resGEO *studio associato di geologia di G. Rizzi e B. Musante*
via E. Fico, 32/1 - 16039 Sestri Levante (GE)
tel 0185-1871104 email info@resgeo.it

COMUNE DI COGORNO
(Città Metropolitana di Genova)

Intervento di potenziamento di canalizzazione esistente lungo via Divisione Coduri con suo prolungamento per convogliamento diretto verso il fiume Entella finalizzato alla mitigazione del rischio idraulico nel centro abitato di San Salvatore

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

(D.M. 17/01/2018)

COMMITTENTI: COMUNE DI COGORNO

PREPARATO DA	dott. geol. Barbara Musante		EMISSIONE	finale
			REVISIONE	0
CONTROLLATO DA	dott. geol. Giovanni Rizzi		OSSERVAZIONI	
Sestri Levante, Ottobre 2018				

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. BARBARA MUSANTE A.P. n. 430 data iscr. 22-02-2000

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GIOVANNI RIZZI A.P. n. 129 data iscr. 19-6-1985

COMUNE DI COGORNO

(CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA)

INTERVENTO DI POTENZIAMENTO DI CANALIZZAZIONE ESISTENTE

LUNGO VIA DIVISIONE CODURI CON SUO PROLUNGAMENTO

PER CONVOGLIAMENTO DIRETTO VERSO IL FIUME ENTELLA

FINALIZZATO ALLA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

NEL CENTRO ABITATO DI SAN SALVATORE

PROGETTO DEFINITIVO

D.M. 17 GENNAIO 2018 (NTC 2018)

COMMITTENTE: COMUNE DI COGORNO

PROGETTISTA: STUDIO ASSOCIATO ING. SERGIO BRIZZOLARA – ING. STEFANO STURLA

INDICE DEI CAPITOLI

1. PREMESSE
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO
4. NUOVA CAMPAGNA GEOGNOSTICA
   4.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE MEDIO LEGGERE
   4.2 SONDAGGIO GEOGNOSTICO
      4.2.1 PROVE SPT
      4.2.2 ANALISI DI LABORATORIO
5. ASSETTO STRATIGRAFICO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA
7. CRITICITA' ALLA LIQUEFAZIONE
8. ANALISI DELL'INTERVENTO E PRESCRIZIONI OPERATIVE
9. CONCLUSIONI

ALLEGATI

TAV. 1: COROGRAFIA
TAV. 2: CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO (da Piano di Bacino)
TAV. 3: CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL DISSESTO (da Piano di Bacino)
TAV. 4: CARTA DELLE FASCE DI INONDABILITA' (da Piano di Bacino)
TAV. 5: CARTA AREE INONDABILI E STORICAMENTE INONDATE (da Piano di Bacino)
TAV. 6: CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO (da Piano di Bacino)
TAV. 7: CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO (da Piano di Bacino)
TAV. 8: STRALCIO DI CARTA GEOLOGICA (ISPRA – PROGETTO CARG)
TAV. 9: SEZIONE GEOELETTRICA
TAV. 10: PLANIMETRIA TECNICA
TAV. 11: SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA
TAV. 12: SEZIONI GEOLOGICHE LOCALI
TAV. 13: DIAGRAMMI PENETROMETRICI
TAV. 14: STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO
TAV. 15: CERTIFICATI DI LABORATORIO

1. PREMESSE

La presente relazione geologica è stata redatta a supporto del progetto definitivo riguardante il potenziamento della canalizzazione esistente lungo via Divisione Coduri che prevede il suo prolungamento verso il fiume Entella.

TAV. 1: Corografia: settore di interesse

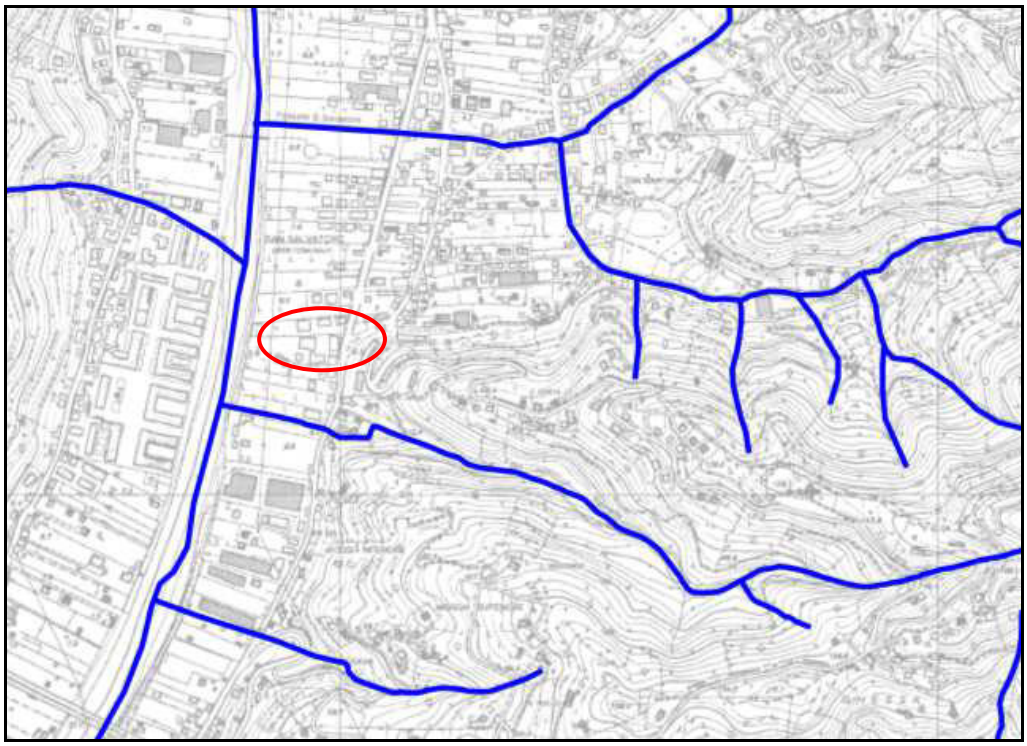
L'area è caratterizzata da un tessuto urbano discontinuo in un contesto a morfologia pianeggiante, tipica del fondovalle costituito dall'ampia piana associata al fiume Entella.

Al fine di fornire un inquadramento geologico sulle condizioni del territorio oltre l'analisi dei dati bibliografici è stata eseguita una campagna geognostica articolata in penetrometrie dinamiche medio-leggere, n°1 sondaggio a carotaggio continuo, prove geotecniche in situ ed in laboratorio.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Per quanto attiene gli strumenti normativi vigenti è stata consultata la cartografia allegata al Piano di Bacino 180/98 (Ambito 16) che ha evidenziato le zonizzazioni di seguito riportate in stralcio.

TAV. 2: CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO: l'intervento non interferisce con la rete idrografica significativa



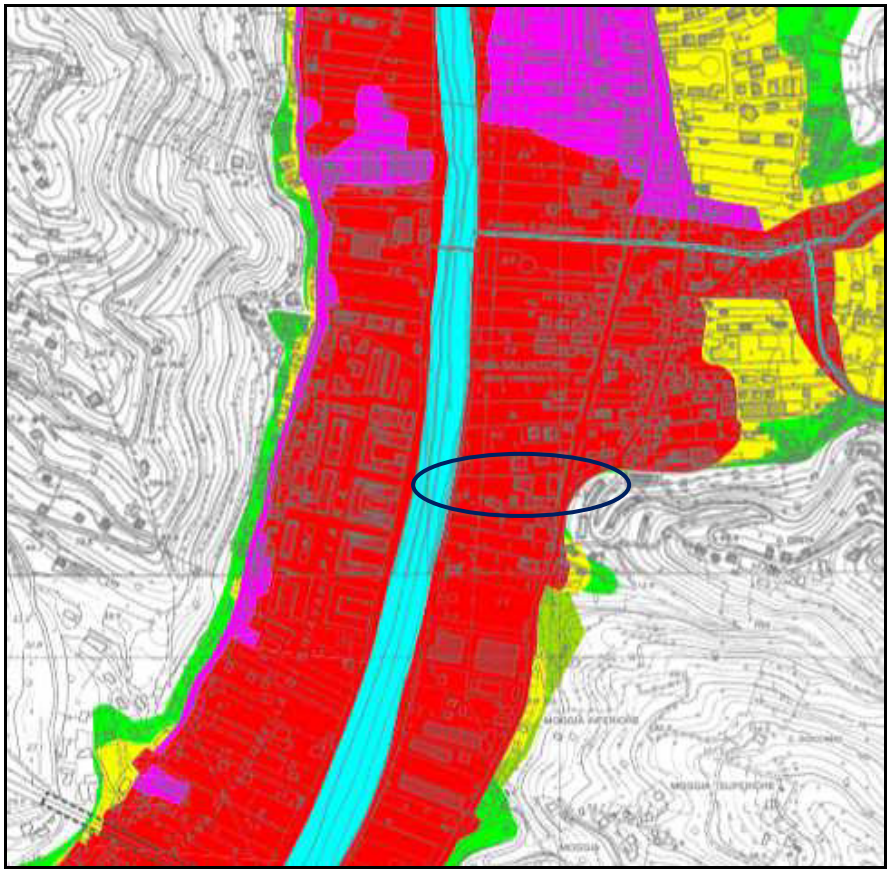
Limite del Piano di Bacino

Reticolo idrografico

TAV. 3: CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO: l'intervento ricade in un'area classificata a suscettività molto bassa (**Pg0**)

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO			NORME DI ATTUAZIONE
	MOLTO ELEVATA	Pg4	Art. 16. c. 2 Art. 16ter
	ELEVATA	Pg3a	Art. 16. c. 3 Art. 16ter
	ELEVATA	Pg3b	Art. 16. c. 3-ter Art. 16ter
	MEDIA	Pg2	Art. 16. c. 4 Art. 16ter
	BASSA	Pg1	Art. 16. c. 4 Art. 16ter
	MOLTO BASSA	Pg0	Art. 16. c. 4 Art. 16ter
CLASSI SPECIALI			
	TIPO A – Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio		Art. 16bis, c. 2
	TIPO B_1 – Cave inattive e miniere abbandonate		Art. 16bis, c. 3
	TIPO B_2 – Discariche dismesse e riporti antropici		Art. 16bis, c. 5
	Aree di costa alta/falesia attiva per le quali si rinvia al Piano di Tutela dell'Ambiente Marino e Costiero Approvato con DCR n. 18 del 25/09/2012		

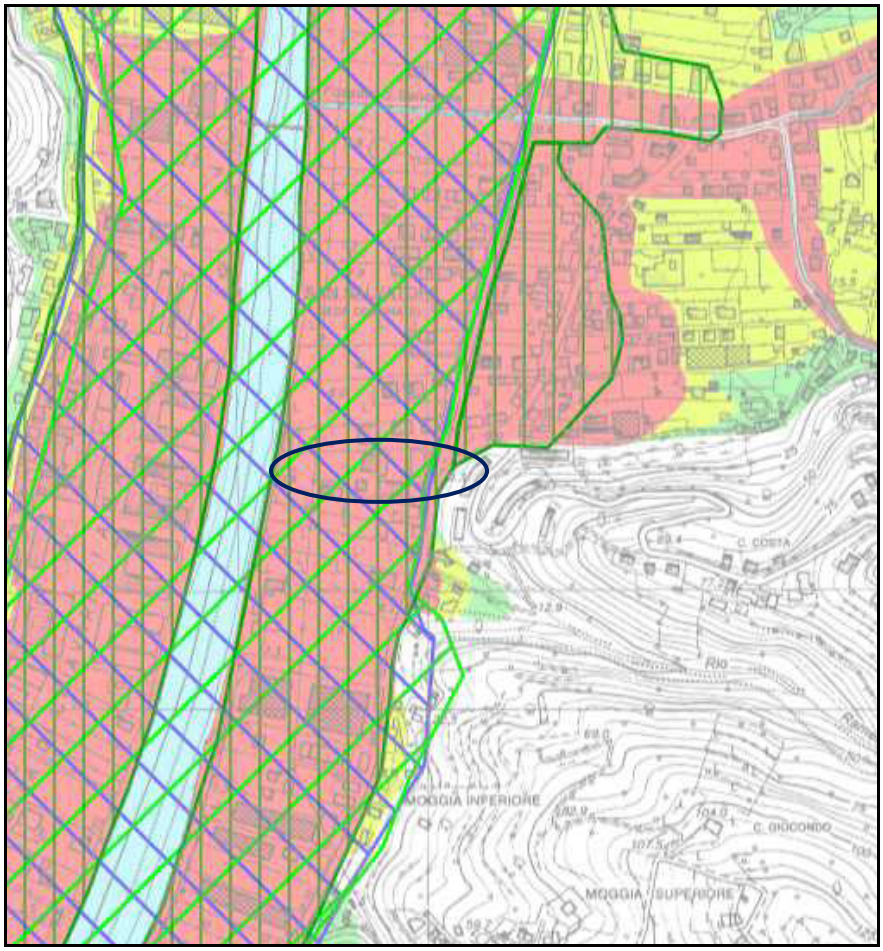
TAV. 4: CARTA DELLE DELLE FASCE DI INONDABILITÀ**:** la zona è soggetta ad inondabilità per portate con tempi di ritorno cinquantennali



LEGENDA

FASCE FLUVIALI	NORME DI ATTUAZIONE
FASCIA A	Art. 15, c. 2
FASCIA A*	Art. 15, c. 4bis
FASCIA B	Art. 15, c. 3
FASCIA B* (Aree storicamente inondate in tratti non indagati o con indagini non sufficienti)	Art. 15, c. 4bis
FASCIA C	Art. 15, c. 4
FASCIA C (Aree storicamente inondate in tratti indagati)	Art. 15, c. 4
ALVEO	Art. 13
ALVEO TOMBINATO	Art. 13

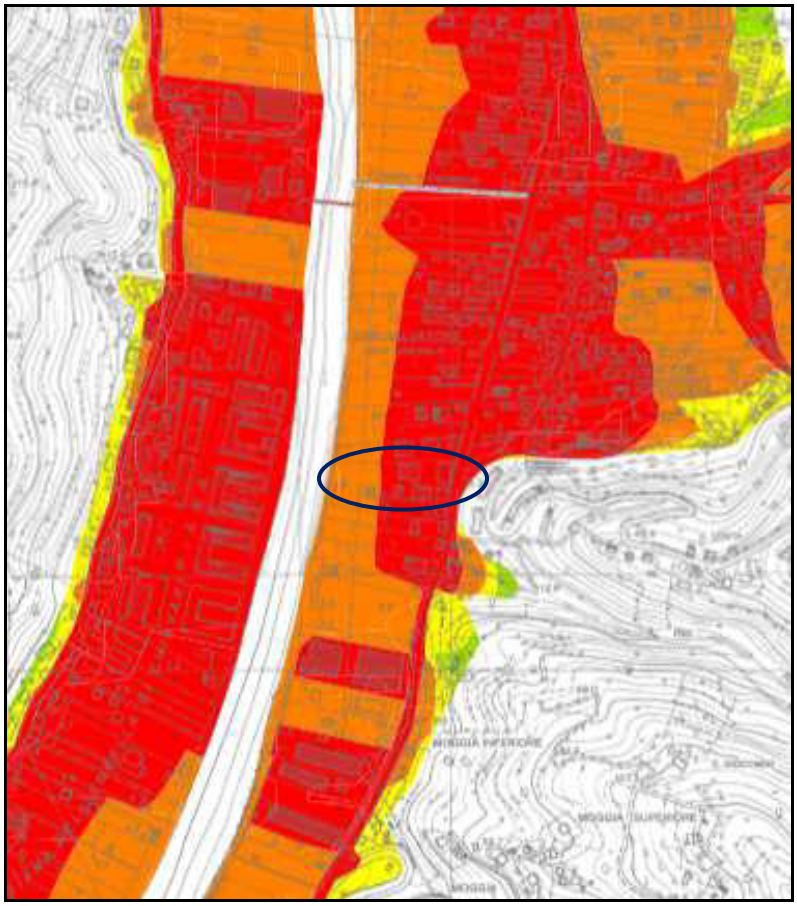
TAV. 5: CARTA DELLE AREE INONDABILI E DELLE AREE STORICAMENTE INONDATE: l'area risulta inondabile e inondata sia in epoca storica che recente



LEGENDA

- Aree inondabili con tempo di ritorno fino a 50 anni
- Aree inondabili con tempo di ritorno fino a 200 anni
- Aree inondabili con tempo di ritorno fino a 500 anni
- Aree storicamente inondate (studio propedeutico)
- Aree storicamente inondate DGR 594 /01 – Regione Liguria (scala originale 1:25000)
- Area inondata negli eventi dell'autunno 2014 (DGR 412/2015)
- ALVEO
- ALVEO TOMBINATO
- LIMITE DEL BACINO

TAV. 6: CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO: l'area è carattreizzata da rischio idraulico elevato a molto elevato



LEGENDA

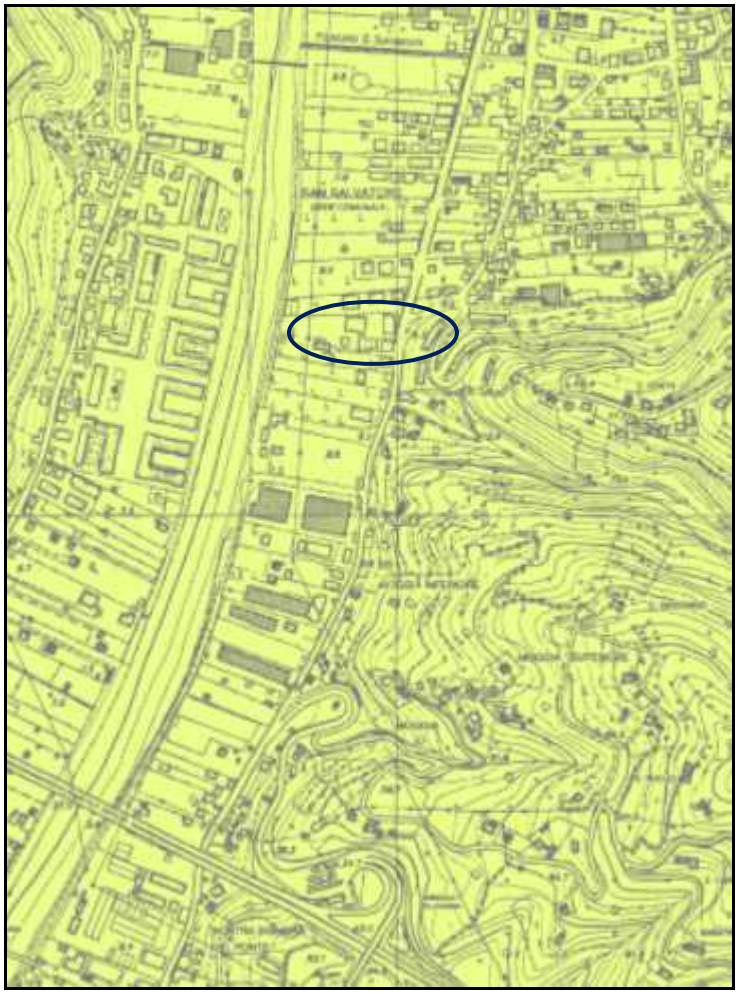
CLASSI DI RISCHIO IDRAULICO

	RISCHIO MOLTO ELEVATO	R4
	RISCHIO ELEVATO	R3
	RISCHIO MEDIO	R2
	RISCHIO MODERATO	R1

CLASSI SPECIALI

TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio

TAV. 7: CARTA DELLE AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO: l'area non è sottoposta a Vincolo Idrogeologico



LEGENDA

AREE SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO

AREE NON SOTTOPOSTE A VINCOLO IDROGEOLOGICO

LIMITE DEL PIANO DI BACINO

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO

Lo schema geologico a scala territoriale propone una serie sedimentaria che si trova a contatto con le rocce verdi sul limite occidentale della zona ofiolitica della Val Graveglia e del Bargonasco, nell'entroterra della costa compresa tra Lavagna e Sestri Levante.

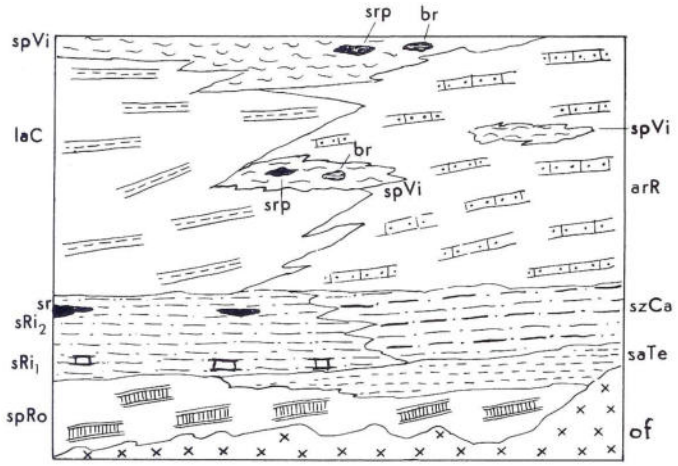
In corrispondenza di tale limite compaiono di volta in volta i vari tipi di ofioliti, i diaspri, i calcari a Calpionelle tipo maiolica, entrambi strettamente associati al primo termine della serie.

La serie geologica degli affioramenti ofiolitici di val Graveglia-Bargonasco è costituita, a partire dal termine più antico, da serpentiniti, gabbri, basalti, ai quali seguono i diaspri ed i calcari a Calpionella.

La serie cretacea, costituita da diversi livelli di Argilloscisti, Ardesie, Arenarie di M.te Ramaceto (compresa tra il Titoniano-Berriasiano e il Turoniano), si estende verso l'alto in continuità con la serie precedente e si sviluppa arealmente verso Ovest e Sud-Ovest a partire dal limite suddetto, modellando anche i rilievi retrostanti le cittadine di Lavagna, Cogorno e Chiavari.

La continuità della serie sedimentaria si interrompe in prossimità della Collina delle Grazie (Chiavari) e lungo l'incisione del retrostante rio Campodonico (affluente di destra del torrente Rupinaro) per l'affioramento della Formazione dei Flysch di Monte Antola, costituita da alternanze ritmiche di banchi calcareo-marnosi, arenarie micacee, argilloscisti e strati argilloso-marnosi.

In particolare tale ricostruzione (R. Terranova: "La serie cretacea degli argilloscisti fra le valli dei Torrenti Entella e Petronio (Appennino Ligure)" - Atti dell'Istituto di Geologia dell'Università di Genova – Anno IV, 1966 – Volume I, Fascicolo I è riportata nel seguente schema stratigrafico riassuntivo.



Dove:

F. delle Argilliti di Giaiette

spVi: Argilloscisti policromi con intercalazioni di scisti rossi (srp) e di brecce poligeniche (br) (S. Vittoria di Libiola)

F. delle Arenarie del M.te Gottero

arR: Arenarie di M.te Ramaceto

F. di Val Lavagna

laC: Ardesie, scisti marnoso-ardesiaci e scisti argilloso-marnosi con intercalazioni di arenarie, argilloscisti e calcareniti (M. Capenardo)

szCa: Scisti argillosi grigi e scisti argilloso-arenacei bruni alternanti (argilloscisti zonati di Castagnola)

sRi_2: Scisti argillosi manganesiferi, con intercalazioni di scisti rossi (sr) e di arenarie quarzose (Valle Rigone)

sRi_1: Scisti argillosi grigi con intercalazioni di calcari argillosi pseudopalombini (Valle Rigone)

saTe: Argilloscisti e scisti argilloso-arenacei con straterelli di fini arenarie (Terisso)

F. delle Argille a Palombini

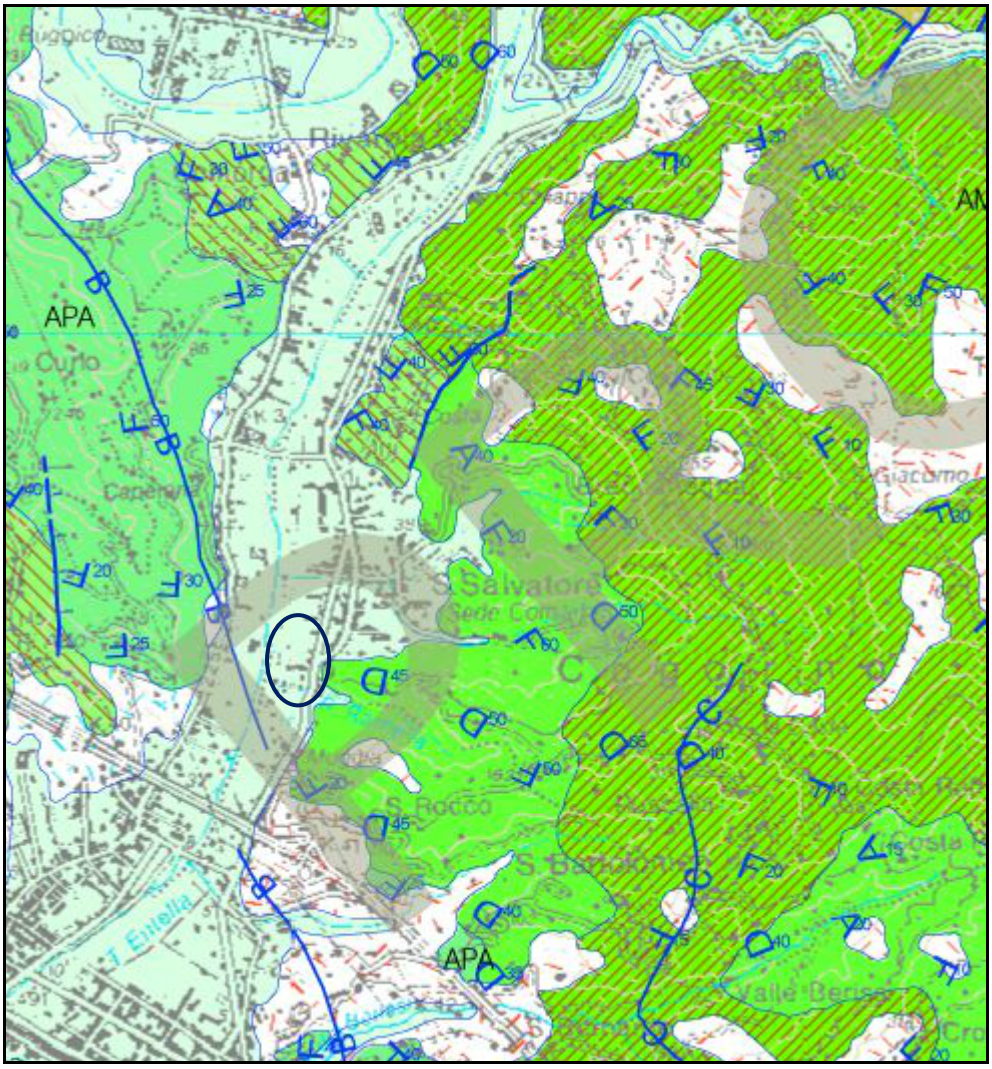
spRo: Scisti argillosi e argilloso-marnosi con intercalazioni di calcari palombini (S. Rocco di Zerli)

Basamento Ofiolitico

of: Ofioliti della Val Graveglia e del Bargonasco

Il settore di interesse è ubicato sulla sponda orografica sinistra del Fiume Entella, sull'estesa piana alluvionale che caratterizza il corso d'acqua stesso e la cui ossatura litologica è costituita dalla Formazione delle Argille a Palombini (Carta Geologica – ISPRA) caratterizzata da scisti argillosi e argilloso marnosi con intercalazioni di calcare palombino e di arenaria molto fine subordinata.

TAV. 8: STRALCIO DI CARTA GEOLOGICA (ISPRA-PROGETTO CARG FOGLIO 232 SESTRI LEVANTE)



b — **DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI**
Depositi alluvionali prevalentemente grossolani, costituiti da ghiaie e ciottolami con limi e sabbie, spessc frammisti a clasti poco elaborati.
OLOCENE

b_1 — **DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI**
Depositi alluvionali prevalentemente grossolani, costituiti da ghiaie e ciottolami con limi e sabbie, spesso frammisti a clasti poco elaborati, distribuiti in un unico ordine con un dislivello massimo di circa dieci m e-tri dall'attuale livello dei corsi d'acqua.
PLEISTOCENE SUP? – OLOCENE

APA — **ARGILLE A PALOMBINI**
Argilliti grigie e siltiti intercalate a strati di calcare micritico di colore grigio scuro (palo mbino), raramente a base calcarenitica; verso il tetto gli strati di palombino possono ma ncare.
Olistoliti rari di serpentiniti (sr) e basalti (**β**); intercalazioni alla base di calcari a Calpionelle (cc) e gabbri (**Γ**).
HAUTERIVIANO SUP. – SANTONIANO SUP

Si riportano di seguito in dettaglio le caratteristiche dei litotipi che costituiscono le alternanze tipiche.

