49	6.72	1.300	0.028	0.130	2.15	8.22	10.460	0.059	0.049	0.56
5.24	8.930	0.044	0.020	0.49	6.74	1.930	0.029	0.107	1.50	8.24	10.610	0.060	0.042	0.57
5.26	9.010	0.046	0.020	0.50	6.76	2.280	0.028	0.031	1.21	8.26	10.600	0.061	0.039	0.58
5.28	9.030	0.048	0.020	0.53	6.78	2.220	0.024	0.001	1.08	8.28	10.580	0.064	0.043	0.60
5.30	9.030	0.049	0.019	0.54	6.80	2.120	0.025	0.007	1.16	8.30	10.490	0.067	0.049	0.64
5.32	9.010	0.051	0.020	0.56	6.82	1.950	0.025	0.012	1.28	8.32	9.880	0.072	0.048	0.73
5.34	8.990	0.051	0.020	0.56	6.84	1.710	0.026	0.013	1.52	8.34	9.630	0.074	0.009	0.76
5.36	8.980	0.051	0.012	0.57	6.86	1.380	0.027	0.021	1.92	8.36	9.390	0.075	0.024	0.80
5.38	8.960	0.051	-0.020	0.57	6.88	1.170	0.027	0.042	2.26	8.38	9.140	0.077	0.049	0.84
5.40	8.950	0.051	0.024	0.57	6.90	1.330	0.027	0.097	2.03	8.40	8.950	0.078	0.049	0.87
5.42	8.760	0.053	0.023	0.60	6.92	2.100	0.032	0.142	1.52	8.42	8.780	0.080	0.048	0.91
5.44	8.540	0.053	0.023	0.62	6.94	3.140	0.035	0.071	1.10	8.44	8.520	0.081	0.047	0.95
5.46	8.390	0.054	0.023	0.64	6.96	4.620	0.033	-0.005	0.71	8.46	8.190	0.081	0.047	0.98
5.48	8.310	0.053	0.024	0.64	6.98	4.830	0.035	-0.007	0.71	8.48	7.920	0.081	0.049	1.02
5.50	8.240	0.053	0.024	0.64	7.00	4.890	0.035	0.003	0.71	8.50	7.660	0.081	0.049	1.05
5.52	8.160	0.053	0.024	0.65	7.02	4.800	0.035	0.009	0.73	8.52	7.440	0.080	0.048	1.08
5.54	7.980	0.053	0.024	0.66	7.04	4.680	0.035	0.012	0.75	8.54	7.170	0.078	0.050	1.09
5.56	7.290	0.053	0.024	0.73	7.06	4.530	0.036	0.020	0.78	8.56	7.040	0.076	0.053	1.08
5.58	7.100	0.053	0.025	0.75	7.08	4.250	0.036	0.026	0.84	8.58	6.860	0.075	0.052	1.09
5.60	7.070	0.053	0.025	0.74	7.10	3.820	0.037	0.028	0.96	8.60	6.610	0.073	0.051	1.10
5.62	7.200	0.052	0.026	0.72	7.12	3.400	0.039	0.030	1.13	8.62	6.290	0.071	0.049	1.13
5.64	7.370	0.052	0.027	0.70	7.14	3.460	0.046	0.037	1.33	8.64	5.860	0.068	0.045	1.16
5.66	7.460	0.051	0.027	0.68	7.16	4.220	0.047	0.035	1.11	8.66	5.380	0.066	0.046	1.23
5.68	7.510	0.050	0.028	0.67	7.18	4.940	0.048	0.021	0.96	8.68	4.350	0.062	0.049	1.43
5.70	7.410	0.049	0.028	0.65	7.20	5.430	0.046	-0.029	0.85	8.70	3.960	0.061	0.052	1.53
5.72	6.830	0.047	0.022	0.68	7.22	5.580	0.046	-0.041	0.82	8.72	3.680	0.059	0.054	1.60
5.74	6.700	0.046	0.023	0.68	7.24	5.670	0.047	-0.038	0.82	8.74	3.550	0.058	0.056	1.63
5.76	6.760	0.045	0.026	0.66	7.26	5.670	0.045	-0.020	0.78	8.76	3.490	0.057	0.056	1.62
5.78	6.900	0.044	0.025	0.64	7.28	5.460	0.043	-0.004	0.79	8.78	3.530	0.055	0.053	1.54
5.80	6.910	0.045	0.025	0.64	7.30	4.920	0.042	0.023	0.85	8.80	3.700	0.052	0.040	1.39
5.82	6.730	0.045	0.025	0.66	7.32	4.120	0.041	0.025	1.00	8.82	3.840	0.048	0.033	1.25
5.84	6.440	0.045	0.026	0.69	7.34	4.610	0.040	-0.017	0.87	8.84	3.730	0.044	0.004	1.17
5.86	6.070	0.045	0.027	0.73	7.36	5.110	0.039	0.015	0.75	8.86	3.490	0.041	-0.007	1.17
5.88	5.910	0.044	0.028	0.74	7.38	5.600	0.038	0.042	0.67	8.88	3.210	0.038	0.001	1.18
5.90	5.890	0.043	0.029	0.73	7.40	6.260	0.039	0.039	0.62	8.90	2.890	0.035	0.014	1.19
5.92	5.730	0.046	0.028	0.79	7.42	6.780	0.040	0.035	0.58	8.92	2.600	0.032	0.032	1.23
5.94	5.360	0.046	0.025	0.86	7.44	7.090	0.041	0.035	0.58	8.94	2.380	0.031	0.044	1.30
5.96	4.830	0.045	0.022	0.92	7.46	7.250	0.042	0.029	0.58	8.96	2.250	0.032	0.048	1.40
5.98	4.410	0.044	0.018	1.00	7.48	7.500	0.046	0.027	0.61	8.98	2.170	0.032	0.042	1.47
6.00	4.210	0.043	0.019	1.01	7.50	7.590	0.046	0.035	0.61	9.00	1.980	0.035	0.031	1.77

Autorizzazione Ministeriale all'esecuzione di indagini geognostiche n. 7467 del 04.08.2011 (Circ. Min. 7619-STC del 08.09.2010)

Committente:	CNR - ISMAR	**Prova:**	CPTU2 - 30.05.2013
Località/Cantiere:	LIDO DI VOLANO (FE)	**Falda:**	Livello acqua -2.70 m da p.c.

INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECHNICAL SURVEYS

depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]
0.02	0.550	0.011	-0.004	2.00	1.52	6.630	0.060	-0.009	0.90	3.02	12.010	0.071	-0.005	0.59
0.04	0.970	0.011	-0.004	1.13	1.54	6.080	0.059	-0.006	0.97	3.04	12.280	0.073	-0.005	0.59
0.06	1.470	0.011	-0.004	0.75	1.56	5.690	0.058	-0.007	1.02	3.06	12.730	0.074	-0.005	0.58
0.08	1.450	0.012	-0.005	0.79	1.58	5.300	0.056	-0.007	1.06	3.08	13.240	0.076	-0.005	0.57
0.10	1.520	0.012	-0.004	0.76	1.60	5.280	0.056	-0.007	1.05	3.10	13.520	0.077	-0.007	0.57
0.12	1.680	0.012	-0.004	0.71	1.62	5.370	0.055	-0.007	1.01	3.12	13.110	0.077	-0.010	0.58
0.14	2.050	0.014	-0.003	0.66	1.64	5.610	0.054	-0.006	0.95	3.14	12.670	0.082	-0.009	0.64
0.16	2.270	0.014	-0.004	0.59	1.66	5.980	0.053	-0.005	0.88	3.16	13.390	0.089	-0.009	0.66
0.18	2.470	0.014	-0.003	0.57	1.68	6.990	0.049	-0.004	0.70	3.18	14.900	0.090	-0.005	0.60
0.20	2.680	0.014	-0.003	0.52	1.70	8.900	0.060	-0.004	0.67	3.20	15.910	0.091	-0.003	0.57
0.22	2.880	0.015	-0.004	0.50	1.72	9.180	0.061	-0.003	0.66	3.22	16.680	0.094	-0.001	0.56
0.24	3.050	0.014	-0.003	0.46	1.74	9.550	0.061	-0.001	0.64	3.24	17.380	0.096	0.001	0.55
0.26	3.200	0.014	-0.003	0.44	1.76	9.940	0.062	0.000	0.62	3.26	17.550	0.095	0.000	0.54
0.28	3.450	0.015	-0.004	0.42	1.78	10.310	0.062	0.001	0.60	3.28	17.290	0.093	-0.004	0.54
0.30	3.570	0.015	-0.004	0.42	1.80	10.670	0.063	0.004	0.59	3.30	16.740	0.093	-0.007	0.55
0.32	3.670	0.016	-0.004	0.42	1.82	11.030	0.063	0.004	0.57	3.32	15.980	0.095	-0.009	0.59
0.34	3.760	0.016	-0.004	0.43	1.84	11.120	0.063	0.004	0.57	3.34	14.980	0.097	-0.011	0.64
0.36	3.860	0.016	-0.004	0.41	1.86	11.400	0.067	0.003	0.58	3.36	13.970	0.099	-0.025	0.71
0.38	3.930	0.017	-0.004	0.42	1.88	11.750	0.069	0.003	0.59	3.38	12.970	0.100	-0.009	0.77
0.40	4.070	0.017	-0.004	0.42	1.90	12.100	0.071	0.004	0.58	3.40	12.620	0.101	-0.010	0.80
0.42	4.140	0.018	-0.004	0.42	1.92	12.280	0.072	0.003	0.59	3.42	12.560	0.100	-0.009	0.79
0.44	4.270	0.018	-0.003	0.42	1.94	12.230	0.073	0.000	0.59	3.44	12.570	0.097	-0.007	0.77
0.46	4.470	0.019	-0.001	0.41	1.96	12.080	0.072	-0.005	0.60	3.46	12.640	0.094	-0.006	0.74
0.48	4.730	0.018	-0.007	0.38	1.98	11.980	0.072	-0.008	0.60	3.48	12.900	0.092	-0.004	0.71
0.50	4.980	0.018	-0.005	0.36	2.00	12.070	0.071	-0.008	0.59	3.50	13.290	0.089	-0.003	0.67
0.52	5.240	0.018	-0.003	0.33	2.02	12.250	0.072	-0.008	0.58	3.52	13.740	0.087	-0.001	0.63
0.54	5.500	0.019	-0.003	0.34	2.04	12.250	0.072	-0.008	0.58	3.54	14.060	0.085	0.000	0.60
0.56	6.060	0.022	-0.003	0.35	2.06	12.250	0.072	-0.008	0.58	3.56	14.190	0.084	0.002	0.59
0.58	6.350	0.022	-0.003	0.35	2.08	12.420	0.073	-0.007	0.58	3.58	14.180	0.084	0.004	0.59
0.60	6.610	0.023	-0.003	0.35	2.10	12.420	0.073	-0.007	0.58	3.60	14.210	0.084	0.001	0.59
0.62	6.880	0.024	-0.002	0.34	2.12	12.420	0.073	-0.007	0.58	3.62	13.830	0.083	-0.001	0.60
0.64	7.130	0.025	-0.003	0.35	2.14	12.520	0.076	-0.006	0.60	3.64	13.320	0.085	-0.002	0.63
0.66	7.300	0.026	-0.004	0.35	2.16	12.520	0.076	-0.006	0.60	3.66	12.890	0.085	-0.005	0.66
0.68	7.390	0.029	-0.006	0.39	2.18	12.520	0.076	-0.006	0.60	3.68	12.590	0.085	-0.005	0.67
0.70	7.600	0.030	-0.004	0.39	2.20	12.580	0.079	-0.007	0.62	3.70	12.410	0.085	-0.005	0.68
0.72	7.860	0.032	-0.003	0.41	2.22	12.580	0.079	-0.007	0.62	3.72	12.410	0.087	-0.004	0.70
0.74	8.140	0.033	-0.001	0.40	2.24	12.820	0.080	-0.006	0.62	3.74	12.710	0.088	-0.003	0.69
0.76	8.440	0.034	0.000	0.40	2.26	12.820	0.080	-0.006	0.62	3.76	14.330	0.089	0.000	0.62
0.78	8.670	0.035	-0.001	0.40	2.28	13.100	0.081	-0.005	0.61	3.78	15.870	0.088	0.002	0.55
0.80	9.600	0.045	-0.007	0.47	2.30	13.100	0.081	-0.005	0.61	3.80	17.200	0.088	0.004	0.51
0.82	9.490	0.046	-0.007	0.48	2.32	13.180	0.082	-0.005	0.62	3.82	18.180	0.088	0.002	0.48
0.84	9.350	0.048	-0.008	0.51	2.34	13.180	0.082	-0.005	0.62	3.84	18.630	0.088	-0.003	0.47
0.86	9.320	0.049	-0.007	0.52	2.36	12.010	0.080	-0.011	0.67	3.86	18.760	0.091	0.003	0.49
0.88	9.330	0.051	-0.007	0.54	2.38	11.610	0.083	-0.010	0.71	3.88	18.690	0.095	0.006	0.51
0.90	9.420	0.052	-0.005	0.55	2.40	11.350	0.084	-0.010	0.74	3.90	18.480	0.099	0.001	0.54
0.92	9.490	0.052	-0.005	0.55	2.42	11.270	0.085	-0.009	0.75	3.92	18.090	0.107	-0.001	0.59
0.94	9.410	0.052	-0.005	0.55	2.44	11.320	0.086	-0.009	0.76	3.94	17.900	0.108	-0.001	0.60
0.96	9.560	0.053	-0.004	0.55	2.46	11.130	0.082	-0.010	0.74	3.96	17.760	0.109	0.002	0.61
0.98	9.890	0.053	-0.002	0.54	2.48	10.740	0.080	-0.009	0.74	3.98	17.430	0.109	0.004	0.63
1.00	10.270	0.054	0.003	0.52	2.50	10.020	0.079	-0.009	0.78	4.00	17.050	0.110	0.002	0.65
1.02	10.550	0.054	0.007	0.51	2.52	9.220	0.077	-0.010	0.84	4.02	16.570	0.108	0.003	0.65
1.04	10.770	0.056	0.003	0.52	2.54	8.500	0.076	-0.009	0.89	4.04	16.170	0.106	0.002	0.66
1.06	10.850	0.058	0.003	0.53	2.56	7.900	0.075	-0.010	0.95	4.06	15.900	0.104	0.003	0.65
1.08	10.940	0.060	0.003	0.54	2.58	7.490	0.074	-0.010	0.99	4.08	15.660	0.104	0.000	0.66
1.10	11.020	0.062	0.003	0.56	2.60	7.240	0.073	-0.011	1.01	4.10	15.010	0.102	0.000	0.68
1.12	11.130	0.064	0.003	0.57	2.62	7.200	0.071	-0.011	0.99	4.12	14.430	0.098	0.000	0.68
1.14	11.390	0.066	0.004	0.58	2.64	7.740	0.063	-0.009	0.81	4.14	13.580	0.094	-0.001	0.69
1.16	11.910	0.068	0.006	0.57	2.66	8.250	0.059	-0.008	0.72	4.16	12.590	0.091	0.001	0.72
1.18	11.770	0.068	0.003	0.58	2.68	8.780	0.057	-0.007	0.65	4.18	11.540	0.090	0.002	0.78
1.20	11.630	0.069	0.001	0.59	2.70	9.200	0.056	-0.007	0.61	4.20	10.470	0.087	0.002	0.83
1.22	11.350	0.070	-0.004	0.61	2.72	9.420	0.057	-0.005	0.60	4.22	9.440	0.085	0.002	0.90
1.24	11.020	0.069	-0.006	0.62	2.74	9.280	0.057	-0.003	0.61	4.24	8.550	0.083	0.003	0.96
1.26	10.350	0.069	-0.008	0.66	2.76	8.940	0.059	-0.004	0.66	4.26	7.780	0.081	0.003	1.04
1.28	9.200	0.073	-0.008	0.79	2.78	8.650	0.061	-0.006	0.70	4.28	6.630	0.073	0.005	1.10
1.30	9.030	0.073	-0.006	0.81	2.80	7.860	0.065	-0.008	0.82	4.30	6.330	0.069	0.006	1.08
1.32	9.000	0.072	-0.003	0.80	2.82	7.830	0.066	-0.008	0.84	4.32	6.450	0.065	0.007	1.00
1.34	9.150	0.073	0.000	0.79	2.84	8.130	0.067	-0.009	0.82	4.34	7.280	0.059	0.010	0.81
1.36	9.360	0.073	0.002	0.78	2.86	8.640	0.068	-0.008	0.78	4.36	8.560	0.055	0.012	0.64
1.38	9.210	0.072	0.001	0.78	2.88	9.360	0.068	-0.007	0.73	4.38	9.060	0.054	0.009	0.59
1.40	8.910	0.064	-0.003	0.72	2.90	10.060	0.067	-0.005	0.67	4.40	9.570	0.052	0.003	0.54
1.42	8.610	0.056	-0.002	0.65	2.92	10.500	0.067	-0.004	0.63	4.42	10.070	0.051	-0.018	0.51
1.44	8.550	0.058	-0.005	0.67	2.94	10.730	0.067	-0.005	0.62	4.44	9.730	0.051	-0.025	0.52
1.46	8.250	0.059	-0.007	0.72	2.96	10.910	0.067	-0.004	0.61	4.46	9.350	0.054	-0.020	0.58
1.48	7.830	0.059	-0.008	0.75	2.98	11.190	0.068	-0.004	0.61	4.48	9.300	0.055	-0.014	0.59
1.50	7.250	0.060	-0.009	0.83	3.00	11.820	0.070	-0.004	0.59	4.50	9.050	0.052	0.001	0.57

Autorizzazione Ministeriale all'esecuzione di indagini geognostiche n. 7467 del 04.08.2011 (Circ. Min. 7619-STC del 08.09.2010)

Committente:	CNR - ISMAR	**Prova:**	CPTU2 - 30.05.2013
Località/Cantiere:	LIDO DI VOLANO (FE)	**Falda:**	Livello acqua -2.70 m da p.c.

INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECHNICAL SURVEYS

depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]
4.52	8.910	0.051	0.005	0.57	6.02	5.160	0.042	0.025	0.80	7.52	0.640	0.045	0.132	6.95
4.54	8.810	0.051	0.008	0.57	6.04	4.850	0.042	0.026	0.86	7.54	0.530	0.040	0.107	7.55
4.56	8.710	0.050	0.009	0.57	6.06	4.380	0.041	0.025	0.92	7.56	0.470	0.035	0.080	7.34
4.58	8.630	0.050	0.009	0.57	6.08	3.820	0.040	0.024	1.03	7.58	0.430	0.027	0.097	6.28
4.60	8.550	0.050	0.009	0.58	6.10	2.720	0.041	0.023	1.49	7.60	0.430	0.024	0.127	5.58
4.62	8.130	0.050	0.008	0.61	6.12	2.290	0.045	0.022	1.94	7.62	0.460	0.022	0.197	4.67
4.64	7.930	0.051	0.008	0.64	6.14	2.100	0.048	0.025	2.29	7.64	0.510	0.021	0.223	4.02
4.66	7.890	0.053	0.008	0.67	6.16	2.370	0.050	0.031	2.11	7.66	0.560	0.020	0.211	3.48
4.68	7.950	0.053	0.008	0.66	6.18	3.090	0.049	0.035	1.59	7.68	0.560	0.017	0.197	2.95
4.70	8.080	0.053	0.008	0.65	6.20	3.580	0.051	0.003	1.41	7.70	0.530	0.015	0.178	2.83
4.72	8.210	0.053	0.009	0.64	6.22	3.530	0.052	-0.036	1.47	7.72	0.510	0.015	0.165	2.94
4.74	8.160	0.053	0.010	0.65	6.24	3.290	0.051	-0.040	1.55	7.74	0.450	0.014	0.145	3.11
4.76	7.990	0.053	0.008	0.66	6.26	3.160	0.049	-0.035	1.55	7.76	0.420	0.015	0.132	3.45
4.78	7.720	0.053	0.006	0.68	6.28	3.370	0.042	-0.022	1.25	7.78	0.410	0.015	0.151	3.66
4.80	7.400	0.053	0.006	0.71	6.30	3.650	0.036	-0.006	0.97	7.80	0.410	0.015	0.171	3.66
4.82	7.270	0.053	0.008	0.72	6.32	4.020	0.035	0.016	0.86	7.82	0.440	0.017	0.222	3.75
4.84	7.440	0.053	0.010	0.71	6.34	4.070	0.032	0.023	0.77	7.84	0.470	0.016	0.245	3.40
4.86	7.910	0.052	0.012	0.66	6.36	4.090	0.031	0.027	0.76	7.86	0.500	0.016	0.239	3.10
4.88	8.460	0.052	0.013	0.61	6.38	4.120	0.031	0.028	0.75	7.88	0.500	0.016	0.193	3.10
4.90	8.470	0.052	0.012	0.61	6.40	4.140	0.031	0.016	0.74	7.90	0.470	0.015	0.156	3.19
4.92	8.410	0.052	0.011	0.61	6.42	4.160	0.030	0.033	0.72	7.92	0.470	0.015	0.173	3.09
4.94	8.450	0.052	0.013	0.61	6.44	4.570	0.031	0.036	0.67	7.94	0.460	0.015	0.184	3.26
4.96	8.510	0.052	0.011	0.61	6.46	5.100	0.031	0.037	0.61	7.96	0.460	0.016	0.185	3.37
4.98	8.500	0.052	0.009	0.61	6.48	5.400	0.033	0.036	0.60	7.98	0.450	0.016	0.187	3.44
5.00	8.530	0.052	0.009	0.61	6.50	5.550	0.035	0.033	0.62	8.00	0.450	0.016	0.212	3.44
5.02	8.660	0.052	0.011	0.60	6.52	5.580	0.036	0.030	0.65	8.02	0.470	0.016	0.232	3.40
5.04	8.700	0.052	0.011	0.59	6.54	5.560	0.037	0.032	0.66	8.04	0.470	0.017	0.179	3.62
5.06	8.630	0.052	0.011	0.60	6.56	5.520	0.037	0.034	0.67	8.06	0.450	0.016	0.182	3.56
5.08	8.520	0.052	0.011	0.60	6.58	5.580	0.037	0.030	0.66	8.08	0.450	0.017	0.205	3.67
5.10	8.420	0.052	0.012	0.62	6.60	5.660	0.036	0.033	0.64	8.10	0.460	0.017	0.222	3.59
5.12	8.360	0.053	0.012	0.63	6.62	5.700	0.036	0.034	0.62	8.12	0.460	0.017	0.226	3.59
5.14	7.990	0.054	0.012	0.67	6.64	5.650	0.035	0.034	0.62	8.14	0.460	0.017	0.233	3.59
5.16	7.790	0.055	0.013	0.70	6.66	5.530	0.035	0.035	0.62	8.16	0.460	0.017	0.246	3.59
5.18	7.660	0.055	0.015	0.71	6.68	5.350	0.036	0.035	0.66	8.18	0.460	0.017	0.253	3.70
5.20	7.620	0.055	0.016	0.72	6.70	5.120	0.037	0.035	0.72	8.20	0.470	0.017	0.259	3.62
5.22	7.680	0.055	0.017	0.71	6.72	4.870	0.038	0.036	0.77	8.22	0.470	0.017	0.263	3.51
5.24	7.820	0.055	0.017	0.70	6.74	4.690	0.038	0.037	0.81	8.24	0.480	0.016	0.269	3.23
5.26	7.890	0.054	0.018	0.68	6.76	4.580	0.041	0.037	0.88	8.26	0.510	0.016	0.279	3.14
5.28	7.720	0.052	0.017	0.67	6.78	4.590	0.041	0.031	0.89	8.28	0.540	0.016	0.216	2.96
5.30	7.480	0.052	0.017	0.69	6.80	4.760	0.043	0.025	0.89	8.30	0.510	0.017	0.199	3.24
5.32	7.130	0.051	0.016	0.71	6.82	4.900	0.040	0.025	0.81	8.32	0.500	0.017	0.200	3.30
5.34	6.660	0.050	0.016	0.75	6.84	4.970	0.038	0.029	0.75	8.34	0.540	0.017	0.263	3.15
5.36	6.120	0.050	0.015	0.82	6.86	4.910	0.037	0.024	0.74	8.36	1.160	0.018	0.362	1.51
5.38	5.560	0.048	-0.006	0.86	6.88	4.730	0.036	0.024	0.76	8.38	2.180	0.017	0.306	0.78
5.40	5.000	0.046	0.020	0.91	6.90	4.700	0.036	0.030	0.76	8.40	3.960	0.019	0.159	0.48
5.42	4.210	0.046	0.019	1.09	6.92	4.770	0.035	0.031	0.72	8.42	5.740	0.022	0.040	0.37
5.44	4.130	0.046	0.019	1.10	6.94	4.660	0.034	0.034	0.72	8.44	6.730	0.026	0.051	0.38
5.46	4.310	0.045	0.019	1.04	6.96	3.860	0.033	0.031	0.85	8.46	7.600	0.030	0.055	0.39
5.48	4.480	0.044	0.020	0.98	6.98	3.240	0.033	0.032	1.00	8.48	8.120	0.032	0.040	0.39
5.50	4.610	0.041	0.019	0.89	7.00	2.590	0.033	0.029	1.25	8.50	8.110	0.034	0.032	0.42
5.52	4.910	0.038	0.020	0.76	7.02	2.010	0.035	0.027	1.72	8.52	7.780	0.039	0.031	0.49
5.54	5.750	0.034	0.022	0.59	7.04	1.500	0.037	0.024	2.43	8.54	7.220	0.043	0.023	0.59
5.56	5.880	0.034	0.021	0.58	7.06	1.090	0.040	0.021	3.67	8.56	6.690	0.042	0.031	0.62
5.58	5.830	0.035	0.021	0.60	7.08	0.800	0.043	0.024	5.38	8.58	6.270	0.040	0.044	0.64
5.60	5.660	0.035	0.021	0.61	7.10	0.700	0.045	0.029	6.43	8.60	5.960	0.047	0.056	0.79
5.62	5.270	0.034	0.020	0.65	7.12	0.720	0.048	0.040	6.60	8.62	5.910	0.051	0.058	0.86
5.64	4.670	0.035	0.019	0.74	7.14	1.280	0.051	0.049	3.95	8.64	5.870	0.055	0.059	0.94
5.66	4.070	0.039	0.020	0.95	7.16	1.970	0.050	0.052	2.54	8.66	5.770	0.059	0.061	1.01
5.68	3.430	0.045	0.022	1.30	7.18	3.910	0.042	0.015	1.06	8.68	5.670	0.060	0.061	1.06
5.70	3.150	0.053	0.022	1.67	7.20	4.620	0.038	0.009	0.82	8.70	5.680	0.062	0.059	1.08
5.72	5.140	0.057	0.024	1.10	7.22	5.090	0.040	0.019	0.78	8.72	5.830	0.061	0.054	1.04
5.74	5.580	0.056	0.025	0.99	7.24	5.210	0.040	0.020	0.77	8.74	6.170	0.060	0.052	0.97
5.76	5.710	0.055	0.027	0.95	7.26	5.190	0.041	0.029	0.79	8.76	6.830	0.059	0.053	0.86
5.78	5.650	0.053	0.025	0.94	7.28	5.120	0.041	0.035	0.80	8.78	7.790	0.055	0.051	0.71
5.80	5.700	0.052	0.023	0.90	7.30	4.850	0.040	0.038	0.81	8.80	8.420	0.051	0.024	0.61
5.82	5.910	0.046	0.023	0.77	7.32	4.280	0.036	0.037	0.84	8.82	7.950	0.050	0.017	0.63
5.84	6.060	0.042	0.024	0.69	7.34	3.430	0.034	0.035	0.99	8.84	7.120	0.052	0.019	0.72
5.86	6.090	0.042	0.025	0.69	7.36	2.500	0.033	0.033	1.30	8.86	6.290	0.051	0.016	0.80
5.88	6.160	0.043	0.025	0.69	7.38	1.830	0.034	0.030	1.86	8.88	5.700	0.049	0.022	0.86
5.90	5.970	0.041	0.025	0.68	7.40	1.160	0.027	0.029	2.33	8.90	5.250	0.048	0.037	0.91
5.92	5.710	0.040	0.025	0.70	7.42	0.900	0.050	0.039	5.56	8.92	4.900	0.049	0.048	0.99
5.94	5.510	0.040	0.025	0.73	7.44	0.870	0.054	0.054	6.21	8.94	4.640	0.050	0.055	1.07
5.96	5.400	0.041	0.025	0.75	7.46	0.860	0.058	0.105	6.69	8.96	4.460	0.050	0.059	1.12
5.98	5.340	0.041	0.025	0.77	7.48	0.850	0.056	0.154	6.53	8.98	4.360	0.050	0.062	1.15
6.00	5.290	0.041	0.025	0.78	7.50	0.790	0.050	0.172	6.33	9.00	4.290	0.049	0.063	1.14

Autorizzazione Ministeriale all'esecuzione di indagini geognostiche n. 7467 del 04.08.2011 (Circ. Min. 7619-STC del 08.09.2010)

Committente:	CNR - ISMAR	**Prova:**	CPTU3 - 04.06.2013
Località/Cantiere:	LIDO DI VOLANO (FE)	**Falda:**	Livello acqua -0.50 m da p.c.

INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECHNICAL SURVEYS

depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]
0.02	0.510	0.001	-0.004	0.10	1.52	2.750	0.026	0.001	0.95	3.02	9.250	0.055	0.012	0.59
0.04	0.680	0.001	-0.004	0.15	1.54	2.430	0.027	0.011	1.11	3.04	9.310	0.055	0.012	0.59
0.06	0.950	0.001	-0.004	0.11	1.56	2.110	0.028	0.003	1.33	3.06	9.300	0.057	0.011	0.61
0.08	1.180	0.001	-0.005	0.08	1.58	1.770	0.032	0.005	1.78	3.08	9.430	0.059	0.010	0.63
0.10	1.380	0.002	-0.005	0.11	1.60	1.590	0.036	0.007	2.26	3.10	9.590	0.060	0.008	0.63
0.12	1.610	0.002	-0.005	0.09	1.62	1.440	0.043	0.013	2.99	3.12	9.720	0.059	0.011	0.60
0.14	1.830	0.002	-0.006	0.11	1.64	1.490	0.051	0.035	3.39	3.14	9.730	0.058	0.012	0.59
0.16	1.980	0.002	-0.006	0.08	1.66	2.150	0.053	0.066	2.44	3.16	9.570	0.057	0.011	0.59
0.18	2.120	0.002	-0.006	0.09	1.68	3.430	0.053	0.104	1.53	3.18	9.400	0.056	0.011	0.59
0.20	2.280	0.002	-0.006	0.07	1.70	4.390	0.059	0.014	1.34	3.20	9.280	0.055	0.012	0.59
0.22	2.480	0.004	-0.007	0.16	1.72	5.230	0.062	-0.027	1.19	3.22	9.070	0.054	0.012	0.60
0.24	2.630	0.006	-0.007	0.23	1.74	5.450	0.067	-0.021	1.23	3.24	8.710	0.054	0.011	0.61
0.26	2.850	0.007	-0.007	0.25	1.76	5.690	0.067	-0.015	1.18	3.26	8.230	0.055	0.011	0.67
0.28	3.160	0.008	-0.007	0.25	1.78	5.840	0.060	-0.010	1.03	3.28	7.820	0.056	0.011	0.72
0.30	3.420	0.010	-0.007	0.28	1.80	5.900	0.052	-0.006	0.87	3.30	7.460	0.056	0.011	0.74
0.32	3.510	0.011	-0.008	0.31	1.82	5.860	0.043	-0.002	0.73	3.32	7.210	0.054	0.012	0.75
0.34	3.420	0.014	-0.008	0.39	1.84	5.830	0.040	-0.001	0.68	3.34	7.080	0.054	0.012	0.76
0.36	3.310	0.016	-0.008	0.47	1.86	5.840	0.040	0.000	0.68	3.36	6.880	0.052	0.012	0.76
0.38	3.420	0.019	-0.007	0.54	1.88	5.840	0.040	0.001	0.68	3.38	6.680	0.051	0.012	0.76
0.40	3.670	0.021	-0.006	0.57	1.90	5.860	0.041	0.001	0.69	3.40	6.670	0.050	0.013	0.74
0.42	3.850	0.024	-0.007	0.61	1.92	5.900	0.041	0.002	0.69	3.42	6.960	0.049	0.014	0.70
0.44	3.720	0.027	-0.009	0.73	1.94	5.940	0.042	0.002	0.71	3.44	7.470	0.048	0.015	0.64
0.46	3.540	0.031	-0.010	0.86	1.96	5.970	0.043	0.002	0.72	3.46	8.040	0.047	0.015	0.58
0.48	3.350	0.033	-0.007	0.99	1.98	5.980	0.044	0.002	0.74	3.48	8.630	0.048	0.016	0.56
0.50	3.050	0.034	-0.004	1.11	2.00	6.030	0.044	0.002	0.72	3.50	8.990	0.049	0.016	0.55
0.52	3.130	0.034	-0.003	1.07	2.02	6.120	0.044	0.002	0.71	3.52	9.380	0.049	0.014	0.52
0.54	3.210	0.034	-0.003	1.04	2.04	6.240	0.044	0.002	0.71	3.54	9.760	0.049	0.013	0.50
0.56	3.290	0.033	-0.006	1.00	2.06	6.310	0.044	0.002	0.70	3.56	10.150	0.048	0.015	0.47
0.58	3.530	0.031	-0.007	0.86	2.08	6.320	0.044	0.002	0.70	3.58	10.660	0.054	0.013	0.50
0.60	3.490	0.028	-0.009	0.79	2.10	6.360	0.044	0.003	0.69	3.60	10.760	0.058	0.014	0.54
0.62	3.150	0.024	-0.009	0.76	2.12	6.400	0.044	0.003	0.68	3.62	11.050	0.060	0.014	0.54
0.64	2.610	0.022	-0.004	0.84	2.14	6.460	0.044	0.003	0.68	3.64	11.640	0.062	0.013	0.53
0.66	2.090	0.023	0.000	1.08	2.16	6.450	0.044	0.003	0.68	3.66	12.420	0.063	0.014	0.50
0.68	1.840	0.025	0.002	1.33	2.18	6.390	0.044	0.003	0.69	3.68	13.030	0.063	0.014	0.48
0.70	1.980	0.026	0.000	1.31	2.20	6.430	0.044	0.004	0.68	3.70	13.400	0.064	0.013	0.47
0.72	2.140	0.028	-0.002	1.31	2.22	6.680	0.044	0.004	0.66	3.72	13.830	0.065	0.015	0.47
0.74	2.170	0.032	-0.010	1.45	2.24	6.730	0.045	0.004	0.66	3.74	14.340	0.066	0.015	0.46
0.76	2.180	0.032	-0.025	1.44	2.26	6.690	0.045	0.005	0.67	3.76	14.770	0.067	0.013	0.45
0.78	2.160	0.030	-0.031	1.39	2.28	6.680	0.045	0.005	0.67	3.78	15.220	0.067	0.012	0.44
0.80	1.970	0.029	-0.031	1.45	2.30	6.740	0.045	0.005	0.67	3.80	15.440	0.068	0.012	0.44
0.82	1.780	0.028	-0.032	1.54	2.32	6.750	0.045	0.004	0.67	3.82	15.410	0.070	0.012	0.45
0.84	1.610	0.028	-0.035	1.71	2.34	6.770	0.045	0.005	0.66	3.84	15.180	0.074	0.011	0.48
0.86	1.440	0.028	-0.037	1.91	2.36	6.760	0.046	0.005	0.67	3.86	14.970	0.078	0.012	0.52
0.88	1.240	0.027	-0.034	2.18	2.38	6.740	0.046	0.005	0.68	3.88	14.800	0.081	0.012	0.55
0.90	1.080	0.027	-0.029	2.50	2.40	6.690	0.045	0.006	0.67	3.90	14.670	0.082	0.011	0.56
0.92	1.260	0.029	-0.028	2.26	2.42	6.580	0.045	0.005	0.68	3.92	14.250	0.082	0.011	0.58
0.94	1.570	0.038	-0.036	2.39	2.44	6.400	0.045	0.005	0.70	3.94	14.130	0.081	0.011	0.57
0.96	1.740	0.041	-0.030	2.36	2.46	6.220	0.045	0.005	0.72	3.96	14.070	0.080	0.013	0.57
0.98	2.150	0.040	-0.030	1.86	2.48	6.120	0.046	0.003	0.75	3.98	13.990	0.079	0.013	0.56
1.00	2.270	0.038	-0.030	1.67	2.50	6.000	0.046	0.003	0.77	4.00	13.900	0.078	0.013	0.56
1.02	2.020	0.035	-0.036	1.73	2.52	6.150	0.046	0.003	0.74	4.02	13.790	0.076	0.012	0.55
1.04	1.680	0.031	-0.042	1.85	2.54	6.310	0.046	0.003	0.72	4.04	13.510	0.074	0.012	0.55
1.06	1.410	0.027	-0.038	1.91	2.56	6.460	0.045	0.008	0.70	4.06	13.090	0.074	0.013	0.56
1.08	1.370	0.026	-0.030	1.86	2.58	6.570	0.044	0.008	0.66	4.08	12.610	0.075	0.013	0.59
1.10	1.400	0.026	-0.025	1.86	2.60	6.580	0.043	0.008	0.65	4.10	12.280	0.073	0.012	0.59
1.12	1.300	0.026	-0.030	2.00	2.62	6.610	0.042	0.008	0.64	4.12	12.310	0.074	0.013	0.60
1.14	1.020	0.026	-0.039	2.50	2.64	6.730	0.043	0.008	0.63	4.14	12.660	0.072	0.013	0.56
1.16	0.770	0.026	-0.041	3.31	2.66	6.820	0.043	0.008	0.63	4.16	13.000	0.070	0.013	0.54
1.18	0.570	0.026	-0.037	4.47	2.68	6.840	0.044	0.008	0.64	4.18	12.910	0.070	0.014	0.54
1.20	0.450	0.026	-0.027	5.78	2.70	6.910	0.046	0.008	0.66	4.20	12.770	0.069	0.014	0.54
1.22	0.420	0.025	-0.001	5.95	2.72	7.370	0.047	0.009	0.63	4.22	12.630	0.068	0.014	0.54
1.24	0.530	0.022	0.038	4.15	2.74	7.610	0.047	0.009	0.62	4.24	12.460	0.067	0.012	0.54
1.26	0.940	0.019	0.074	2.02	2.76	7.720	0.047	0.010	0.61	4.26	12.170	0.066	0.012	0.54
1.28	1.510	0.020	0.106	1.29	2.78	7.730	0.047	0.010	0.61	4.28	11.700	0.065	0.015	0.56
1.30	1.960	0.020	0.028	1.02	2.80	7.620	0.047	0.009	0.62	4.30	11.480	0.064	0.015	0.56
1.32	2.430	0.022	0.001	0.88	2.82	7.470	0.049	0.009	0.65	4.32	11.140	0.064	0.015	0.57
1.34	2.880	0.022	-0.001	0.76	2.84	7.410	0.049	0.010	0.65	4.34	10.790	0.062	0.014	0.57
1.36	3.190	0.020	0.000	0.61	2.86	7.500	0.050	0.010	0.66	4.36	10.410	0.061	0.015	0.59
1.38	3.370	0.018	-0.001	0.53	2.88	7.700	0.051	0.011	0.66	4.38	10.060	0.060	0.016	0.60
1.40	3.580	0.019	-0.001	0.52	2.90	7.890	0.053	0.011	0.67	4.40	9.740	0.060	0.017	0.61
1.42	3.790	0.019	-0.001	0.50	2.92	8.160	0.053	0.012	0.65	4.42	9.500	0.060	0.016	0.63
1.44	3.870	0.021	-0.001	0.54	2.94	8.470	0.053	0.012	0.63	4.44	9.290	0.059	0.018	0.63
1.46	3.800	0.023	-0.001	0.59	2.96	8.800	0.055	0.012	0.62	4.46	9.030	0.058	0.017	0.64
1.48	3.620	0.024	-0.001	0.65	2.98	9.010	0.055	0.012	0.60	4.48	8.740	0.058	0.018	0.66
1.50	3.360	0.026	0.000	0.77	3.00	9.160	0.055	0.012	0.59	4.50	8.430	0.058	0.018	0.68

Autorizzazione Ministeriale all'esecuzione di indagini geognostiche n. 7467 del 04.08.2011 (Circ. Min. 7619-STC del 08.09.2010)

Committente:	CNR - ISMAR	***Prova:***	CPTU3 - 04.06.2013
Località/Cantiere:	LIDO DI VOLANO (FE)	***Falda:***	Livello acqua -0.50 m da p.c.

INDAGINI GEOGNOSTICHE GEOTECHNICAL SURVEYS

depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]	depth[m]	q_C [MPa]	f_S [MPa]	u_2 [MPa]	Fr [%]
4.52	8.270	0.058	0.018	0.70	6.02	8.770	0.047	0.033	0.54	7.52	4.520	0.036	0.049	0.79
4.54	8.120	0.058	0.006	0.71	6.04	8.560	0.046	0.030	0.54	7.54	4.500	0.033	0.046	0.73
4.56	7.960	0.058	0.021	0.72	6.06	8.400	0.046	0.031	0.55	7.56	4.480	0.031	0.053	0.68
4.58	7.780	0.056	0.021	0.72	6.08	8.230	0.048	0.032	0.58	7.58	4.520	0.030	0.051	0.65
4.60	7.550	0.054	0.022	0.72	6.10	8.050	0.049	0.033	0.60	7.60	4.580	0.030	0.052	0.64
4.62	7.280	0.052	0.022	0.71	6.12	7.830	0.048	0.033	0.61	7.62	4.690	0.029	0.053	0.62
4.64	6.990	0.051	0.021	0.72	6.14	7.580	0.048	0.035	0.63	7.64	4.820	0.028	0.054	0.58
4.66	6.280	0.049	0.021	0.77	6.16	7.400	0.047	0.035	0.64	7.66	4.980	0.028	0.053	0.56
4.68	5.780	0.047	0.021	0.80	6.18	7.310	0.045	0.035	0.62	7.68	5.160	0.028	0.053	0.54
4.70	5.380	0.046	0.021	0.86	6.20	7.340	0.044	0.036	0.60	7.70	5.260	0.028	0.053	0.52
4.72	5.300	0.045	0.022	0.85	6.22	7.340	0.043	0.038	0.59	7.72	4.940	0.026	0.051	0.52
4.74	5.570	0.046	0.024	0.82	6.24	7.150	0.042	0.039	0.58	7.74	4.280	0.025	0.050	0.58
4.76	6.030	0.047	0.022	0.77	6.26	6.910	0.041	0.039	0.59	7.76	3.380	0.030	0.049	0.89
4.78	6.480	0.049	0.011	0.75	6.28	6.640	0.040	0.039	0.60	7.78	2.720	0.041	0.049	1.49
4.80	6.840	0.052	-0.011	0.75	6.30	6.420	0.039	0.038	0.61	7.80	2.600	0.055	0.051	2.10
4.82	7.180	0.051	-0.027	0.70	6.32	6.280	0.038	0.038	0.61	7.82	4.650	0.066	0.059	1.42
4.84	7.400	0.049	-0.032	0.66	6.34	6.270	0.039	0.039	0.61	7.84	7.120	0.066	0.070	0.92
4.86	7.650	0.052	-0.025	0.67	6.36	6.390	0.039	0.039	0.61	7.86	8.180	0.064	0.030	0.78
4.88	8.090	0.052	-0.011	0.64	6.38	6.580	0.040	0.039	0.60	7.88	8.890	0.059	0.009	0.66
4.90	8.620	0.048	0.001	0.55	6.40	6.770	0.039	0.040	0.58	7.90	9.360	0.060	0.007	0.64
4.92	9.190	0.044	0.011	0.48	6.42	6.970	0.039	0.041	0.56	7.92	9.740	0.064	0.025	0.65
4.94	9.550	0.042	0.018	0.44	6.44	7.110	0.039	0.041	0.54	7.94	9.460	0.057	0.040	0.60
4.96	9.500	0.043	0.021	0.45	6.46	7.140	0.038	0.041	0.53	7.96	8.890	0.054	0.049	0.61
4.98	9.390	0.043	0.021	0.45	6.48	7.030	0.039	0.041	0.55	7.98	8.540	0.052	0.043	0.60
5.00	9.250	0.043	0.021	0.46	6.50	6.820	0.039	0.041	0.57	8.00	8.610	0.050	0.039	0.58
5.02	8.990	0.044	0.020	0.48	6.52	6.720	0.039	0.040	0.58	8.02	9.340	0.050	0.044	0.54
5.04	8.590	0.045	0.021	0.52	6.54	6.620	0.039	0.029	0.59	8.04	10.790	0.051	0.045	0.47
5.06	8.080	0.047	0.023	0.58	6.56	6.520	0.039	0.041	0.60	8.06	12.320	0.054	0.046	0.43
5.08	7.540	0.050	0.024	0.66	6.58	6.450	0.039	0.042	0.60	8.08	13.280	0.057	0.040	0.43
5.10	7.030	0.052	0.025	0.73	6.60	6.390	0.039	0.042	0.60	8.10	13.730	0.059	0.034	0.43
5.12	6.720	0.051	0.025	0.75	6.62	6.390	0.039	0.044	0.61	8.12	13.710	0.062	0.031	0.45
5.14	6.520	0.049	0.026	0.74	6.64	6.430	0.039	0.044	0.61	8.14	13.500	0.067	0.022	0.49
5.16	6.450	0.048	0.027	0.74	6.66	6.530	0.039	0.045	0.60	8.16	13.170	0.068	0.020	0.51
5.18	6.360	0.046	0.025	0.72	6.68	6.910	0.039	0.046	0.56	8.18	12.680	0.064	0.031	0.50
5.20	6.220	0.045	0.025	0.72	6.70	7.140	0.039	0.046	0.55	8.20	12.110	0.063	0.038	0.52
5.22	6.200	0.045	0.028	0.72	6.72	7.440	0.039	0.046	0.52	8.22	11.480	0.064	0.041	0.56
5.24	6.270	0.044	0.025	0.70	6.74	7.800	0.040	0.046	0.51	8.24	10.700	0.064	0.042	0.60
5.26	6.330	0.044	0.024	0.70	6.76	8.240	0.040	0.046	0.49	8.26	9.710	0.066	0.045	0.67
5.28	6.350	0.044	0.027	0.69	6.78	8.620	0.041	0.046	0.48	8.28	8.720	0.066	0.046	0.76
5.30	6.420	0.043	0.028	0.67	6.80	9.000	0.043	0.047	0.47	8.30	7.490	0.064	0.050	0.85
5.32	6.520	0.042	0.030	0.64	6.82	9.720	0.045	0.048	0.46	8.32	7.490	0.064	0.050	0.85
5.34	6.790	0.039	0.029	0.57	6.84	10.520	0.048	0.048	0.46	8.34	7.100	0.063	0.055	0.88
5.36	7.010	0.038	0.029	0.54	6.86	10.870	0.048	0.047	0.44	8.36	7.120	0.063	0.056	0.88
5.38	7.180	0.036	0.029	0.50	6.88	10.940	0.048	0.046	0.43	8.38	7.150	0.062	0.054	0.86
5.40	7.280	0.036	0.030	0.49	6.90	10.840	0.048	0.045	0.44	8.40	7.180	0.060	0.052	0.83
5.42	7.320	0.037	0.030	0.50	6.92	10.650	0.050	0.044	0.46	8.42	7.230	0.057	0.047	0.79
5.44	7.290	0.038	0.030	0.51	6.94	10.440	0.051	0.041	0.48	8.44	7.210	0.056	0.046	0.77
5.46	7.220	0.038	0.029	0.53	6.96	10.040	0.054	0.039	0.54	8.46	7.110	0.053	0.042	0.74
5.48	7.160	0.038	0.030	0.53	6.98	9.620	0.057	0.038	0.59	8.48	6.960	0.051	0.039	0.73
5.50	6.950	0.038	0.029	0.55	7.00	9.160	0.058	0.039	0.63	8.50	6.220	0.048	0.046	0.76
5.52	7.130	0.039	0.029	0.55	7.02	9.120	0.058	0.039	0.63	8.52	6.340	0.046	0.056	0.73
5.54	7.300	0.040	0.030	0.55	7.04	9.070	0.057	0.036	0.63	8.54	6.470	0.045	0.059	0.70
5.56	7.480	0.041	0.033	0.55	7.06	9.050	0.056	0.037	0.62	8.56	6.590	0.044	0.052	0.66
5.58	7.700	0.040	0.034	0.52	7.08	9.140	0.055	0.041	0.60	8.58	6.500	0.041	0.056	0.63
5.60	7.940	0.040	0.033	0.50	7.10	9.360	0.055	0.041	0.58	8.60	6.430	0.040	0.056	0.61
5.62	8.140	0.040	0.031	0.49	7.12	9.770	0.053	0.037	0.54	8.62	6.390	0.038	0.056	0.59
5.64	8.320	0.041	0.030	0.49	7.14	10.080	0.052	0.036	0.52	8.64	6.330	0.038	0.057	0.59
5.66	8.500	0.042	0.032	0.49	7.16	10.090	0.053	0.038	0.53	8.66	6.160	0.038	0.055	0.61
5.68	8.590	0.043	0.033	0.50	7.18	9.950	0.053	0.037	0.53	8.68	5.960	0.037	0.055	0.62
5.70	8.480	0.046	0.033	0.54	7.20	9.720	0.053	0.037	0.54	8.70	5.790	0.037	0.056	0.63
5.72	8.320	0.047	0.033	0.56	7.22	9.500	0.053	0.036	0.55	8.72	5.680	0.036	0.056	0.63
5.74	8.200	0.048	0.033	0.58	7.24	9.220	0.053	0.031	0.57	8.74	5.520	0.035	0.057	0.63
5.76	8.150	0.047	0.034	0.58	7.26	8.910	0.052	0.033	0.58	8.76	5.460	0.035	0.059	0.63
5.78	8.100	0.046	0.034	0.57	7.28	8.540	0.052	0.037	0.60	8.78	5.600	0.034	0.061	0.60
5.80	8.080	0.046	0.035	0.57	7.30	8.100	0.051	0.038	0.63	8.80	5.920	0.033	0.060	0.55
5.82	8.080	0.046	0.035	0.57	7.32	7.650	0.050	0.037	0.65	8.82	6.170	0.032	0.059	0.51
5.84	8.080	0.046	0.034	0.56	7.34	7.220	0.049	0.039	0.68	8.84	6.110	0.032	0.059	0.52
5.86	8.090	0.046	0.033	0.56	7.36	6.750	0.048	0.038	0.71	8.86	5.780	0.031	0.059	0.54
5.88	8.150	0.046	0.034	0.56	7.38	6.230	0.047	0.040	0.75	8.88	5.270	0.030	0.055	0.56
5.90	8.310	0.046	0.035	0.55	7.40	5.720	0.045	0.042	0.79	8.90	4.560	0.029	0.055	0.64
5.92	8.600	0.046	0.034	0.53	7.42	5.310	0.045	0.044	0.84	8.92	3.540	0.029	0.050	0.81
5.94	8.850	0.046	0.034	0.52	7.44	4.950	0.043	0.045	0.86	8.94	2.470	0.033	0.051	1.34
5.96	8.960	0.047	0.034	0.52	7.46	4.750	0.042	0.046	0.87	8.96	1.860	0.042	0.057	2.23
5.98	8.970	0.046	0.033	0.51	7.48	4.640	0.040	0.049	0.86	8.98	1.440	0.060	0.056	4.17
6.00	8.930	0.047	0.034	0.52	7.50	4.540	0.038	0.049	0.84	9.00	1.440	0.060	0.056	4.17

Autorizzazione Ministeriale all'esecuzione di indagini geognostiche n. 7467 del 04.08.2011 (Circ. Min. 7619-STC del 08.09.2010)