

0	Ott. 2023	Prima Emissione				
Revisione	Data	Oggetto	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato

Committente

# BAGNI CASTELLUCCIO S.p.a.

Sede Legale: Via Fieschi, 3/17 - 16121 - Genova

Tel. +39 0106121111

e-mail: castelluccio@fastwebnet.it

Part. IVA: 02218930101



## COORDINAMENTO PROGETTAZIONE

### Progetto Architettonico

Dott. Arch. Marco Roggeri - mag.MA architetture  
Via Cardinal Meglia, 28 - 18010 - Santo Stefano al Mare (IM)  
Tel. +39 347 6185301  
e-mail: info@mag-ma.it  
Part. IVA: 01211220080

### Progetto Strutturale

Dott. Ing. Davide Barilli - BD INGEGNERIA STP S.r.l.  
Piazza R. Baldini, 4/28 - 16149 - Genova  
Tel.: +39 010532074  
e-mail: studio@bdingegneria.com  
Part. IVA: 02533670994

### Progetto Impianti

Dott. Ing. Maurizio Cambiaso - Cambiaso Ingegneria S.r.l.  
Piazza della Vittoria 15/23 - 16121 - Genova  
Tel.: +39 0108690286  
e-mail: cambiaso.maurizio@gmail.com  
Part. IVA: 02360420992

### Progettazione Acustica

Dott. Ing. Gianluca Agliata  
Via Montelungo 80/2 - 16121 - Genova  
Tel.: +39 335 6116854  
e-mail: gianluca.agliata@gmail.com  
Part. IVA: 01438460998

### Progettazione Geologica

Dott. Geol. Stefano Romanelli  
Piazza S.Giovanni 9/3 - 16043 - Chiavari (GE)  
Tel.: +39 0185312417  
e-mail: romanelli.stefano@libero.it  
Part. IVA: 02318810302

### Progettazione Opere Marittime

Studio Ballerini Ingegneri Associati  
Via Caffaro, 27/10 - 16124 - Genova  
Tel. +39 010 209 1295  
e-mail: studioballerini@gmail.com  
Part. IVA: 02555620992

### Progettazione Opere Fluviali

Dott. Ing. Giampiero Nobile - OAC INNOVATION SRL  
Via di Sottoripa, 1A/81 - 16124 - Genova  
Tel. +39 010 869 8603  
e-mail: gnobile@oacingegneria.com  
Part. IVA: 02790430991

### Progettazione Geologica

Dott. Geol. Andrea Guardiani  
Piazza S.Benedetto, 8 - 18018 - Taggia (IM)  
Tel. +39 0184 475874  
e-mail: aguardiani.ag@gmail.com  
Part. IVA: 01277730089

### Progettazione Geologica

Dott. Geol. Paolo Anfossi  
Via Lungo Argentina, 19 - 18018 - Taggia (IM)  
Tel. +39 3937684781  
e-mail: anfossipaolo@libero.it  
Part. IVA: 01532840087

### Rilievi

Geom. Alberto Centenari - 4geo  
Via Colombo, 13 - 16121 - Genova  
Tel. +39 010 5957355  
e-mail: centenari@4geo.it  
Part. IVA: 03787920101

### Intervento/Opera

Realizzazione di una struttura dedicata alla nautica da diporto a Genova Pegli procedimento previsto dal D.P.R. 2/12/1997 n. 509  
**PROGETTO DEFINITIVO**

### Scala

### Data

03  
Ottobre  
2023

### Oggetto della tavola

**RELAZIONE GEOLOGICA, INDAGINI GEOGNOSTICHE**

### Tavola N°

**D-DG-PR-  
D04-0**

### Livello Progettazione

**DEFINITIVO**

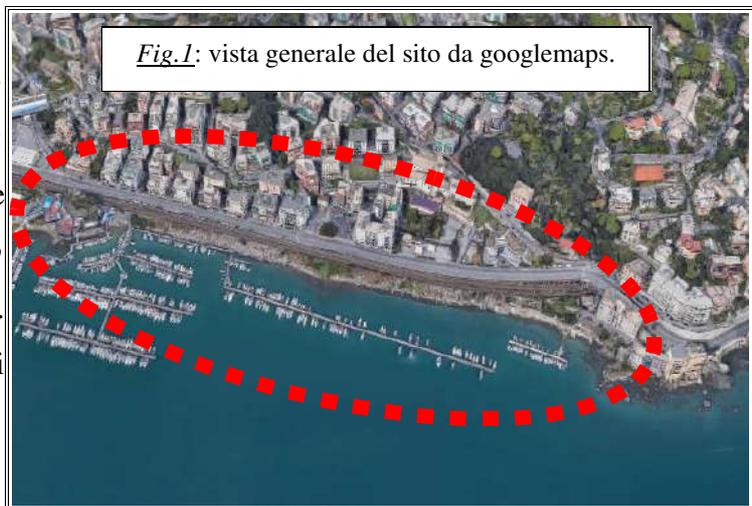
## INDICE

1 – PREMESSA.....	2
2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
2.1 Geografia	
2.2 P.T.C.P.	
2.3 P.U.C.	
3 – INDAGINI PRECEDENTI.....	7
3.1 Relazione 2003 (dott. Geol. Giorgio MENNI)	
3.2 Indagini recenti	
4 – INDAGINE GEOFISICA - RIFRAZIONE.....	9
4.1 Attrezzatura utilizzata	
4.2 Interpretazione dei risultati	
5 – DETERMINAZIONE ONDE P.....	10
5.1 Rappresentazione dei dati sismici	
5.2 Interpretazione dei dati	
6 – INDAGINE GEOFISICA – SISMICA PASSIVA.....	12
6.1 Verifica delle caratteristiche litologiche a mezzo di metodologia sismica passiva	
7 – ANALISI GEOMECCANICA DELL'AMMASSO.....	41
8 – INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO.....	45
8.1 Geomorfologia	
8.2 Idrogeologia	
9 – GEOLOGIA.....	47
9.1 Domini paleogeografici e gruppi di Unità tettoniche	
9.2 Formazioni geologiche	
10 – PIANO DI BACINO E VINCOLI.....	50
10.1 Vincoli	
10.2 Piano di Bacino	
11 – CONSIDERAZIONI GEO-TECNICHE.....	52
11.1 Formazioni geologiche	
11.1.1 Considerazioni geomeccaniche (correlazioni tra parametri geofisici e geotecnici)	
11.2.1 Pericolosità sismica di base	
11.2.3 Sismicità	
12 – ANALISI IN OTTICA M.O.P.S. E DELLA SUSCETTIVITÀ (P.U.C.) .....	59
13 – CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI.....	61

## 1 – PREMESSA

I tecnici scriventi, ovvero il geol. Andrea GUARDIANI con studio in Piazza San Benedetto Revelli a Taggia, ed il geol. Paolo ANFOSSI con studio in Via Lungo Argentina Gen. D. Fornara sempre a Taggia, entrambi regolarmente iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria (rispettivamente al n.460 e n.613 dell'O.R.G.L.), a seguito dell'incarico ricevuto dalla committenza, la **Bagni Castelluccio SRL** con sede in Via Fieschi 3/17 a Genova, e sentiti i progettisti architettonici dello **mag.MA architetture** con sede in Via Cardinal Meglia a Santo Stefano al mare, hanno provveduto a redigere la presente **Relazione geologica – Modellazione**

**sismica a supporto del Progetto definitivo per l'approdo turistico “Marina del Castelluccio” - a Genova Pegli.** Questa relazione segue le precedenti in merito al “progetto preliminare” ad opera del geol. G. Menni del gennaio 2003 e degli scriventi stessi del luglio 2020.



Si è proceduto, quindi, ad una raccolta di significativi dati storico-bibliografici, ovvero la cartografia geologica del **PUC** del Comune (Municipio VII Ponente); la **Carta Geologica 213** del **Progetto CARG (Legge 226/99)**; ed il **Piano di Bacino Stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico (Ambiti 12 e 13 – DCP n.65 del 12/12/2002 con modifica tramite Decreto del Direttore Generale n.6057 dell'11/10/2019; pubblicazione sul BURL n.44 del 30/10/2019 – parte II).**

La presente relazione è stata eseguita ai sensi del **D.M. 17/01/2018** (Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”); queste rappresentano il testo aggiornato delle norme tecniche per le costruzioni di cui alla Legge 5/11/1971 (n.1086), alla Legge 2/02/1974 (n.64), al Decreto del Presidente della Repubblica 6/06/2001 (n.380), ed al Decreto 28/05/2004 (n.136), convertito con modificazioni dalla Legge 27/07/2004 (n.186). Infine le **NTC 2018** sono le Norme che sostituiscono le precedenti NTC 2008, approvate con D.M. 14/01/2008, e definiscono i principi per

il progetto, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni; esse forniscono quindi i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni che devono essere utilizzate nel progetto, definiscono le caratteristiche dei materiali e dei prodotti e, più in generale, trattano gli aspetti attinenti alla sicurezza strutturale delle opere.

Si è, inoltre, tenuto conto delle indicazioni contenute nella **L.R. 24/1987** e della successiva **Circolare applicativa n.4551**; si precisa che il sito ricade all'**esterno** delle aree sottoposte al **R.D. 3267** del 30/12/1923 "*Riordinamento e riforma della Legislazione in materia di boschi e di terreni montani*" ovvero del cosiddetto *Vincolo Idrogeologico* (vd anche **L.R. 4** del **22/01/1999** - "*Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico*"; ed il *Collegato ambientale alla legge di Stabilità 2016 - L.221/2015*).

Le opere, in generale, riguardano la modifica ed il miglioramento funzionale e strutturale dell'attuale complesso della "Marina del Castelluccio" con la realizzazione di un nuovo punto di ricezione-ristoro e, soprattutto, la costruzione di una nuova viabilità interna (con andamento principale ponente-levante), di un pennello marittimo e di nuove banchine galleggianti di ormeggio. Per un maggior dettaglio descrittivo si rimanda, comunque, alle tavole ed alla relazione tecnica esplicativa dei progettisti dello studio succitato.

## 2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE

### 2.1 Geografia

Il sito occupato dal progetto in esame è posto a sud della SS1 Aurelia nella zona che va dall'incrocio con Via G.Ungaretti (ponente), sino al recente Palazzo della Salute “Martinez” (levante), passando per Piazza Lido di Pegli; siamo quindi nel tratto a mare compreso tra il “Castelluccio” ad ovest e la “Località Risveglio” ad est.

Le quote altimetriche di riferimento dell'area, raggiungibile attraverso un sottopasso pedonale e ovviamente via mare, si aggirano intorno ai -10 / + 15 m. circa s.l.m.; mentre le coordinate che delimitano la zona di più stretto interesse risultano:

1 - Coordinate WGS84	Lat. 44,424876	Long. 8,798937
2 - Coordinate WGS84	Lat. 44,423576	Long. 8,806355
3 - Coordinate WGS84	Lat. 44,422269	Long. 8,805588
4 - Coordinate WGS84	Lat. 44,423335	Long. 8,798967

Il sito è individuabile sulla cartografia esistente, tra le altre, in:

- Catasto del Comune	Scala 1: 2.000;
- CTR 213 141	Scala 1: 5.000;
- CTR 213 142	Scala 1: 5.000;
- CTR 213 140	Scala 1: 10.000.

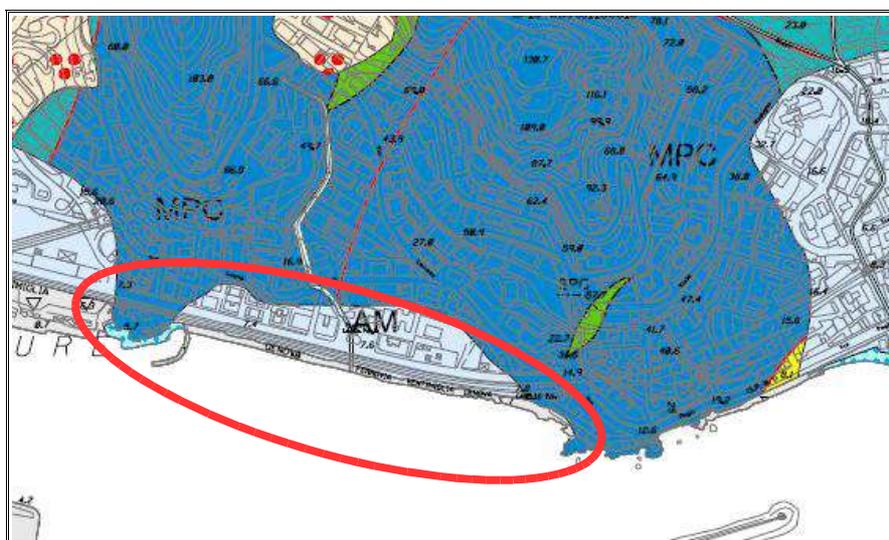
### 2.2 P.T.C.P.

Il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico inserisce tale area in:

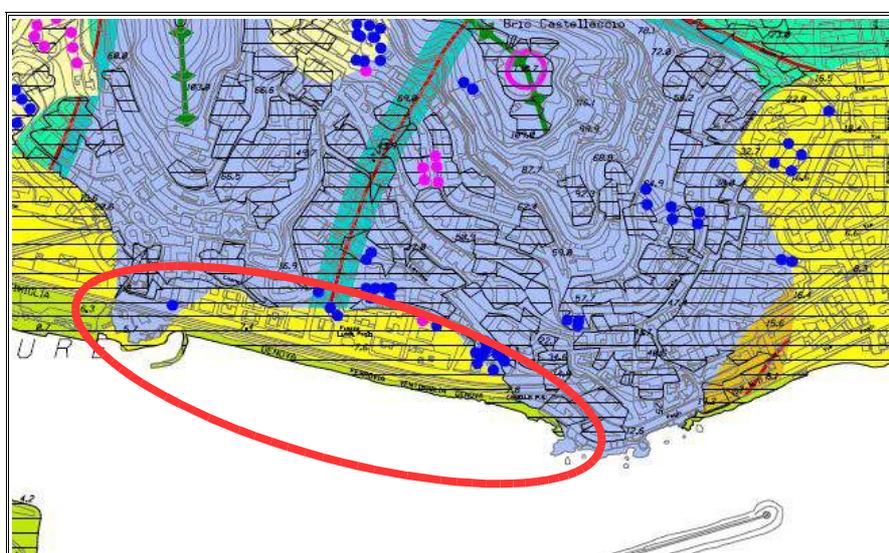
• Assetto Insediativo:	IS-TR-TU	Insed. sparsi – Trasform. - Tess. Urbano
	ANI- TR-AI	Amb. non insed. - Trasf. - Attr. Impianti
• Assetto Vegetazionale	COL-ISS	Colture - Insediamenti sparsi serre
• Assetto Geomorfologico	MO-B	Modificabilità di tipo B

### 2.3 P.U.C.

La verifica cartografica del PUC comunale (zona Municipio VII – Ponente) ha permesso di evidenziare quanto segue:



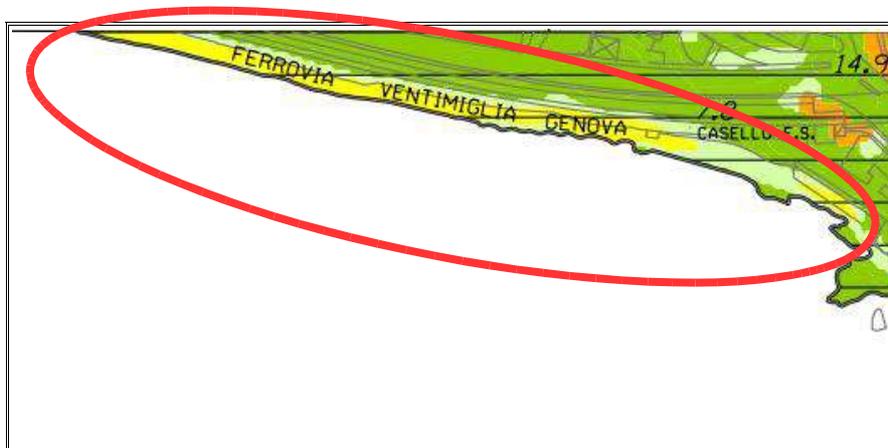
*Fig.2:* Carta litologica (affiorano metagabbri, alluvioni e depositi di spiaggia).



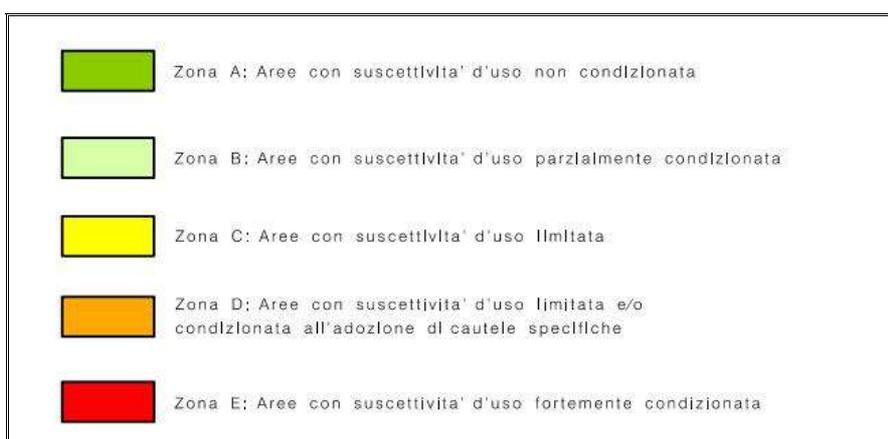
*Fig.3:* Carta delle MOPS (zone A: stabili / zone B: stabili suscettibili di amplificazione).



*Fig.4:* Carta zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio (F.25).



*Fig.5:* Carta zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio (F.35).



*Fig.6:* Carta zonizzazione geologica e suscettività d'uso del territorio (Legenda).

### 3 – INDAGINI PRECEDENTI

#### 3.1 Relazione 2003 (dott. Geol. Giorgio MENNI)

Nella redazione dei suoi elaborati il geol. G.Menni aveva già inserito delle prove e delle indagini in riferimento alla normativa tecnica del tempo; in particolare si faceva riferimento a:

- prelievo ed analisi di campioni di battigia;
- prelievo ed analisi di campioni di deposito fondale;
- studio dell'ammasso roccioso tramite RMR (di Bieniawski).

Inoltre il geol. G.Menni riportava prospezioni e rilevamenti eseguiti in tempi precedenti per conto dell'Autorità Portuale e riferibili ad un profilo geosismico “Sparker”, del dicembre 1987, e a dei sondaggi geognostici a carotaggio continuo (*ditta Imprefond S.r.l.*) realizzati nella porzione di specchio d'acqua che si trova antistante al sito di interesse.

#### 3.2 Indagini recenti

Dalla ricerca in rete e nei siti istituzionali ([www.ambienteinliguria.it](http://www.ambienteinliguria.it), ecc.), oltre al materiale messo a disposizione dalla committenza di cui sopra, è stato possibile verificare che nell'areale a monte del progetto sono stati realizzati altri sondaggi geognostici (es. dal servizio strade del Comune, oppure nell'area dell'ex Ospedale Martinez, ecc.) ed alcune indagini geofisiche.

Tutte queste prospezioni sono state utili per l'interpretazione delle prove HVSR da noi svolte e utilizzate quindi come “*taratura*” (si riporta nella pagina seguente un esempio di stratigrafia del tempo eseguita in Via Loano a Genova Pegli).

E. L. C. I. S.p.A. VIA PRA, 11 GENOVA		COMUNE DI GEROVA - Servizio Strafe Via Iosno Genova-Fegli		LOCALITÀ		SONDAGGIO	
METODO DI PUNZAZIONE		uso di doppio carotiere anima doppia a rotazione		DATA		4/11/85 6/11/85	
Ø minime mm 140 Ø max mm 101		DESCRIZIONE DEL TERRENO		STANDARD TEST		H <sub>2</sub> O CAROT.	
POL. SINATI. GRAFICA		SCHUMA STRATI. CRATICO		profondità		esgl	
QUOTE assolute al p.2		SCALA		P.C.			
0,00	1				materiali di riposto eterogenei a granulometria media e grossa con locali intercalazioni fini		
4,50	2				Depositi sciolti di origine marina generalmente ghiaiosi con in fondo un livello sabbioso		
8,00	3				Breccia serpentinoso con inclusi taloni profondamente disartati con livelli plasticizzati a quote di ca. -9,00; -10,00; -11,00.		
10,50	4				Breccia serpentinoso con livelli sfaldabili nel complesso scompaginate.		
15,00	5						

Fig.7: Sondaggio geognostico eseguito nel 1985 (taratura delle prove HVSR).

## 4 – INDAGINE GEOFISICA - RIFRAZIONE

Si è ritenuto opportuno eseguire, già nella fase preliminare dell'anno 2020 per una maggior conoscenza dei luoghi, un'indagine geofisica di tipo sismico per la determinazione della stratigrafia tramite l'analisi delle onde p (longitudinali). Questa indagine è consistita nella realizzazione di una base sismica a rifrazione direttamente nel terreno di interesse; più nel dettaglio la base sismica è stata attrezzata mediante geofoni da 14 Hz, con distanza intergeofonica di 1,5 metri ed ha permesso, tramite l'interpretazione dei tempi di propagazione delle onde sismiche, la definizione delle caratteristiche dei litotipi presenti nel primo sottosuolo.

Le indagini geofisiche (sismiche) si occupano dell'esplorazione del sottosuolo attraverso l'analisi della propagazione di onde elastiche generate in superficie o all'interno di perfori. Le onde sismiche si generano dal moto vibratorio delle particelle di un corpo, che si innesca a causa della sollecitazione indotta da uno sforzo di tipo impulsivo.

### 4.1 Attrezzatura utilizzata

L'attrezzatura utilizzata in campagna, con la collaborazione del geol. Fabio LANTERI di Imperia, è costituita da un sismografo a 12 canali, cavi di collegamento tra i sensori ed il sismografo, 12 geofoni verticali da 14 Hz per la registrazione delle onde P, mazza per l'energizzazione. Il sismografo ha possibilità di stack degli impulsi sismici, filtraggio digitale programmabile (per la riduzione dei rumori) e guadagno verticale del segnale (in ampiezza) con sensibilità tra 1 e 100 decibel. La registrazione dei dati in digitale viene effettuata direttamente sullo strumento denominato PASI 12S-12L.

### 4.2 Interpretazione dei risultati

E' necessario sottolineare che le interpretazioni delle indagini geofisiche vengono eseguite nell'ipotesi che gli strati del sottosuolo siano omogenei, orizzontali e con superfici di separazione piano-parallele. Nell'area indagata le condizioni sopra riportate non sono sempre rispettate, pertanto l'interpretazione, sia delle profondità, che delle velocità, viene effettuata con un margine di incertezza che si somma all'errore insito proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15 %.

## 5 – DETERMINAZIONE ONDE P

### 5.1 Rappresentazione dei dati sismici

Dai segnali sismici ottenuti in campagna vengono estrapolati i dati di tempo e velocità che l'onda, creata dalla fonte energizzante, impiega a raggiungere ogni singolo geofono. I valori così ottenuti vengono inseriti in un apposito programma (software Dolfrang) ed elaborati ottenendo in questo modo sia le velocità delle singole formazioni attraversate, che gli spessori dei livelli.

### 5.2 Interpretazione dei dati

I dati ottenuti dall'analisi delle velocità di propagazione delle onde sismiche (onde p) e delle “distanze critiche” hanno consentito di definire, che nel primo sottosuolo, sono presenti almeno tre orizzonti che suddividono le Unità riscontrate, ovvero:

Unità superficiale: Rappresenta l'orizzonte superficiale aerato del terreno (riferibile al terreno ovvero ai Depositi di spiaggia) ed è stato intercettato sino ad una profondità massima di circa -0,69 metri. Tutte le quote sono riferite al p.c. (piano campagna) del momento in cui si sono svolte le misure.

Unità intermedia: Questo orizzonte, che giunge sino ad una profondità di circa - 2,76 metri dal p.c. e possiede velocità delle onde longitudinali di circa 1470 m/sec., è associabile ai Depositi di spiaggia (saturi) che passano al Cappellaccio disarticolato.

Unità basale: Tale livello, basale tra quelli rinvenuti in questa analisi ( $V_p$ ), possiede velocità delle onde P di circa 3260 m/sec.; risulta, anche in funzione delle indagini hvsr, associabile all'ammasso roccioso, talora fratturato, che caratterizza l'area.

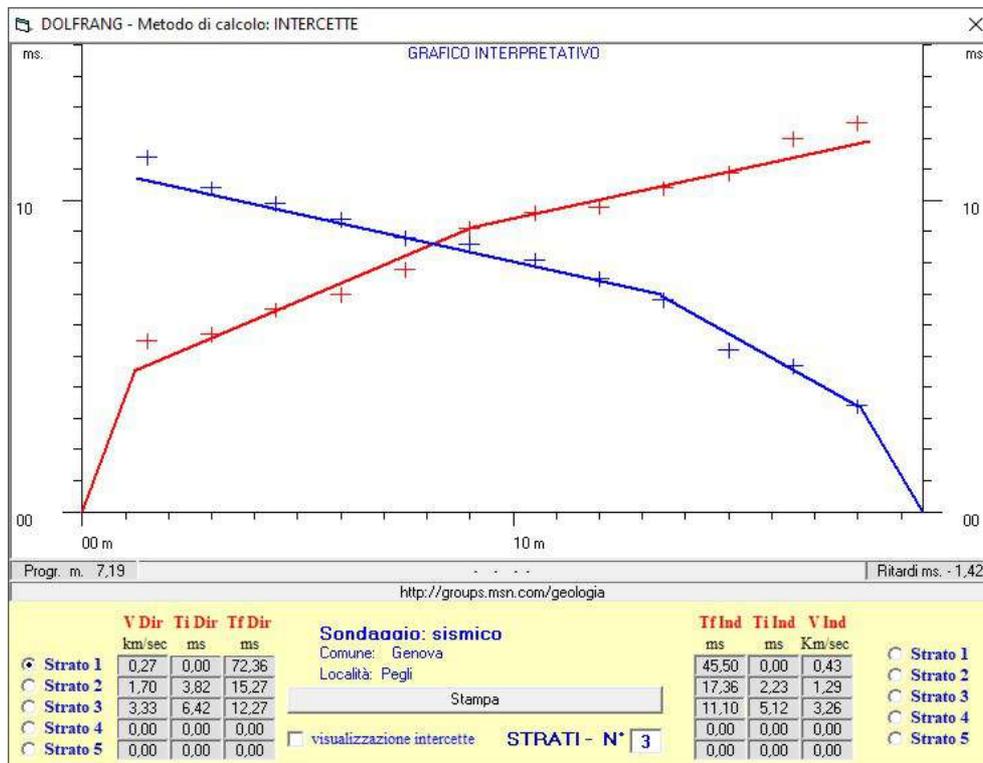


Fig. 8: Dromocrone Linea S1.

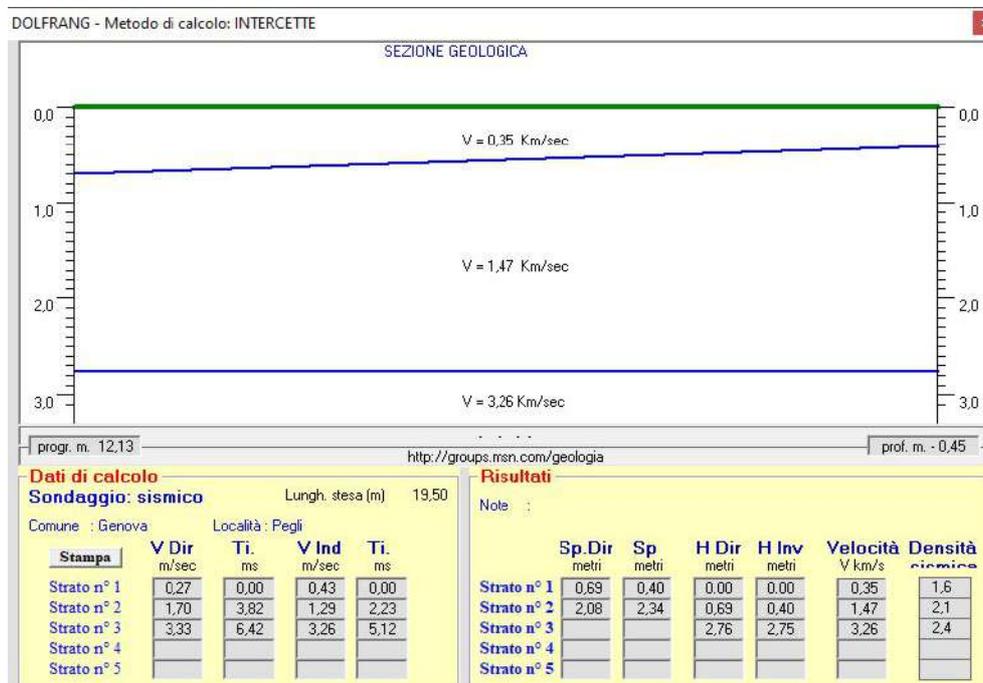


Fig. 9: Sismostrati (Onde P) della Linea S1.

## 6 – INDAGINE GEOFISICA – SISMICA PASSIVA

In base ai sopralluoghi effettuati si è deciso di integrare il rilievo geologico superficiale e l'indagine a rifrazione con delle prove geofisiche in tipologia “sismica passiva”; nel dettaglio nell'anno 2020 abbiamo realizzato indagini nella parte “a mare”, mentre nell'anno 2021 le prove sono state effettuate a monte del tracciato ferroviario. L'indagine geofisica effettuata per estrapolare le Vs (velocità delle onde di taglio) è avvenuta mediante l'utilizzo degli strumenti “*Tromino zero – Theremino 16bit – Theremino ADC24bit*” con software di elaborazione “*Grilla*”.

### 6.1 Verifica delle caratteristiche litologiche a mezzo di metodologia sismica passiva

Gli scriventi hanno eseguito un'indagine geofisica finalizzata all'estensione in profondità dello studio, alla determinazione del parametro  $V_{s,eq}$  ed alla verifica della congruità litologica complessiva. Le caratteristiche tecniche degli strumenti sono riportate nelle tabelle.

<i>Tabella 1: caratteristiche strumento “Tromino”:</i>	
<b>Numero di canali</b>	3+1 analogici
<b>Amplificatori</b>	tutti canali con input differenziali
<b>Rumore</b>	< 0.5 $\mu$ V r.m.s. @ 128 Hz sampling
<b>Impedenza dell'input</b>	10 <sup>6</sup> Ohm
<b>Range di frequenze</b>	DC - 360 Hz
<b>Frequenza di campionamento</b>	16384 Hz per canale
<b>Frequenze di sovracamp.</b>	32x, 64x, 128x
<b>Conversione A/D</b>	equivalente a 24 bit
<b>Massimo input analogico</b>	51.2 mV (781 nV/digit)
<b>Registrazione dati</b>	memoria interna, standard 512 Mb, opzionale fino a 2 Gb
<b>Accoppiamento col terreno</b>	su punte e cuscinetto reologico
<b>Condizioni operative</b>	temperatura - 10 / +70°C //// umidità 0-90% senza condensa
<b>Sensori</b>	3 velocimetri elettrodinamici ortogonali ad alta risoluzione autobloccaggio quando non in acquisizione

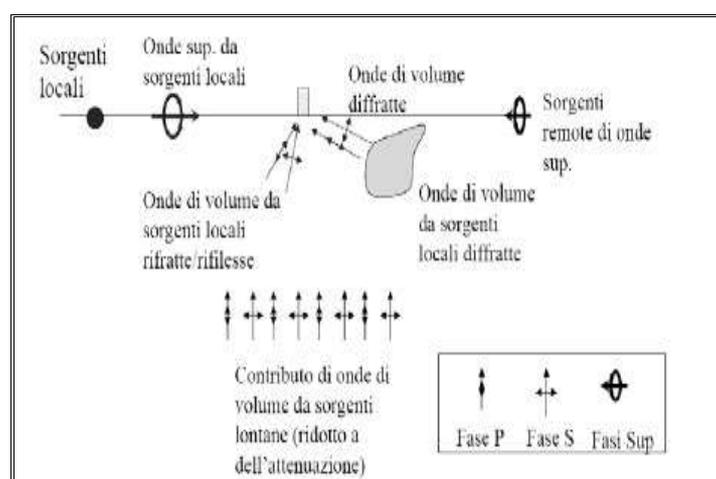
<i>Tabella 2: caratteristiche strumento “Theremino 16 bit”:</i>
Theremino Master DIL (modulo theremino master con microcontrollore in package DIL e 6 I/O)
Geofoni (3) da 4,5 Hz (1 verticale e 2 orizzontali)
Theremino geoPreamp (3) di collegamento

**Tabella 3: caratteristiche strumento "Theremino – ADC 24bit":**

Theremino Master DIL (modulo theremino master con microcontrollore in package DIL e 6 I/O)
Geofoni (3) da 4,5 Hz (1 verticale e 2 orizzontali)
Modulo ADC 24bit V2 (largh 60mm – alt. 35mm) con 16 canali single ended, 15 canali pseudo differenziali oppure 8 differenziali. Velocità regolabili da 10 a 19200 campioni al secondo e guadagno (gain) per ogni canale regolabile da 1 a 128. Non necessità di theremino geoPreamp.

Tali strumenti consentono di effettuare misurazioni sismiche con tecnica passiva. L'indagine geofisica proposta si avvale della tecnica di Nakamura e del rapporto spettrale H/V; ovvero si misura il microtremore sismico ambientale (rumore sismico). Il rumore convenzionalmente viene suddiviso in microsisma (freq. < 1 Hz) e microtremore (freq. > 1 Hz) ed è costituito sia da onde di volume, sia da onde superficiali in proporzioni variabili; in particolare il microsisma è costituito soprattutto da onde di Rayleigh, mentre il microtremore oltre alle onde di volume contiene anche onde di Love e onde di Rayleigh in proporzioni variabile.

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è totalmente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimenti di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale che in natura esiste ovunque; in particolare si sfruttano i microtremori sismici sempre presenti in natura e la cui fonte o sorgente può essere sia di origine antropica-umana (attività agricola o industriale, traffico, ecc.), che di origine naturale (vento, masse d'aria, moto ondoso, ecc.).



I risultati che si possono ottenere da una registrazione di questo tipo sono:

- la frequenza caratteristica di risonanza del sito, ovvero un fondamentale parametro per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale soprattutto per scongiurare l'effetto di “doppia risonanza” estremamente pericoloso per la stabilità degli edifici e delle strutture;
- la frequenza fondamentale di risonanza di un edificio, che viene misurata all'interno della struttura e comparata con la frequenza caratteristica del sito;
- la velocità media delle onde di taglio  $V_s$ , calcolata tramite opportune correlazioni e codici di calcolo. Utile per la categoria di suolo di fondazione come richiesto dalle **NTC '18**;
- la stratigrafia del sottosuolo, con un intervallo (range) di investigazione compreso tra il primissimo sottosuolo ed i 700 metri circa di profondità, anche se il dettaglio più affidabile si ha nei primi 100 metri circa. Il principio su cui si basa tale tecnica è rappresentato dalla definizione di strato inteso come unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un **contrasto di impedenza (I)**, ovvero per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo attraversato.

Nello specifico è stata utilizzata tale tecnica per verificare la stratigrafia del sottosuolo. Dal diagramma H/V è stato possibile osservare come la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** sia registrata in corrispondenza di alcuni picchi di frequenza dai valori medi/medio-bassi, indice di una certa profondità del rifratore sismico principale (bedrock sismico). Solitamente l'attribuzione di un valore di spessore viene fornito mediante l'utilizzo dell'equazione della frequenza fondamentale di risonanza, come di seguito rappresentata:

$$f = \frac{V_s}{4 * H}$$

ove: f = frequenza;

$V_s$  = velocità delle onde trasversali (S);

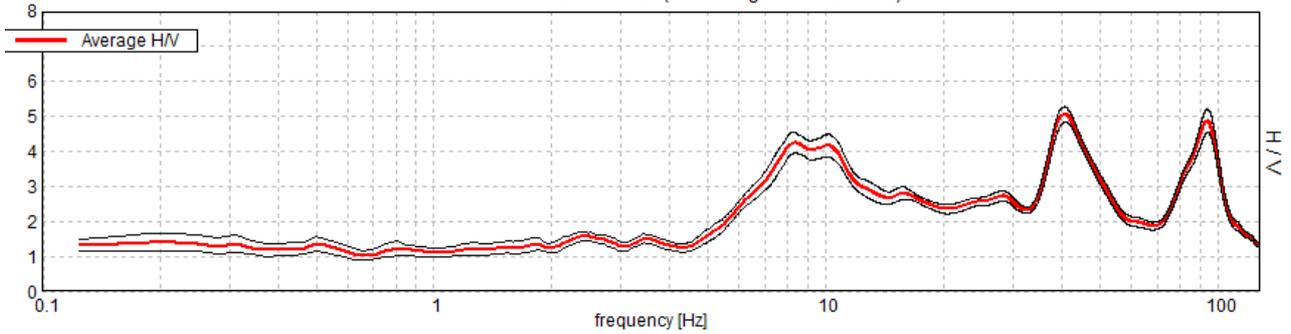
H = profondità del livello.

Si ricorda che anche in questa analisi l'interpretazione dei risultati, ovvero sia le profondità, che le velocità, viene effettuata con un margine di incertezza che si somma all'errore insito proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15%. Si riportano ora i diagrammi ottenuti dalle misurazioni svolte in sito.

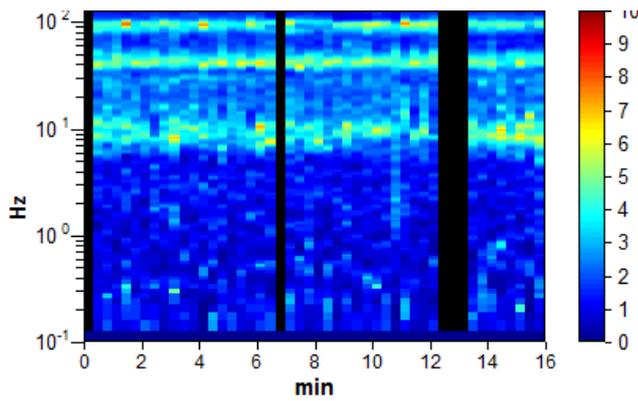
## S<sub>p</sub> (1) - Tromino

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

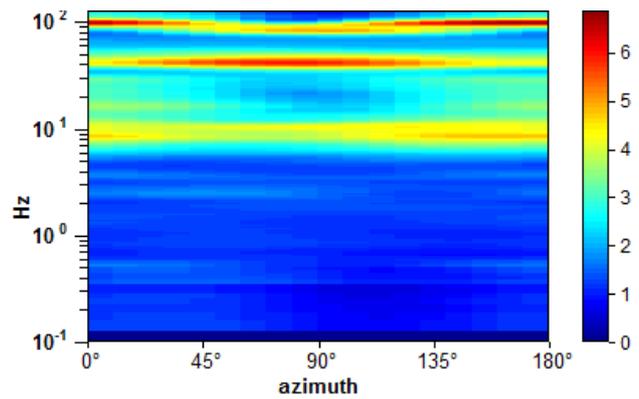
Max. H/V at 40.63 ± 14.04 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



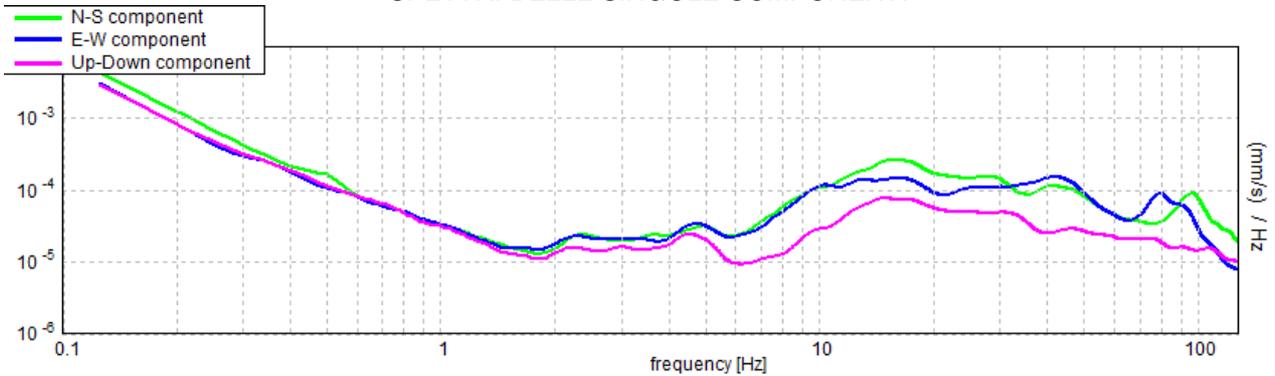
### SERIE TEMPORALE H/V



### DIREZIONALITA' H/V



### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Picco H/V a  $40.63 \pm 14.04$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).

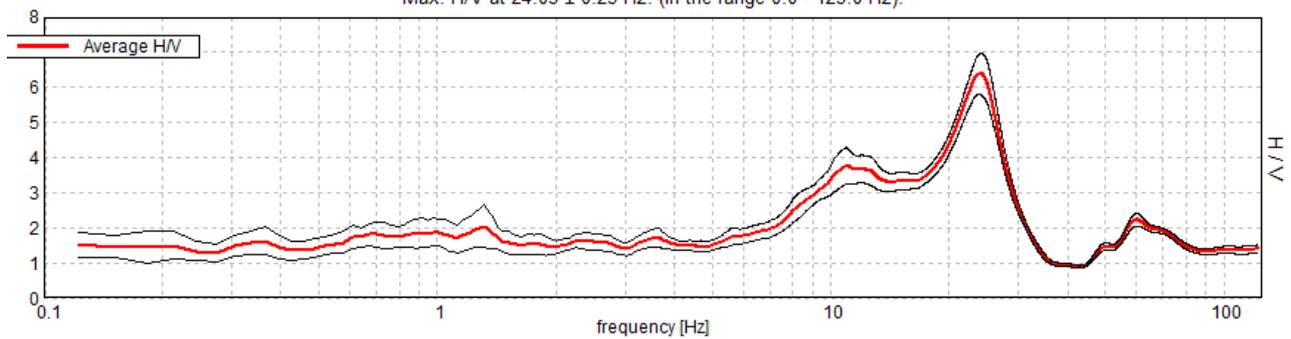
**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$40.63 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$34937.5 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1951	OK	

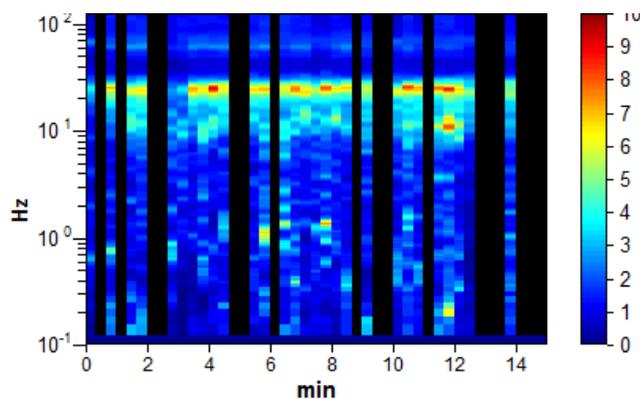
*S\_p (2) - Theremino 16 bit*

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

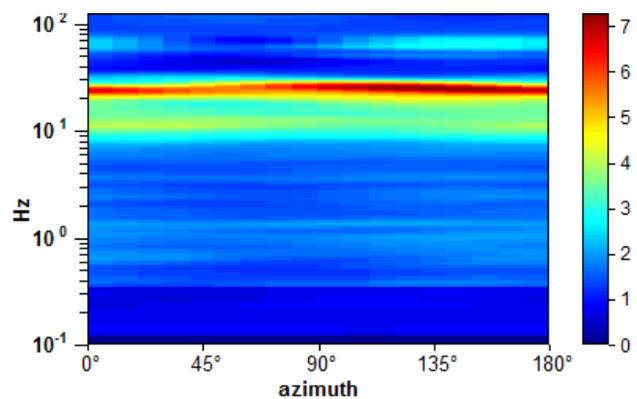
Max. H/V at  $24.05 \pm 0.25$  Hz. (In the range 0.0 - 125.0 Hz).



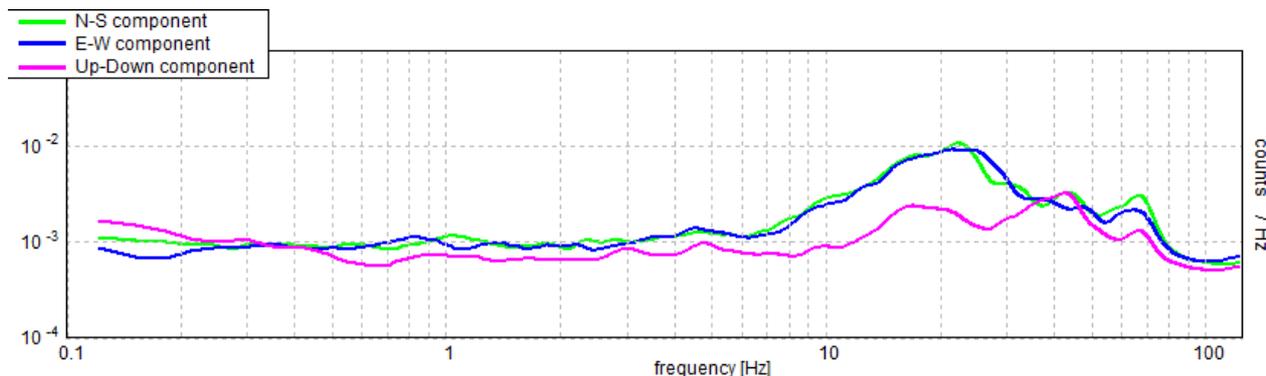
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**

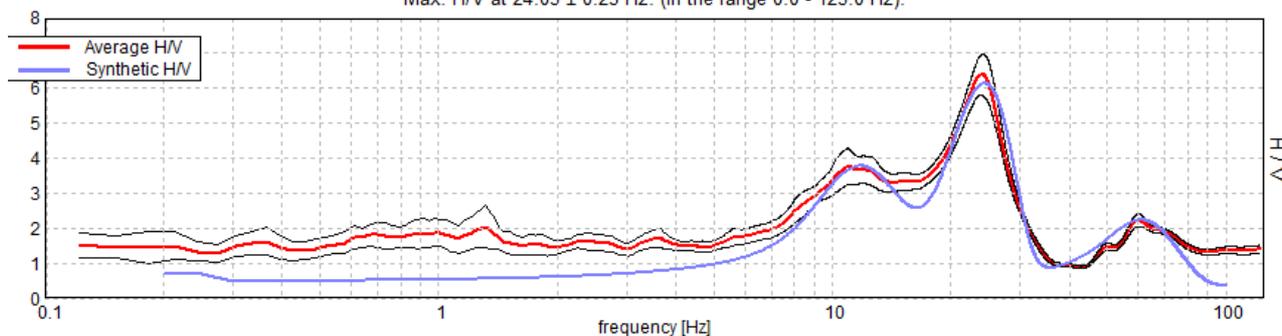


### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 24.05 ± 0.25 Hz. (In the range 0.0 - 125.0 Hz).



<b>Profondità alla base dello strato [m]</b>	<b>Spessore [m]</b>	<b>Vs [m/s]</b>	<b>Possibile interpretazione</b>
0,57	0,57	133	Terreno superficiale (depositi alluvionali)
3,62	3,05	296	Depositi alluvionali / Cappellaccio
17,22	13,6	722	Ammasso talora fratturato
inf.	inf.	1412	Ammasso roccioso competente

***Vs (eq.) = 515 m/s (piano campagna) NTC 2018***

***Vs (30) = 706 m/s (piano campagna) NTC 2008***

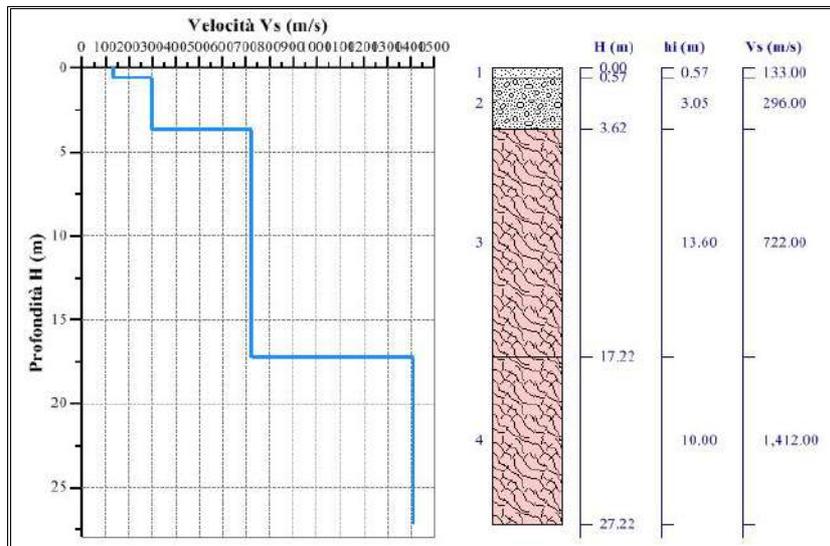


Fig. 20: Sismo-stratigrafia.

**Picco H/V a  $24.05 \pm 0.25$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 125.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$24.05 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$13466.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 1183	<b>OK</b>	

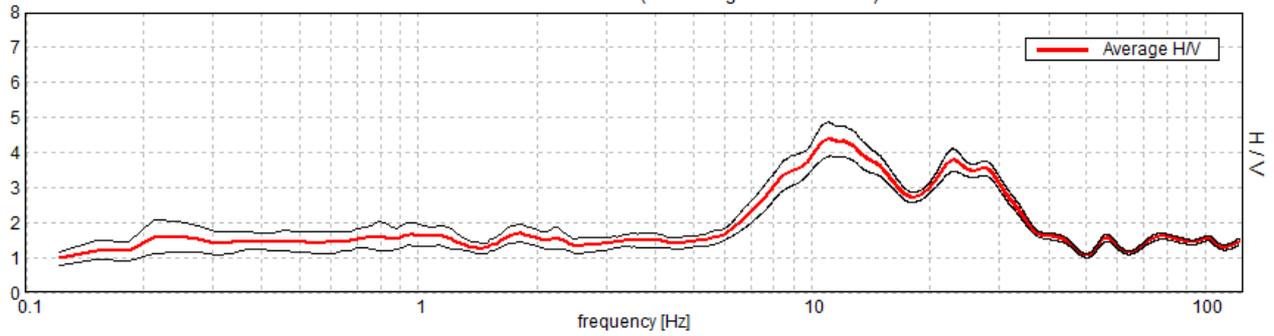
**Criteri per un picco H/V chiaro**

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	9.674 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	28.748 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$6.39 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.01037  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.24933 < 1.20239$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5881 < 1.58$	<b>OK</b>	

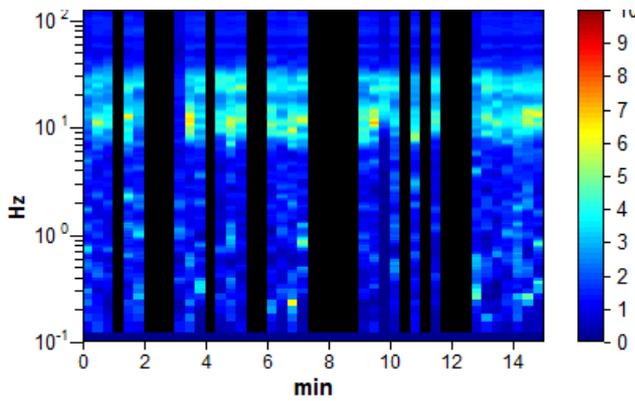
*S<sub>p</sub> (3) - Theremino 16 bit*

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

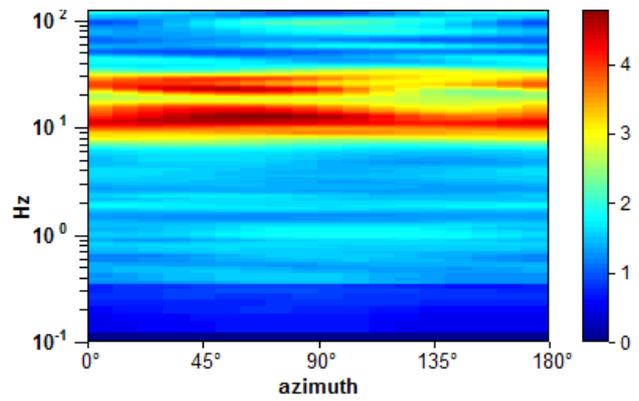
Max. H/V at 11.14 ± 1.99 Hz. (In the range 0.0 - 125.0 Hz).



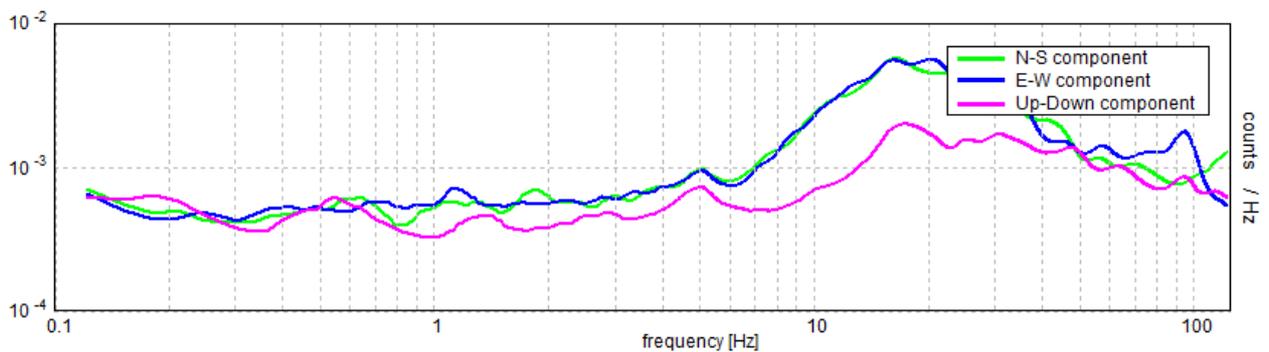
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



**Picco H/V a  $11.14 \pm 1.99$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 125.0 Hz).**

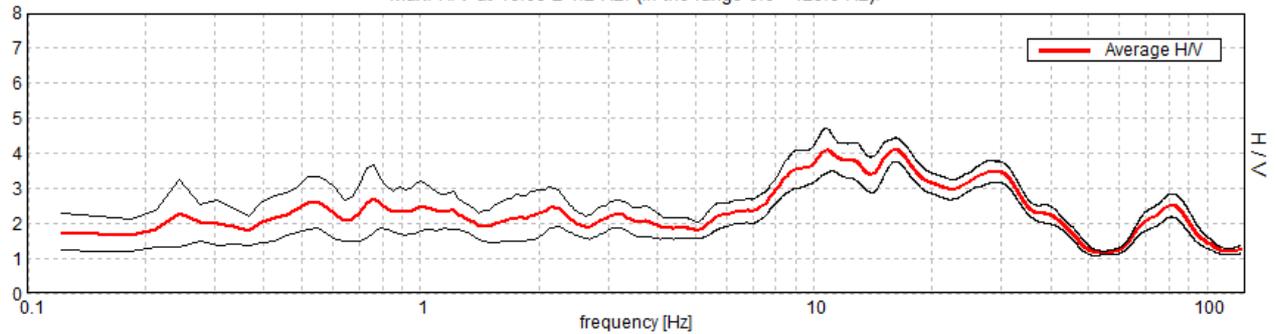
**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$11.14 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$6237.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 548	<b>OK</b>	

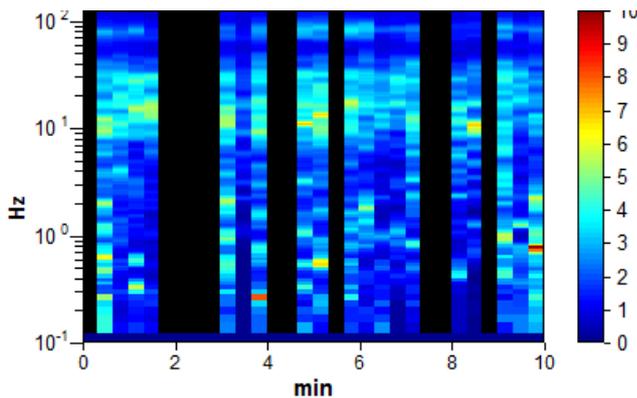
*S\_p (4) - Theremino 16 bit*

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

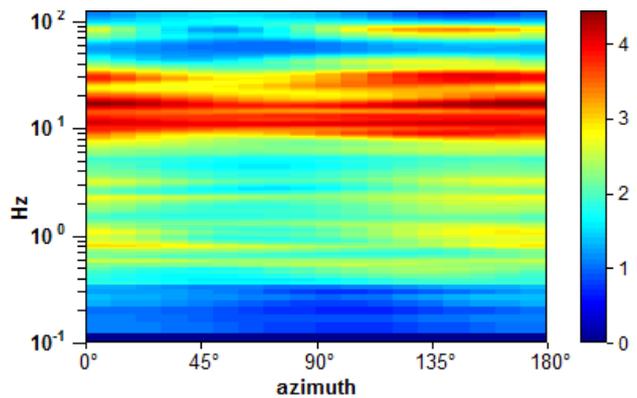
Max. H/V at  $16.08 \pm 4.2$  Hz. (In the range 0.0 - 125.0 Hz).



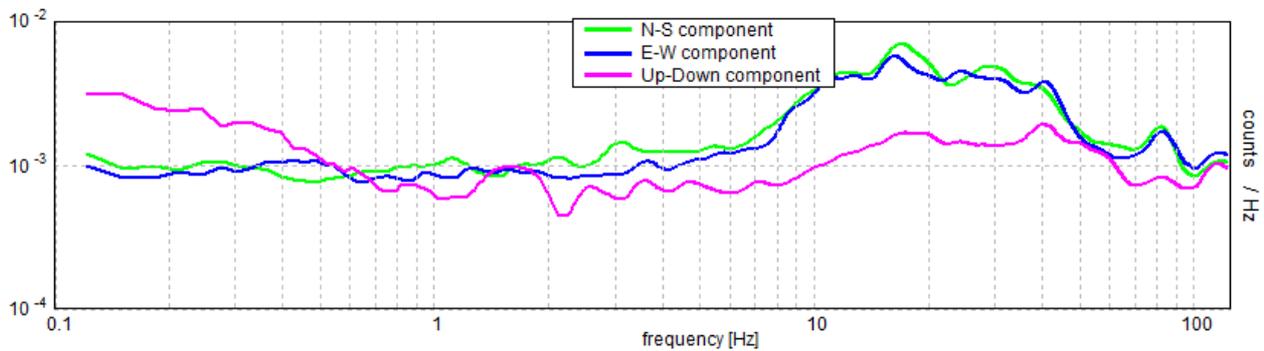
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**

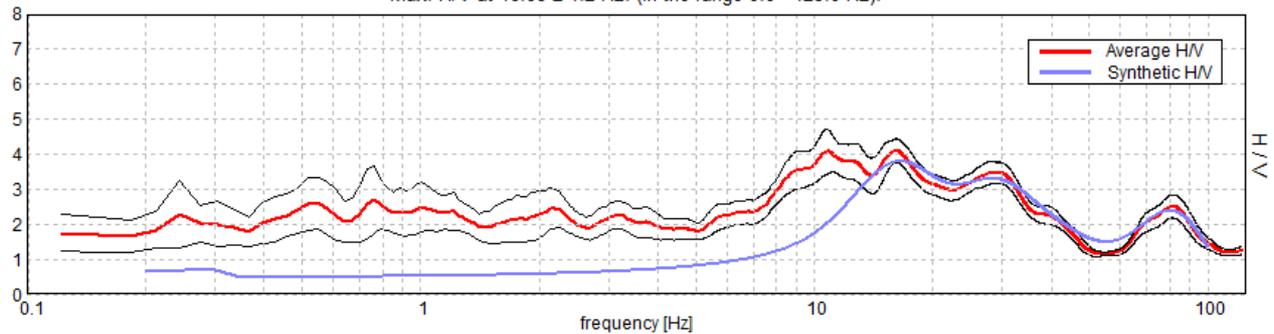


### SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at  $16.08 \pm 4.2$  Hz. (In the range 0.0 - 125.0 Hz).



<b>Profondità alla base dello strato [m]</b>	<b>Spessore [m]</b>	<b>Vs [m/s]</b>	<b>Possibile interpretazione</b>
0,42	0,42	125	Terreno superficiale (depositi alluvionali)
2,13	1,71	292	Depositi alluvionali / Cappellaccio
5,51	3,38	504	Ammasso fratturato
13,71	8,2	782	Ammasso talora fratturato
inf.	inf.	1304	Ammasso roccioso competente

**$V_s$  (eq.) = 519 m/s (piano campagna) NTC 2018**

**$V_s$  (30) = 771 m/s (piano campagna) NTC 2008**

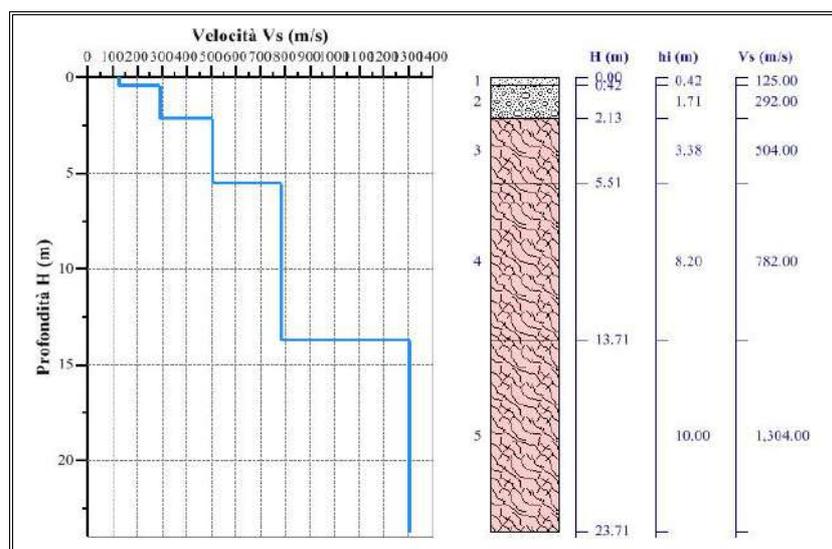


Fig. 30: Sismo-stratigrafia.

**Picco H/V a 16.08 ± 4.2 Hz (nell'intervallo 0.0 - 125.0 Hz).**

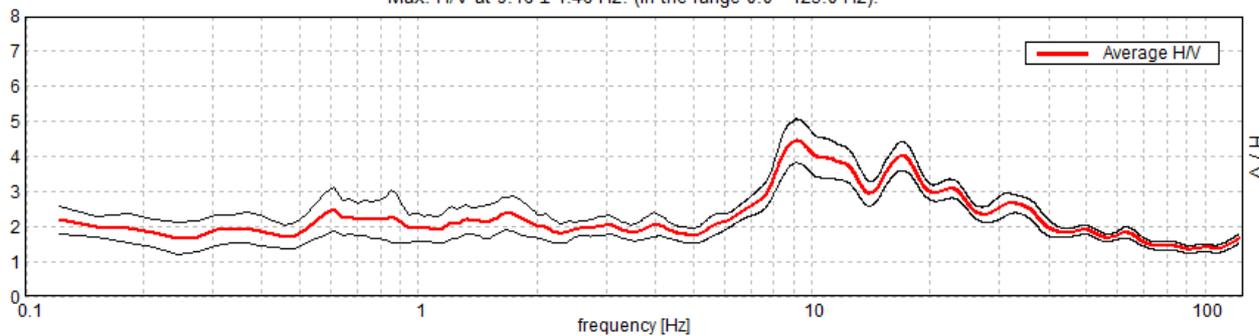
**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$16.08 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$6111.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 792	<b>OK</b>	

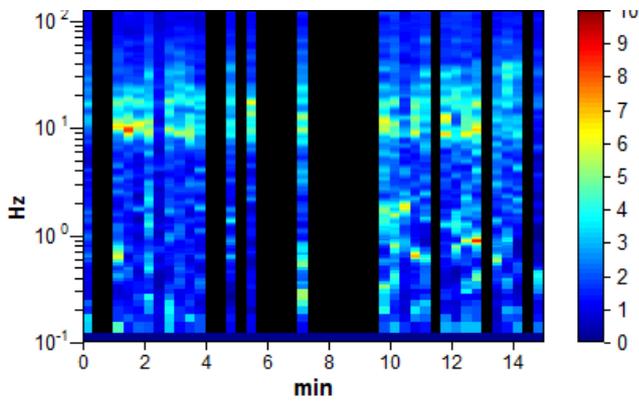
*S<sub>p</sub> (5) - Theremino 16 bit*

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

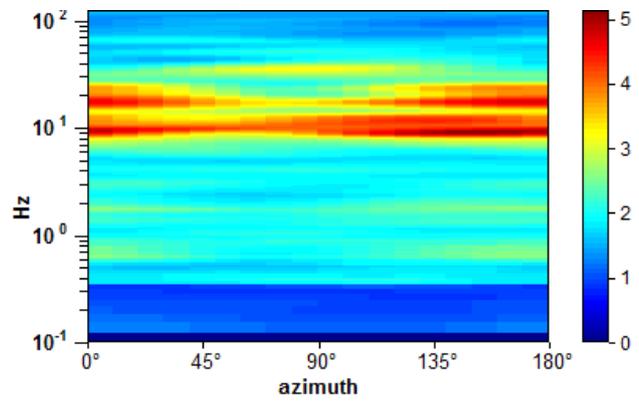
Max. H/V at 9.16 ± 1.46 Hz. (In the range 0.0 - 125.0 Hz).



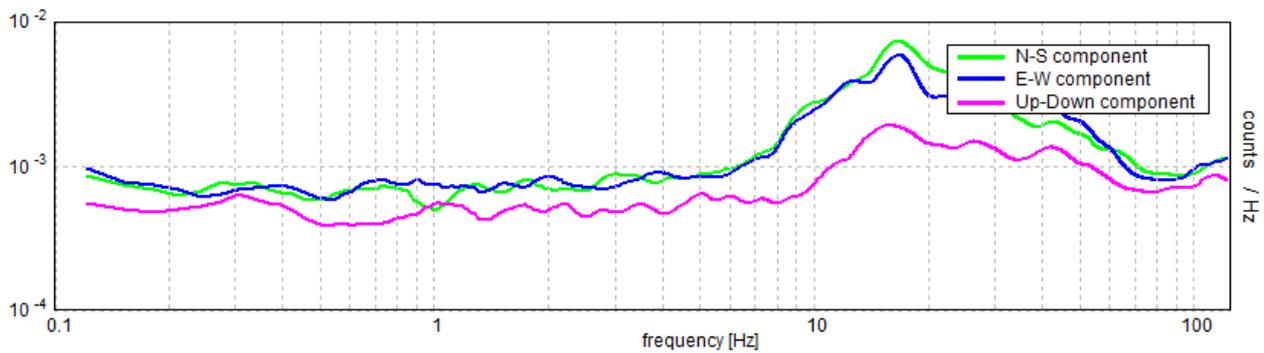
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $9.16 \pm 1.46$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 125.0 Hz).**

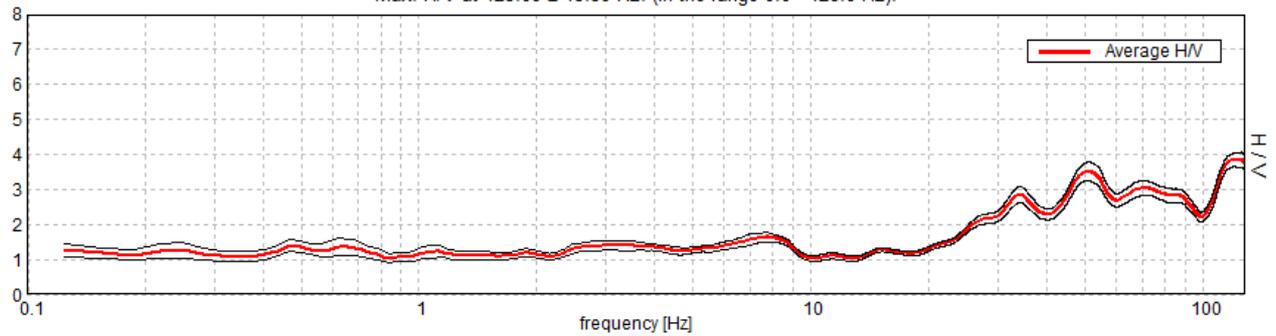
**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$9.16 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$4760.7 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 451	<b>OK</b>	

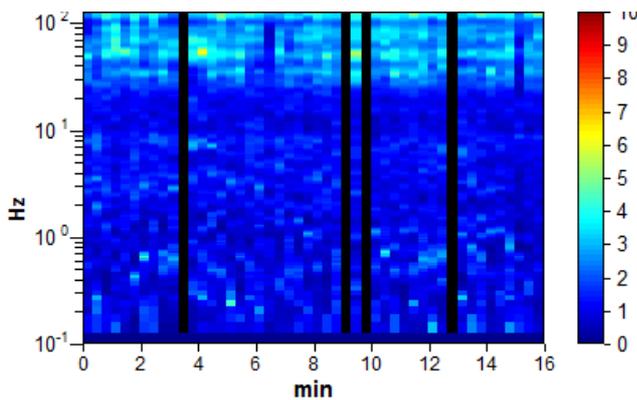
*S<sub>p</sub> (6) - Tromino*

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

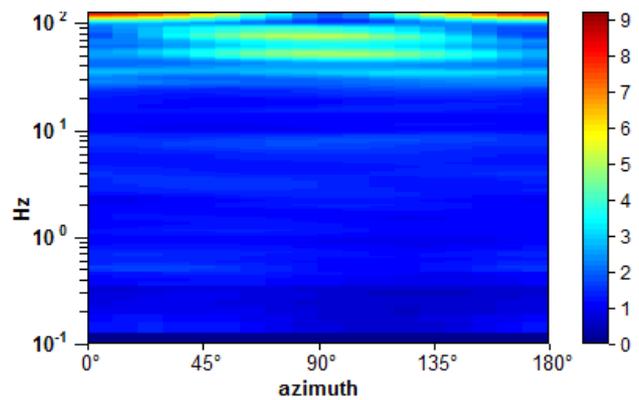
Max. H/V at 125.09 ± 43.59 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



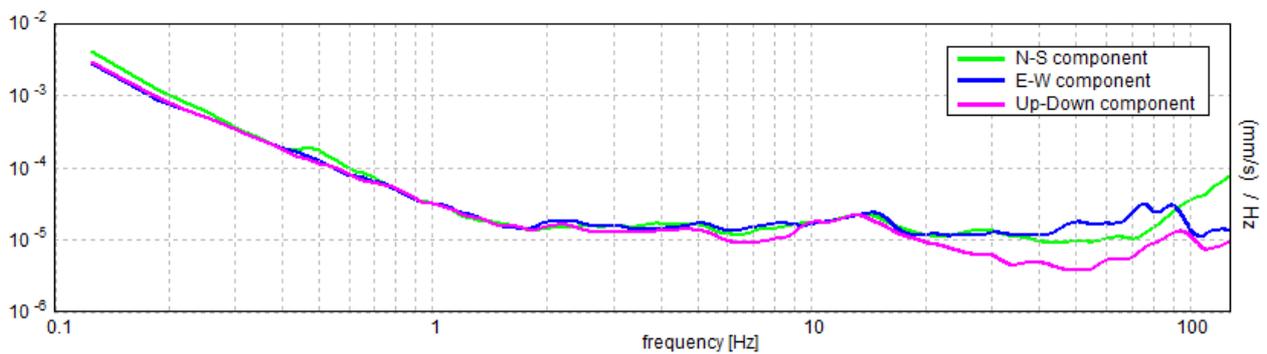
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**

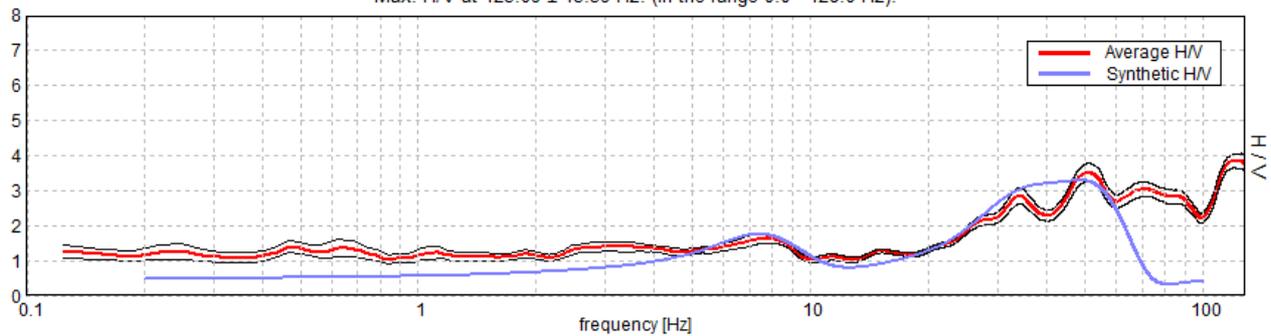


**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 125.09 ± 43.59 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Possibile interpretazione
0,63	0,63	121	Terreno superficiale (depositi di spiaggia)
2,54	1,91	298	Depositi di spiaggia / Cappellaccio
14,34	11,8	422	Ammasso decisamente fratturato
inf.	inf.	810	Ammasso competente

$V_s (eq.) = 362 \text{ m/s}$  (piano campagna) NTC 2018

$V_s (30) = 509 \text{ m/s}$  (piano campagna) NTC 2008

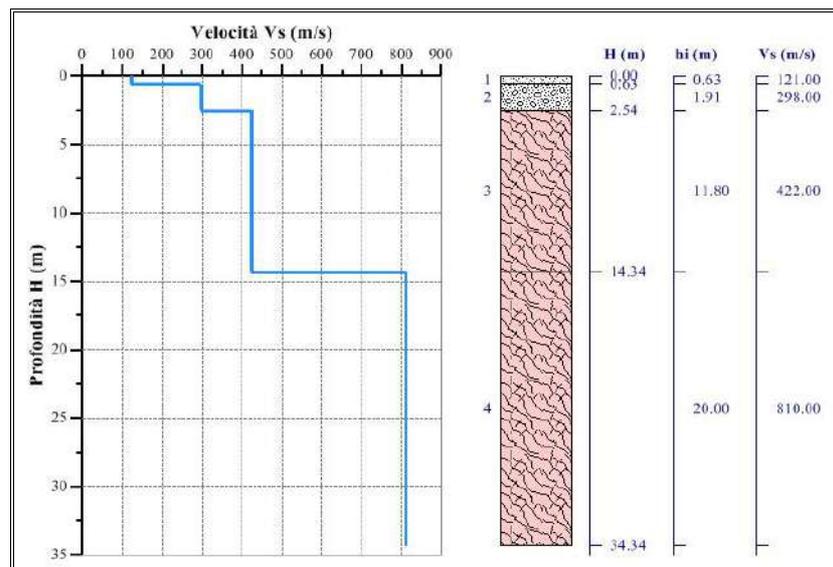


Fig. 40: Sismo-stratigrafia.

**Picco H/V a 125.09 ± 43.59 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).**

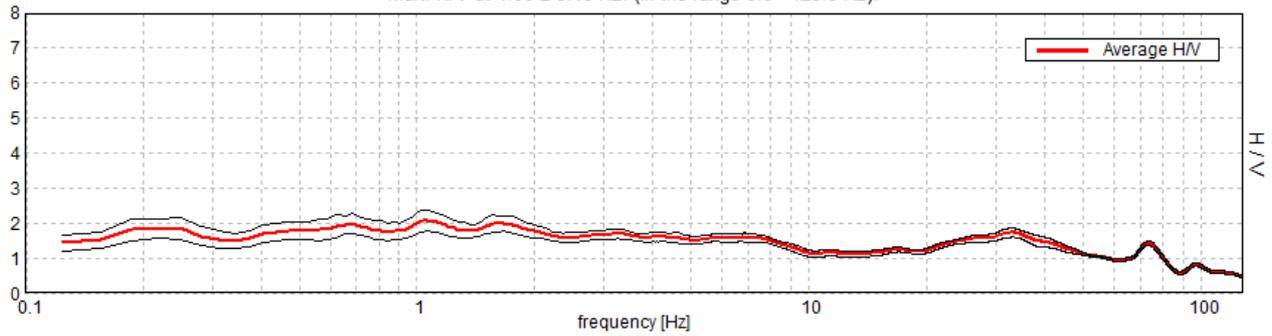
**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	125.09 > 0.50	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	110082.5 > 200	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 2096	<b>OK</b>	

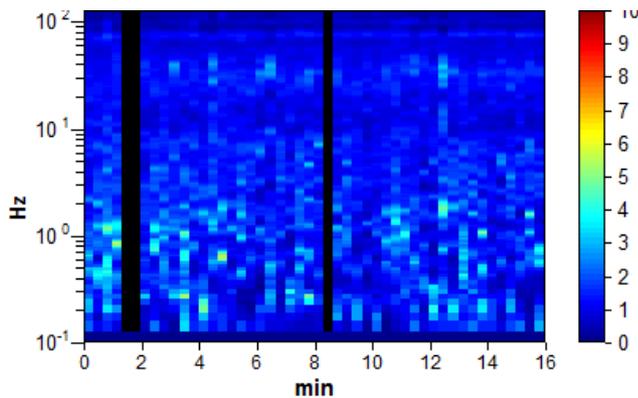
*S\_p (7) - Tromino*

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

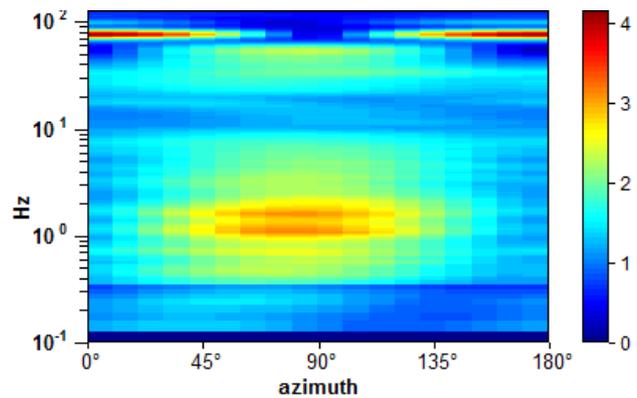
Max. H/V at 1.06 ± 0.16 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



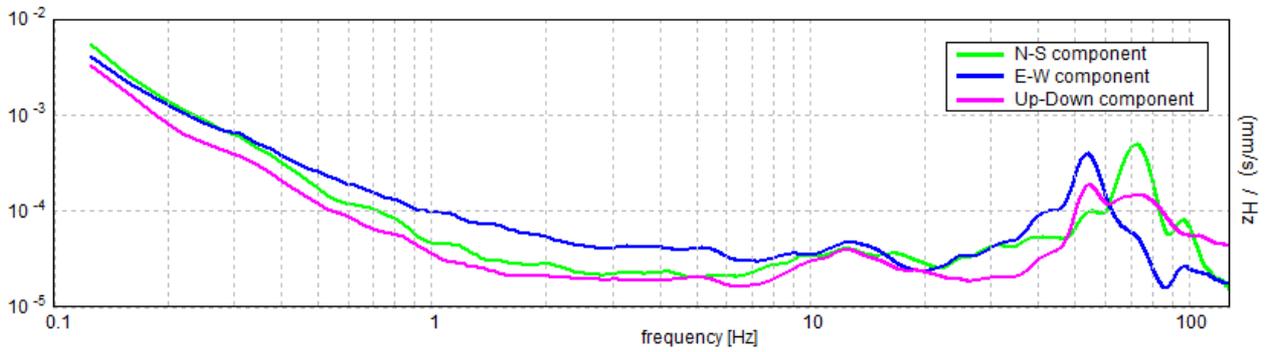
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $1.06 \pm 0.16$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).**

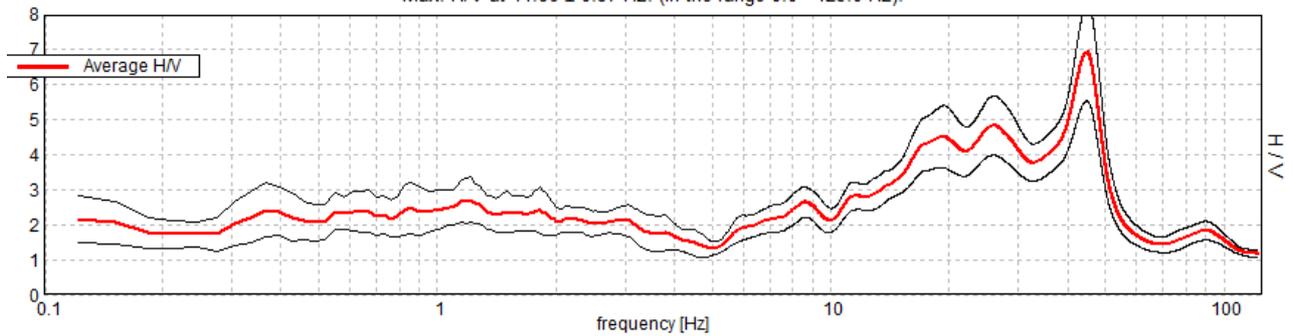
**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$1.06 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$956.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 52	<b>OK</b>	

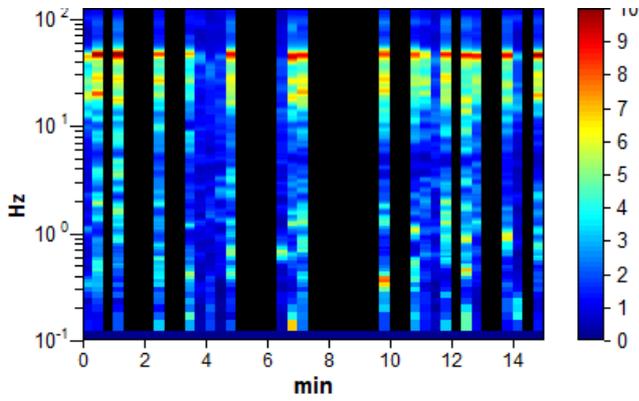
*S<sub>p</sub> (8) - Theremino 16 bit*

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

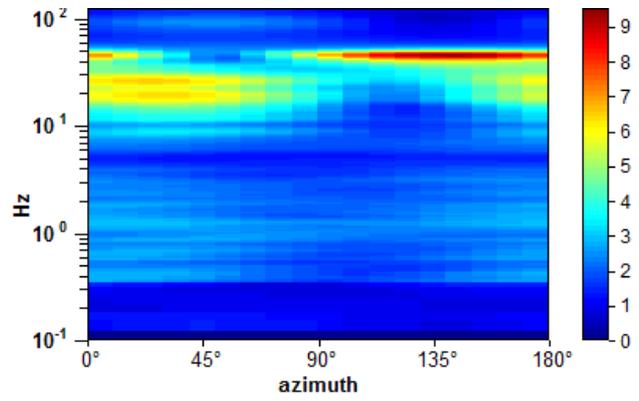
Max. H/V at  $44.86 \pm 0.37$  Hz. (In the range 0.0 - 125.0 Hz).



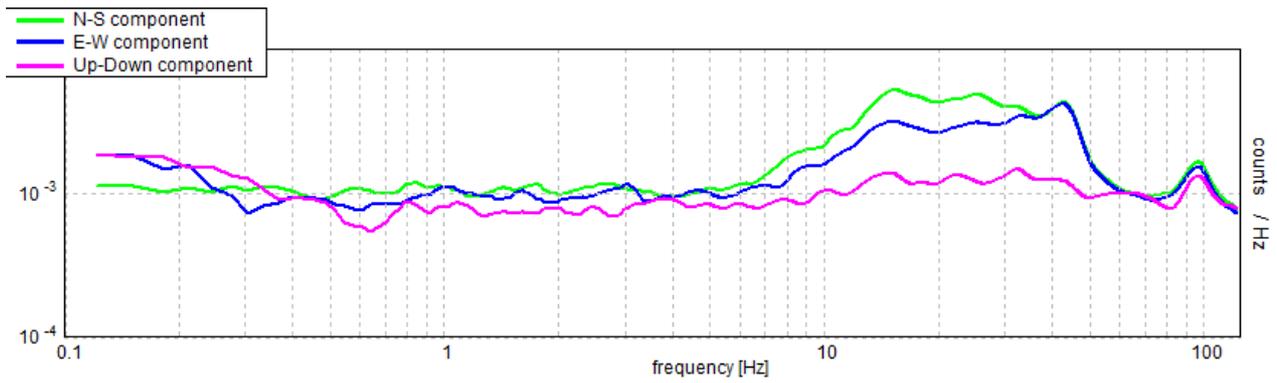
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

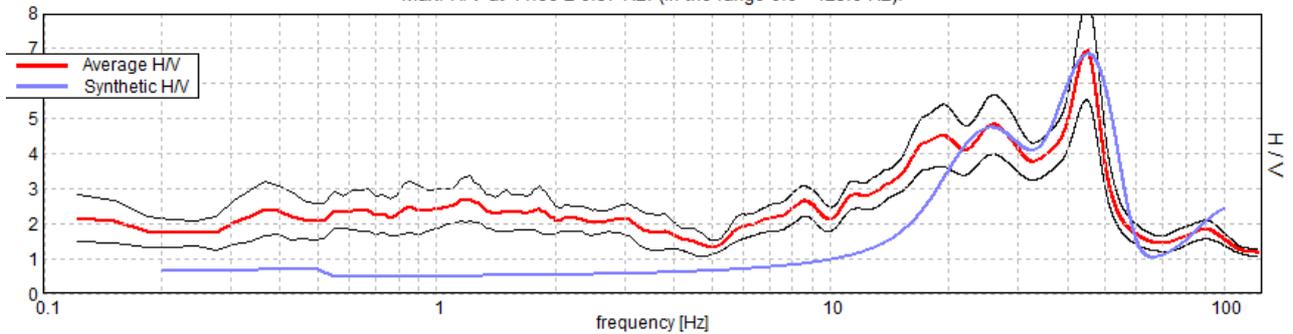


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at  $44.86 \pm 0.37$  Hz. (In the range 0.0 - 125.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Possibile interpretazione
0,34	0,34	132	Terreno superficiale (depositi di spiaggia)
2,02	1,68	305	Depositi di spiaggia / Cappellaccio
8,47	6,45	734	Ammasso talora fratturato
inf.	inf.	1416	Ammasso roccioso competente

$V_s (eq.) = 502 \text{ m/s}$  (piano campagna) NTC 2018

$V_s (30) = 935 \text{ m/s}$  (piano campagna) NTC 2008

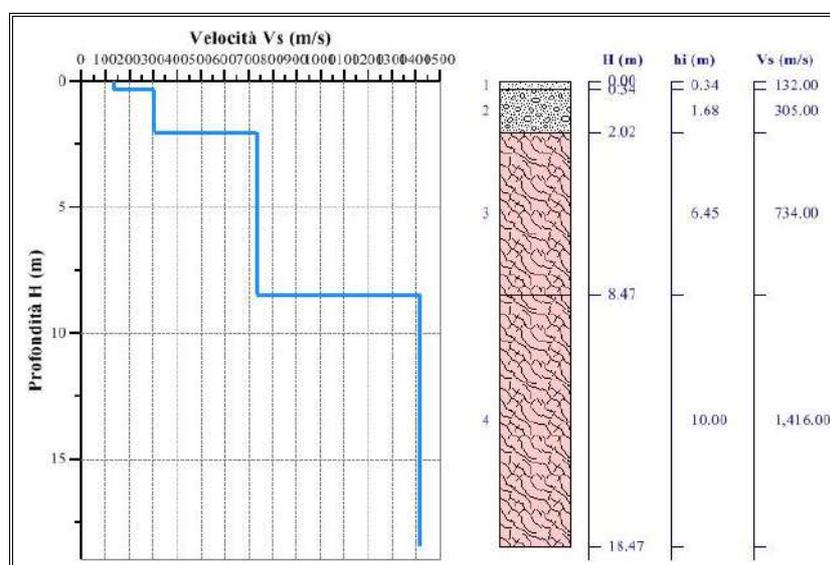


Fig. 50: Sismo-stratigrafia.

**Picco H/V a  $44.86 \pm 0.37 \text{ Hz}$  (nell'intervallo 0.0 - 125.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$44.86 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$19738.8 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 2206	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

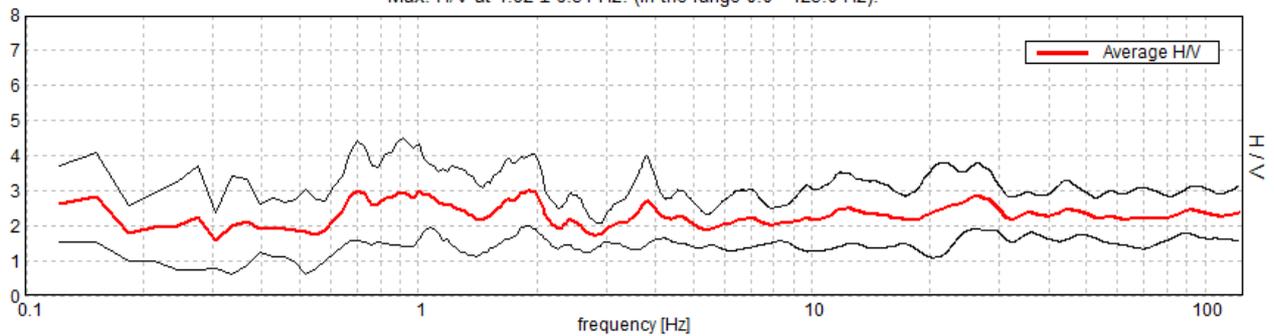
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	15.381 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	50.476 Hz	<b>OK</b>	

$A_0 > 2$	$6.95 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00829  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.372 < 2.24304$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.4079 < 1.58$	OK	

*S<sub>p</sub> (9) - Theremino ADC 24 bit*

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at  $1.92 \pm 6.51$  Hz. (In the range 0.0 - 125.0 Hz).



Picco H/V a  $1.92 \pm 6.51$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 125.0 Hz).

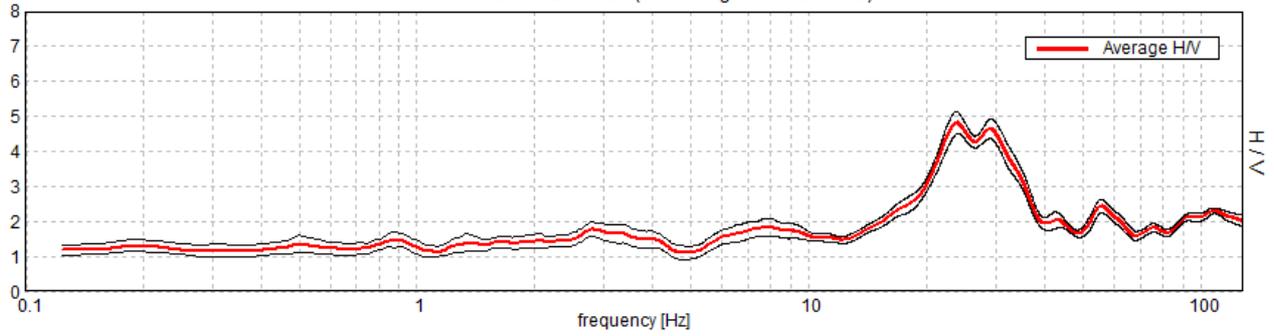
Criteri per una curva H/V affidabile

$f_0 > 10 / L_w$	$1.92 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$346.1 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 96	OK	

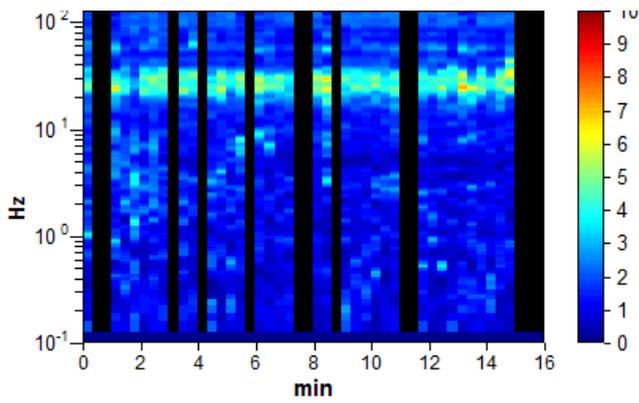
*S<sub>p</sub> (10) - Tromino*

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

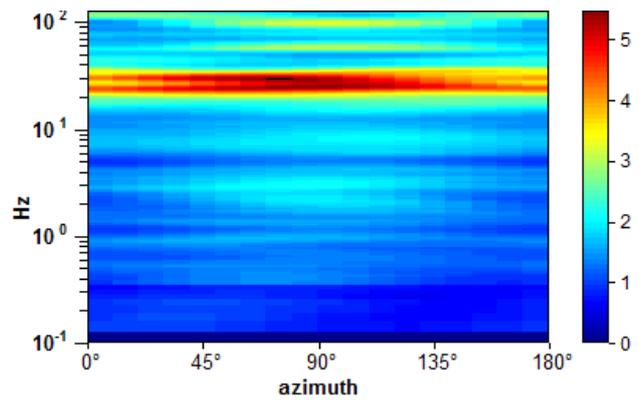
Max. H/V at 23.75 ± 0.9 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



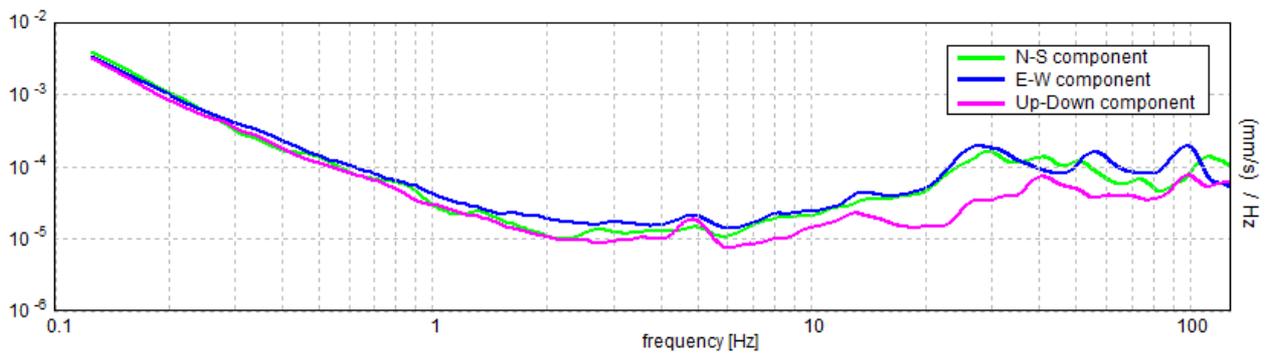
**SERIE TEMPORALE H/V**



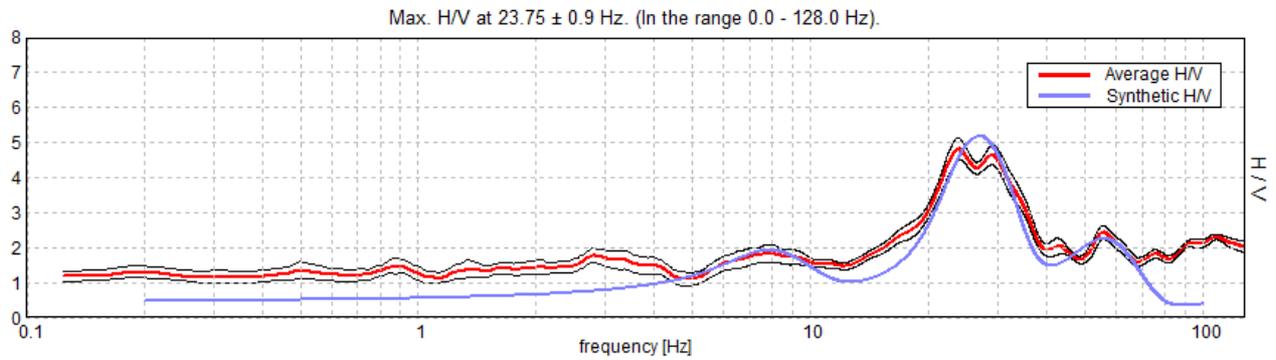
**DIREZIONALITA' H/V**



**SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI**



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Possibile interpretazione
0,62	0,62	128	Terreno superficiale (depositi di spiaggia)
3,11	2,49	297	Depositi di spiaggia / Cappellaccio
20,21	17,1	624	Ammasso talora fratturato
inf.	inf.	1182	Ammasso roccioso competente

$V_s (eq.) = 497 \text{ m/s}$  (piano campagna) NTC 2018

$V_s (30) = 613 \text{ m/s}$  (piano campagna) NTC 2008

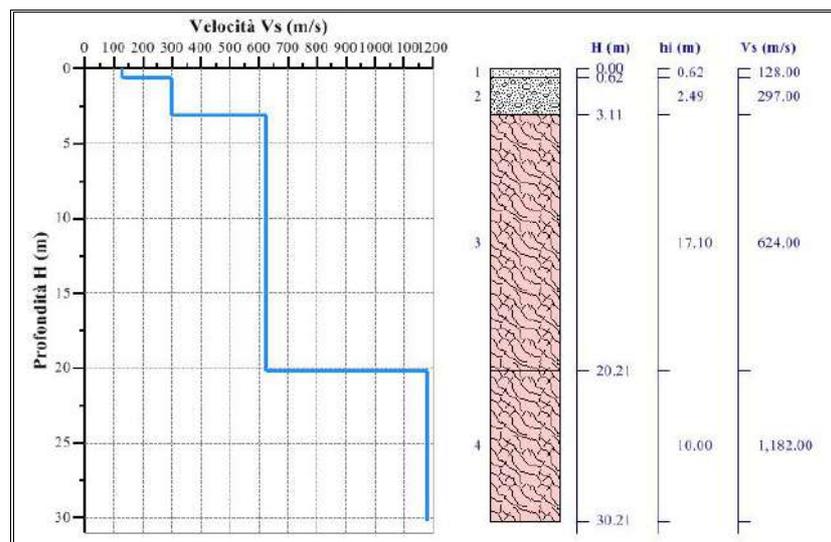


Fig. 57: Sismo-stratigrafia.

**Picco H/V a  $23.75 \pm 0.9$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$23.75 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$16625.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1141	OK	

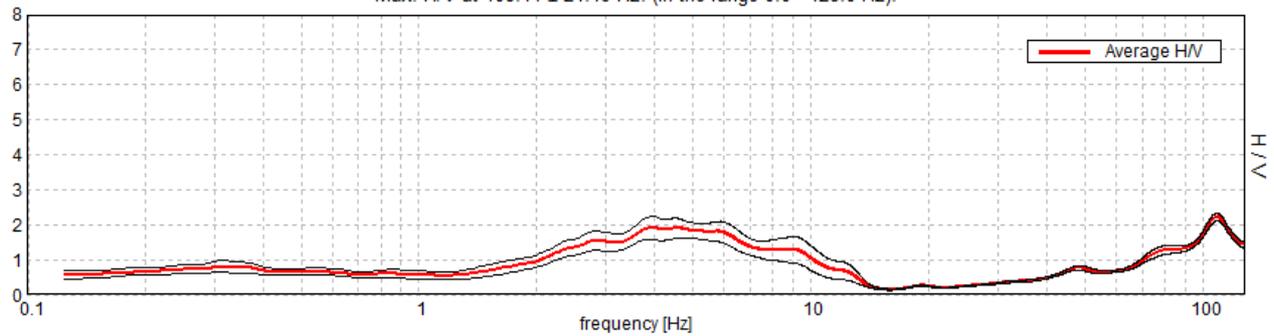
**Criteri per un picco H/V chiaro**

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	17.438 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	37.25 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.82 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0381  < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.90488 < 1.1875$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3226 < 1.58$	OK	

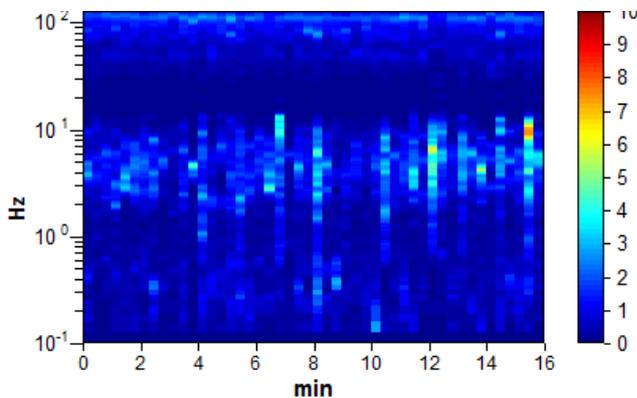
*S<sub>p</sub> (11) - Tromino*

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

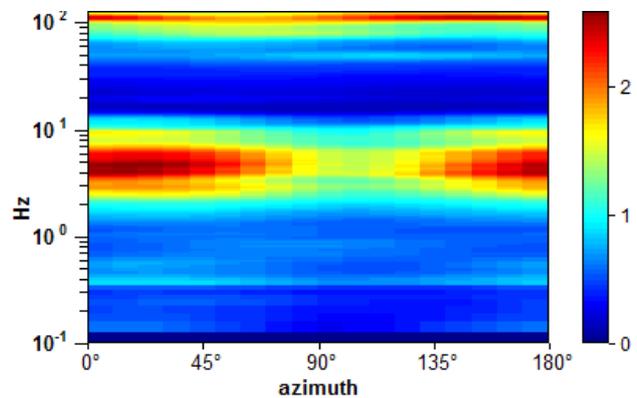
Max. H/V at 108.44 ± 21.49 Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



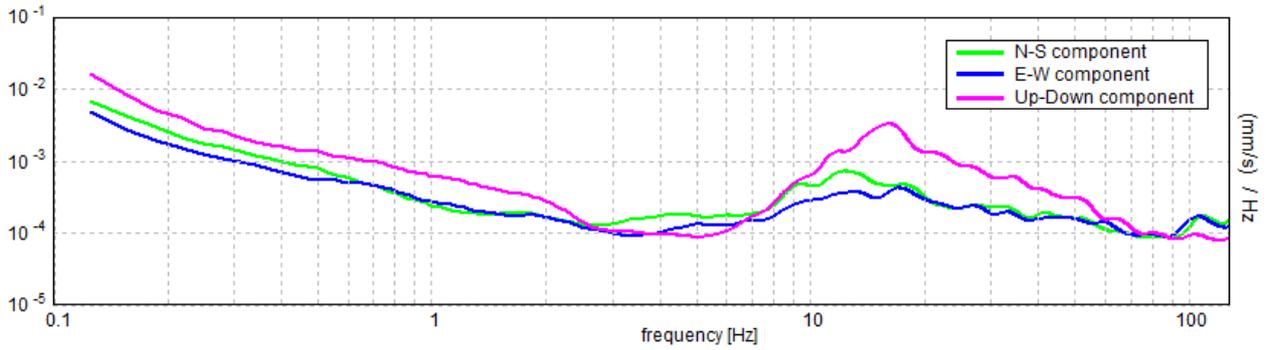
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $108.44 \pm 21.49$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$108.44 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$104100.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 2362	OK	

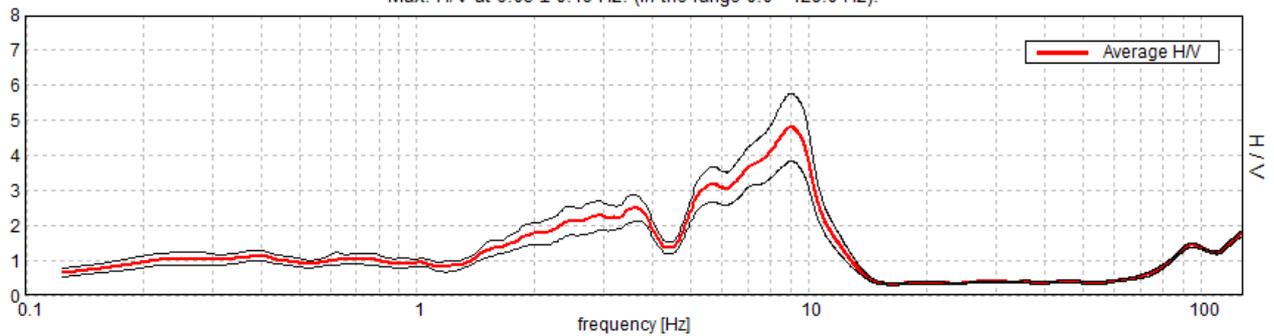
**Criteri per un picco H/V chiaro**

Esiste $f$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	73.188 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.23 > 2$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1041 < 1.58$	OK	

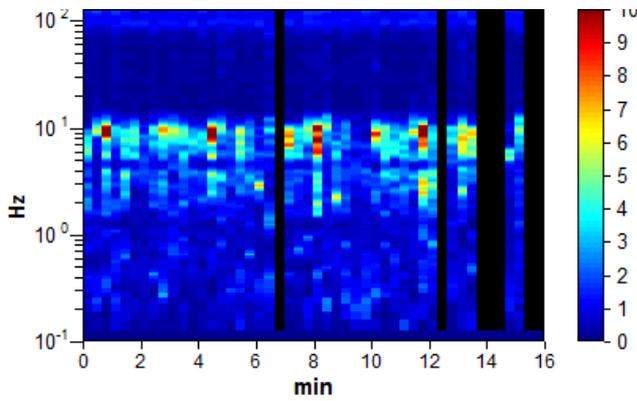
*S\_p (12) – Tromino*

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

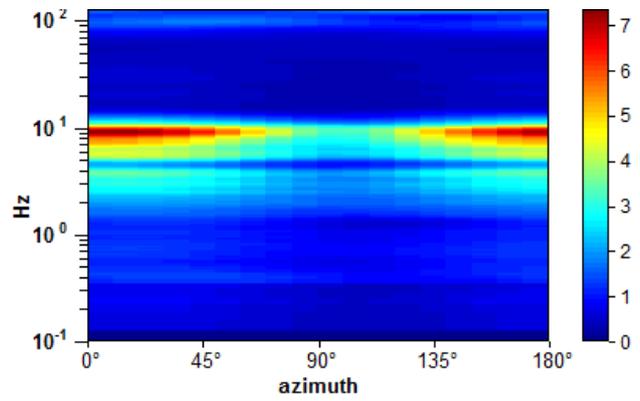
Max. H/V at  $9.03 \pm 0.49$  Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



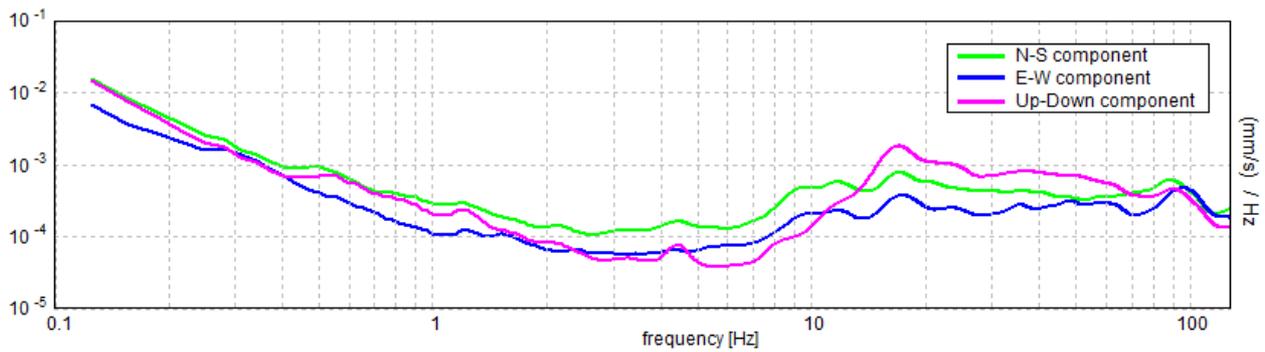
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

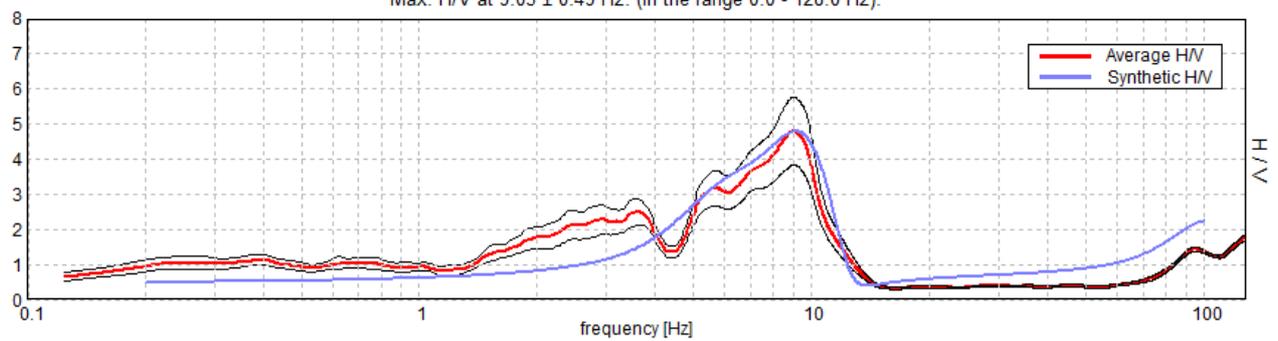


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at  $9.03 \pm 0.49$  Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Possibile interpretazione
0,34	0,34	139	Materiali antropici (asfalti)
8,94	8,6	291	Riperti antropici e Depositi fluvio-marini
36,94	28	783	Ammasso talora fratturato
inf.	inf.	1198	Ammasso roccioso competente

$V_s (eq.) = 509 \text{ m/s}$  (piano campagna) NTC 2018

$V_s (30) = 509 \text{ m/s}$  (piano campagna) NTC 2008

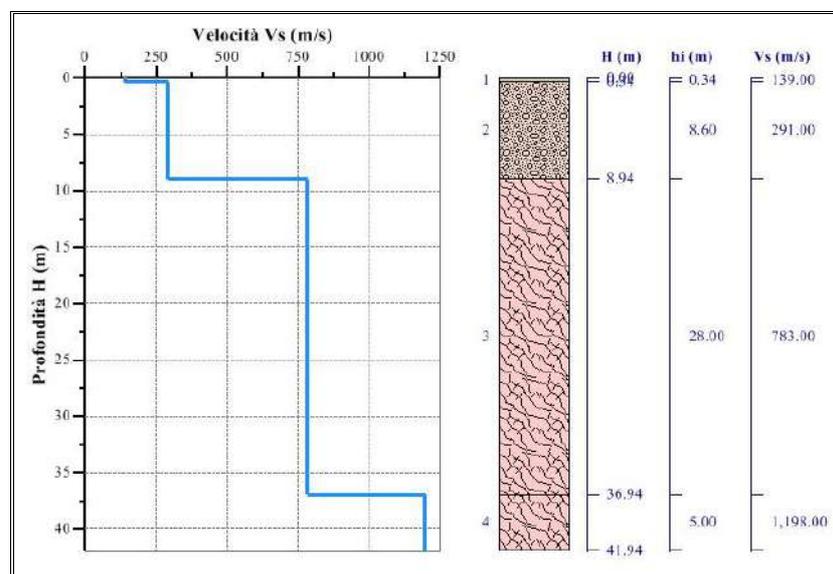


Fig. 67: Sismo-stratigrafia.

**Picco H/V a  $9.03 \pm 0.49 \text{ Hz}$  (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

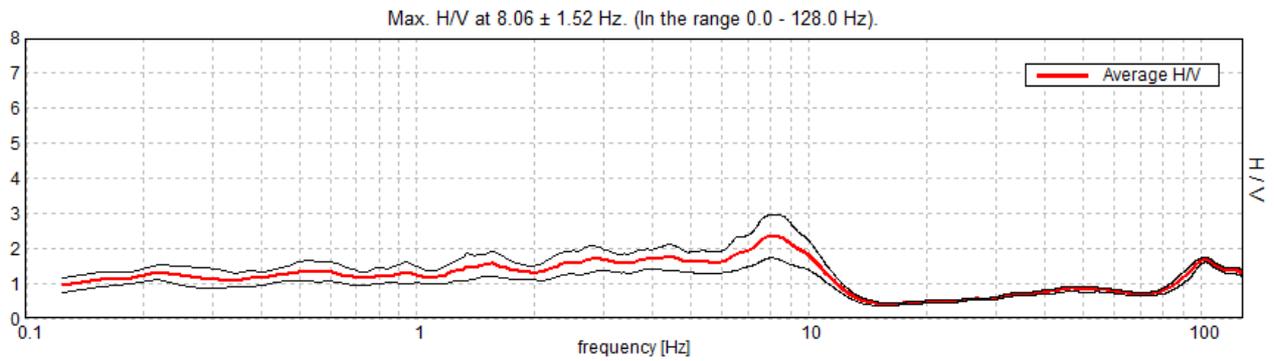
$f_0 > 10 / L_w$	$9.03 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$7405.6 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 434	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

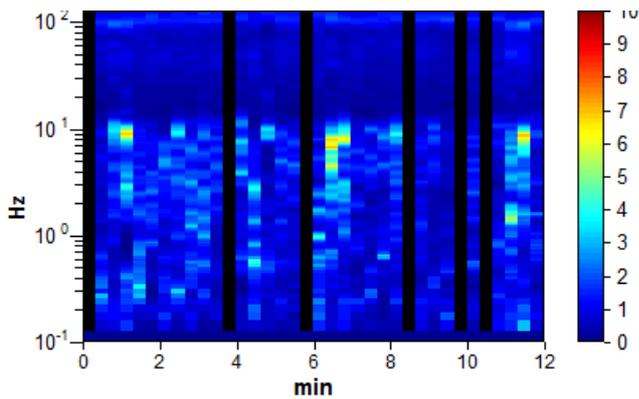
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.969 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.75 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$4.81 > 2$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.9651 < 1.58$	<b>OK</b>	

*S<sub>p</sub> (13) – Tromino*

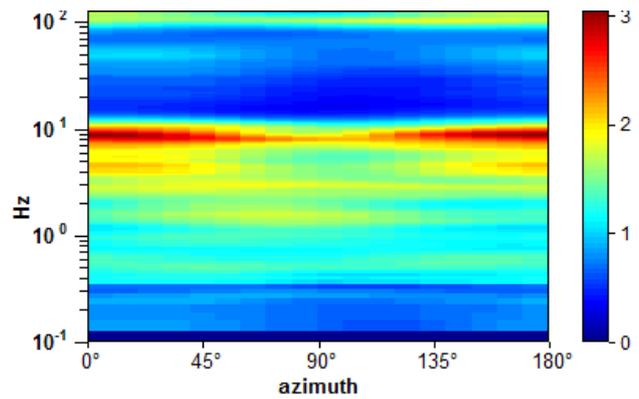
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



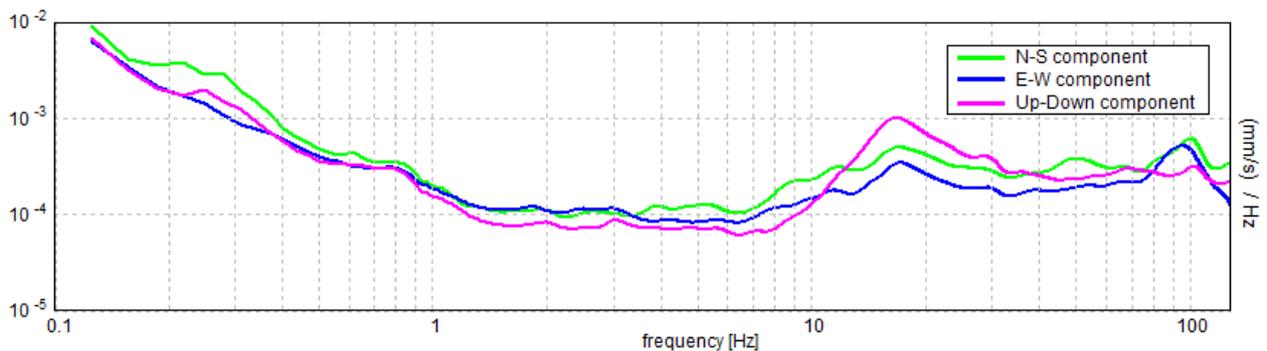
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $8.06 \pm 1.52$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$8.06 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$4837.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 388	<b>OK</b>	

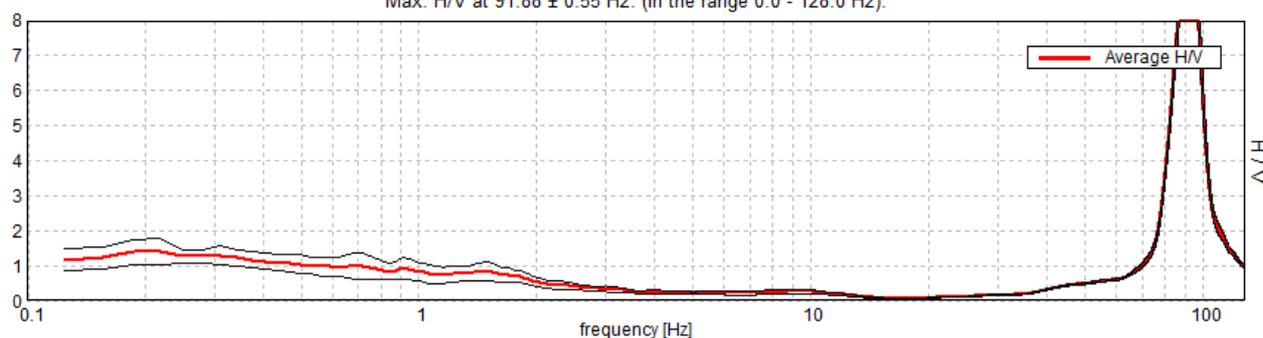
**Criteri per un picco H/V chiaro**

Esiste $f^*$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0 / 2$	11.344 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.35 > 2$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6188 < 1.58$	<b>OK</b>	

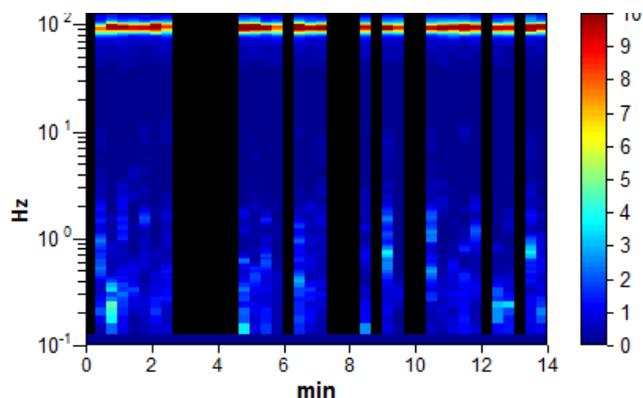
*S<sub>p</sub> (14) – Tromino*

**RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE**

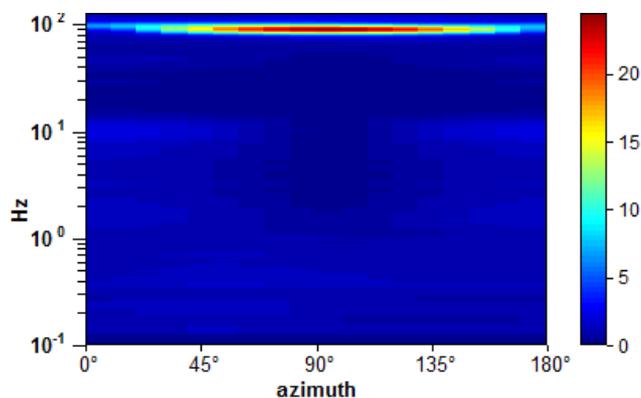
Max. H/V at  $91.88 \pm 0.55$  Hz. (In the range 0.0 - 128.0 Hz).



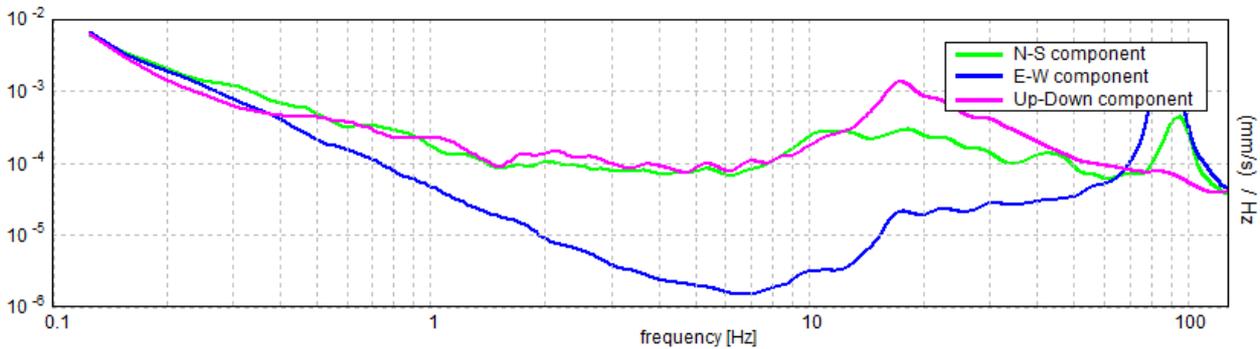
**SERIE TEMPORALE H/V**



**DIREZIONALITA' H/V**



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



**Picco H/V a  $91.88 \pm 0.55$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

$f_0 > 10 / L_w$	$91.88 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$47775.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 2627	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	82.938 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	100.375 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$10.99 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00604  < 0.05$	<b>OK</b>	
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.55497 < 4.59375$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.6601 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\epsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per $\sigma_f$ e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

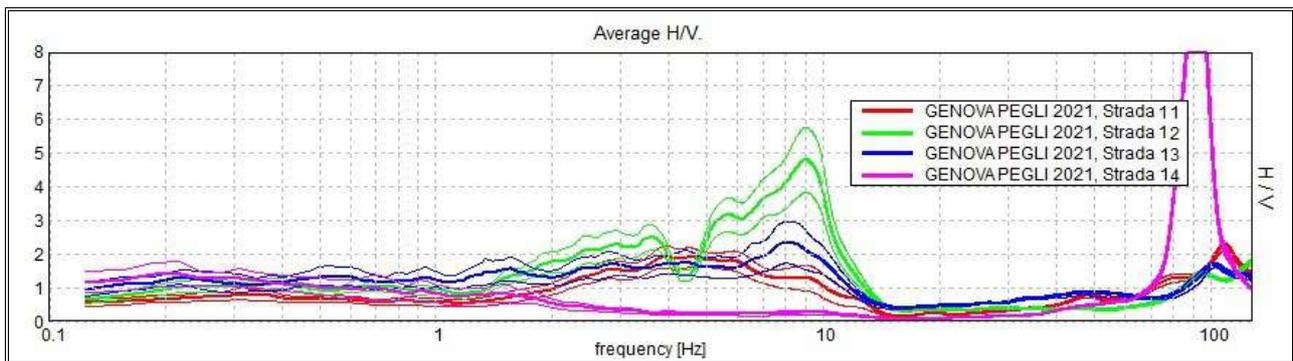
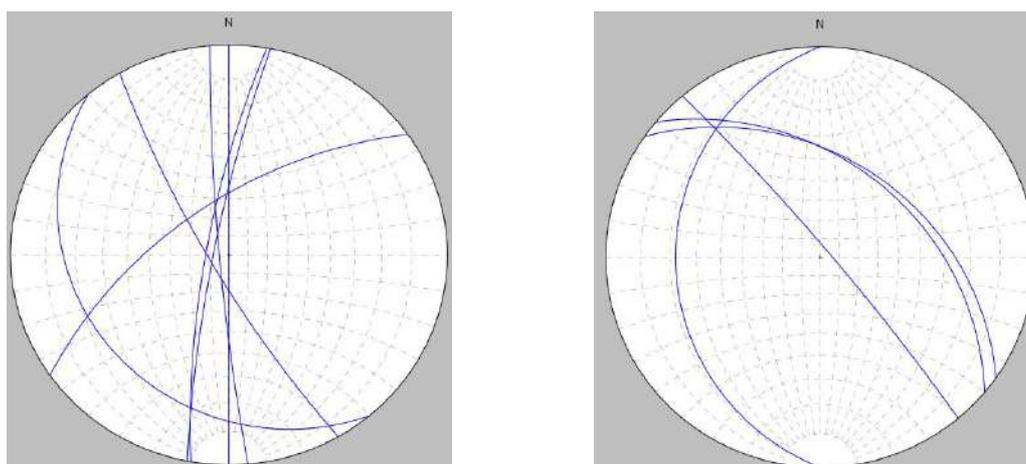


Fig. 76: Sovrapposizione indagini 11-14.

## 7 – ANALISI GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

Lo studio delle caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso che costituisce il promontorio del “Castelluccio” è avvenuto tramite l'analisi dell'indice **GSI** (*Geological Strength Index*) introdotto da Hoek (1994) e successivamente perfezionato da diversi autori. La definizione dello stato tensionale dell'ammasso (criterio di Hoek e Brown) richiede la stima della resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta ( $\sigma_{ci}$ ), di una grandezza legata alle caratteristiche mineralogico – petrografiche della roccia intatta ( $m_i$ ) e di un coefficiente caratteristico dello “stato di disturbo” dell'ammasso ( $D$ ), indotto sia dal metodo di scavo che dalle deformazioni tettoniche.

Si è quindi proceduto con il rilievo dei parametri sul terreno, in particolare in due “stazioni di misura”, la prima ubicata ai piedi del promontorio, praticamente al livello del mare; e la seconda a metà dello sviluppo verticale della struttura del Castelluccio (subito prima dell'intervento già realizzato in reti di protezione, vedi studio dei geologi Delucchi e Maldotti del settembre 2015).



*Fig. 77:* Andamento delle giaciture delle discontinuità nelle stazioni di misura 1 e 2.

Per l'inserimento dei dati ottenuti in campagna e per le operazioni di calcolo necessarie per ottenere i parametri caratteristici dell'ammasso è stato utilizzato il programma di calcolo free **RocLab1**, scaricabile dal sito [www.rocscience.com](http://www.rocscience.com). Il coefficiente  $D$  è valutato qualitativamente e varia tra 0 e 1 (massimo disturbo) per le gallerie e tra 0.7 e 1 per pendii e fronti di scavo. Il valore del GSI è fornito da una tabella che individua i settori a differente qualità dell'ammasso in funzione della struttura della roccia e delle condizioni delle superfici di discontinuità.

Il programma di calcolo richiede inizialmente di inserire la tipologia di roccia analizzata ed il relativo valore di GSI. Lo studio per la stima del valore  $\sigma_{ci}$  è stato eseguito invece utilizzando uno sclerometro Meccanico Eurosit energia 0,75 Nm.; con tali misure, conosciute come “Prove al martello di Schmidt”, si valuta il parametro “Resistenza alla compressione monoassiale” del materiale analizzato. Il martello di Schmidt fornisce un valore “locale” della resistenza della roccia che non tiene conto delle eventuali debolezze dell’ammasso roccioso come fratture, giunti etc...

Il principio del funzionamento del martello è quello di misurare il rimbalzo di un pistoncino metallico che percuote violentemente la roccia mediante la spinta procuratagli da una molla. Quanto più la roccia è resistente a compressione tanto meno sarà deformabile. Quindi misurando il ritorno della massa battente dopo l'urto si è in grado di stimare l'assorbimento anelastico della roccia e quindi la sua resistenza all'urto. Si riportano di seguito i valori raccolti con lo sclerometro:

Stazione 1		↓	Stazione 2		↙
38	48		44	16	
28	50		36	16	
54	40		32	18	
56	30		30	24	
58	52		16	28	
56	48		40	20	
20	60		32	40	
56	56		30	50	
64	48		30	40	
50	44		22	12	
		↓			↓
		<b>Valore finale: 56,2</b>			<b>Valore finale: 35</b>

Il grafico di Miller (Fig. 78) fornisce la correlazione tra il valore letto dallo strumento e la resistenza alla compressione  $\sigma_{ci}$ , tenendo conto sia dell’inclinazione del martello, sia della densità della roccia.

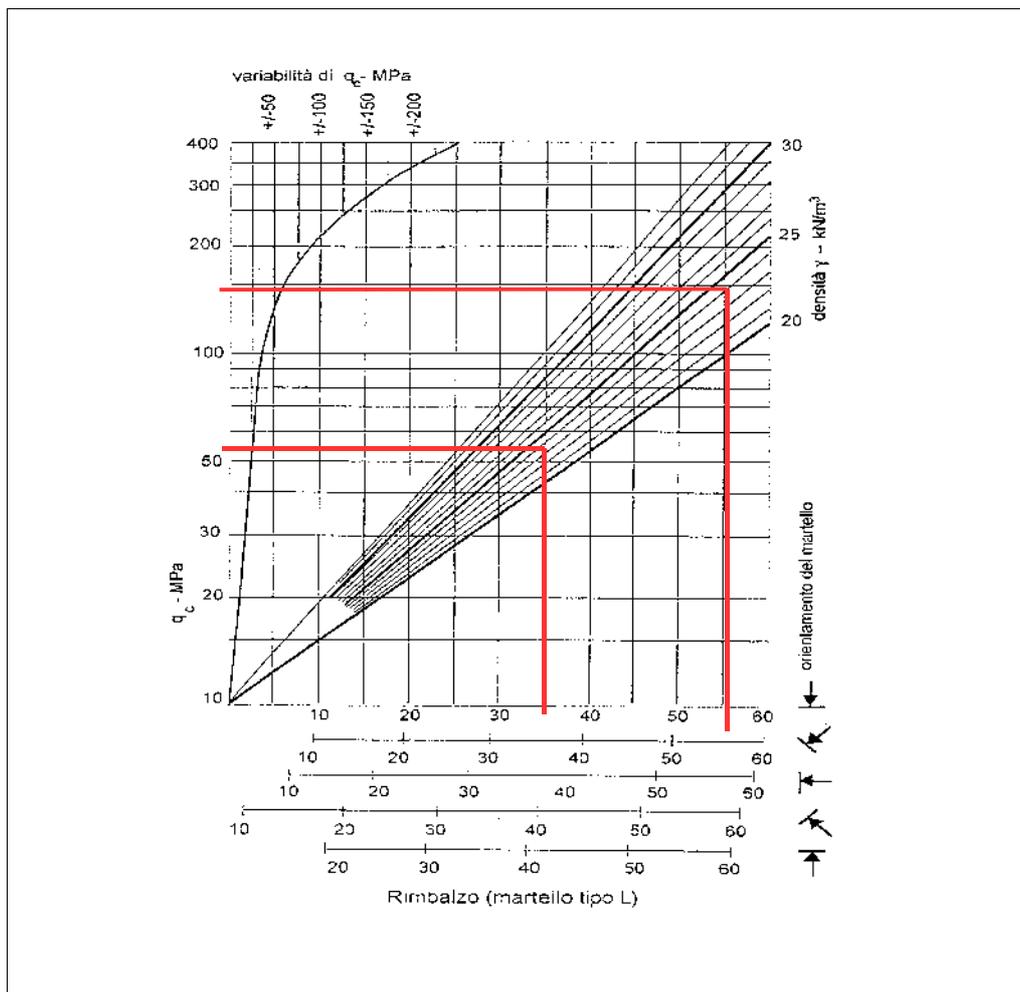


Fig. 78: Grafico di Miller.

In base alla tabella sottostante il materiale ricade nelle classi B e C a “Resistenza media e alta” con valori compresi fra 55 – 145 Mpa. Considerata questa estrema variabilità si è deciso di utilizzare i parametri più conservativi per il prosieguo dell'analisi.

Classe	Descrizione	$\sigma_c$ (MPa)
A	Res. <sup>za</sup> molto alta	>200
B	Res. <sup>za</sup> alta	100-200
C	Res. <sup>za</sup> media	50-100
D	Res. <sup>za</sup> bassa	25-50
E	Res. <sup>za</sup> molto bassa	>25

Una notevole quantità di dati sperimentali ha consentito agli autori la messa a punto di elenchi che consentono una valutazione del parametro  $m_i$  dall'osservazione diretta della roccia in sito.

Si procede con la stima delle proprietà meccaniche dell'ammasso roccioso secondo il criterio di rottura di Hoek e Brown:

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{ci} [m_b (\sigma_3/\sigma_{ci}) + s]^a$$

dove:  $\sigma_1, \sigma_3$  = sforzi principali efficaci massimo e minimo;  
 $m_b, s, a$  = Coefficienti di Hoek e Brown caratteristici dell'ammasso roccioso, dipendenti da GSI,  $\sigma_{ci}$ ,  $m_i$  e D, calcolabili tramite opportune formule.

Il programma di calcolo **RocLab1** fornisce, quindi, i seguenti parametri caratteristici dell'ammasso roccioso:

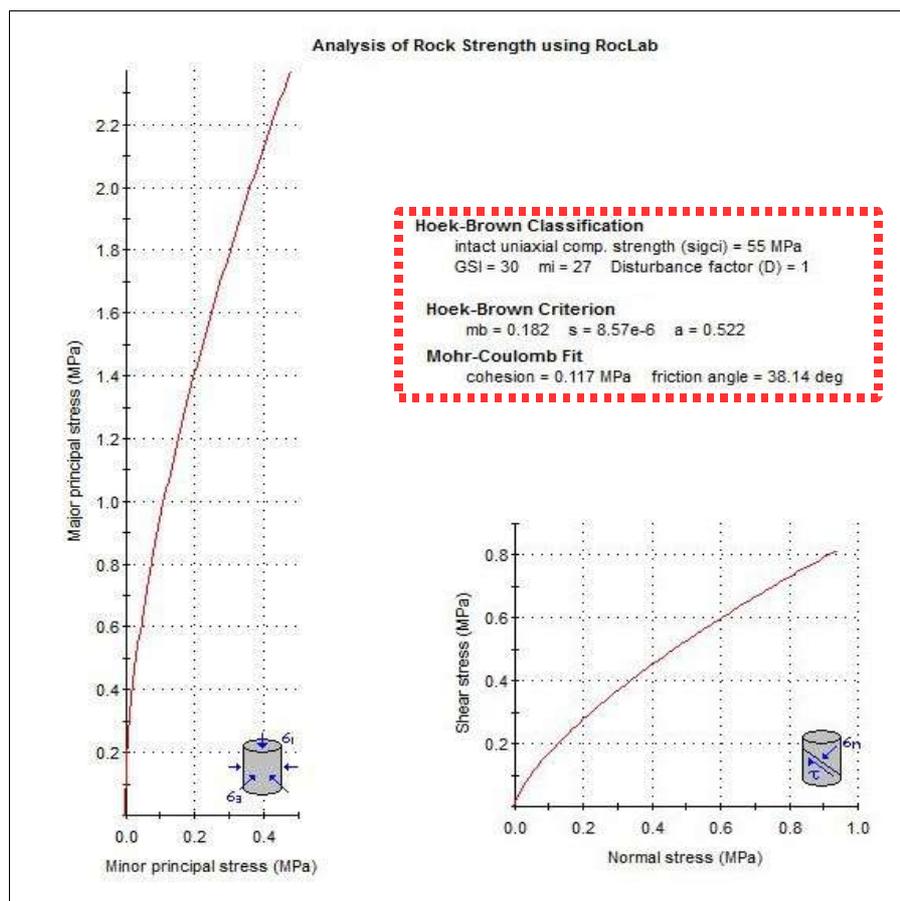


Fig. 80: Report grafico del software RocLab1.

## 8 – INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-IDROGEOLOGICO

### 8.1 Geomorfologia

L'assetto geomorfologico generale è quello tipico delle piccole o modeste valli liguri con scorrimento delle acque verso sud (mare), nel nostro caso delimitata a ponente dal *Promontorio del Castelluccio* ed a levante dalla *Località Risveglio*. Negli ultimi decenni il territorio a terra e quello a mare hanno subito un'intensa e radicale trasformazione ad opera dell'uomo, sia con la costruzione di edifici abitativi, palazzine, ferrovia, infrastrutture, ecc.; sia con la realizzazione del porto di Voltri, del "canale di calma", ecc..

Nell'area di più stretta pertinenza per il progetto, ovvero quella compresa tra il sedime ferroviario ed i primi metri del litorale, l'ambiente si mostra con disposizione omogenea e caratterizzato a nord dalla scogliera di protezione della ferrovia dai flutti marini ed alle estremità dagli speroni rocciosi sopra menzionati.

Lo sbocco a mare del Rio Sacchi-Grillè crea attualmente una piccola spiaggia in materiali ghiaiosi-ciottolosi con presenza di poca sabbia in cui è stato possibile eseguire delle prove hvsr.

Dal punto di vista dell'acclività, come riportato sul Piano di Bacino, la zona è compresa tra le classi 1-2-3 con pendenze comprese tra lo 0 e il 35%.

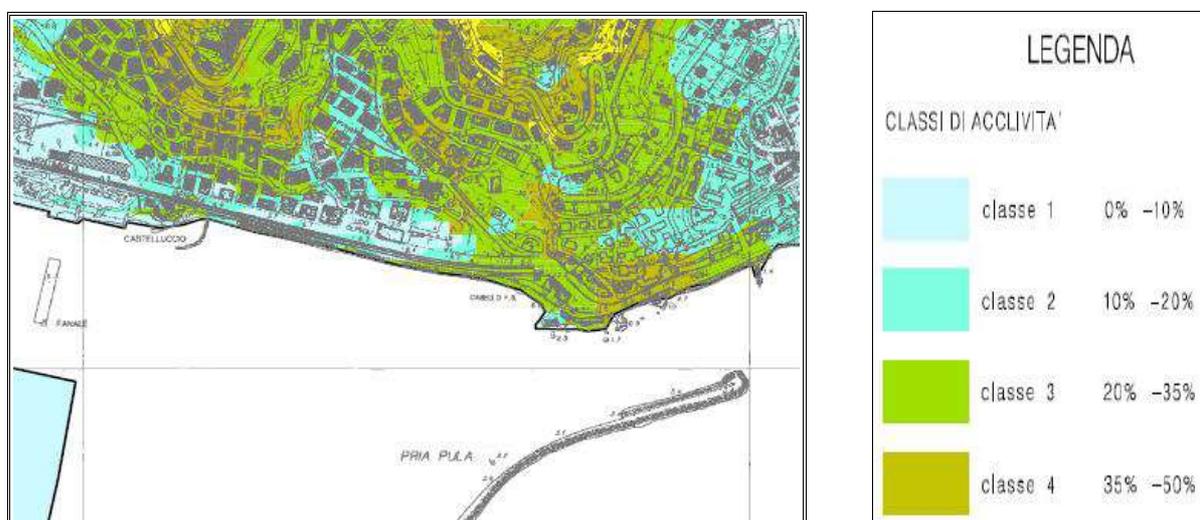


Fig.81: Carta dell'acclività da PdB.

Nel contesto analizzato ed in rapporto a quanto essere in progetto non si riscontrano, allo stato attuale, problematiche geomorfologiche legate a fenomeni dei litorali oppure a fenomeni gravitativi che possano pregiudicare la funzionalità e la realizzazione delle varie opere in esame.

## 8.2 Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico il bacino del Rio Sacchi-Grillè è caratterizzato da formazioni con permeabilità variabile, ovvero abbiamo formazioni permeabili per porosità, e quindi in funzione della granulometria e dello stato di addensamento dei materiali; e formazioni permeabili per fessurazione e quindi in funzione della tipologia, estensione ed eventuali riempimenti delle diaclasi stesse. Tutto ciò è stato comunque mascherato dall'intensa azione di antropizzazione operata dall'uomo negli ultimi decenni che ha inglobato, di fatto, l'area nel tessuto urbano (T.U.) praticamente impermeabile.

L'area fociva del rio, posizionata in tratto tombinato sotto Piazza Lido di Pegli, ricade nelle fasce B e C della Carta delle Fasce di inondabilità del vigente Piano di Bacino (riferimento all'art. 15, c.3 e c.4 delle Norme di attuazione).

Si precisa infine che la committenza ha già dato specifico incarico a tecnici ingegneri per la verifica e lo studio di congruità delle opere a progetto con le norme ed i vincoli esistenti, oltre che per l'analisi del reticolo e del trasporto solido.

## 9 – GEOLOGIA

### 9.1 Domini paleogeografici e gruppi di Unità tettoniche

Il territorio di pertinenza ricade in Unità di crosta e di mantello, nello specifico queste Unità sono costituite litologicamente da successioni ofiolitifere e meta-ofiolitifere che comprendono delle porzioni del basamento gabbro-peridotitico e le relative coperture sedimentarie e vulcano-sedimentarie. Solitamente le Unità vengono distinte in funzione e ordine di sovrapposizione geometrica e risultano polideformate e polimetamorfiche, sotto differenti condizioni di pressione e temperatura, per gradienti termici da bassi a molto bassi.

Le Unità delle successioni ofiolitifere sono solitamente riferite al dominio oceanico ligure-piemontese (vd prof. Vanossi et alii) che si è sviluppato dal Giurassico tra i blocchi continentali europeo e insubrico.

Dal punto di vista bibliografico si fa spesso riferimento alla divisione “Zona Sestri-Voltaggio” e alla zona del “Gruppo di Voltri”; con questo ultimo termine ci si riferisce all'area geografica compresa tra Savona, Sestri Ponente, Voltaggio e Valosio, che nel territorio di più stretto interesse ricadente nel Comune di Genova, comprende le *Unità di Voltri*; *Unità Palmaro-Caffarella*; *Unità Cravasco-Voltaggio* e *Unità Figogna*.

L' *Unità Palmaro-Caffarella* affiora in particolare in una lunga fascia costiera compresa tra Prà e Sestri Ponente dove varia il suo andamento per assumere una struttura N/S; questa unità è costituita da metaofioliti con relativa copertura metasedimentaria e presenta una riequilibratura metamorfica in facies scisti blu e una sovraimpronta in facies scisti verdi con diverso sviluppo. Le formazioni che la compongono sono: Serpentine di San Carlo di Cese; Metagabbri di Carpenara; **Metagabbri di Bric Fagaggia**; Metabasalti della Val Varenna; Quarzoscisti di Sant'Alberto e Calcescisti della Val Branega.

### 9.2 Formazioni geologiche

Nell'area di più stretta pertinenza per il progetto del nuovo approdo turistico, il rilievo geologico e le indagini in sito hanno evidenziato la presenza di:

- livelli di riporti antropici;
- limitati depositi di spiaggia;

- sedimenti marini o fluvio-marini sommersi;
- ammasso roccioso base della successione stratigrafica locale.

### Riporti e materiali antropici

I riporti antropici presenti possono essere suddivisi in vari gruppi; abbiamo le scogliere utilizzate come protezione per la linea ferroviaria e quelle che costituiscono parte delle banchine di ormeggio; si trovano poi depositi vari nel rilevato posto ad est del Castelluccio, ed, infine, i materiali che formano il rilevato ferroviario stesso.

La variabilità dei materiali determina ovviamente uno spettro di caratteristiche tecniche assai diversificato; nel dettaglio del progetto i materiali che più interessano sono le scogliere formate da blocchi rocciosi di dimensioni metriche, derivanti da litologie igneo-metamorfici, che risultano essere molto permeabili.

### Depositi di spiaggia

I depositi di spiaggia sono localizzati in un piccolo lembo ad est del Castelluccio, utilizzato per il rimessaggio delle piccole imbarcazioni, ed hanno caratteristiche granulometriche soprattutto ghiaiose con scarsa presenza di materiali fini.

### Depositi marini e fluvio-marini di fondo

I materiali inseriti in questa litozona sono immersi entro i primi metri d'acqua e derivano dai fenomeni di trasporto del Rio Sacchi-Grillè e dall'azione delle correnti marine. Si tratta di depositi che variano dalle sabbie mal gradate, ai depositi sabbioso-ghiaiosi a quelli sabbioso-ghiaiosi-limosi.

### Cappellaccio o "regolite"

Il regolite è la parte più superficiale ed alterata dell'ammasso sottostante e rappresenta, per sua natura, il termine di passaggio o la zona di transizione, tra i depositi marini o fluvio-marini e la roccia. Solitamente è composto da parti di roccia fratturata/disarticolata e da depositi di materiali sciolti, e possiede caratteristiche tecniche intermedie tra i due litotipi che lo racchiudono.

Ammasso roccioso

La formazione rocciosa riscontrata in sito è denominata Metagabbri di Bric Fagaggia e affiora generalmente in prossimità della linea di costa, andando a formare in *Promontorio del Castelluccio*.

Questa formazione è costituita da metagabbri a ossidi di ferro e titanio (Fe – Ti) a grana medio fine; presenta talora delle tessiture occhiadine, fino a listate, dovute al metamorfismo ed alle deformazioni di ambiente oceanico, attraversate da filoni di dolerite. Localmente passano a metabrecce di gabbro e la riequilibratura in facies scisti verdi è diffusa.

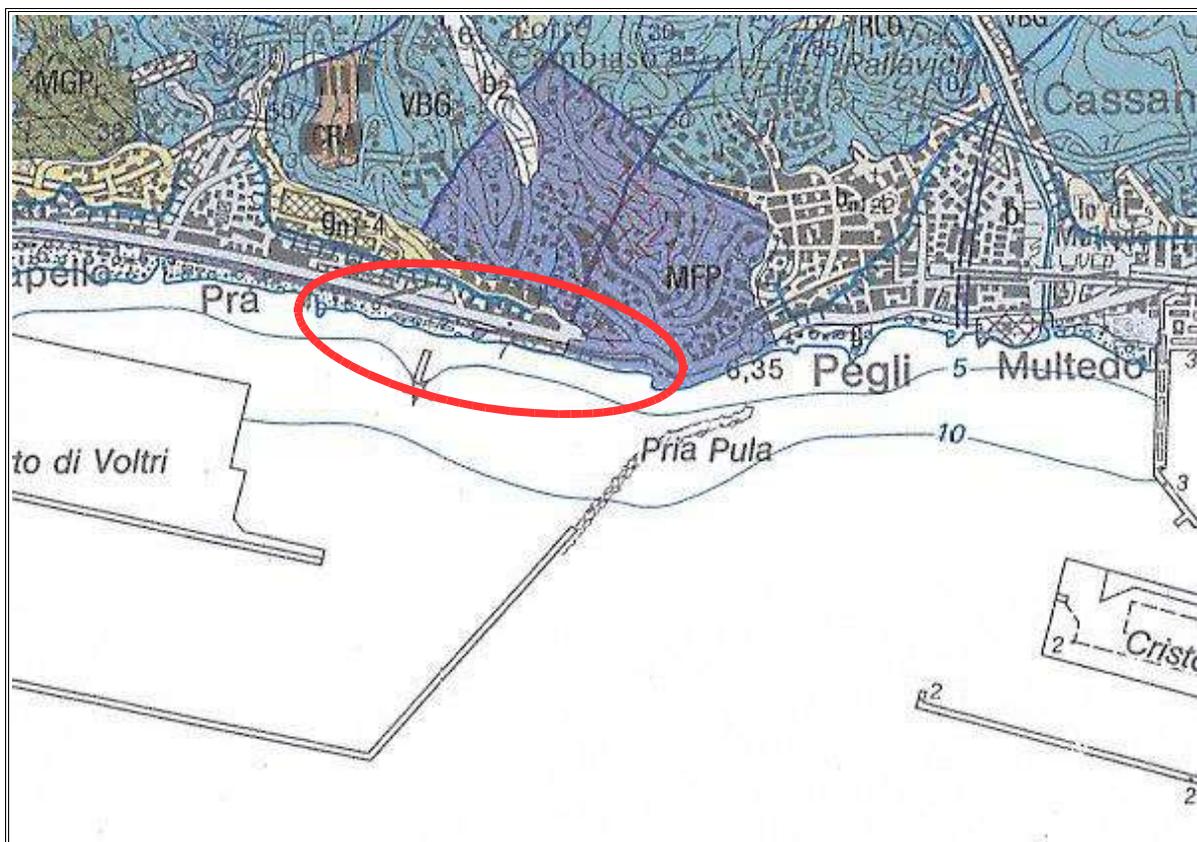


Fig.82: Stralcio Carta geologica Progetto CARG.

## 10 – PIANO DI BACINO E VINCOLI

### 10.1 Vincoli

In merito ai vincoli presenti sul territorio si ricorda, ad esempio, che l'area è esterna al “*Vincolo Idrogeologico*” di cui alla **L.R. 4 del 22.01.1999** - “*Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico*”; e risulta invece compresa tra le zone soggette alle “*Bellezze di Insieme*” come indicato dal sito [www.liguriavincoli.it](http://www.liguriavincoli.it).

### 10.2 Piano di Bacino

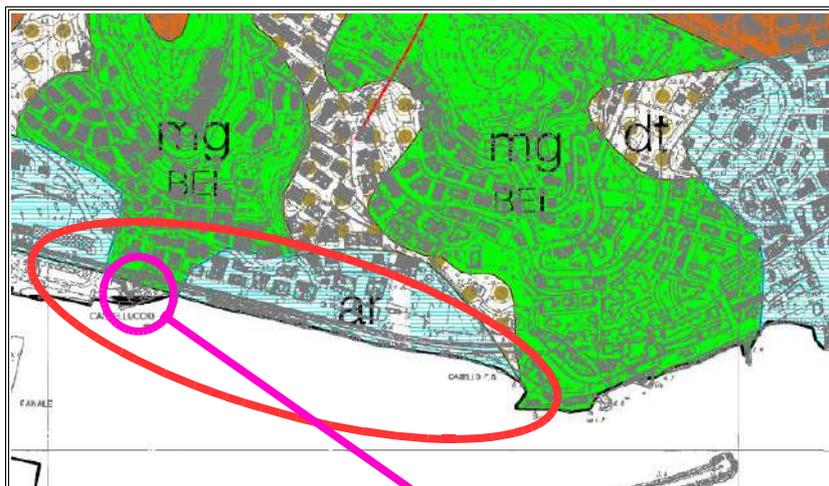
Il Piano di Bacino (Ambiti 12 e 13 – definito “*Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico di cui all'art.1, comma 1 del D.L. 11/06/1998 n.180 convertito in L. 03/08/1998 e s.m.i.*”) ha permesso di evidenziare quanto segue:



Fig.83: Carta del Rischio Geologico (R0 – R1 – R2 a rischio da lieve a medio).



**Fig.84:** Carta della Suscettività al dissesto (Pg0 – Pg1 – Pg2 a rischio da molto basso a medio); inoltre la zona del “Castelluccio” è inserita in B2 (discariche dismesse – riporti antropici).



**Fig.85:** Carta litologica (vengono segnalati dei metagabbri, delle alluvioni recenti e dei riporti consistenti). Nel caso dell'area del Castelluccio ciò non corrisponde a quanto appare in sito (e sul PUC) e determina l'inserimento dell'area, erroneamente, in B2.

Per quanto detto sopra si chiede la ripermimetrazione della zona B2 in riporti antropici consistenti, escludendo l'area del Promontorio del Castelluccio; zona questa con roccia affiorante, come anche da indicazioni ed esempi del PUC vigente.

## 11 – CONSIDERAZIONI GEO-TECNICHE

### 11.1 Formazioni geologiche

I dati sulle caratteristiche geotecniche del suolo e del sottosuolo sono da intendersi come **valori medi** e derivano da precedenti esperienze, da valori bibliografici e/o da prove eseguite in aree analoghe opportunamente valutate, nonché dalla grande quantità di dati ottenuti dalle indagini e prospezioni geotecniche e sismiche effettuate direttamente in sito, e dall'interpretazione di tali dati con i vari software in commercio, con i quali si sono ottenuti i dati (range di valori) di seguito evidenziati in una tabella riassuntiva. Nella pagina seguente viene inserito lo schema dettagliato delle prove di laboratorio riportate negli allegati a fine relazione (da elaborati del Laboratorio RINA Consulting – GET Srl e rapporto del dott. Geol. Orsi).

<u>Depositi di spiaggia</u>			
$\gamma = 14,0\text{--}19,5 \text{ kN/m}^3$	(peso di volume)	$\phi = 26\text{--}32^\circ$	(angolo di attrito)
$c = 0 \text{ KPa}$	(coesione)		
<u>Depositi marini e fluvio-marini di fondo</u>			
$\gamma = 14,5\text{--}21,1 \text{ kN/m}^3$	(peso di volume)	$\phi = 28\text{--}36^\circ$	(angolo di attrito)
$c = 0 \text{ KPa}$	(coesione)		
<u>Cappellaccio e ammasso molto fratturato-disarticolato</u>			
$\gamma = 19,8\text{--}25,8 \text{ kN/m}^3$	(peso di volume)	$\phi = 30\text{--}35^\circ$	(angolo di attrito)
$c = 10\text{--}35 \text{ KPa}$	(coesione)		
<u>Ammasso roccioso</u>			
$\gamma = 22,5\text{--}26,5 \text{ kN/m}^3$	(peso di volume)	$\phi = 35\text{--}40^\circ$	(angolo di attrito)
$c = 100\text{--}200 \text{ KPa}$	(coesione)		

**NTC 2018** → riferibile ai suoli di **categoria B**, con coefficiente topografico **T1**.

Potenza dei depositi marini e fluvio-marini nei sondaggi effettuati				
S 1	S 2	S 3	S 4	S 5
3,1 m.	3,5 m.	3,15 m.	0,7 m.	1,3 m.

*Fig.86:* Tabella spessori dei depositi marini e fluvio-marini.

COMM. : 21101

**RIINA**  
RINA CONSULTING GET S.R.L.

**TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO**

Cliente : Geoservice SNC  
Località : G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli

IDENTIF. CAMPION	S1 C1	S1 C2	S2 C1	S2 C2	S2 C3	S3 C1	S3 C2	S3 C3	S4 C1	S4 C2	S4 C3	S4 C4	S5 C1	S5 C2	S6 C3
PROFONDITA' (m)	4.50 - 5.00	6.20 - 6.50	3.10 - 3.40	5.00 - 5.20	10.00 - 10.20	4.20 - 4.40	5.00 - 5.30	8.75 - 9.00	5.90 - 6.40	9.70 - 9.95	6.70 - 7.00	7.30 - 7.60	8.10 - 8.30	11.00 - 11.35	
QUOTA (m)	3.00 - 3.50	6.70 - 7.00	1.60 - 1.90	3.50 - 3.70	8.50 - 8.70	2.70 - 2.90	3.50 - 3.80	7.25 - 7.50	4.50 - 5.00	8.30 - 8.55	5.30 - 5.60	5.90 - 6.20	6.70 - 6.90	9.60 - 9.95	
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )															
$W_n$ (%)															
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )															
$G_s$															
GHIAIA (%)	35.78		25.18	11.94		14.35	0.80		42.03			23.64	1.39	5.97	
SABBIA (%)	55.63		64.26	78.84		72.03	72.63		42.98			50.11	84.74	63.23	
LIMO (%)	N.D.		N.D.	N.D.		N.D.	18.91		N.D.			18.34	N.D.	26.37	
ARGILLA (%)	N.D.		N.D.	N.D.		N.D.	7.76		N.D.			7.91	N.D.	4.43	
$P_{200}$ (%)	8.59		10.56	9.22		13.62	26.67		14.99			26.25	13.87	30.80	
LL	N.D.		22	24		24	23		26			27	19	20	
IP	N.P.		3	4		5	6		6			9	5	6	
Cu (kPa)															
PHI' (°)	35.9		34.6	34.4		34.1	33.8		33.7			34.1	33.8	33.8	
c' (kPa)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0			0.0	0.0	0.0	
OMC (%)															
MDD (kN/m <sup>3</sup> )															
K (cm/s)															
CLASS. ASTM	SM-SC		SM-SM	SM-SC		SM-SM	SM-SM		SM-SM			SM	SM-SM	SM-SM	
$C_u$ (Mpa)		5.4			2.1			1.6		0.7					2.1
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )		25.19			25.53			24.17		22.60					24.54

Fig.87: Schema riassuntivo da Laboratorio Rina Consulting – GET Srl.

### 11.1.1 Considerazioni geomeccaniche (correlazioni tra parametri geofisici e geotecnici)

Il crescente uso delle prove geosismiche sul terreno (per accessibilità, costi, impianto cantiere, ecc.), permette oltre alla ricostruzione dell'andamento del sottosuolo in strati omogenei ed alla definizione delle velocità sismiche, anche la preliminare e cautelativa stima di alcuni parametri geotecnici dei livelli attraversati dall'indagine geofisica stessa. Occorre subito precisare che tali “correlazioni” tra velocità delle onde sismiche e parametri geomeccanici dovranno essere utilizzate, soprattutto dal progettista, con grande attenzione e spirito critico e dovranno essere necessariamente legate ad un'adeguata conoscenza geologica del sito.

Nel dettaglio si vuole stimare, in prima approssimazione, la capacità portante ed il coefficiente di Winkler in “correlazione” alla velocità delle onde di taglio (trasversali -  $V_s$ ). In base agli studi ed alle formule di Imai e Yoshimura (1976) e di Keceli (2012) è possibile riportare il seguente grafico che evidenzia l'andamento della capacità portante in funzione di  $V_s$ :

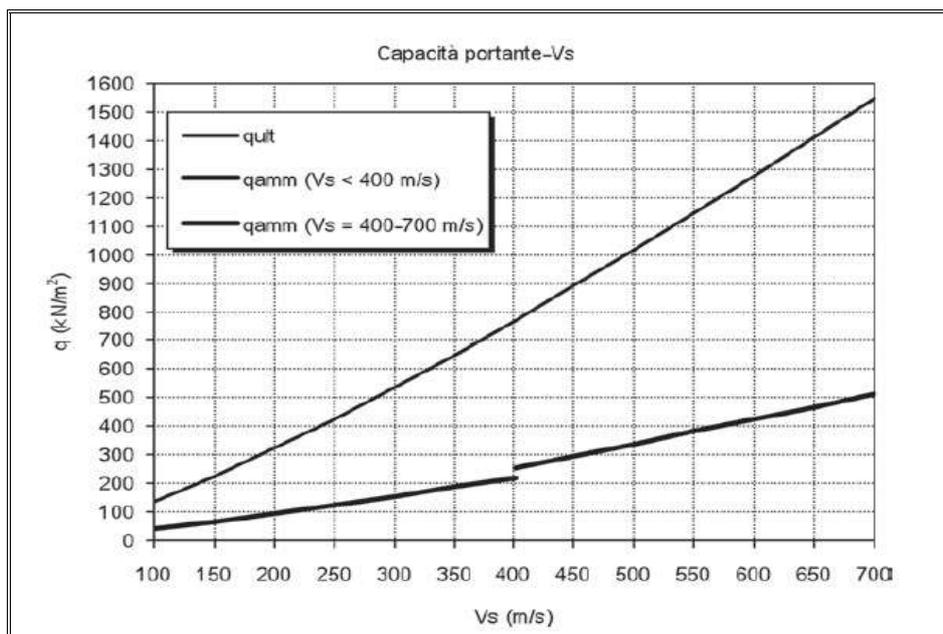


Fig.88: Correlazione Vs – Portanza.

Si ricorda, come è noto, che la portanza  $q_a$  dipende da molti fattori, tra cui la geometria delle fondazioni, la profondità di infissione delle stesse, la modalità realizzativa, il tipo di fondazioni, ecc. I valori riportati sono quindi puramente indicativi.

In merito al coefficiente di Winkler il grafico di riferimento, sempre per gli stessi autori, risulta:

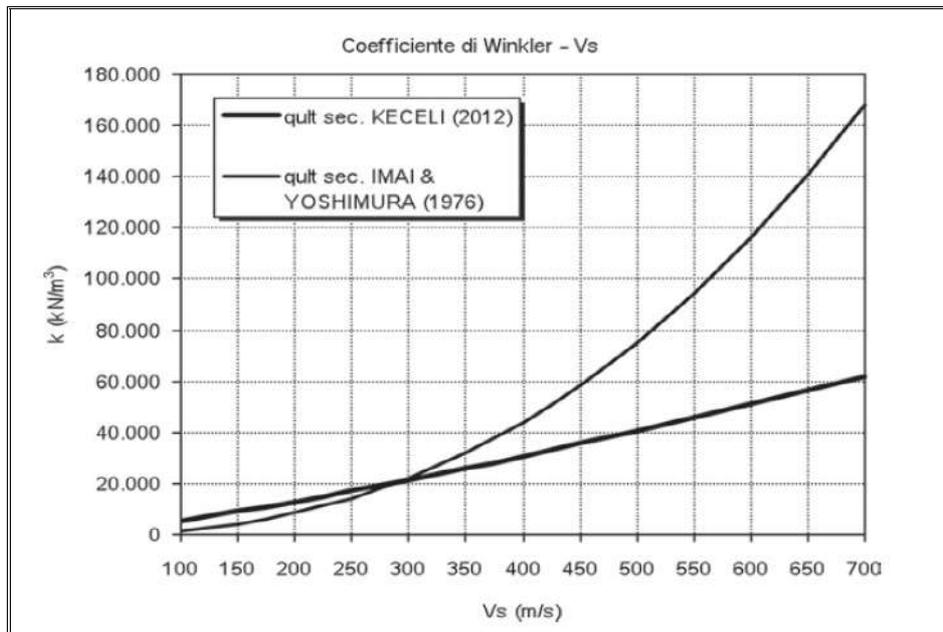


Fig.89: Correlazione Vs – Coeff. Di Winkler.

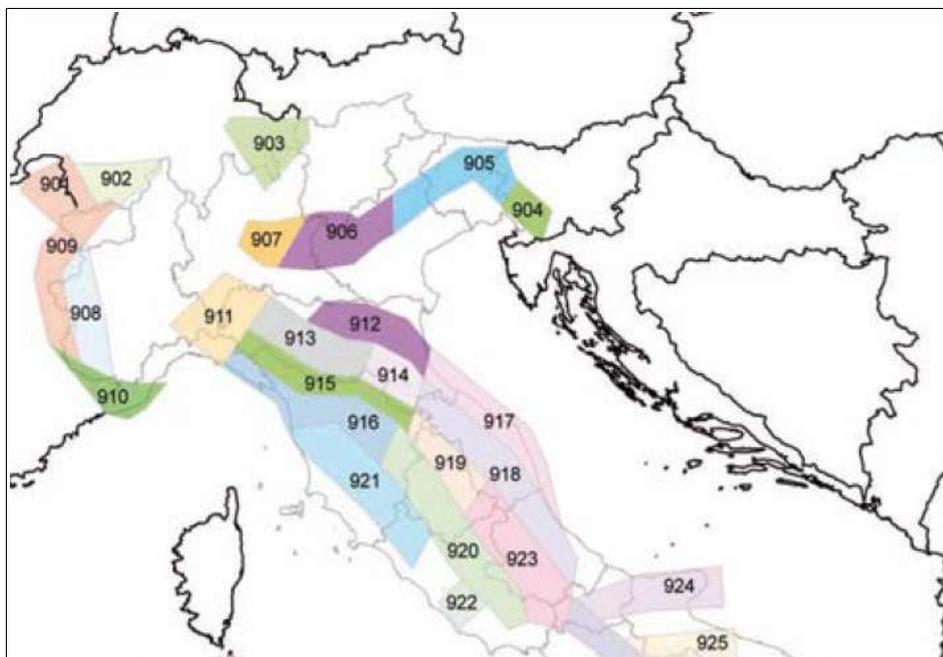
Come detto anche in merito alla portanza, il coefficiente di Winkler non risulta essere una proprietà intrinseca del terreno, ovvero determinabile a prescindere dalla geometria delle fondazioni, dalla distribuzione dei carichi, dalle caratteristiche stratigrafiche e geologiche del sottosuolo, ecc. I grafici precedenti forniscono solamente stime ed indicazioni preliminari del comportamento del terreno.

### 11.2.1 Pericolosità sismica di base

Lo studio e l'analisi sulla Pericolosità sismica di base dell'intero territorio nazionale trae le sue origini dalla Carta delle Zone Sismogenetiche (ZS9), che venne elaborata dal Gruppo di Lavoro (anno 2004), nella quale sono individuate le zone caratterizzate da diversi valori di Magnitudo momento massima  $M_{wmax}$ .

Successivamente, grazie all'entrata in vigore delle NTC '08, la Pericolosità sismica di base, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido affiorante (caratterizzato, quindi, da velocità delle onde sismiche trasversali  $V_s > 800$  m/s) viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non "zona dipendente". Ovvero una volta trovate le coordinate del sito interessato dal progetto (coordinate nel sistema ED50), questo risulterà compreso tra quattro punti appartenenti alla griglia di accelerazioni indicate nelle Mappe di Pericolosità Sismica Nazionale, e grazie alla

media pesata, ad esso competeranno valori specifici di accelerazione di base  $a_g$  e dei parametri ( $F_0$ ,  $T_c^*$  etc. ) che consentono di definire gli spettri di risposta anche ai sensi delle NTC '18.



*Fig. 90: stralcio da Carta delle Zone Sismogenetiche ZS9.*



*Fig. 91: Estratto dal catalogo DISS sulle "Active Faults" e "Composite seismic sources".*

### 11.2.3 Sismicità

In riferimento alla classificazione sismica si ricorda che per il Comune di Genova (IM), per quanto indicato in Allegato A della “Classificazione sismica dei comuni italiani” delle O.P.C.M. di riferimento, ovvero l’O.P.C.M. 3274/2003 e s.m., si ha che:

- Codice Istat 2001 **07010025**
- Categoria secondo la classificazione precedente (Decreti sino al 1984) **4**
- Categoria secondo la proposta del G.d.L. del 1998 **4**
- Zona ai sensi dell’O.P.C.M. 3274/2003 **4**

Il Comune di Genova, quindi, in base all’O.P.C.M. n.3274/2003, che riconsidera la normativa sismica, con l’attribuzione alle diverse località del territorio nazionale di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell’accelerazione di picco orizzontale al suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, viene ad essere inserito in Zona 4:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_g/g$ ].	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ $a_g/g$ ].
1	> 0,25	0,35
2	0,15 - 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Secondo quanto riportato nella precedente **D.G.R. 1308 del 24.10.2008** della Regione Liguria, in riferimento ad una nuova classificazione sismica regionale in funzione dell’**O.P.C.M. 3519/2006**, ma soprattutto in riferimento dell’attuale **D.G.R. 1362 del 19.11.2010**, denominato “*D.M. 14.01.2008 Norme Tecniche per le costruzioni, aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria*” risulta una diversa classificazione. La delibera di cui sopra ridefinisce la zonizzazione sismica del territorio regionale accorpando le precedenti zone 3A e 3B (vd **D.G.R. 1308 del 24.10.2008**) in un’unica zona 3.

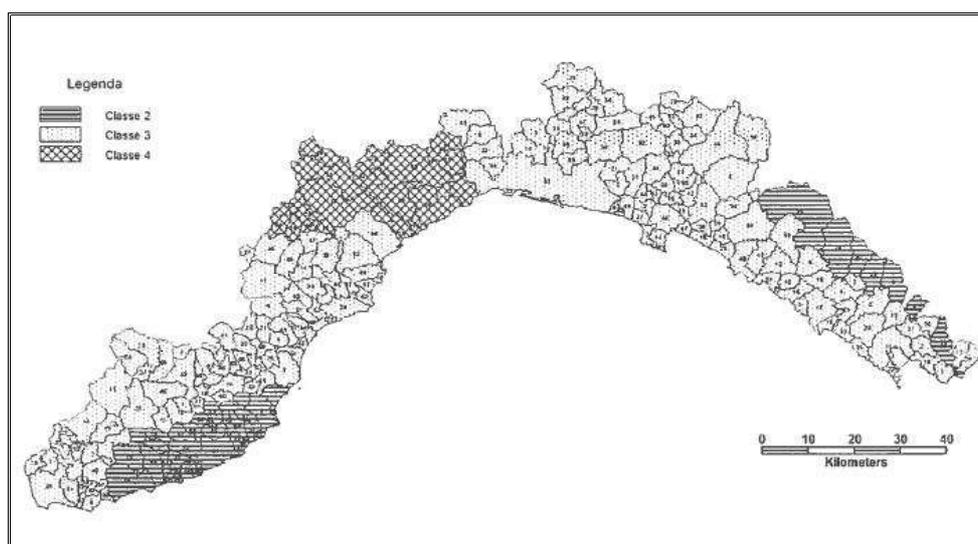
A seguito dei recenti studi sismici della Regione Liguria e del DISTAV dell’UniGE (di cui alla **D.G.R. 216 del 17.03.2017**), relativi all’analisi della pericolosità sismica regionale, il territorio ligure è stato suddiviso passando dalle due classi di pericolosità precedenti alle più attuali tre classi (zona 2= media, zona 3= bassa pericolosità, zona 4= molto bassa pericolosità), riprendendo seppur

con una distribuzione territoriale diversa lo scenario di pericolosità inizialmente proposto dalla mappatura nazionale dell'INGV.

In base a questa nuova classificazione per il Comune di Genova risulta il seguente quadro:

Comune:	Num. Ident.:	Num. Progress.	Zona sismica:
Genova	25	23	3 – Pga = 0,15 g

Infine in merito al citato **D.M. 17.01.2018** (di cui alle tabelle **3.2.II** e **3.2.III**), ed in base alle risultanze delle prove geofisiche in tipologia sismica passiva, ma soprattutto per la ricostruzione litostratigrafia, si può inserire il sito di interesse tra i suoli di **categoria B**, ovvero “*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*”; con coefficiente topografico **T1**.



*Fig. 92:* Classificazione sismica - Regione Liguria.

## 12 – ANALISI IN OTTICA M.O.P.S. E DELLA SUSCETTIVITÀ (P.U.C.)

In base alle indagini geofisiche (sismica a rifrazione e sismica passiva) eseguite, nonché per la gran quantità di dati e informazioni derivanti dall'esecuzione dei sondaggi geognostici, delle prove SPT e delle analisi di laboratorio, si propone qui una suddivisione di dettaglio del paraggio di interesse in funzione della cartografia M.O.P.S. e di Suscettività d'uso.

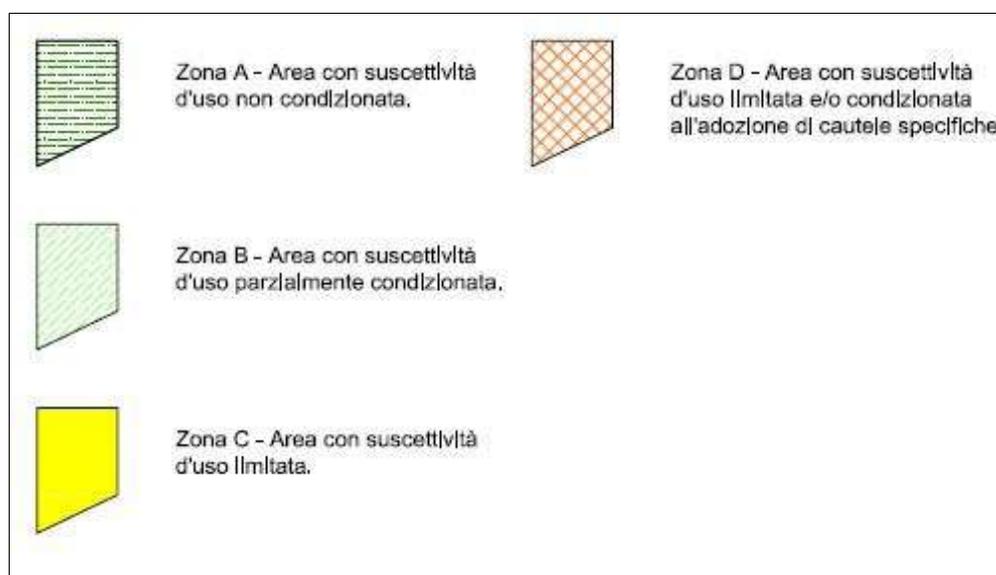
Nel dettaglio, dopo aver visionato le risultanze delle indagini di cui sopra e verificati gli spessori dei depositi (soprattutto marini e fluvio-marini) e dei riporti, oltre alle loro caratteristiche granulometriche, ecc., si ritiene di suddividere il sito in base alla legenda sotto riportata e riferibile alla Tav. 7 (Carta M.O.P.S. a seguito delle indagini – fine relazione).



*Fig. 93:* Legenda Carta M.O.P.S. proposta a Tav.7.

Sostanzialmente non si riscontrano controindicazioni alla tipologia di progetto in esame, solamente per l'area intorno al sondaggio S5, che ha evidenziato la presenza di materiali sabbiosi mal gradati, comunque dallo spessore assolutamente esiguo, si dovranno valutare le soluzioni ingegneristiche idonee per eliminare le eventuali problematiche legate al potenziale fenomeno di liquefazione del suolo e concomitante riduzione della capacità portante.

Allo stesso modo nella Carta di Sintesi si è valutata la Suscettività d'uso, incrociando i vari dati e parametri; la legenda utilizzata risulta quindi:



*Fig. 94:* Legenda Carta Sintesi proposta a Tav.8.

La porzione di territorio che ricade in “zona D” con suscettibilità d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche e sempre quella del sondaggio S5, che come detto sarà risolta con accorgimenti e soluzioni ingegneristiche idonee.

## 13 – CONCLUSIONI E PRESCRIZIONI

In conclusione si considera, dal punto di vista geologico-geomorfologico ed allo stato attuale, oltre che per tutto quanto sopra riportato, fattibile il **“Progetto definitivo per l'approdo turistico “Marina del Castelluccio” - a Genova Pegli** .

Si chiede, contestualmente, la ripermetrazione della zona B2 in riporti antropici consistenti, escludendo l'area del Promontorio del Castelluccio, zona questa caratterizzata da roccia affiorante, come anche da indicazioni ed esempi del PUC vigente; infine si propone la cartografia in merito alle M.O.P.S. e di sintesi per le aree a diversa suscettività d'uso.

Per la realizzazione delle varie opere si dovranno comunque tenere ben presenti alcune necessarie prescrizioni generali riportate sotto:

- occorre rispettare le indicazioni contenute all'interno della presente relazione;
- si ricorda che il sito è attualmente (NTC 2018) riferibile ai suoli di **categoria B**, con coefficiente topografico **T1**;
- si ricorda, in generale, di attenersi alle norme del **DPR 164/56** (al **capo III**) e ss.mm.ii.;
- in caso di **allerta meteo**, e comunque in occasione di avverse condizioni meteorologiche, le operazioni dovranno essere rimandate, o se già iniziate, dovranno essere immediatamente sospese e l'intervento eseguito dovrà essere posto in sicurezza;
- si consiglia di verificare l'omogeneità del piano fondazionale delle nuove strutture ed il suo stato fisico durante la realizzazione delle fondazioni (**D.L.**);
- occorre predisporre un programma di manutenzione e monitoraggio delle strutture, anche durante le fasi dei lavori, nel dettaglio:
  - x valutazione granulometrica dei materiali che costituiranno il rilevato;
  - x verifica dello stato di compattazione e addensamento dei materiali messi in opera (ad esempio mediante prove di carico su piastra, ecc.);
  - x monitoraggio tramite topografia, ecc. degli spostamenti e assestamenti nel tempo.
- dovranno essere predisposti tutti gli accorgimenti tecnici possibili al fine di garantire la massima sicurezza nel cantiere e per evitare danni nelle proprietà circostanti (ad esempio la scogliera di protezione alla linea ferroviaria, ecc.);

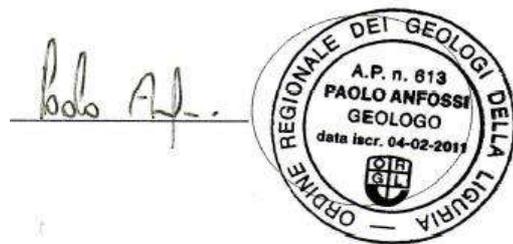
- verificare l'adeguatezza delle soluzioni adottate per la zona con limitati spessori di sabbie mal gradate nei pressi del sondaggio S5;
- è necessario avvalersi della presenza del geologo (**Assistenza Geologica alla D.L.**) durante tutti i lavori per la verifica dello stato del terreno, delle strutture e per eventuali interventi di varianti che si dovessero rendere necessarie.

Taggia, lì ottobre 2021

**Geol. A. GUARDIANI**



**Geol. P. ANFOSSI**

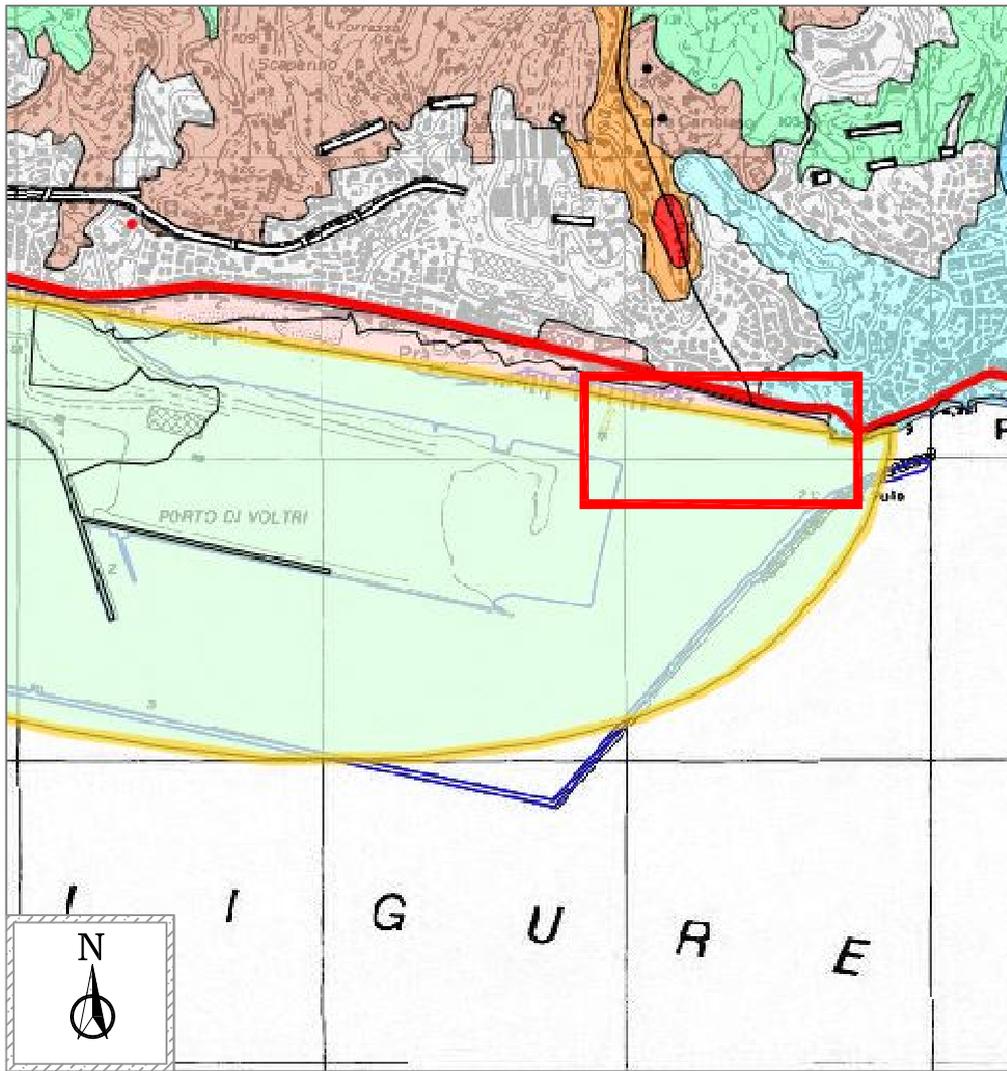


## CARTOGRAFIA

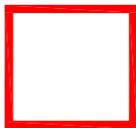
- x Tav.1 - Corografia Generale;
- x Tav. 2 - Stralcio Catastale;
- x Tav. 3 - Carta Geologica Stralcio;
- x Tav. 4 - Carta Geomorfologica-Idrogeologica
- x Tav. 5 - Carta delle Indagini
- x Tav. 6 - Carta Geologico-Tecnica e di Analisi
- x Tav. 7 - Carta M.O.P.S. a seguito delle Indagini
- x Tav. 8 - Carta di Sintesi

## BIBLIOGRAFIA

- x Carta Geologica d'Italia;
- x Carta geologica Progetto CARG;
- x Manuale del Geologo – Casadio/Elmi
- x Piano di Bacino;
- x P.U.C. del Comune di Genova;
- x “A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. – Nakamura” (1989);
- x Software freeware (“VsEqu” - da geologi.it) del dott. Geol. F. Cetraro;
- x Software freeware RocLab1;
- x Manuali e Software Geostru;
- x Sito ([www.ambienteinliguria.it](http://www.ambienteinliguria.it))
- x Sito ([www.liguriavincoli.it](http://www.liguriavincoli.it))
- x Relazioni e indagini svolte per le relazioni di fattibilità.



## Legenda



Area di interesse su "Carta dell'assetto insediativo" -  
Tavoletta F.15 della Regione Liguria.

Titolo Tavola:

## COROGRAFIA GENERALE

Lavoro:

**RELAZIONE GEOLOGICA - MODELLAZIONE SISMICA A SUPPORTO  
DEL "PROGETTO DEFINITIVO PER L'APPRODO TURISTICO  
- MARINA DEL CASTELLUCCIO - A GENOVA PEGLI".**

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

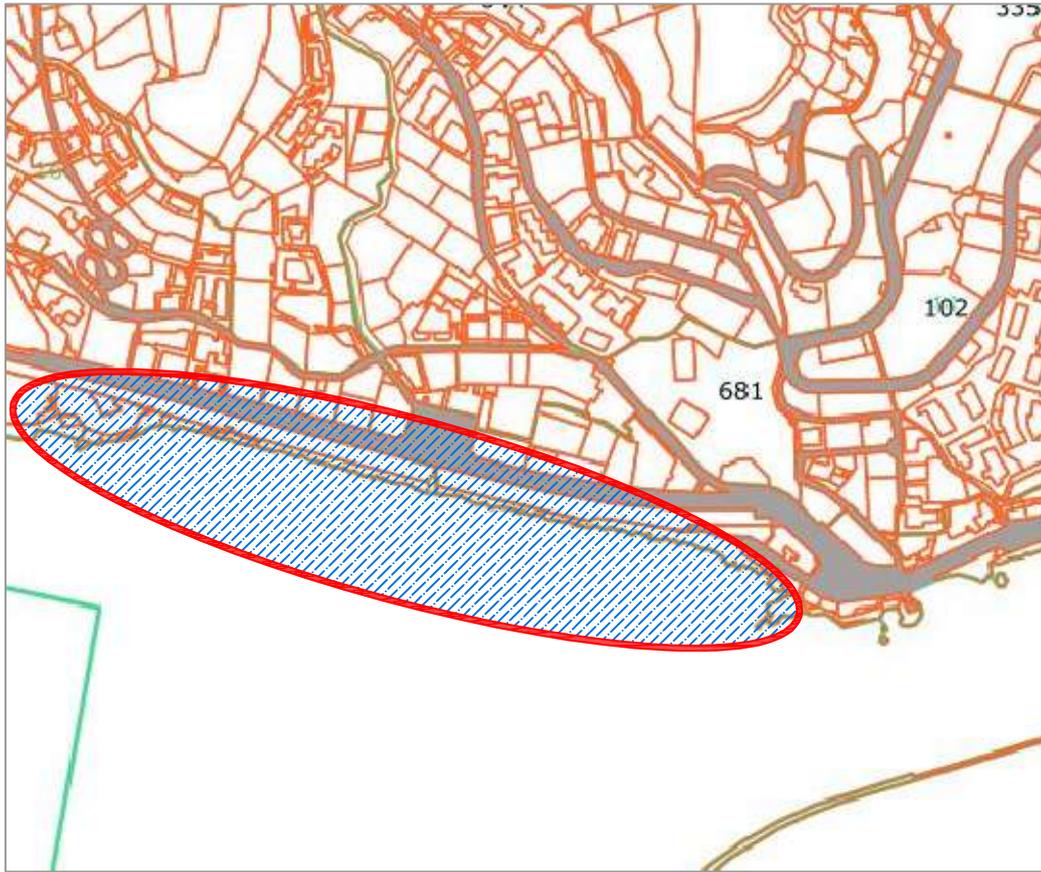
Scala:

1: 25.000

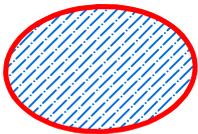
Rif:

880 - 2021

# TAV. 1



## Legenda



Area del Comune di Genova (F. 16 e F. 44) di più stretto interesse per il presente progetto.

Titolo Tavola:

## STRALCIO CATASTALE

Lavoro:

**RELAZIONE GEOLOGICA - MODELLAZIONE SISMICA A SUPPORTO  
DEL "PROGETTO DEFINITIVO PER L'APPRODO TURISTICO  
- MARINA DEL CASTELLUCCIO - A GENOVA PEGLI".**

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

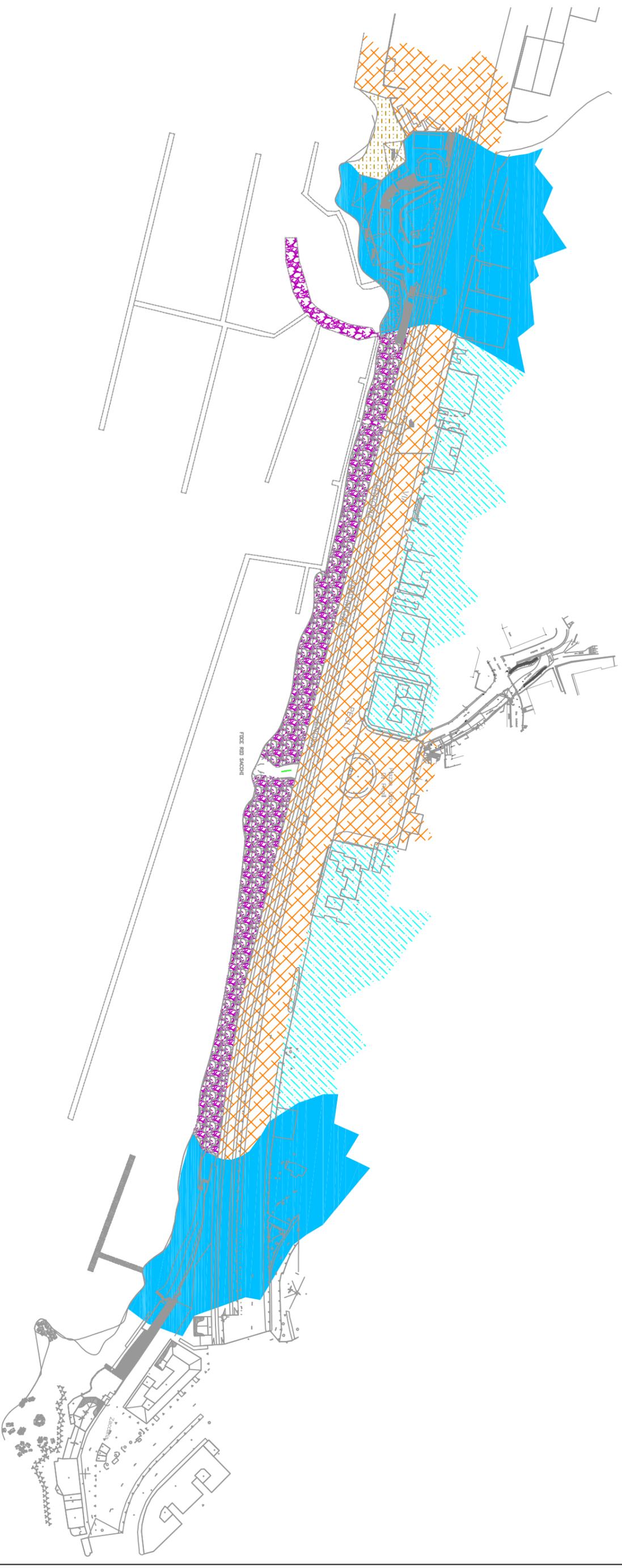
Scala:

////

Rif:

880 - 2021

# TAV. 2



### Legenda

- Depositi di spiaggia.
- Depositi alluvionali.
- Scogliera artificiale.
- Ammasso dell'Unità Palmarno-Caffarella (Metagabbri e Metabreccce ofiolitiche).
- Depositi alluvionali.
- Riporti artificiali, materiali e sistemazioni antropiche.

**TITOLO Tavola:**  
**CARTA GEOLOGICA STRALCIO**

**LAVORO:**  
**RELAZIONE GEOLOGICA - MODELLAZIONE SISMICA A SUPPORTO DEL "PROGETTO DEFINITIVO PER L'APPRODO TURISTICO - MARINA DEL CASTELLUCCIO - A GENOVA PEGLI".**

**COMMITTENTE:**  
**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

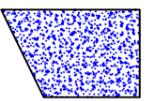
a cura di:  
Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

Scala:  
Rif: 1 : 2.000  
880 - 2021

**TAV. 3**



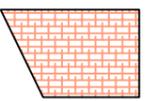
## Legenda



Depositi di spiaggia  
(area sub-planeggiante con permeabilità per porosità).



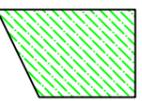
Depositi alluvionali e sistemazioni antropiche (area a bassa acclività in T.U. "tessuto urbano" - praticamente impermeabile).



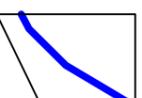
Scogliera artificiale  
(zona con elevata permeabilità).



Ammasso dell'Unità Palmaro-Caffarella (area in T.U. - praticamente impermeabile o localmente permeabile per fratturazione).



Riporti artificiali, materiali e sistemazioni antropiche (area sub-planeggiante con permeabilità variabile).



Reticolo idrografico di interesse (Rio Sacchi - Gilè).

Titolo Tavola:

### CARTA GEOMORFOLOGICA - IDROGEOLOGICA

Lavoro:

**RELAZIONE GEOLOGICA - MODELLAZIONE SISMICA A SUPPORTO DEL "PROGETTO DEFINITIVO PER L'APPRODO TURISTICO - MARINA DEL CASTELLECCIO - A GENOVA PEGLI".**

Committente:

**BAGNI CASTELLECCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

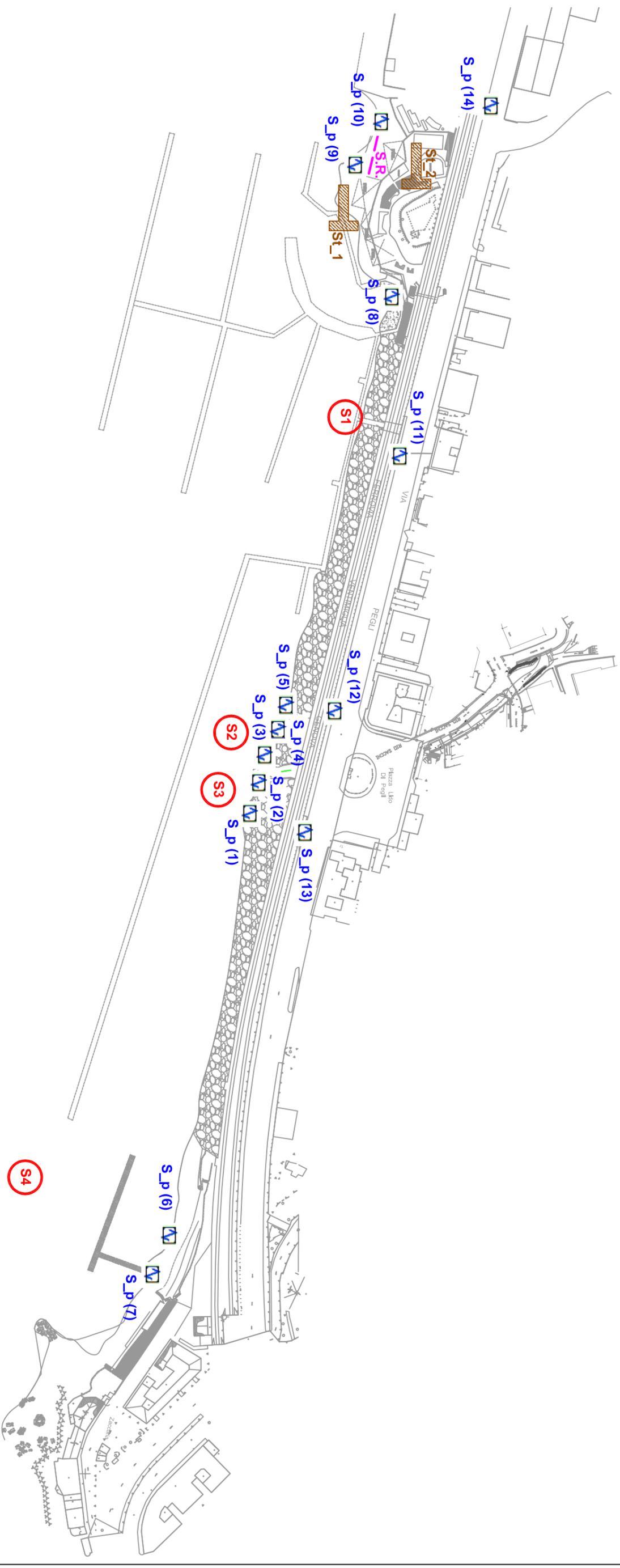
Scala:

1: 2.000

Rif:

880 - 2021

**TAV. 4**



### Legenda

-  S.R.  
Ubicazione indagine geofisica in sismica a rifrazione.
-  S\_p(2)  
Prova sismica passiva HVSr (con indicazione num. prova).
-  S5  
Ubicazione sondaggio geognostico eseguito da GeoService SNC.
-  St\_1  
Ubicazione stazione di misura e relativo numero (prova sclerometrica su affioramento roccioso) con Martello di Schmidt per roccia.

### CARTA DELLE INDAGINI

Titolo Tavola:

Lavoro:

**RELAZIONE GEOLOGICA - MODELLAZIONE SISMICA A SUPPORTO DEL "PROGETTO DEFINITIVO PER L'APPRODO TURISTICO - MARINA DEL CASTELLUCCIO - A GENOVA PEGLI".**

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

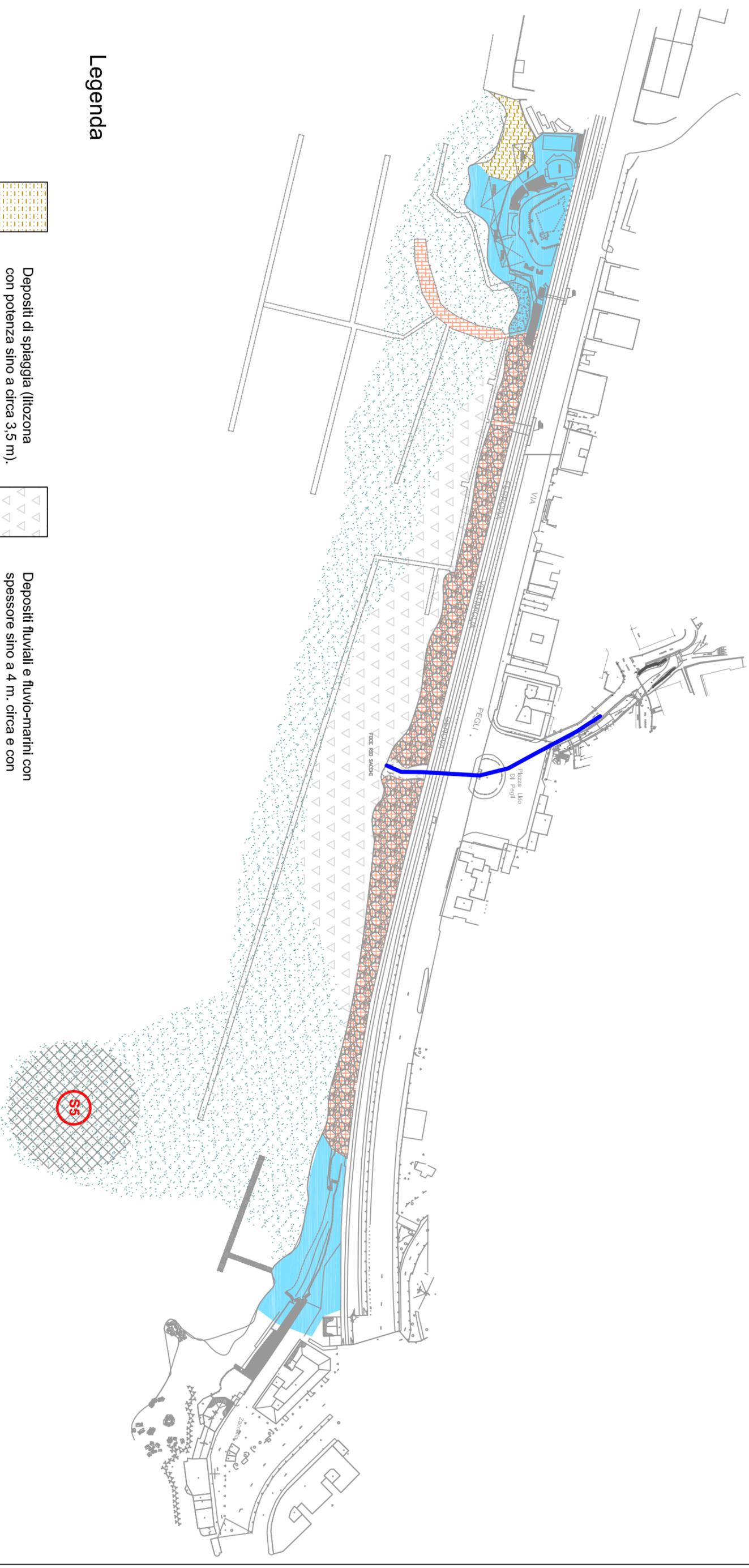
Scala:

1: 2.000

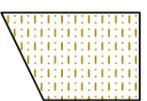
Rif:

880 - 2021

# TAV. 5



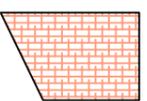
## Legenda



Depositi di spiaggia (litozona con potenza sino a circa 3,5 m).



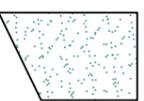
Depositi fluviali e fluvio-marini con spessore sino a 4 m. circa e con granulometria varia.



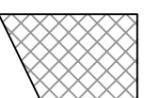
Scogliera artificiale.



Ammasso roccioso affiorante o sub-affiorante.



Depositi marini a granulometria medio-fine con potenza < 3 m..



Area con materiali sabbiosi e con fuso granulometrico omogeneo (mal gradato).

Titolo Tavola:

### CARTA GEOLOGICO-TECNICA E DI ANALISI

Lavoro:

**RELAZIONE GEOLOGICA - MODELLAZIONE SISMICA A SUPPORTO DEL "PROGETTO DEFINITIVO PER L'APPRODO TURISTICO - MARINA DEL CASTELLUCCIO - A GENOVA PEGLI".**

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

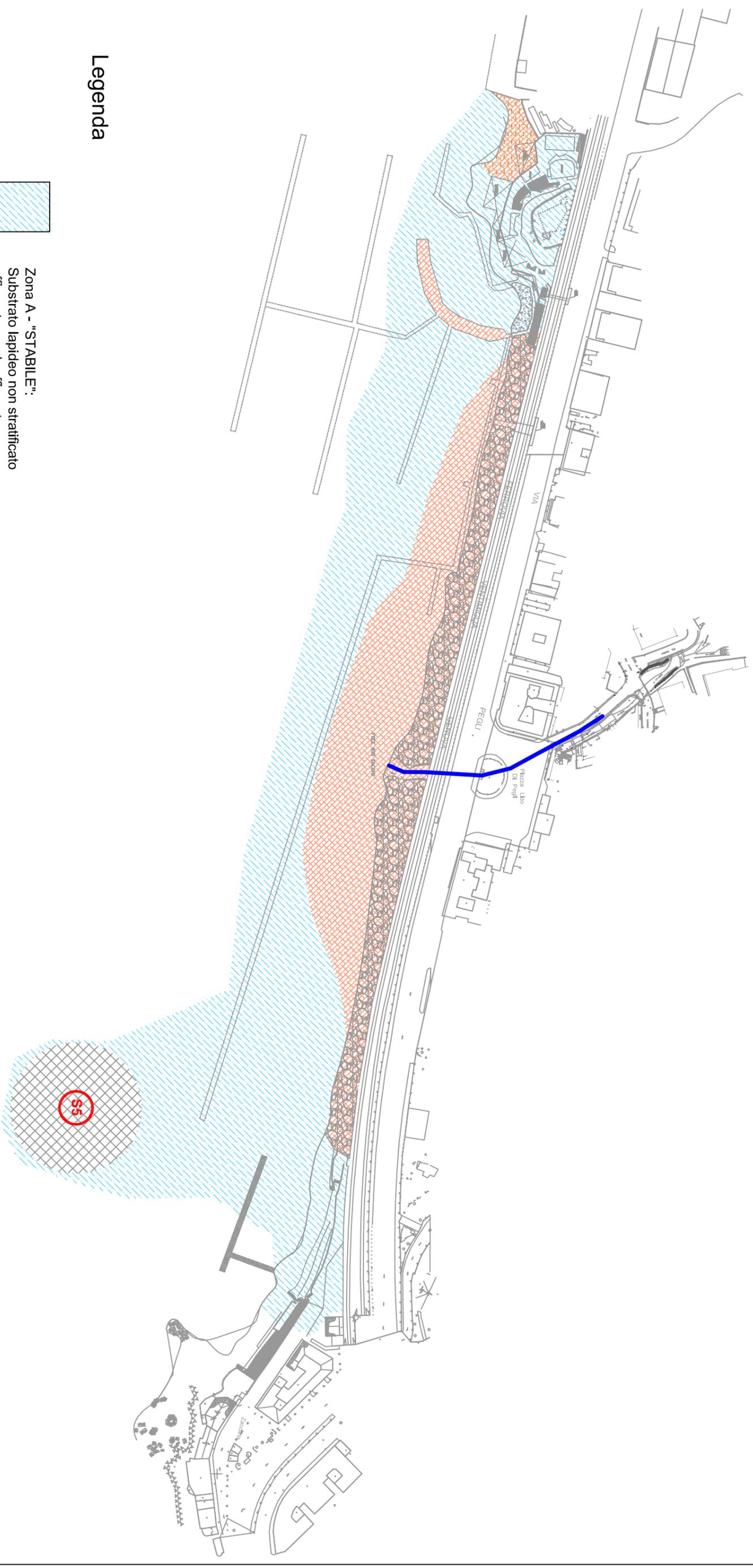
Scala:

1 : 2.000

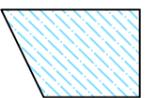
Rif:

880 - 2021

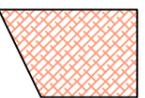
**TAV. 6**



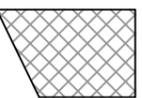
### Legenda



Zona A - "STABILE":  
Substrato lapideo non stratificato  
affiorante o sub-affiorante.



Zona B - "STABILE E SUSCETTIBILE DI AMPLIFICAZIONE LOCALE":  
Sedimenti alluvionali e marini o  
riporti con potenza > 3 metri.



Zona C - "ZONA SUSCETTIBILE DI INSTABILITA":  
Area con materiali sabbiosi e con fuso granulometrico  
omogeneo (mal gradato);  
inoltre presenta un basso numero di colpi alla prova SPT.

Titolo Tavola:

### CARTA M.O.P.S. A SEGUITO DELLE INDAGINI

Lavoro:

**RELAZIONE GEOLOGICA - MODELLAZIONE SISMICA A SUPPORTO  
DEL "PROGETTO DEFINITIVO PER L'APPRODO TURISTICO  
- MARINA DEL CASTELLUCCIO - A GENOVA PEGLI".**

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

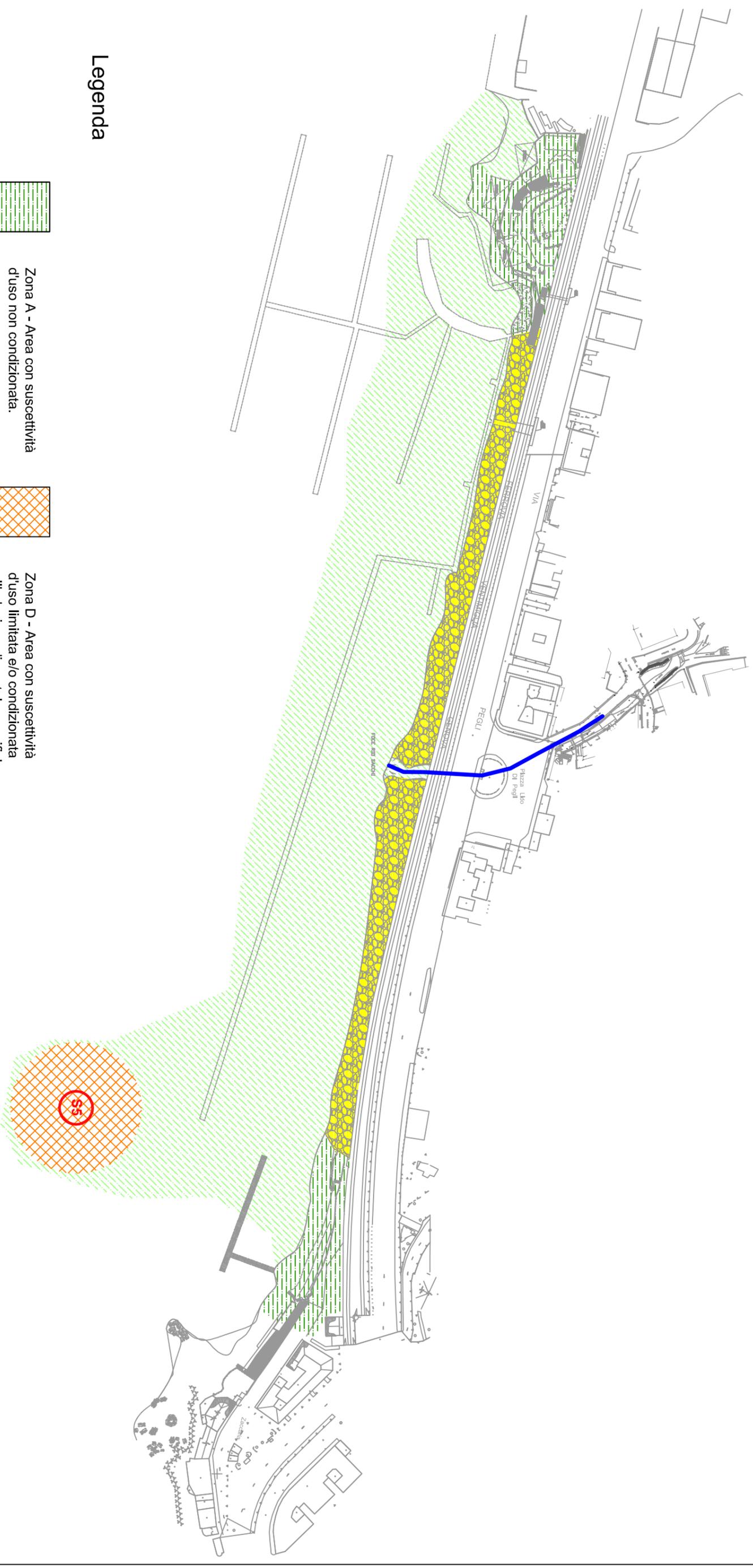
Scala:

1: 2.000

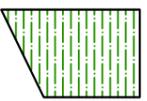
Rif:

880 - 2021

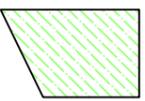
**TAV. 7**



### Legenda



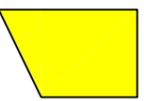
Zona A - Area con suscettività d'uso non condizionata.



Zona B - Area con suscettività d'uso parzialmente condizionata.



Zona D - Area con suscettività d'uso limitata e/o condizionata all'adozione di cautele specifiche.



Zona C - Area con suscettività d'uso limitata.

Titolo Tavola:

### CARTA DI SINTESI

Lavoro:

**RELAZIONE GEOLOGICA - MODELLAZIONE SISMICA A SUPPORTO DEL "PROGETTO DEFINITIVO PER L'APPRODO TURISTICO - MARINA DEL CASTELLUCCIO - A GENOVA PEGLI".**

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

Scala:

1 : 2.000

Rif:

880 - 2021

**TAV. 8**



Foto 1: prova sismica passiva S\_p (1).



Foto 2: prova sismica passiva S\_p (2).



Foto 3: prova sismica passiva S\_p (3).



Foto 4: prova sismica passiva S\_p (4).

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

Scala:

////

Rif:

880 - 2021

**REPORT  
FOTOGRAFICO**



Foto 5: prova sismica passiva S\_p (5).



Foto 6: prova sismica passiva S\_p (6).

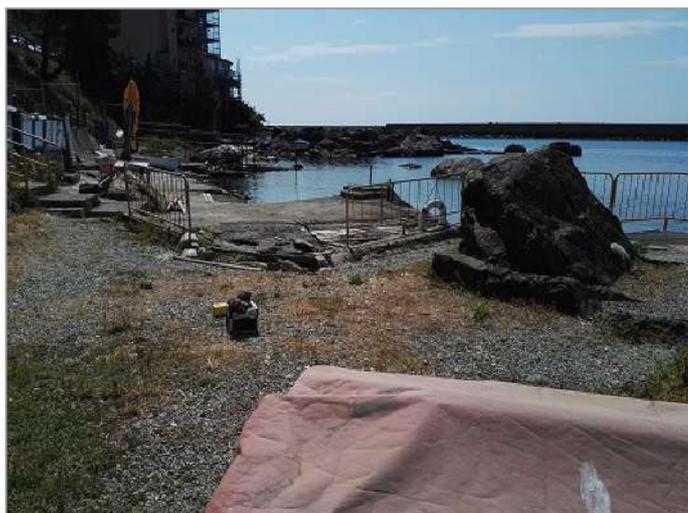


Foto 7: prova sismica passiva S\_p (7).



Foto 8: prova sismica passiva S\_p (8).

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

Scala:

////

Rif:

880 - 2021

**REPORT  
FOTOGRAFICO**



Foto 9: prova sismica passiva S\_p (9).



Foto 10: prova sismica passiva S\_p (10).



Foto 11: prova sismica passiva S\_p (11).



Foto 12: prova sismica passiva S\_p (12).

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

Scala:

////

Rif:

880 - 2021

**REPORT  
FOTOGRAFICO**



Foto 13: prova sismica passiva S\_p (13).



Foto 14: prova sismica passiva S\_p (14).



Foto 15: stesa sismica a rifrazione .



Foto 16: prove con sclerometro Stazione 2 .

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

Scala:

////

Rif:

880 - 2021

**REPORT  
FOTOGRAFICO**

Committente:

**BAGNI CASTELLUCCIO S.r.l.**  
Via Fieschi 3/17 - Genova

a cura di:

Geol. A. Guardiani  
Geol. P. Anfossi

Scala:

////

Rif:

880 - 2021

***ALLEGATI***



**GEOSERVICE S.N.C.**  
**DI DOTT. GEOL. ELIO ORSI & C**  
**VIA DELLA MAGGIORA N 8 TEL+FAX 0144/324841**  
**15011 ACQUI TERME (AL)**

## **BAGNI CASTELLUCCIO SRL**



### **INDAGINE GEOGNOSTICA SULLO SPECCHIO ACQUEO DELLA MARINA DEL CASTELLUCCIO, GENOVA PEGLI**

Rif. G21AR

Acqui Terme, settembre 2021

Riepilogo emissioni	
Prima emissione	settembre 2021



**GEOSERVICE S.N.C.**  
**DI DOTT. GEOL. ELIO ORSI & C**  
**VIA DELLA MAGGIORA N 8 TEL+FAX 0144/324841**  
**15011 ACQUI TERME (AL)**

- 2 -

G21AR

## Sommario

1.DATI IDENTIFICATIVI DELLA COMMESSA E DEL CANTIERE .....	3
2.ELENCO DEI SONDAGGI ESEGUITI.....	4
3.CONDIZIONI METEOMARINE DURANTE L'ESECUZIONE DEI SONDAGGI .....	10
4.ATTREZZATURA DI PERFORAZIONE.....	15
5.PROVE SPT:.....	16
6. PRELIEVO CAMPIONI.....	17
7.LINEE GUIDA ADOTTATE PER IL RILIEVO STRATIGRAFICO DELLE TERRE .....	19
8.LINEE GUIDA ADOTTATE PER IL RILIEVO STRATIGRAFICO DELLE ROCCE.....	21
9. INDICE RQD .....	23
10. FOTO CASSETTE.....	25
11.Allegati .....	30

## 1.DATI IDENTIFICATIVI DELLA COMMESSA E DEL CANTIERE

Rif.:	G21AR
Committente:	Bagni Castelluccio srl
Indirizzo:	Via Fieschi 3/17 Genova
Indirizzo e ubicazione del cantiere:	specchio acqueo della marina del Castelluccio di Pegli, Genova
Inizio lavori	24/08/2021
Fine lavori	01/09/2021

Ubicazione generale dell'area di cantiere su base Google Earth.



## 2.ELENCO DEI SONDAGGI ESEGUITI

Sondaggio	Metodo perforazione	Profondità <sup>3</sup> [m]	Quota raggiunta [m] <sup>4</sup>	Data inizio	Data fine	X <sup>1</sup> [m]	Y <sup>1</sup> [m]	Z <sup>2</sup> [m]
S1	Carotaggio continuo	12.20	-10.70	25/08/2021	25/08/2021	484143	4919015	1.50
S2	Carotaggio continuo	11.70	-10.20	26/08/2021	26/08/2021	484310	4918958	1.50
S3	Carotaggio continuo	12.50	-11.00	30/08/2021	30/08/2021	484333	4918949	1.50
S4	Carotaggio continuo	13.80	-12.40	31/08/2021	31/08/2021	484522	4918863	1.40
S5	Carotaggio continuo	16.40	-15.00	01/09/2021	01/09/2021	484494	4918828	1.40

<sup>1</sup> Coordinate UTM da GPS

<sup>2</sup> Altezza del piano di lavoro rispetto al livello medio mare

<sup>3</sup> Profondità dal piano di lavoro

<sup>4</sup> Quota assoluta rispetto al livello medio mare

Ubicazione dei sondaggi su base Google Earth.



Postazione sondaggio S1



Postazione sondaggio S2



Postazione sondaggio S3



Postazione sondaggio S4

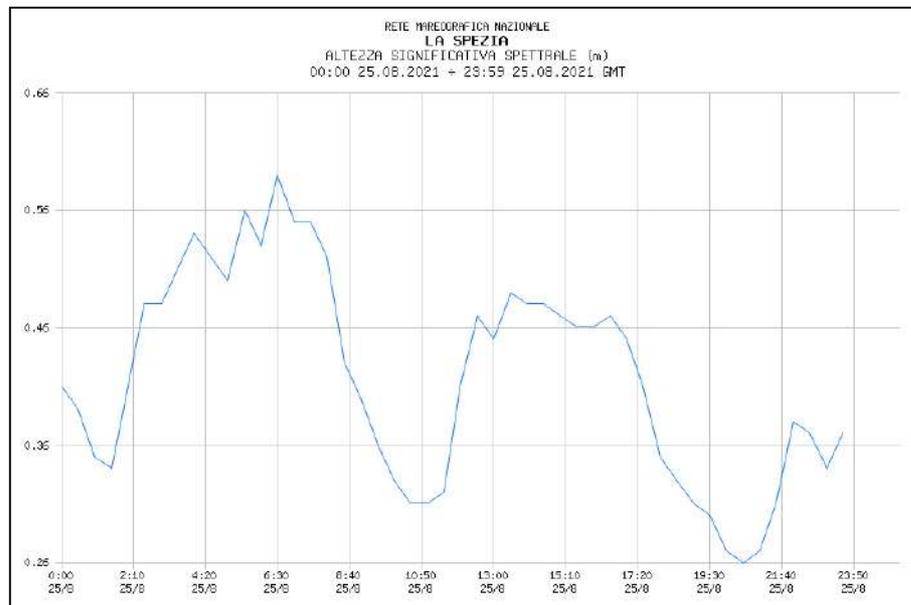
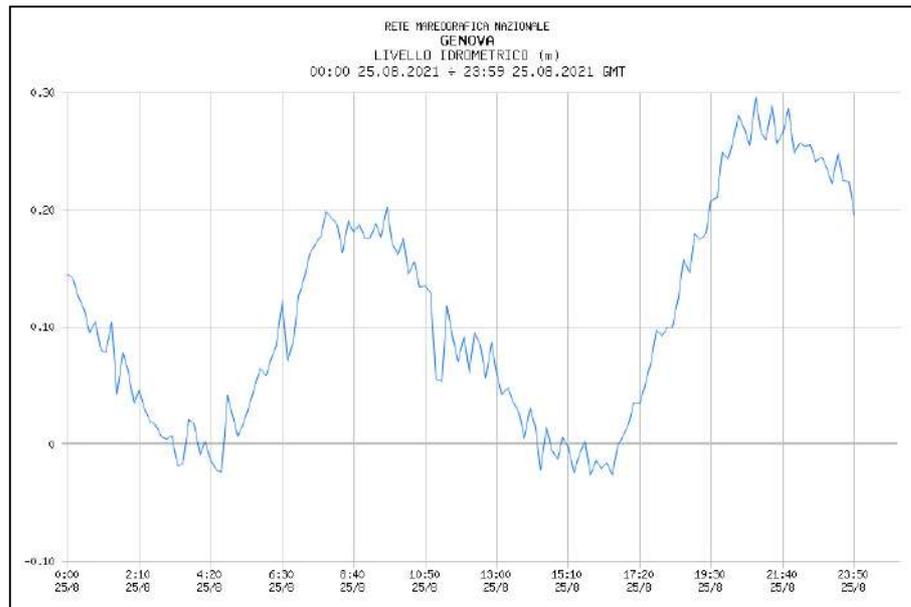


Postazione sondaggio S5

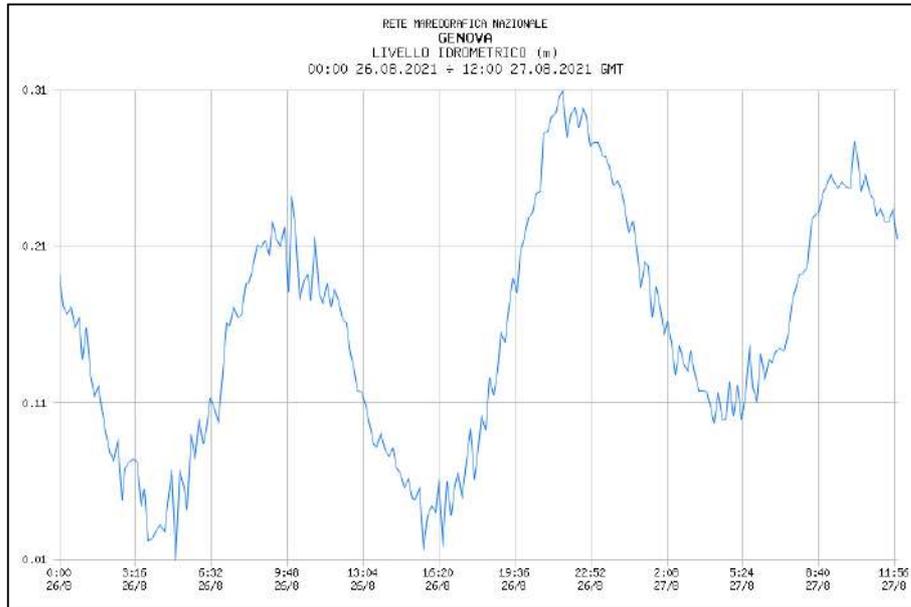


### 3.CONDIZIONI METEOMARINE DURANTE L'ESECUZIONE DEI SONDAGGI

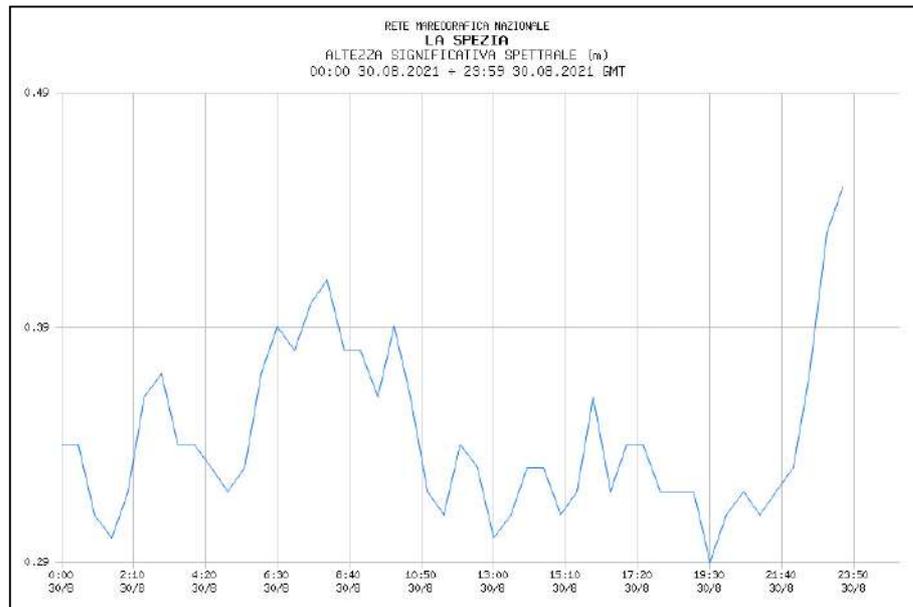
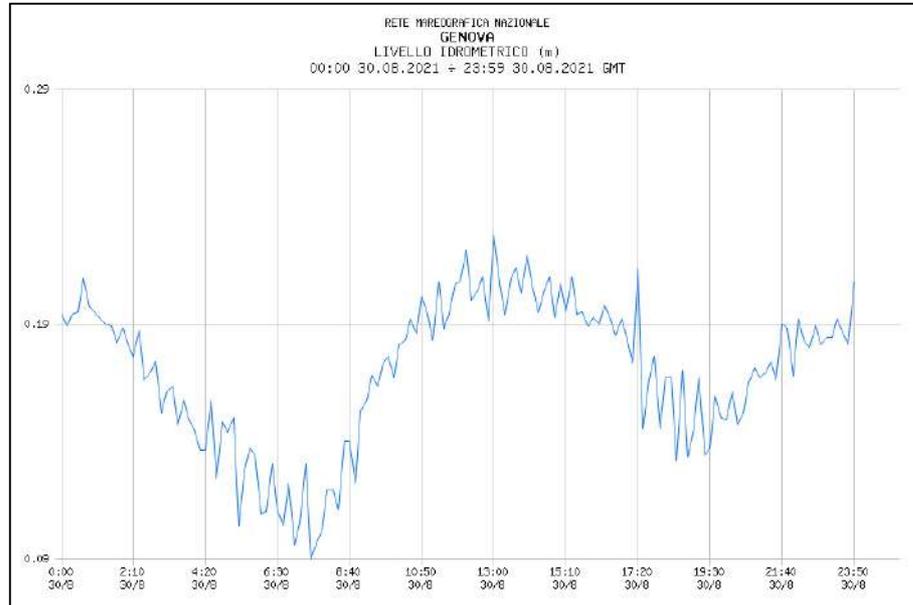
25/08/2021 (esecuzione sondaggio S1)



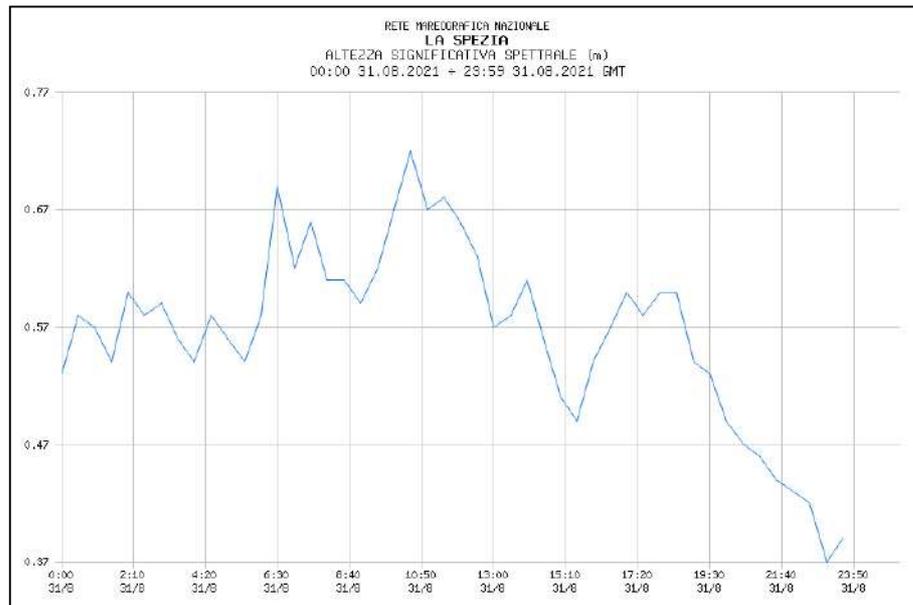
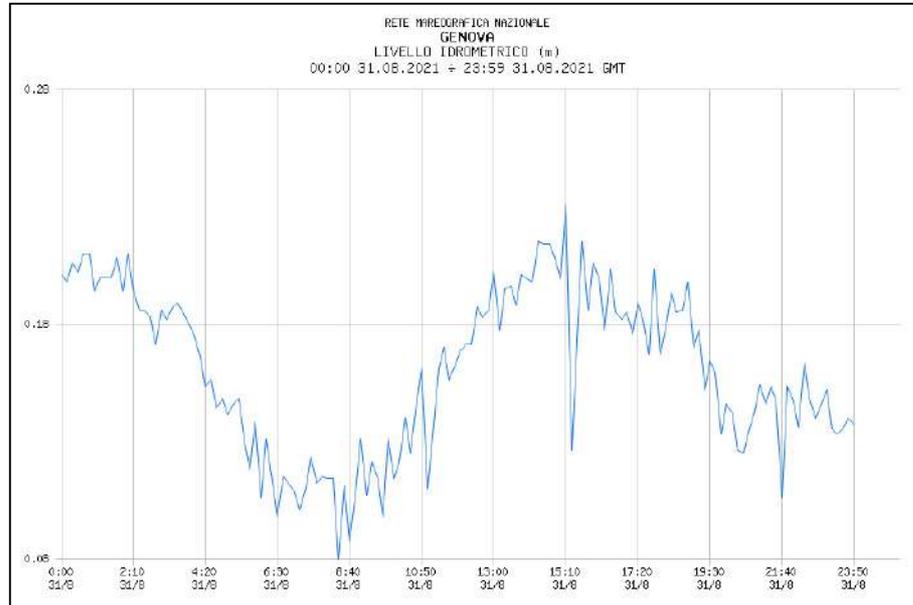
26/08/2021 – 27/08/2021 (esecuzione sondaggio S2)



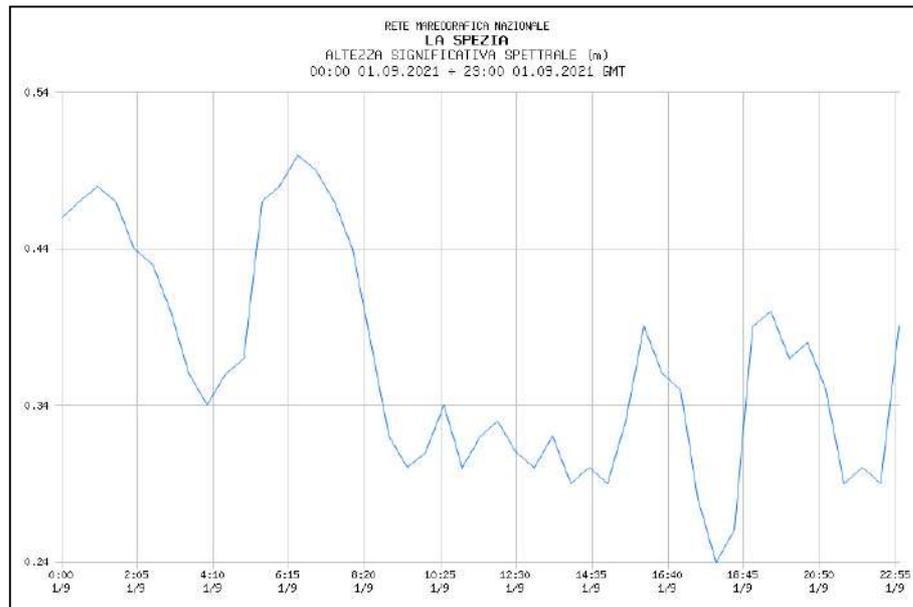
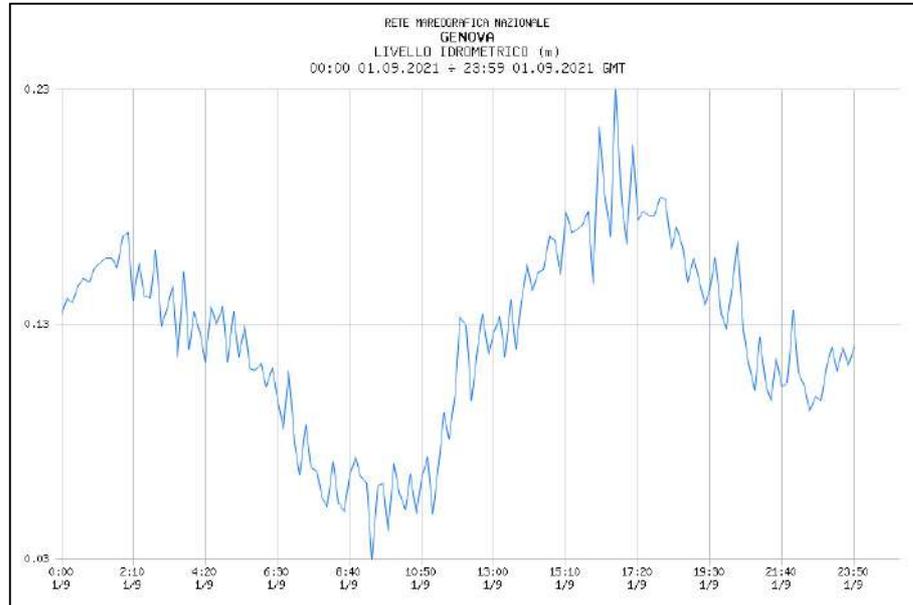
30/08/2021 (esecuzione sondaggio S3)



31/08/2021 (esecuzione sondaggio S4)



01/09/2021 (esecuzione sondaggio S5)





#### 4.ATTREZZATURA DI PERFORAZIONE

<b>SONDA COMACCHIO MC 450P</b>	
Peso [kg]	7.500
Potenza di picco [kW]	86
Coppia max [DaN*m]	1046
$\omega_{max}$ [rpm]	496
Tiro [DaN]	6.500
Spinta [DaN]	4.500
Pompa fango TR200	
$Q_{max}$ [l/min]	200
$P_{max}$ [bar]	45
Regolazione idraulica di tiro, spinta e bilanciamento	
Regolazione continua della portata della pompa fango	
Regolazione della velocità di avanzamento meter-in con valvola prioritaria ES	
Testa di rotazione con 2 rapporti meccanici + 3 rapporti elettroidraulici oppure variazione continua di $\omega$ tra $C_{max}$ e $C_{min}$	

<b>CORREDO DI PERFORAZIONE</b>	
Aste	76 mm
Carotiere semplice	B 101 mm
Carotiere doppio con corona diamantata	T6 101 mm
Tubi di rivestimento	127 mm "Nenzi"

**5.PROVE SPT:**

<b>ATTREZZATURA PER PROVE SPT A SGANCIO AUTOMATICO "NENZI"</b>	
Massa elemento battente	63.5 kg
Massa complessiva	116 kg
Altezza di caduta	0.76 m
Diametro aste	50 mm
Peso aste	7 kg/m
Tipo punta	Aperta/Chiusa
Sostentamento foro	Rivestimento metallico provvisorio

<b>PROVE SPT ESEGUITE</b>								
Sondaggio:	Prova n.	Profondità [m]	Quota [m]	Punta	Preinfissione:	1° tr.	2° tr.	N SPT
<b>S1</b>	1	4.50	-3.00	C	12	18	18	<b>36</b>
<b>S2</b>	1	2.50	-1.00	C	1	2	1	<b>3</b>
	2	4.50	-3.00	C	1	1	3	<b>4</b>
<b>S3</b>	1	3.50	-2.10	C	1	1	1	<b>2</b>
	2	5.00	-3.60	C	2	3	2	<b>5</b>
<b>S4</b>	1	5.60	-4.20	C	1	14	13	<b>27</b>
<b>S5</b>	1	7.00	-5.60	C	2	2	2	<b>4</b>

## 6. PRELIEVO CAMPIONI

Campioni prelevati da cassetta						
Sondaggio	Campione	Da m (profondità)	A m (profondità)	Da m (quota)	A m (quota)	Definizione:
S1	C1	4.50	5.00	-3.00	-3.50	Sabbia con ghiaia
	C2	8.20	8.50	-6.70	-7.00	Metabrecce ofiolitiche
	C3	12.00	12.20	-10.50	-10.70	Metabrecce ofiolitiche
S2	C1	3.10	3.40	-1.60	-1.90	Ghiaia con sabbia limosa
	C2	5.00	5.20	-3.50	-3.70	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa
	C3	10.00	10.20	-8.50	-8.70	Metabrecce ofiolitiche
S3	C1	4.00	4.40	-2.70	-2.90	Sabbia ghiaioso limosa
	C2	5.00	5.30	-3.50	-3.80	Sabbia limoso ghiaiosa
	C3	8.75	9.00	-7.25	-7.50	Metabrecce ofiolitiche
	C4	10.45	10.75	-8.95	-9.25	Metabrecce ofiolitiche
S4	C1	5.90	6.40	-4.50	-5.00	Sabbia limoso ghiaiosa
	C2	9.70	9.95	-8.30	-8.55	Metabrecce ofiolitiche
	C3	12.55	12.75	-11.15	-11.35	Metabrecce ofiolitiche
	C4	6.70	7.00	-5.30	-5.60	Metabrecce ofiolitiche/cappellaccio d'alterazione
S5	C1	7.30	7.60	-5.90	-6.20	Sabbia debolmente limoso ghiaiosa
	C2	8.10	8.30	-6.70	-6.90	Sabbia limosa debolmente ghiaiosa
	C3	11.00	11.35	-9.60	-9.95	Metagabbri brecciati
	C4	13.00	13.25	-11.60	-11.85	Metagabbri

Analisi di laboratorio eseguite da RINA – Get consulting srl di Genova; Rapporto di Prova RdP 21101-01 del 27/09/2021; i risultati delle analisi sono riepilogati nella tabella in pagina seguente:

Cliente : Geoservice SNC

COMM. : 21101

Località : G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli

IDENTIF. CAMPIONI	S1 C1	S1 C2	S2 C1	S2 C2	S2 C3	S3 C1	S3 C2	S3 C3	S4 C1	S4 C2	S4 C4	S5 C1	S5 C2	S5 C3
PROFONDITA' (m)	4.50 - 5.00	8.20 - 8.50	3.10 - 3.40	5.00 - 5.20	10.00 - 10.20	4.20 - 4.40	5.00 - 5.30	8.75 - 9.00	5.90 - 6.40	9.70 - 9.95	6.70 - 7.00	7.30 - 7.60	8.10 - 8.30	11.00-11.35
QUOTA (m)	3.00 - 3.50	6.70 - 7.00	1.60 - 1.90	3.50 - 3.70	8.50 - 8.70	2.70 - 2.90	3.50 - 3.80	7.25 - 7.50	4.50 - 5.00	8.30 - 8.55	5.30 - 5.60	5.90 - 6.20	6.70 - 6.90	9.60 - 9.95
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )														
$W_n$ (%)														
$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )														
$G_s$ -														
GHIAIA (%)	35.78		25.18	11.94		14.35	0.80		42.03		23.64	1.39	5.97	
SABBIA (%)	55.63		64.26	78.84		72.03	72.53		42.98		50.11	84.74	63.23	
LIMO (%)	N.D.		N.D.	N.D.		N.D.	18.91		N.D.		18.34	N.D.	26.37	
ARGILLA (%)	N.D.		N.D.	N.D.		N.D.	7.76		N.D.		7.91	N.D.	4.43	
$P_{200}$ (%)	8.59		10.56	9.22		13.62	26.67		14.99		26.25	13.87	30.80	
LL -	N.D.		22	24		24	23		26		27	19	20	
IP -	N.P		3	4		5	6		6		9	5	6	
$C_u$ (kPa)														
$\Phi_i'$ (°)	35.9		34.6	34.4		34.1	33.8		33.7			34.1	33.8	
$c'$ (kPa)	0.0		0.0	0.0		0.0	0.0		0			0.0	0.0	
OMC (%)														
MDD (kN/m <sup>3</sup> )														
K (cm/s)														
CLASS. ASTM	SW-SC		SW-SM	SW-SC		SC-SM	SC-SM		SC-SM		SC	SC-SM	SC-SM	
$C_o$ (Mpa)		5.4			2.1			1.6		0.7				2.1
$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )		25.19			25.53			24.17		22.60				24.54

**SONDAGGI, PROVE GEOTECNICHE, INDAGINI GEOGNOSTICHE, MICROPALI, POZZI, GEOTERMIA**

**P. IVA 01385730062 C.C.I.A.A. AL 157568**

**info@geoserviceacqui.com - geoserviceacqui@pec.it**

## 7.LINEE GUIDA ADOTTATE PER IL RILIEVO STRATIGRAFICO DELLE TERRE

Le descrizioni stratigrafiche delle terre sono state redatte secondo lo schema seguente; per ogni strato vengono quindi definiti:

- 1- Classificazione granulometrica della terra, secondo le norme AGI 1977:

Materiali	Range diametro [mm]
Blocchi	> 200
Ciottoli	200-60
Ghiaia	60-2
Sabbia	2-0.06
Limo	0.06-0.0002
Argilla	< 0.0002

Percentuale materiale [%]	Definizione
5 < X < 10	Y <i>debolmente</i> X-oso
10 < X < 25	Y X-oso
X > 25	Y <i>con</i> X

- 2- Addensamento (nei terreni granulari) o consistenza (nei terreni coesivi):

Terreni granulari		
Addensamento	N <sub>SPT</sub>	Densità relativa [%]
Sciolto	0-4	0-15
Poco addensato	4-10	15-35
Mediamente addensato	10-30	35-65
Addensato	30-50	65-86
Molto addensato	> 50	85-100

Terreni coesivi		
Consistenza	N <sub>SPT</sub>	Pocket penetrometer [kg/cm <sup>2</sup> ]
Privo di consistenza o molto molle	0-2	< 0.25
Poco consistente o molle	2-4	0.25-0.50
Mediamente consistente	4-8	0.50-1.00
Consistente	8-15	1.00-2.00
Molto consistente	15-30	2.00-4.00
Duro/compatto	> 30 oppure R	> 4.00

- 3- Umidità:

Umidità
Asciutto
Leggermente umido
Umido
Molto umido
Saturo

- 4- Eventuale reazione ad HCl di matrice o clasti;



**GEOSERVICE S.N.C.**  
**DI DOTT. GEOL. ELIO ORSI & C**  
**VIA DELLA MAGGIORA N 8 TEL+FAX 0144/324841**  
**15011 ACQUI TERME (AL)**

- 20 -

G21AR

5- Natura dei clasti visibili ad occhio nudo e grado arrotondamento:

Grado arrotondamento	
Forma	Arrotondamento [%]
Angolari	0-15
Subangolari	15-25
Subarrotondati	25-40
Arrotondati	40-60
Ben arrotondati	60-100

6- Eventuale presenza di ciottoli e/o blocchi;

7- Colore.

## 8.LINEE GUIDA ADOTTATE PER IL RILIEVO STRATIGRAFICO DELLE ROCCE

Le diciture che compaiono nel testo delle stratigrafie utilizzano per quanto possibile la terminologia delle tabelle che seguono; i riferimenti a grado o classe delle tabelle compaiono tra parentesi quadre, es.: "discontinuità mod . alterate [III]" o "marna debole [R2]"

- 1- Tipo di roccia, con le principali caratteristiche petrografiche.
- 2- Resistenza della roccia, secondo la seguente scala di valutazione (ISRM, 1978):

GRADO	DESCRIZIONE	IDENTIFICAZIONE DI CAMPAGNA
R0	Estremamente debole	Si graffia con l'unghia del pollice
R1	Molto debole	Si possono facilmente staccare frammenti di roccia con un coltellino
R2	Debole	Si può scalfire con la punta del martello da geologo; si può difficilmente intaccare con un coltellino.
R3	Mediamente resistente	Non si può scalfire né intaccare con un coltellino; il campione può essere fratturato con un singolo e deciso colpo di martello
R4	Resistente	Il campione richiede più di un colpo di martello per essere fratturato.
R5	Molto resistente	Il campione richiede molti colpi di martello per essere fratturato.
R6	Estremamente resistente	Il campione può essere soltanto scheggiato dopo molti colpi di martello

- 3- Alterazione della roccia (ISRM, 1978), con riferimento all'intero volume roccioso:

DEFINIZIONE	DESCRIZIONE
Roccia sana	Nessun visibile segno di alterazione della roccia
Roccia decolorata	Il colore della roccia è cambiato (indicare se possibile il grado e la modalità della variazione di colore).
Roccia decomposta	La roccia è alterata fino a condizioni terrose, ma la struttura e la tessitura della roccia sono ancora leggibili; la roccia è friabile ma i minerali non sono decomposti.
Roccia disintegrata	La roccia è alterata fino a condizioni terrose, ma la struttura e la tessitura della roccia sono ancora (almeno in parte) leggibili; alcuni o tutti i costituenti minerali sono decomposti

In alternativa si può ricorrere al seguente schema, (SPEA IT/GEO/003, "grado di alterazione"):

DEFINIZIONE	DESCRIZIONE
Assente	Nessun visibile segno di alterazione della roccia
Debole	Giunti patinati e decolorati, con possibili sottili strati di riempimento; la decolorazione può penetrare per spessori fino al 20% della spaziatura dei giunti.
Media	La decolorazione penetra per spessori superiori al 20% della spaziatura dei giunti, che possono contenere riempimenti di materiale alterato. Possono essere osservabili parziali aperture dei legami intergranulari.
Elevata	La decolorazione interessa per intero la roccia che è in parte friabile. L'originale struttura della roccia è conservata, ma i cristalli sono separati tra loro.
Intensa	La roccia è completamente decolorata, decomposta e friabile, con l'aspetto esteriore di un suolo; internamente la struttura originale può essere riconoscibile, ma la separazione tra i cristalli è completa.

- 4- Assetto strutturale: viene definita la macrostruttura della roccia: massiva, orientata, granulare, cristallina, porfirica, caotica, ecc; viene spesso integrato con il grado di fratturazione e con la descrizione delle strutture tettoniche osservate (es. pieghe)
- 5- Tipologia delle principali discontinuità:
  - S = superficie di stratificazione o di scistosità
  - F = frattura o faglia
  - C = clivaggio o foliazione tettonica
  - M = frattura meccanica originata durante carotaggio o nell'estrarre e riporre la carota.

Dopo la tipologia si può indicare un valore di inclinazione, espresso in gradi, e uno di spaziatura secondo ISRM, 1978:

SPAZIATURA	DESCRIZIONE
< 20 mm	Estremamente ravvicinata
20-60 mm	Molto ravvicinata
60-200 mm	Ravvicinata
200-600 mm	Moderata
600-2000 mm	Ampia
2000-6000 mm	Molto ampia
> 6000 mm	Estremamente ampia

6- Alterazione delle pareti delle discontinuità (ISRM, 1978)

TERMINE	DESCRIZIONE	GRADO
Fresca	Nessun visibile segno di alterazione, soltanto una lieve decolorazione sulle maggiori superfici delle discontinuità.	I
Leggermente alterata	Decolorazione diffusa sulle superfici delle discontinuità; il materiale roccioso può essere meno resistente nelle porzioni esterna rispetto alla porzione interna della roccia sana	II
Moderatamente alterata	Meno della metà del materiale roccioso è decomposto e/o disintegrato. Possono essere contemporaneamente presenti porzioni di roccia sana o decolorata	III
Molto alterata	Più della metà del materiale roccioso è decomposto e/o disintegrato. Possono essere contemporaneamente presenti porzioni di roccia sana o decolorata	IV
Completamente alterata	Tutta la roccia è decomposta e/o disintegrata in una terra; l'originaria struttura rocciosa è ancora in gran parte intatta.	V
Suolo residuale	Tutta la roccia è decomposta e/o disintegrata in una terra; l'originaria struttura e tessitura rocciosa è distrutta.	VI

7- Apertura delle discontinuità: si tratta di un parametro difficilmente valutabile alla scala della carota; quando è determinabile viene indicata l'apertura in mm; quando omesso si intende discontinuità strette o molto strette.

8- Rugosità delle discontinuità (ISRM, 1978), quando non obliterata dai processi di alterazione:

FORMA	A PICCOLA SCALA	CLASSE DI RUGOSITÀ
A gradini	Rugosa ( o irregolare)	I
	Liscia	II
	Lucidata	III
Ondulata	Rugosa ( o irregolare)	IV
	Liscia	V
	Lucidata	VI
Planare	Rugosa ( o irregolare)	VII
	Liscia	VIII
	Lucidata	IX

9- Eventuale materiale di riempimento(filling): descrizione granulometrica, colore e indicazione della consistenza secondo ISRM, 1972

DESCRIZIONE	IDENTIFICAZIONE DI CAMPAGNA	GRADO
Molto soffice	Facilmente penetrata di molti cm con più dita	S1
Soffice	Facilmente penetrata di molti cm con il pollice	S2
Compatta	Penetrata con il pollice con sforzo moderato	S3
Consistente	Facilmente deformata con il pollice, ma penetrata solo con grande sforzo	S4
Molto consistente	Facilmente graffiata con l'unghia del pollice	S5
Dura	Deformata con difficoltà con l'unghia del pollice	S6

10- Colore

## 9. INDICE RQD

### DEFINIZIONE:

$$RQD = \frac{\sum(\text{Spezzoni} > 10 \text{ cm})}{\text{Lunghezza della manovra di carotaggio}} \times 100$$

[La misura viene effettuata solo in roccia, nelle manovre in cui è stato utilizzato il carotiere doppio e per i tratti in cui la carota ha caratteristiche litoidi]

### RQD misurato:

Sondaggio S1		
Profondità [m]	Quota [m]	RQD [%]
6.10	-4.60	n.d.
7.50	-6.00	74
9.10	-7.60	97
10.70	-9.20	95
12.20	-10.70	95

Sondaggio S2		
Profondità [m]	Quota [m]	RQD [%]
6.00	-4.50	n.d.
7.50	-6.00	71
8.70	-7.20	59
10.30	-8.80	57
11.70	-10.20	90

Sondaggio S3		
Profondità [m]	Quota [m]	RQD [%]
6.70	-5.20	n.d.
7.20	-5.70	20
8.40	-6.90	82
9.90	-8.40	89
11.30	-9.80	83
12.50	-11.00	63



**GEOSERVICE S.N.C.**  
**DI DOTT. GEOL. ELIO ORSI & C**  
**VIA DELLA MAGGIORA N 8 TEL+FAX 0144/324841**  
**15011 ACQUI TERME (AL)**

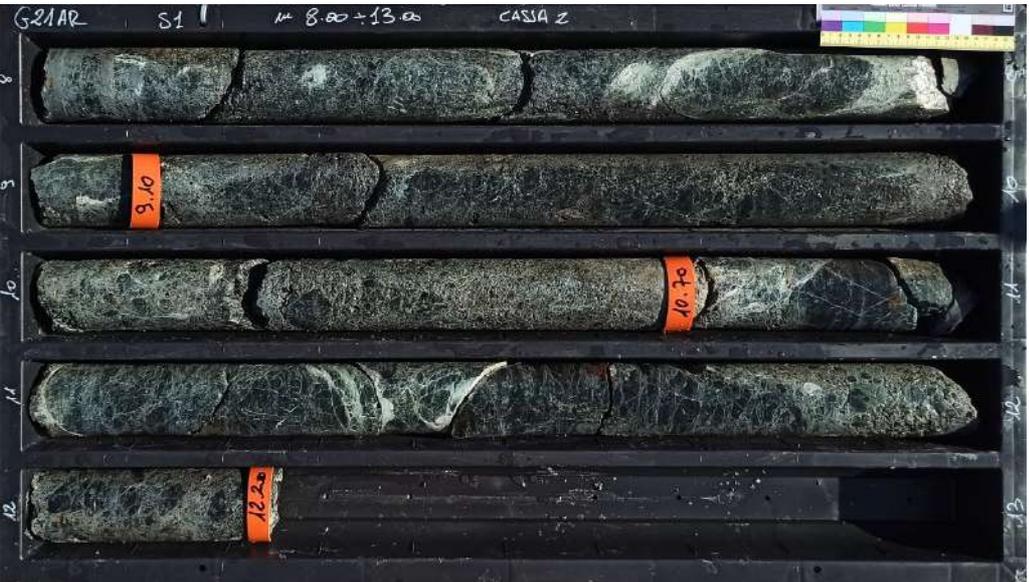
- 24 -

G21AR

Sondaggio S4		
Profondità [m]	Quota [m]	RQD [%]
7.00	-5.60	n.d.
7.80	-6.40	18
8.60	-7.20	15
9.70	-8.30	79
12.50	-11.10	42
13.80	-12.40	75

Sondaggio S5		
Profondità [m]	Quota [m]	RQD [%]
8.30	-6.90	n.d.
8.70	-7.30	0
9.40	-8.00	57
10.80	-9.40	80
12.10	-10.70	80
13.30	-11.90	52
13.80	-12.40	26
15.30	-13.90	61
16.40	-15.00	45

**10. FOTO CASSETTE**

<p>S1</p>	<p style="text-align: center;">Cassa 1</p>  <p style="text-align: center;">m 3.00 – 8.00</p>
<p>S1</p>	<p style="text-align: center;">Cassa 2</p>  <p style="text-align: center;">m 8.00 – 12.20</p>

<p>S2</p>	<p style="text-align: center;">Cassa 1</p>  <p style="text-align: center;">m 2.50 – 7.00</p>
<p>S2</p>	<p style="text-align: center;">Cassa 2</p>  <p style="text-align: center;">m 7.00 – 11.70</p>

<p>S3</p>	<p style="text-align: center;">Cassa 1</p>  <p style="text-align: center;">m 3.50 – 8.00</p>
<p>S3</p>	<p style="text-align: center;">Cassa 2</p>  <p style="text-align: center;">m 8.00 – 12.50</p>

S4	<p style="text-align: center;">Cassa 1</p>  <p style="text-align: center;">m 5.80 – 10.00</p>
S4	<p style="text-align: center;">Cassa 2</p>  <p style="text-align: center;">m 10.00 – 13.80</p>

S5	<p style="text-align: center;">Cassa 1</p>  <p style="text-align: center;">m 7.00 – 12.00</p>
S5	<p style="text-align: center;">Cassa 2</p>  <p style="text-align: center;">m 12.00 – 16.40</p>



**GEOSERVICE S.N.C.**  
**DI DOTT. GEOL. ELIO ORSI & C**  
**VIA DELLA MAGGIORA N 8 TEL+FAX 0144/324841**  
**15011 ACQUI TERME (AL)**

- 30 -

G21AR

## 11. Allegati

Stratigrafie in formato A3 allegate alla presente relazione:
G21AR – S1 (2 pagine)
G21AR – S2 (2 pagine)
G21AR – S3 (2 pagine)
G21AR – S4 (2 pagine)
G21AR – S5 (2 pagine)

- Analisi di laboratorio eseguite da RINA – Get consulting srl di Genova; Rapporto di Prova RdP 21101-01 del 27/09/2021

Acqui Terme, settembre 2021



Rif.: G21AR Committente: Bagni Castelluccio s.r.l.  
 Cantiere: Indagine geognostica sullo specchio acque della Marina del Castelluccio  
 Ubicazione: Da planimetria  
 Sonda: MC 450P Sondatore: Jaouad Es Sidouni  
 Data inizio: 25/08/2021 Data fine: 25/08/2021

Redatto da: SONDAGGIO  
 Dott. C. Orsi  
 S1  
 Controllato da: FOGLIO  
 Dott. E. Orsi  
 1/2

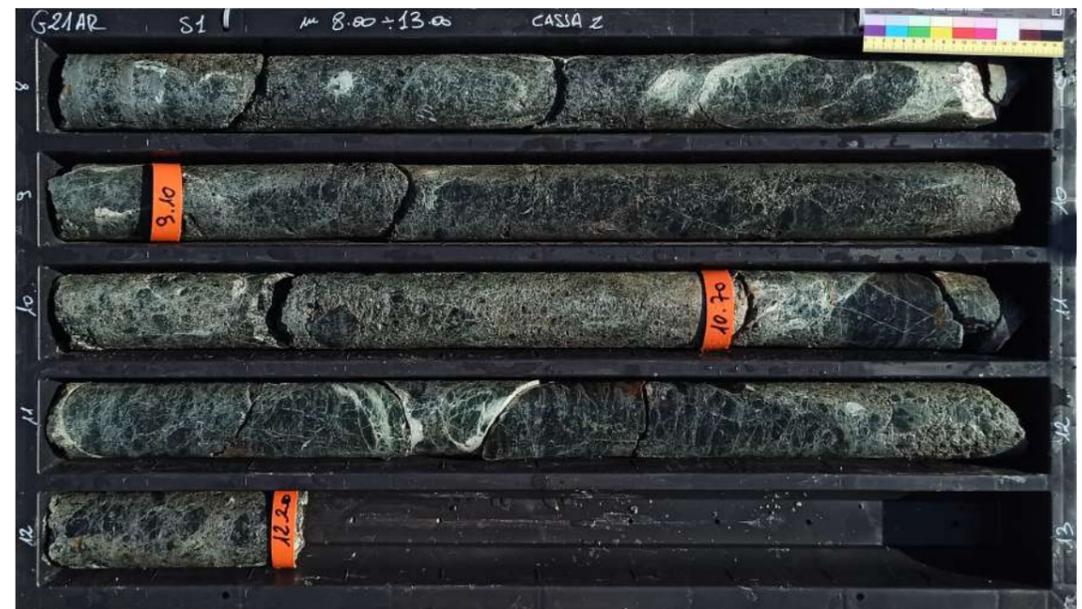
Scala 1:50	Profondita'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Manovre di carotaggio	Carotiere	Rivestimento	SPT	Pocket [kg/cmq]	Campioni	Cassetta
2	1.50	0.00			Perforazione a vuoto per raggiungere il fondale posto a m 3.00 dal piano di lavoro (m +1.50 rispetto al livello del mare); profondità misurate dal piano di lavoro; quote espresse rispetto al livello del mare.	1						
3	3.00	-1.50	1.50		Ghiaia sabbiosa debolmentelimoso, mediamente addensata, satura; non reagisce ad HCl; clasti poligenici da subarrotondati ad arrotondati; ingloba ciottoli al tetto (diametro max = 9 cm); ingloba rari resti conchigliari e frammenti di corda e plastica; colore grigiastro-nerastro.	2	B 101	127				
4	4.35	-2.85	0.65		Sabbia con ghiaia, addensata, satura; intensa reazione ad HCl; clasti come sopra; colore grigiastro.	3			4.50	12.18.18	C1	
5	5.00	-3.50	0.80		Blocchi e ciottoli ofiolitici e calcarei immersi in ghiaia sabbioso limosa; struttura non distinguibile; colore verdastro scuro e giallastro.	4	T6 Diam		4.95			1
6	5.80	-4.30	0.30		Limo ghiaioso sabbioso debolmente argilloso, consistente, umido; intensa reazione ad HCl; clasti poligenici da subangolari a subarrotondati; colore grigiastro scuro.	5						
7	6.10	-4.60	0.45		Metabrecce ofiolitiche estremamente deboli [R0]; struttura mal distinguibile; matrice reagisce ad HCl; colore verdastro scuro.	6						
8	6.55	-5.05	0.55		Metabrecce ofiolitiche molto deboli [R1]; struttura poco evidente, milonitica; matrice reagisce ad HCl; colore verdastro scuro.	7						
9	7.10	-5.60			Metabrecce ofiolitiche da molto deboli a deboli [R1-R2]; struttura integra, milonitica; superfici di scistosità SC mediamente inclinate 40°, da ondulate-lisce a planari-lisce [V-VII], alcune arrossate; rare fratture F suborizzontali, planari-rugose [VIII]; matrice reagisce ad HCl; colore verdastro scuro.	8	T6 Diam					8.20
10			5.10			9						8.50
11						10						
12	12.20	-10.70			Fine sondaggio.	11						12.00
13						12						12.20
14						13						
15						14						
16						15						
17						16						



Rif.: G21AR Committente: Bagni Castelluccio s.r.l.  
 Cantiere: Indagine geognostica sullo specchio acque della Marina del Castelluccio  
 Ubicazione: Da planimetria  
 Sonda: MC 450P Sondatore: Jaouad Es Sidouni  
 Data inizio: 25/08/2021 Data fine: 25/08/2021

Redatto da: SONDAGGIO  
 Dott. C. Orsi  
 S1  
 Controllato da: FOGLIO  
 Dott. E. Orsi 2/2

Scala 1:50	Profondita'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Prof. Discontinuità.	Discontinuità.	Incl. discontinuità.	J.R.C.	Riempimento.	R.Q.D.	Foto cassetta.	Cassetta
	1.50	0.00										
2			1.50									
3	3.00	-1.50										
4			1.35									
5	4.35	-2.85										
6	5.00	-3.50										
7	5.80	-4.30										
8	6.10	-4.60										
9	6.55	-5.05										
10	7.10	-5.60										
11			5.10									
12	12.20	-10.70										
13												
14												
15												
16												
17												







Rif.: G21AR Committente: Bagni Castelluccio s.r.l.  
 Cantiere: Indagine geognostica sullo specchio acque della Marina del Castelluccio  
 Ubicazione: Da planimetria  
 Sonda: MC 450P Sondatore: Jaouad Es Sidouni  
 Data inizio: 26/08/2021 Data fine: 27/08/2021

Redatto da: SONDAGGIO  
 Dott. C. Orsi  
**S2**  
 Controllato da: FOGLIO  
 Dott. E. Orsi  
**2/2**

Scala 1:50	Profondità'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Prof. Discontinuità.	Discontinuità.	Incl. discontinuità.	J.R.C.	Riempimento.	R.Q.D.	Foto cassetta.	Cassetta
	1.50	0.00										
	2		1.00									
	2.50	-1.00										
	3		1.70									
	4		0.55									
	4.20	-2.70										
	5		0.25									
	4.75	-3.25										
	5.00	-3.50										
	5.25	-3.75										
	5.40	-3.90										
	5.70	-4.20										
	6		0.300.30									
	6.00	-4.50										
	7		1.10									
	7.10	-5.60			7.30	SC	30	4-6	NO			
	7.40	-5.90			7.40	F	<10		NO			
	8		2.60		7.95	SC	60	8-10	NO			
					8.10	SC	40		NO			
					8.50	SC	60	16-18	NO			
	9				8.90	F	<10		NO			
					9.25	SC	35		NO			
					9.35	F	<10		NO			
	10				9.90	SC	40	10-12	NO			
	10.00	-8.50			10.20	F	<10		NO			
	11		1.70		10.85	F	<10	6-8	NO			
					11.20	SC	25	4-6	NO			
	12											
	11.70	-10.20										
	13											
	14											
	15											
	16											
	17											

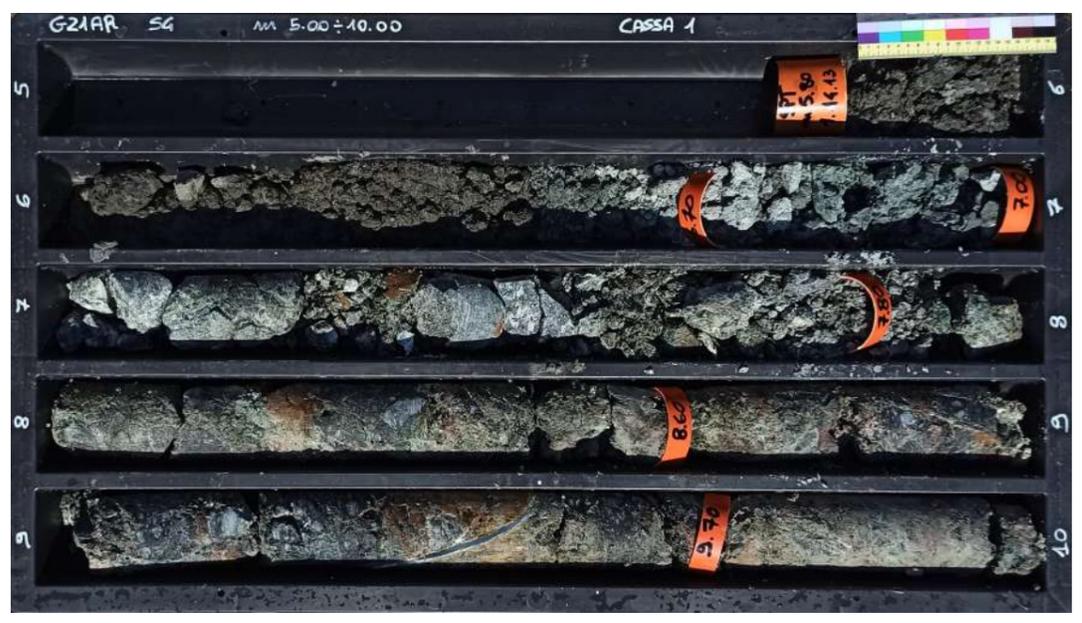








Scala 1:50	Profondita'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Prof. Discontinuita.	Discontinuita.	Incl. discontinuita.	J.R.C.	Riempimento.	R.Q.D.	Foto cassetta.	Cassetta
	1.40	0.00										
2												
3			4.40									
4												
5												
6	5.80	-4.40	0.70									
7	6.50	-5.10	1.40									
8	7.90	-6.50	1.80		8.15	F	< 10	NO				
9					8.50	F	< 10	NO				
					8.80	F	< 10	NO				
					9.20	F	< 10	NO				
					9.40	F	60	TAL	2-4			
					9.55	F	< 10	NO				
					9.65	F	< 10	NO				
10	9.70	-8.30	0.95		9.95	F	< 10	NO				
					10.05	F	60	NO				
11	10.65	-9.25	1.35		10.40	F	< 10	NO				
					10.70	F	< 10	NO				
12	12.00	-10.60	1.80		11.50	F	< 10	NO				
					11.65	F	< 10	NO				
					11.95	F	< 10	NO				
13					12.55	F	< 10	NO				
					12.85	F	< 10	NO				
14	13.80	-12.40			13.35	F	< 10	NO				
					13.50	F	< 10	NO				
					13.70	F	55	NO				
15												
16												
17												





Rif.: G21AR Committente: Bagni Castelluccio s.r.l.  
 Cantiere: Indagine geognostica sullo specchio acque della Marina del Castelluccio  
 Ubicazione: Da planimetria  
 Sonda: MC 450P Sondatore: Jaouad Es Sidouni  
 Data inizio: 01/09/2021 Data fine: 01/09/2021

Redatto da: **SONDAGGIO**  
 Dott. C. Orsi  
 S5  
 FOGLIO  
 Controllato da:  
 Dott. E. Orsi  
 1/2

Scala 1:50	Profondita'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Descrizione	Manovre di carotaggio	Carotiere	Rivestimento	SPT	Pocket_[kg/cmq]	Campioni	Cassetta
2	1.40	0.00			Perforazione a vuoto per raggiungere il fondale posto a m 7.00 dal piano di lavoro (m +1.40 rispetto al livello del mare); profondità misurate dal piano di lavoro; quote espresse rispetto al livello del mare.							
3												
4			5.60									
5												
6												
7	7.00	-5.60			Sabbia debolmente ghiaioso limosa, sciolta, satura; intensa reazione ad HCl; clasti poligenici da subarrotondati ad arrotondati; colore grigiastro scuro-nerastro.		B 101			7.00 2.2.2 7.45	C1 7.30 7.60	
8	8.10	-6.70	1.10									
9	8.30	-6.90	0.20		Sabbia limosa debolmente ghiaiosa, addensata, molto umida; intensa reazione ad HCl; clasti come sopra; colore grigiastro.						C2 8.10 8.30	
10	9.00	-7.60	0.70		Metagabbri brecciati da estremamente deboli a molto deboli [R0-R1], a tratti da deboli a mediamente resistenti [R2-R3]; struttura mal distinguibile, milonitica; intensamente fratturata fino a m 8.80; matrice non reagisce ad HCl; colore verdastro-bluastro.							
11	10.60	-9.20	1.60		Metagabbri brecciati da molto deboli a deboli [R1-R2], a tratti deboli [R2]; struttura integra, milonitica; fratture F suborizzontali, ondulate-rugose [IV]; matrice non reagisce ad HCl; colore verdastro.							
12	10.80	-9.40	0.20		Metagabbri brecciati estremamente deboli [R0]; struttura non distinguibile; matrice non reagisce ad HCl; colore verdastro.						C3 11.00 11.35	
13	12.00	-10.60	1.20		Metagabbri brecciati deboli [R2], a tratti da molto deboli a deboli [R1-R2]; struttura integra, milonitica; fratture F suborizzontali, ondulate-rugose [IV]; matrice non reagisce ad HCl; colore verdastro.							
14	12.00	-10.60	1.55		Metagabbri da deboli a mediamente resistenti [R2-R3], talvolta debolmente brecciati; struttura integra, scistosa; intensamente fratturati a m 12.00-12.20, 12.75-13.00 e 13.45-13.55; superfici di scistosità mediamente inclinate 35°, planari-rugose [VII]; fratture F inclinate mediamente 60°, ondulate-rugose [IV]; matrice non reagisce ad HCl; colore verdastro scuro.		T6 Diam				C4 13.00 13.25	
15	13.55	-12.15	0.55		Metagabbri brecciati da estremamente deboli a molto deboli [R0-R1]; struttura mal distinguibile, milonitica; matrice non reagisce ad HCl; colore verdastro, arrossato da m 13.80.							
16	14.10	-12.70	2.30		Metagabbri da deboli a mediamente resistenti [R2-R3], talvolta debolmente brecciati; struttura integra, scistosa; intensamente fratturati a m 14.85-15.00; superfici di scistosità mediamente inclinate 35°, planari-rugose [VII]; rare fratture F suborizzontali, ondulate-lisce [V]; colore verdastro-bluastro, arrossato da m 16.20.							2
17	16.40	-15.00			Fine sondaggio.							

Scala 1:50	Profondita'	Quota	Potenza	Stratigrafia	Prof. Discontinuita'	Discontinuita'	Incl. discontinuita'	J.R.C.	Riempimento	R.Q.D.	Foto cassetta	Cassetta
	1.40	0.00										
	2											
	3											
	4		5.60									
	5											
	6											
	7	7.00	-5.60									
	8	8.10	-6.70	1.10								
		8.30	-6.90	0.20								
	9	9.00	-7.60	0.70								
	10			1.60	9.50	F	< 10		NO			
					9.70	F	< 10		NO			
					10.15	F	< 10		NO			
	11	10.60	-9.20									
		10.80	-9.40	0.20								
	12	12.00	-10.60	1.20	11.35	F	< 10		NO			
					11.75	F	< 10		NO			
					11.95	F	< 10		NO			
	13			1.55	12.30	F	< 10	4-6	NO			
					12.50	SC	35		NO			
					13.30	F	80		NO			
					13.40	F	45		NO			
	14	13.55	-12.15	0.55								
		14.10	-12.70		14.15	SC	60	14-16	NO			
					14.45	F	< 10		NO			
					14.65	SC	60	10-12	NO			
					14.80	SC	55		NO			
	15			2.30	15.45	F	30	6-8	NO			
					15.65	SC	60		NO			
					15.75	SC	50		NO			
	16				15.95	SC	60		NO			
					16.05	SC	50	10-12	NO			
					16.15	TC	40		NO			
	17	16.40	-15.00									





## **RAPPORTO DI PROVA n. 21101-01**

*Verbale di accettazione N. 21101 del 03/09/2021*

Data di emissione: 27/09/2021

Cliente: GEOSERVICE S.N.C

Cantiere: G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli

Il rapporto contiene 42 pagine, inclusa la presente

Genova, 27/09/2021

Paolo Brasey  
(Direttore del laboratorio)

---

a RINA company

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](http://www.rinaconsulting.org) - [rinaconsulting@rina.org](mailto:rinaconsulting@rina.org)  
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381 - Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.

Sede legale: Via A. Cecchi, 6 - 16129 Genova (GE)


**LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10**

Cliente :	Geoservice SNC	
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	
Prog. N. :	G21AE	
Campione :	S1-C1	
Profondità (m) :	4.50-5.00	Data Ricevimento : 07/09/2021
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova : 22/09/2021
Descrizione del Materiale :	Sabbia ben gradata con argilla e ghiaia	U.S.C.S. Class. : SW-SC

**LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)**

Penetrazione	(mm)	0	0	0
Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.	N.D.

w % (per P=20) N.D.

**LIMITE PLASTICO**

Peso lordo umido	(g)	N.D.	N.D.
Peso lordo secco	(g)	N.D.	N.D.
Tara	(g)	N.D.	N.D.
Peso netto secco	(g)	N.D.	N.D.
Peso acqua	(g)	N.D.	N.D.
Contenuto acqua	(%)	N.D.	N.D.

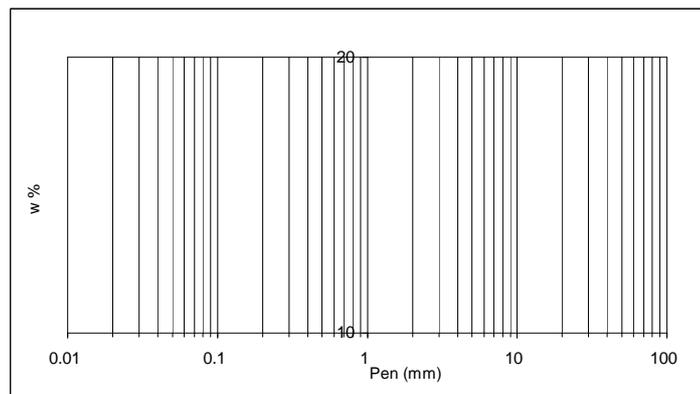
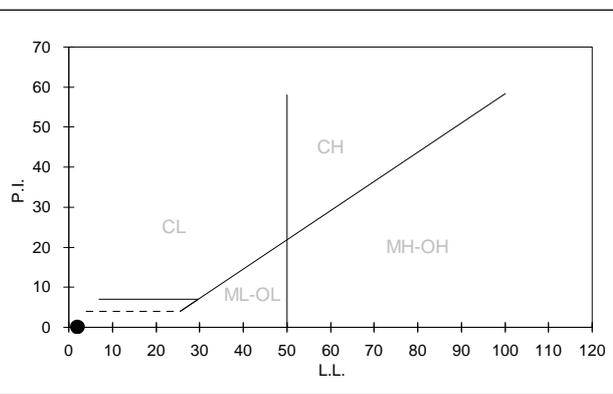
w % medio N.D.

<b>LIMITE DI LIQUIDITA'</b>	<b>N.D.</b>
<b>LIMITE DI PLASTICITA'</b>	<b>N.D.</b>
<b>INDICE PLASTICITA'</b>	<b>N.P.</b>

**Legenda**

N.D. = Non Determinabile

N.P. = Non Plastico

**DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**

**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**


Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Mariangela Spigno



## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio : S1  
 Campione : C1  
 Profondità (m) : 4.50-5.00  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con argilla e ghiaia

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SW-SC

## DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	35.78
Sabbia (%)	55.63
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	8.59
D. max (mm)	21.2

## ALTRI PARAMETRI

D <sub>90</sub> (mm)	34.599
D <sub>60</sub> (mm)	3.890
D <sub>50</sub> (mm)	2.423
D <sub>30</sub> (mm)	0.824
D <sub>10</sub> (mm)	0.111
C <sub>c</sub>	1.58
C <sub>u</sub>	35.06

## GHIAIA E SABBIA

Forma : arrotondata  
 Durezza : dura e resistente  
**Note:**

## SETACCIATURA

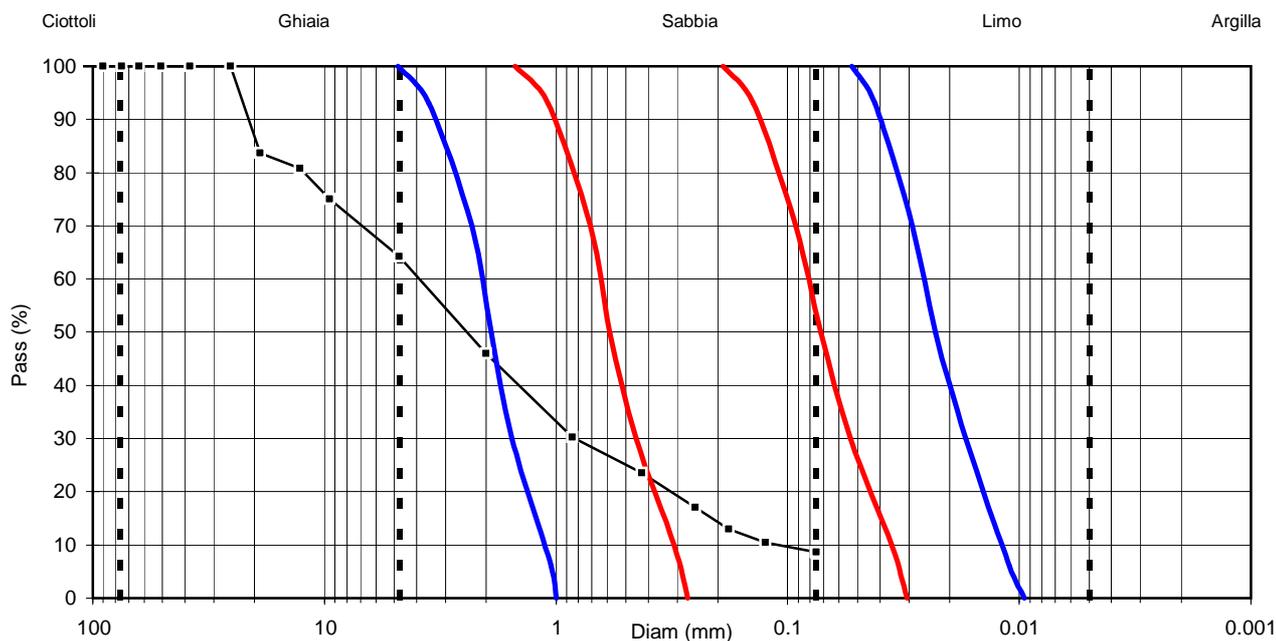
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
63.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	83.73
12.70	80.80

## SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	75.08
4.75	64.22
2.00	45.95
0.85	30.30
0.425	23.50
0.250	17.05
0.180	12.92
0.125	10.43
0.075	8.59

## SEDIMENTAZIONE

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



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Giada Zavaglia

— possibilità liquefazione

— elevata possibilità liquefazione



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C		Data Ricevimento :	03/09/2021
Località :	G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli		Data Inizio Prova :	16/09/2021
Sondaggio :	S1		Data Fine Prova :	20/09/2021
Campione :	C1			
Profondità (m) :	4.50-5.00			
Tipo del campione :	ricostruito			
Descrizione :	Sabbia ben gradata con argilla e ghiaia			

### CONDIZIONI INIZIALI

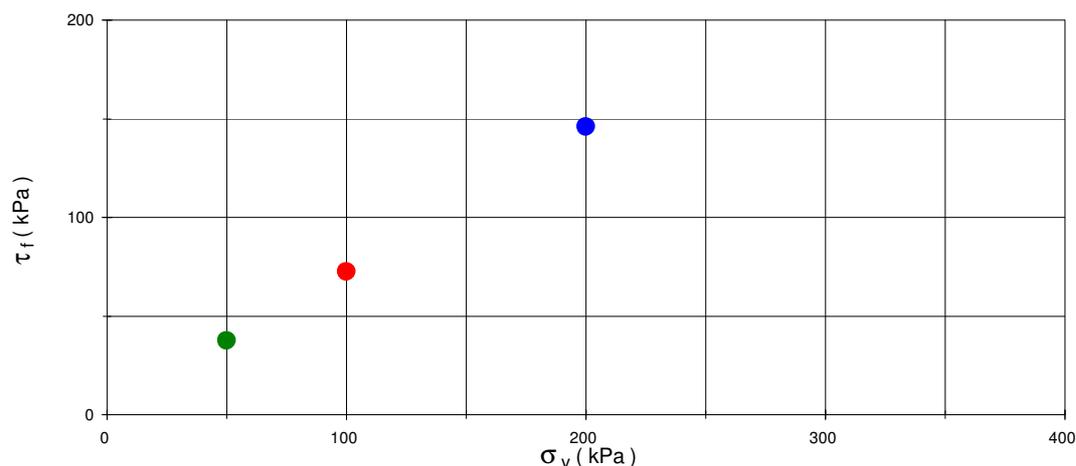
		Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)	2.28	2.28	2.28
L	(cm)	6.00	6.00	6.00
$\gamma_f$	(kN/m <sup>3</sup> )	19.29	19.26	19.26
$W_i$	(%)	5.0	5.0	5.1
$\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	18.37	18.35	18.33
$G_s$	(-)	(stimato) 2.70	2.70	2.70
metodo preparazione provino		Ricostruito	Ricostruito	Ricostruito
Orientazione del provino nel campione		Coassiale	Coassiale	Coassiale

### FASE DI TAGLIO

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
$\sigma_v$	(kPa)	50	100	200
$\Delta H_c$	(mm)	0.30	0.64	0.98
$\Delta H_f$	(mm)	0.15	0.17	0.23
$d_h$	(mm)	2.77	1.76	5.65
$\tau_f$	(kPa)	37.5	72.5	145.8
$W_f$	(%)	15.3	14.5	13.6
$\gamma_{df}$	(kN/m <sup>3</sup> )	18.75	19.03	19.36

Criterio di rottura considerato

Massimo sforzo Massimo sforzo Massimo sforzo



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore :

Dott. Geol. Cristiano Pastore

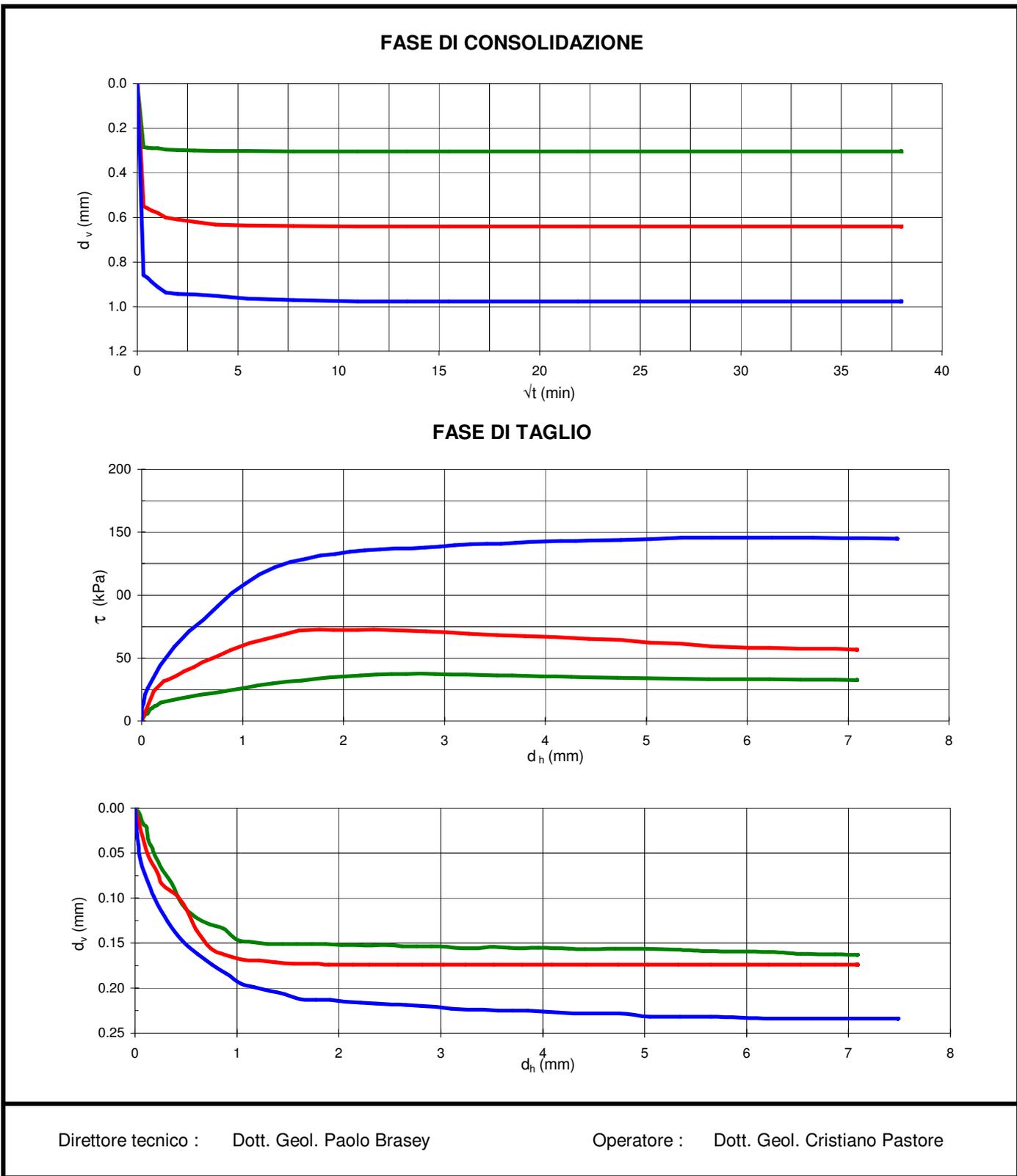


**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11**

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente : GEOSERVICE S.N.C  
 Località : G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Campione : S1-C1  
 Profondità (m) : 4.50-5.00

— Provino 1  
— Provino 2  
— Provino 3





## RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA ASTM D7012-14 METHOD C

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C	
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	
N. Progetto :	G21AR	
Id. Campione :	S1 C2	
Profondità (m) :	8.20 - 8.50	
Tipo Campione :	Spezzione di carota	Data Ricevimento : 03/09/2021
Descrizione :	Metabrecce ofiolitiche	Data Test : 14/09/2021

### CARATTERISTICHE FISICHE

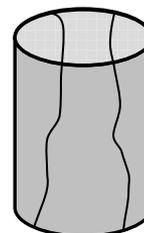
Diametro	(cm)	7.86
Altezza	(cm)	15.79
Peso di volume	(kN/m <sup>3</sup> )	25.19

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

### ROTTURA

Schizzo del provino a rottura

Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15
Temperatura	(°C)	27.0
Carico	(kN)	26.30



$\sigma_c$	(MPa)	<b>5.4</b>
------------	-------	------------

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore



## LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Prog. N. : G21AE  
 Campione : S2-C1  
 Profondità (m) : 3.10 - 3.40  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con limo e ghiaia

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 17/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SW-SM

## LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	29	24	19
Peso lordo umido	(g)	49.16	48.65	45.38
Peso lordo secco	(g)	45.20	44.55	41.65
Tara	(g)	26.09	26.62	26.35
Peso netto secco	(g)	19.11	17.93	15.30
Peso acqua	(g)	3.96	4.10	3.73
Contenuto acqua	(%)	20.7	22.9	24.4

w % (per N=25) 22.0

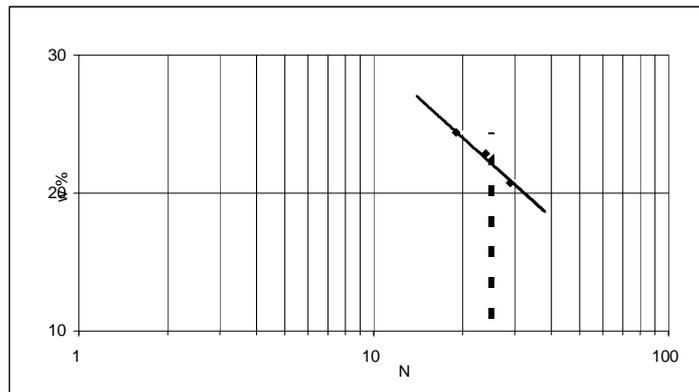
## LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	31.78	32.19
Peso lordo secco	(g)	30.87	31.22
Tara	(g)	26.22	26.22
Peso netto secco	(g)	4.65	5.00
Peso acqua	(g)	0.91	0.97
Contenuto acqua	(%)	19.6	19.4

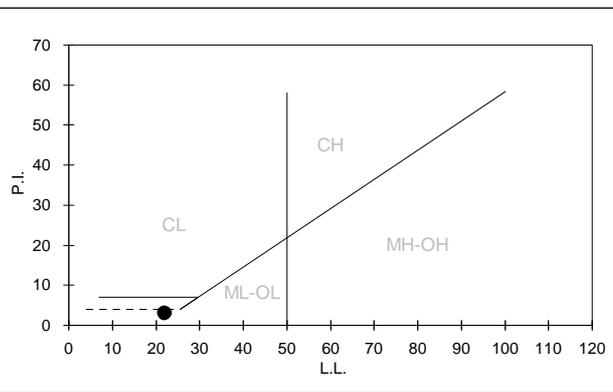
w % medio 19.5

**LIMITE DI LIQUIDITA' 22**  
**LIMITE DI PLASTICITA' 19**  
**INDICE PLASTICITA' 3**

## DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



## CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Dott. Mariangela Spigno



## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio : S2  
 Campione : C1  
 Profondità (m) : 3.10 - 3.40  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con limo e ghiaia

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SW-SM

## DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	25.18
Sabbia (%)	64.26
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	10.56
D. max (mm)	17.3

## ALTRI PARAMETRI

D <sub>90</sub> (mm)	10.579
D <sub>60</sub> (mm)	2.224
D <sub>50</sub> (mm)	1.357
D <sub>30</sub> (mm)	0.559
D <sub>10</sub> (mm)	N.D.
C <sub>c</sub>	N.D.
C <sub>u</sub>	N.D.

## GHIAIA E SABBIA

Forma : arrotondata  
 Durezza : dura e resistente  
**Note:**

## SETACCIATURA

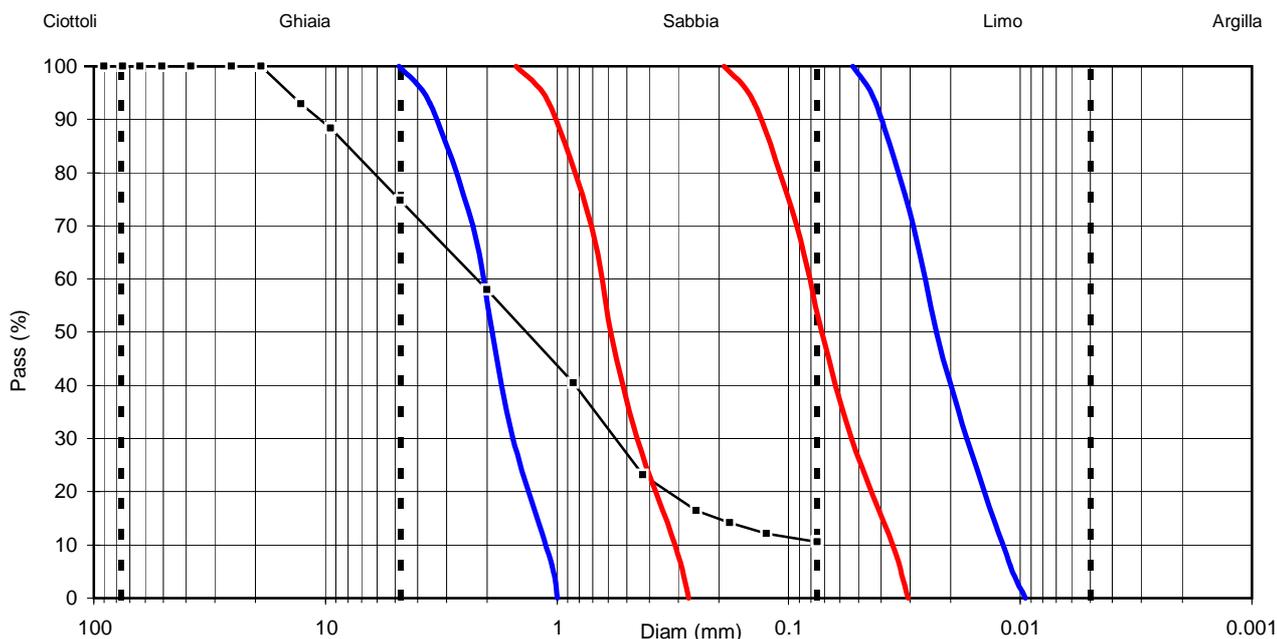
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
63.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	92.87

## SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	88.31
4.75	74.82
2.00	57.93
0.85	40.42
0.425	23.17
0.250	16.48
0.180	14.17
0.125	12.17
0.075	10.56

## SEDIMENTAZIONE

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



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Giada Zavaglia

— possibilità liquefazione

— elevata possibilità liquefazione



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente :	Geoservice SNC		Data Ricevimento :	07/09/2021
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli		Data Inizio Prova :	22/09/2021
Sondaggio :	S2		Data Fine Prova :	27/09/2021
Campione :	C1			
Profondità (m) :	3.10 - 3.40			
Tipo del campione :	ricostruito			
Descrizione :	Sabbia ben gradata con limo e ghiaia			

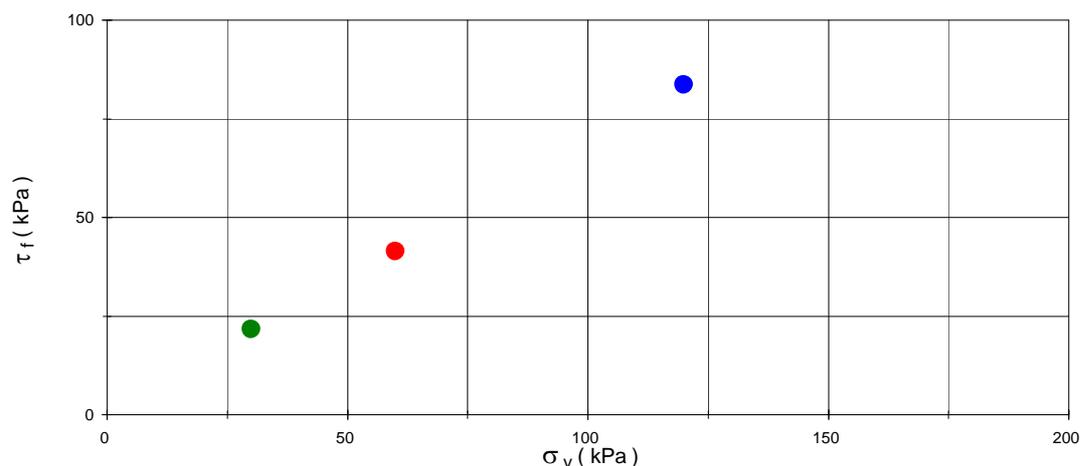
### CONDIZIONI INIZIALI

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)	2.08	2.08	2.08
D	(cm)	6.00	6.00	6.00
$\gamma_f$	(kN/m <sup>3</sup> )	16.10	16.08	16.16
$W_i$	(%)	5.0	5.0	5.1
$\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	15.33	15.30	15.38
$G_s$	(-) (stimato)	2.70	2.70	2.70
metodo preparazione provino		Ricostruito	Ricostruito	Ricostruito
Orientazione del provino nel campione		Coassiale	Coassiale	Coassiale

### FASE DI TAGLIO

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
$\sigma_v$	(kPa)	30	60	120
$\Delta H_c$	(mm)	0.41	0.77	1.09
$\Delta H_f$	(mm)	0.17	0.28	0.41
$d_h$	(mm)	5.30	4.26	4.53
$\tau_f$	(kPa)	21.7	41.4	83.6
$W_f$	(%)	25.2	23.7	22.1
$\gamma_{df}$	(kN/m <sup>3</sup> )	15.77	16.14	16.59

Criterio di rottura considerato Massimo sforzo Massimo sforzo Massimo sforzo



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : #N/D

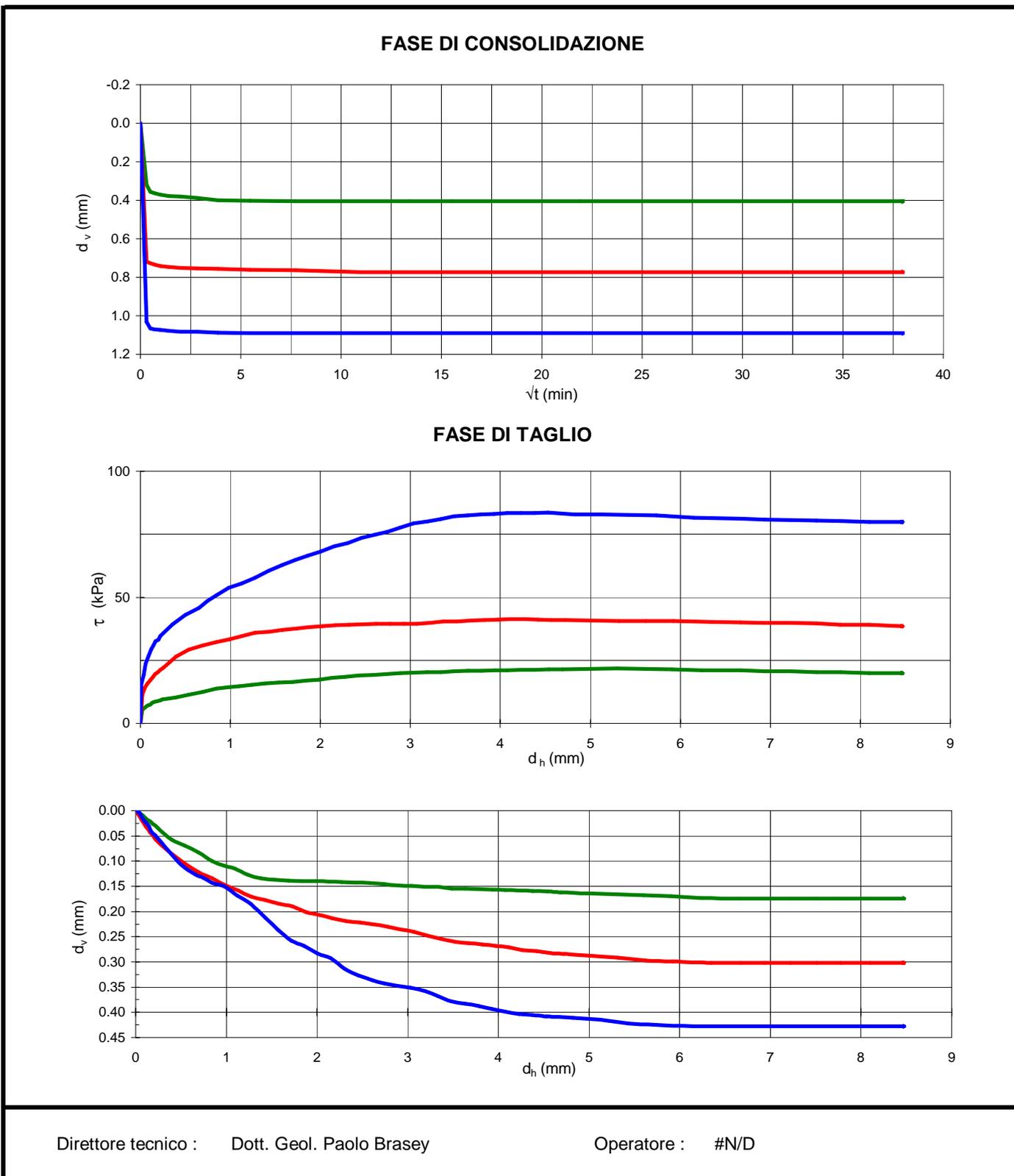


**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11**

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Campione : S2-C1  
 Profondità (m) : 3.10 - 3.40

— Provino 1  
— Provino 2  
— Provino 3





## LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Prog. N. : G21AE  
 Campione : S2-C2  
 Profondità (m) : 5.00 - 5.20  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con argilla

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 17/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SW-SC

## LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	28	21	16
Peso lordo umido	(g)	48.56	47.41	46.28
Peso lordo secco	(g)	44.30	43.15	42.15
Tara	(g)	26.19	26.10	26.42
Peso netto secco	(g)	18.11	17.05	15.73
Peso acqua	(g)	4.26	4.26	4.13
Contenuto acqua	(%)	23.5	25.0	26.3

w % (per N=25) 24.0

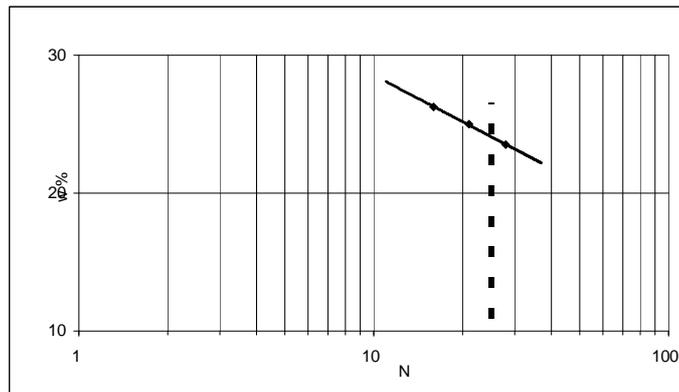
## LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	33.08	32.65
Peso lordo secco	(g)	31.89	31.58
Tara	(g)	26.09	26.35
Peso netto secco	(g)	5.80	5.23
Peso acqua	(g)	1.19	1.07
Contenuto acqua	(%)	20.5	20.5

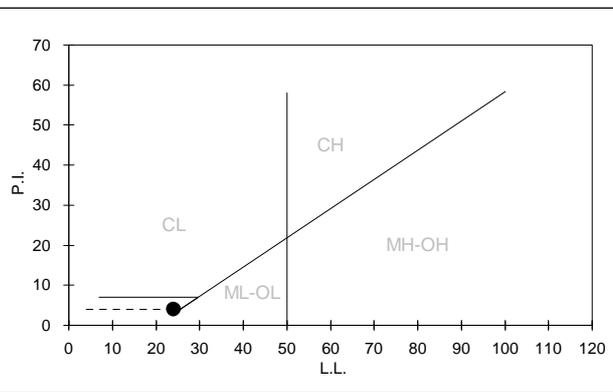
w % medio 20.5

**LIMITE DI LIQUIDITA' 24**  
**LIMITE DI PLASTICITA' 20**  
**INDICE PLASTICITA' 4**

## DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



## CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Dott. Mariangela Spigno


**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63**

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio : S2  
 Campione : C2  
 Profondità (m) : 5.00 - 5.20  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia ben gradata con argilla

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SW-SC

**DATI GRANULOMETRICI**

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	11.94
Sabbia (%)	78.84
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	9.22
D. max (mm)	15.3

**ALTRI PARAMETRI**

D <sub>90</sub> (mm)	6.631
D <sub>60</sub> (mm)	0.903
D <sub>50</sub> (mm)	0.695
D <sub>30</sub> (mm)	0.435
D <sub>10</sub> (mm)	0.091
C <sub>c</sub>	2.31
C <sub>u</sub>	9.96

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : arrotondata  
 Durezza : dura e resistente

**Note:**
**SETACCIATURA**

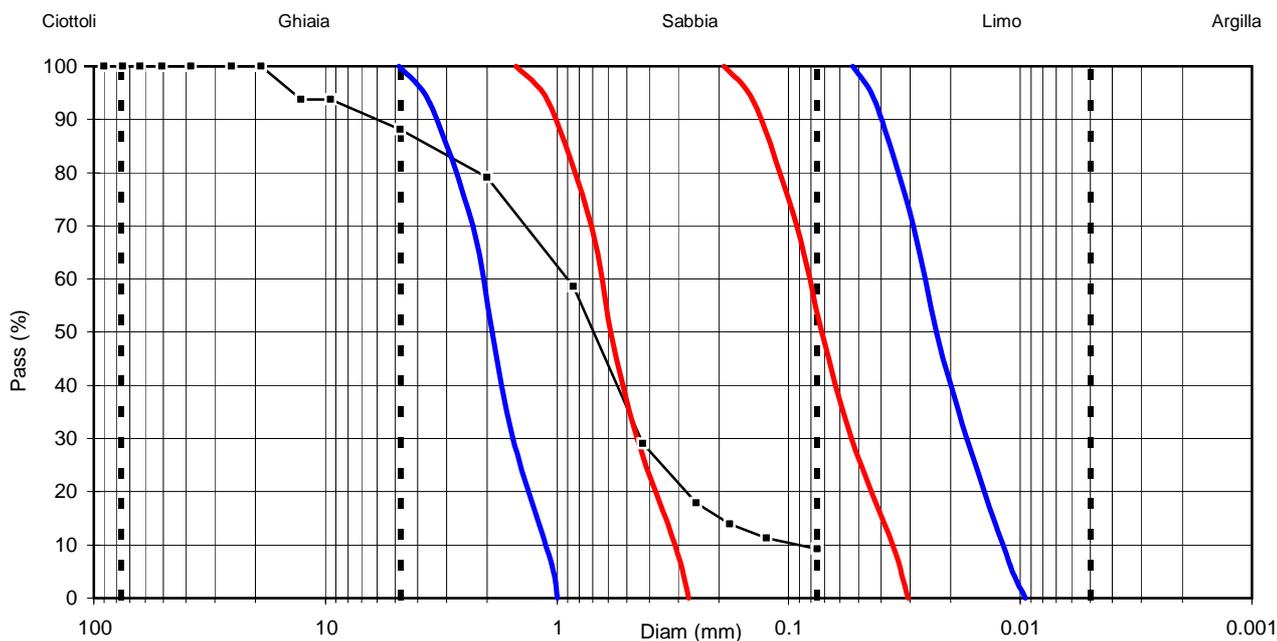
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
63.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	93.78

**SETACCIATURA**

D (mm)	Pass (%)
9.50	93.78
4.75	88.06
2.00	79.08
0.85	58.55
0.425	29.01
0.250	17.85
0.180	13.94
0.125	11.32
0.075	9.22

**SEDIMENTAZIONE**

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



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Giada Zavaglia

— possibilità liquefazione

— elevata possibilità liquefazione



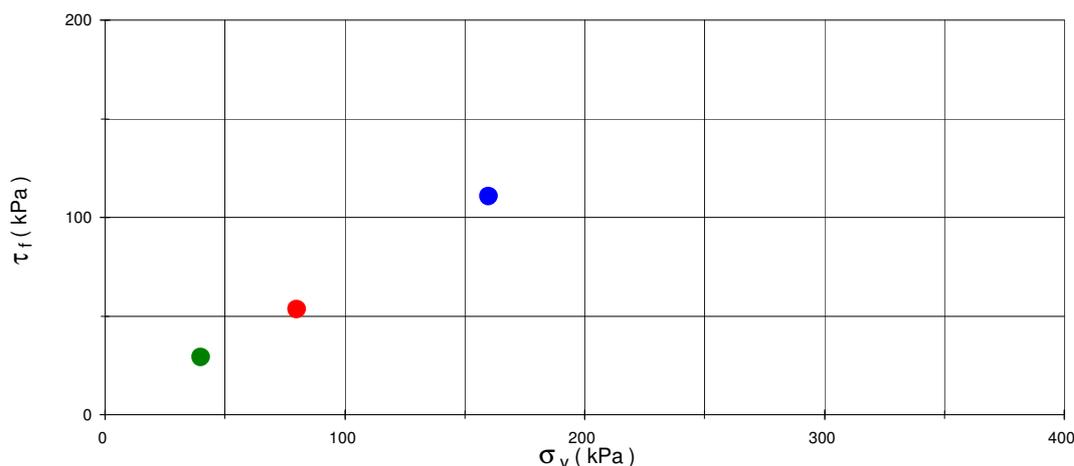
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione quadrata

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C		Data Ricevimento :	03/09/2021
Località :	G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli		Data Inizio Prova :	13/09/2021
Sondaggio :	S2		Data Fine Prova :	16/09/2021
Campione :	C2			
Profondità (m) :	5.00 - 5.20			
Tipo del campione :	ricostruito			
Descrizione :	Sabbia ben gradata con argilla			

CONDIZIONI INIZIALI		Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)	2.24	2.24	2.24
L	(cm)	6.00	6.00	6.00
$\gamma_f$	(kN/m <sup>3</sup> )	17.34	17.31	17.28
$W_i$	(%)	5.3	5.3	5.3
$\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	16.47	16.44	16.41
$G_s$	(-) (stimato)	2.70	2.70	2.70
metodo preparazione provino		Ricostruito	Ricostruito	Ricostruito
Orientazione del provino nel campione		Coassiale	Coassiale	Coassiale

FASE DI TAGLIO		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
$\sigma_v$	(kPa)	40	80	160
$\Delta H_c$	(mm)	1.39	1.72	2.01
$\Delta H_f$	(mm)	0.44	0.53	0.66
$d_h$	(mm)	7.89	7.03	7.88
$\tau_f$	(kPa)	29.2	53.3	110.7
$W_f$	(%)	17.6	16.7	15.5
$\gamma_{df}$	(kN/m <sup>3</sup> )	18.02	18.34	18.74
Criterio di rottura considerato		Massimo sforzo	Massimo sforzo	Massimo sforzo



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore :

Dott. Geol. Cristiano Pastore



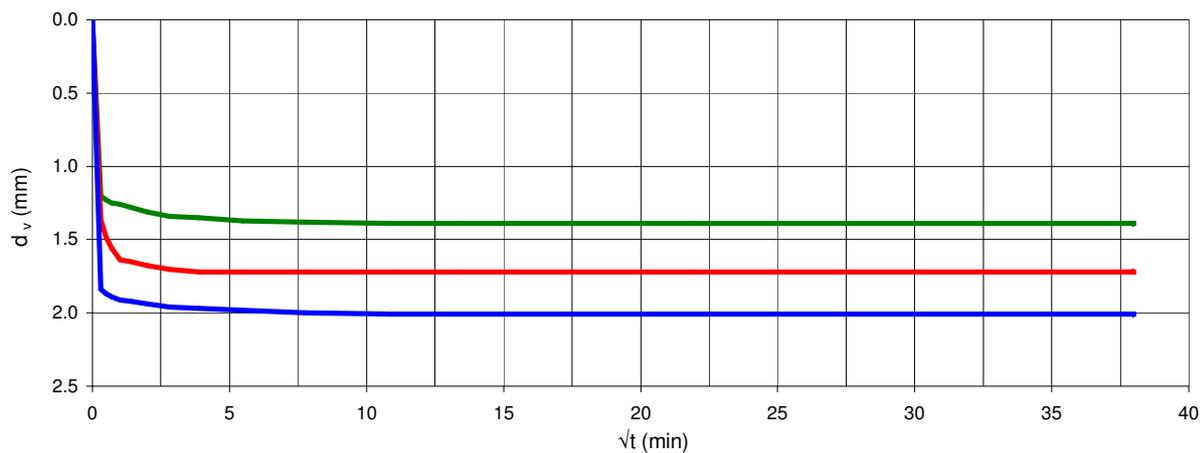
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11**

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione quadrata

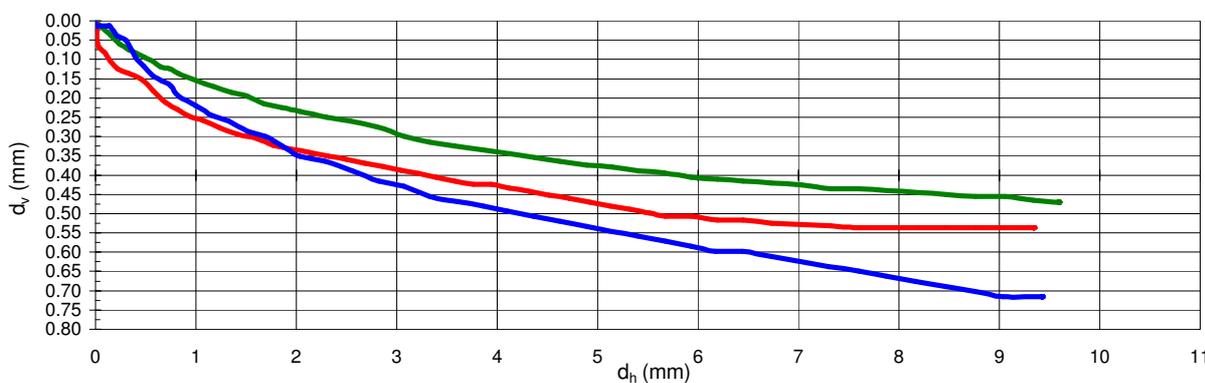
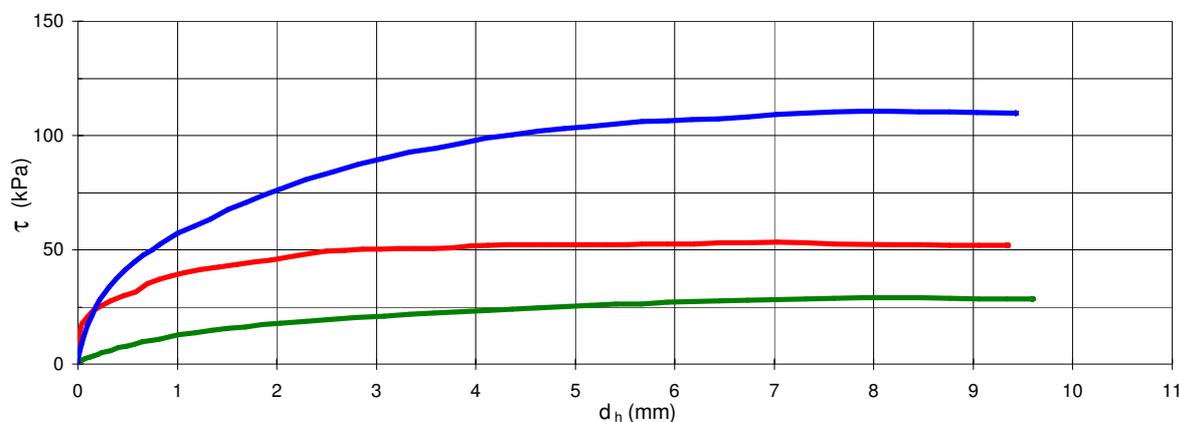
Cliente : GEOSERVICE S.N.C  
 Località : G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Campione : S2-C2  
 Profondità (m) : 5.00 - 5.20

— Provino 1  
— Provino 2  
— Provino 3

**FASE DI CONSOLIDAZIONE**



**FASE DI TAGLIO**



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore


**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA  
ASTM D7012-14 METHOD C**

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C	
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	
N. Progetto :	G21AR	
Id. Campione :	S2 C3	
Profondità (m) :	10.00 - 10.20	
Tipo Campione :	Spezzione di carota	Data Ricevimento : 03/09/2021
Descrizione :	Metabrecce ofiolitiche	Data Test : 14/09/2021

**CARATTERISTICHE FISICHE**

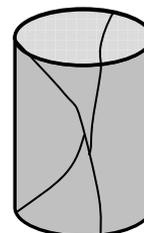
Diametro	(cm)	7.85
Altezza	(cm)	13.58
Peso di volume	(kN/m <sup>3</sup> )	25.33

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

**ROTTURA**

Schizzo del provino a rottura

Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15
Temperatura	(°C)	27.0
Carico	(kN)	10.10



$\sigma_c$	(MPa)	<b>2.1</b>
------------	-------	------------

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore


**LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10**

Cliente :	Geoservice SNC	
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	
Prog. N. :	G21AE	
Campione :	S3-C1	
Profondità (m) :	4.20 - 4.40	Data Ricevimento : 07/09/2021
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova : 15/09/2021
Descrizione del Materiale :	Sabbia limoso-argillosa	U.S.C.S. Class. : SC-SM

**LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)**

Numero di colpi	(#)	27	22	18
Peso lordo umido	(g)	48.54	49.47	44.74
Peso lordo secco	(g)	44.35	44.85	40.85
Tara	(g)	26.41	26.22	26.09
Peso netto secco	(g)	17.94	18.63	14.76
Peso acqua	(g)	4.19	4.62	3.89
Contenuto acqua	(%)	23.4	24.8	26.4

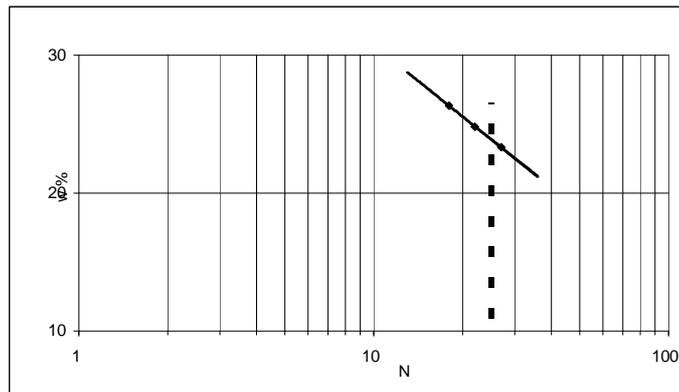
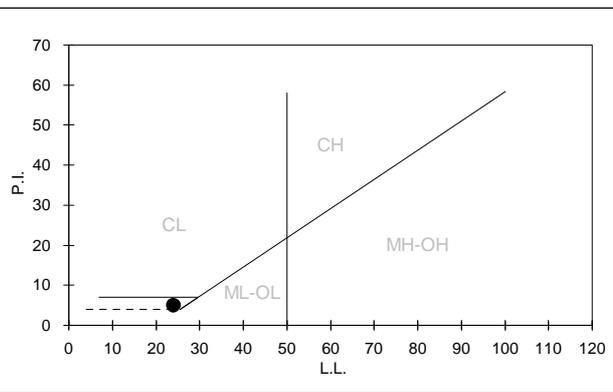
w % (per N=25) 24.0

**LIMITE PLASTICO**

Peso lordo umido	(g)	33.24	32.71
Peso lordo secco	(g)	32.15	31.70
Tara	(g)	26.38	26.22
Peso netto secco	(g)	5.77	5.48
Peso acqua	(g)	1.09	1.01
Contenuto acqua	(%)	18.9	18.4

w % medio 18.7

<b>LIMITE DI LIQUIDITA'</b>	<b>24</b>
<b>LIMITE DI PLASTICITA'</b>	<b>19</b>
<b>INDICE PLASTICITA'</b>	<b>5</b>

**DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**

**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**


Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Mariangela Spigno


**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63**

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio : S3  
 Campione : C1  
 Profondità (m) : 4.20 - 4.40  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia limoso-argillosa

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SC-SM

**DATI GRANULOMETRICI**

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	14.35
Sabbia (%)	72.03
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	13.62
D. max (mm)	N.D.

**ALTRI PARAMETRI**

D <sub>90</sub> (mm)	11.587
D <sub>60</sub> (mm)	0.909
D <sub>50</sub> (mm)	0.660
D <sub>30</sub> (mm)	0.341
D <sub>10</sub> (mm)	N.D.
C <sub>c</sub>	N.D.
C <sub>u</sub>	N.D.

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : N.D.  
 Durezza : N.D.

**Note:**
**SETACCIATURA**

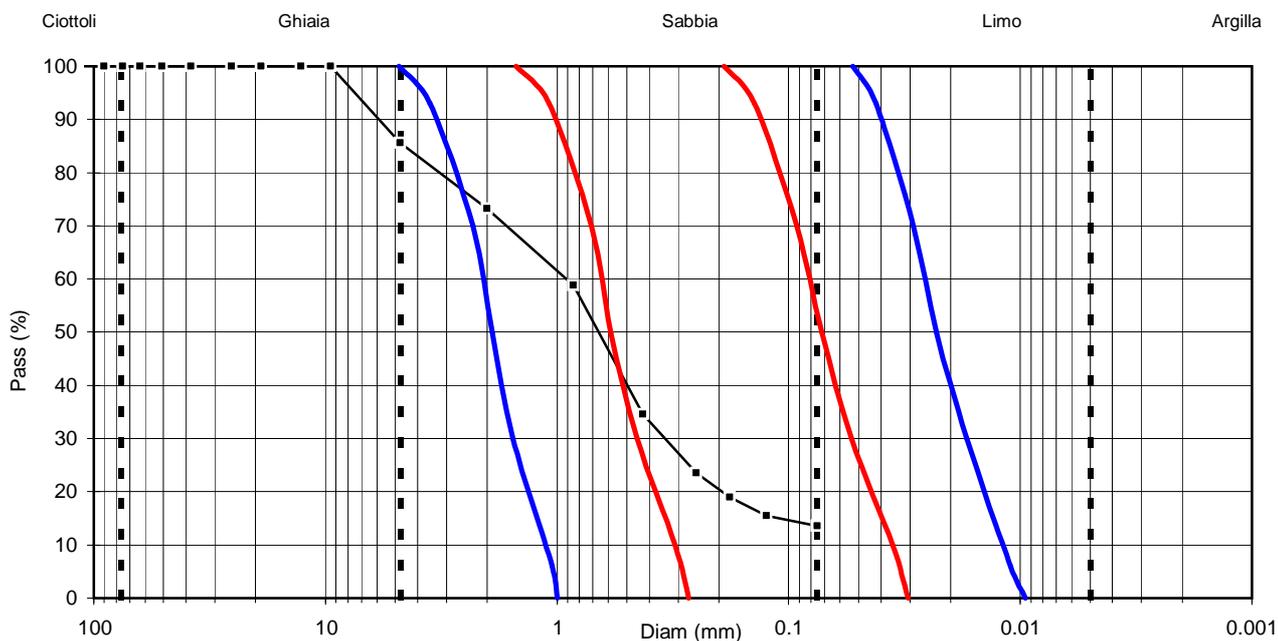
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
63.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

**SETACCIATURA**

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	85.65
2.00	73.25
0.85	58.88
0.425	34.56
0.250	23.54
0.180	18.91
0.125	15.52
0.075	13.62

**SEDIMENTAZIONE**

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



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Giada Zavaglia

— possibilità liquefazione

— elevata possibilità liquefazione



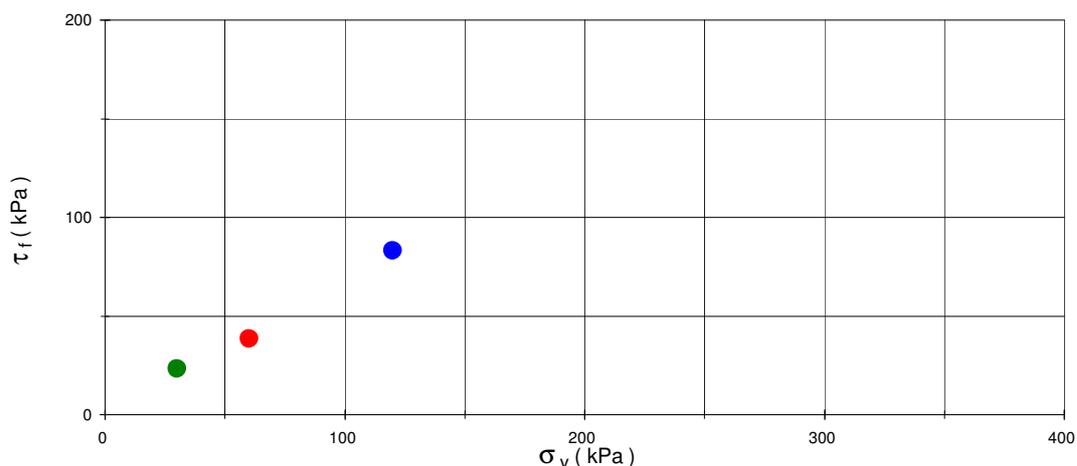
## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione quadrata

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C		
Località :	G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli		
Sondaggio :	S3		
Campione :	C1		
Profondità (m) :	4.20 - 4.40		Data Ricevimento : 03/09/2021
Tipo del campione :	ricostruito		Data Inizio Prova : 16/06/2021
Descrizione :	Sabbia limoso-argillosa		Data Fine Prova : 20/09/2021

CONDIZIONI INIZIALI		Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)	2.24	2.24	2.24
L	(cm)	6.00	6.00	6.00
$\gamma_f$	(kN/m <sup>3</sup> )	16.27	16.21	16.31
$W_i$	(%)	5.1	5.0	5.0
$\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	15.48	15.44	15.54
$G_s$	(-) (stimato)	2.70	2.70	2.70
metodo preparazione provino		Ricostruito	Ricostruito	Ricostruito
Orientazione del provino nel campione		Coassiale	Coassiale	Coassiale

FASE DI TAGLIO		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
$\sigma_v$	(kPa)	30	60	120
$\Delta H_c$	(mm)	1.28	1.66	2.28
$\Delta H_f$	(mm)	0.52	0.64	0.67
$d_h$	(mm)	7.55	6.67	7.80
$\tau_f$	(kPa)	23.2	38.4	83.2
$W_f$	(%)	21.2	19.8	17.6
$\gamma_{df}$	(kN/m <sup>3</sup> )	16.92	17.31	18.03
Criterio di rottura considerato		Massimo sforzo	Massimo sforzo	Massimo sforzo



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore :

Dott. Geol. Cristiano Pastore

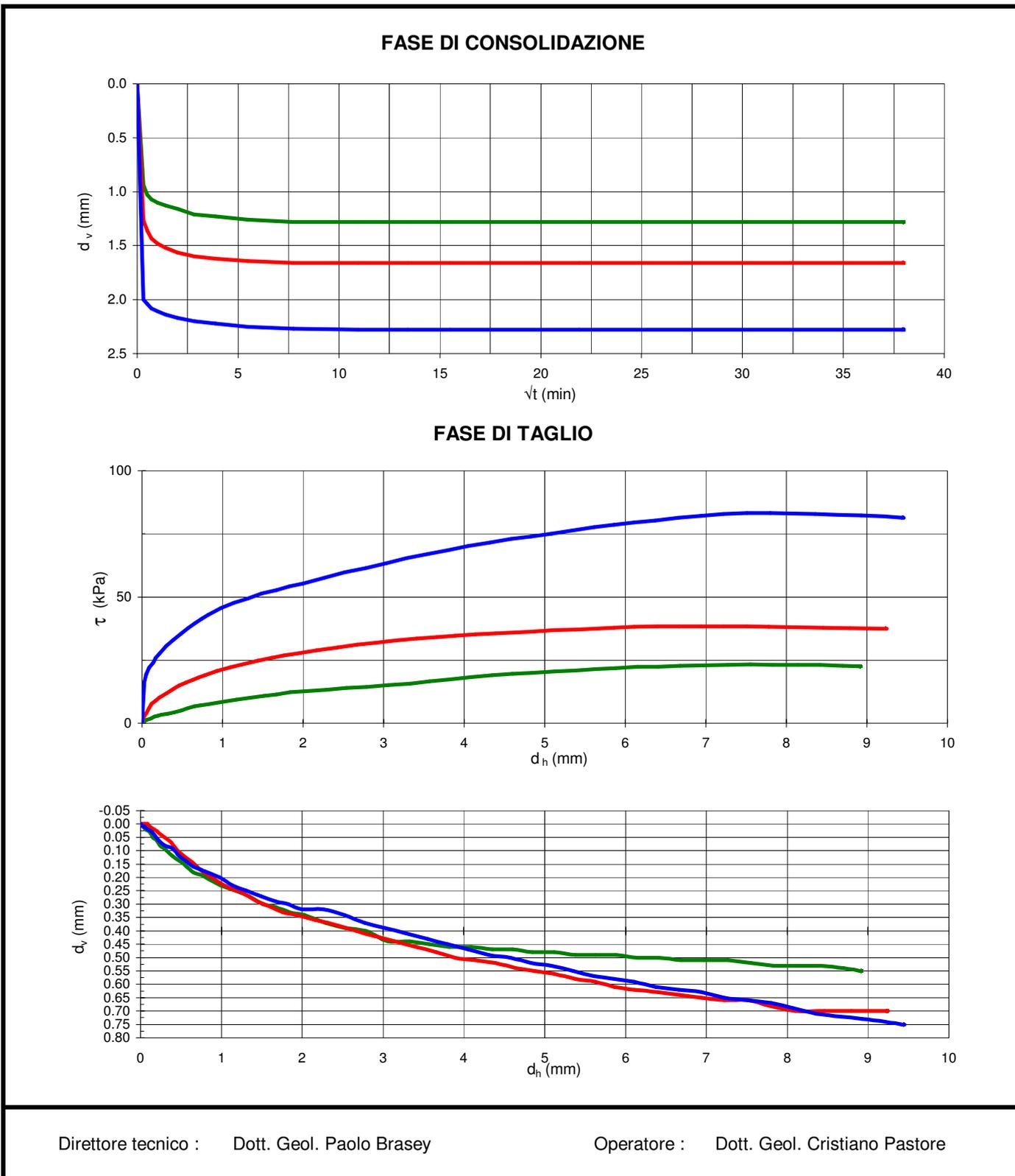


**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11**

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione quadrata

Cliente : GEOSERVICE S.N.C  
 Località : G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Campione : S3-C1  
 Profondità (m) : 4.20 - 4.40

— Provino 1  
— Provino 2  
— Provino 3





## LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Prog. N. : G21AE  
 Campione : S3-C2  
 Profondità (m) : 5.00 - 5.30  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia limoso-argillosa

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 16/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SC-SM

## LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	32	25	19
Peso lordo umido	(g)	45.36	55.20	49.35
Peso lordo secco	(g)	42.05	49.80	44.62
Tara	(g)	26.09	26.35	26.42
Peso netto secco	(g)	15.96	23.45	18.20
Peso acqua	(g)	3.31	5.40	4.73
Contenuto acqua	(%)	20.7	23.0	26.0

w % (per N=25) 23.0

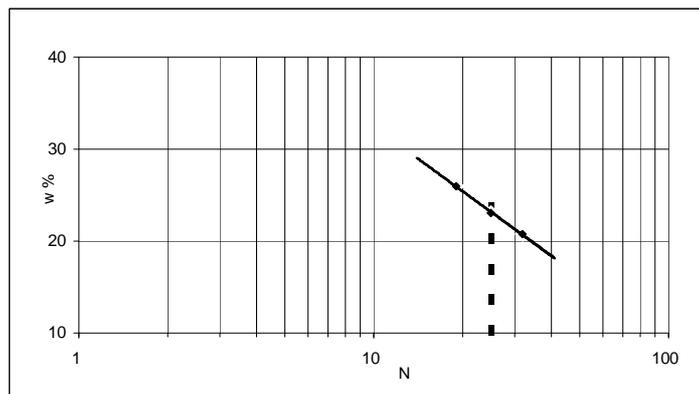
## LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	33.48	32.66
Peso lordo secco	(g)	32.45	31.80
Tara	(g)	26.35	26.56
Peso netto secco	(g)	6.10	5.24
Peso acqua	(g)	1.03	0.86
Contenuto acqua	(%)	16.9	16.4

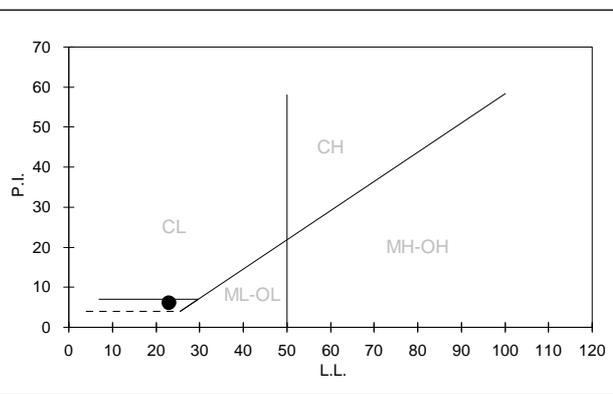
w % medio 16.6

**LIMITE DI LIQUIDITA' 23**  
**LIMITE DI PLASTICITA' 17**  
**INDICE PLASTICITA' 6**

## DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



## CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Dott. Mariangela Spigno



## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio : S3  
 Campione : C2  
 Profondità (m) : 5.00 - 5.30  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia limoso-argillosa

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SC-SM

## DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.80
Sabbia (%)	72.53
Limo (%)	18.91
Argilla (%)	7.76
Fini (%)	26.67
D. max (mm)	N.D.

## ALTRI PARAMETRI

D <sub>90</sub> (mm)	1.616
D <sub>60</sub> (mm)	0.392
D <sub>50</sub> (mm)	0.291
D <sub>30</sub> (mm)	0.113
D <sub>10</sub> (mm)	0.006
C <sub>c</sub>	5.04
C <sub>u</sub>	60.80

## GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.  
 Durezza : N.D.

## Note:

## SETACCIATURA

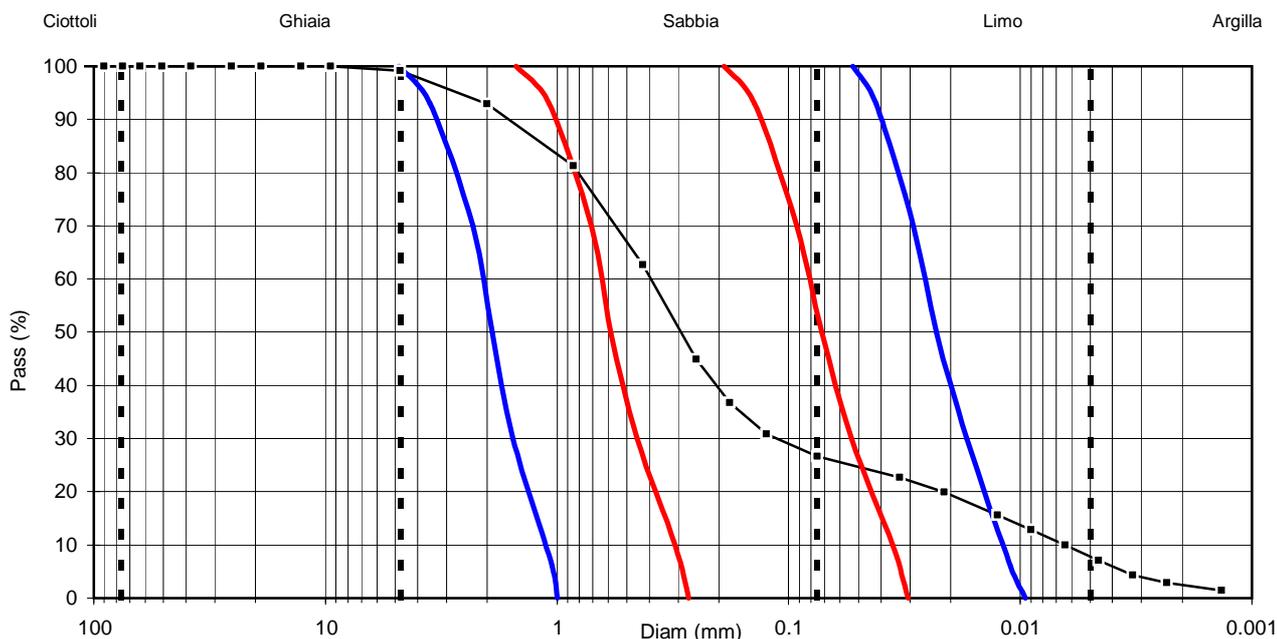
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
63.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

## SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	99.20
2.00	92.90
0.85	81.25
0.425	62.72
0.250	44.94
0.180	36.74
0.125	30.84
0.075	26.67

## SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0332	22.74
0.0213	19.90
0.0125	15.63
0.0090	12.79
0.0064	9.95
0.0046	7.11
0.0033	4.26
0.0023	2.84
0.0014	1.42



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Giada Zavaglia

— possibilità liquefazione

— elevata possibilità liquefazione



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C		Data Ricevimento :	03/09/2021
Località :	G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli		Data Inizio Prova :	13/09/2021
Sondaggio :	S3		Data Fine Prova :	16/09/2021
Campione :	C2			
Profondità (m) :	5.00 - 5.30			
Tipo del campione :	ricostruito			
Descrizione :	Sabbia limoso-argillosa			

### CONDIZIONI INIZIALI

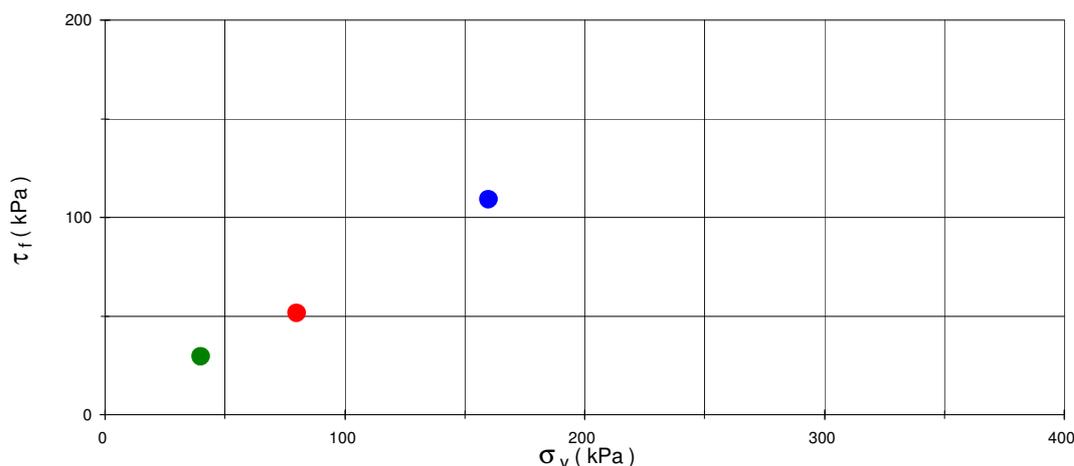
		Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)	2.28	2.28	2.28
L	(cm)	6.00	6.00	6.00
$\gamma_f$	(kN/m <sup>3</sup> )	17.46	17.45	17.46
$W_i$	(%)	5.3	5.2	5.2
$\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	16.58	16.58	16.60
$G_s$	(-)	(stimato) 2.70	2.70	2.70
metodo preparazione provino		Ricostruito	Ricostruito	Ricostruito
Orientazione del provino nel campione		Coassiale	Coassiale	Coassiale

### FASE DI TAGLIO

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
$\sigma_v$	(kPa)	40	80	160
$\Delta H_c$	(mm)	0.69	1.12	1.44
$\Delta H_f$	(mm)	0.08	0.32	0.48
$d_h$	(mm)	4.43	4.23	4.08
$\tau_f$	(kPa)	29.6	51.5	109.1
$W_f$	(%)	20.2	18.3	17.0
$\gamma_{df}$	(kN/m <sup>3</sup> )	17.13	17.71	18.14

Criterio di rottura considerato

Massimo sforzo Massimo sforzo Massimo sforzo



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore :

Dott. Geol. Cristiano Pastore



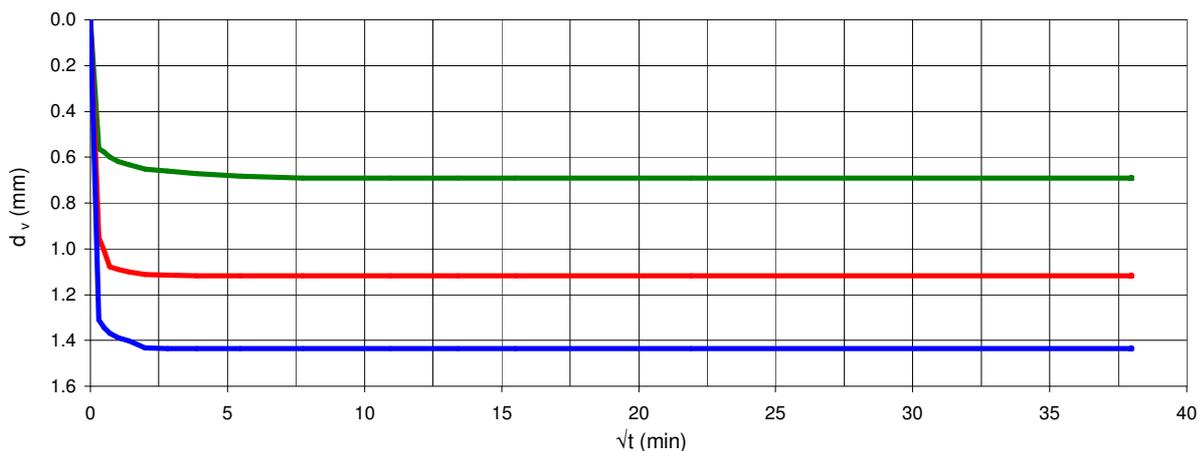
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11**

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

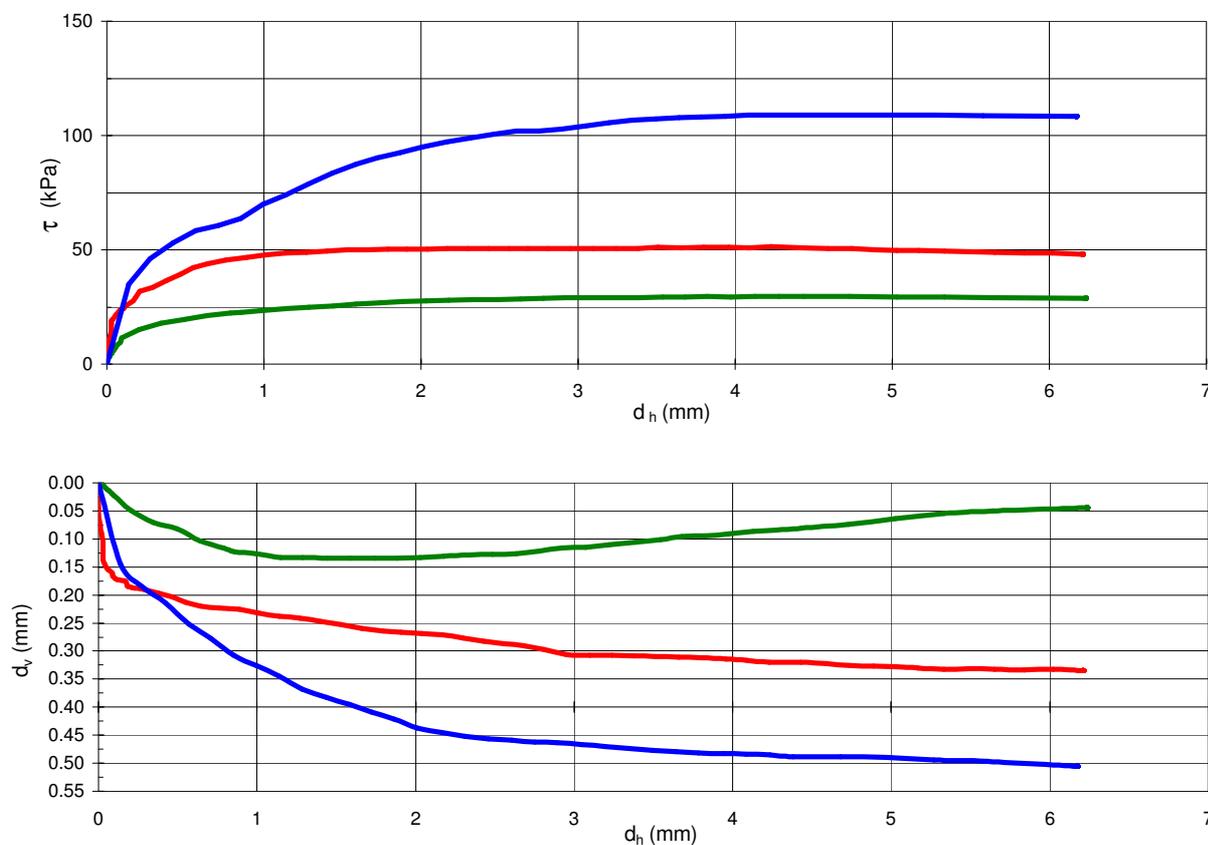
Cliente : GEOSERVICE S.N.C  
 Località : G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Campione : S3-C2  
 Profondità (m) : 5.00 - 5.30

— Provino 1  
— Provino 2  
— Provino 3

**FASE DI CONSOLIDAZIONE**



**FASE DI TAGLIO**



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore



## RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA ASTM D7012-14 METHOD C

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C	
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	
N. Progetto :	G21AR	
Id. Campione :	S3 C3	
Profondità (m) :	8.75 - 9.00	
Tipo Campione :	Spezzione di carota	Data Ricevimento : 03/09/2021
Descrizione :	Metabrecce ofiolitiche	Data Test : 14/09/2021

### CARATTERISTICHE FISICHE

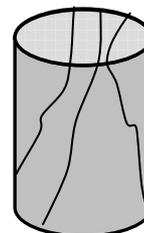
Diametro	(cm)	7.85
Altezza	(cm)	16.02
Peso di volume	(kN/m <sup>3</sup> )	24.17

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

### ROTTURA

Schizzo del provino a rottura

Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15
Temperatura	(°C)	27.0
Carico	(kN)	7.80



$\sigma_c$	(MPa)	1.6
------------	-------	-----

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore



**LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10**

Cliente :	Geoservice SNC	
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	
Prog. N. :	G21AE	
Campione :	S4-C1	
Profondità (m) :	5.90 - 6.40	Data Ricevimento : 07/09/2021
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova : 15/09/2021
Descrizione del Materiale :	Sabbia limoso-argillosa con ghiaia	U.S.C.S. Class. : SC-SM

**LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)**

Numero di colpi	(#)	33	27	18
Peso lordo umido	(g)	47.52	63.38	52.32
Peso lordo secco	(g)	43.60	55.91	46.52
Tara	(g)	26.22	26.40	26.10
Peso netto secco	(g)	17.38	29.51	20.42
Peso acqua	(g)	3.92	7.47	5.80
Contenuto acqua	(%)	22.6	25.3	28.4

w % (per N=25) 26.0

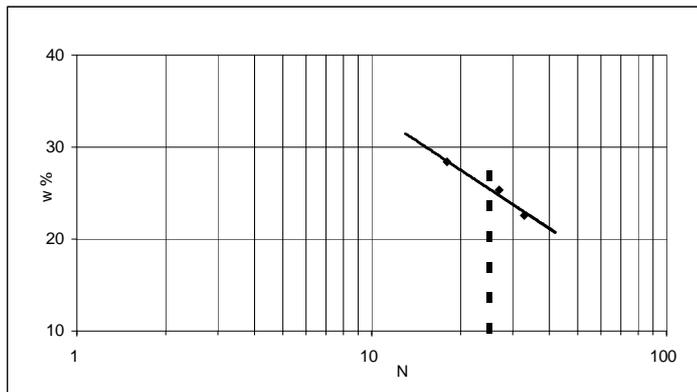
**LIMITE PLASTICO**

Peso lordo umido	(g)	32.08	33.20
Peso lordo secco	(g)	31.12	32.10
Tara	(g)	26.41	26.62
Peso netto secco	(g)	4.71	5.48
Peso acqua	(g)	0.96	1.10
Contenuto acqua	(%)	20.4	20.1

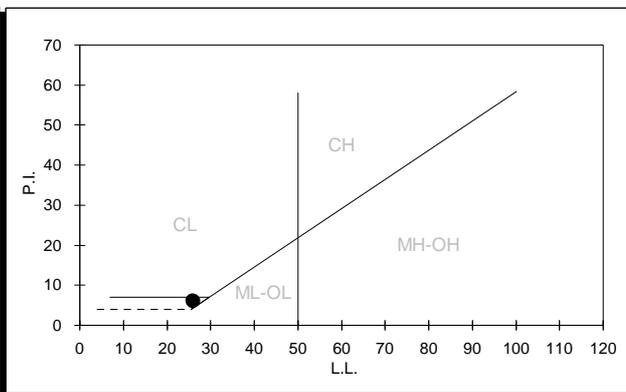
w % medio 20.2

<b>LIMITE DI LIQUIDITA'</b>	<b>26</b>
<b>LIMITE DI PLASTICITA'</b>	<b>20</b>
<b>INDICE PLASTICITA'</b>	<b>6</b>

**DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**



**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Dott. Mariangela Spigno


**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63**

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio : S4  
 Campione : C1  
 Profondità (m) : 5.90 - 6.40  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia limoso-argillosa con ghiaia

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SC-SM

**DATI GRANULOMETRICI**

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	42.03
Sabbia (%)	42.98
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	14.99
D. max (mm)	23.4

**ALTRI PARAMETRI**

D <sub>90</sub> (mm)	27.751
D <sub>60</sub> (mm)	5.751
D <sub>50</sub> (mm)	2.603
D <sub>30</sub> (mm)	0.496
D <sub>10</sub> (mm)	N.D.
C <sub>c</sub>	N.D.
C <sub>u</sub>	N.D.

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : arrotondata  
 Durezza : dura e resistente  
**Note:**

**SETACCIATURA**

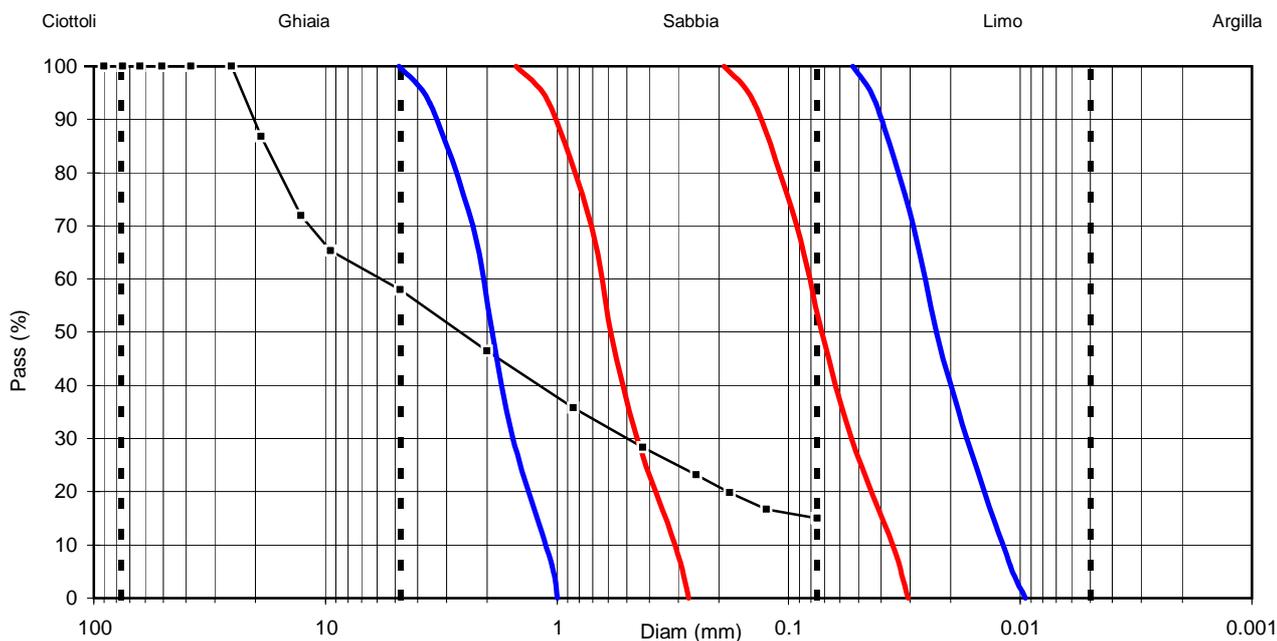
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
63.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	86.78
12.70	71.87

**SETACCIATURA**

D (mm)	Pass (%)
9.50	65.33
4.75	57.97
2.00	46.51
0.85	35.76
0.425	28.34
0.250	23.11
0.180	19.78
0.125	16.70
0.075	14.99

**SEDIMENTAZIONE**

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



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Giada Zavaglia

— possibilità liquefazione

— elevata possibilità liquefazione



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C		Data Ricevimento :	03/09/2021
Località :	G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli		Data Inizio Prova :	16/09/2021
Sondaggio :	S4		Data Fine Prova :	20/09/2021
Campione :	C1			
Profondità (m) :	5.90 - 6.40			
Tipo del campione :	ricostruito			
Descrizione :	Sabbia limoso-argillosa con ghiaia			

### CONDIZIONI INIZIALI

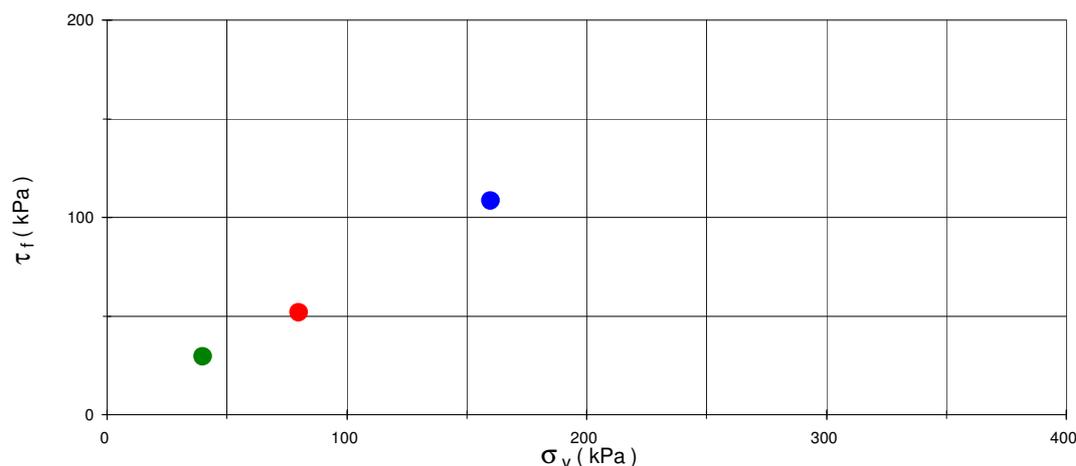
		Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)	2.28	2.28	2.28
L	(cm)	6.00	6.00	6.00
$\gamma_f$	(kN/m <sup>3</sup> )	18.92	18.94	18.94
$W_i$	(%)	5.1	5.1	5.1
$\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	18.00	18.02	18.01
$G_s$	(-)	(stimato) 2.70	2.70	2.70
metodo preparazione provino		Ricostruito	Ricostruito	Ricostruito
Orientazione del provino nel campione		Coassiale	Coassiale	Coassiale

### FASE DI TAGLIO

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
$\sigma_v$	(kPa)	40	80	160
$\Delta H_c$	(mm)	0.38	0.92	1.80
$\Delta H_f$	(mm)	0.36	0.42	1.03
$d_h$	(mm)	5.22	4.06	6.75
$\tau_f$	(kPa)	29.3	51.9	108.6
$W_f$	(%)	15.7	14.1	10.6
$\gamma_{df}$	(kN/m <sup>3</sup> )	18.61	19.17	20.60

Criterio di rottura considerato

Massimo sforzo Massimo sforzo Massimo sforzo



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore :

Dott. Geol. Cristiano Pastore

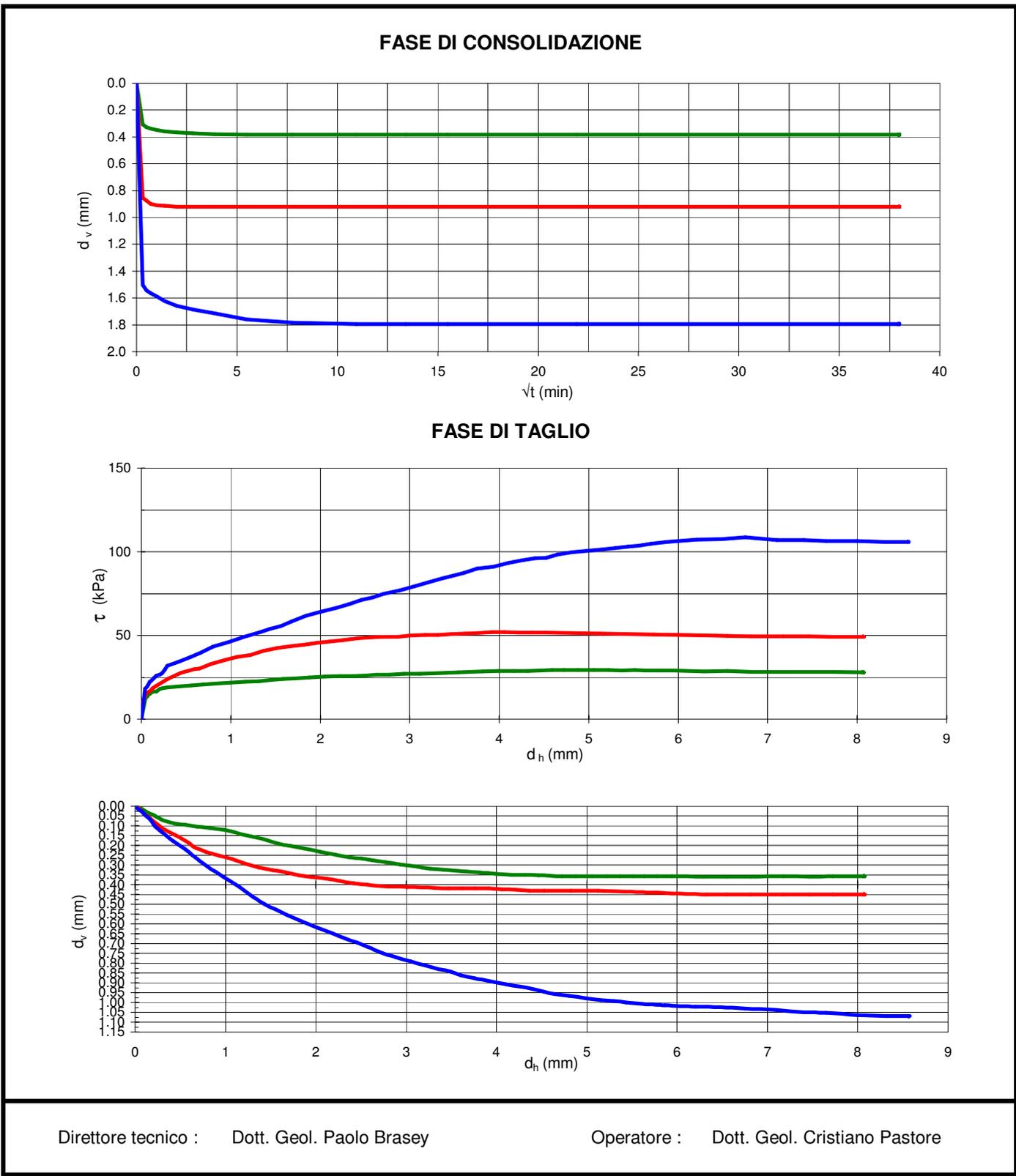


**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11**

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente : GEOSERVICE S.N.C  
 Località : G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Campione : S4-C1  
 Profondità (m) : 5.90 - 6.40

— Provino 1  
— Provino 2  
— Provino 3





## LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Prog. N. : G21AE  
 Campione : S4-C4  
 Profondità (m) : 6.70 - 7.0  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia argillosa con ghiaia

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 15/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SC

## LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	34	28	17
Peso lordo umido	(g)	48.32	54.43	46.91
Peso lordo secco	(g)	43.96	48.57	42.30
Tara	(g)	26.38	26.44	26.22
Peso netto secco	(g)	17.58	22.13	16.08
Peso acqua	(g)	4.36	5.86	4.61
Contenuto acqua	(%)	24.8	26.5	28.7

w % (per N=25) 27.0

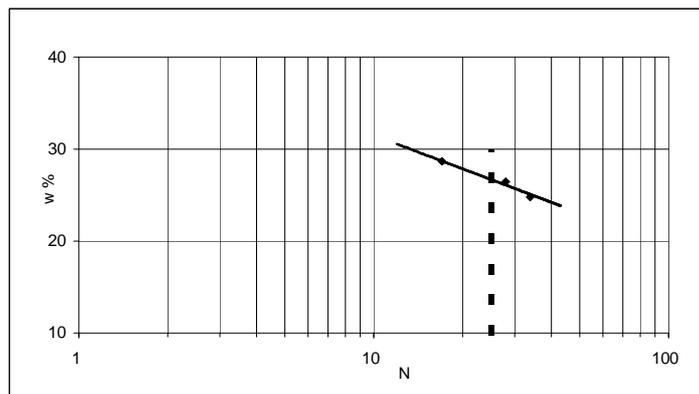
## LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	30.74	31.63
Peso lordo secco	(g)	30.03	30.87
Tara	(g)	25.98	26.56
Peso netto secco	(g)	4.05	4.31
Peso acqua	(g)	0.71	0.76
Contenuto acqua	(%)	17.5	17.6

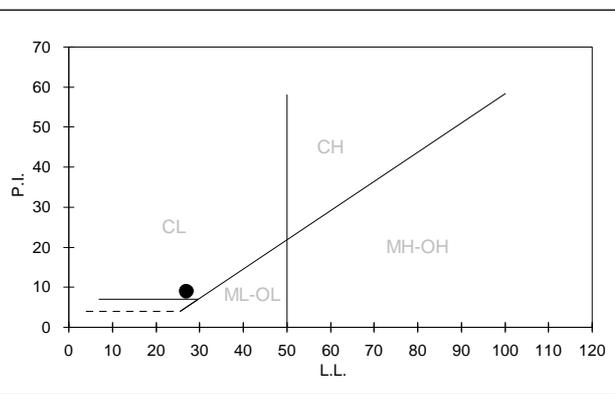
w % medio 17.6

**LIMITE DI LIQUIDITA' 27**  
**LIMITE DI PLASTICITA' 18**  
**INDICE PLASTICITA' 9**

## DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



## CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Dott. Mariangela Spigno



## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio : S4  
 Campione : C4  
 Profondità (m) : 6.70 - 7.0  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia argillosa con ghiaia

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SC

## DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	23.64
Sabbia (%)	50.11
Limo (%)	18.34
Argilla (%)	7.91
Fini (%)	26.25
D. max (mm)	13.0

## ALTRI PARAMETRI

D <sub>90</sub> (mm)	11.342
D <sub>60</sub> (mm)	1.877
D <sub>50</sub> (mm)	0.979
D <sub>30</sub> (mm)	0.170
D <sub>10</sub> (mm)	0.007
C <sub>c</sub>	2.23
C <sub>u</sub>	272.56

## GHIAIA E SABBIA

Forma : arrotondata  
 Durezza : dura e resistente  
**Note:**

## SETACCIATURA

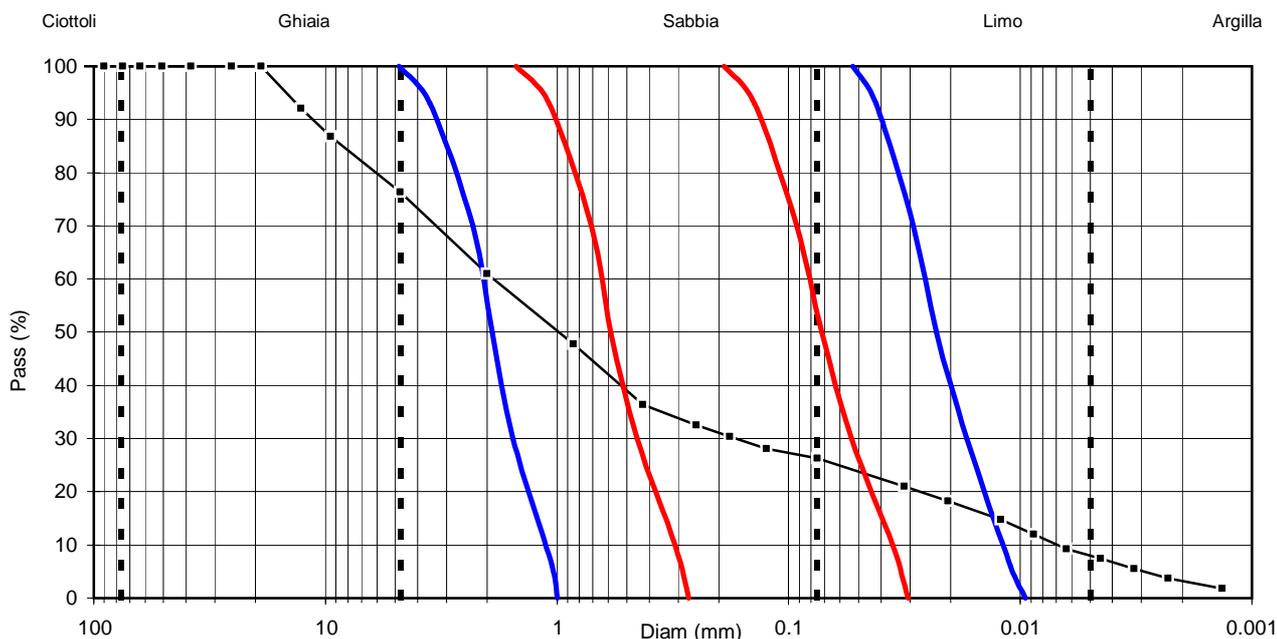
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
63.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	92.03

## SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	86.82
4.75	76.36
2.00	60.98
0.85	47.82
0.425	36.33
0.250	32.55
0.180	30.37
0.125	28.04
0.075	26.25

## SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0318	21.00
0.0205	18.30
0.0121	14.79
0.0087	12.02
0.0063	9.24
0.0045	7.40
0.0032	5.55
0.0023	3.70
0.0013	1.85



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Giada Zavaglia

— possibilità liquefazione

— elevata possibilità liquefazione


**RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA  
ASTM D7012-14 METHOD C**

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C	
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	
N. Progetto :	G21AR	
Id. Campione :	S4 C2	
Profondità (m) :	9.70 - 9.95	
Tipo Campione :	Spezzione di carota	Data Ricevimento : 03/09/2021
Descrizione :	Metabrecce ofiolitiche	Data Test : 14/09/2021

**CARATTERISTICHE FISICHE**

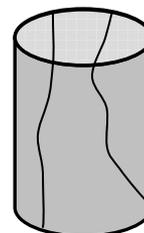
Diametro	(cm)	7.94
Altezza	(cm)	15.93
Peso di volume	(kN/m <sup>3</sup> )	22.60

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

**ROTTURA**

Schizzo del provino a rottura

Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15
Temperatura	(°C)	27.0
Carico	(kN)	3.40



$\sigma_c$	(MPa)	<b>0.7</b>
------------	-------	------------

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore


**LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10**

Cliente :	Geoservice SNC	
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	
Prog. N. :	G21AE	
Campione :	S5-C1	
Profondità (m) :	7.30 - 7.60	Data Ricevimento : 07/09/2021
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova : 14/09/2021
Descrizione del Materiale :	Sabbia limoso-argillosa	U.S.C.S. Class. : SC-SM

**LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)**

Numero di colpi	(#)	28	21	16
Peso lordo umido	(g)	47.25	49.65	48.65
Peso lordo secco	(g)	44.10	45.83	44.85
Tara	(g)	26.41	26.38	26.35
Peso netto secco	(g)	17.69	19.45	18.50
Peso acqua	(g)	3.15	3.82	3.80
Contenuto acqua	(%)	17.8	19.6	20.5

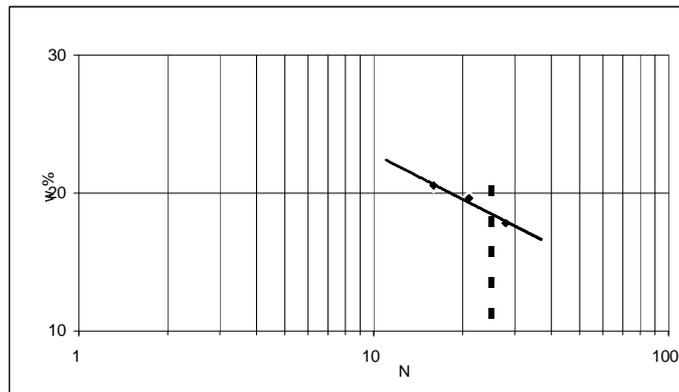
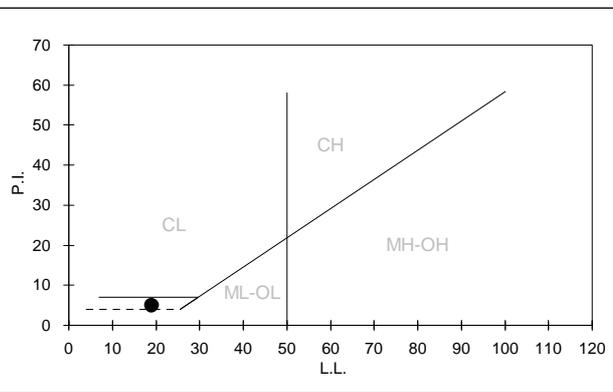
w % (per N=25) 19.0

**LIMITE PLASTICO**

Peso lordo umido	(g)	32.18	33.07
Peso lordo secco	(g)	31.45	32.25
Tara	(g)	26.09	26.42
Peso netto secco	(g)	5.36	5.83
Peso acqua	(g)	0.73	0.82
Contenuto acqua	(%)	13.6	14.1

w % medio 13.8

<b>LIMITE DI LIQUIDITA'</b>	<b>19</b>
<b>LIMITE DI PLASTICITA'</b>	<b>14</b>
<b>INDICE PLASTICITA'</b>	<b>5</b>

**DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO**

**CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE**


Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Sperimentatore :	Dott. Mariangela Spigno


**ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63**

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio : S5  
 Campione : C1  
 Profondità (m) : 7.30 - 7.60  
 Tipo Campione : Rimaneggiato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia limoso-argillosa

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SC-SM

**DATI GRANULOMETRICI**

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	1.39
Sabbia (%)	84.74
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	13.87
D. max (mm)	-

**ALTRI PARAMETRI**

D <sub>90</sub> (mm)	1.073
D <sub>60</sub> (mm)	0.518
D <sub>50</sub> (mm)	0.434
D <sub>30</sub> (mm)	0.247
D <sub>10</sub> (mm)	N.D.
C <sub>c</sub>	N.D.
C <sub>u</sub>	N.D.

**GHIAIA E SABBIA**

Forma : arrotondata  
 Durezza : dura e resistente  
**Note:**

**SETACCIATURA**

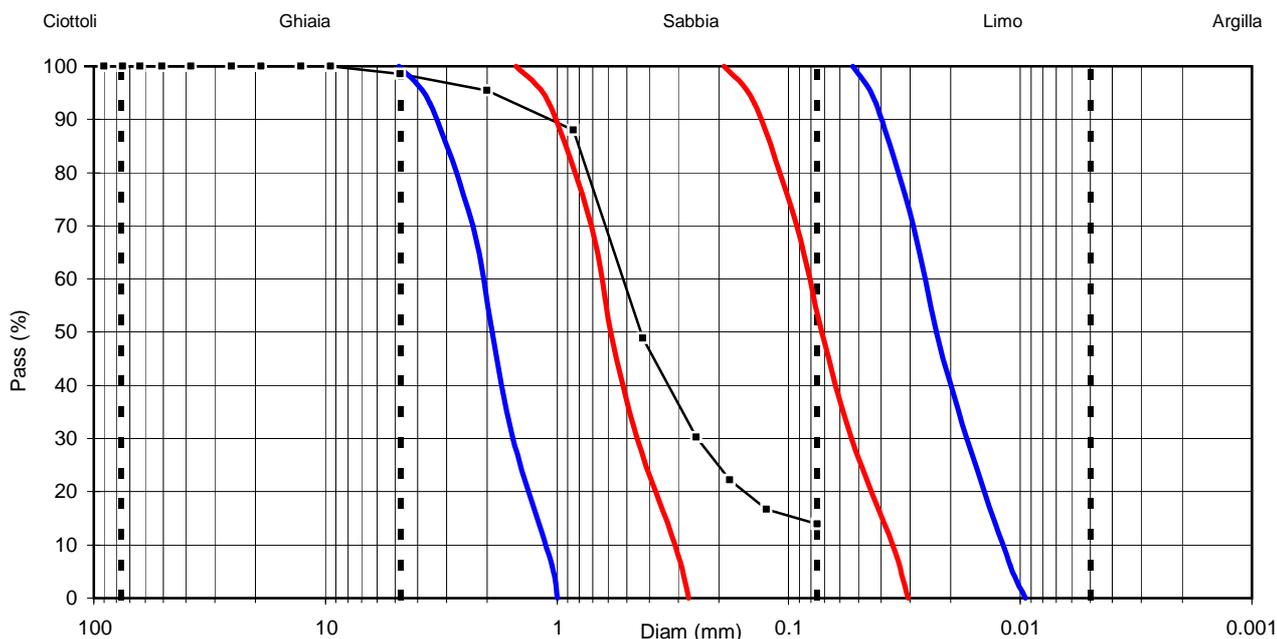
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
63.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

**SETACCIATURA**

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	98.61
2.00	95.47
0.85	87.95
0.425	48.82
0.250	30.26
0.180	22.15
0.125	16.65
0.075	13.87

**SEDIMENTAZIONE**

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



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Giada Zavaglia

— possibilità liquefazione

— elevata possibilità liquefazione



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente :	Geoservice SNC	Data Ricevimento :	07/09/2021
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	Data Inizio Prova :	22/09/2021
Sondaggio :	S5	Data Fine Prova :	27/09/2021
Campione :	C1		
Profondità (m) :	7.30 - 7.60		
Tipo del campione :	ricostruito		
Descrizione :	Sabbia limoso-argillosa		

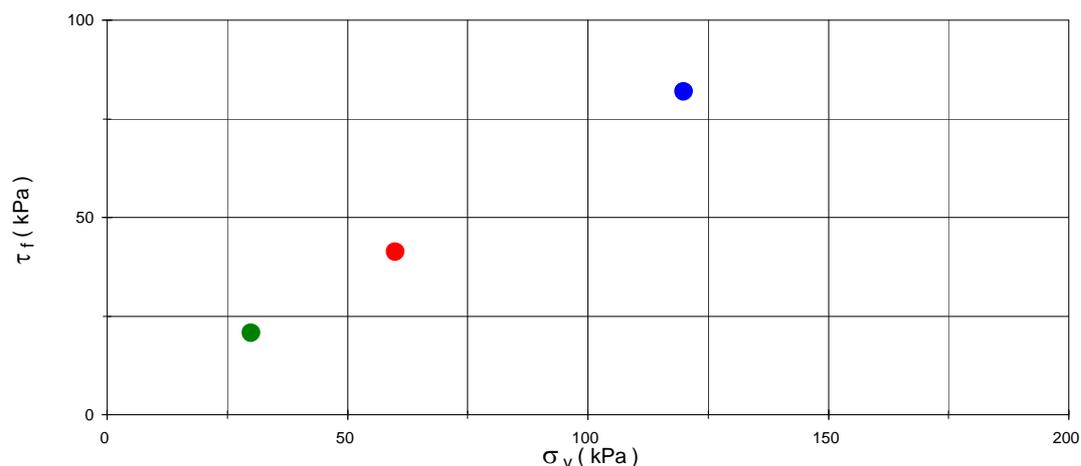
### CONDIZIONI INIZIALI

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)	2.08	2.08	2.08
D	(cm)	6.00	6.00	6.00
$\gamma_f$	(kN/m <sup>3</sup> )	15.72	15.68	15.70
$W_i$	(%)	5.0	5.1	5.1
$\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	14.97	14.92	14.94
$G_s$	(-) (stimato)	2.70	2.70	2.70
metodo preparazione provino		Ricostruito	Ricostruito	Ricostruito
Orientazione del provino nel campione		Coassiale	Coassiale	Coassiale

### FASE DI TAGLIO

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
$\sigma_v$	(kPa)	30	60	120
$\Delta H_c$	(mm)	0.10	0.20	0.39
$\Delta H_f$	(mm)	0.04	0.08	0.11
$d_h$	(mm)	2.97	3.04	3.50
$\tau_f$	(kPa)	20.8	41.3	81.8
$W_f$	(%)	28.0	27.8	27.0
$\gamma_{df}$	(kN/m <sup>3</sup> )	15.08	15.14	15.32

Criterio di rottura considerato Massimo sforzo Massimo sforzo Massimo sforzo



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore :

Dott. Geol. Cristiano Pastore

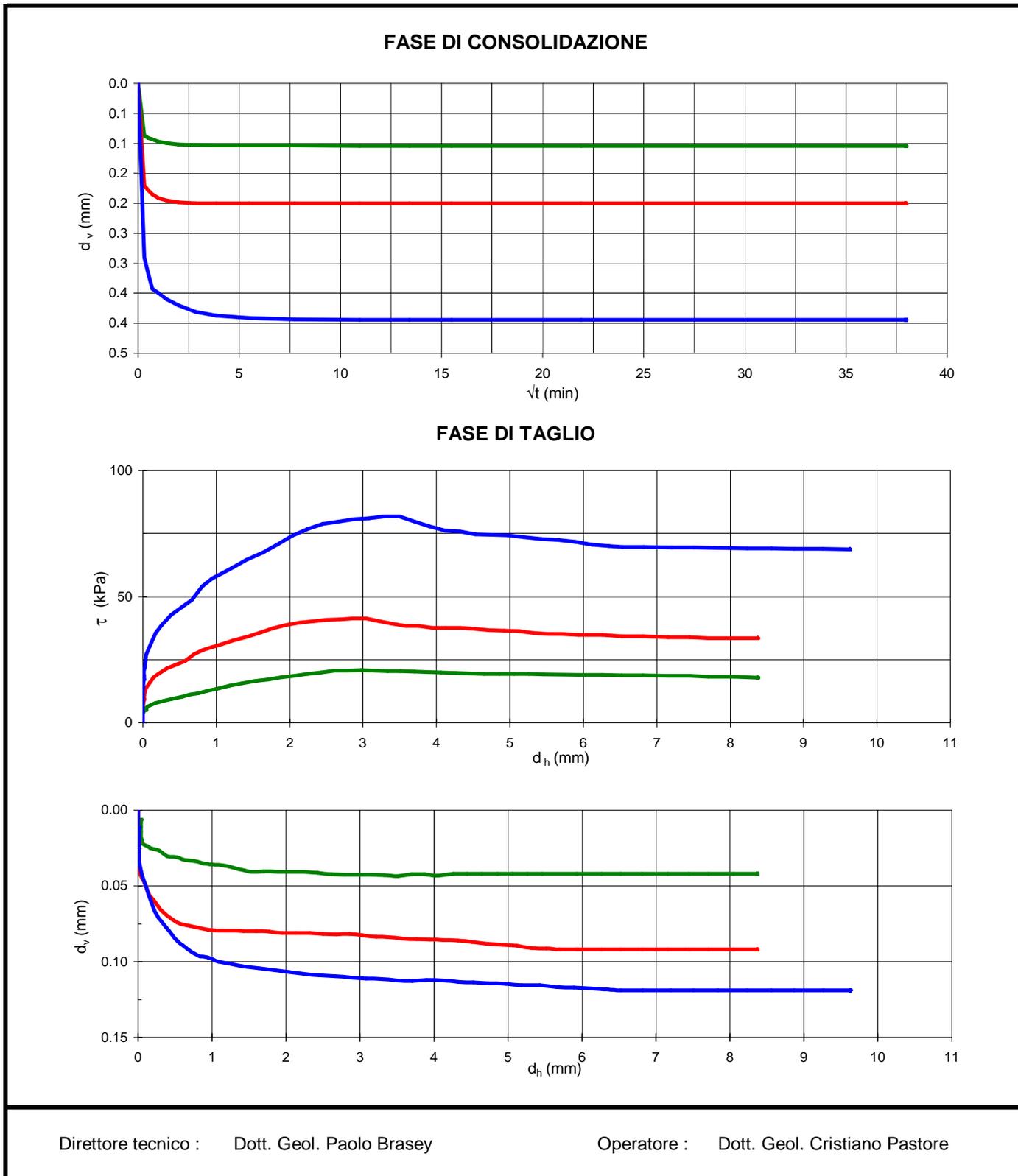


**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11**

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Campione : S5-C1  
 Profondità (m) : 7.30 - 7.60

— Provino 1  
— Provino 2  
— Provino 3





## CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio :  
 Campione : S5-C2  
 Profondità (m) : 8.10 - 8.30 Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Tipo Campione : Semi-indisturbato Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 Descrizione del Materiale : Sabbia limoso-argillosa

Peso lordo umido	(g)	1010.71
Peso lordo secco	(g)	942.33
Peso tara	(g)	284.02
Peso netto secco	(g)	658.31
Peso acqua	(g)	68.38
<b>Contenuto in acqua</b>	<b>(%)</b>	<b>10.4</b>

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

Note :



## LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Prog. N. : G21AE  
 Campione : S5-C2  
 Profondità (m) : 8.10 - 8.30  
 Tipo Campione : Semi-indisturbato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia limoso-argillosa

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 17/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SC-SM

## LIMITE LIQUIDO (MULTIPOINT)

Numero di colpi	(#)	31	25	20
Peso lordo umido	(g)	47.53	46.60	47.32
Peso lordo secco	(g)	44.10	43.19	43.78
Tara	(g)	26.09	25.98	26.22
Peso netto secco	(g)	18.01	17.21	17.56
Peso acqua	(g)	3.43	3.41	3.54
Contenuto acqua	(%)	19.0	19.8	20.2

w % (per N=25) 20.0

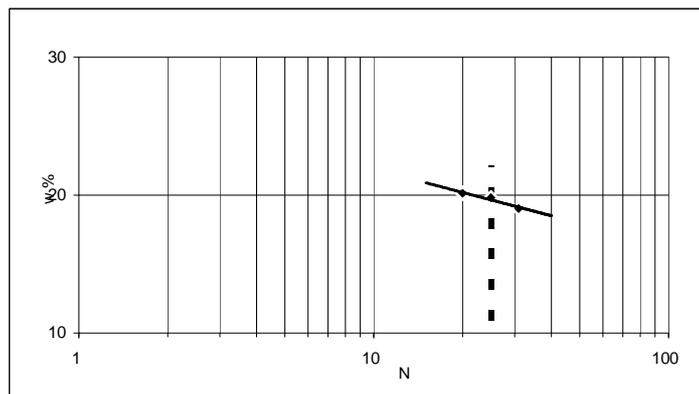
## LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido	(g)	32.94	31.87
Peso lordo secco	(g)	32.13	31.21
Tara	(g)	26.41	26.56
Peso netto secco	(g)	5.72	4.65
Peso acqua	(g)	0.81	0.66
Contenuto acqua	(%)	14.2	14.2

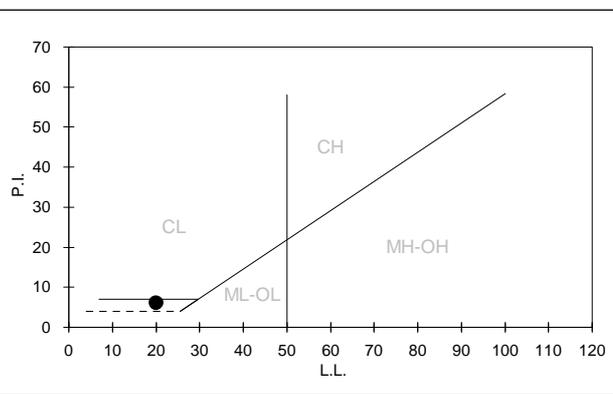
w % medio 14.2

**LIMITE DI LIQUIDITA' 20**  
**LIMITE DI PLASTICITA' 14**  
**INDICE PLASTICITA' 6**

## DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



## CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Dott. Mariangela Spigno



## ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente : Geoservice SNC  
 Località : Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Sondaggio : S5  
 Campione : C2  
 Profondità (m) : 8.10 - 8.30  
 Tipo Campione : Semi-indisturbato  
 Descrizione del Materiale : Sabbia limoso-argillosa

Data Ricevimento : 07/09/2021  
 Data Esecuzione Prova : 10/09/2021  
 U.S.C.S. Class. : SC-SM

## DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	5.97
Sabbia (%)	63.23
Limo (%)	26.37
Argilla (%)	4.43
Fini (%)	30.80
D. max (mm)	-

## ALTRI PARAMETRI

D <sub>90</sub> (mm)	3.775
D <sub>60</sub> (mm)	0.876
D <sub>50</sub> (mm)	0.404
D <sub>30</sub> (mm)	0.070
D <sub>10</sub> (mm)	0.010
C <sub>c</sub>	0.54
C <sub>u</sub>	84.50

## GHIAIA E SABBIA

Forma : N.D.  
 Durezza : N.D.

## Note:

## SETACCIATURA

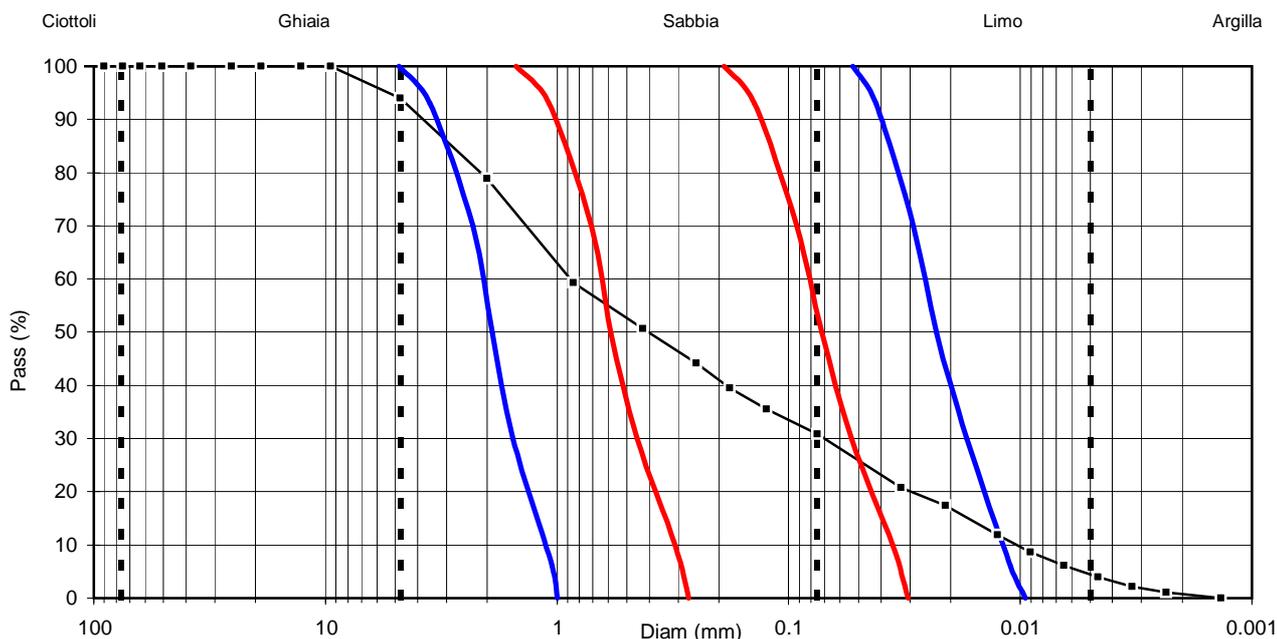
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
63.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00

## SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	100.00
4.75	94.03
2.00	78.86
0.85	59.30
0.425	50.63
0.250	44.12
0.180	39.53
0.125	35.51
0.075	30.80

## SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
0.0326	20.80
0.0211	17.40
0.0125	11.90
0.0090	8.60
0.0065	6.08
0.0046	4.00
0.0033	2.21
0.0023	1.11
0.0014	0.00



Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey  
 Sperimentatore : Giada Zavaglia

— possibilità liquefazione

— elevata possibilità liquefazione

**DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09**

Cliente :	Geoservice SNC		
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli		
Progetto N.:	G21AE		
Campione :	S5-C2		
Profondità (m) :	8.10 - 8.30	Data Ricevimento : 07/09/2021	
Tipo Campione :	Semi-indisturbato	Data Esecuzione Prova : 10/09/2021	
Descrizione del Materiale :	Sabbia limoso-argillosa		
Geometria della sezione del provino :	circolare		
Diametro	(cm)	7.95	
Altezza	(cm)	10.23	
Peso lordo	(g)	1075.32	
Peso tara	(g)	0.00	
Peso netto	(g)	1075.32	
Volume	(cm <sup>3</sup> )	507.81	
<b>Peso di volume</b>	<b>(kN/m<sup>3</sup>)</b>	<b>20.77</b>	
Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey		
Sperimentatore :	Dott. Geol. Cristiano Pastore		
Note :			



## PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C		Data Ricevimento :	03/09/2021
Località :	G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli		Data Inizio Prova :	13/09/2021
Sondaggio :	S5		Data Fine Prova :	16/09/2021
Campione :	C2			
Profondità (m) :	8.10 - 8.30			
Tipo del campione :	semi-indisturbato			
Descrizione :	Sabbia limoso-argillosa			

### CONDIZIONI INIZIALI

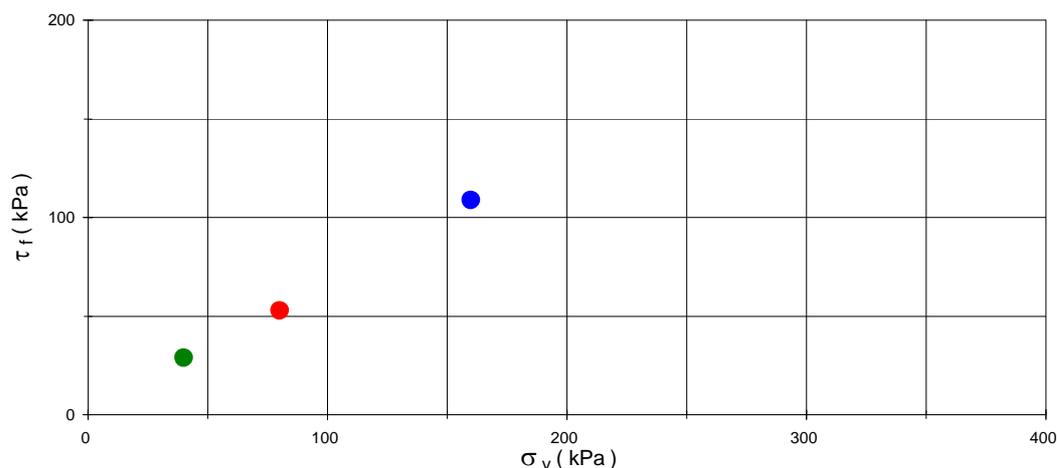
		Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)	2.28	2.28	2.28
L	(cm)	6.00	6.00	6.00
$\gamma_f$	(kN/m <sup>3</sup> )	20.74	20.76	20.77
$W_i$	(%)	10.4	10.3	10.2
$\gamma_d$	(kN/m <sup>3</sup> )	18.79	18.81	18.84
$G_s$	(-) (stimato)	2.70	2.70	2.70
metodo preparazione provino		Infustellamento	Infustellamento	Infustellamento
Orientazione del provino nel campione		Coassiale	Coassiale	Coassiale

### FASE DI TAGLIO

		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
$\sigma_v$	(kPa)	40	80	160
$\Delta H_c$	(mm)	0.46	0.79	1.44
$\Delta H_f$	(mm)	0.16	0.29	0.39
$d_h$	(mm)	3.10	6.98	7.29
$\tau_f$	(kPa)	28.8	52.6	108.6
$W_f$	(%)	13.7	12.6	10.8
$\gamma_{df}$	(kN/m <sup>3</sup> )	19.32	19.75	20.49

Criterio di rottura considerato

Massimo sforzo Massimo sforzo Massimo sforzo



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore :

Dott. Geol. Cristiano Pastore



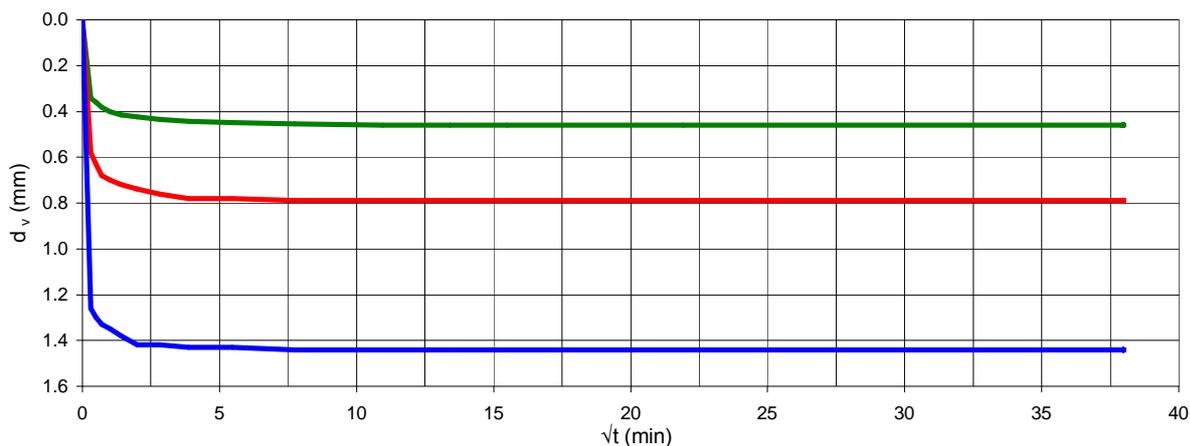
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D3080-11**

Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

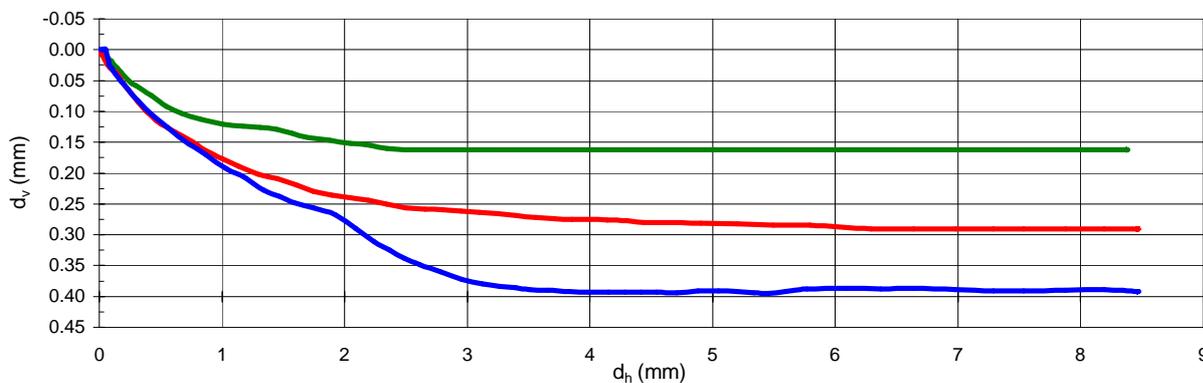
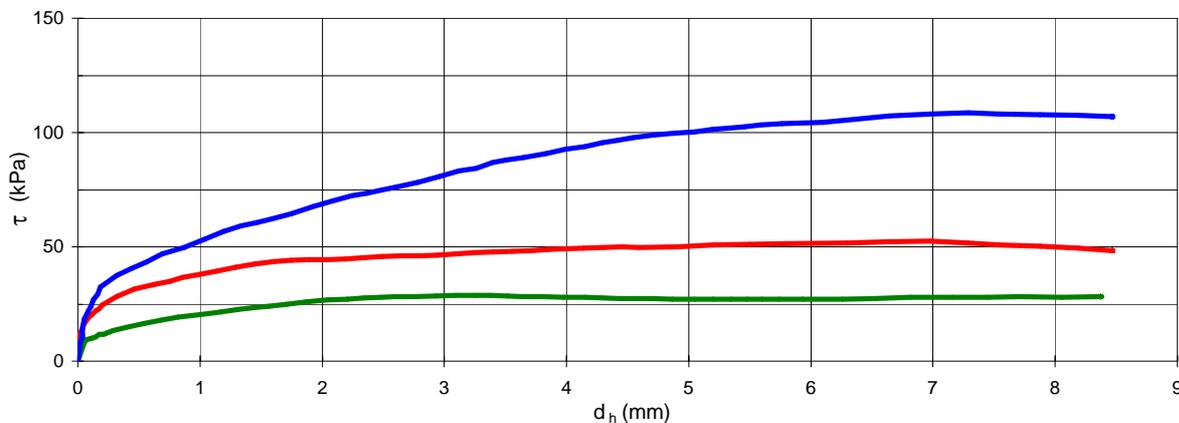
Cliente : GEOSERVICE S.N.C  
 Località : G21AR - Marina del Castelluccio - Genova Pegli  
 Campione : S5-C2  
 Profondità (m) : 8.10 - 8.30

— Provino 1  
— Provino 2  
— Provino 3

**FASE DI CONSOLIDAZIONE**



**FASE DI TAGLIO**



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore



## RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA ASTM D7012-14 METHOD C

Cliente :	GEOSERVICE S.N.C	
Località :	Marina del Castelluccio - Genova Pegli	
N. Progetto :	G21AR	
Id. Campione :	S5 C3	
Profondità (m) :	11.00 - 11.35	
Tipo Campione :	Spezzione di carota	Data Ricevimento : 03/09/2021
Descrizione :	Metagabbri brecciati.	Data Test : 14/09/2021

### CARATTERISTICHE FISICHE

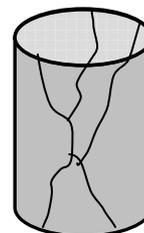
Diametro	(cm)	7.85
Altezza	(cm)	17.12
Peso di volume	(kN/m <sup>3</sup> )	24.54

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

### ROTTURA

Schizzo del provino a rottura

Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15
Temperatura	(°C)	27.0
Carico	(kN)	10.30



$\sigma_c$	(MPa)	2.1
------------	-------	-----

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Sperimentatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore