

PROVINCIA DI SAVONA  
COMUNE DI VADO LIGURE

Realizzazione bretella di collegamento tra via Bertola e  
via Trieste lungo la sponda destra del torrente Segno

Progetto di fattibilità tecnico economica

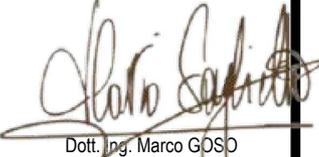
Relazione geologica

COMMITTENTE

Comune di Vado Ligure  
P.zza San Giovanni Battista, 5  
17047 Vado Ligure

PROGETTO



  
Dott. Ing. Marco GOSO  
Ordine Ingegneri Savona n. 1288

REV	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	DESCRIZIONE	ALLEGATO:	PAGINE:
D					D	79
C						
B						
A						
0	Mag. 2025			Emissione	FILE:	
					PFTE_0D_Rel_geologica_R00.pdf	

## SOMMARIO

<b>PREMESSA</b> .....	2
<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	3
<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b> .....	4
<i>ASSETTO GEOLOGICO</i> .....	5
<i>ASSETTO IDROGEOLOGICO</i> .....	11
<i>STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEI TERRENI</i> .....	18
<i>ANALISI DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE</i> .....	20
<i>MODELLO GEOLOGICO N.T.C. 2018</i> .....	21
<i>ELEMENTI DI CRITICITÀ ED ATTENDIBILITÀ DEL MODELLO GEOLOGICO</i> .....	22
<b>RELAZIONE GEOTECNICA</b> .....	23
<i>GENERALITÀ</i> .....	24
<i>MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO</i> .....	24
<i>DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE ESEGUITE E ACQUISIZIONE DATI     GEOTECNICI</i> .....	24
<i>DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI</i> .....	25
<i>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E GEOMECCANICHE</i> .....	35
<b>CONCLUSIONI</b> .....	53

## **PREMESSA**

La presente relazione geologica e geotecnica è stata eseguita per il progetto di realizzazione della bretella di collegamento tra via Bertola e via Trieste lungo la sponda destra del torrente Segno nel Comune di Vado Ligure.

L'indagine fa riferimento all'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018 e alla circolare esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 gennaio 2019, n. 7.

Il territorio in esame è riportato nell'elenco regionale dei comuni in zona sismica 3 ai sensi dell'Opcm 3519/06 (nuova classific. sismica reg. Liguria) e della conseguente Dgr. n. 216/2017 e n. 962/2018.

## **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

### ***Aggiornamento Norme tecniche per le Costruzioni 2018***

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17 gennaio 2018.

### ***Ministero delle infrastrutture e dei trasporti***

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018. (GU Serie Generale n.35 del 11-02-2019 - Suppl. Ordinario n. 5)

### ***Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici***

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

### ***dgr n.297 del 14 aprile 2017***

Differimento termine della dgr n.216 del 17/03/2017. Opcm 3519/2016. Aggiornamento classificazione sismica del territorio ligure

### ***dgr n.216 del 17 marzo 2017***

OPCM 3519/2006. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria

### ***dgr n.962 del 23 novembre 2018***

Approvazione modifiche alla classificazione sismica regionale conseguenti alla fusione dei Comuni di Montalto Ligure e di Carpasio

# **RELAZIONE GEOLOGICA**

(caratterizzazione e modellazione geologica del sito)

## ASSETTO GEOLOGICO

### ✓ ASSETTO GEOLOGICO REGIONALE

Nelle pubblicazioni scientifiche e nella cartografia geologica ufficiale l'area è stata trattata, tra l'altro, nei seguenti documenti:

CARTA GEOLOGICA D'ITALIA - Scala 1:100.000 (Fg. 92–93 – Albenga Savona).

CARTA GEOLOGICA REGIONALE CON ELEMENTI DI GEOMORFOLOGIA (CGR) sc. 1:25000 - tav. 229.3 - Vado Ligure.

BONI A., CERRO A., GIANOTTI R. & VANOSSI M. (1971) - Note illustrative della Carta geologica d'Italia. Foglio 92-93, Albenga-Savona. Serv. Geol. D'It.: pp. 143, Roma.

VANOSSI M. e Alii –Geologia delle Alpi Liguri: dati, problemi , ipotesi (1984) –Mem.Soc.Geol. It.

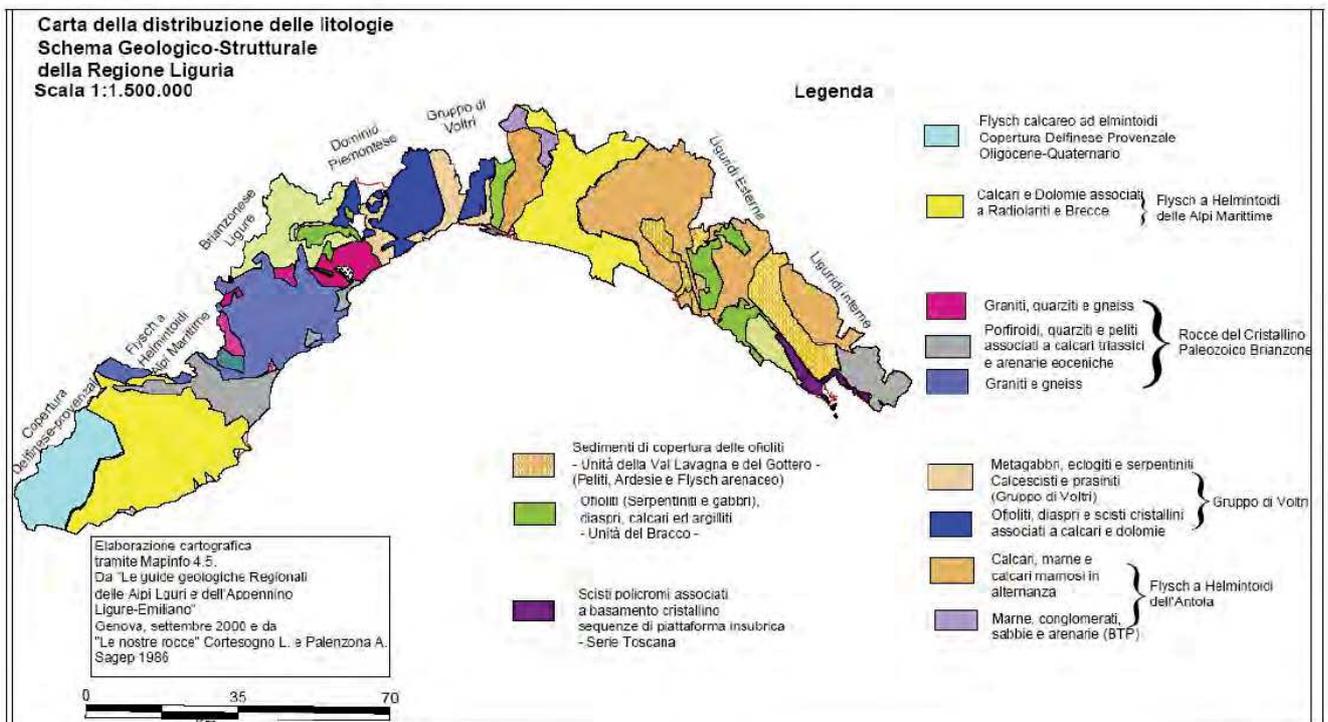
CAROBENE L. e Alii - Le variazioni ambientali nell'area di Vado Ligure dal Neolitico ad oggi (2008) - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences.

L'area in esame ricade in una zona del territorio ligure particolarmente complessa sotto il profilo geologico strutturale avendo subito e conseguentemente registrato, diverse fasi deformative riconducibili ai diversi periodi dell'orogenesi alpina sino ai movimenti relativi della costa più vicini a noi del Pliocene e del Pleistocene.

La piana del Torrente Segno, di superficie non molto estesa per quanto concerne l'origine e le prime fasi evolutive, è legata alla presenza di depressioni tettoniche, impostate su un sistema di faglie dirette e da riferirsi ad una ripresa della dinamica distensiva del bacino del Mar Ligure (Fannucci & alii 1987). I due sistemi di dislocazioni principali (60-65° e 145-150°) sono da riferire alla tettonica fragile che ha accompagnato il sollevamento dell'area durante il Plio-quaternario. Il sistema di faglie con direzione prevalente a 65° (circa parallela alla linea di costa), origina una struttura a "gradinata" verso il largo a mare o strutture tipo Horst e Graben.

## ✓ ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

Le valli comprese tra Vado Ligure e Savona sono caratterizzate da allineamento di depositi pliocenici disposti in direzione N-E con ispessimenti più o meno marcati verso l'interno dei corsi d'acqua fluviali. In particolare in sinistra idrografica del T. Segno, lungo la fascia costiera verso Savona, affiora il Pliocene inferiore in facies argillosa (Argille di Ortovero). A volte le argille sono sormontate da sabbie e conglomerati. I rilievi collinari in destra idrografica del Segno sono viceversa costituiti da affioramenti di filladi e micascisti carboniosi con frequenti vene contorte di quarzo, il tutto ascritto alla "Formazione di Ollano" (Carbonifero medio e superiore) ed ai "Porfiroidi del Melogno" (Permiano inferiore). Rocce che rappresentano il substrato geologico del materasso alluvionale della piana. Il substrato comprende in gran parte litotipi facilmente erodibili: filladi e argille e la sedimentazione continentale, durante le fasi di basso eustatico (periodi glaciali), è dominata da clasti spigolosi generati dalla degradazione fisica (favorita dalla scistosità e dalla fitta fratturazione), e dalla abbondante presenza, derivante da prevalenti processi di alterazione pedogenetica, della componente argilloso-siltoso-sabbiosa.



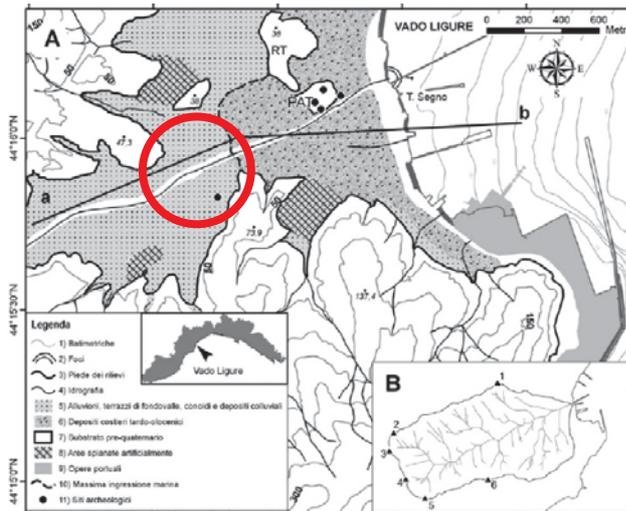
Cartografia Liguria (Allegato 1 alla D.G.R. n.105 del 20/12/1996 pubblicata sul BURL n.6 del 5 febbraio 1997 – PARTE II)

Nello specifico del sito affiorano alluvioni plio-oloceniche il cui ciclo sedimentario è legato ai processi depositivi del torrente Segno.

Il materasso alluvionale di spessore vario poggia su una superficie sepolta complessa e qui localmente costituita, dalle rocce filladiche carbonifere. I terreni alluvionali (pur tenendo conto dei rimaneggiamenti più o meno superficiali di natura antropica) sono rappresentati dalla tipica stratificazione irregolare delle sedimentazioni fluviali, con variazioni tessiturali / litologiche sia in verticale sia in orizzontale.

Trattasi di sabbie e ghiaie talora anche grossolane, disposte in lenti a forma nastriforme, allungate nel senso della corrente fluviale e intervallate da passate di sabbie fini e limi argillosi. Le alluvioni si interdigitano con il colluvio di pendio costituito dall'alterazione del substrato carbonifero. I rilievi collinari in destra idrografica del Segno sono costituiti da vasti affioramenti di filladi e micascisti carboniosi con frequenti vene contorte di quarzo (formazione di Ollano - Carbonifero medio e superiore) e da porfiroidi laminati (Porfiroidi del Melogno- Permiano inferiore) e che rappresentano il substrato geologico del materasso alluvionale della piana in sponda destra del Segno. In particolare l'evoluzione della piana vadese degli ultimi 8-9000 anni è legata allo sviluppo dell'eustatismo e della tettonica quaternaria. Questi due eventi sono documentati da diversi ordini di terrazzi marini che permettono di valutare la velocità di sollevamento dell'area savonese durante il Quaternario.

Si possono riconoscere: una fase trasgressiva, terminata circa 6000 anni fa, seguita da un periodo di relativa stabilità della linea di riva; un successivo periodo di "progradazione" e, infine, il periodo dell'alto eustatico interglaciale che arriva ai nostri giorni. Circa 9000 anni fa, un'ampia superficie emersa si estendeva per almeno un chilometro verso mare. Nell'arco di 3000 anni la piana viene ricoperta dall'avanzata del mare. Dopo un periodo di relativa stabilità, durato fino al 5000 B.P., il forte accumulo di detriti lungo costa provoca la "progradazione" della spiaggia emersa e sottomarina e la contemporanea "aggradazione" della piana alluvionale del T. Segno. A partire da 1800 anni fino ad oggi, la linea di costa ritorna relativamente stabile; la pianura alluvionale del T. Segno diventa utilizzabile all'uomo e diventa predominante l'azione antropica. (L. Carobene, M. Firpo & A. Rovere 2008).



**Carta geologica geomorfologica di Vado Ligure (Carobene – Firpo 2008)**

**CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA GENERALE**



**LEGENDA**

QUATERNARIO	
	<b>COPERTURE SCIOLTE:</b> coltri detritiche eluvio-colluviali.
	<b>TERRE ROSSE:</b> suoli arrossati da argille residuali. <i>Olocene</i>
	<b>ALLUVIONI:</b> depositi fluviali attuali e recenti; depositi di spiaggia. <i>Olocene</i>
	<b>ALLUVIONI ANTICHE:</b> conglomerati, alternanze di argille sabbiose e/o conglomerati minuti; conglomerati con matrice rossa argillosa. <i>Quaternario - Pliocene</i>
	<b>FORMAZIONI DI EZE:</b> metaandesti verdastri più o meno scistose a grana fine, presenti in intercalazioni nelle formazioni sedimentarie del tegumento. <i>Permiano inferiore? - Carbonifero superiore?</i>
	<b>PORFIROIDI DEL MELOGNO:</b> metavulcaniti piroclastiche, talvolta ignimbritiche a composizione da rilitica a dacitica; porfiri rilitici a grossi cristalli di K-feldspato (mV <sup>*</sup> ); localmente con lentif a composizione dacitica (mV <sup>**</sup> ). <i>Permiano inferiore?</i>
	<b>SCISTI DI GORRA:</b> scisti quarzoso micacei fini comunemente di origine mista da sedimenti quarzo pellici con inquinamento di materiale vulcanico acido (tuffi, piroclastiti). Scisti quarzoso micacei bianco argentei, metaguarziti fini bianche monomineraliche, locali intercalazioni di metabasiti della formazione di Eze pcG <sup>*</sup> , con subordinate intercalazioni di Porfiroidi del Melogno. <i>Permiano inferiore - Carbonifero superiore</i>
	<b>FORMAZIONE DI VIOLA:</b> scisti quarzoso micacei varicolori da verdi a scuri, localmente arrossati, a grana media, localmente ricchi di cloritoidi o carbonati ankeritici. <i>Carbonifero superiore</i>
	<b>FORMAZIONI DI MURIALDO:</b> filadi scure grafiche, con frequenti lentif e vene di quarzo, locali intercalazioni di metabasiti della formazione di Eze pcM <sup>*</sup> . <i>Carbonifero superiore</i>
	<b>METASEDIMENTI PERMIANI:</b> metasedimenti riferibili alle formazioni precedenti non cartografabili separatamente. <i>Permiano inferiore - Carbonifero superiore</i>



## INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

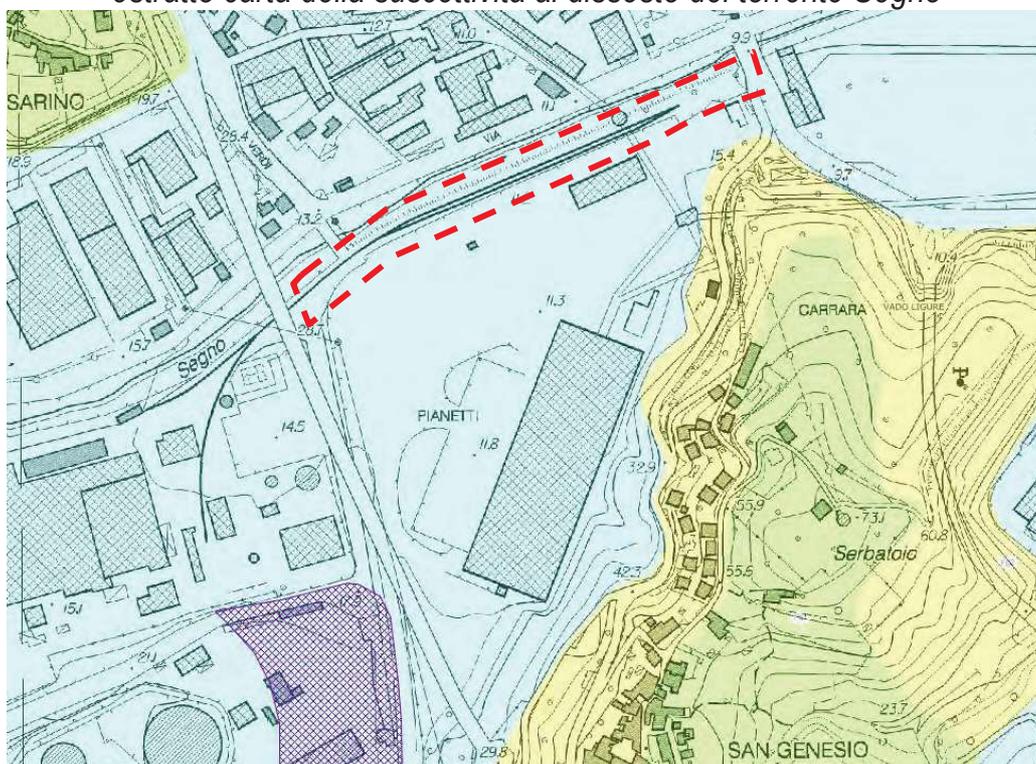
L'area in oggetto è ubicata in un contesto di pianura franca all'interno del tessuto urbano di Vado Ligure in sponda destra del torrente Segno in fregio all'argine fluviale.

La zona si presenta fortemente antropizzata trattandosi di una ex-area industriale (utilizzata per circa un secolo come cokeria) che ha subito nel tempo notevoli trasformazioni e rimaneggiamenti; in particolare l'intervento si attuerà tra l'argine fluviale attuale e il confine della proprietà TRI SpA dove in precedenza era ubicato un tracciato ferroviario secondario a servizio della attività industriali in loco.

Non si evidenziano frane o forme erosive di una qualche importanza ed il contesto territoriale esaminato risulta a bassa vulnerabilità specifica senza particolari problemi geomorfologici in terreni pressoché pianeggianti.

Il piano di bacino del T. Segno indica che la zona in oggetto ricade in Pg0 con suscettività "Molto Bassa" nella C.S.D.V.

*estratto carta della suscettività al dissesto del torrente Segno*



PG0

## **ASSETTO IDROGEOLOGICO**

### **Acque superficiali**

L'idrografia superficiale è condizionata dalla presenza del T. Segno che costituisce il principale corso d'acqua della zona e che delinea la lineazione morfologica di maggiore importanza dell'intera "Valle di Vado" e che rappresenta l'asse di drenaggio sia ipogeo sia superficiale del bacino di competenza.

La piana alluvionale del Segno risulta, dall'esame dei parametri di criticità idraulica riportata nel P.d.B. esposta al rischio inondabilità con eventi di piena con tempo di ritorno associato a 200 e 500 anni.

### **Acque sotterranee**

L'assetto morfostrutturale complessivo del bacino sedimentario della vasta piana vadese è derivato dal sommarsi degli effetti evolutivi tipici delle piane alluvionali della Liguria Occidentale con fenomeni di subsidenza sin-sedimentari, attività tettonica recente e movimenti di basculamento accompagnati da deformazioni fragili lungo sistemi coniugati di faglie a direttrice complessa. Tale situazione ha permesso di definire una pianura con buoni spessori del materasso alluvionale frequentemente superiori a 30m.

Lo schema idrogeologico della valle del Segno appare assai articolato, in relazione alla variabilità litologica e alla complessità geostrutturale del territorio dove possono distinguersi almeno due domini idrogeologici principali.

Il primo si evidenzia in corrispondenza dei rilievi collinari e montuosi dove la circolazione idrica sotterranea avviene negli ammassi rocciosi e che generalmente non porta allo sviluppo di acquiferi significativi di adeguata estensione e potenza.

Il secondo interessa la piana alluvionale che risulta possedere una falda di sub-alveo alimentata dal torrente Segno che costituisce la struttura idrogeologica più importante della valle omonima.

Trattasi di una struttura idrogeologica del tipo "sistema globale acquifero/fiume" con rapporto diretto tra falda e sistema fluviale; l'alimentazione è garantita dai processi di dispersione in subalveo ed in parte con ricariche provenienti dal substrato roccioso fratturato o dalle zone

fagliate.

Il materasso alluvionale è caratterizzato da una stratificazione irregolare con disomogeneità composizionali sia verticali che orizzontali con deposizione prevalente di ghiaie e sabbie anche grossolane in lenti nastriformi allungate nel senso della corrente intervallate da orizzonti di materiali fini a componente limosa o limo-argillosa.

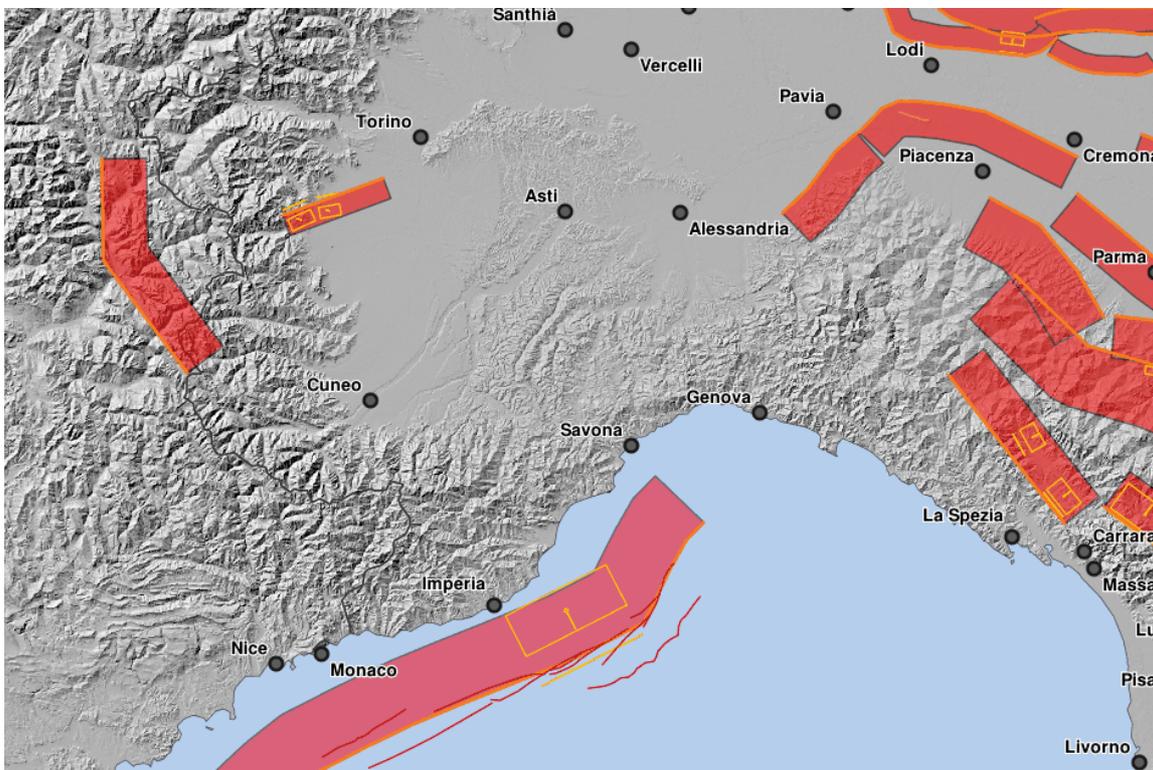
La configurazione locale dell'acquifero contenuto nel materasso alluvionale risulta abbastanza complessa e non conosciuta nel dettaglio. Tuttavia dall'interpolazione dei dati che si possono ricavare dai numerosi sondaggi fatti all'interno dell'area TRI SPA ed integrati dai sondaggi eseguiti nel dicembre 2022 dalla ditta "Geofisica-Ambiente srls" si può delineare la seguente geometria:

- il limite superiore è costituito dalla superficie piezometrica libera che si trova a bassa profondità (mediamente intorno ai -3 /-5 m) in relazione all'andamento locale del p.c e delle oscillazioni della falda stessa in relazione ai livelli delle acque fluviali. Misure eseguite durante i sondaggi nel mese di dicembre 2022 (periodo comunque di secca del torrente) hanno confermato un'altezza media di circa -4,5 m dal p.c..
- i limiti laterali sono costituiti dai rilievi collinari che definiscono morfologicamente la vallata.

L'acquifero è strutturalmente unitario ma tende tuttavia a differenziarsi in subacquiferi locali in comunicazione tra loro in relazione all'andamento complesso delle stratificazioni fluviali tra sedimenti grossolani e fini.

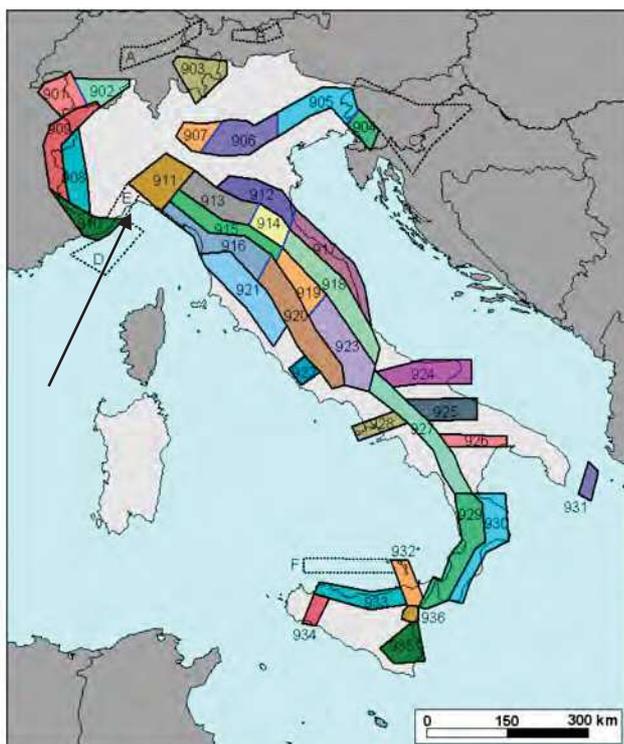
## **SISMOTETTONICA E INDIVIDUAZIONE DEI LINEAMENTI SISMICI ATTIVI E SISMICITÀ DELLA LIGURIA OCCIDENTALE**

La pericolosità sismica regionale è basata sullo schema proposto dal Gruppo Nazionale Difesa Terremoti (G.N.D.T.), considerando i terremoti che ricadono nella zona sismogenetica di competenza. Si fa riferimento per quanto attiene al quadro sismotettonico della Liguria occidentale alle analisi eseguite dall'INGV che individuano la presenza di faglie considerate attive e possibili sorgenti sismo genetiche. Nell'immagine satellitare riportata sono indicate, con fasce di colore arancione, le zone sismo genetiche riconosciute dell'Italia Nord Occidentale.

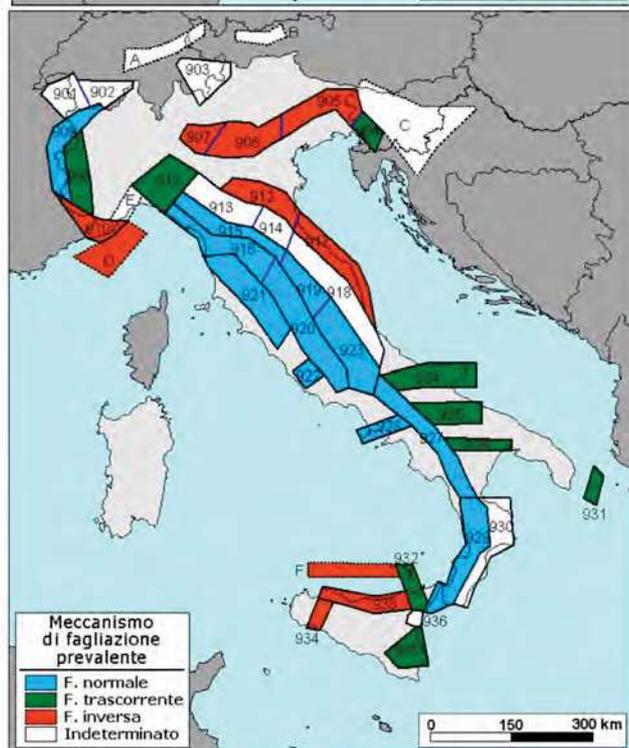


Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia  
Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) – Versione 3.2.0

Le zone sismogenetiche s'individuano sulla base dell'omogeneità delle caratteristiche geologiche, geofisiche e di sismicità storica. Ciascuna zona è caratterizzata da un sistema di strutture sismogenetiche consistente in uno o più sistemi di faglie maggiori, responsabili degli eventi a più alta energia, e numerose faglie minori, responsabili degli eventi a più bassa energia.

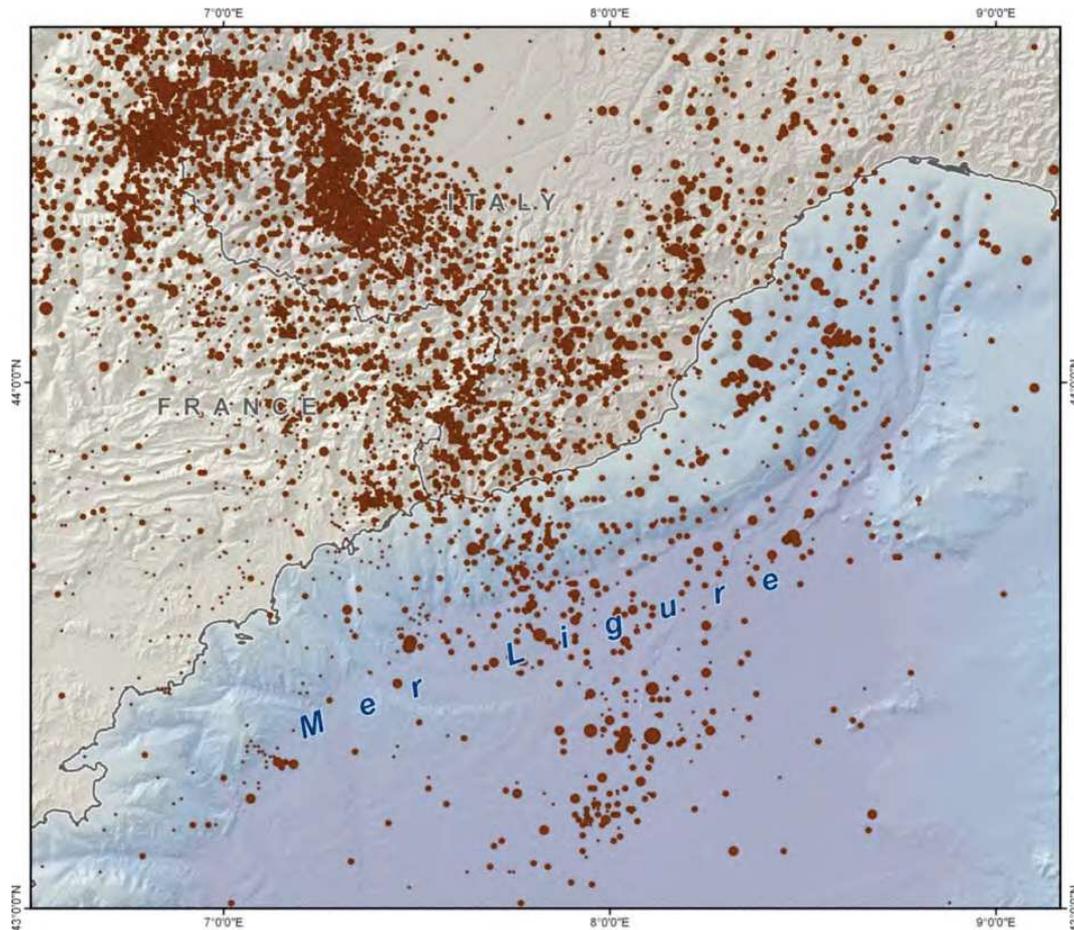


Zonazione sismogenetica ZS9 del territorio italiano – (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - 2004)



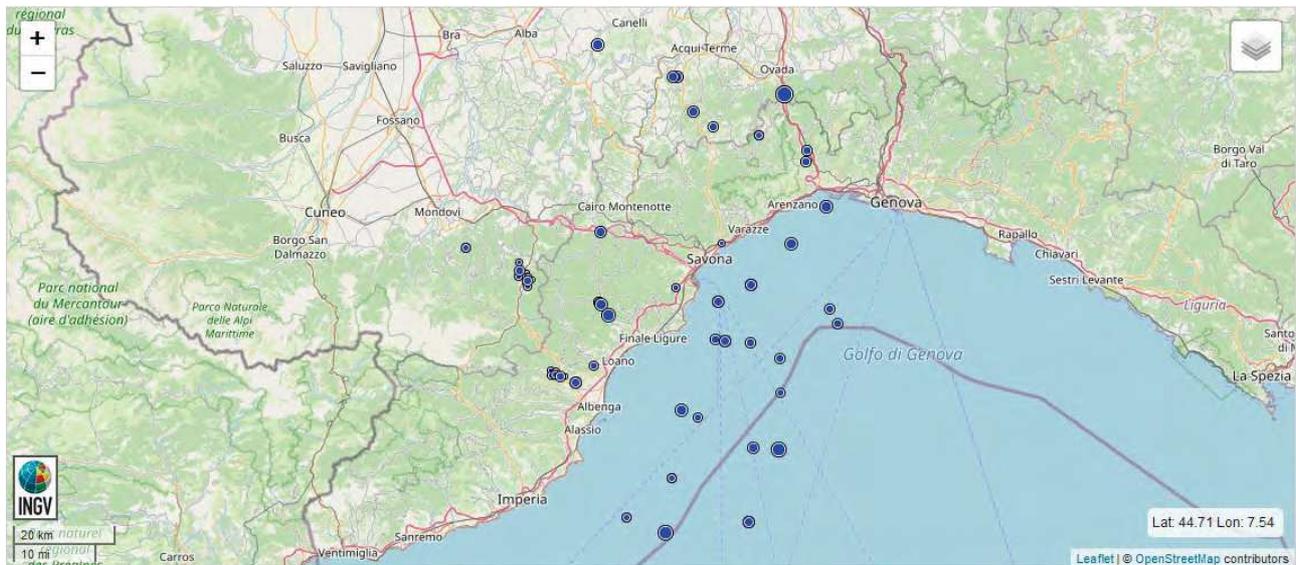
Meccanismo di fagliazione prevalente atteso per le diverse zone sismogenetiche che compongono la zonazione sismogenetica ZS9. L'assegnazione è stata fatta su una combinazione dei meccanismi focali osservati con dati geologici a varie scale (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - 2004)

Le aree di maggiore attività sismica della Liguria Occidentale sono circoscritte alla parte centrale del Mar Ligure e ad una o più fasce in corrispondenza della scarpata e del piede di scarpata continentale. In terra, il più significativo allineamento, con andamento NW-SE, si estende dalla costa sino al limite meridionale del Massiccio dell'Argentera.



*Sismicità dell'area nel periodo 1060-2004. La gran maggioranza dei meccanismi focali noti è di natura compressiva, trascorrente o transpressiva.*

Il territorio della provincia di Savona è considerato sin dai tempi storici un'area con attività sismica non particolarmente significativa. I due eventi principali che hanno interessato la Liguria occidentale sono il terremoto del Nizzardo del 1564 e quello del Mar Ligure del 1887. Quest'ultimo evento, di magnitudine  $M_w = 6,9$  (GUIDOBONI et alii, 2007), ha determinato gravi danni (legati anche a fenomeni di amplificazione sismica locale) nella provincia di Imperia e nella parte più occidentale della provincia di Savona. Per quanto riguarda l'analisi della sismicità attuale, si può fare riferimento ai lavori dell'Università di Genova (Eva et al, 2003), in cui sono stati considerati tutti i dati rilevati nel periodo 1983- 1999 dalla rete sismica regionale (e da quelle francesi localizzate lungo il margine occidentale delle Alpi Occidentali). In totale per l'area della Liguria Occidentale, sono stati localizzati oltre 7000 eventi con  $1.5 \leq M \leq 5.0$ . La sismicità è generalmente bassa ma con scosse di una certa frequenza e possibili rari forti terremoti ad esempio si ricordano le sequenze recenti:



Data e Ora (Italia)	Magnitudo	Zona	Profondità	Latitudine	Longitudine
2020-02-22 01:53:51	ML 2.3	3 km S Belforte Monferrato (AL)	9	44.60	8.66
2020-10-24 19:59:46	Md 1.9	Costa Ligure centro occidentale (Savona)	11	43.83	8.37
2020-10-28 06:37:39	ML 1.9	Costa Ligure centro occidentale (Savona)	7	43.98	8.65
2021-01-16 22:09:46	ML 1.8	3 km NW Magliolo (SV)	8	44.21	8.23
2020-12-23 23:01:29	ML 1.6	5 km NW Magliolo (SV)	10	44.23	8.21
2020-07-22 13:42:36	ML 1.6	Costa Ligure centro occidentale (Savona)	6	44.04	8.41
2020-02-07 10:18:33	ML 1.6	Costa Ligure centro orientale (Genova)	0	44.34	8.68
2020-02-12 16:24:24	ML 1.6	1 km NE Cossano Belbo (CN)	11	44.68	8.21
2020-02-26 05:42:33	ML 1.5	3 km S Belforte Monferrato (AL)	10	44.60	8.66
2020-07-28 11:25:53	ML 1.5	Costa Ligure centro orientale (Genova)	9	44.40	8.76
2020-03-11 20:33:24	ML 1.4	1 km W Castelletto d'Erro (AL)	11	44.63	8.39
2020-06-17 11:46:08	ML 1.4	2 km E Malvicino (AL)	9	44.57	8.44
2020-07-02 13:24:44	ML 1.4	Costa Ligure centro occidentale (Savona)	7	43.98	8.58
2020-03-04 11:38:31	ML 1.4	1 km SE Millesimo (SV)	1	44.36	8.21
2020-03-11 20:37:15	ML 1.4	Castelletto d'Erro (AL)	13	44.63	8.40
2020-01-27 13:54:10	ML 1.3	Costa Ligure centro occidentale (Savona)	1	44.24	8.50
2020-03-14 04:22:09	ML 1.3	Costa Ligure centro occidentale (Savona)	21	43.85	8.57
2020-06-12 11:31:33	ML 1.3	1 km NE Cisano sul Neva (SV)	1	44.09	8.15
2020-11-26 06:02:00	ML 1.3	Costa Ligure centro occidentale (Savona)	11	44.17	8.52
2020-08-26 12:15:27	ML 1.3	Costa Ligure centro occidentale (Savona)	0	44.27	8.58

## SISMICITA' RELATIVA ALLA ZONA DI VADO LIGURE

Ai fini dell'analisi della sismicità recente dell'area sono stati presi in considerazione anche gli eventi registrati dalle reti di monitoraggio delle Alpi Sud Occidentali sia italiane che francesi distribuite in prossimità del confine italo-francese (es. Dipteris, LDG, ReNaSS).

In sostanza, in tutta la Riviera di Ponente le notizie sulla sismicità storica riguardano terremoti con epicentro a mare. La massima energia degli eventi sismici viene liberata a mare, sul margine e entro il Bacino andando a scemare verso levante nel golfo di Genova.

In conclusione si può affermare che una sismicità di varia intensità interessa tutto il margine ligure alpino e gran parte della piana bacinale del Mar Ligure, con una certa concentrazione nell'area in esame. I meccanismi focali noti sono, prevalentemente, di tipo compressivo o transpressivo. Associando questi dati ai dati sulla tettonica dell'area del ponente ligure si può prendere in considerazione uno scenario di riattivazione in compressione (serraggio) di tutto il Bacino Ligure p.d., senza peraltro escludere l'importanza di altri meccanismi geodinamici agenti sulla catena e sulla costa. Il quadro sismo-tettonico secondo le analisi dell'INGV individua quindi, per il territorio di parte della provincia di Savona nel settore di ponente, un livello di rischio medio- basso con un'area comunque caratterizzata da possibili forti terremoti ma rari. Il comune di Vado Ligure ricade, ai sensi della DGR n.216/2017 e n. 962/2018, nella Classe Sismica 3.

## **STRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA DEI TERRENI**

I dati stratigrafici sono stati desunti sia da quelli reperibili nella “storia” dell’area in questione che ha portato all’esecuzione nel tempo di diverse indagini geologiche e di caratterizzazione ambientale accompagnate da sondaggi di varia natura. A questo riguardo si è fatto riferimento alla “relazione geologica a supporto del progetto definitivo per la realizzazione del ponte di via alla Costa e relativa viabilità di accesso -anno 2021 Geol . D. Delucchi e L. Maldotti”. Inoltre sono stati eseguiti nel mese di dicembre 2022 n. 5 sondaggi geognostici specificatamente riferiti al presente progetto da parte della ditta specializzata Geofisica & Ambiente srls portati alla profondità di 15-20m.

Si rileva che il sottosuolo naturale è costituito, da sedimenti tipici degli ambienti fluviali delle pianure alluvionali della Liguria occidentale. Sono presenti sabbie e ghiaie franche, sabbie anche con abbondante frazione grossolana in matrice limosa o limo- argillosa intervallati da lenti e orizzonti francamente pelitici discontinui.

L’assetto litostratigrafico così delineato permette di giustificare un modello deposizionale di ambiente fluviale - deltizio nel quale i terreni più grossolani sono interpretabili come riempimenti dell’alveo inciso ad alta energia, la cui ampia diffusione areale è legata alle diverse configurazioni morfologiche assunte dal paleoalveo.

La presenza di particolari conformazioni dei livelli limo-argillosi, caratterizzati localmente da contatti bruschi e poco gradualmente con gli orizzonti sabbiosi, è spiegabile attraverso successive e ripetute fasi erosivo/deposizionali di natura fluviale, determinate dalle diverse configurazioni areali assunte dall’alveo principale del corso d’acqua o dei canali secondari da esso alimentati. I livelli pelitici derivano da contesti a bassa energia deposizionale, tipica delle zone palustri o delle pianure alluvionali distali, quando le acque di tracimazione danno luogo a ristagni e langhe paludose poste in vicinanza con il l’alveo attivo.

I terreni sedimentari quaternari di natura fluviale soggiacciono in discordanza con contatto erosionale su un substrato roccioso metamorfico carbonifero a morfologia sepolta complessa e/o sulle argille plioceniche. Si deve tener conto anche del forte rimaneggiamento superficiale a seguito dell’attività industriale che ha interessato tutta la zona in sponda destra del Segno

eseguita in passato ed in particolare nel secolo scorso.

Riassumendo l'orizzonte più superficiale, per uno spessore variabile tra 1,5-2 m, è costituito materiali rimaneggiati prevalentemente grossolani e riporti. I sottostanti sedimenti sono caratterizzati da sabbie medie-fini limose, passanti generalmente verso il basso a limi sabbiosi, a colorazione nocciola-brunastra, variamente addensati. Il bed-rock sepolto risulta a profondità variabile, che supera i 20-30 m in fregio alla sponda destra del T. Segno (infatti i sondaggi geognostici eseguiti nel 2022 non hanno mai intercettato il substrato).

## **ANALISI DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE**

Scenario di pericolosità	Presenza nella cartografia ufficiale e/o dati bibliografici	Quadro di pericolosità attuale	Grado di pericolosità potenziale	Note
Frane e movimenti di versante	si	assente	assente	Il sito si localizza in un'area, dove non sono osservabili dissesti e/o frane. Il Piano di Bacino stralcio del rischio idrogeologico indica la zona in Pg0 a suscettività al dissesto molto bassa.
Crolli di massi	no	assente	assente	Fenomeni non segnalati.
Esondazioni	si	media	media	Sito posto in ambito di pianura fortemente antropizzata, all'interno alla perimetrazione delle fasce d'inondabilità riportate nel piano di bacino del t Segno (fascia B).I lavori di allargamento delle sezioni idrauliche del Segno ridurranno notevolmente i rischi esondativi in zona.
Erosione concentrata	no	assente	assente	Fenomeni non segnalati.
Cavità	no	assente	assente	Il substrato geologico risulta costituito da rocce metamorfiche antiche e marne argillose non esposte a fenomeni carsici.
Subsidenza	no	basso	basso	Fenomeni non segnalati
Scavi e sbancamenti	-	-	medio/alto	Si prevede l'esecuzione di scavi per la realizzazione dell'infrastruttura stradale con la profilatura delle scarpate e l'allargamento dell'alveo del Segno e la successiva realizzazione del nuovo argine con fronti di altezza mediamente di 3/5m. Saranno necessarie cautele e adeguate procedure operative nell'esecuzione degli scavi stessi in relazione alla presenza di terreni di natura sedimentaria sciolti in fregio al corso d'acqua del Segno e falda correlata con i livelli fluviali.
Liquefazione	si	molto-basso	molto-basso	Dagli studi eseguiti sulla liquefazione in loco è emerso un giudizio di rischio di liquefazione "molto-basso" e una suscettività alla liquefazione "incerta".
Faglie attive Rischio attivazione	No nelle immediate vicinanze	assente	assente	Non sono segnalate faglie attive in prossimità del sito.
Faglie capaci Rischio attivazione	No nelle immediate vicinanze	assente	assente	Non sono segnalate faglie capaci in corrispondenza del sito (da ITHACA - CATALOGO DELLE FAGLIE CAPACI ISPRA-Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia)
Sismica	Zona 3	medio basso	medio basso	MEDIO-BASSO (sulla base della sismicità storica dell'area e della strutturazione sismo genetica della zona del savonese e in relazione alla zonizzazione 3 ai sensi dell'Opcm 3519/06 e della Dgr. n. 216/2017 e 968/2018. Area caratterizzata da possibili forti terremoti ma molto rari.

### **MODELLO GEOLOGICO N.T.C. 2018**

Il modello geologico del sito risulta caratterizzato dalla presenza in superficie di depositi sedimentari limo - sabbiosi – ghiaiosi (fortemente rimaneggiati in superficie) con il bed-rock che si posiziona in profondità mediamente oltre -20/30 m lungo l'alveo del t. Segno. Presenza della falda con profondità intorno ai -3/-5 m dal piano campagna attuale ed in relazione ai tiranti idrici diretti del corso d'acqua.

L'area risulta a bassissima pericolosità geomorfologica (PG0 nel PDB), mentre il sito ricade in zona inondabile nella fascia B con tempi di ritorno 200 ennali.

La zona sismica in cui ricade il comune di Vado Ligure è 3 dove gli eventi sismici, seppur di intensità minore, possono comunque creare danni. La categoria del sottosuolo ai fini sismici è " B" e le condizioni topografiche in "T1".

## **ELEMENTI DI CRITICITÀ ed ATTENDIBILITÀ DEL MODELLO GEOLOGICO**

In questo capitolo si analizzano le incertezze nella ricostruzione del modello geologico di riferimento. Si può comunque ritenere (anche in considerazione dei dati geo-stratigrafici acquisiti con indagini geognostiche dirette) che il modello geologico adottato descriva con sufficiente accuratezza lo scenario naturale “in grande” salvo specificazioni particolari e locali che potranno essere successivamente approfondite e controllate in fase esecutiva e di cantiere sotto il controllo dei tecnici incaricati.

# **RELAZIONE GEOTECNICA**

(caratterizzazione e modellazione geotecnica del sito)

## **GENERALITÀ**

La relazione, secondo le specifiche della normativa vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla caratterizzazione e alla modellazione geotecnica dei terreni interagenti con l'opera, e riassume i risultati delle analisi svolte per la successiva verifica delle condizioni di sicurezza e la valutazione delle prestazioni nelle condizioni d'esercizio del sistema costruzione-terreno.

## **MODELLO GEOTECNICO DI RIFERIMENTO**

L'area di studio è caratterizzata da sedimenti alluvionali costituiti da sabbie, ghiaie e limi e subordinati livelli fini di natura pelitica. I materiali sedimentari hanno un comportamento prevalentemente "granulare" e poggiano sul sottostante bed-rock di rocce permo-carbonifere fratturate e/o marne argillose plioceniche ad una profondità mediamente superiore ai - 20/-30 m lungo tutto l'asse dell'alveo del T. Segno.

Presenza della falda di sub-alveo in diretto contatto con le acque fluviali scorrenti in superficie.

## **DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DELLE INDAGINI E DELLE PROVE ESEGUITE E ACQUISIZIONE DATI GEOTECNICI**

Al fine di determinare l'andamento stratigrafico del sottosuolo nel tratto di intervento, le proprietà geotecniche dei terreni ci si è basati sulle evidenze emerse durante l'esecuzione e l'elaborazione di indagini in sito eseguite dalla ditta "Geofisica ed Ambiente SRLS" nel Dicembre 2022 a corredo del presente progetto. Sono stati anche prese in considerazione i dati provenienti dal "Rapporto indagini geognostiche" eseguite a corredo del "progetto definitivo per la realizzazione del ponte di via alla Costa e relativa viabilità di accesso - anno 2021 Geol. D. Delucchi e L. Maldotti".

Sono state realizzati dalla ditta "Geofisica ed Ambiente SRLS" n°5 sondaggi geognostici a rotazione (carotaggio) a profondità comprese tra 15 e 20m con l'esecuzione di SPT e prelievo di campioni su cui sono state eseguite le pertinenti analisi di laboratorio.

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati eseguiti mediante una apposita sonda montata su

cingoli e condotti utilizzando carotiere semplice di  $\phi = 101$  mm, colonna di rivestimento di  $\phi = 127$  mm e aste di perforazione con  $\phi = 76$  mm.

Il tagliente utilizzato per l'avanzamento era munito di corone a prismi di widia. La perforazione è stata condotta con acqua, ottenendo in tal modo un'elevata percentuale di recupero unitamente ad una buona rappresentatività dei litotipi sciolti campionati.

L'ubicazione dei luoghi del carotaggio, riportata in allegato a fine testo, è stata individuata sulla base delle esigenze di progetto, compatibilmente con la reale accessibilità del sito. La disposizione individuata ha consentito una visione completa degli assetti stratigrafici della zona di intervento.

Sono state utilizzate per la caratterizzazione geotecnica principalmente i risultati delle prove penetrometriche dinamica in foro corredati con le analisi granulometriche di vari campioni prelevati dai sondaggi stessi. Tale prova consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti di avanzamento prestabiliti di 15 cm) misurando il numero di colpi N necessari. Tali prove sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione e le numerose correlazioni per estrapolare alcuni valori geotecnici significativi. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato e permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con la caratterizzazione stratigrafica.

Le colonne stratigrafiche sono visibili negli allegati posti a fine testo. Inoltre sono state eseguite anche prove ed indagini sismiche tramite Re.Mi.

### **DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI**

Per *valore caratteristico* ( $V_k$ ) di un parametro geotecnico si intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato; nello specifico quel valore quale è associata una prefissata probabilità di non superamento (non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove).

Secondo le Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC (comma

C.6.2.2) si possono utilizzare le seguenti combinazioni:

A) Valori caratteristici circa uguali ai valori medi;

B) Valori caratteristici circa uguali ai valori minimi.

Secondo l'Eurocodice 7 e le NTC, i valori caratteristici "Xk" consistono in una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite. La circolare ministeriale illustra chiaramente come tali valori debbano essere scelti.

In particolare:

*"Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità. La scelta di valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei terreni; basti pensare, ad esempio, all'effetto delle discontinuità sul valore operativo della resistenza non drenata. Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato".*

Nel caso in esame, la rigidità della struttura fondale è tale da ottenere compensazione strutturale delle eterogeneità con trasferimento delle sollecitazioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Pertanto i valori caratteristici saranno ubicati in prossimità dei valori medi.

Pertanto la sequenza da utilizzarsi ai fini progettuali è la seguente:

Valori medi ( $V_m$ )       $\longrightarrow$     Valori Caratteristici ( $V_k$ )       $\longrightarrow$     Valori di Progetto ( $V_d$ )

### **Caratterizzazione geotecnica**

È stato utilizzato il codice di calcolo "Dynamic Probing 2018" e "CV\_SOIL" proposti dalla ditta "GEOSTRU". Il primo programma consente di determinare alcuni tra i parametri geotecnici più significativi nella caratterizzazione dei suoli prevalentemente granulari attraverso correlazioni con gli SPT. Le casistica litologica che rientra nelle numerose correlazioni proposte, sia per suoli coesivi sia incoerenti, permette di caratterizzare una grande varietà di terreni ed in particolare quelli granulari. Inoltre la presenza delle granulometrie eseguite in corrispondenza

all'incirca delle prove SPT alle varie profondità rende maggiormente significative le correlazioni attinenti ai sedimenti presenti ed in particolare per il calcolo dell'angolo di attrito interno, il peso volume naturale e saturo.

## Sondaggio n. 1

Profondita' (m)	Nr. Colpi
2.15	5
2.30	7
2.45	7
4.15	6
4.30	7
4.45	7
6.15	5
6.30	7
6.45	8
8.15	4
8.30	5
8.45	6
10.15	6
10.30	7
10.45	9
12.15	5
12.30	6
12.45	6

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda
14	2.45	14
14	4.45	14
15	6.45	15
11	8.45	11
16	10.45	15.5
12	12.45	12

## Sondaggio n. 2

Profondita' (m)	Nr. Colpi
2.15	7
2.30	8
2.45	8
4.15	6
4.30	9
4.45	8
6.15	5
6.30	7
6.45	7
8.15	7
8.30	8
8.45	8
10.15	9
10.30	8
10.45	10
12.15	10
12.30	8
12.45	9

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Nspt corretto per presenza falda
2.45	16	16
4.45	16	17
6.45	14	14
8.45	16	15.5
10.45	18	16.5
12.45	17	16

## Sondaggio n. 3

Profondita' (m)	Nr. Colpi
2.15	2
2.30	2
2.45	3
4.15	4
4.30	6
4.45	7
6.15	7
6.30	8
6.45	9
8.15	6
8.30	7
8.45	7
10.15	6
10.30	9
10.45	9
12.15	10
12.30	9
12.45	12

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda
5	2.45	5
13	4.45	13
17	6.45	16
14	8.45	14
18	10.45	16.5
21	12.45	18

## Sondaggio n. 4

Profondita' (m)	Nr. Colpi
2.15	2
2.30	2
2.45	2
4.60	4
4.75	5
4.90	6
6.15	3
6.30	4
6.45	4
9.15	3
9.30	5
9.45	6
12.15	6
12.30	7
12.45	8
14.65	8
14.80	9
14.95	10

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda
4	2.45	4
11	4.90	11
8	6.45	8
11	9.45	11
15	12.45	15
19	14.95	17

## Sondaggio n. 5

Profondita' (m)	Nr. Colpi
4.60	6
4.75	7
4.90	9
6.15	4
6.30	5
6.45	5
7.65	3
7.80	5
7.95	6
9.15	5
9.30	6
9.45	7
12.15	7
12.30	6
12.45	8
14.15	6
14.30	8
14.45	6

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda
16	4.90	15.5
10	6.45	10
11	7.95	11
13	9.45	13
14	12.45	14
14	14.45	14

In particolare sono state utilizzate le seguenti correlazioni secondo diversi autori quali:

### *Angolo di attrito*

#### **Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)**

Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 m; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 m per terreni sopra falda e < 8 m per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)

#### **Malcev (1964)**

Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m e per valori di angolo di attrito < 38°)

$$\varphi = 25 - 5 \cdot \text{Log}(\sigma_{v0}) + 3.73 \cdot \text{Log}(NSPT_{corr})$$

#### **Sowers (1961)**

Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 m. sopra falda e < 7 m per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.

#### **JAPANESE NATIONALE RAILWAY ( Shioi-Fukuni 1982)**

$$\varphi = 0.3 \cdot NSPT_{corr} + 27$$

Angolo di attrito (gradi) valido per sabbie medie e grossolane-ghiaiose.

#### **Shioi and Fukuni, 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)**

valido per sabbie -sabbie fini o limose a profondità minime di 2 m dal p.c. (cond. Ottimali per prof. > 8 m sopra falda e > 15 m per terreni in falda)  $s > 15$  t/mq.

#### **Mitchell e Katti (1965)**

Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### **Peso di Volume**

#### **Meyerhof ed altri**

valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### **Peso di volume saturo**

Terzaghi-Peck (1948-1967)

## Sondaggio1

### Angolo di resistenza al taglio

NSPT	Prof. Strato (m)	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway
14	2.45	31	31.92	31.01	30	29.49	31.2
14	4.45	31	31.92	29.71	30	29.49	31.2
15	6.45	31.29	32.2	29.24	30	30	31.5
11	8.45	30.14		28.31	29	27.85	30.3
16	10.45			28.49	30	30.25	31.65
12	12.45			27.77	29	28.42	30.6

### Peso unità di volume

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
14	2.45	14	Meyerhof et al.	1.85
14	4.45	14	Meyerhof et al.	1.85
15	6.45	15	Meyerhof et al.	1.88
11	8.45	11	Meyerhof et al.	1.76
16	10.45	15.5	Meyerhof et al.	1.89
12	12.45	12	Meyerhof et al.	1.79

### Peso unità di volume saturo

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
14	2.45	14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
14	4.45	14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
15	6.45	15	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
11	8.45	11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
16	10.45	15.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
12	12.45	12	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.93

## Sondaggio2

### Angolo di resistenza al taglio

NSPT	Prof. Strato (m)	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway
16	2.45	31.57	32.48	31.97	30-32	30.49	31.8
17	4.45	31.86	32.76	30.77	30-32	30.97	32.1
14	6.45	31.00	31.92	30.08	30-32	29.49	31.2
16	8.45	31.43		29.92	30-32	30.25	31.65
18	10.45			29.75	30-32	30.73	31.95
17	12.45			29.43	30-32	30.49	31.8

### Peso unità di volume

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
16	2.45	16	Meyerhof et al.	1.91
17	4.45	17	Meyerhof et al.	1.93
14	6.45	14	Meyerhof et al.	1.85
16	8.45	15.5	Meyerhof et al.	1.89
18	10.45	16.5	Meyerhof et al.	1.92
17	12.45	16	Meyerhof et al.	1.91

### Peso unità di volume saturo

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
16	2.45	16	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
17	4.45	17	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
14	6.45	14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
16	8.45	15.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
18	10.45	16.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96

### Sondaggio3

#### Angolo di resistenza al taglio

NSPT	Prof. Strato (m)	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway
5	2.45	28.43	29.4	29.71	<30	23.66	28.5
13	4.45	30.71	31.64	29.81	30-32	28.96	30.9
17	6.45	31.57	32.48	29.49	30-32	30.49	31.8
14	8.45	31		28.81	30-32	29.49	31.2
18	10.45			28.66	30-32	30.73	31.95
21	12.45			28.44	30-32	31.43	32.4

#### Peso unità di volume

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m³)
5	2.45	5	Meyerhof et al.	1.54
13	4.45	13	Meyerhof et al.	1.82
17	6.45	16	Meyerhof et al.	1.91
14	8.45	14	Meyerhof et al.	1.85
18	10.45	16.5	Meyerhof et al.	1.92
21	12.45	18	Meyerhof et al.	1.95

#### Peso unità di volume saturo

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m³)
5	2.45	5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.89
13	4.45	13	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
17	6.45	16	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
14	8.45	14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
18	10.45	16.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96
21	12.45	18	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.97

### Sondaggio4

#### Angolo di resistenza al taglio

NSPT	Prof. Strato (m)	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway
4	2.45	28.14	29.12	29.4	<30	22.75	28.2
11	4.90	30.14	31.08	29.85	<30	27.85	30.3
8	6.45	29.29	30.24	28.88	<30	25.95	29.4
11	9.45	30.14	31.08	28.64	<30	27.85	30.3
15	12.45	31.29	32.2	28.51	30-32	30	31.5
19	14.95	31.86	32.76	28.28	30-32	30.97	32.1

#### Peso unità di volume

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m³)
4	2.45	4	Meyerhof et al.	1.49
11	4.90	11	Meyerhof et al.	1.76
8	6.45	8	Meyerhof et al.	1.66
11	9.45	11	Meyerhof et al.	1.76
15	12.45	15	Meyerhof et al.	1.88
19	14.95	17	Meyerhof et al.	1.93

#### Peso unità di volume saturo

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m³)
4	2.45	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.88
11	4.90	11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
8	6.45	8	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.91
11	9.45	11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
15	12.45	15	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
19	14.95	17	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.96

## Sondaggio5

NSPT	Prof. Strato (m)	Peck-Hanson-Thornbur n-Meyerhof 1956	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway
16	4.90	31.43	32.34	30.48	30	30.25	31.65
10	6.45	29.86	30.8	29.24	29	27.25	30
11	7.95	30.14	31.08	29	29	27.85	30.3
13	9.45	30.71		28.89	30	28.96	30.9
14	12.45			28.39	30	29.49	31.2
14	14.45			28.07	30	29.49	31.2

## Peso unità di volume

NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m <sup>3</sup> )
16	4.90	15.5	Meyerhof et al.	1.89
10	6.45	10	Meyerhof et al.	1.73
11	7.95	11	Meyerhof et al.	1.76
13	9.45	13	Meyerhof et al.	1.82
14	12.45	14	Meyerhof et al.	1.85
14	14.45	14	Meyerhof et al.	1.85

## Peso unità di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
[1] -	16	4.90	15.5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.95
[2] -	10	6.45	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[3] -	11	7.95	11	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.92
[4] -	13	9.45	13	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
[5] -	14	12.45	14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94
[6] -	14	14.45	14	Terzaghi-Peck 1948-1967	1.94

## **CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E GEOMECCANICHE**

Il software CVSoil“ della “GEOSTRU” consente di determinare i parametri geotecnici caratteristici secondo un approccio probabilistico, considerando quindi le quantità statistiche ricavate su opportuni campioni di prove.

I parametri geotecnici vengono trattati come variabili casuali, e l'insieme dei valori assunti dai parametri come una popolazione statistica. Si assume che le grandezze indagate ( $\phi$ ,  $\gamma$ ,  $c$  ect.) varino in modo casuale all'interno del volume di terreno significativo, del volume di terreno, cioè, che risente della realizzazione dell'opera in progetto. La derivazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata di un valore peggiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%.

Si tratta pertanto di un margine conservativo del 5% (che può coincidere con un 5° percentile

od un 95° percentile della distribuzione statistica in considerazione), il quale ci garantisce probabilisticamente di avere un 95% dei casi per i quali il valore caratteristico ci cautelela.

I criteri in base ai quali scegliere la procedura di calcolo dei parametri caratteristici all'interno di uno strato omogeneo di terreno sono due:

1) In base al numero di misure effettuate. Con l'aumentare delle dimensioni del campione migliora la stima della media e della deviazione standard della popolazione che servono per costruire la curva della densità di probabilità e quindi stimare il valore corrispondente alla probabilità di non superamento del 5%.

2) In base alla presenza o meno di compensazione delle resistenze del terreno (Circolare del 21.01.2019).

Le opere che coinvolgono grandi volumi di terreno sono quelle che portano a variazioni tensionali, all'interno di una porzione abbastanza elevata di sottosuolo, tali da dare origine a una compensazione delle resistenze. Si parla in questo caso di resistenze compensate: le zone di terreno a resistenza minima e massima vengono sollecitate contemporaneamente e quello che emerge è un comportamento meccanico intermedio fra i due estremi. Per questo motivo, per ogni verticale d'indagine eseguita all'interno del volume significativo si effettua una stima cautelativa del valore medio dei parametri geotecnici. Inoltre pur essendo i "campioni" n compresi tra 5 e 30 sono state utilizzate le espressioni della distribuzione t di Student.

<b>Nome</b>	Sondaggio da 1 a 5
<b>Tipo di prova</b>	Dinamica in foro
<b>Profondità prova[m]</b>	p.c.
<b>Falda</b>	Presente
<b>Categoria del suolo</b>	B
<b>Spessore [m]</b>	Da -12,45 a -14,95 m

# Sondaggio n. 1

## Elenco delle misure

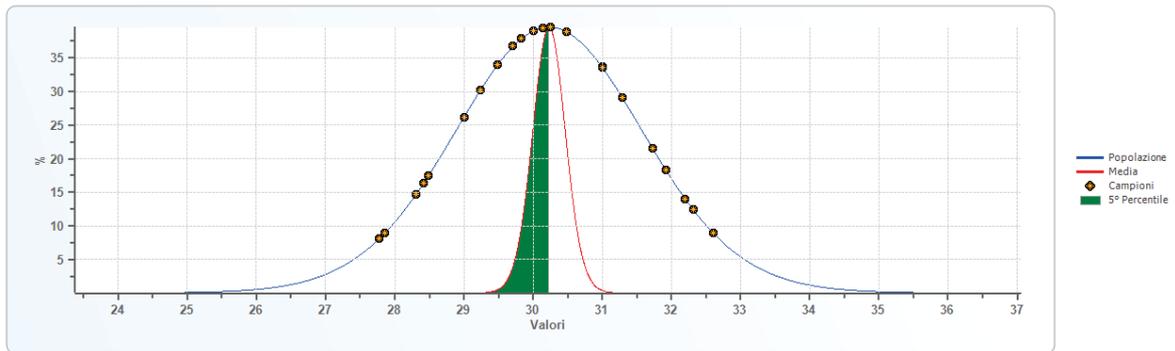
	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturato [kN/mc]
1	31,00	14,00	1,85	1,94
2	31,00	14,00	1,85	1,95
3	31,29	15,00	1,88	1,92
4	30,14	11,00	1,76	1,95
5	31,92	16,00	1,89	1,93
6	31,92	12,00	1,79	
7	32,20			
8	31,01			
9	31,92			
10	29,71			
11	29,24			
12	28,31			
13	28,49			
14	27,77			
15	30,00			
16	30,00			
17	30,00			
18	29,00			
19	30,00			
20	29,00			
21	29,49			
22	29,49			
23	30,00			

24	27,85			
25	30,25			
26	28,42			
27	31,73			
28	31,73			
29	32,32			
30	29,83			
31	32,61			
32	30,49			
33	29,49			

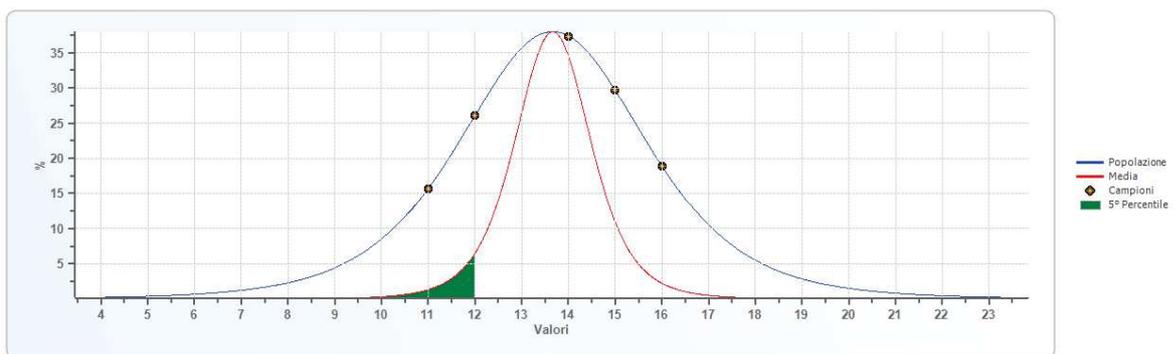
### Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Valore considerato	valore medio	valore medio	valore medio	valore medio
Valore caratteristico	30,23	13,67	1,84	1,94
Minimo	27,77	11,00	1,76	1,92
Massimo	32,61	16,00	1,89	1,95
Valore medio	30,23	13,67	1,84	1,94
Varianza	1,81	3,47	0,00	0,00
Dev. St.	0,24	0,83	0,02	0,01
Dev. St. Med.	0,24	0,83	0,02	0,01
Percentile	(5°) 30,23	(5°) 9,56	(5°) 1,72	(5°) 1,91
percentile media	(5°) 30,23	(5°) 11,99	(5°) 1,79	(5°) 1,92
C.O.V.	0,05	0,15	0,03	0,01

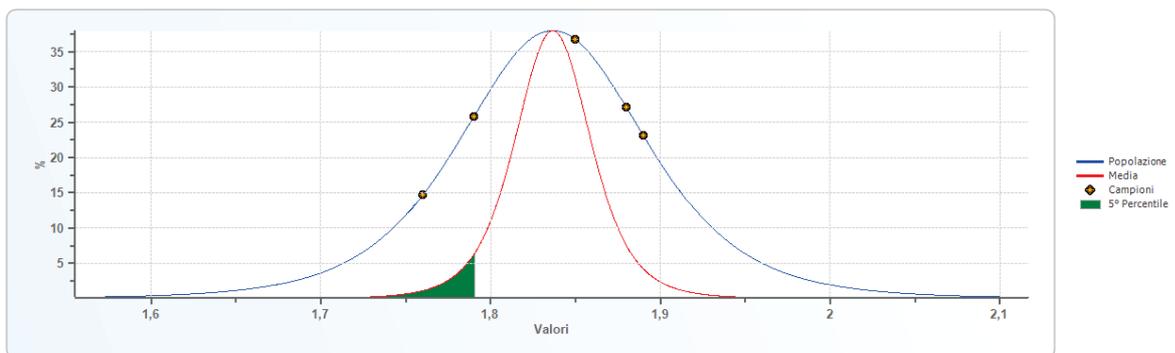
### phi' - Angolo di resistenza al taglio



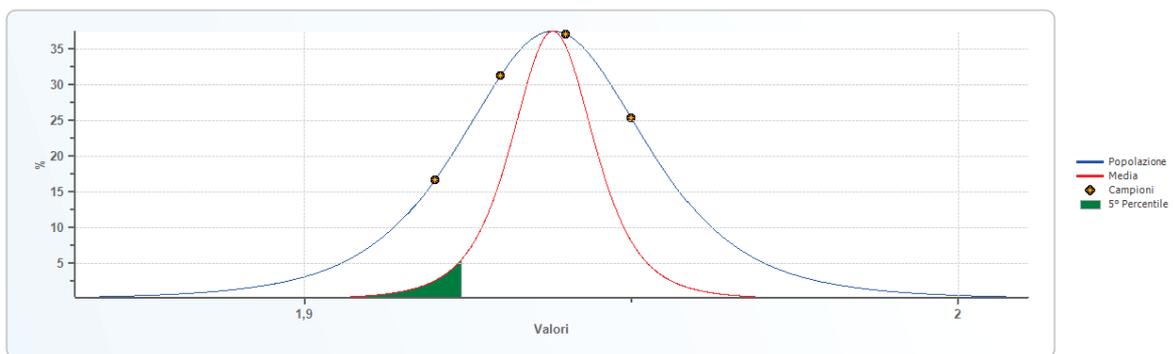
### N(30) - N spt



### Dry unit weight - Peso di volume naturale



### Saturated unit weight - Peso di volume saturo



## Sondaggio n. 2

	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturato [kN/mc]
1	31,57	16,00	1,91	1,96
2	31,86	17,00	1,93	1,96
3	31,00	14,00	1,85	1,94
4	31,43	16,00	1,89	1,95
5	31,92	18,00	1,92	1,96
6	32,76	17,00	1,91	
7	31,92			
8	31,97			
9	30,77			
10	30,08			
11	29,92			
12	29,75			
13	29,43			
14	30,00			
15	30,00			
16	30,00			
17	30,00			
18	30,00			

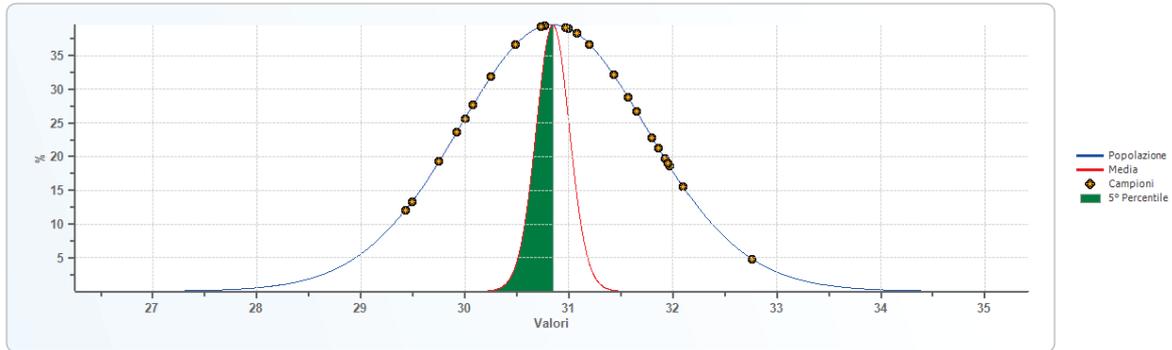
19	30,00			
20	30,49			
21	30,49			
22	30,97			
23	29,49			
24	30,25			
25	30,73			
26	30,49			
27	31,08			
28	32,10			
29	31,20			
30	31,65			
31	31,95			
32	31,80			

### Risultati elaborazione

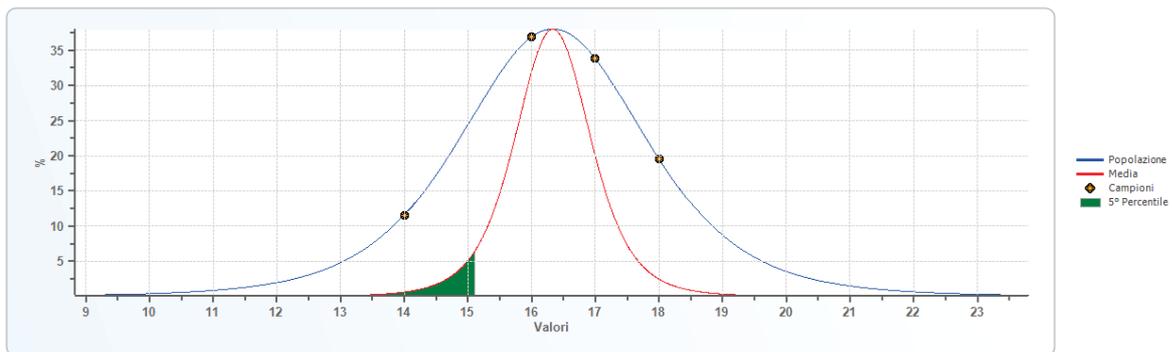
	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student
Valore considerato	valore medio	valore medio	valore medio	valore medio
Valore caratteristico	30,85	16,33	1,90	1,95
Minimo	29,43	14,00	1,85	1,94
Massimo	32,76	18,00	1,93	1,96
Valore medio	30,85	16,33	1,90	1,95
Varianza	0,81	1,87	0,00	0,00
Dev. St.	0,16	0,61	0,01	0,00
Dev. St. Med.	0,16	0,61	0,01	0,00

Percentile	(5°) 30,85	(5°) 13,32	(5°) 1,84	(5°) 1,93
percentile media	(5°) 30,85	(5°) 15,10	(5°) 1,88	(5°) 1,94
C.O.V.	0,03	0,09	0,02	0,01

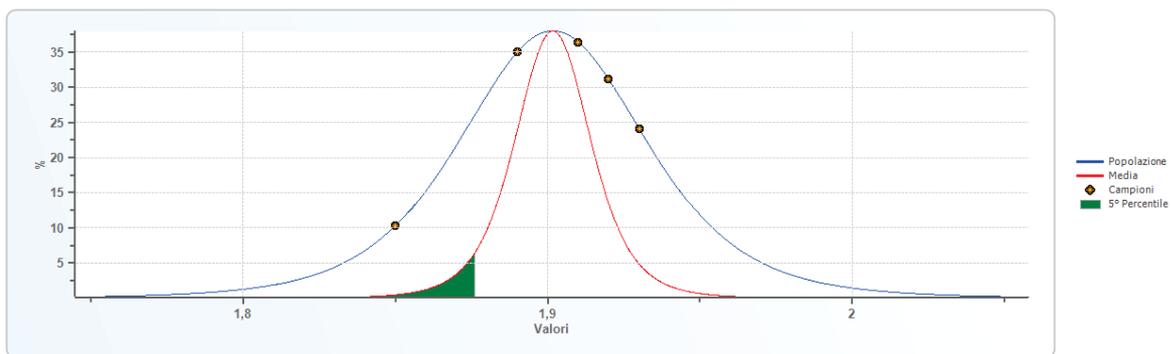
**phi' - Angolo di resistenza al taglio**



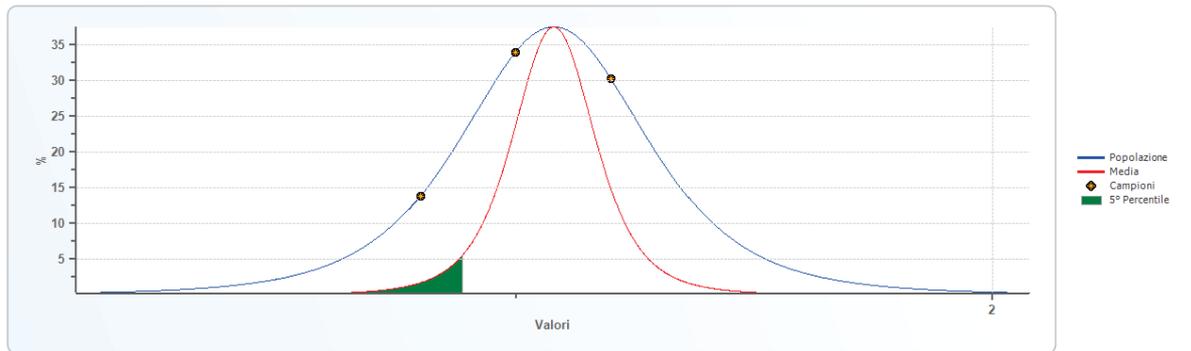
**N(30) - N spt**



**Dry unit weight - Peso di volume naturale**



Saturated unit weight - Peso di volume saturo



## Sondaggio n. 3

### Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	28,43	5,00	1,54	1,94
2	30,71	13,00	1,91	1,96
3	31,57	17,00	1,85	1,94
4	31,00	14,00	1,92	1,96
5	29,04	18,00	1,95	1,97
6	31,64	21,00	1,82	
7	32,48			
8	29,71			
9	29,81			
10	29,49			
11	28,81			
12	28,66			
13	28,44			
14	28,00			
15	30,00			
16	30,00			

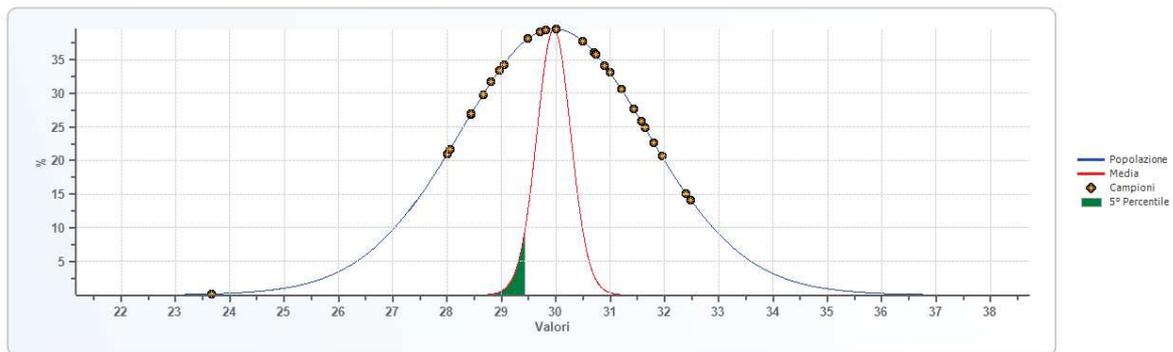
17	30,00			
18	30,00			
19	30,00			
20	23,66			
21	28,96			
22	30,49			
23	29,49			
24	30,73			
25	31,43			
26	28,05			
27	30,90			
28	31,80			
29	31,20			
30	31,95			
31	32,40			

### Risultati elaborazione

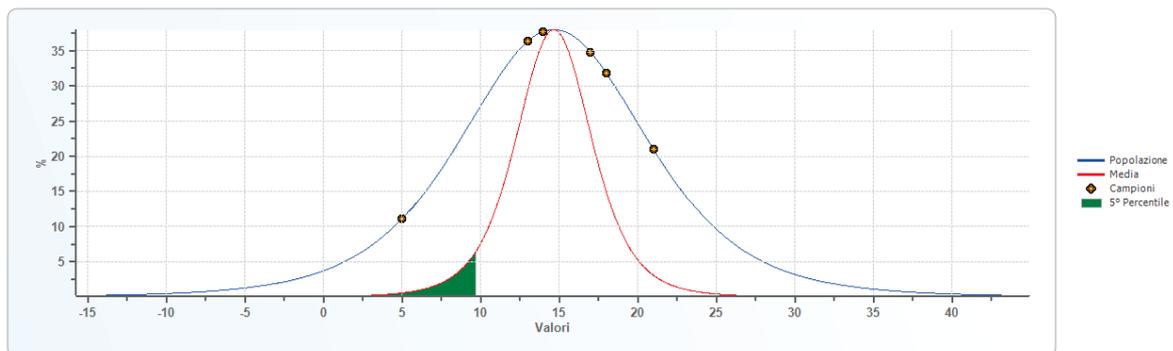
	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student
Valore considerato	valore medio	valore medio	valore medio	valore medio
Valore caratteristico	29,96	14,67	1,83	1,95
Minimo	23,66	5,00	1,54	1,94
Massimo	32,48	21,00	1,95	1,97
Valore medio	29,96	14,67	1,83	1,95
Varianza	2,98	30,67	0,02	0,00
Dev. St.	0,32	2,48	0,07	0,01

Dev. St. Med.	0,32	2,48	0,07	0,01
Percentile	(5°) 26,99	(5°) 2,44	(5°) 1,50	(5°) 1,92
percentile media	(5°) 29,43	(5°) 9,68	(5°) 1,70	(5°) 1,94
C.O.V.	0,06	0,41	0,09	0,01

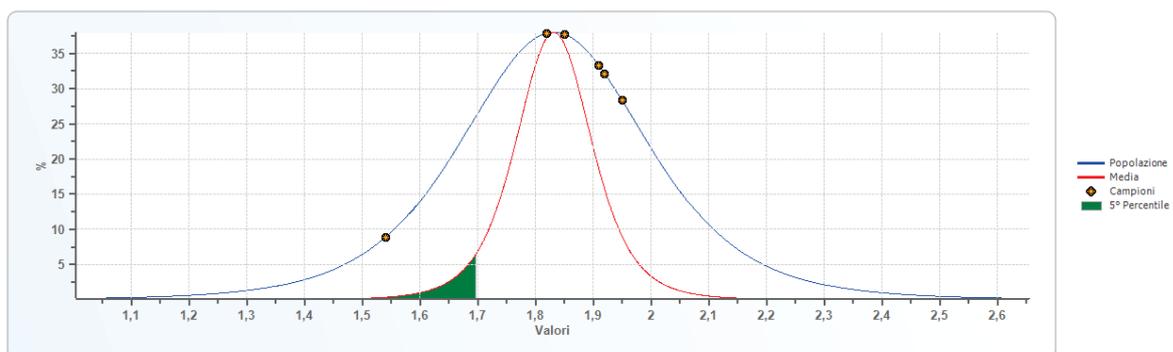
phi' - Angolo di resistenza al taglio



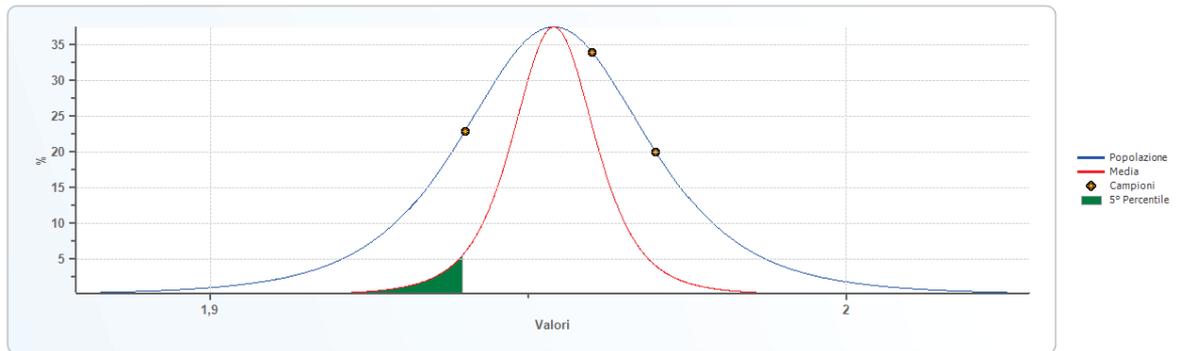
N(30) - N spt



Dry unit weight - Peso di volume naturale



Saturated unit weight - Peso di volume saturo



## Sondaggio n. 4

### Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	28,14	4,00	1,49	1,92
2	30,14	11,00	1,76	1,91
3	29,29	8,00	1,66	1,92
4	30,14	11,00	1,76	1,95
5	29,12	15,00	1,88	1,96
6	31,08	17,00	1,93	
7	30,24			
8	29,40			
9	29,85			
10	28,88			
11	28,64			
12	28,51			
13	28,28			
14	29,00			
15	29,00			
16	29,00			

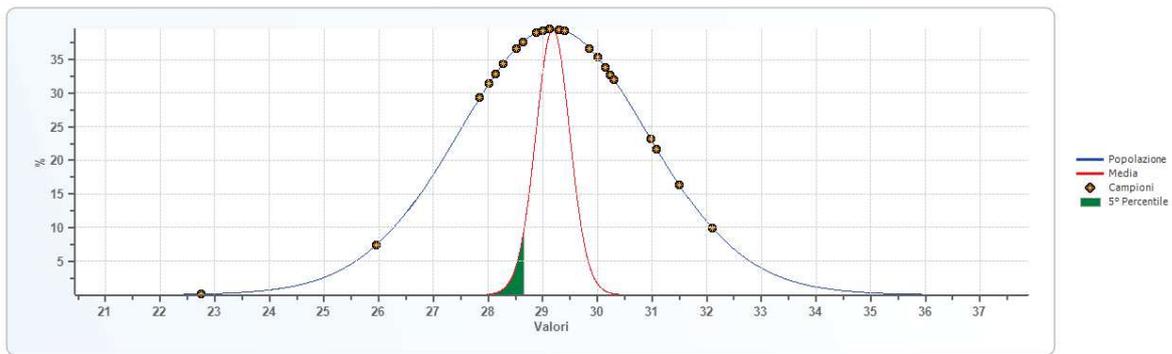
17	29,00			
18	30,00			
19	30,00			
20	22,75			
21	27,85			
22	25,95			
23	27,85			
24	30,00			
25	30,97			
26	28,02			
27	30,30			
28	29,40			
29	30,30			
30	31,50			
31	32,10			

## Risultati elaborazione

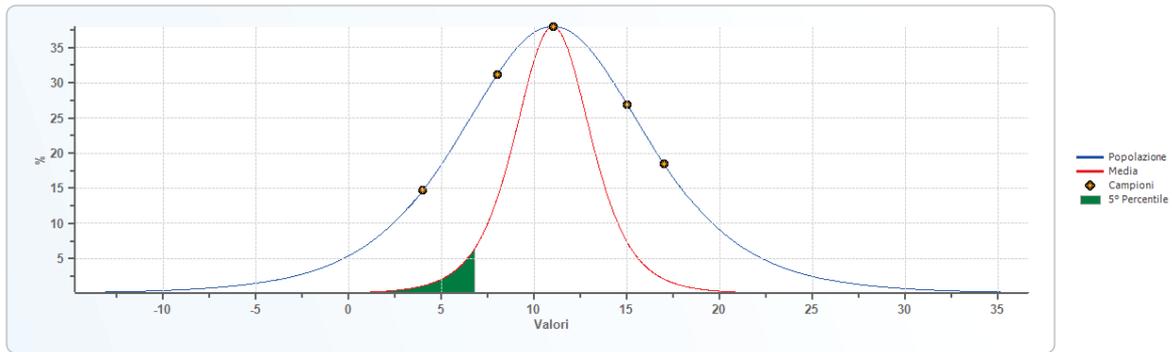
	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione standard
Valore considerato	valore medio	valore medio	valore medio	valore medio
Valore caratteristico	29,18	11,00	1,75	1,93
Minimo	22,75	4,00	1,49	1,91
Massimo	32,10	17,00	1,93	1,96
Valore medio	29,18	11,00	1,75	1,93
Varianza	2,94	22,00	0,03	0,00

Dev. St.	0,31	2,10	0,07	0,01
Dev. St. Med.	0,31	2,10	0,07	0,01
Percentile	(5°) 26,22	(5°) 0,65	(5°) 1,40	(5°) 1,90
percentile media	(5°) 28,65	(5°) 6,77	(5°) 1,60	(5°) 1,92
C.O.V.	0,06	0,47	0,10	0,01

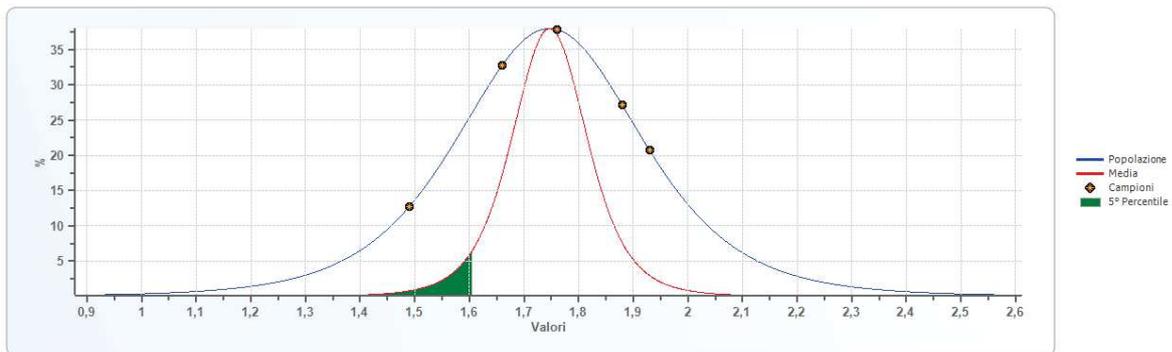
phi' - Angolo di resistenza al taglio



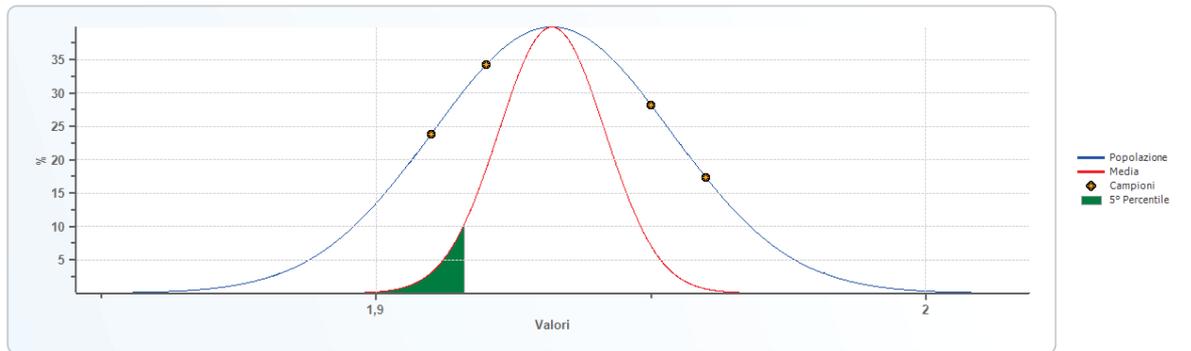
N(30) - N spt



Dry unit weight - Peso di volume naturale



Saturated unit weight - Peso di volume saturo



## Sondaggio n. 5

### Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	31,43	16,00	1,89	1,95
2	29,86	10,00	1,73	1,92
3	30,14	11,00	1,76	1,92
4	30,71	13,00	1,82	1,94
5	32,34	14,00	1,85	1,94
6	30,80	14,00	1,85	1,94
7	31,08			
8	30,48			
9	29,24			
10	29,00			
11	28,89			
12	28,39			
13	28,07			
14	30,00			
15	29,00			
16	29,00			

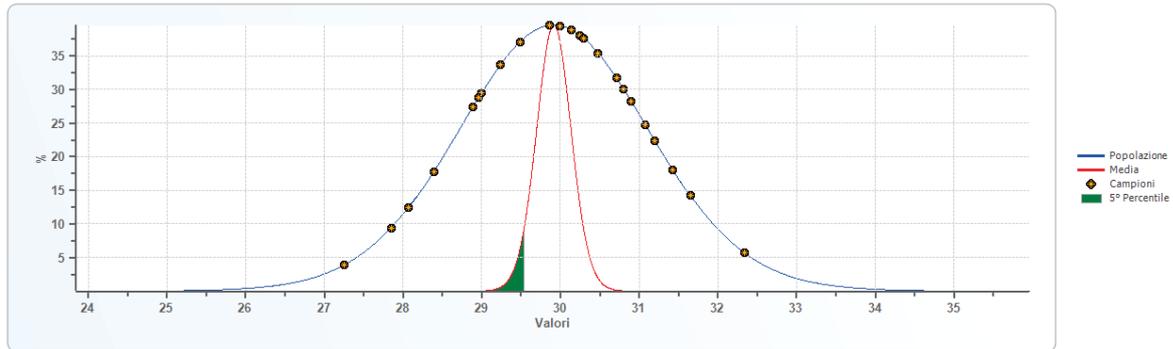
17	30,00			
18	30,00			
19	30,00			
20	30,25			
21	27,25			
22	27,85			
23	28,96			
24	29,49			
25	31,65			
26	30,00			
27	30,30			
28	30,90			
29	31,20			
30	31,20			

### Risultati elaborazione

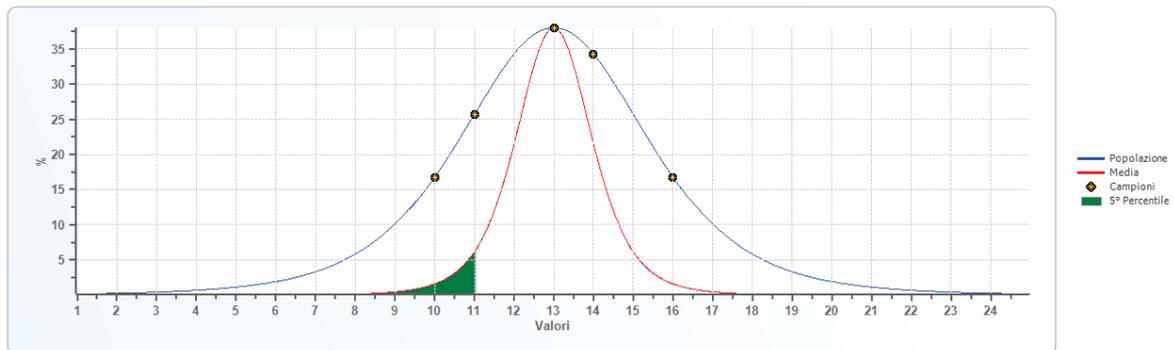
	Angolo di resistenza al taglio [°]	N spt [n.]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student
Valore considerato	valore medio	valore medio	valore medio	valore medio
Valore caratteristico	29,92	13,00	1,82	1,94
Minimo	27,25	10,00	1,73	1,92
Massimo	32,34	16,00	1,89	1,95
Valore medio	29,92	13,00	1,82	1,94
Varianza	1,42	4,80	0,00	0,00
Dev. St.	0,22	0,98	0,03	0,01
Dev. St. Med.	0,22	0,98	0,03	0,01

Percentile	(5°) 27,86	(5°) 8,16	(5°) 1,68	(5°) 1,91
percentile media	(5°) 29,54	(5°) 11,03	(5°) 1,76	(5°) 1,92
C.O.V.	0,04	0,18	0,04	0,01

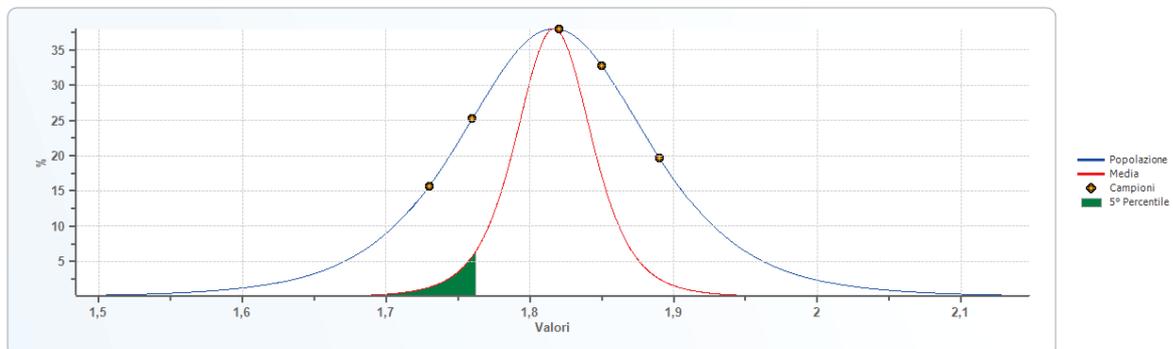
**phi' - Angolo di resistenza al taglio**

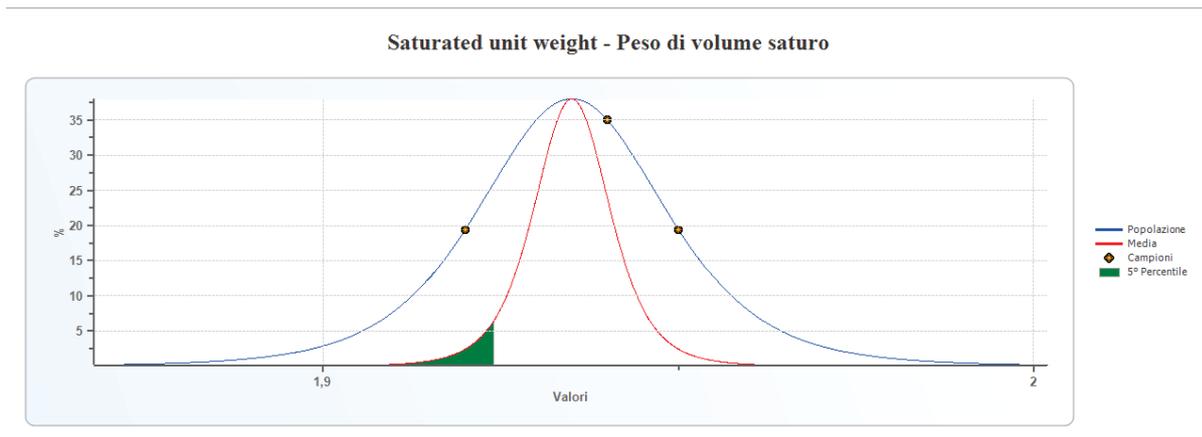


**N(30) - N spt**



**Dry unit weight - Peso di volume naturale**





In sintesi dalle varie elaborazioni si ricavano i seguenti valori medi:

<i>sondaggio</i>	<i>angolo di attrito interno <math>\phi</math></i>	<i>Nspt</i>	<i>peso volume naturale <math>\gamma_n</math> (kN/mc)</i>	<i>peso volume saturo <math>\gamma_s</math> (kN/mc)</i>
1	30,23	13,67	18,4	19,4
2	30,85	16,33	19	19,5
3	29,96	14,67	18,3	19,5
4	29,18	11	17,5	19,3
5	29,92	13	18,2	19,4
<i>valori medi</i>	<b>30,0</b>	<b>14,0</b>	<b>18,0</b>	<b>19,0</b>

Dalle informazioni raccolte e dei dati noti pregressi dell'area in questione, i terreni (fatta eccezione per i rimaneggiati e di riporto superficiali), sono costituiti da una successione di sedimenti fluviali, irregolare, con lenti e variazioni sia tessiturali sia granulometriche, in senso sia laterale sia verticale.

Dal punto di vista geotecnico sono prevalenti orizzonti "granulari" costituiti da sabbie grossolane e ghiaia con ciottoli di colore marrone chiaro o grigio, da sabbie limose debolmente ghiaiose, generalmente di colore marroncino e limi sabbiosi; i clasti eterometrici sono sub-arrotondati o arrotondati costituiti da micascisti, filladi, porfiroidi e quarziti.

I valori geotecnici medi dello strato sedimentario, così come elaborati in precedenza possono essere così sintetizzati:

- *peso volume naturale  $\gamma_n = 18-19$  /mc (valore medio 18 kN/mc)*
- *peso di volume saturo  $\gamma_s = 19-20$  kN/mc (valore medio 19 kN/mc)*
- *angolo di attrito interno  $\phi = 29^\circ-31^\circ$  (valore medio  $30^\circ$ )*
- *coesione efficace  $c' = 5$  kN/mq (valore medio 0-10 kN/mq in relazione al contenuto in fino)*
- *coesione non drenata  $c_u = 20$  kN/mq (nei livelli e lenti di alluvioni medio fini)*

## CONCLUSIONI

Lo scrivente dott. Geol. Flavio Saglietto, iscritto all'albo regionale dei Geologi della Liguria al n.116, dichiara che le previsioni progettuali proposte sono compatibili con le condizioni geologiche , geomorfologiche e geotecniche del territorio interessato dell'intervento ai sensi della normativa vigente in materia.

*Borgio Verezzi Gennaio 2023*

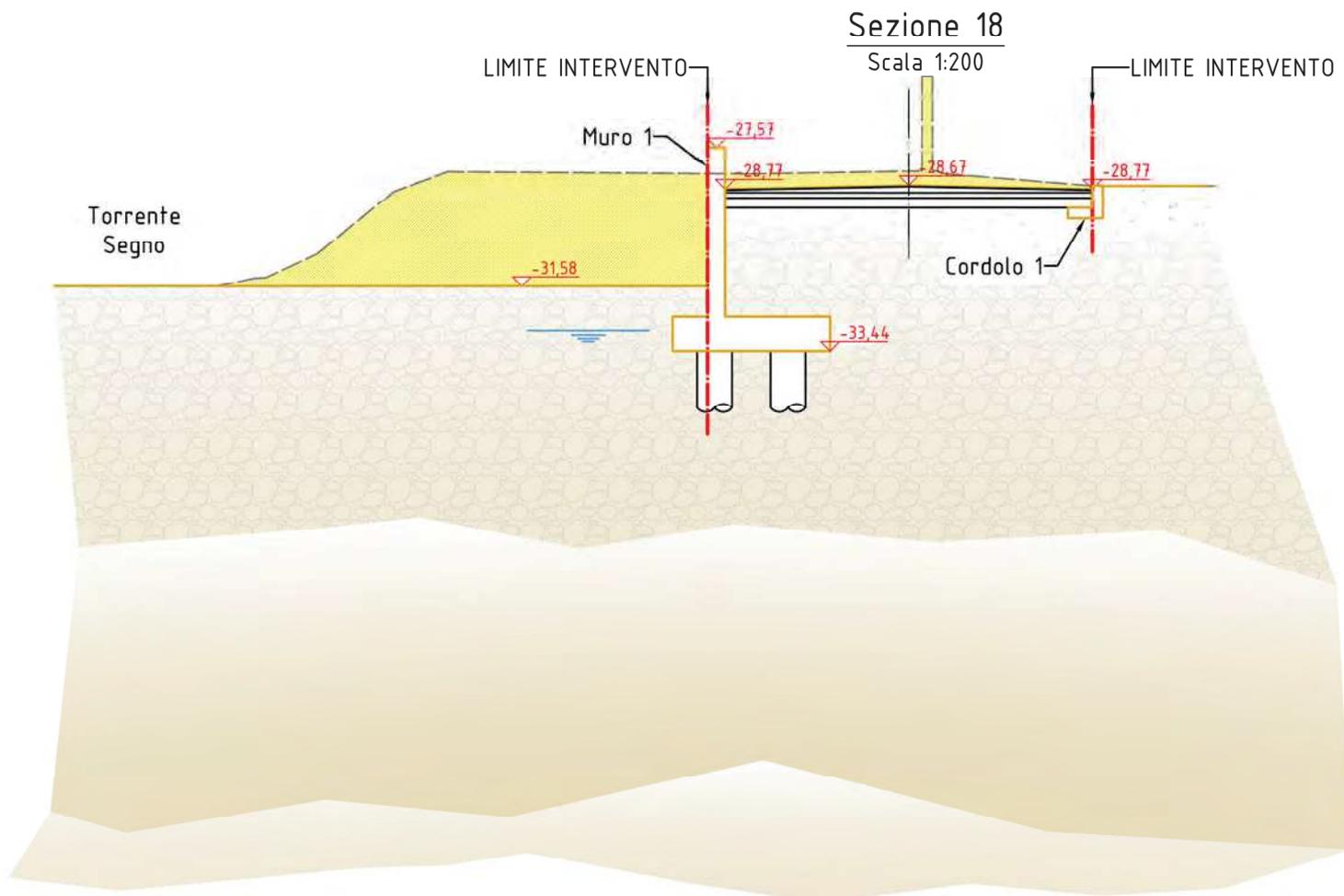
il tecnico

*Dott. Geol. Flavio Saglietto*

(\*) Il documento è firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate e sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa.



# Sezione Geologica



RIPORTO CON GHIAIA GROSSOLANA A SPIGHOLI VIVI E QUALCHE CIOTTOLO IN MATRICELIMOSO SABBIOSA CON MATERIALI DERIVAZIONE ANTROPICA.



GHIAIA ETEROMETRICA CON CIOTTOLI SIA A SPIGOLI SIA ARROTONDATI, IN MATRICE SABBIOSA, SABBIOSA LIMOSA, A TRATTI IN ORIZZONTI COMPATTI

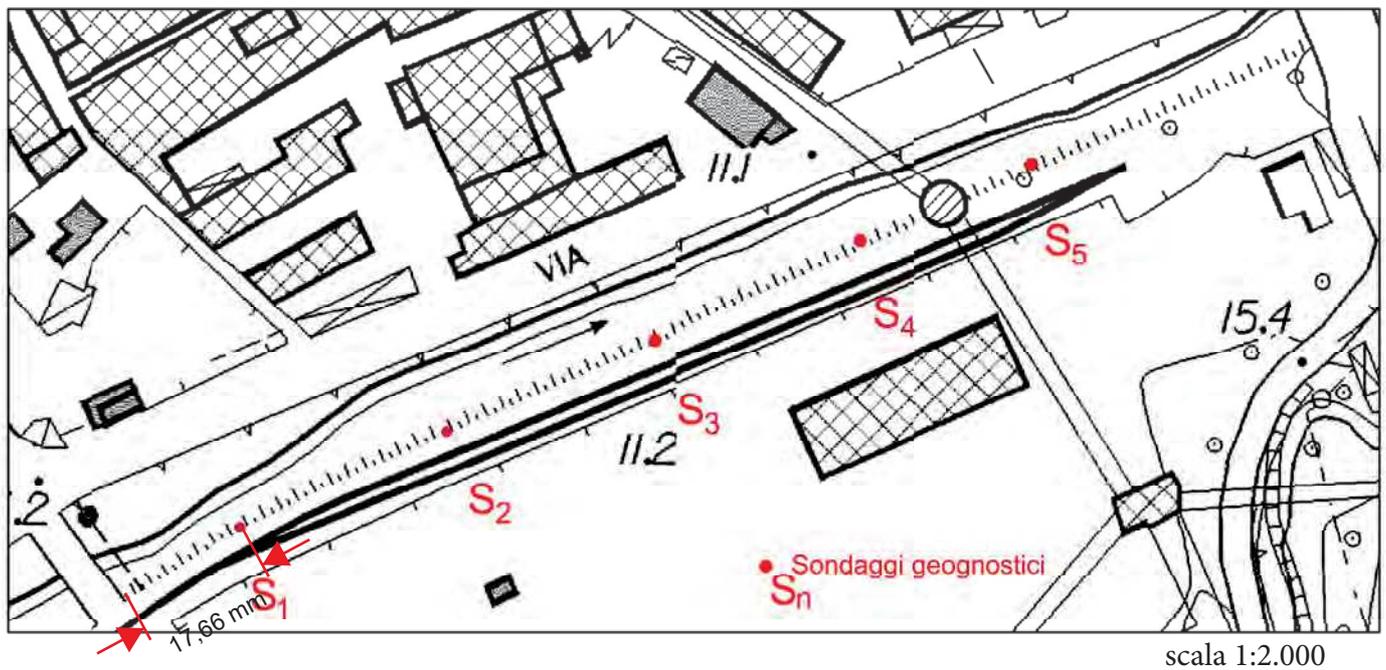


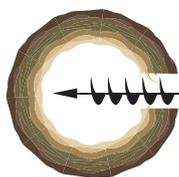
SABBIA LIMOSA E SABBIA GROSSOLANA CON GHIAIA E QUALCHE CIOTTOLO



SABBIA LIMOSA ARGILLOSA COMPATTA, LIMO ARGILLOSO COMPATTO

### ubicazione sondaggi geognostici





## SONDAGGI GEOGNOSTICI ESEGUITI NEL COMUNE DI VADO LIGURE

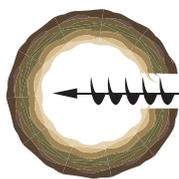


Dati cartografici ©2023 100 m

# ALL1

**Committente: Comune di Vado Ligure**  
**Piazza S. Giovanni Battista 51**  
**17047 Vado Ligure (SV)**

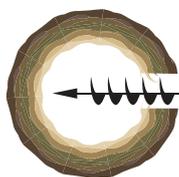
**30/12/2022**



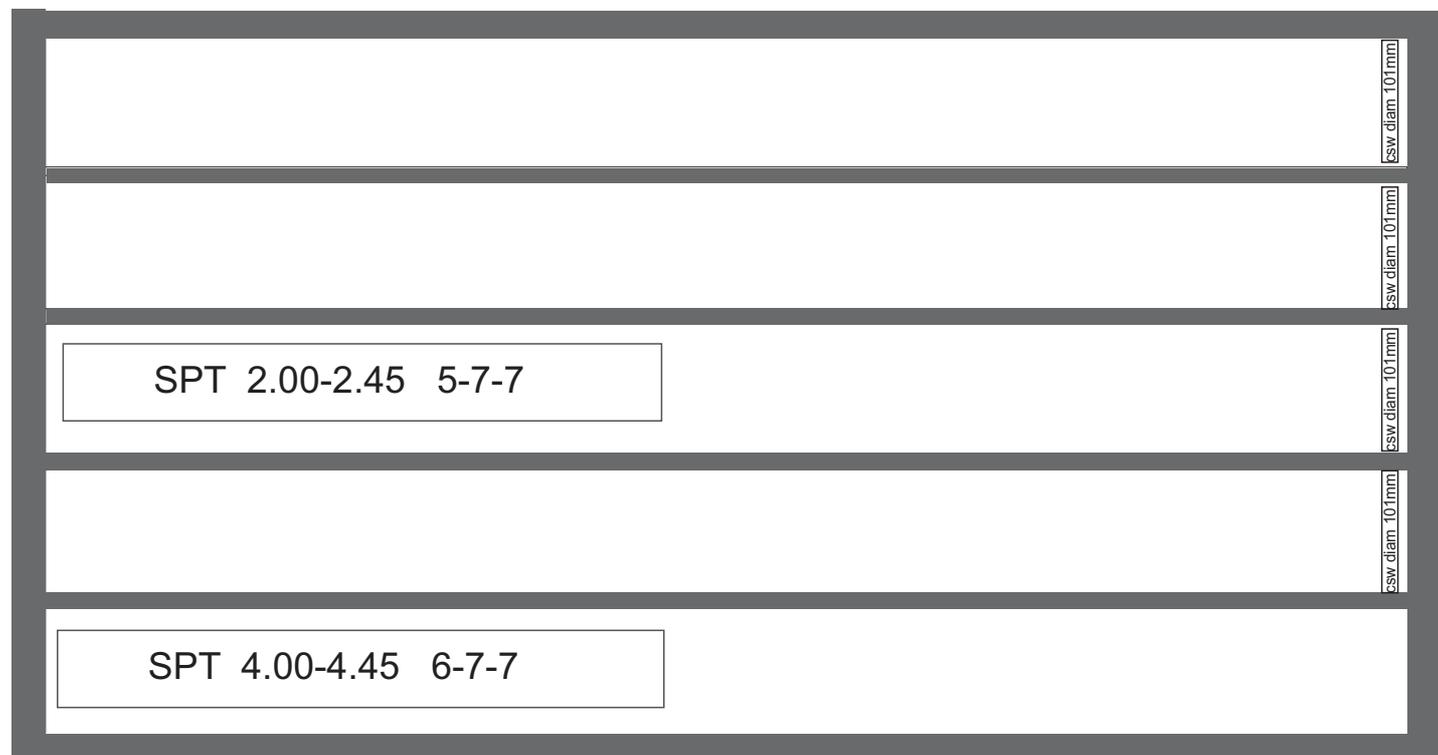
## POSTAZIONI SONDAGGI

**Committente:** Comune di Vado Ligure  
Piazza S. Giovanni Battista 51  
17047 Vado Ligure (SV)

30/12/2022



## Sondaggio S1C1 Cassetta da 0,00 a 5,00 m



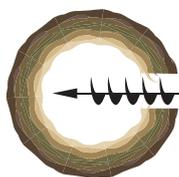
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Rivw diam 127mm Rivestimento corona widia

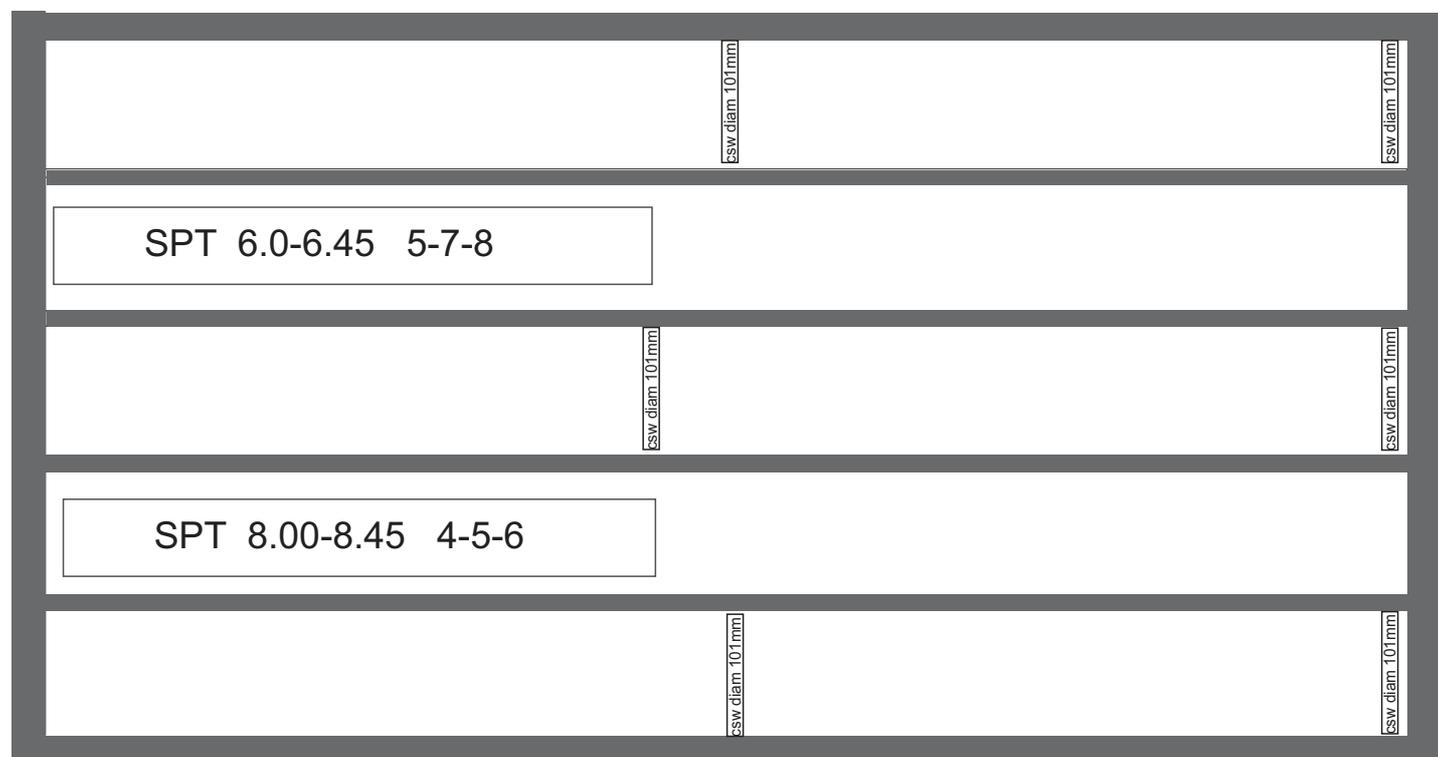


Spezzioni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S1C2 Cassetta da 5,00 a 10,00 m



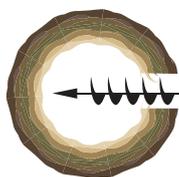
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
esw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Rivw diam 127mm Rivestimento corona widia

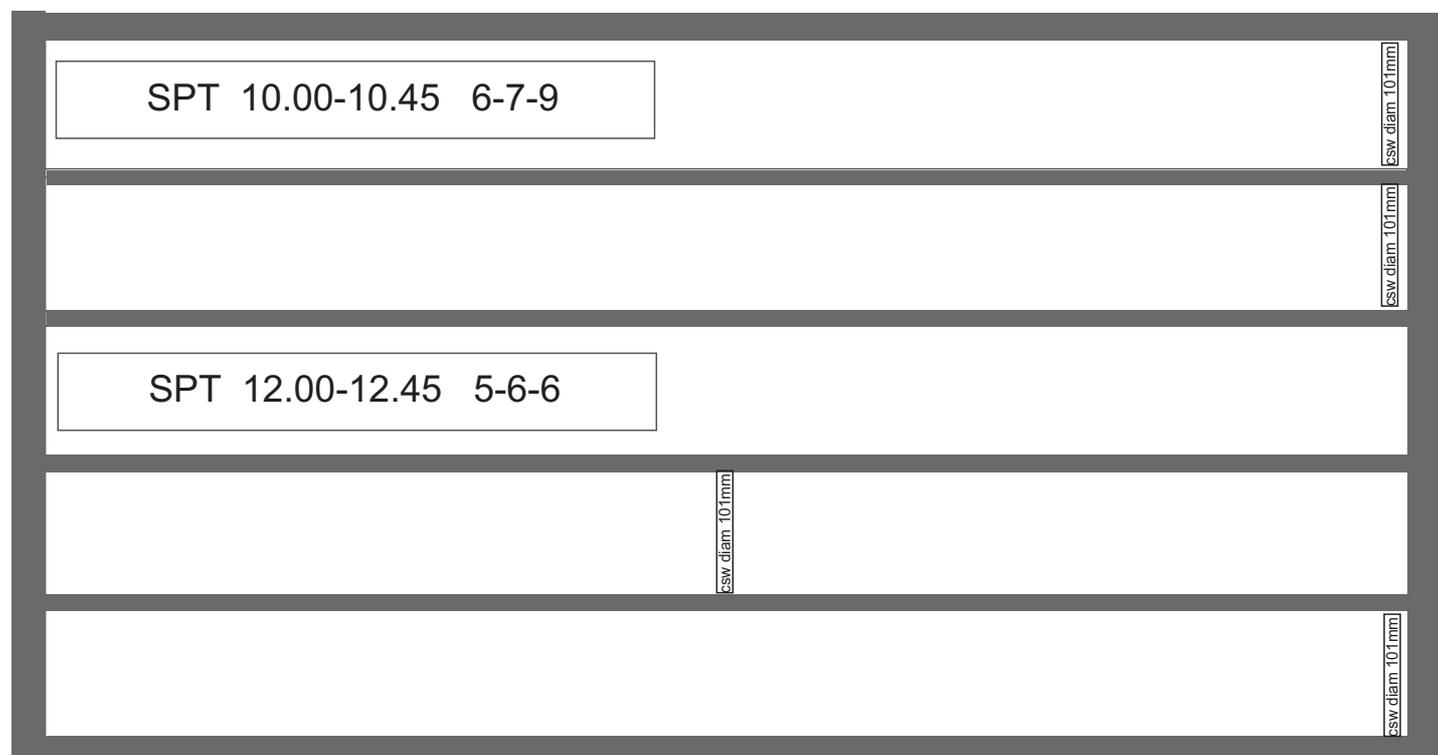


Spezzioni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S1C3 Cassetta da 10,00 a 15,00 m



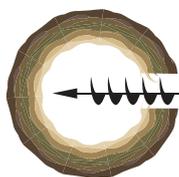
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Riw diam 127mm Rivestimento corona widia

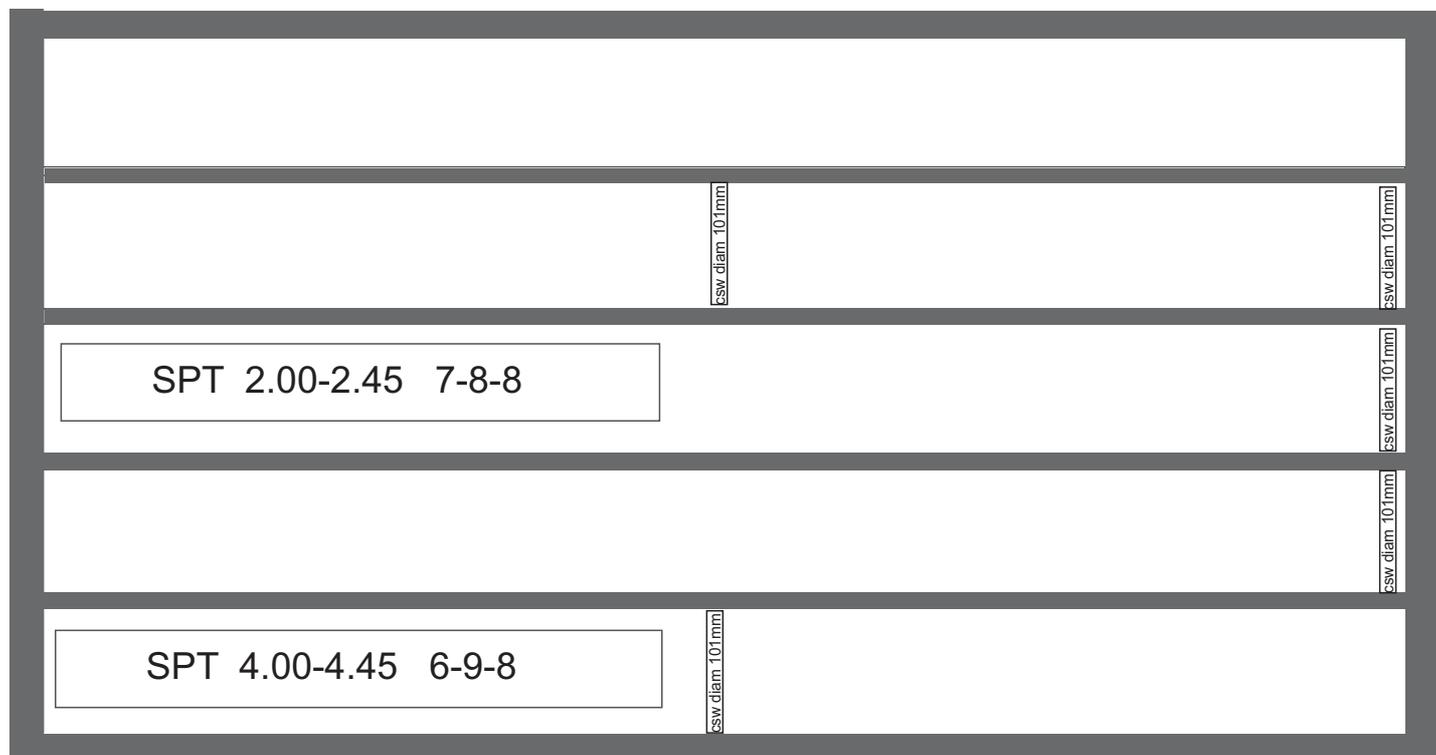


Spezzoni di carota validi per  
RQD

1,00 mt



## Sondaggio S2C1 Cassetta da 0,00 a 5,00 m



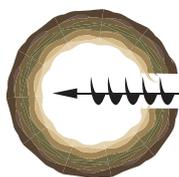
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Rivw diam 127mm Rivestimento corona widia

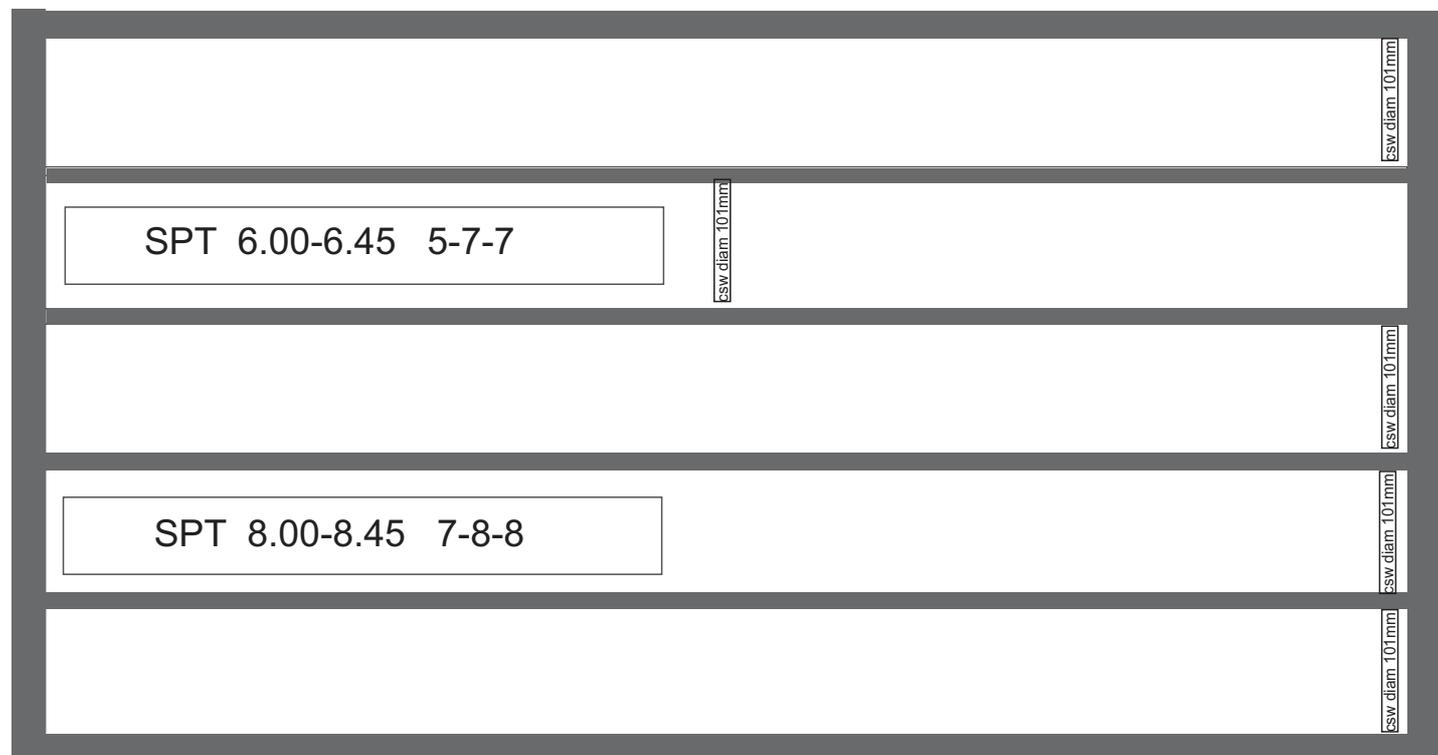


Spezzioni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S2C2 Cassetta da 5,00 a 10,00 m



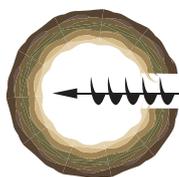
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
Csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Riw diam 127mm Rivestimento corona widia

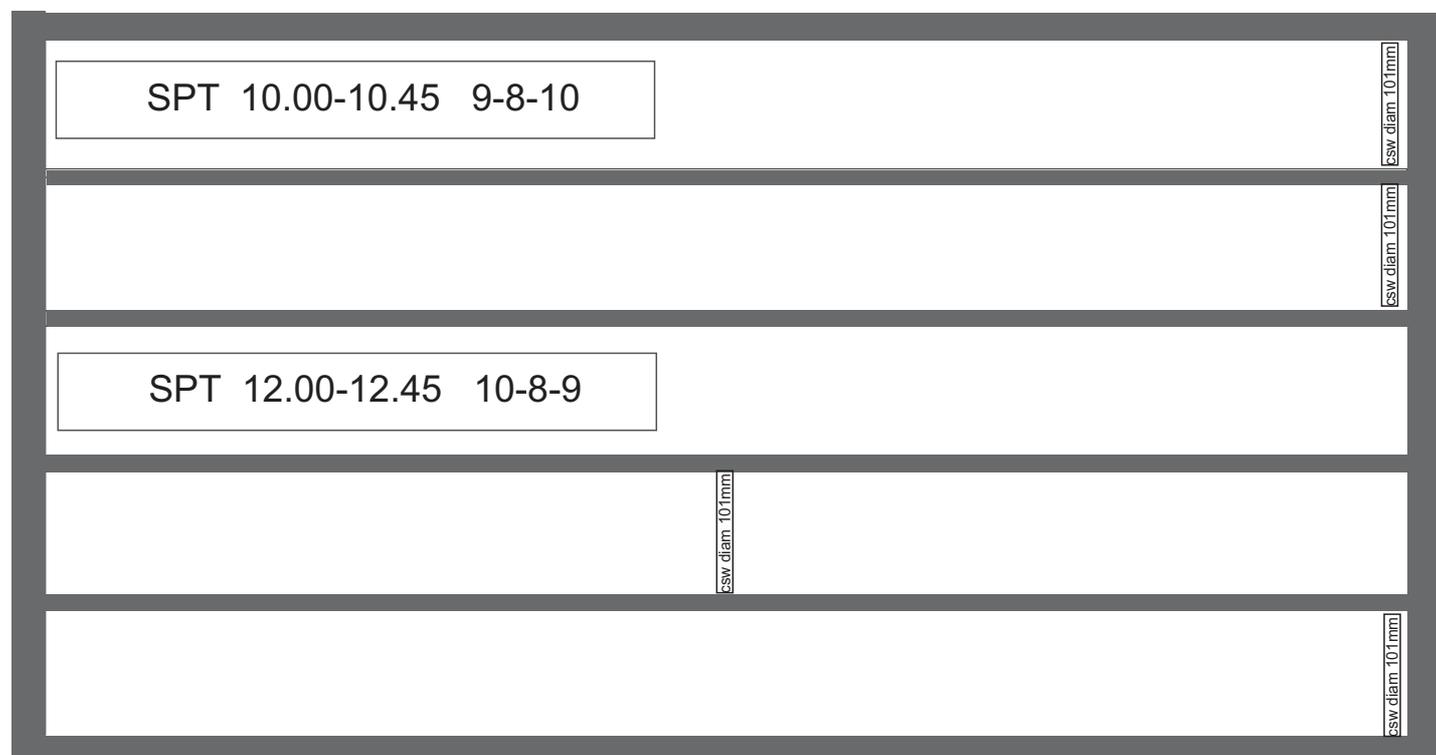


Spezzioni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S2C3 Cassetta da 10,00 a 15,00 m



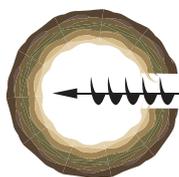
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Rivw diam 127mm Rivestimento corona widia

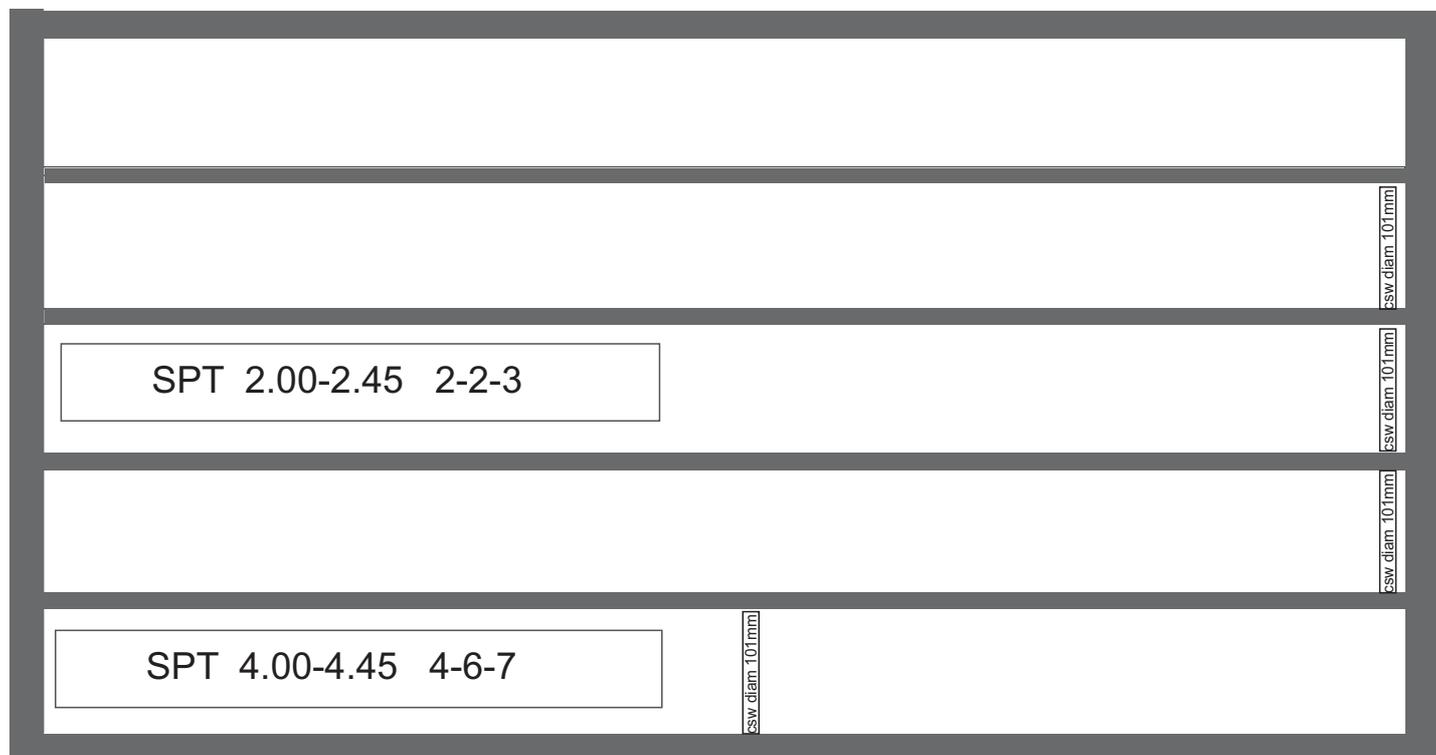


Spezzioni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S3C1 Cassetta da 0,00 a 5,00 m



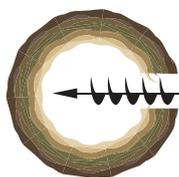
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Riw diam 127mm Rivestimento corona widia

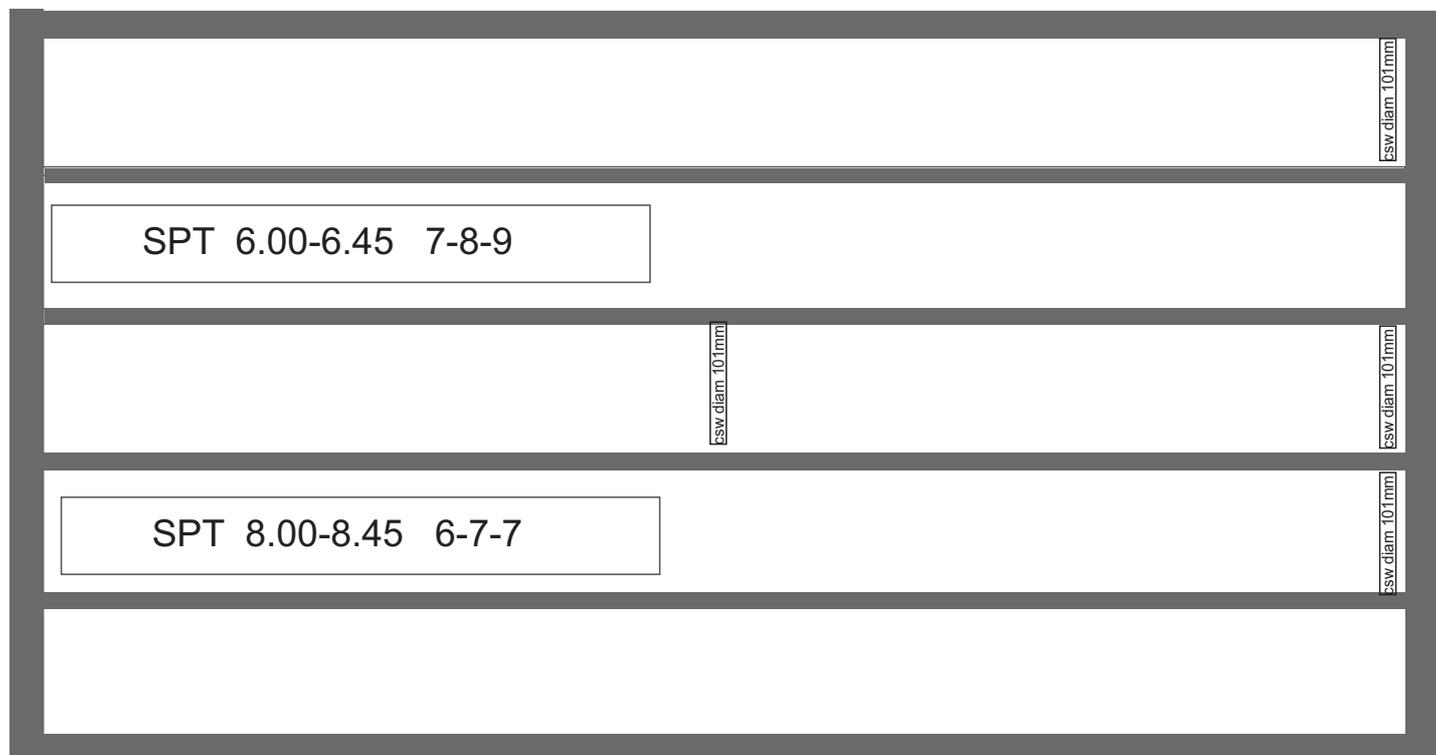


Spezzioni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S3C2 Cassetta da 5,00 a 10,00 m



0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm

Carotiere doppio corona diamante

Esw diam 101mm

Carotiere semplice corona widia

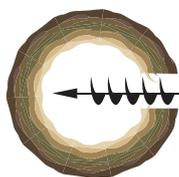
Rivw diam 127mm

Rivestimento corona widia

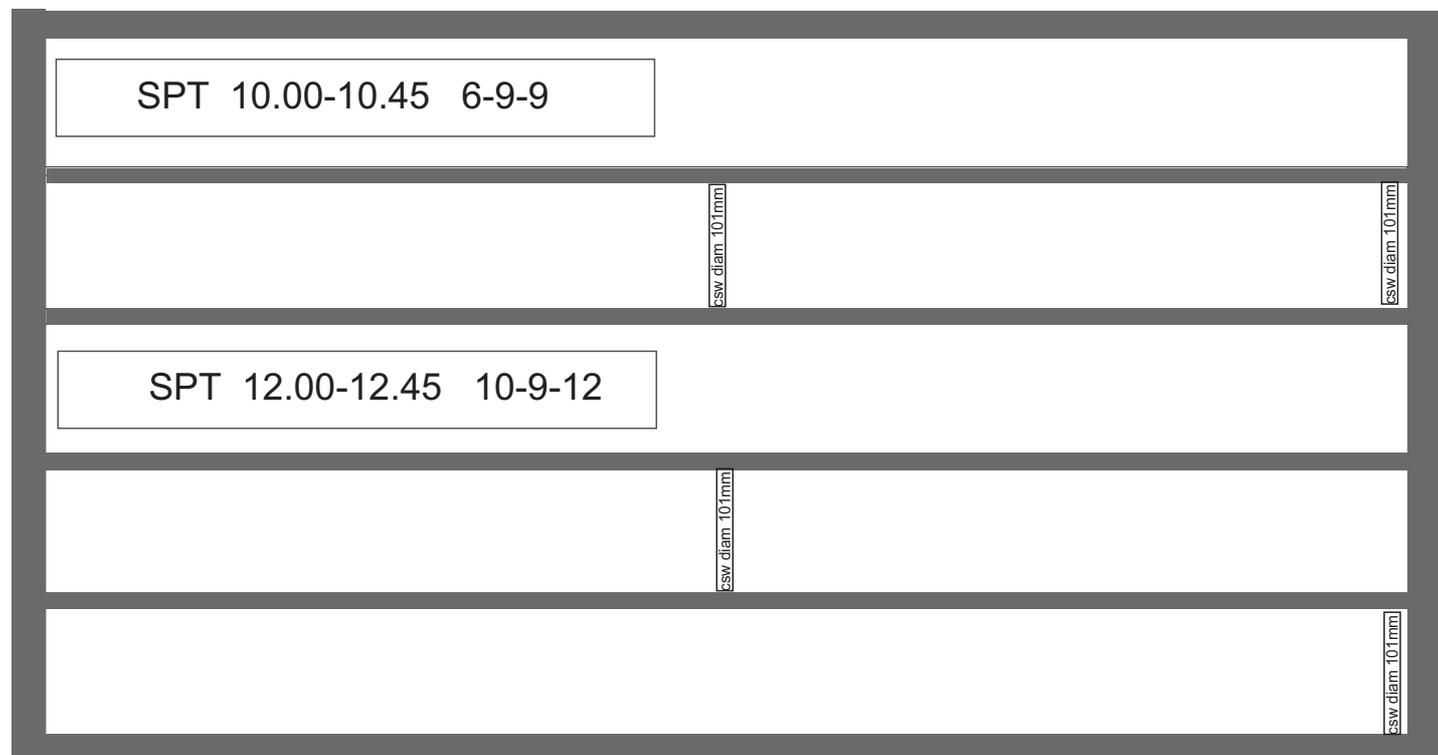


Spezzioni di carota validi per  
RQD

1,00 mt



## Sondaggio S3C3 Cassetta da 10,00 a 15,00 m



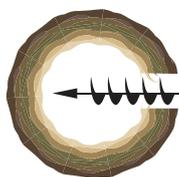
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Rivw diam 127mm Rivestimento corona widia

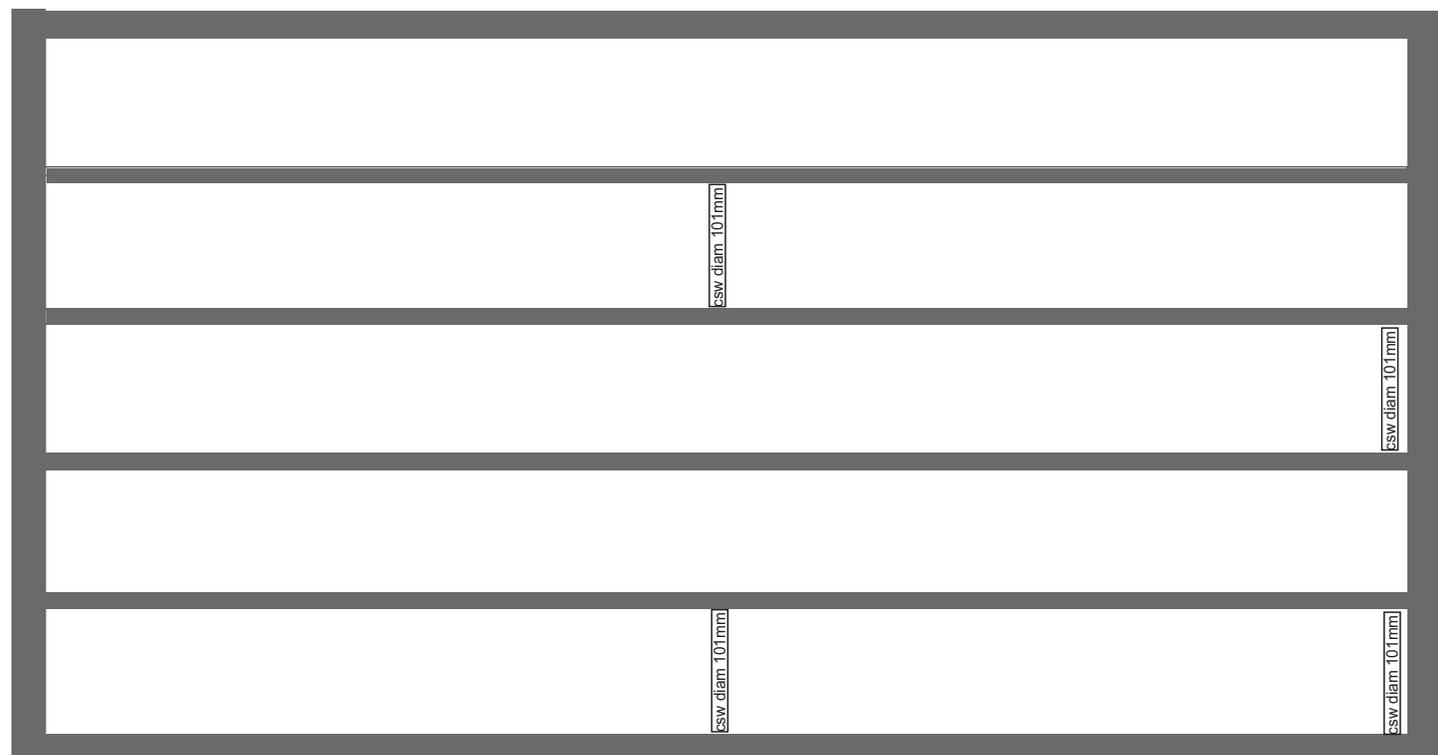


Spezzioni di carota validi per  
RQD

1,00 mt



## Sondaggio S3C4 Cassetta da 15,00 a 20,00 m



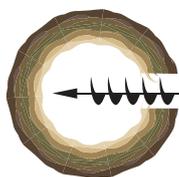
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Riw diam 127mm Rivestimento corona widia

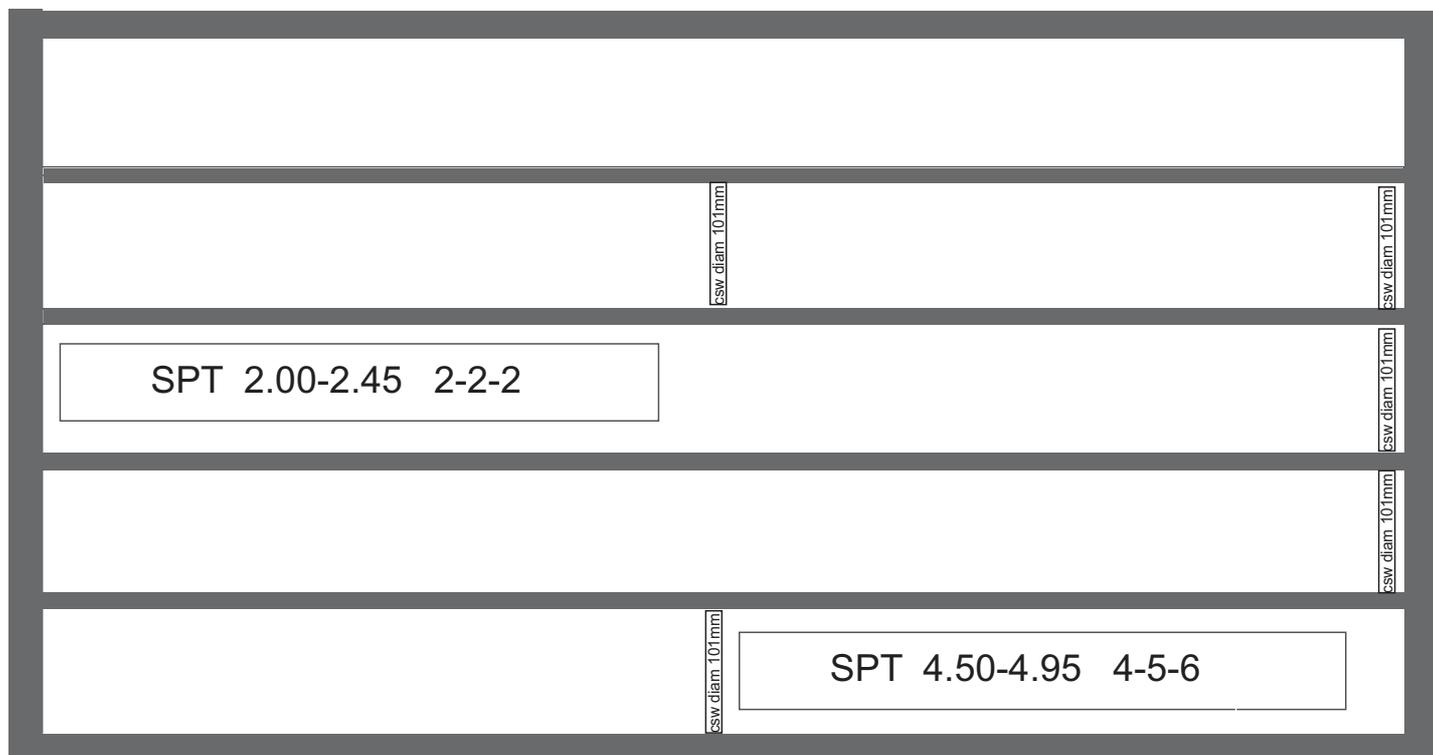


Spezzioni di carota validi per  
RQD

1,00 mt



## Sondaggio S4C1 Cassetta da 0,00 a 5,00 m



0,00 mt

MANOVRE

T6D diam 101mm

Carotiere doppio corona diamante

csw diam 101mm

Carotiere semplice corona widia

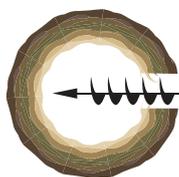
Rivw diam 127mm

Rivestimento corona widia

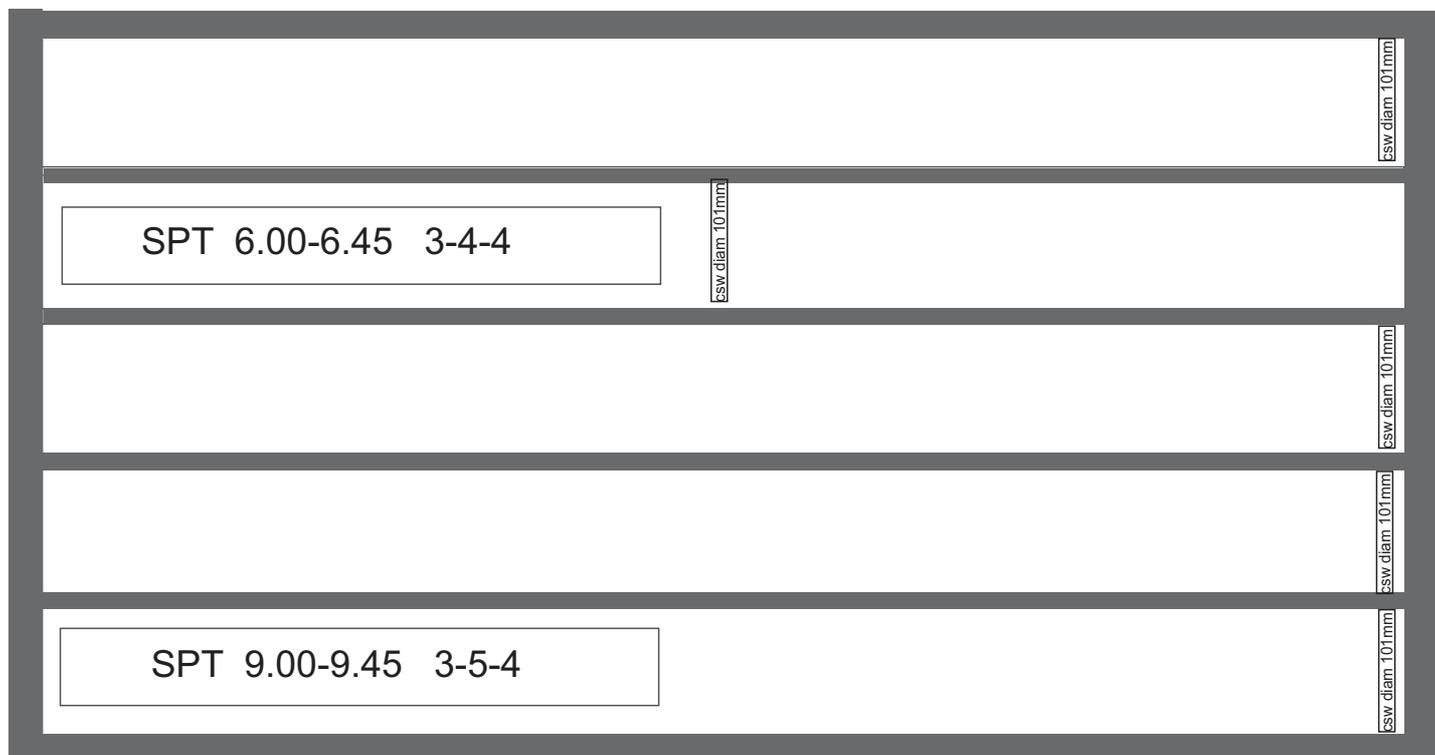


Spezzoni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S4C2 Cassetta da 5,00 a 10,00 m



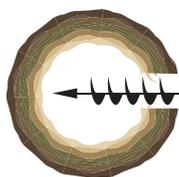
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
Esw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Rivw diam 127mm Rivestimento corona widia

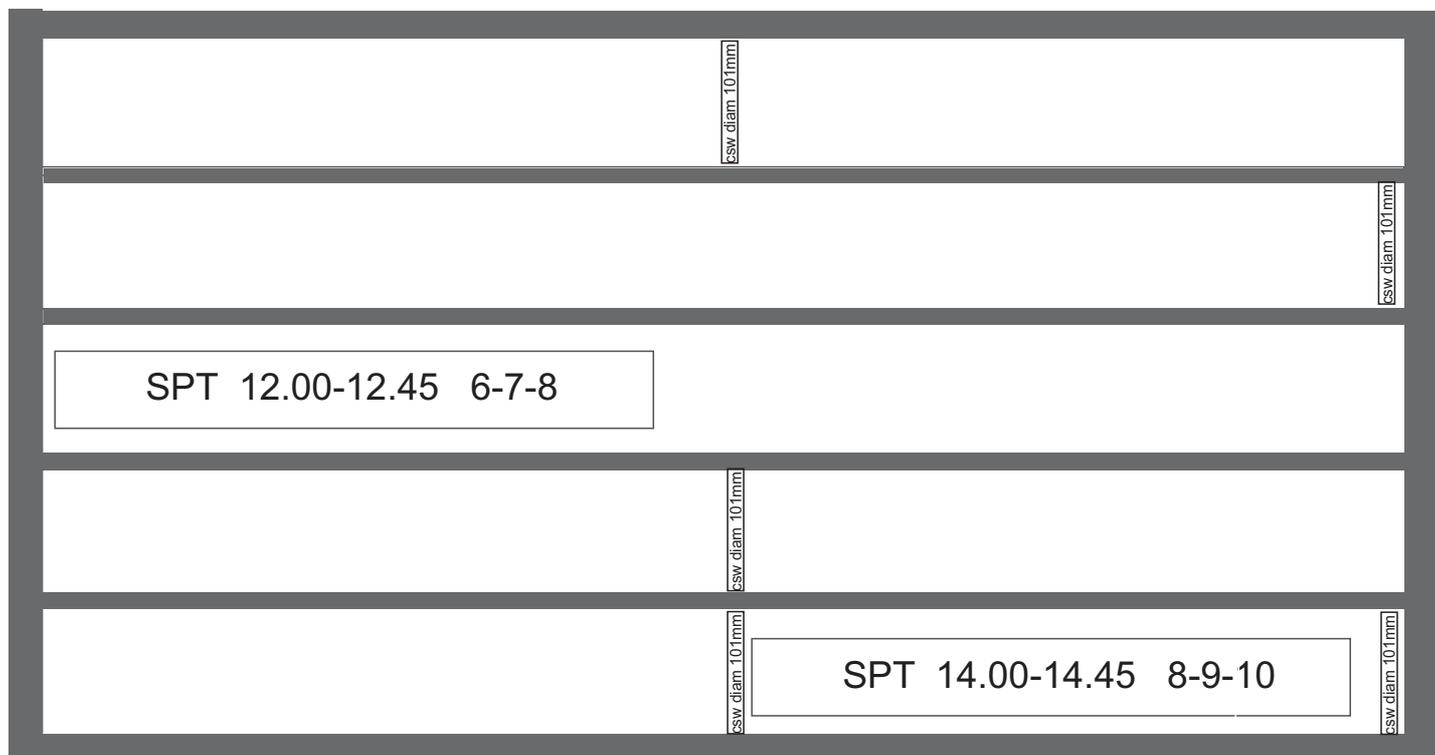


Spezzioni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S4C3 Cassetta da 10,00 a 15,00 m



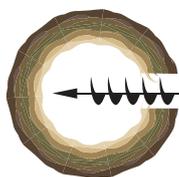
0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Rivw diam 127mm Rivestimento corona widia

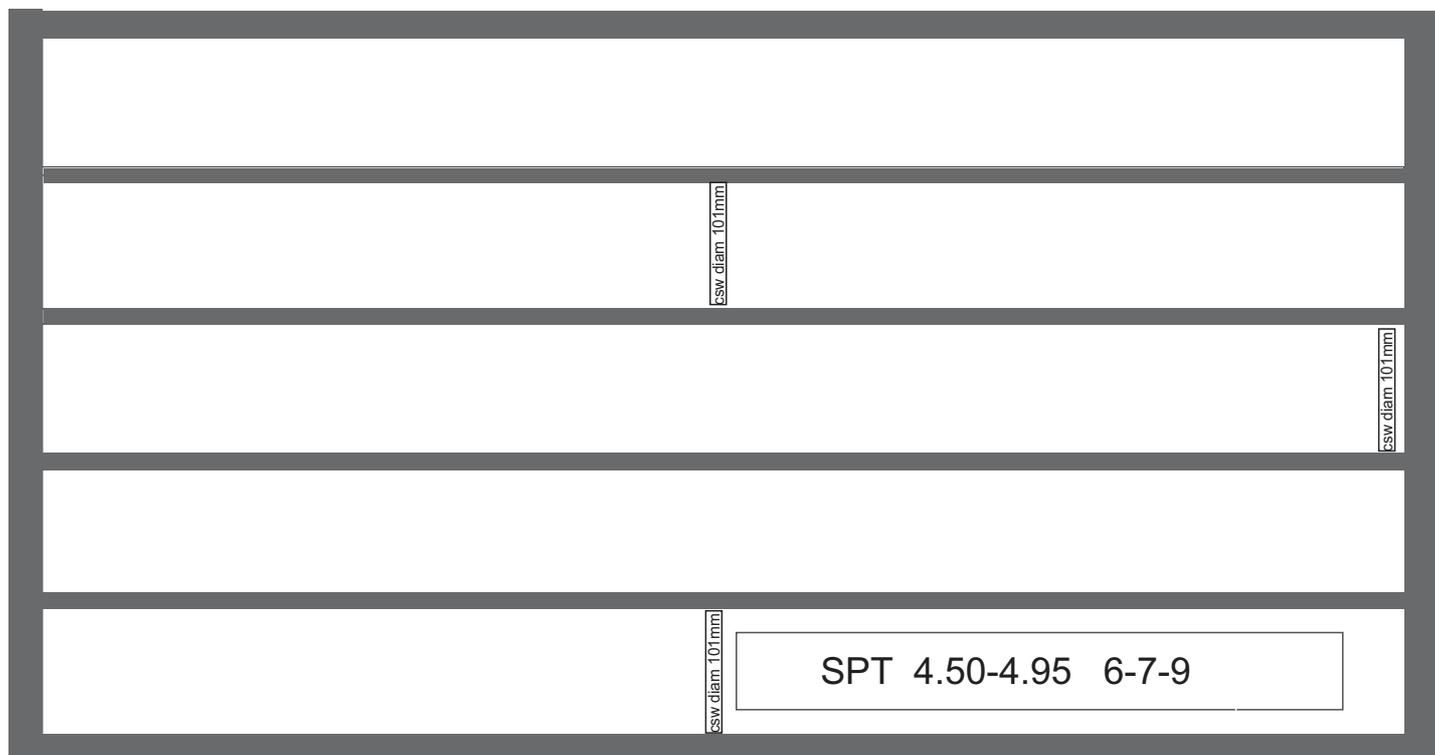


Spezzioni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S5C1 Cassetta da 0,00 a 5,00 m



0,00 mt

MANOVRE

T6D diam 101mm

Carotiere doppio corona diamante

csw diam 101mm

Carotiere semplice corona widia

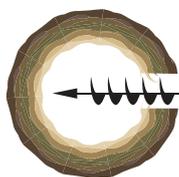
Rivw diam 127mm

Rivestimento corona widia

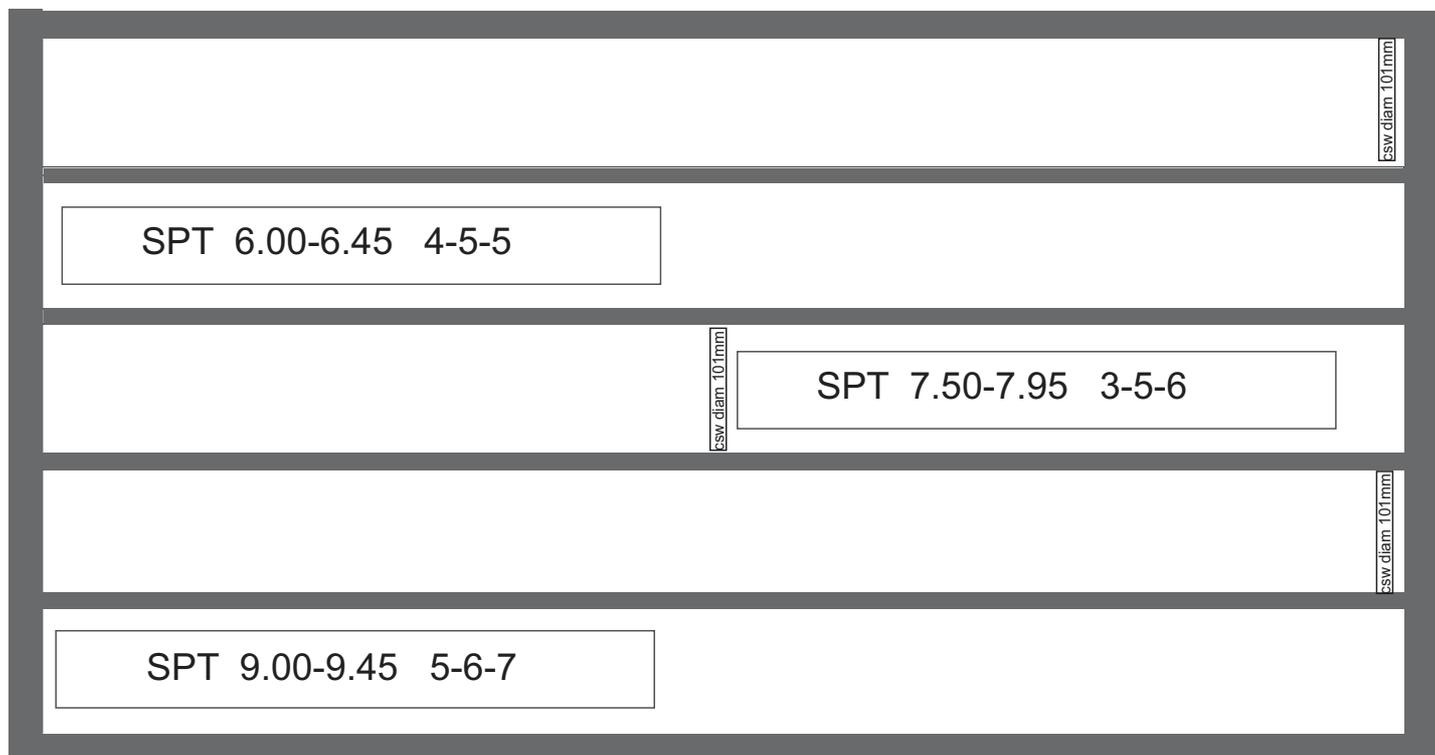


Spezzioni di carota validi per RQD

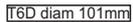
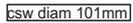
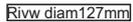
1,00 mt



## Sondaggio S5C2 Cassetta da 5,00 a 10,00 m



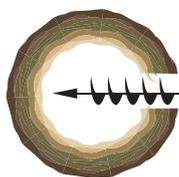
0,00 mt

MANOVRE  Carotiere doppio corona diamante  
 Carotiere semplice corona widia  
 Rivestimento corona widia

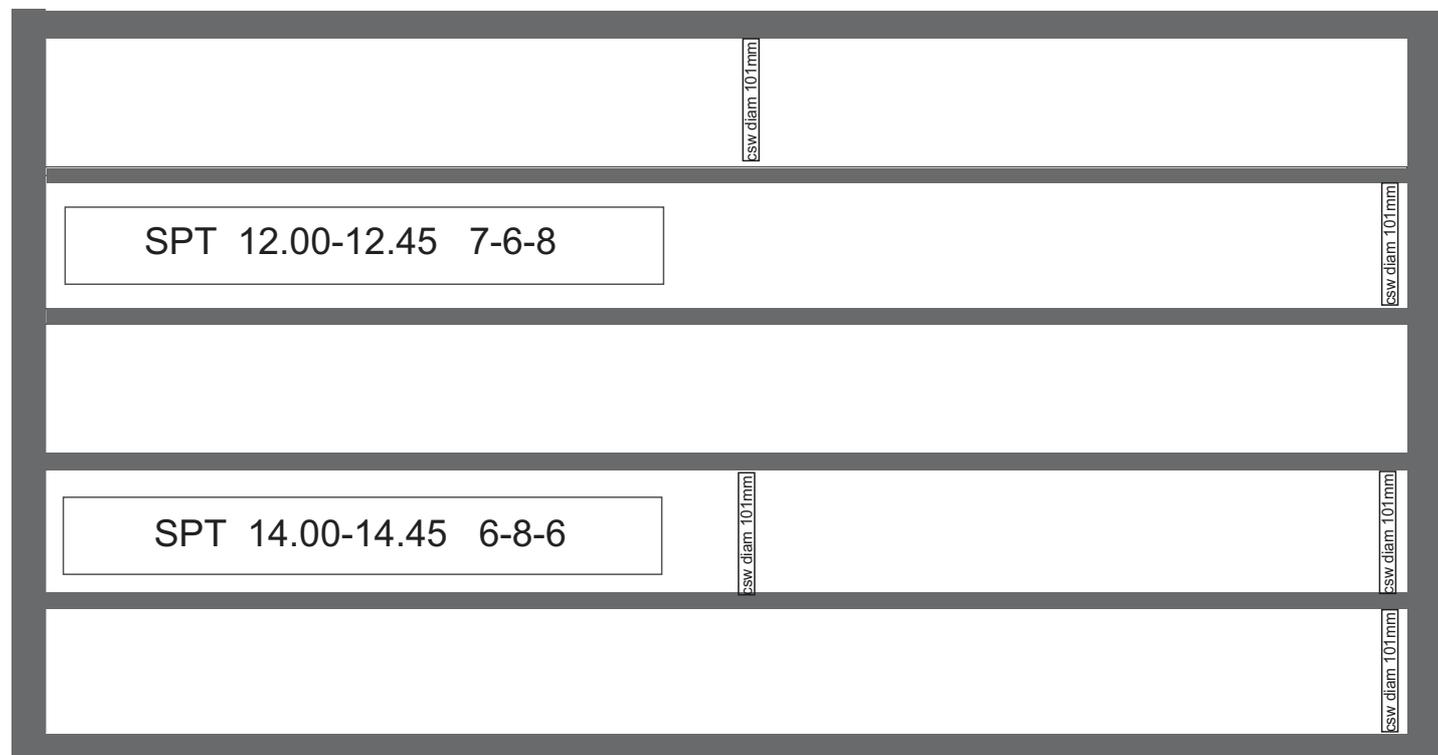


Spezzoni di carota validi per RQD

1,00 mt



## Sondaggio S5C23 Cassetta da 10,00 a 15,00 m



0,00 mt

MANOVRE T6D diam 101mm Carotiere doppio corona diamante  
csw diam 101mm Carotiere semplice corona widia  
Riw diam 127mm Rivestimento corona widia



Spezzioni di carota validi per RQD

1,00 mt



**GEOFISICA  
E AMBIENTE**

INDAGINI GEONOSTICHE, GEOPISICHE E FONDAZIONI SPECIALI

Committente Comune di Vado Ligure  
 Cantiere Via Trento Via Trieste  
 Località Comune di Vado Ligure  
 Data Inizio 01/12/2022 Data Fine 02/12/2022

SONDAGGIO

FOGLIO

**S1**

**1**

**GEOLOGO**  
Laura Spalluto

Scala 1:75	Rivestimento	carotiere	manovre	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Prova S.P.T.
0.5			CSW			BLOCCHI E CIOTTOLI A SPIGOLI VIVI, CON GHIAIA E SABBIA LIMOSA, COLORE MARRONE GRIGIO CHIARO.	
1.0		101	CSW	1.50			
1.5						GHIAIA CON CIOTTOLI E MINORE PRESENZA DI BLOCCHI A SPIGOLI VIVI, IN MATRICE SABBIOSO LIMOSA, COLORE MARRONE.	2.00 <b>5-7-7</b> 2.45
2.0		101	CSW				
2.5							
3.0		101	CSW	3.00			
3.5						BLOCCHI CON CIOTTOLI E DETRIZIONE DEGLI STESSI FINO ALLE DIMENSIONI DI SABBIA LIMOSA, COLORE BIANCO GRIGIO CHIARO.	
4.0		101	CSW	3.80			4.00 <b>6-7-7</b> 4.45
4.5						GHIAIA, SABBIA LIMOSA CON CIOTTOLI SIA A SPIGOLI VIVI CHE ARROTONDATI COLORE MARRONE	
5.0							
5.5		101	CSW				
6.0		101	CSW				6.00 <b>5-7-8</b> 6.45
6.5							
7.0	127						
7.5		101	CSW				
8.0		101	CSW				8.00 <b>4-5-6</b> 8.45
8.5							
9.0						LIMO SABBIOSO COMPATTO, COLORE MARRONE.	
9.5		101	CSW	9.00			
10.0		101	CSW			GHIAIA CON CIOTTOLI SIA A SPIGOLI VIVI CHE ARROTONDATI E RARI BLOCCHI IN MATRICE SABBIOSO LIMOSA, COLORE MARRONE GRIGIO CHIARO.	10.00 <b>6-7-9</b> 10.45
10.5							
11.0		101	CSW	11.00			
11.5						SABBIA LIMOSA CON POCHI CIOTTOLI A TRATTI COMPATTA, COLORE MARRONE.	
12.0		101	CSW				12.00 <b>5-6-6</b> 12.45
12.5							
13.0							
13.5		101	CSW	13.10			
14.0						SABBIA SCIOLTA CON MINORE PRESENZA DI GHIAIA, COLORE MARRONE.	
14.5							
15.0		101	CSW	15.00			



**GEOFISICA  
E AMBIENTE**

INDAGINI GEONOSTICHE, GEOPISICHE E FONDAZIONI SPECIALI

Committente Comune di Vado Ligure  
 Cantiere Via Trento Via Trieste  
 Località Comune di Vado Ligure  
 Data Inizio 02/12/2022 Data Fine 05/12/2022

SONDAGGIO FOGLIO

**S2**

**1**

**GEOLOGO**  
Laura Spalluto

Scala 1:75	Rivestimento	carotiere	manovre	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Prova S.P.T.
0.5			CSW			BLOCCHI E CIOTTOLI A SPIGOLI VIVI, CON GHIAIA E SABBIA LIMOSA, COLORE MARRONE GRIGIO.	
1.0							
1.5		101					
2.0		101	CSW	1.80		GHIAIA CON CIOTTOLI A SPIGOLI VIVI, IN MATRICE SABBIOSA, COLORE MARRONE.	2.00 <b>7-8-8</b> 2.45
2.5			CSW				
3.0		101					
3.5			CSW	3.00		GHIAIA ETEROGENEA CON CIOTTOLI SIA A SPIGOLI VIVI CHE ARROTONDATI E RARI BLOCCHI IN MATRICE SABBIOSO LIMOSA A TRATTI COMPATTA, COLORE MARRONE.	4.00 <b>6-9-8</b> 4.45
4.0		101					
4.5		101	CSW				
5.0			CSW				
5.5							
6.0		101					6.00
6.5		101	CSW				<b>5-7-7</b> 6.45
7.0	127		CSW				
7.5							
8.0		101					8.00
8.5			CSW				<b>7-8-8</b> 8.45
9.0		101					
9.5			CSW				
10.0		101					10.00
10.5			CSW				<b>9-8-10</b> 10.45
11.0		101					
11.5			CSW				
12.0		101					12.00
12.5			CSW	12.50			<b>10-8-9</b> 12.45
13.0							
13.5		101					
14.0			CSW			SABBIA SCIOLTA E ATRATTI COMPATTA CON MINORE PRESENZA DI GHIAIA, COLORE MARRONE.	
14.5							
15.0		101		15.00			

 <b>GEOFISICA E AMBIENTE</b> <small>INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOPISICHE E FONDAZIONI SPECIALI</small>	Committente	Comune di Vado Ligure	SONDAGGIO	FOGLIO
	Cantiere	Via Trento Via Trieste	<b>S3</b>	<b>1</b>
	Località	Comune di Vado Ligure	<b>GEOLOGO</b>	
	Data Inizio	06/12/2022	Data Fine	06/12/2022

Scala 1:75	Rivestimento carotiere	manovre	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Prova S.P.T.	Piezometro cf
0.5		CSW			CIOTTOLI A SPIGOLI VIVI, CON GHIAIA E SABBIA, COLORE GRIGIO.		
1.0							
1.5	101		1.50				
2.0	101	CSW			GHIAIA CON CIOTTOLI E QUALCHE BLOCCO SIA A SPIGOLI VIVI CHE ARROTONDATI, IN MATRICE SABBIOSA, COLORE MARRONE GRIGIO..	2.00 <b>2-2-3</b> 2.45	
2.5		CSW					
3.0	101						
3.5		CSW					
4.0	101					4.00 <b>4-6-7</b> 4.45	
4.5	101	CSW					
5.0		CSW					
5.5			5.50				
6.0	101				GHIAIA ETEROGENEA CON CIOTTOLI SIA A SPIGOLI VIVI CHE ARROTONDATI E RARI BLOCCHI IN MATRICE SABBIOSO LIMOSA A TRATTI COMPATTA, COLORE MARRONE.	6.00 <b>7-8-9</b> 6.45	
6.5		CSW					
7.0	127	CSW					
7.5	101						
8.0		CSW				8.00 <b>6-7-7</b> 8.45	
8.5	101						
9.0		CSW					
9.5	101						
10.0		CSW				10.00 <b>6-9-9</b> 10.45	
10.5	101						
11.0		CSW	10.80		SABBIA LIMOSA CON GHIAIA E POCHI CIOTTOLI, COLORE GRIGIO.		
11.5	101						
12.0		CSW	12.00		SABBIA LIMOSA E SABBIA GROSSOLANA CON GHIAIA E POCHI CIOTTOLI, COLORE MARRONE.	12.00 <b>10-9-12</b> 12.45	
12.5	101						
13.0		CSW					
13.5	101						
14.0		CSW	14.00		SABBIA LIMOSA E SABBIA GROSSOLANA A TRATTI COMPATTA, COLORE MARRONE.		
14.5	101						
15.0		CSW	15.00		SABBIA LIMOSA CON CIOTTOLI E GHIAIA COLORE MARRONE.		
15.5	101						
16.0		CSW					
16.5		CSW	16.50		SABBIA LIMOSA CON GHIAIA E QUALCHE CIOTTOLO, COLORE MARRONE.		
17.0	101						
17.5		CSW					
18.0	101						
18.5		CSW	18.60		SABBIA LIMOSA ARGILLOSA COMPATTA E LIMO ARGILLOSO COMPATTO DA 19.50 A 20.00 m, COLORE MARRONE.		
19.0	101						
19.5		CSW					
20.0	101		20.00				



**GEOFISICA  
E AMBIENTE**

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOPISICHE E FONDAZIONI SPECIALI

Committente Comune di Vado Ligure  
 Cantiere Via Trento Via Trieste  
 Località Comune di Vado Ligure  
 Data Inizio 13/12/2022 Data Fine 13/12/2022

SONDAGGIO

FOLGIO

**S4**

**1**

**GEOLOGO**  
**Laura Spalluto**

Scala 1:75	Rivestimento	carotiere	manovre	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Prova S.P.T.
0.5			CSW			CIOTTOLI A SPIGOLI VIVI, CON GHIAIA E SABBIA LIMOSA, COLORE MARRONE GRIGIO.	
1.0							
1.5							
2.0		101	CSW	2.00		SABBIA LIMOSA E LIMO SABBIOSO CON GHIAIA E RARI CIOTTOLI, COLORE MARRONE.	2.00 <b>2-2-2</b> 2.45
2.5							
3.0		101	CSW	5.20		LIMO SABBIOSO E SABBIA LIMOSA A TRATTI COMPATTA CON SCARSA GHIAIA, COLORE MARRONE.	4.45 <b>4-5-6</b> 4.95
3.5							
4.0		101	CSW	8.60		SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA CON GHIAIA E QUALCHE CIOTTOLI, COLORE MARRONE	6.00 <b>3-4-4</b> 6.45
4.5							
5.0		101	CSW	13.00		SABBIA LIMOSA CON GHIAIA E POCHI CIOTTOLI, COLORE GRIGIO.	9.00 <b>3-5-4</b> 9.45
5.5							
6.0		101	CSW	14.00		SABBIA LIMOSA COMPATTA NEL LIVELLO 14,60	
6.5							
7.0		101	CSW	15.00		SABBIA LIMOSA COMPATTA NEL LIVELLO 15,00 m, COLORE MARRONE CHIARO.	14.50 <b>8-9-10</b> 14.95
7.5							
8.0		101	CSW				
8.5							
9.0		101	CSW				
9.5							
10.0		101	CSW				
10.5							
11.0		101	CSW				
11.5							
12.0		101	CSW				
12.5							
13.0		101	CSW				
13.5							
14.0		101	CSW				
14.5							
15.0		101	CSW				



**GEOFISICA  
E AMBIENTE**

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOPISICHE E FONDAZIONI SPECIALI

Committente Comune di Vado Ligure  
 Cantiere Via Trento Via Trieste  
 Località Comune di Vado Ligure  
 Data Inizio 14/12/2022 Data Fine 15/12/2022

SONDAGGIO FOGLIO

**S5**

**1**

**GEOLOGO**  
**Laura Spalluto**

Scala 1:75	Rivestimento	carotiere	manovre	Profondità	Stratigrafia	Descrizione	Prova S.P.T.
0.5	127	101	CSW	3.00 3.70 4.70 9.55 10.00 15.00		RIPORTO COMPOSTO DA GHIAIA GROSSOLANA A SPIGHOLI VIVI E QUALCHE CIOTTOLO IN MATRICE LIMOSO SABBIOSA CON MATERIALI DI DERIVAZIONE ANTROPICA, COLORE GRIGIO CHIARO., COLORE MARRONE GRIGIO.	
1.0							
1.5							
2.0							
2.5							
3.0							
3.5							
4.0							
4.5							
5.0							
5.5							
6.0							
6.5							
7.0							
7.5							
8.0							
8.5							
9.0							
9.5							
10.0							
10.5							
11.0							
11.5							
12.0							
12.5							
13.0							
13.5							
14.0							
14.5							
15.0							
						SABBIA LIMOSA CON MINORE GHIAIA, COLORE MARRONE.	
						SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA CON GHIAIA, COLORE MARRONE GRIGIO.	4.45 <b>6-7-9</b> 4.95
						SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA CON GHIAIA E QUALCHE CIOTTOLI, COLORE MARRONE	6.00 <b>4-5-5</b> 6.45
							7.50 <b>3-5-6</b> 7.95
							9.00 <b>5-6-7</b> 9.45
						SABBIA LIMOSA CON CIOTTOLI, COLORE GRIGIO MARRONE.	
						ALTERNANZE DI LIVELLI SABBIOSO LIMOSI ANCHE COMPATTI E LIVELLI SABBIOSO LIMOSI CON GHIAIA E CIOTTOLI ANCHE ARROTONDATI E MINORE PRESENZA DI BLOCCHI, COLORE MARRONE.	12.00 <b>7-6-8</b> 12.45
							14.00 <b>6-8-6</b> 14.45