ARGILLOSCISTI: si tratta di scisti argillosi generalmente dotati di fittissimi piani di scistosità, lamellari, lucidi, taglienti; il colore prevalente è il grigio ed il grigio - nero, non mancano però colori grigio verdognoli; formano strati di potenza assai variabile, da pochi centimetri (talora addirittura sotto forma di veli millimetrici), a valori superiori al metro; la scistosità si presenta in qualche caso leggermente obliqua rispetto ai piani di stratificazione; presentano in talune zone fitti ripiegamenti, altrove invece sistemi di fratture trasversali ai piani di scistosità, tanto che ne deriva una divisibilità in scaglie irregolari ed in prismi allungati;

CALCARI PALOMBINI: formano le intercalazioni negli scisti argillosi ora descritti; si tratta generalmente di calcari compatti, a frattura concoide, di colore grigio in varie tonalità, fino a grigio nero; il colore di alterazione superficiale è biancastro, talvolta giallo terroso o bruno scuro se in presenza di manganese; formano strati di potenza variabile da pochi centimetri a più di un metro che presentano spesso forme di erosione ad incudine ed a clessidra e frequenti vene di calcite bianca, generalmente trasversali ai piani di stratificazione; nell'ambito delle variazioni di litofacies dei calcari palombini si è notato che vi sono dei tipi che presentano una notevole percentuale di argilla così da dar luogo a calcari decisamente marnosi, talora scistosi; altrove l'arricchimento è nella componente detritica così da aversi dei calcari palombini chiaramente arenacei; questa seconda litofacies compare soprattutto nella parte alta della formazione; a volte lo strato di calcare palombino è mascherato, nella sua testata affiorante sugli spaccati, da una cotica terrosa manganesifera potente anche parecchi centimetri, che si attacca a tetto ed a letto a straterelli di natura argilloso – arenacea;

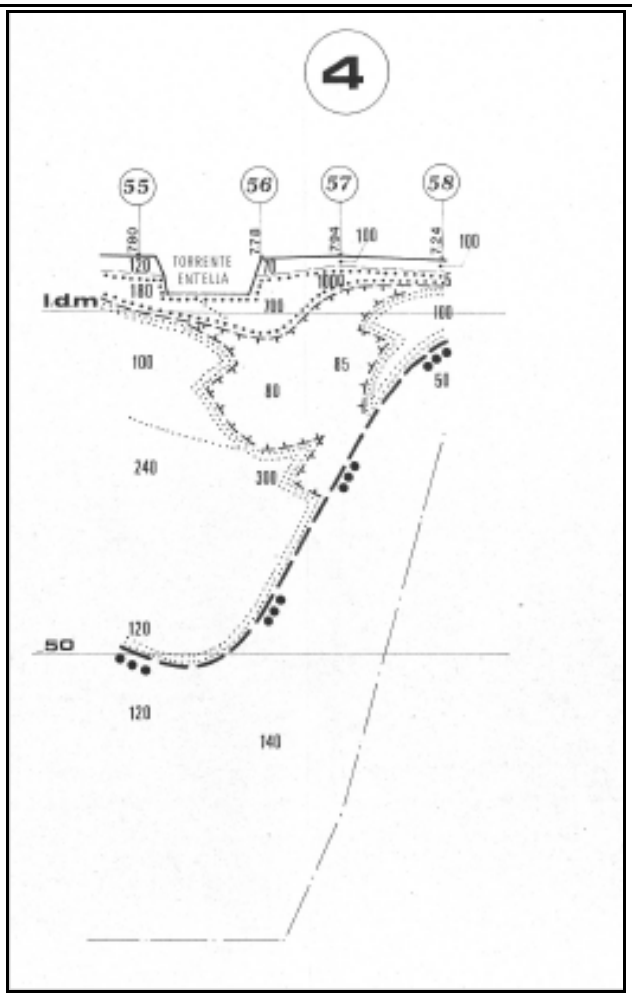
SCISTI ARGILLOSO - MARNOSI E MARNOSCISTI: si tratta di scisti argillosi rispettivamente con debole e notevole componente marnosa che, sia pure presenti generalmente in quantità subordinata, si associano e si alternano ai più tipici argilloscisti nell'ambito della formazione; si differenziano chiaramente da questi ultimi, oltre che per la composizione, anche per il colore biancastro di alterazione, talora giallo terroso, sul tipo cioè di quello dell'ardesia, e per la pasta

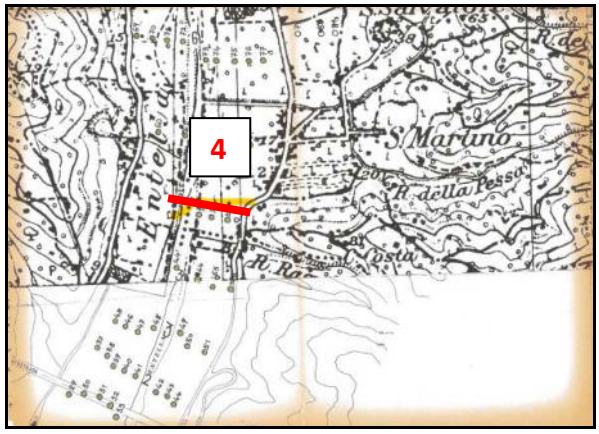
più morbida al taglio fresco; il colore è grigio plumbeo e la scistosità è quasi sempre molto accentuata; talvolta, ove il palombino assume una litofacies decisamente marnosa, si può osservare il graduale passaggio dal calcare al marnoscisto e quindi all'argilloscisto; in alcuni luoghi il litotipo è del tutto simile a quello delle ardesie classiche, appartenenti a più alti piani del Cretaceo;

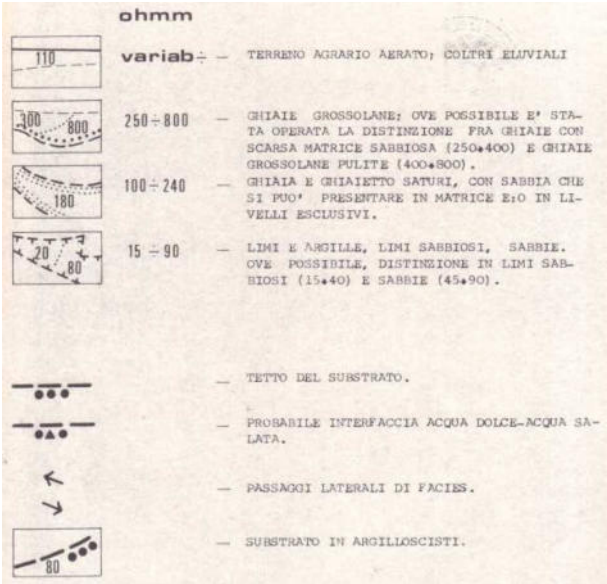
SCISTI ARGILLOSO - ARENACEI E ARENARIE: si tratta di scisti argillosi a notevole componente arenacea e di arenarie a grana molto fine, che formano rispettivamente pacchi e straterelli dotati spesso di fitta fratturazione trasversale; il Terranova ha notato che in taluni punti della formazione gli strati di fine arenaria e di arenoscisto si infittiscono fino a diventare nettamente predominanti sui calcari palombini, lo stesso Autore ha osservato ancora che nella parte inferiore ed in quella mediana della formazione sono decisamente prevalenti gli straterelli molto sottili di arenaria fine (della potenza di pochi centimetri) mentre nella parte alta si fanno sempre più frequenti quelli di arenaria compatta e manganesifera.

Sotto il profilo geomorfologico, ricerche bibliografiche sulla piana dell'Entella permettono di estrapolare utili informazioni sia in ordine all'andamento del paleoalveo che in ordine alla granulometria delle alluvioni (Cortemiglia G.C., De Stefanis A., Marini M., Terranova R. - L'idrogeologia del bacino del T. Entella nel quadro di un programma di gestione e protezione delle falde acquifere nella Provincia di Genova – Atti del 3° Convegno internazionale sulle acque sotterranee – Palermo 1975).

L'indagine geoelettrica di cui sopra ha mostrato che quasi tutto l'alveo alluvionale del fiume Entella è costituito da alluvioni più o meno grossolane, abbastanza omogenee fino ad almeno 1,5km dalla foce; solo in questo ultimo tratto, che forma il delta recente del corso d'acqua, le alluvioni grossolane profonde sono isolate da quelle superficiali sature da un orizzonte limoso che impedisce l'ulteriore alimentazione delle falde profonde. Viene di seguito proposta una rappresentazione grafica delle situazioni geomorfologiche e stratigrafiche ipotizzabili lungo la piana, tratta dalla pubblicazione di Cortemiglia et al. del 1975, richiamando altresì la sez. 4 interessante specificatamente l'areale di San Salvatore.







TAV. 9: SEZIONE GEOELETTRICA

Dall'osservazione dei risultati risulta che la porzione di piana in oggetto risulta caratterizzata da un primo livello dello spessore circa pari a 2m di terreno agricolo/vegetale a granulometria medio-fine, soprastante un livello a granulometria grossolana riconducibile a sedimenti alluvionali.
La morfologia dell'area è pianeggiante. Dal punto di vista idrogeologico le coperture alluvionali sono generalmente caratterizzate da permeabilità medio-alta in funzione delle caratteristiche granulometriche e del grado di addensamento.

4. CAMPAGNA GEOGNOSTICA

In questa fase di progettazione definitiva-esecutiva si è ritenuto necessario integrare i dati estrapolati d precedenti indagini con una nuova campagna geognostica specifica per l'area di intervento, articolata in n° 3 prove penetrometriche dinamiche medio-leggere e in n° 1 sondaggio a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di -10m da pc in prossimità degli edifici esistenti lungo il tracciato per meglio esaminare l'interferenza tra gli scavi e la stabilità al contorno e affinare i provvedimenti volti ad escludere problematiche in corso d'opera.

Durante l'avanzamento del sondaggio sono state N°5 prove SPT (Standard Penetration Test) e inoltre sono stati prelevati N°4 campioni di tipo rimaneggiato che sono sati sottoposti ad analisi classificative in laboratorio.

4.1 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE MEDIO LEGGERE

Nelle tre prove eseguite, denominate rispettivamente P1-P2-P3, come evidenziato dai diagrammi penetrometrici di Tav. 13, il rifiuto all'infissione è stato determinato dal reperimento di sedimenti a granulometria medio-grossolana;

P1= - -0.90m da pc

P2= - -2.40m da pc

P3= - -3.30m da pc

Le indagini sono state eseguite con il penetrometro dinamico Deep Drill DM30 (60°) le cui caratteristiche tecnico-strumentali sono di seguito specificate:

Riferimento Norme	*DIN 4094*
Peso Massa battente	*30 Kg*
Altezza di caduta libera	*0.20m*
Peso sistema di battuta	*13Kg*
Diametro punta conica	*35.70mm*
Area di base punta	*10cm²*
Lunghezza delle aste	*1m*
Peso aste a metro	*2.93Kg/m*
Profondità giunzione prima asta	*0.80m*
Avanzamento punta	*0.10 m*
Numero colpi per punta	*N(10)*
Coefficiente Correlazione	*0.766*
Angolo di apertura punta	*60°*

La correlazione tra i valori N_{10} e quelli N_{SPT} è espressa dalla seguente relazione:

$N_{SPT} = \beta t\ N_{10}$

$\beta t = Q/Q_{SPT}$
Q = Energia specifica per colpo
Q_{SPT} = Energia riferita alla prova SPT

L'energia specifica per colpo viene calcolata con la relazione:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

M = Peso massa battente
M' = Peso aste
H = Altezza di caduta
A = Area base punta conica
δ = Passo di avanzamento

La valutazione della Resistenza Dinamica alla Punta Rpd è effettuata attraverso la Formula degli Olandesi:

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = Resistenza dinamica punta (area A)
e = Infissione media per colpo (δ / N)
M = Peso massa battente (altezza caduta H)
P = Peso totale aste e sistema battuta.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante l'applicazione di correlazioni note in letteratura in funzione del modello geologico stratigrafico redatto.

PROVA P1

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
LIVELLO I	1,34	0,60	1,34	Gibbs & Holtz 1957	29
LIVELLO II	20,43	0,90	20,43	Gibbs & Holtz 1957	100

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
LIVELLO I	1,34	0,60	1,34	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
LIVELLO II	20,43	0,90	20,43	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
LIVELLO I	1,34	0,60	1,34	Meyerhof ed altri	1,51
LIVELLO II	20,43	0,90	20,43	Meyerhof ed altri	2,00

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
LIVELLO I	1,34	0,60	1,34	Terzaghi-Peck	1,86
LIVELLO II	20,43	0,90	20,43	Terzaghi-Peck	2,40

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
LIVELLO I	1,34	0,60	1,34	Peck-Hanson-	27,4
LIVELLO II	20,43	0,90	20,43	Peck-Hanson-	32,8

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
LIVELLO I	1,34	0,60	1,34	Schmertmann	<25
LIVELLO II	20,43	0,90	20,43	Schmertmann	163

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
LIVELLO I	1,34	0,60	1,34	(A.G.I.)	0,35
LIVELLO II	20,43	0,90	20,43	(A.G.I.)	0,31

PROVA P2

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
LIVELLO I	0,96	0,60	0,96	Gibbs & Holtz 1957	24
LIVELLO II	28,16	2,40	28,16	Gibbs & Holtz 1957	100

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
LIVELLO I	0,96	0,60	0,96	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
LIVELLO II	28,16	2,40	28,16	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
LIVELLO I	0,96	0,60	0,96	Meyerhof ed altri	1,50
LIVELLO II	28,16	2,40	28,16	Meyerhof ed altri	2,12

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
LIVELLO I	0,96	0,60	0,96	Terzaghi-Peck	1,86
LIVELLO II	28,16	2,40	28,16	Terzaghi-Peck	2,50

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
LIVELLO I	0,96	0,60	0,96	Peck-Hanson-	27,3
LIVELLO II	28,16	2,40	28,16	Peck-Hanson-	35,0

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
LIVELLO I	0,96	0,60	0,96	Schmertmann	<25
LIVELLO II	28,16	2,40	28,16	Schmertmann	225

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
LIVELLO I	0,96	0,60	0,96	(A.G.I.)	0,35
LIVELLO II	28,16	2,40	28,16	(A.G.I.)	0,31

PROVA P3

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
LIVELLO I	1,19	1,20	1,19	Gibbs & Holtz 1957	28
LIVELLO II	33,48	3,30	24,24	Gibbs & Holtz 1957	100

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
LIVELLO I	1,19	1,20	1,19	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
LIVELLO II	33,48	3,30	24,24	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
LIVELLO I	1,19	1,20	1,19	Meyerhof ed altri	1,50
LIVELLO II	33,48	3,30	24,24	Meyerhof ed altri	2,07

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
LIVELLO I	1,19	1,20	1,19	Terzaghi-Peck	1,86
LIVELLO II	33,48	3,30	24,24	Terzaghi-Peck	2,48

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
LIVELLO I	1,19	1,20	1,19	Peck-Hanson-	27,3
LIVELLO II	33,48	3,30	24,24	Peck-Hanson-	33,9

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
LIVELLO I	1,19	1,20	1,19	Schmertmann	<25
LIVELLO II	33,48	3,30	24,24	Schmertmann)	194

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
LIVELLO I	1,19	1,20	1,19	(A.G.I.)	0,35
LIVELLO II	33,48	3,30	24,24	(A.G.I.)	0,31

Durante il recupero delle aste penetrometriche si è rilevata la presenza di impregnazione idrica solo in corrispondenza della prova P3, alla profondità di circa -0.50m da pc.

4.2 SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Il sondaggio a carotaggio continuo, per la cui ubicazione si rimanda alla planimetria di Tav. 10, è stato spinto fino alla profondità di 10m dal locale piano campagna.

La Tav. 14 fornisce la stratigrafia di dettaglio della prospezione che in sintesi ha evidenziato quanto segue:

da p.c. a -1,00 m	terreno agricolo - vegetale a granulometria prevalentemente fine: sabbia limoso-argillosa con rara ghiaia. Colore bruno
da – 1 m a -4,50 m	Sedimenti alluvionali frammisti a coltre parzialmente rimaneggiati. eterometrici con frazione granulare nettamente prevalente: ghiaia con sabbia e rari blocchi di piccole dimensioni frazione fine nettamente subordinata e scarsamente coesiva (GHIAIA BEN GRADATA CON LIMO E SABBIA). Clasti poligenici da angolari a subarrotondati. colore bruno
da – 4,50 m a – 10,00m	Sedimenti alluvionali costituiti da ghiaia etero metrica con sabbia. frazione limosa nettamente subordinata (<10%) (GHIAIA BEN GRADATA CON LIMO E SABBIA). clasti poligenici subarrotondati. colore bruno – grigio

4.2.1 PROVE SPT

Durante l'avanzamento della perforazione sono state eseguite le seguenti prove SPT.

da mt.	a mt.	N° Colpi	Punta
1.50	1.95	10-14-14	Chiusa
3.00	3.45	10-15-12	Chiusa
4.50	4.95	7-11-11	Chiusa
6.00	6.45	8-12-13	Chiusa
7.50	7.95	9-14-16	Chiusa

Dall'elaborazione delle prove si sono ricavati i seguenti parametri geotecnici rappresentativi, si precisa che il valore di NSPT è stato corretto in funzione della presenza di falda idrica impostata alla quota pari a -4.75m da pc.

In particolare la quota della falda è stata rilevata alle seguenti profondità:

1) P_{falda} = -4.75m da pc 1/6/2018

2) P_{falda} = -4.90m da pc 3/7/2018

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
S1 SPT1	28	1,95	28	Gibbs & Holtz	100
S1 SPT2	27	3,45	27	Gibbs & Holtz	97
S1 SPT3	22	4,95	18,5	Gibbs & Holtz	80
S1 SPT4	25	6,45	20	Gibbs & Holtz	80
S1 SPT5	32	7,95	23,5	Gibbs & Holtz	85

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
S1 SPT1	28	1,95	28	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
S1 SPT2	27	3,45	27	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
S1 SPT3	22	4,95	18,5	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
S1 SPT4	25	6,45	20	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
S1 SPT5	32	7,95	23,5	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m^3)
S1 SPT1	28	1,95	28	Meyerhof i	2,11
S1 SPT2	27	3,45	27	Meyerhof i	2,10
S1 SPT3	22	4,95	18,5	Meyerhof i	1,96
S1 SPT4	25	6,45	20	Meyerhof i	1,99
S1 SPT5	32	7,95	23,5	Meyerhof i	2,05

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
S1 SPT1	28	1,95	28	Terzaghi-Peck	2,50
S1 SPT2	27	3,45	27	Terzaghi-Peck	2,50
S1 SPT3	22	4,95	18,5	Terzaghi-Peck	1,97
S1 SPT4	25	6,45	20	Terzaghi-Peck	2,39
S1 SPT5	32	7,95	23,5	Terzaghi-Peck	2,46

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
S1 SPT1	28	1,95	28	Peck-Hanson- 6	35
S1 SPT2	27	3,45	27	Peck-Hanson-	34,7
S1 SPT3	22	4,95	18,5	Peck-Hanson-	32,3
S1 SPT4	25	6,45	20	Peck-Hanson6	32,7
S1 SPT5	32	7,95	23,5	Peck-Hanson-	33,7

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
S1 SPT1	28	1,95	28	Schultze	331
S1 SPT2	27	3,45	27	Schultze	320
S1 SPT3	22	4,95	18,5	Schultze	219
S1 SPT4	25	6,45	20	Schultze	237
S1 SPT5	32	7,95	23,5	Schultze	278

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
S1 SPT1	28	1,95	28	(A.G.I.)	0,30
S1 SPT2	27	3,45	27	(A.G.I.)	0,30
S1 SPT3	22	4,95	18,5	(A.G.I.)	0,32
S1 SPT4	25	6,45	20	(A.G.I.)	0,31
S1 SPT5	32	7,95	23,5	(A.G.I.)	0,31

4.2.2 ANALISI DI LABORATORIO

Come già anticipato dopo l'esecuzione del carotaggio sono stati prelevati N°4 campioni di tipo "rimaneggiato" sui quali sono state eseguite analisi di tipo classificativo (curva granulometrica e Limiti di Atterberg).

Si riporta il dettaglio delle prove eseguite con le relative norme di riferimento:

- *Analisi granulometrica per setacciatura. ASTM D421-07/D422-07*
- *Limiti di consistenza: ASTM D4318-10*
- *Contenuto in acqua naturale: ASTM D2216-10*

- P200 = limo/argilla
- LL = limite liquido
- IP = indice di plasticità
- W = contenuto in acqua naturale

Campione	S1 C1 (1.70-2.00m)	S1 C2 (5.00-5.30m)	S1 C3 (7.00-7.30m)	S1 C4 (8.50-9.00m)
W(%)	3.7	9.8	9.9	9.4
γ (kN/mc)	-	-	-	-
Ghiaia (%)	51.30	48.13	52.72	53.21
Sabbia (%)	37.84	43.72	41.03	38.35
P200 (%)	10.86	8.15	6.25	8.44
LL	-	-	-	-
IP	-	-	-	-
Class. U.S.C.S.	GW-GM	GW-GM	GW-GM	GW-GM

5. ASSETTO STRATIGRAFICO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

L'elaborazione congiunta delle indagini eseguite hanno consentito la redazione di un modello geologico – stratigrafico adeguato alla scala/tipologia dell'opera a progetto.

L'orizzonte superficiale (LIVELLO I) è caratterizzato da terreno agricolo-vegetale e lo spessore è compreso tra 1-3m circa. Dal punto di vista granulometrico (USCS – Norme ASTM) si tratta di terreni a grana fine classificabili come sabbia limoso-argillosa (SC-SM) intercalata a argilla sabbiosa e limo di bassa plasticità (CL-ML).Il grado di addensamento è molto basso.

In successione stratigrafica si è riscontrata la presenza di un livello granulometria medio grossolana che è stato attraversamento parzialmente dalle prove penetrometriche e ha determinato il rifiuto all'infissione.

Sotto il profilo granulometrico è classificato (USCS – Norme ASTM) come "ghiaia ben gradata con limo e sabbia" (GW-GM). Il grado di addensamento è medio – alto.

Tale orizzonte non è stato attraversato completamente dalle prove eseguite per cui lo spessore è stato stimato passante da pluridecametrico in prossimità dell'alveo) fino ad andare a spessore zero verso la zona periferica della piana.

La parametrizzazione geotecnica dei due orizzonti individuati è basata sui risultati delle prove penetrometriche (SPT e medio leggere) unitamente all'applicazione di correlazioni note in letteratura (Correlations of Soil Properties – M. Carter and S.P. Bentley). In ottemperanza alle NTC stabilite dal D.M. 2018 sono stati calcolati i valori medi, caratteristici e di progetto dei parametri geotecnici significativi per ognuno degli orizzonti stratigrafici individuati. Si sottolinea che in accordo alle NTC per tali parametri rappresentativi, visti gli elevati volumi coinvolti, si ritiene possa essere imposta l'uguaglianza tra i valori medi (fm) ed i valori caratteristici (fk).

γ = peso di volume
γsat = peso di volume saturo
ϕ = angolo di attrito efficace
c' = coesione efficace
cu = coesione apparente
E_{st} = Modulo di Young statico
ν = Modulo di Poisson statico

VALORI MEDI

LIVELLO	γ_m (T/mc)	γsat_m (T/mc)	ϕ_m (°)	c'_m *(Kg/cmq)*	cu_m *(Kg/cmq)*	$E_{st\ m}$ *(Kg/cmq)*	ν_m
I	1.5	1.9	27.3	0.0	0.0	<25	0.35
II	2.1	2.4	33.9	0.0	0.0	225-275	0.31

VALORI DI PROGETTO

	M1				***M2***			
LIVELLOI	γ_d (T/mc)	ϕ_d (°)	c'_d *(Kg/cmq)*	cu_d *(Kg/cmq)*	γ_d (T/mc)	ϕ_d (°)	c'_d *(Kg/cmq)*	cu_d *(Kg/cmq)*
I	1.5	27.3	0.0	0.0	1.50	22.4	0.0	0.0
II	2.1	33.9	0.0	0.0	2.1	28.3	0.0	0.0

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Relativamente all'inquadramento sismico del sito, con la D.G.R. n. 216 del 17 Marzo 2017, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Liguria (B.U.R.L.) il territorio comunale di Cogorno ricade in zona sismica 3 con pga = 0,15g.

Sulla base della Normativa vigente considerando l'esito dei rilevamenti eseguiti, l'areale di interesse, prendendo come riferimento il piano campagna, è cautelativamente riferibile alla categoria di suolo di fondazione E: terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.

La categoria topografica è T1.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante approccio "sito dipendente" attraverso la determinazione dei parametri sismici.

Si fornisce di seguito un breve inquadramento delle condizioni sismiche del territorio di interesse con riferimento alla scuola già citata.

<u>SITO IN ESAME</u>

WGS84: Lat 44.325379 - Lng 9.349244 ED50: Lat 44.326340 - Lng 9.350279

	ID	LAT.	LONG.	DISTANZA (m)
SITO1	17367	44.3107	9.2982	4489.834
SITO2	17368	44.3132	9.3680	2029.523
SITO3	17146	44.3631	9.3646	4244.679
SITO4	17145	44.3607	9.2949	5829.113

	Significato simboli
V_N	vita nominale della struttura
C_u	coefficiente che dipende dalla classe d'uso
V_R	periodo di riferimento dell'azione sismica
P_{VR}	periodo di ritorno per la definizione dell'azione sismica
T_R	tempo di ritorno
a_g	accelerazione orizzontale di riferimento massima su suolo rigido (Cat. A
F_o	fattore di amplificazione spettrale massima su suolo rigido
T_c	periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro
S_s	coefficiente di amplificazione stratigrafica
C_c	coefficiente correttivo del periodo Tc
S_t	coefficiente di correzione topografica
a_{max}	accelerazione orizzontale massima attesa al sito
β	coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito
kh	coefficiente sismico orizzontale
kv	coefficiente sismico verticale

FONDAZIONI

Parametri sismici					
		SLE		SLU	
		SLO	SLD	SLV	SLC
Cat.suolo		**E**			
Cat. Top.		**T1**			
Classe uso		II			
V_N	anni	50			
C_u		1			
V_R	anni	50			
P_{VR}	%	81	63	10	5
T_R	anni	30	50	475	975
a_g	g	0.033	0.041	0.105	0.138
F_o		2.506	2.532	2.438	2.392
T_c	s	0.206	0.229	0.285	0.290
S_s		1.600	1.600	1.600	1.600
C_c		2.160	2.070	1.900	1.890
S_t		1.000	1.000	1.000	1.000
a_{max}	m/s^2	0.525	0.648	1.642	2.172
β		0.200	0.200	0.240	0.240
kh		0.011	0.013	0.040	0.053
kv	±	0.005	0.007	0.020	0.027

MURI DI SOSTEGNO (2018)

Parametri sismici					
		SLE		SLU	
		SLO	SLD	SLV	SLC
Cat.suolo		**E**			
Cat. Top.		**T1**			
Classe uso		II			
V_N	anni	50			
C_u		1			
V_R	anni	50			
P_{VR}	%	81	63	10	5
T_R	anni	30	50	475	975
a_g	g	0.033	0.041	0.105	0.138
F_o		2.506	2.532	2.438	2.392
T_c	s	0.206	0.229	0.285	0.290
S_s		1.600	1.600	1.600	1.600
C_c		2.160	2.070	1.900	1.890
S_t		1.000	1.000	1.000	1.000
a_{max}	m/s^2	0.525	0.648	1.642	2.172
β		0.000	0.470	0.380	0.000
kh		0.000	0.031	0.064	0.000
kv	±	0.000	0.016	0.032	0.000

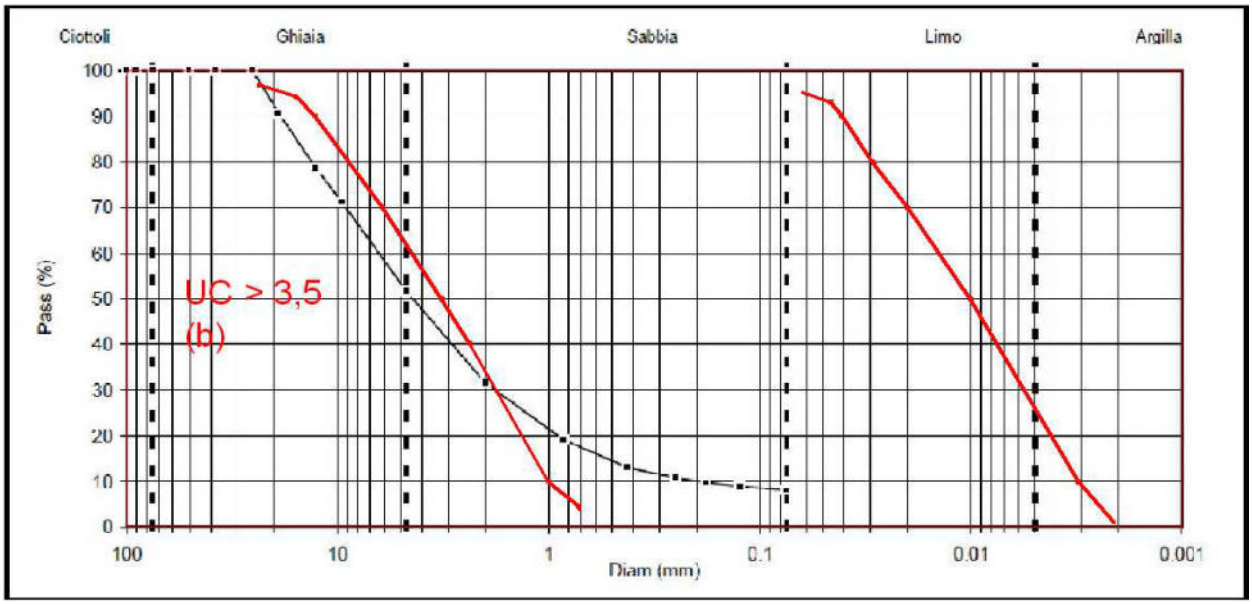
7. CRITICITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Per quanto riguarda la criticità alla liquefazione bisogna specificare come, in accordo con il D.M. 17/01/2018, tale verifica può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

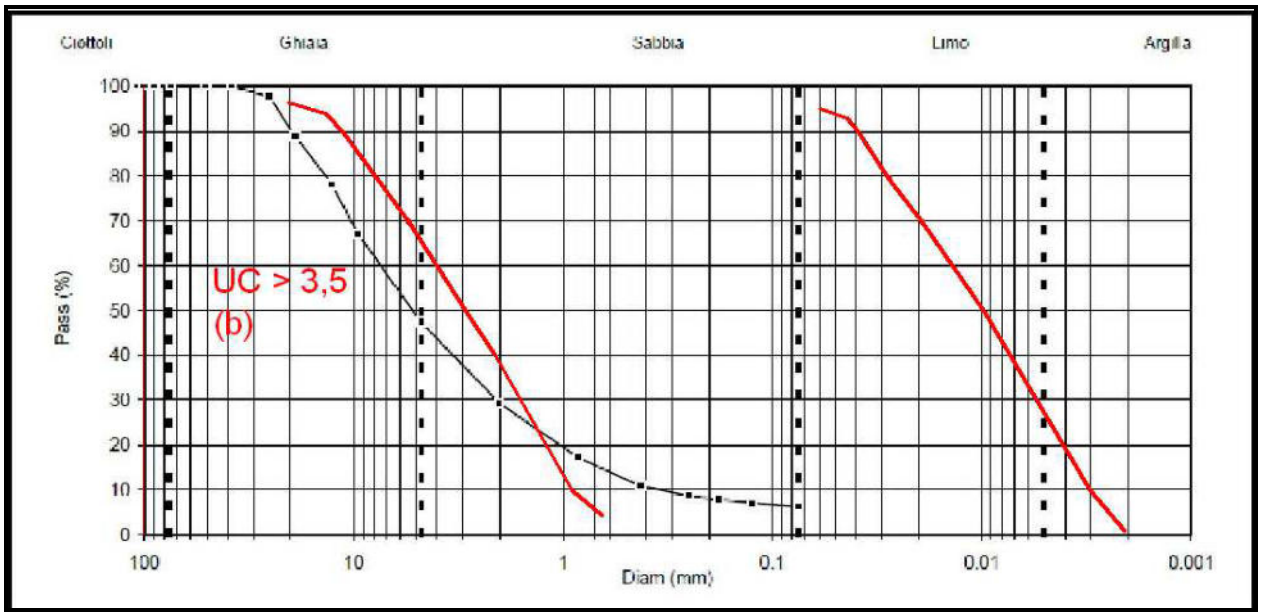
1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15m da pc, per piano di campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)60 >30;
4. distribuzione granulometrica esterna ai fusi granulometrici di riferimento riportati in Normativa in funzione del coefficiente di uniformità (Uc).

Sono state quindi poste in relazione le curve granulometriche, rappresentative dei depositi indagati, con i fusi granulometrici di riferimento normativo (Uc > 35).

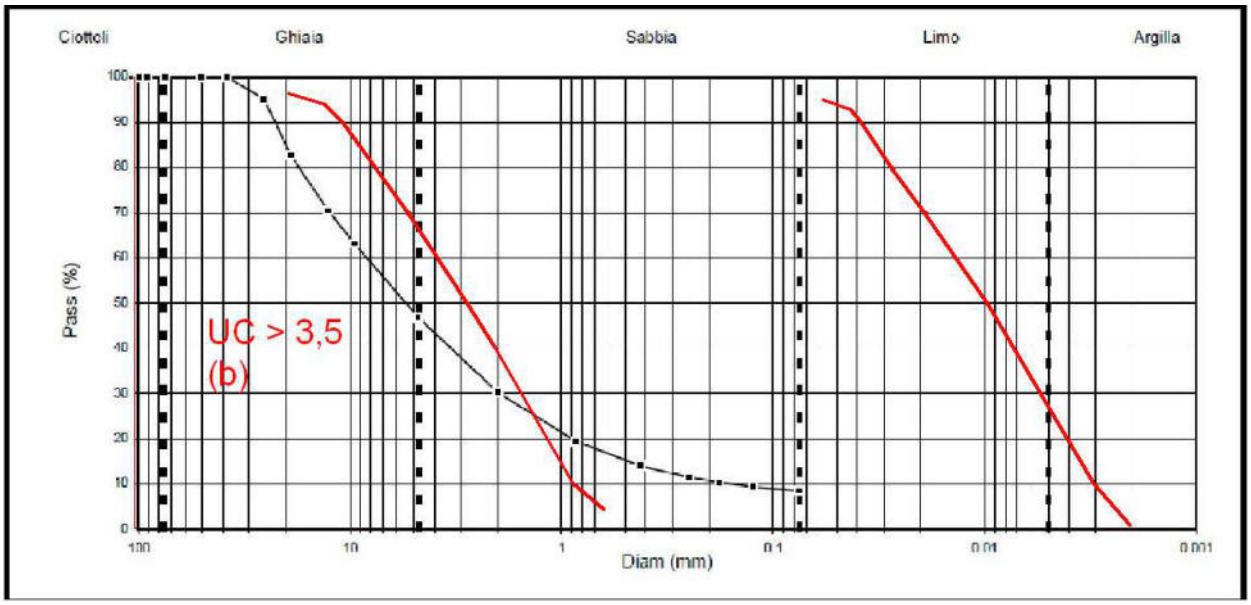
S1 C2 (5.00-5.30m da pc)



S1 C3 (7.00-7.30m da pc)



S1 C4(8.50-9.00m da pc)



Dall'osservazione dei grafici si evidenzia che i terreni presentano una classazione granulometria esterna al fuso di riferimento per circa il 70% del trattenuto in percentuale.

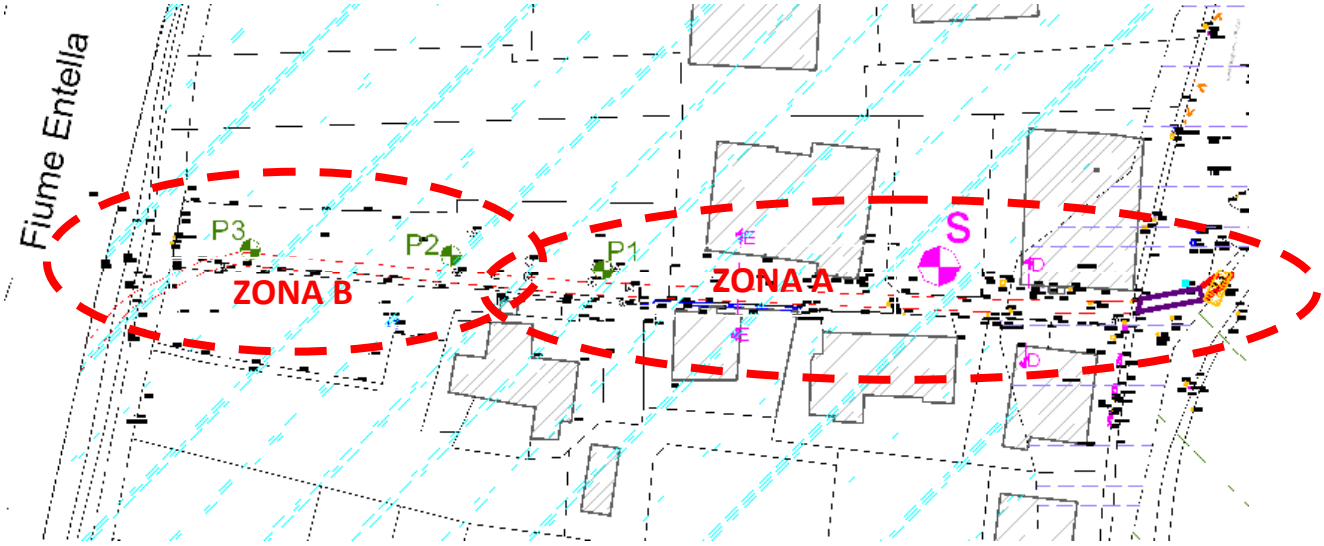
Si può quindi affermare che la verifica numerica alla liquefazione può essere omessa.

8. ANALISI DELL'INTERVENTO E PRESCRIZIONI OPERATIVE

Il complesso di indagini effettuate e di dati ottenuti ha consentito di ricavare un affidabile modello geologico del sito a cui, attraverso le prospezioni, è stato possibile abbinare un modello geotecnico medio dell'area di interesse che potrà essere utilizzato per la progettazione delle opere previste nonché una base su cui impostare gli approfondimenti geognostici in corso d'opera.

Le opere consistono nella realizzazione di una vasca sifone di sedimentazione all'estremità di monte del collettore e nel nuovo canale tombinato di sezione 2m * 2m.

Nei tratti iniziale e mediano del tracciato si evidenziano le maggiori problematiche per la presenza di infrastrutture, sottoservizi e soprattutto edifici di civile abitazione (zona A); nel tratto vallivo la condotta attraverserà invece piane agricole (zona B).



STRALCIO DELLA PLANIMETRIA TECNICA (TAV. 10)

In relazione a tali aspetti, il progetto ha considerato necessario prevedere opere speciali con funzione provvisionale per escludere cedimenti e squilibri (cfr. Tav. 12).

Ciò nonostante le operazioni di scavo e realizzazione del canale dovranno procedere con estrema prudenza, sia in rapporto alle preesistenze che alla sicurezza delle maestranze che opereranno in trincea.

Relativamente ai rapporti tra gli scavi e la falda, si è già detto che è soggetta ad escursioni stagionali ma, mediamente, risulta attestata a quote sottoposte a quelle di scavo nei settori più problematici quali quelli in ambito insediato.

9. CONCLUSIONI

Per tutto quanto esposto e nelle more delle indicazioni fornite si ritiene che l'intervento sia fattibile in quanto adattabile alle condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche riscontrate in fase di indagine.

Ulteriori affinamenti dovranno essere assicurati in corso d'opera mediante una assistenza geologica a compendio delle azioni della D.L. volta a risolvere eventuali problematiche geologico-geotecniche che dovessero sorgere durante i lavori.

Sestri Levante, Ottobre 2018

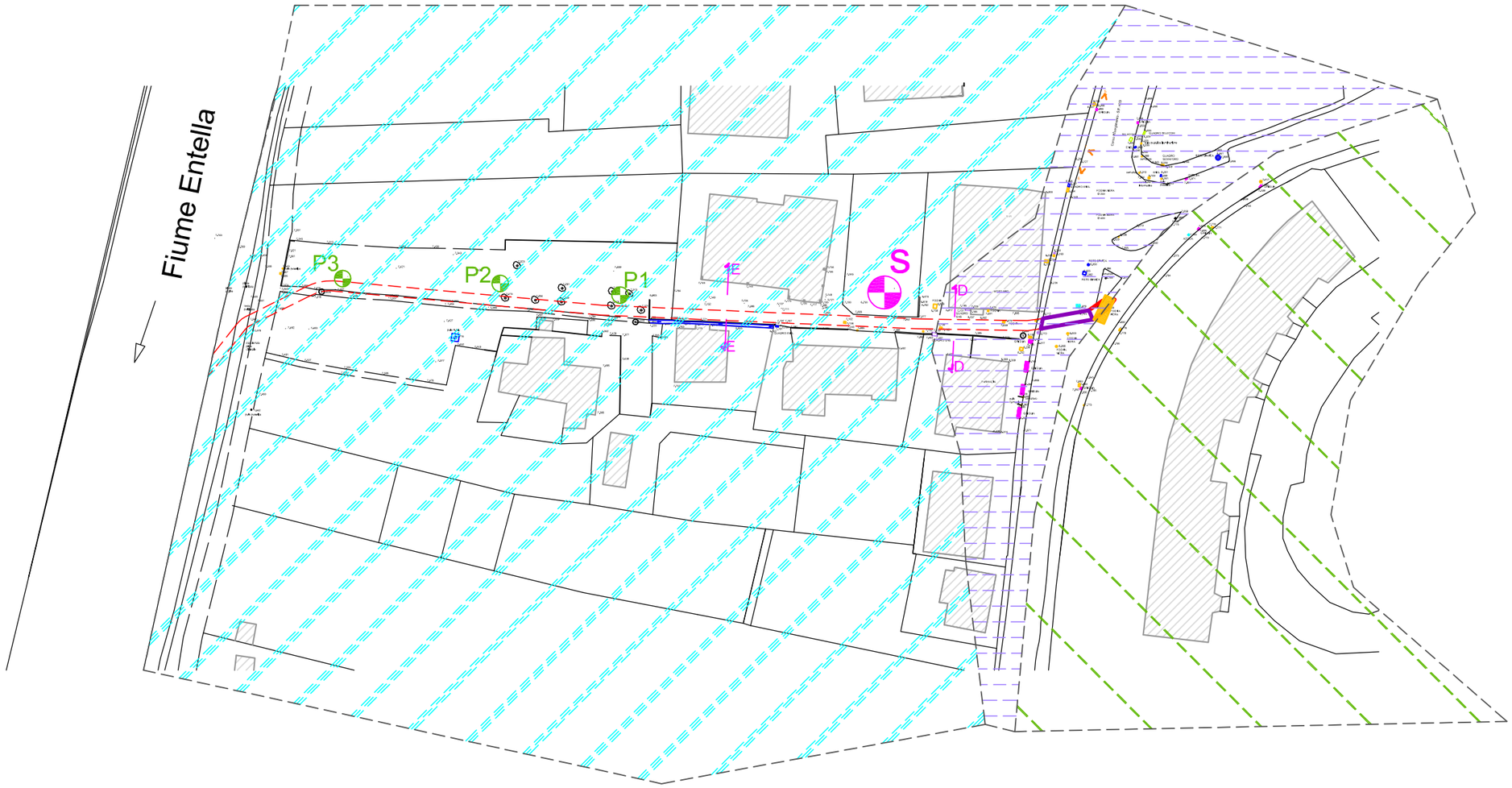
ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. GIOVANNI RIZZI
A.P. n. 129
data iscr. 19-6-1985

Dott. geol. Giovanni Rizzi

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol. BARBARA MUSANTE
A.P. n. 430
data iscr. 22-02-2000

dott. geol. Barbara Musante

TAV. 10: PLANIMETRIA TECNICA 1:1.000



profilo terreno attuale

F sezioni trasversali

nuovo canale sezione 2,00x2,00

nuova vasca "sifone" di sedimentazione

piana alluvionale con rimaneggiamenti superficiali

modificazioni morfologiche su piana alluvionale

modificazioni morfologiche su versante

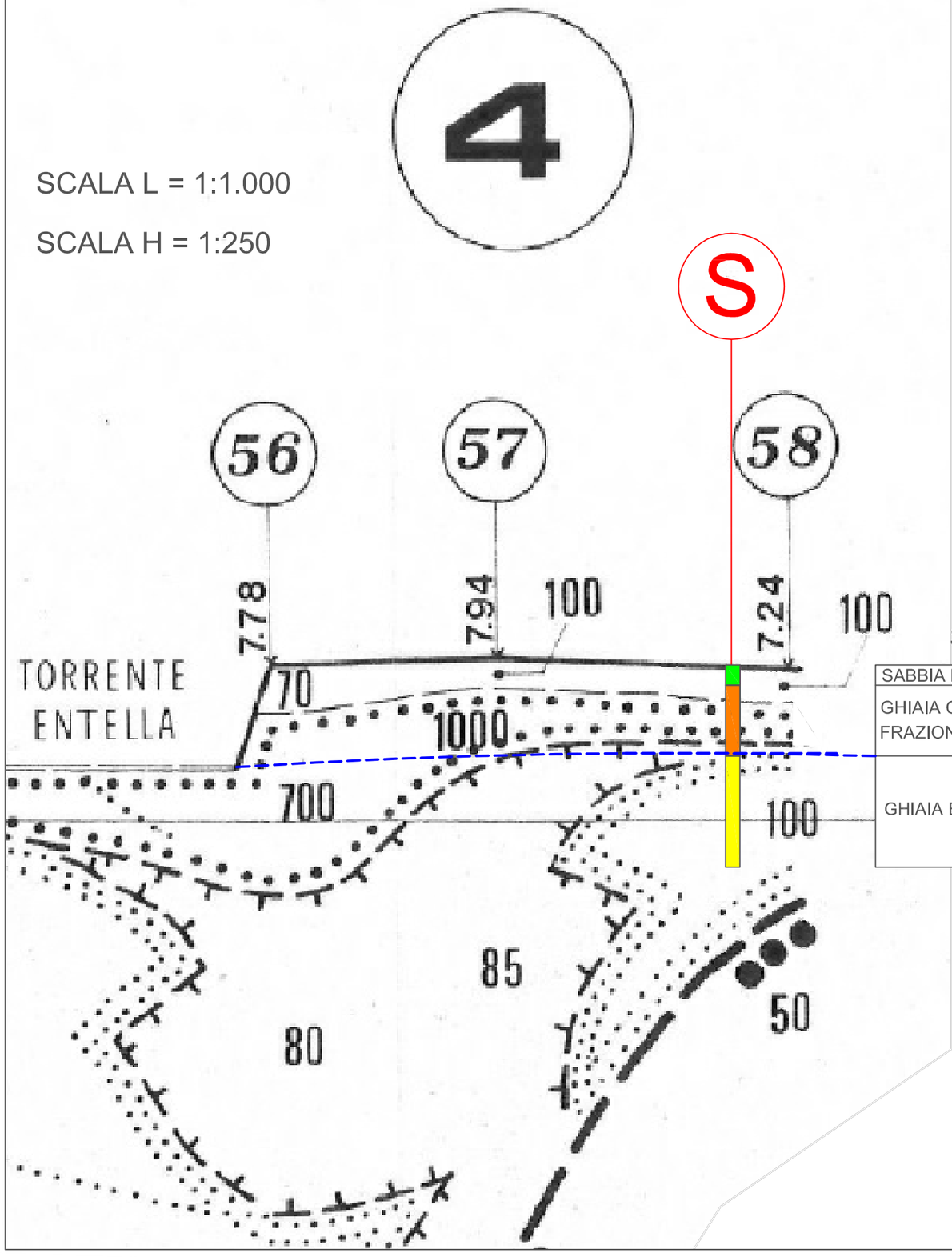
P2 Ubicazione prove penetrometriche

S Ubicazione sondaggio geognostico

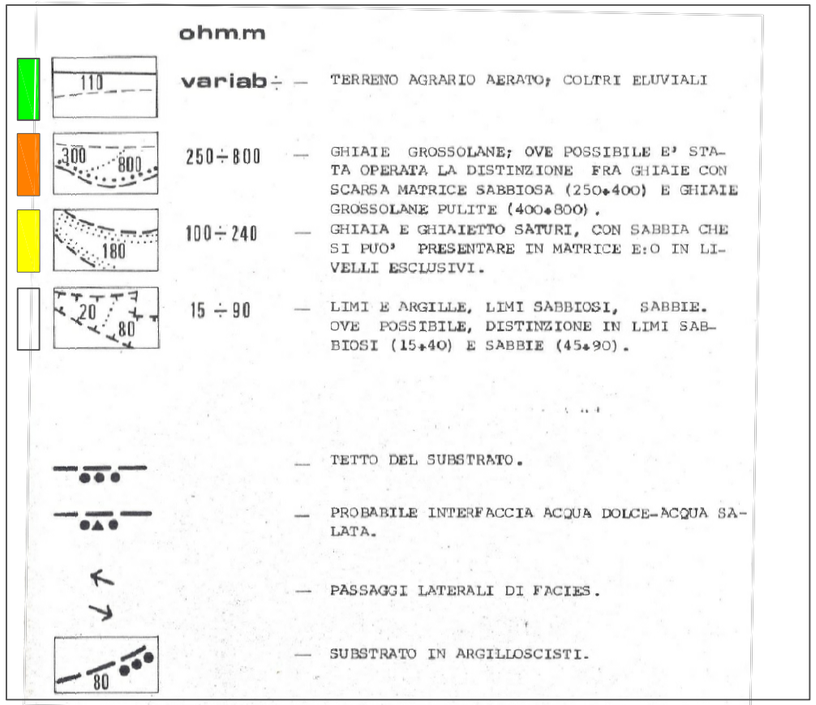
TAV. 11: SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

SCALA L = 1:1.000

SCALA H = 1:250



LEGENDA PROSPEZIONE GEOELETTRICA



STRATIGRAFIA SONDAGGIO GEOGNOSTICO

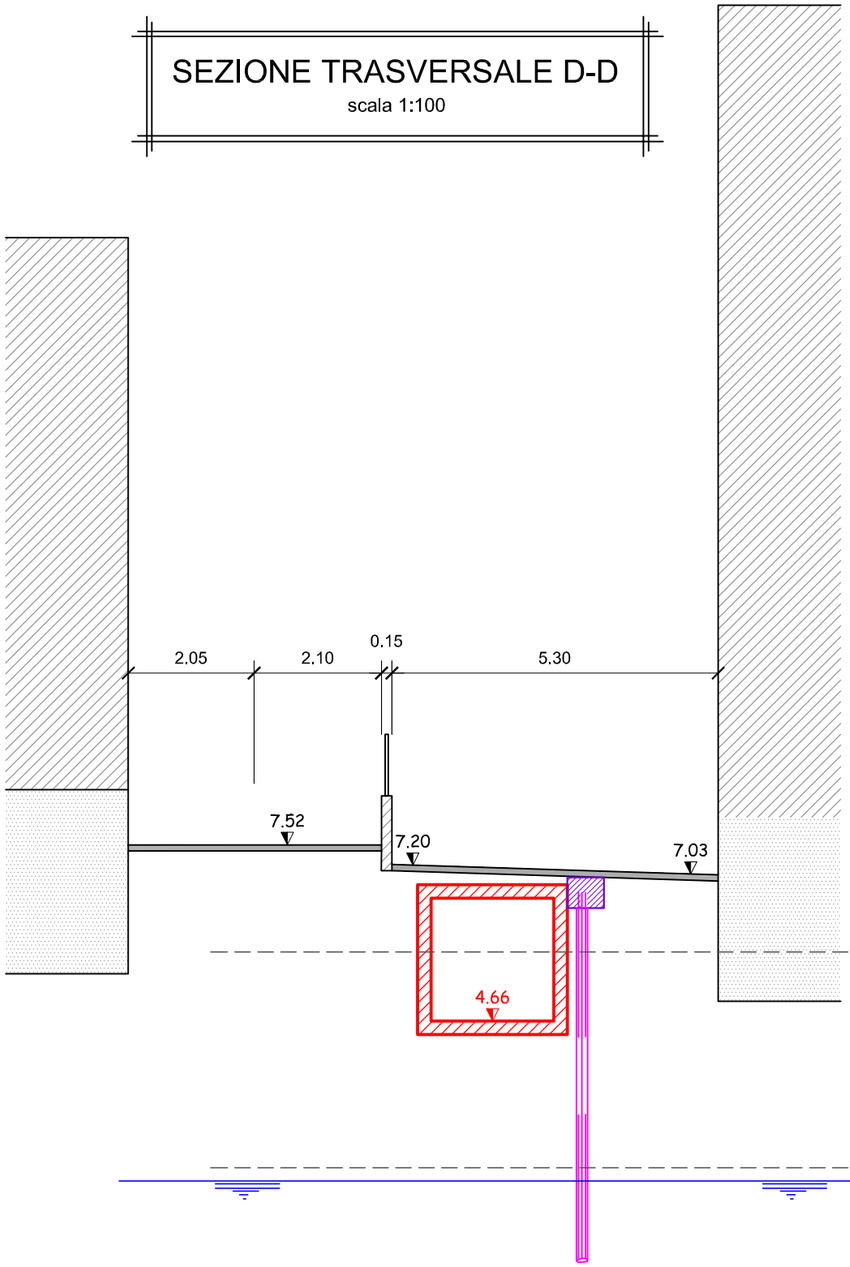
SABBIA LIMOSO-ARGILLOSA CON RARA GHIAIA

GHIAIA CON SABBIA E RARI BLOCCHI DI PICCOLE DIMENSIONI.
FRAZIONE FINE NETTAMENTE SUBORDINATA E SCARSAMENTE COESIVA.

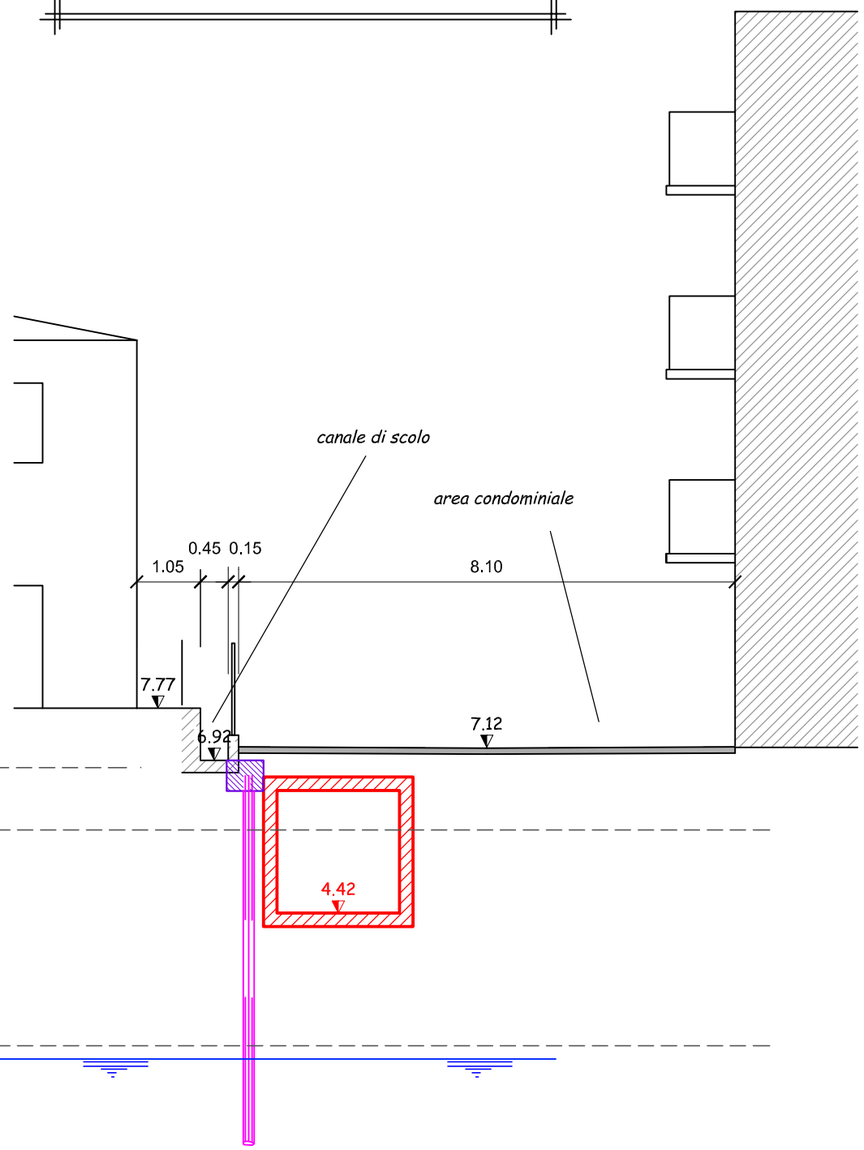
GHIAIA ETEROMETRICA CON SABBIA. FRAZIONE LIMOSA NETTAMENTE SUBORDINATA

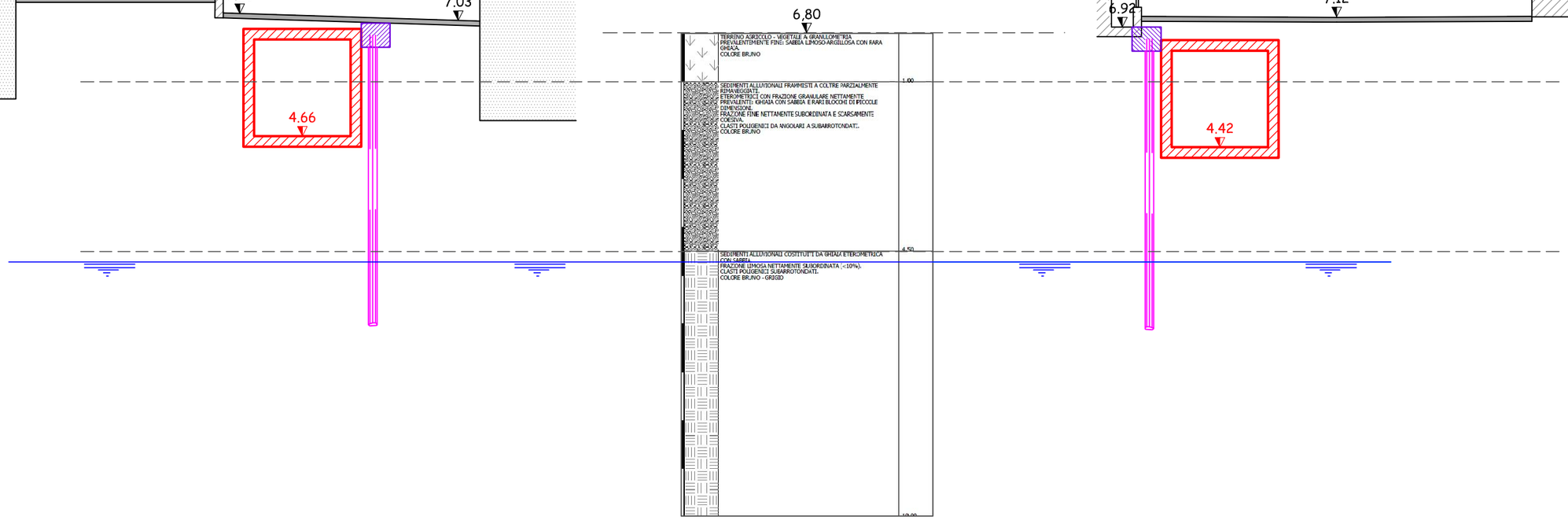
TAV. 12: SEZIONI GEOLOGICHE LOCALI 1:100

SEZIONE TRASVERSALE D-D
scala 1:100



SEZIONE TRASVERSALE E-E
scala 1:100





TAV.13: DIAGRAMMI PENETROMETRICI

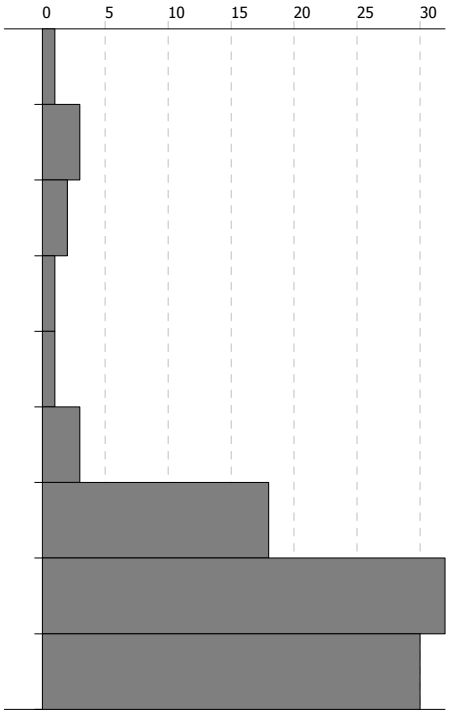
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1
Strumento utilizzato... DM30 (60°)

Committente: COMUNE DI COGORNO
Cantiere: SISTEMAZIONE IDRAULICA VIA CODURI
Località: SAN SALVATORE DI COGORNO

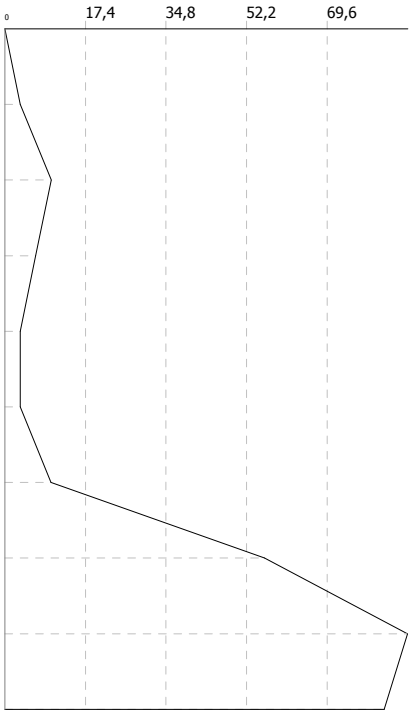
Data: 21/02/2018

Scala 1:10

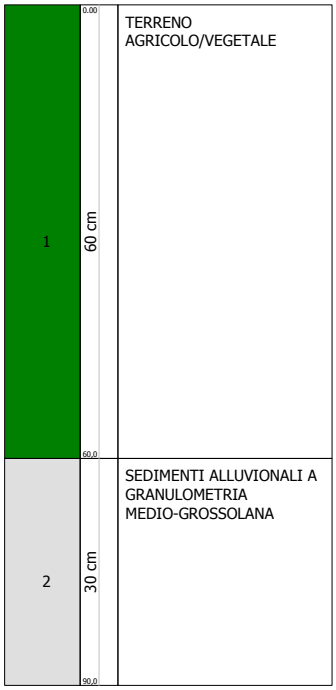
Numero di colpi penetrazione punta



Rpd (Kg/cm²)



Interpretazione Stratigrafica

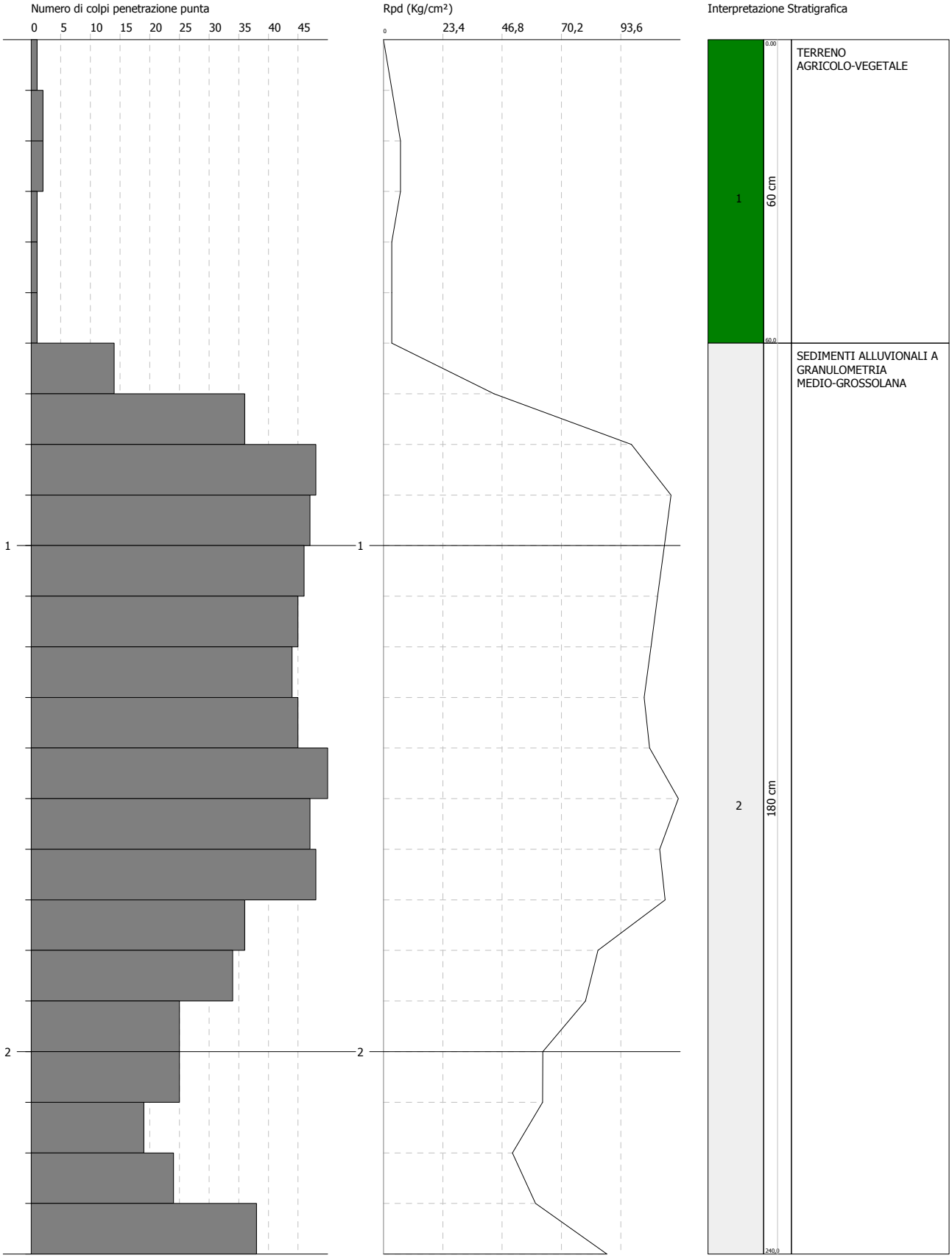


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2
Strumento utilizzato... DM30 (60°)

Committente: COMUNE DI COGORNO
Cantiere: SISTEMAZIONE IDRAULICA VIA CODURI
Località: SAN SALVATORE DI COGORNO

Data: 21/02/2018

Scala 1:11

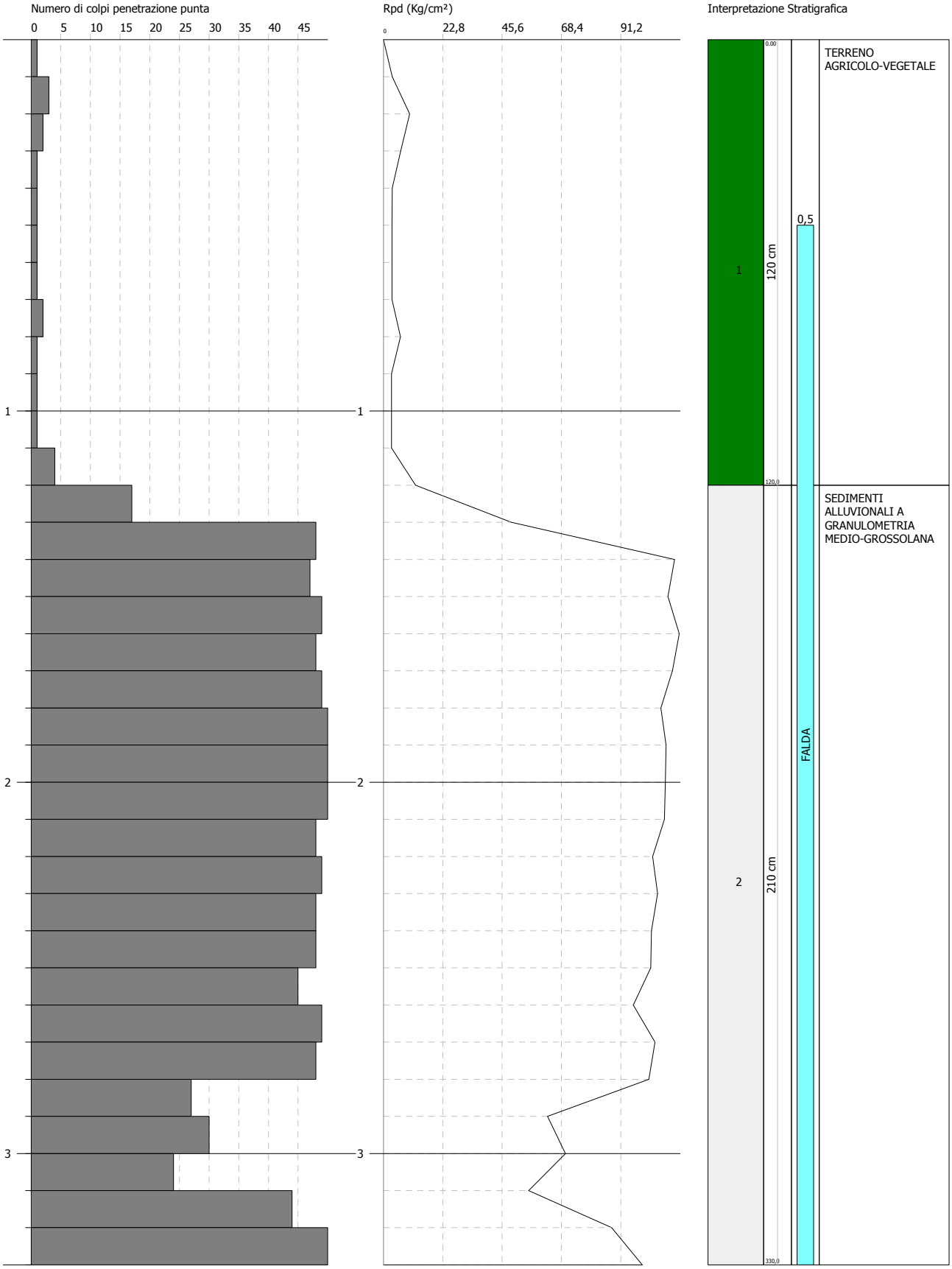


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3
Strumento utilizzato... DM30 (60°)

Committente: COMUNE DI COGORNO
Cantiere: SISTEMAZIONE IDRAULICA VIA CODURI
Località: SAN SALVATORE DI COGORNO

Data: 21/02/2018

Scala 1:15



TAV.14: STRATIGRAFIA SONDAGGIO S1

RESGEO - STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA
VIA ERALDO FICO 32/1 - 16039 SESTRI LEVANTE (GE)

Committente	Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Pagina
COMUNE DI COGORNO	-10m da pc	-	1	1/1
Operatore	**Indagine**			**Inizio/Fine Esecuzione**
M3D COSTRUZIONI SPECIALI S.R.L.	VIA CODURI			31/05/2018
Responsabile	**Sondaggio**	**Tipo Carotaggio**	**Tipo Sonda**	
M3D COSTRUZIONI SPECIALI S.R.L.	S1	Carotaggio continuo	BERETTA T44	

Scala (mt)	Litologia	Descrizione	Quota	R.Q.D.	S.P.T. (n° Colpi)	Campioni	Metodo Perforazione	Metodo Stabilizzaz.	Falda	Piezometro I-(1)
		TERRENO AGRICOLO - VEGETALE A GRANULOMETRIA PREVALENTEMENTE FINE: SABBIA LIMOSO-ARGILLOSA CON RARA GHIAIA. COLORE BRUNO	1.00							
1		SEDIMENTI ALLUVIONALI FRAMMISTI A COLTRE PARZIALMENTE RIMANEGGIATI. ETEROMETRICI CON FRAZIONE GRANULARE NETTAMENTE PREVALENTE: GHIAIA CON SABBIA E RARI BLOCCHI DI PICCOLE DIMENSIONI. FRAZIONE FINE NETTAMENTE SUBORDINATA E SCARSAMENTE COESIVA. CLASTI POLIGENICI DA ANGOLARI A SUBARROTONDATI. COLORE BRUNO			10/14/14 1.50 PC	1.70 R 2.00				
2										
3					10/15/12 3.00 PC					
4			4.50							
		SEDIMENTI ALLUVIONALI COSTITUITI DA GHIAIA ETEROMETRICA CON SABBIA. FRAZIONE LIMOSA NETTAMENTE SUBORDINATA (<10%). CLASTI POLIGENICI SUBARROTONDATI. COLORE BRUNO - GRIGIO							4.75	
5					7/11/11 5.26 PC	5.00 R 5.30				
6					8/12/13 6.00 PC					
7					9/14/16 7.50 PC	7.00 R 7.30				
8						8.50 R 9.00				
9			10.00				(CS) 10.00	(RM) 10.00		

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

Sonda: BERETTA T44

TAV.15: CERTIFICATI DI LABORATORIO

RAPPORTO DI PROVA n. 18046-01

Verbale di accettazione N. 18046 del 01/06/2018

Data di emissione: 06/06/2018

Cliente: M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL

Cantiere: Via Coduri - Cogorno (GE)

Genova, 06/06/2018

Paolo Brasey
(Direttore del laboratorio)

RINA Consulting - GET S.r.l.
Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA Consulting S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.rinaconsulting.org - rinaconsulting@rina.org
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381 - Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.

Sede legale: Via S. Nazaro, 19 - 16145 Genova (GE)

RINA Consulting - GET Srl

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : Comune di Cogorno - Via Coduri

Identificazione Campione : S1 C1
Profondità (m) : 1.70 - 2.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia ben gradata con limo e sabbia

Data Ricevimento : 01/06/2018
Data Esecuzione Prova : 04/06/2018

Peso lordo umido	(g)	2962.00
Peso lordo secco	(g)	2871.00
Peso tara	(g)	398.37
Peso netto secco	(g)	2472.63
Peso acqua	(g)	91.00
Contenuto in acqua	**(%)**	**3.7**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : Comune di Cogorno - Via Coduri

Identificazione Campione : S1 C1
Profondità (m) : 1.70 - 2.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia ben gradata con limo e sabbia

Data Ricevimento : 01/06/2018
Data Esecuzione Prova : 06/06/2018
Class. U.S.C.S. : -

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	51.30
Sabbia (%)	37.84
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	10.86
D. max (mm)	35.0

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	24.706
D_{60} (mm)	8.478
D_{50} (mm)	5.077
D_{30} (mm)	1.321
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente
Note:

SETACCIATURA

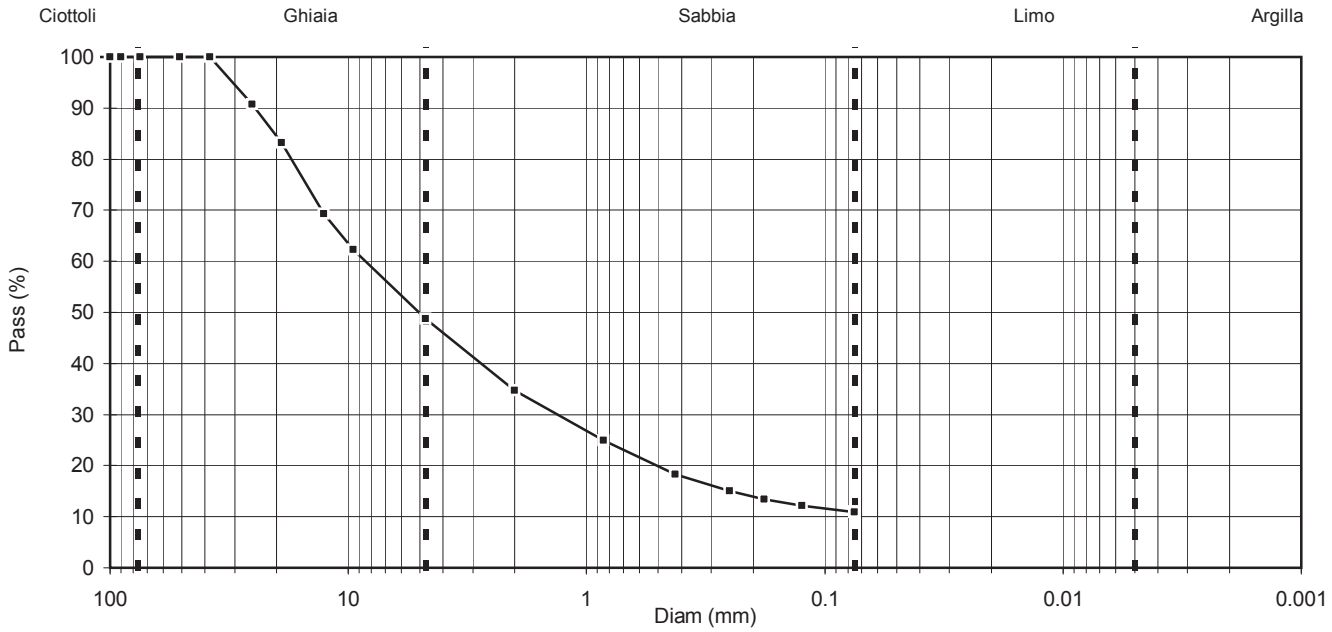
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	90.72
19.00	83.18
12.70	69.35

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	62.22
4.75	48.70
2.00	34.75
0.85	24.95
0.425	18.27
0.250	15.04
0.180	13.39
0.125	12.13
0.075	10.86

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

RINA Consulting - GET Srl

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	Comune di Cogorno - Via Coduri		
Identificazione Campione :	S1 C2		
Profondità (m) :	5.00 - 5.30	Data Ricevimento :	01/06/2018
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	01/06/2018
Descrizione del Materiale :	Ghiaia ben gradata con limo e sabbia		

Peso lordo umido	(g)	4782.00
Peso lordo secco	(g)	4398.00
Peso tara	(g)	497.92
Peso netto secco	(g)	3900.08
Peso acqua	(g)	384.00
Contenuto in acqua	**(%)**	**9.8**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : Comune di Cogorno - Via Coduri

Identificazione Campione : S1 C2
Profondità (m) : 5.00 - 5.30
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia ben gradata con limo e sabbia

Data Ricevimento : 01/06/2018
Data Esecuzione Prova : 06/06/2018
Class. U.S.C.S. : GW-GM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	48.13
Sabbia (%)	43.72
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	8.15
D. max (mm)	23.0

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	18.590
D_{60} (mm)	6.358
D_{50} (mm)	4.386
D_{30} (mm)	1.796
D_{10} (mm)	0.192
C_c	2.65
C_u	33.16

GHIAIA E SABBIA

Forma : arrotondata
Durezza : dura e resistente
Note:

SETACCIATURA

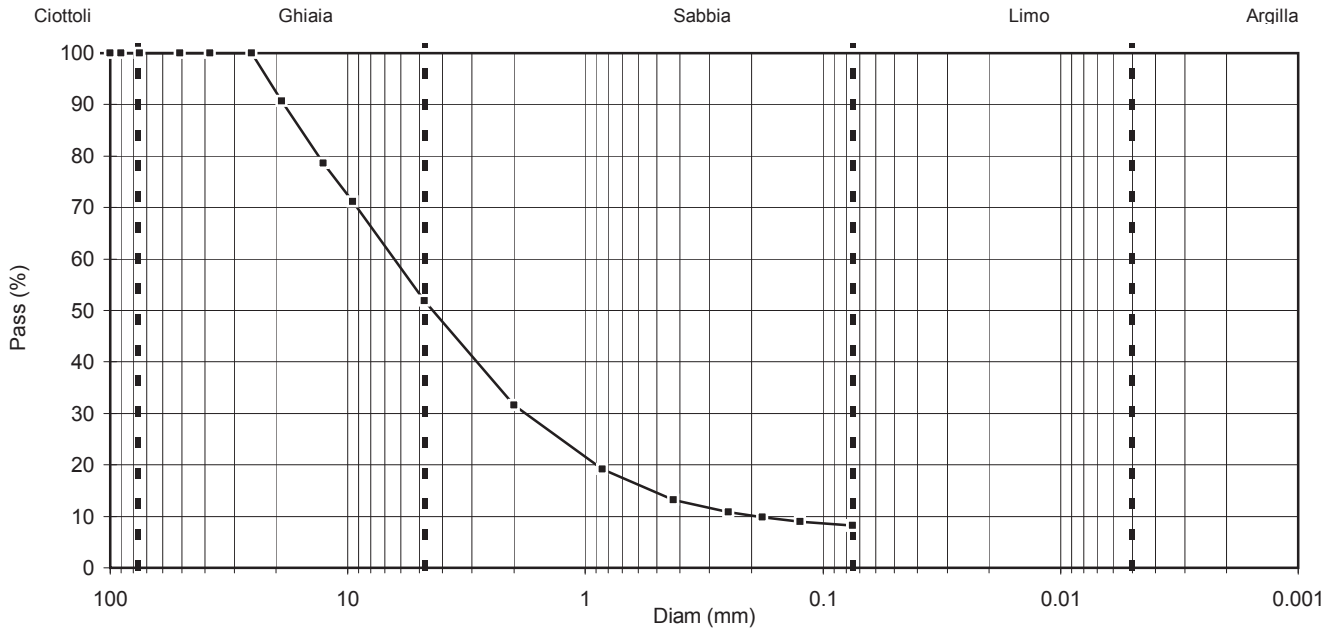
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	90.65
12.70	78.66

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	71.20
4.75	51.87
2.00	31.56
0.85	19.16
0.425	13.16
0.250	10.84
0.180	9.80
0.125	8.96
0.075	8.15

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

RINA Consulting - GET Srl

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	Comune di Cogorno - Via Coduri		
Identificazione Campione :	S1 C3		
Profondità (m) :	7.00 - 7.30	Data Ricevimento :	01/06/2018
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	01/06/2018
Descrizione del Materiale :	Ghiaia ben gradata con limo e sabbia		

Peso lordo umido	(g)	4659.00
Peso lordo secco	(g)	4280.00
Peso tara	(g)	457.63
Peso netto secco	(g)	3822.37
Peso acqua	(g)	379.00
Contenuto in acqua	**(%)**	**9.9**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : Comune di Cogorno - Via Coduri

Identificazione Campione : S1 C3
Profondità (m) : 7.00 - 7.30
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia ben gradata con limo e sabbia

Data Ricevimento : 01/06/2018
Data Esecuzione Prova : 06/06/2018
Class. U.S.C.S. : GW-GM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	52.72
Sabbia (%)	41.03
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	6.25
D. max (mm)	26.5

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	19.737
D_{60} (mm)	7.416
D_{50} (mm)	5.225
D_{30} (mm)	2.065
D_{10} (mm)	0.345
C_c	1.66
C_u	21.47

GHIAIA E SABBIA

Forma : arrotondata
Durezza : dura e resistente
Note:

SETACCIATURA

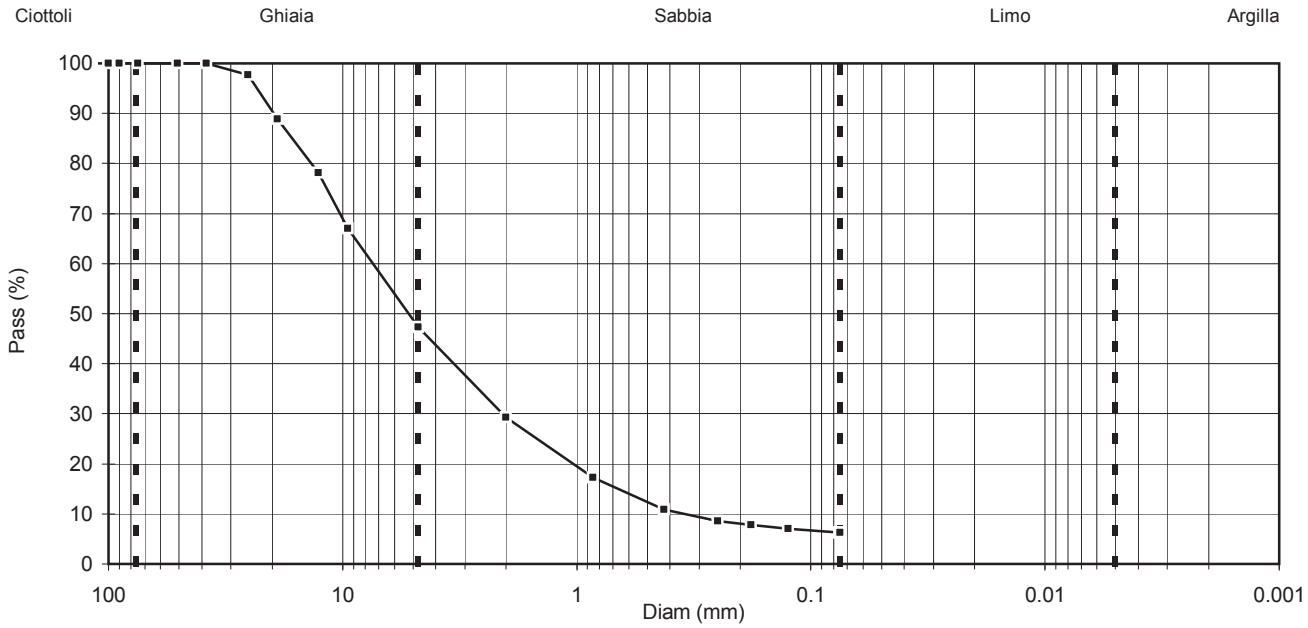
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	97.69
19.00	88.84
12.70	78.10

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	67.07
4.75	47.28
2.00	29.34
0.85	17.31
0.425	10.88
0.250	8.63
0.180	7.74
0.125	6.99
0.075	6.25

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Simone Dellepiane

RINA Consulting - GET Srl

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente :	M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL		
Località :	Comune di Cogorno - Via Coduri		
Identificazione Campione :	S1 C4		
Profondità (m) :	8.50 - 9.00	Data Ricevimento :	01/06/2018
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	01/06/2018
Descrizione del Materiale :	Ghiaia ben gradata con limo e sabbia		

Peso lordo umido	(g)	4461.00
Peso lordo secco	(g)	4111.00
Peso tara	(g)	392.13
Peso netto secco	(g)	3718.87
Peso acqua	(g)	350.00
Contenuto in acqua	**(%)**	**9.4**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

RINA Consulting - GET Srl

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : M3D COSTRUZIONI SPECIALI SRL
Località : Comune di Cogorno - Via Coduri

Identificazione Campione : S1 C4
Profondità (m) : 8.50 - 9.00
Tipo Campione : Rimaneggiato
Descrizione del Materiale : Ghiaia ben gradata con limo e sabbia

Data Ricevimento : 01/06/2018
Data Esecuzione Prova : 06/06/2018
Class. U.S.C.S. : GW-GM

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	53.21
Sabbia (%)	38.35
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	8.44
D. max (mm)	28.6

ALTRI PARAMETRI

D_{90} (mm)	22.642
D_{60} (mm)	8.353
D_{50} (mm)	5.448
D_{30} (mm)	1.978
D_{10} (mm)	0.158
C_c	2.96
C_u	52.86

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente
Note:

SETACCIATURA

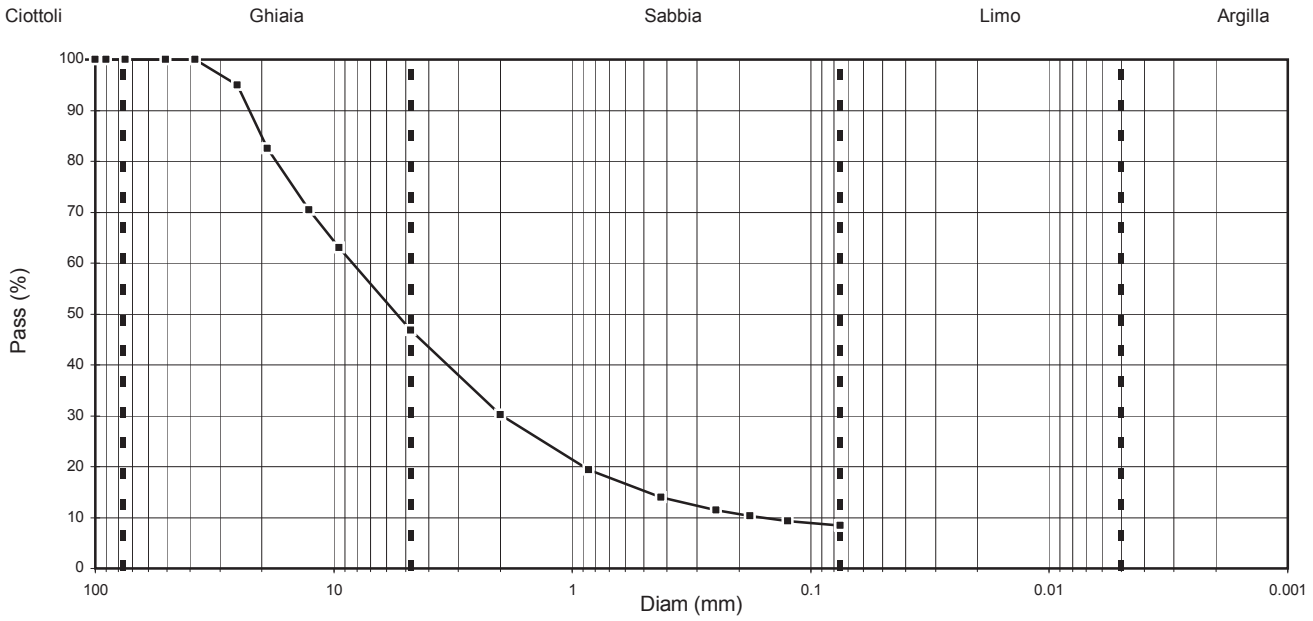
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	94.91
19.00	82.51
12.70	70.43

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	63.01
4.75	46.79
2.00	30.14
0.85	19.36
0.425	13.90
0.250	11.50
0.180	10.35
0.125	9.37
0.075	8.44

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello