

REGIONE CAMPANIA  
PROVINCIA DI BENEVENTO



agenzia sannita energia ambiente

**DIGA DI CAMPOLATTARO SUL FIUME TAMMARO IN  
COMUNE DI CAMPOLATTARO (BN)**

N. 1391 Del Registro della Direzione Dighe del Ministero delle Infrastrutture



**OPERA ACCESSORIA ALLA DIGA  
CASA DI GUARDIA**

**ELABORATO N° 2  
PLICO UNICO  
INDAGINI E PROVE**



Dott. Geol. Fioravante BOSCO



Accettazione n°1796  
del 17 ottobre 2022

Rapporti di prova da n°1041 a n° 1044 anno 2022



Spett.le :  
**Dott. Geol. Fioravante BOSCO**

COMMITTENTE:  
**ASEA – Agenzia Sannita Energia Ambiente**

**INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E  
SISMICHE PER ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO  
DELLA CASA DI GUARDIA DIGA DI CAMPOLATTARO**  
Diga Di Campolattaro - Comune di Campolattaro (BN)



# GEO-TECNICA

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

GEO-TECNICA SRL - Zona Industriale PONTE VALENTINO  
82100 BENEVENTO - Www . geo-tecnica.it - e-mail: informazioni@geo-tecnica.it

Laboratorio Autorizzato Ministero II e TT per prove su Terre e Rocce n° 99 del 19/3/2018 e succ aut

Accettazione n°1796 del 17 ottobre 2022

**Committente:** ASEA – Agenzia Sannita Energia Ambiente  
**Richiedente:** dott. Geol. Fioravante Bosco  
**Progetto:** Indagini geognostiche e geotecniche per la progettazione dell'adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di Campolattaro  
**Località:** Diga Campolattaro **Comune:** Campolattaro (BN)

## INDAGINI IN SITO

### PROVE ESEGUITE

- Sondaggio geognostico S1 a mt 30,0 rapp. di prova 1041/2022
- Sondaggio geognostico S2 a mt 15,0 rapp. di prova 1042/2022
- Prova sismica del tipo masw rapp. di prova 1043/2022
- Prova sismica del tipo HVSR rapp. di prova 1044/2022

### STRALCIO CON UBICAZIONE DELLE PROVE



### DESCRIZIONE DELLA METODOLOGIA – INDAGINI GEOGNOSTICHE

#### CAROTAGGIO CONTINUO

Tutte le indagini eseguite sono state effettuate a carotaggio continuo con il prelievo della carota disposta in apposite cassette catalogatrici. Il carotaggio è stato eseguito a secco, nei terreni più sciolti e con circolazione di fluido in quelli di natura litoidi. L'espulsione della carota è stata effettuata o con spinta idraulica (acqua) o in caso di materiale litoidi tramite martellamento del carotiere, il tutto raccolto in contenitore adatto e riposto, secondo la profondità, nelle apposite cassette. La strumentazione utilizzata per le indagini è la seguente: Sonda perforatrice a rotazione di marca Tecnotunnel TS 80, anno di produzione 2004, peso circa 7000 kg, coppia massima di rotazione 800 kgm, velocità di rotazione massima 450 g/min; corsa di 3300 mm, Aste lunghezza 1500 mm diametro 76 mm spessore 6,6 mm, Carotiere di tipo semplice diametro 101 lunghezza 3000 mm e corona con denti in widia, Pompa fanghi del tipo triplex con pressione massima di esercizio di 30 bar.

#### PRELIEVO DEI CAMPIONI INDISTURBATI

Raggiunta la profondità desiderata con la perforazione si è proceduti alla manovra di pulizia del foro mediante lavaggio con acqua pulita tale da rimuovere dal fondo del foro eventuale fango e detriti lasciati dalla manovra precedente. Il prelievo dei campioni è stato eseguito, a seconda del grado di consistenza del terreno, con un campionatore a pressione di tipo shelby con fustella a pareti sottili, nei terreni meno consistenti e con un campionatore rotativo denominato "Drill" nei terreni consistenti, litoidi e semilitoidi. Tale campionatore, che viene usato con circolazione di fluido, è costituito da una parte esterna con corona sottile al widia che esegue il taglio del terreno e da una fustella interna in acciaio collegata tramite una testa libera che permette alla fustella di inserirsi nel terreno senza ruotare. Il campione indisturbato, prelevato nella fustella, è stato regolarmente paraffinato e contrassegnato con i dati relativi al sondaggio, alla profondità e alla data di prelievo.

#### STANDARD PENETRATION TEST

La prova SPT si esegue durante la perforazione. Consiste nel registrare il numero di colpi necessari per far penetrare di 45 cm nel terreno a fondo foro un tubo campionario di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante batteria di aste in testa sulle quali agisce un maglio del peso di 63.5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0,75 m.

Durante la prova si misura :

N 1= numero di colpi di maglio necessari a provocare l'avanzamento del campionario per i primi 15 cm

N 2= numero di colpi che provoca la penetrazione del campionario nei successivi 15 cm;

N 3= numero di colpi necessari per gli ultimi 15 cm di avanzamento.

Si assume come resistenza alla penetrazione il valore:  $NSPT = N2 + N3$

Si utilizzano le seguenti attrezzature standard:

Aste d'infissione del diametro esterno 50 mm e peso di 7 kg/m; Testa di battuta di acciaio avvitata sulle aste; Maglio di acciaio di 63,5 kg; Dispositivo automatico che consente la caduta del maglio da un'altezza di 0,76 m; Centratore di guida per le aste fra la testa di battuta e il piano campagna; Campionatore standard (detto Raymond dalla società che lo ha introdotto per prima). Si tratta di un tubo carotiere avente diametro esterno di 51 mm, spessore 16 mm e lunghezza complessiva comprendente scarpa e raccordo alle aste di 813 mm. Nei terreni ghiaiosi la scarpa del carotiere viene sostituita da una punta conica di diametro 51 mm e angolo 60°. Il campionatore Raymond consta di un tubo diviso longitudinalmente a metà, i due semitubi sono tenuti insieme, durante l'infissione, da una scarpa tagliente avvitata alla base e da un anello in testa. Alla fine della prova si svita la scarpa, il carotiere si apre in due permettendo di estrarre il campione di terreno.

Il direttore del laboratorio

Dott.geol. Umberto Lonardo

**GEO-TECNICA**  
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA  
Z.I. Ponte Valentino - 82100 BENEVENTO  
www.geo-tecnica.it

**Profondità:** 30,00 mt **Cassette:** n°6 **Quota p.c.---** data esecuzione: da 19/10/2022 al 19/10/2022 **Attrezzatura:** Tecnotunnel TS80  
**Tipo carotaggio:** continuo Ø 101 mm **Tipo carotiere:** semplice **Rivestimento:** Ø 127 mm a mt 1,5 **Operatore:** Rocco Marcarelli  
**Condizionamento foro e note:**

Scala 1:150

Profondità metri	Spess. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot 25 50 75	Camp. S=s Shelby O=Osterberg M=Mazier	Poket	H <sub>2</sub> O misure	SPT A= punta aperta C=punta chiusa	Nspt
1	0,8	0,8	Conglomerato bituminoso e massicciata costituita da inerti prevalentemente calcarei a spigoli vivi centimetrici.						
2	3,3	2,5	Limo debolmente argilloso di colore grigio-marrone, plastico con inclusi clasti sparsi di dimensioni millimetriche, umido al top. Struttura caotica.		2,5				
3				C1 S					
4				3,0					
5	5,8	2,5	Limo debolmente argilloso, raramente sabbioso, di colore giallastro con sfumature grigiastre e rari noduli giallastro-marroni, leggermente plastico. Solido-plastico. Presenza di minuti clasti biancastri millimetrici.						
6									
7									
8	10,2	4,4	Limo debolmente argilloso di colore grigio e grigio verdastro con abbondanza di clasti sparsi millimetrici a spigoli vivi. Leggermente umido. Con livelletti leggermente plastici. Solido-plastico.						
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21			Limo debolmente argilloso di colore grigio e grigio scuro con all'interno abbondanti clasti sparsi di natura prevalentemente calcarea da millimetrici a centimetrici (più rari) a spigoli vivi. Dopo i 16 metri si intercettano livelli argillo-marnosi talvolta scagliettati. Compatto, rara la presenza di livelletti a debole plasticità.		19,5				
22				C2 S					
23				20,0					
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30				30,0	Fine Foro				
31									
32									
33									

A  
Mt 6,0  
(14-15-11)

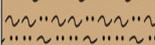
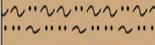
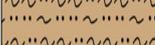
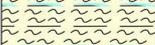
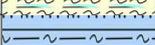
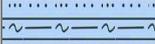
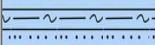
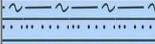
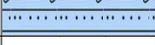
26

A  
Mt 20,0  
(29-21-Rif)

Rif

**Profondità:** 15,00 mt **Cassette:** n°3 **Quota p.c.---** **data esecuzione:** da 20/10/2022 al 20/10/2022 **Attrezzatura:** Tecnotunnel TS80  
**Tipo carotaggio:** continuo Ø 101 mm **Tipo carotiere:** semplice **Rivestimento:** Ø 127 mm a mt 1,5 **Operatore:** Rocco Marcarelli  
**Condizionamento foro e note:**

Scala 1:150

Profondità metri	Spess. metri	SIMBOLO	DESCRIZIONE LITOLOGICA	% Carot 25 50 75	Camp. S=s Shelby O=Osterberg M=Mazier	Poket	H <sub>2</sub> O misure	SPT A= punta aperta C=punta chiusa	Nspt
1	0,8		Conglomerato bituminoso e massicciata costituita da inerti prevalentemente calcarei a spigoli vivi centimetrici.						
2			Limo debolmente sabbioso ed argilloso di colore giallo-avana con livelli sabbiosi, molto umido al top e plastico.						
3									
4	4,0	3,2							
5			Limo debolmente argilloso, raramente sabbioso, di colore giallastro con sfumature grigiastre e rari noduli giallastro-marroni, leggermente plastico. Solido-plastico. Presenza di minuti clasti biancastri millimetrici.						
6									
7									
8									
9									
10									
11	10,4	6,4							
12			Limo debolmente argilloso di colore grigio e grigio scuro con livelli argillo-marnosi talvolta scagliettato, compatto.						
13									
14									
15	15,0	Fine Foro							
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									

## INDAGINE SISMICA MASW

### Ubicazione



### Normativa di riferimento

I disastrosi terremoti che negli ultimi anni hanno interessato l'Italia hanno determinato una riclassificazione sismica del territorio nazionale e una rivisitazione della normativa sismica che regola le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Le Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC 17 gennaio 2018<sup>1</sup>), la normativa tecnica europea (Eurocodici EC7<sup>2</sup> e EC8<sup>3</sup>) e le più avanzate normative internazionali<sup>4</sup> disciplinano la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche e la valutazione della sicurezza e degli interventi di adeguamento su edifici soggetti al medesimo tipo di azioni. Tali norme hanno lo scopo di assicurare che in caso di evento sismico sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile. Fra le novità più importanti della nuova normativa tecnica in materia di progettazione antisismica vi è l'estensione della zonazione sismica a tutto il territorio nazionale.

La necessità di investigare il sottosuolo ha indirizzato i ricercatori a studiare tecniche non invasive, e quindi economiche, veloci e pratiche, per effettuare caratterizzazioni sismostratigrafiche del sottosuolo. Per ottemperare a quanto prescritto dalla normativa vigente è necessario determinare le azioni sismiche previste su nuove costruzioni, ampliamenti e ristrutturazioni importanti che ricadono in zona sismica, attraverso la determinazione della  $V_{s,eq}$  in m/s (velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio). A tale parametro vengono attribuiti intervalli di variazione a cui corrispondono differenti categorie di sottosuolo (§ 3.2.2 NTC 2018). Il parametro  $V_{s,eq}$  è calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$

dove:

$V_{s,i}$ : velocità delle onde di taglio nell' i-esimo strato

<sup>1</sup> Decreto del Ministero delle Infrastrutture 17 gennaio 2018, pubblicato sul supplemento ordinario n. 42 del 20 febbraio 2018

<sup>2</sup> CEN 1994, Geotechnical Design. General Rules. European Committee for Standardisation (CEN), Eurocode 7 Part 1.

<sup>3</sup> CEN 2003, Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. Final Draft, prEN 1998-1, Brussels;

<sup>4</sup> CEN 2004, Design of structures for earthquake resistance - Part 3: Assessment and retrofitting for buildings. Draft No 7, prEN 1998-3, Brussels.

<sup>5</sup> Applied Technology Council, 1996, Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings. Volume 1. California;

ACI 318. Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary. American Concrete Institute. Michigan, 2000;

Standards New Zealand. The design of concrete structures. NZS 3101. Wellington, 1995;

Canada Standards. The design of concrete structures. CSA-A23.3-04. Canada, 2005.



**GEO-TECNICA**  
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

GEO-TECNICA SRL – società con socio Unico- Zona Industriale. Ponte Valentino  
82100 Benevento www.geo-tecnica.it e-mail: informazioni@geo-tecnica.it

**Accettazione n° 1796 del 17.10.2022**

**Richiedente:** dott. Geol. Fioravante Bosco

**Committente:** ASEA-Agenzia Sannita Energia Ambiente

**Progetto:** Indagini geognostiche e geotecniche per la progettazione dell'adeguamento/rifacimento della casa di guardia diga di Campolattaro.

**Località:** Diga di Campolattaro -Comune di Campolattaro (BN)

**Data esecuzione:** 24.10.2022

**Rapporto di prova:** n° 1043 del 25.10.2022

hi: spessore in metri dello strato i-esimo

N: numero di strati

H: profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

La determinazione della  $V_{s,eq}$  avviene attraverso specifiche indagini geofisiche che si basano sulla propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo.

In generale, le indagini sismiche si dividono in attive e passive. Le prime consistono nella generazione di onde sismiche che si propagano nel sottosuolo in seguito ad una energizzazione, che avviene tramite massa battente o scoppio, in un punto sorgente. Le onde generate vengono successivamente registrate da geofoni, rilevatori del moto del suolo, disposti lungo una linea sismica. Le indagini sismiche passive, invece, sono caratterizzate dalla registrazione del rumore sismico generato da sorgenti naturali e/o artificiali (rumore antropico).

#### **Indagine sismica con tecnica "MASW"**

L'indagine sismica di tipo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è un'indagine di recente sviluppo (Park et al. 1999<sup>5</sup>) e consente di ricavare il valore della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) in maniera indiretta. I vantaggi di questa tecnica risiedono nella sua velocità di esecuzione e nel fatto che si tratta di una indagine non invasiva (poiché non necessita di perforazioni per l'esecuzione della prova stessa). A seguito della facile trattazione analitica delle onde P, in passato i ricercatori hanno preferito concentrarsi sulle onde di volume, finendo per considerare le onde superficiali solo come un inutile disturbo. Recenti studi (Miller et al. 1999<sup>6</sup>, Xia et al., 1999<sup>7</sup>) hanno consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde di Rayleigh, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione. L'analisi di questo tipo di onde sismiche attraverso la tecnica MASW viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale nel dominio delle frequenze. L'osservazione dello spettro consente di notare che le onde superficiali si propagano a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa: questo fenomeno è detto *dispersione* ed è caratteristico di questo tipo di onde. Poiché generalmente la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenta con la profondità, alle frequenze più basse delle onde di superficie (lunghezze d'onda maggiori) corrispondono velocità maggiori, caratteristiche degli strati più profondi, mentre le frequenze più alte (lunghezze d'onda minori) saranno caratterizzate da una velocità di propagazione più bassa, che dipende dalle caratteristiche degli strati più superficiali. La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta *curva di dispersione*, che associa ad ogni frequenza una velocità di propagazione dell'onda.

La curva di dispersione, in realtà, può non essere così facile da estrarre, questo perché dipende molto dalla qualità dei dati e da quanto disturbano gli altri segnali presenti nel sismogramma. La curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con una curva di dispersione teorica relativa ad un modello di sottosuolo che dipende dai parametri  $V_p$ ,  $V_s$ , Poisson e densità (profilo 1D). La variazione dei parametri che individuano il modello teorico di sottosuolo porterà all'individuazione di diverse curve di dispersione teoriche che verranno confrontate con quella sperimentale. Il miglior modello teorico di sottosuolo che meglio interpreta i dati è quello che produce la curva teorica che mostra la minima differenza con la curva sperimentale (best fit-minimo misfit). La procedura MASW può sintetizzarsi, quindi, in tre stadi distinti: acquisizione dei dati sperimentali, estrazione della curva di dispersione; inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  (profilo 1D), che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità.

#### **Strumentazione utilizzata per tecnica MASW**

L'indagine viene condotta mediante l'utilizzo del sismografo 12S24P della PASI srl (via Galliani 5/E TORINO) a 24 bit a 24 canali. Il sismografo 24 bit per prospezione sismica si distingue per la piattaforma di acquisizione dati di ultima generazione unita al sistema operativo di uso intuitivo e organizzato in menu navigabili con funzioni differenti in base al tipo di sondaggio sismico selezionato mediante un semplice tocco sul monitor touch screen a colori di grandi dimensioni. Caratteristica principale di questa serie di sismografi è la risoluzione di 24 bit effettivi per ogni singolo canale. L'adozione di tale architettura rende ideale il 12S24P per tutte le tipologie di prospezione sismica attiva e passiva. Grazie alla grande versatilità ed alle numerose procedure automatiche di verifica pre-acquisizione dalla corretta connessione dei geofoni fino all'analisi della rumorosità di fondo del sito investigato, l'acquisizione dati risulta sempre particolarmente agevole ed alla portata di tutti, inoltre è possibile effettuare una prima analisi dei dati acquisiti, anche per singola onda, direttamente in campagna, visualizzando con poche e semplici operazioni i dati relativi alle velocità in ogni singolo punto dell'onda esaminata. Il salvataggio dei dati avviene su hard disk interno a stato solido, per una maggiore sicurezza dei dati, oppure su memoria USB esterna.

Tale strumento, compatto e versatile, è stato progettato e realizzato appositamente per eseguire indagini di prospezione

<sup>5</sup> Park C.B., Miller R.D., Xia J. 1999. Multichannel analysis of surface waves (MASW), *Geophysics* Vol. 64, pp 800 - 808.

<sup>6</sup> Miller R.D., Xia J., Park C.B., Ivanov J. 1999. Multichannel analysis of surface waves to map bedrock, *Leading Edge* 18, pp 1392 - 1396.

<sup>7</sup> Xia J., Miller R.D. and Park C.B. 1999b. Evaluation of the MASW technique in unconsolidated sediments; technical program with biographies. SEG, 69th Annual Meeting Houston, Texas, pp 437-440.



INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

GEO-TECNICA SRL – società con socio Unico- Zona Industriale. Ponte Valentino  
82100 Benevento [www.geo-tecnica.it](http://www.geo-tecnica.it) e-mail: [informazioni@geo-tecnica.it](mailto:informazioni@geo-tecnica.it)

**Accettazione n° 1796 del 17.10.2022**

**Richiedente:** dott. Geol. Fioravante Bosco

**Committente:** ASEA-Agenzia Sannita Energia Ambiente

**Progetto:** Indagini geognostiche e geotecniche per la progettazione dell'adeguamento/rifacimento della casa di guardia diga di Campolattaro.

**Località:** Diga di Campolattaro -Comune di Campolattaro (BN)

**Data esecuzione:** 24.10.2022

**Rapporto di prova:** n° 1043 del 25.10.2022

sismica convenzionali (rifrazione, riflessione) e non convenzionali [Re.Mi. (Refraction Microtremor) - M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) - S.A.S.W. (Spectral Analysis of Surface Waves)].

Tali indagini risultano particolarmente adatte in aree fortemente antropizzate (aree urbane e industriali) con notevole presenza di rumore di fondo (noise). La sorgente sismica è costituita da una mazza battente (peso di 8kg che batte su una piastra in alluminio). Come trigger/starter è stato utilizzato un geofono verticale a 10 Hz, posto in prossimità della piastra posizionata a diverse distanze dal primo geofono. Le oscillazioni del suolo sono state rilevate da geofoni verticali (Geospace-4.5Hz) posizionati lungo il profilo di indagine

I segnali sismici acquisiti sono stati successivamente elaborati con appositi programmi (Geopsy-Dinver) per la determinazione della sismostratigrafia del sottosuolo.

Il direttore del laboratorio

Dott. Geol. Umberto Lonardo



GEO-TECNICA SRL – società con socio Unico- Zona Industriale. Ponte Valentino  
82100 Benevento [www.geo-tecnica.it](http://www.geo-tecnica.it) e-mail: [informazioni@geo-tecnica.it](mailto:informazioni@geo-tecnica.it)

**Accettazione n° 1796 del 17.10.2022**

**Richiedente:** dott. Geol. Fioravante Bosco

**Committente:** ASEA-Agenzia Sannita Energia Ambiente

**Progetto:** Indagini geognostiche e geotecniche per la progettazione dell'adeguamento/rifacimento della casa di guardia diga di Campolattaro.

**Località:** Diga di Campolattaro -Comune di Campolattaro (BN)

**Data esecuzione:** 24.10.2022

**Rapporto di prova:** n° 1043 del 25.10.2022

## **Premessa**

Il sottoscritto dott. geol. Giuseppe Pasquale, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 2319, veniva incaricato dalla GEO-TECNICA srl con sede alla Z.I. Ponte Valentino-Benevento di eseguire la caratterizzazione sismica nel Comune di Campolattaro (BN), località diga di Campolattaro, per i lavori di Indagini geognostiche e geotecniche per la progettazione dell'adeguamento/rifacimento della casa di guardia diga di Campolattaro. La ditta committente è rappresentata da ASEA-Agenzia Sannita Energia Ambiente.

Obiettivo della presente relazione geofisica è quello di definire secondo quanto previsto dalla normativa vigente in materia il parametro  $V_{s,eq}$  attraverso la stima delle velocità dei terreni con l'esecuzione di n. 1 prova sismica di tipo MASW mediante la caratterizzazione dinamica del sottosuolo con l'individuazione delle principali unità sismostratigrafiche e delle relative proprietà elastiche.

Di seguito vengono riportati i risultati delle elaborazioni dell'indagine eseguita.

- Prova sismica superficiale MASW: rapporto di prova n° 1043 del 25.10.2022

## Acquisizione ed elaborazione dei dati MASW

La geometria (Figura 1) e la modalità di acquisizione dei dati ( Tabella 1) sono riportate di seguito:

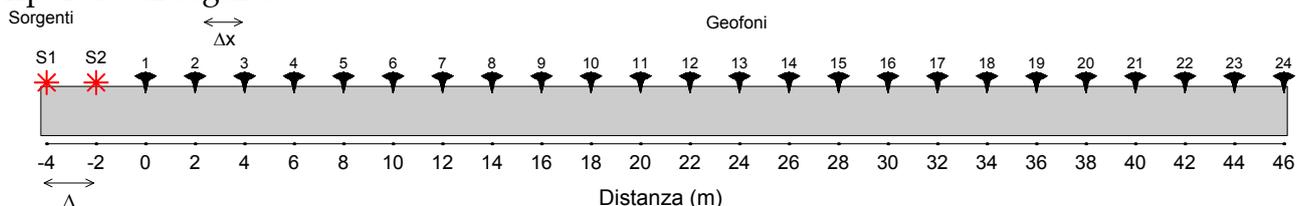


Figura 1: schema della geometria di acquisizione. Tabella 1: caratteristiche di acquisizione dei dati

<b>Numero geofoni</b>	<b>24</b>
<b>Tipo di geofono</b>	<b>Verticale</b>
<b>Frequenza propria dei geofoni (Hz)</b>	<b>4,5</b>
<b>Distanza intergeofonica <math>\Delta x</math> (m)</b>	<b>2,0</b>
<b>Lunghezza stendimento sismico (m)</b>	<b>46</b>
<b>Frequenza di campionamento (Hz)-MASW</b>	<b>1000</b>
<b>Intervallo di acquisizione (ms)-MASW</b>	<b>0.001</b>
<b>Tipo di starter</b>	<b>Meccanico</b>
<b>Tipo di energizzazione</b>	<b>Meccanico</b>

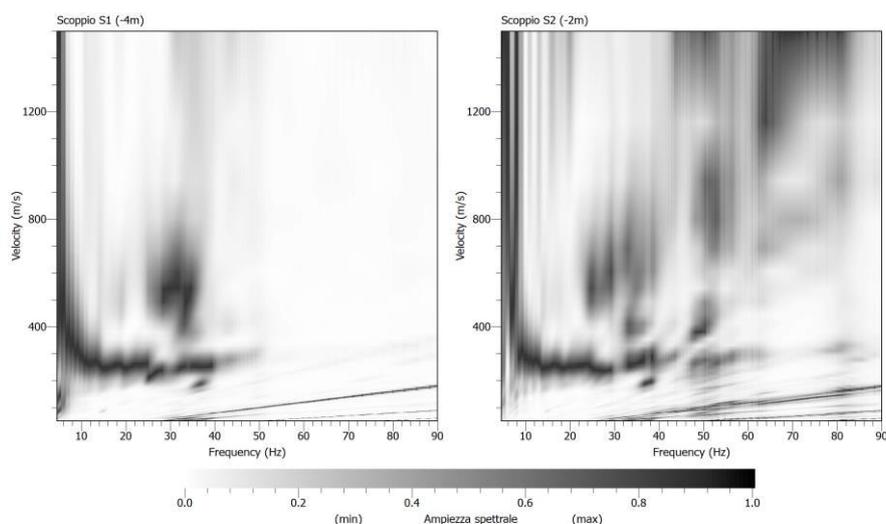
Durante la fase di acquisizione sono stati eseguiti due shots con diversi offstes (vedi Tabella 2) per valutare la stabilità della curva di dispersione sperimentale apparente, necessaria per verificare l'assenza di variazioni laterali, fondamentale prima di eseguire la fase di inversione 1D.

Tabella 2: schema energizzazione.

<b>Numero di energizzazioni</b>	<b>2*</b>
<b>Scoppio S1</b>	<b>S<sub>1</sub>= -4,0 (m)</b>
<b>Scoppio S2</b>	<b>S<sub>2</sub>= -2,0 (m)</b>

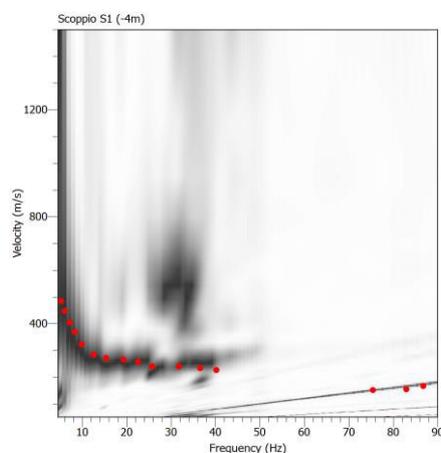
\*la posizione dei punti sorgente è riportata in Figura 1.

L'analisi è stata condotta nel dominio delle frequenze attraverso la determinazione dello spettro f-k (Figura 2), piccando con una procedura manuale i massimi all'interno dello spettro. La curva di dispersione presenta la migliore definizione nell'intervallo 4,5-90 Hz.



**Figura 2: curve di dispersione ottenute per i due scoppi realizzati.**

Attraverso una procedura manuale sono stati piccati i massimi (punti in rosso in Figura 3) all'interno dello spettro relativo allo scoppio S1 (in quanto la relativa curva di dispersione risulta essere meglio definita all'interno del range di frequenza considerato) e la curva di dispersione così ottenuta è stata utilizzata successivamente per il processo di inversione.



**Figura 3. Picking della curva di dispersione relativa allo scoppio S1. I punti in rosso rappresentano i massimi relativi al modo di vibrazione riconosciuto.**

La procedura di inversione, effettuata utilizzando il software "Dinver", prevede che il modello teorico sia costituito da una sequenza di n strati, poggianti su un semispazio, ognuno dei quali caratterizzato da un intervallo dei parametri  $V_p$ ,  $V_s$ , Poisson, densità e spessore. Nell'inversione a ciascun run corrispondono 100 iterazioni, ognuna delle quali costituita da 50 modelli generati in modo random. Per ogni modello viene calcolato il minimo misfit associato alla curva di dispersione teorica confrontata con quella sperimentale. L'errore accettabile deve essere inferiore al 10%, a cui corrisponde un misfit minore di 1. Nella Tabella 3 si riportano i parametri utilizzati nella procedura di inversione.

Tabella 3

Parametri di inversione	
Numero di run	4
Iterazione per ciascun run	100
Modelli generati per ciascun run	5050
Modelli totali generati	20200
Minimo misfit	0,0272

In Figura 4 sono riportate le curve di dispersione teoriche e i corrispondenti modelli di velocità delle onde P ed S. In rosso sono indicati la curva e il modello che presentano il minor misfit, unitamente agli intervalli minimo e massimo di variabilità dei parametri dei modelli.

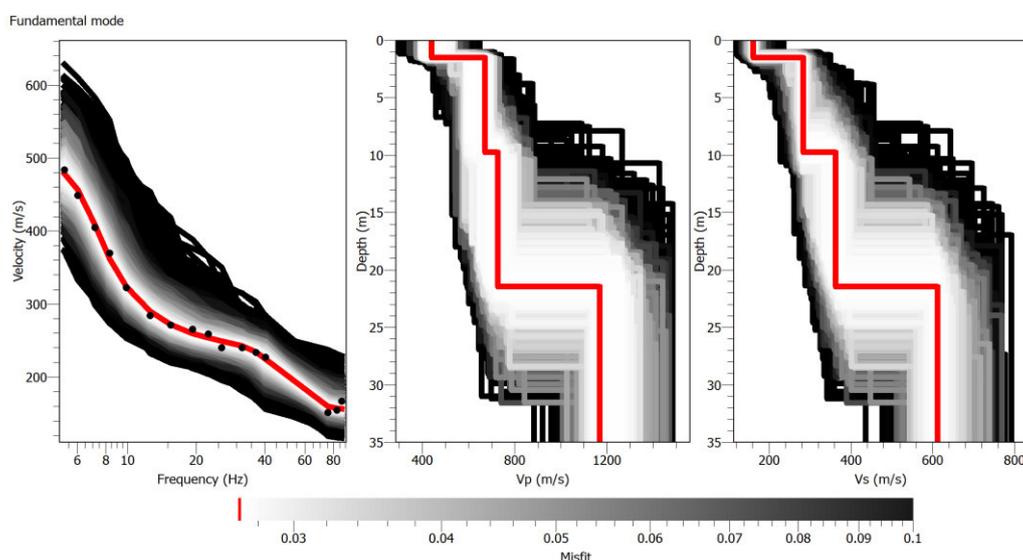


Figura 4: curve di dispersione e modelli di velocità ottenuti dalla procedura d'inversione.

Inoltre, per ottemperare a quanto previsto dalla vigente normativa sismica (NTC 2018), si riporta il profilo di velocità delle onde S (con minimo misfit) fino alla profondità di 35 m dall'attuale piano campagna.

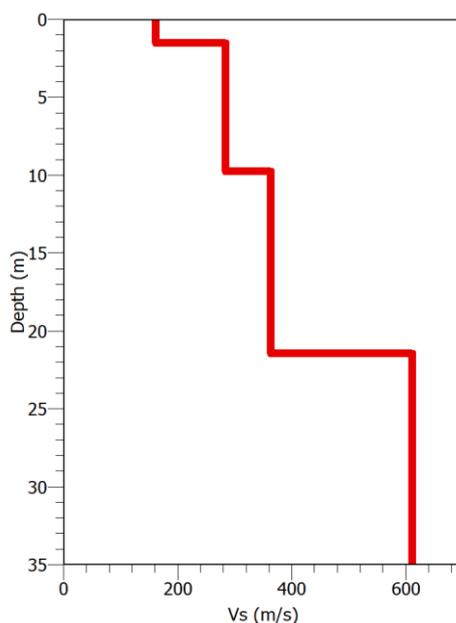


Figura 5: modello di velocità delle onde S (con minimo misfit) utilizzato per il calcolo della Vs,eq.

A partire dalle velocità delle onde di volume, è possibile dedurre, attraverso l'uso di semplici relazioni<sup>8</sup>, i parametri dinamici del sottosuolo riportati in Tabella 4.

$$^8 G = V_s^2 * \rho$$

$$K = \rho * (V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2)$$

$$E = V_s^2 * \rho \left[ \frac{3V_p^2 - 4V_s^2}{V_p^2 - V_s^2} \right]$$

$$\nu = \left[ \frac{1}{2} \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 \right] * \left[ \left( \frac{V_p}{V_s} \right)^2 - 1 \right]^{-1}$$

Carrara E., Rapolla A., Roberti N. "Le indagini geofisiche per lo studio del sottosuolo: metodi geoelettrici e sismici". Liguori Editore, 1992

**Tabella 4: parametri dinamici del sottosuolo calcolati fino a 30 m dal p.c.**

Strato	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Poisson $\nu$	Modulo di taglio G (kPa)	Modulo di Young E (kPa)	Modulo di incompressibilità K (kPa)
1	1,60	441	162	1500	0,42	39366	111957	239234
2	8,30	672	285	1600	0,39	129960	361378	549254
3	11,70	727	364	1800	0,33	238493	635689	633362
4	8,40	1170	614	1900	0,31	716292	1876634	1645853

Ai sensi del DM 17 gennaio 2018, si riporta il valore della Vs,eq (con H=30m) riferito all' attuale piano campagna.

Profondità (m)	Vs,eq (m/s)
0-30	354

## Conclusioni

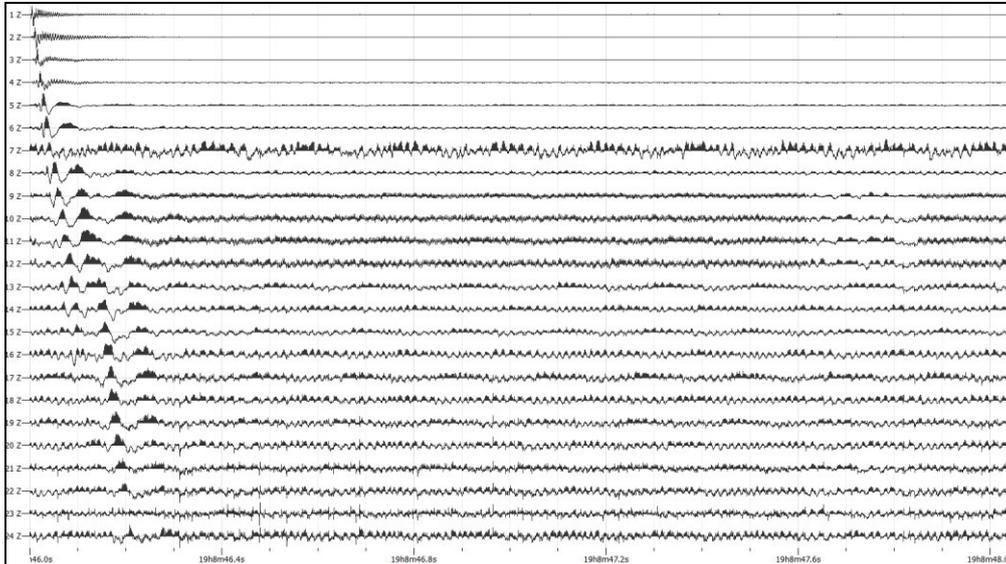
L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della  $V_s$  e, di conseguenza, del parametro  $V_{s,eq}$ , risultato essere pari a 354 m/s.

In riferimento alla Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni si riportano le categorie di sottosuolo di riferimento distinte in funzione del parametro  $V_{s,eq}$ \* (Tabella 5).

**Tabella 5: Categorie di sottosuolo (Tabella 3.2.II NTC 2018)**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

\* La classificazione del terreno è di pertinenza dell'utente che ne deve valutare la tipologia sulla base della normativa vigente (NTC 2018) tenendo conto della locale successione stratigrafica. Si ricorda che per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal parametro  $V_{s,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella espressione [3.2.1] del § 3.2.2 NTC 2018 e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

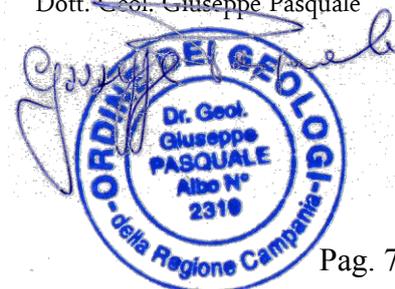


Tracce MASW



Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo sperimentatore incaricato  
Dott. Geol. Giuseppe Pasquale



## INDAGINE SISMICA

### HVSR

#### Ubicazione



#### **Strumentazione utilizzata per tecnica HVSR**

L'indagine è stata condotta mediante l'utilizzo del sismografo GEA24 24, della PASI srl (via Galliari 5/E TORINO, con canali a 24 bit (con PC esterno) adatto a RIFRAZIONE, RIFLESSIONE SUPERFICIALE, ONDE DI SUPERFICIE (MASW, Re.Mi.,  $V_{s,eq}$ , MAAM, ESAC, ecc.) HVSR/VIBRAZIONI, DOWNHOLE, CROSSHOLE. I dati sono stati acquisiti utilizzando il Geofono 3D "3DLG-2". Il posizionamento della terna di geofoni è stato realizzato dopo la rimozione della vegetazione in corrispondenza del punto di misura. La coppia di geofoni che registrano la componente orizzontale è orientata secondo le direzioni N-E.

I parametri di acquisizione scelti in fase di registrazione sono: frequenza di campionamento pari a 250 Hz e un tempo totale di acquisizione pari a 20 minuti.

Il direttore del laboratorio

Dott. Geol. Umberto Lonardo



INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

GEO-TECNICA SRL – società con socio Unico- Zona Industriale. Ponte Valentino  
82100 Benevento [www.geo-tecnica.it](http://www.geo-tecnica.it) e-mail: [informazioni@geo-tecnica.it](mailto:informazioni@geo-tecnica.it)

**Accettazione n° 1796 del 17.10.2022**

**Richiedente:** dott. Geol. Fioravante Bosco

**Committente:** ASEA-Agenzia Sannita Energia Ambiente

**Progetto:** Indagini geognostiche e geotecniche per la progettazione dell'adeguamento/rifacimento della casa di guardia diga di Campolattaro.

**Località:** Diga di Campolattaro -Comune di Campolattaro (BN)

**Data esecuzione:** 24.10.2022

**Rapporto di prova:** n° 1044 del 25.10.2022

## Premessa

Il sottoscritto dott. geol. Giuseppe Pasquale, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 2319, veniva incaricato dalla GEO-TECNICA srl con sede alla Z.I. Ponte Valentino-Benevento di eseguire la caratterizzazione sismica nel Comune di Campolattaro (BN), località diga di Campolattaro, per i lavori di Indagini geognostiche e geotecniche per la progettazione dell'adeguamento/rifacimento della casa di guardia diga di Campolattaro. La ditta committente è rappresentata da ASEA-Agenzia Sannita Energia Ambiente.

Obiettivo della presente relazione geofisica è quello di definire i rapporti spettrali H/V caratteristici del sito in esame attraverso un'acquisizione dei microtremori con l'esecuzione di una prova di sismica PASSIVA SUPERFICIALE DI TIPO HVSR

Di seguito vengono riportati i risultati delle elaborazioni dell'indagine eseguita.

- Prova passiva tipo HVSR: rapporto di prova n. 1044 del 25.10.2022

## ANALISI DEI DATI DI RUMORE SISMICO

Per applicare il metodo dei rapporti spettrali H/V si è usufruito del software Geopsy (M. Whatelet, 2002-2007).

L'analisi spettrale ha seguito la procedura descritta di seguito:

- Calcolo dello spettro di ampiezza per ciascuna componente e per ciascuna finestra mediante algoritmo FFT e tapering tramite funzione cosenoidale;
- Smoothing tramite funzione di Konno & Ohmachi (1998);
- Calcolo della media geometrica tra le componenti orizzontali N-S e E-W;
- Calcolo dei rapporti spettrali H/V su tutte le finestre;
- Calcolo della media dei rapporti spettrali H/V calcolati per ciascuna finestra;
- Stima degli errori sui rapporti spettrali.

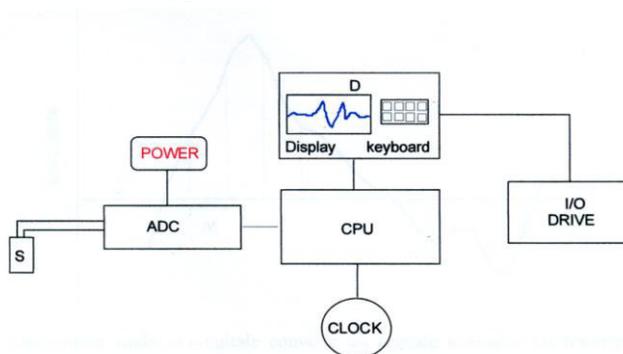
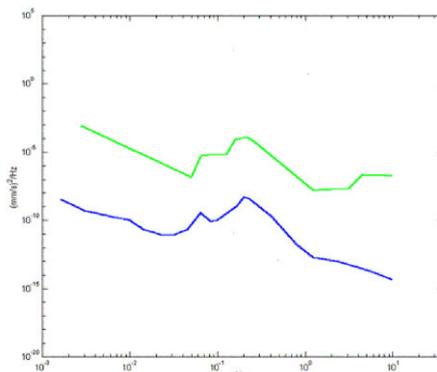


Figura 1. schema di stazione sismica (S: sismometro, POWER: alimentazione, ADC: convertitore analogico/digitale, CPU: Central Processing Unit, I/O: Input/Output e sistema archiviazione dati, CLOCK: sistema del tempo (antenna GPS), D: sistema di visualizzazione d

## SORGENTE DEL RUMORE

Il rumore sismico ambientale, presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Si chiama anche microtremore in quanto riguarda oscillazioni molto piccole ( $10^{-15}$  [m/s<sup>2</sup>]<sup>2</sup> in termini di accelerazione), molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo vicino.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva. Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale, in assenza di vento, lo spettro infrequenza del rumore di fondo, presenta l'andamento illustrato in figura a lato, dove la curva bassa rappresenta il rumore di fondo 'minimo' di riferimento secondo il servizio geologico statunitense (USGS) mentre la curva superiore rappresenta il 'massimo' di tale rumore, e dove i picchi a 0.14 e 0.07 Hz sono comunemente interpretati come originati dalle onde oceaniche.



Tali componenti spettrali vengono attenuate molto poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A tale andamento generale, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie o anche il semplice passeggiare di una persona) e naturali che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce.

#### EFFETTI DI PERCORSO

Nel tragitto dalla sorgente  $s$  al sito  $x$  le onde elastiche (sia di terremoto che di microtremore) subiscono riflessioni, rifrazioni, intrappolamenti per fenomeni di guida d'onda, attenuazioni che dipendono dalla natura del sottosuolo attraversato. Questo significa che, se da un lato l'informazione relativa alla sorgente viene persa e non sono più applicabili le tecniche della sismica classica di "ray tracing", è presente comunque una parte debolmente correlata nel segnale che può essere estratta e che contiene le informazioni relative al percorso del segnale ed in particolare relative alla struttura locale vicino al sensore. Dunque, anche il debole rumore sismico, che tradizionalmente costituisce la parte di segnale scartata dalla sismologia classica, contiene informazione. Questa informazione è però 'sepolta' all'interno del rumore casuale e può essere estratta attraverso tecniche opportune. Una di queste è la tecnica dei rapporti spettrali o, semplicemente, HVSR.

#### DEFINIZIONI - TECNICA IMPIEGATA

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo a partire dagli spettri del rumore sismico registrati in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è la tecnica dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (HVSR), applicata da Nogoshi e Igarashi (1970). Il metodo fu in seguito reso popolare principalmente da Nakamura (1989) come strumento per la determinazione dell'amplificazione sismica locale. Mentre su questo punto non è ancora stato raggiunto consenso, è invece

ampiamente riconosciuto che l'HVSR è in grado di fornire stime affidabili delle frequenze principali di risonanza dei sottosuoli. Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può (1-D). Considerando un sistema in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità ( $\rho_1$  e  $\rho_2$ ) e le diverse velocità delle onde sismiche ( $V_1$  e  $V_2$ ), un'onda che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente ( $\lambda$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore  $h$  del primo strato. In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza ( $f_r$ ) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a

$$f_r = V_{P1}/(4 h) \quad [1]$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$f_r = V_{S1}/(4 h) \quad [2]$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore  $h$  degli strati. Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per il contenuto in frequenza, la risposta strumentale e l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto. La normalizzazione, che rende più semplice l'interpretazione del segnale, è alla base della popolarità del metodo. Rileviamo inoltre come i microtremori siano solo in parte costituiti da onde di volume, P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh (Lachet e Bard, 1994).

Tuttavia ci si può ricondurre alla risonanza delle onde di volume poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S. L'applicabilità pratica della semplice formula [2] è stata già dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico (Gallipoli et al., 2000; Mucciarelli e Gallipoli, 2001; Castellaro et al., 2005). Poiché la situazione illustrata è tipica delle coltri sedimentarie sovrastanti basamenti rocciosi, il metodo HVSR è parso immediatamente applicabile alla determinazione dello spessore delle coltri sedimentarie (si veda Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

#### PROCEDURA DI ANALISI DATI.

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

1. le curve HVSR secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), con parametri:
  - larghezza delle finestre d'analisi 20 s,

- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
  - rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine/media a lungo termine) superiore a 2
  - rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
2. Le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1.
  3. Le profondità  $h$  delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula [3] in cui "V0" è la velocità al tetto dello strato, "a" un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e "v" la frequenza fondamentale di risonanza (Ibs-Von Seht e Wohlenberg, 1999).

$$h = \left[ \frac{V_0(1-a)}{4v} + 1 \right]^{1/(1-a)} - 1 \quad [3]$$

#### ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI SISMICA PASSIVA (HVSr)

Nell' area in esame è stata eseguita n° 1 stazione di misura, per un tempo di acquisizione di 20'. In allegato si riporta l'elaborazione eseguita con il software GEOEXPLORER HVSr 2.2.3 della SARA electronic instruments srl (Perugia).

I dati di prima restituzione sono rappresentati dai valori di frequenza caratteristica del sito di rilevamento, che costituisce la "frequenza di risonanza" dello strato delle "coperture" sotteso da una soluzione di rigidità con elevato contrasto di impedenza, per il quale assume valore massimo il rapporto tra gli spettri delle componenti orizzontale e verticale del moto del suolo H/V (Horizontal to Vertical Ratio).

Lo spessore del sedimento sotteso alla soluzione di continuità caratteristica del sito e qualificata dal contrasto di impedenza di maggiore rilievo può essere determinata attraverso abachi che relazionano la frequenza di sito con un ordine di grandezza della profondità della soluzione di rigidità, come riportato di seguito.

$f_0$ (Hz)	$h$ (m)
< 1	> 100
1 - 2	100 - 50
2 - 3	50 - 30
3 - 5	30 - 20
5 - 8	20 - 10
8 - 20	10 - 5
> 20	< 5

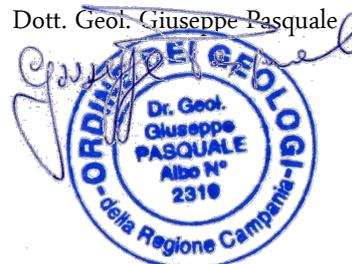
Nel caso in esame il picco ritrovato soddisfa i criteri di validità dello stesso, per cui è possibile ipotizzare l'assenza in profondità di un contrasto di impedenza sismica tale da generare fenomeni di amplificazioni sismiche.

Di seguito i risultati delle elaborazioni.



Il direttore del laboratorio  
Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo sperimentatore incaricato  
Dott. Geol. Giuseppe Pasquale



## SIGNAL AND WINDOWING

*Sampling frequency:* 250 Hz

*Recording start time:* 2022/10/24 10:05:06

*Recording length:* 20 min

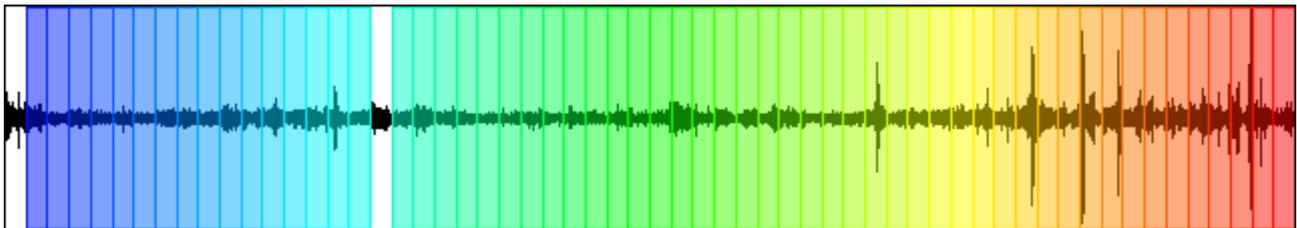
*Windows count:* 58

*Average windows length:* 20

*Signal coverage:* 96.67%

880  $\mu$ Count

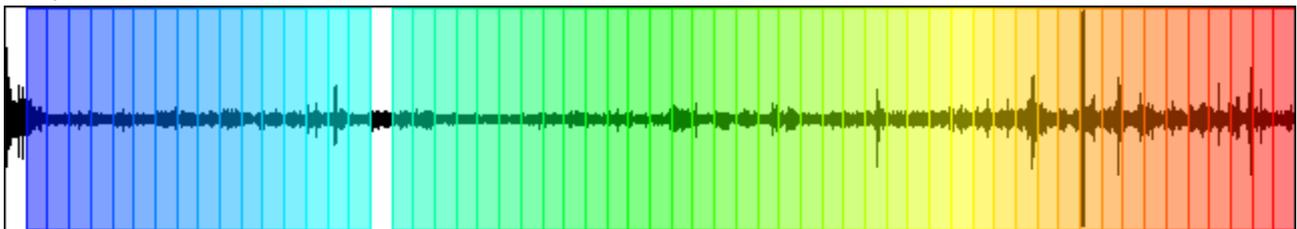
CHANNEL #1 []



-837  $\mu$ Count

798  $\mu$ Count

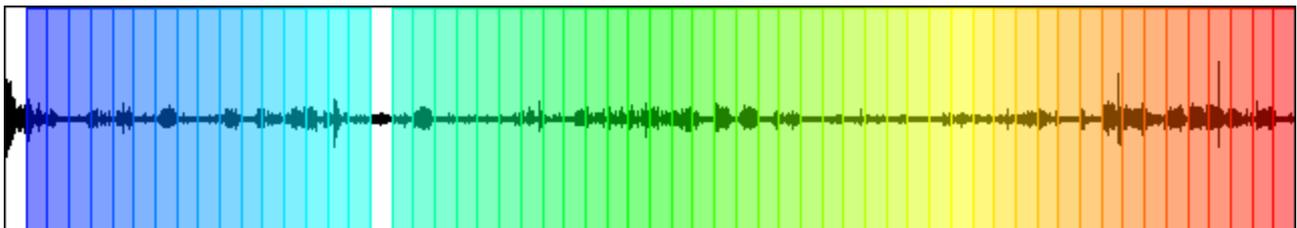
CHANNEL #2 []



-765  $\mu$ Count

2.06 mCount

CHANNEL #3 []



-1.46 mCount

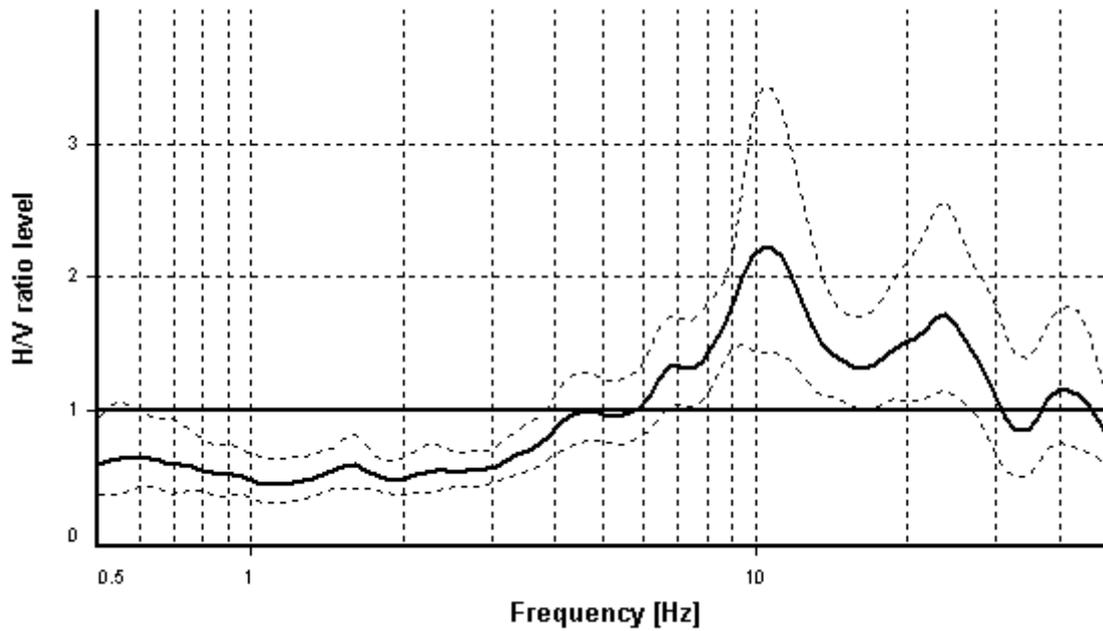
## HVSR ANALYSIS

*Tapering:* Enabled (Bandwidth = 5%)

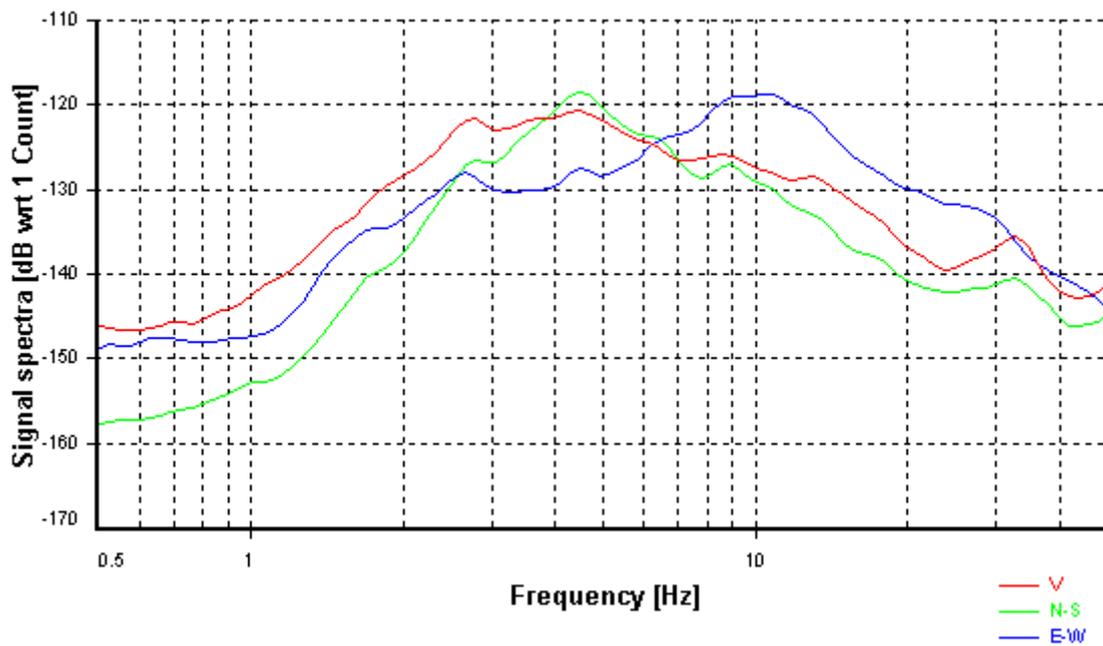
*Smoothing:* Konno-Ohmachi (Bandwidth coefficient = 40)

*Instrumental correction:* Disabled

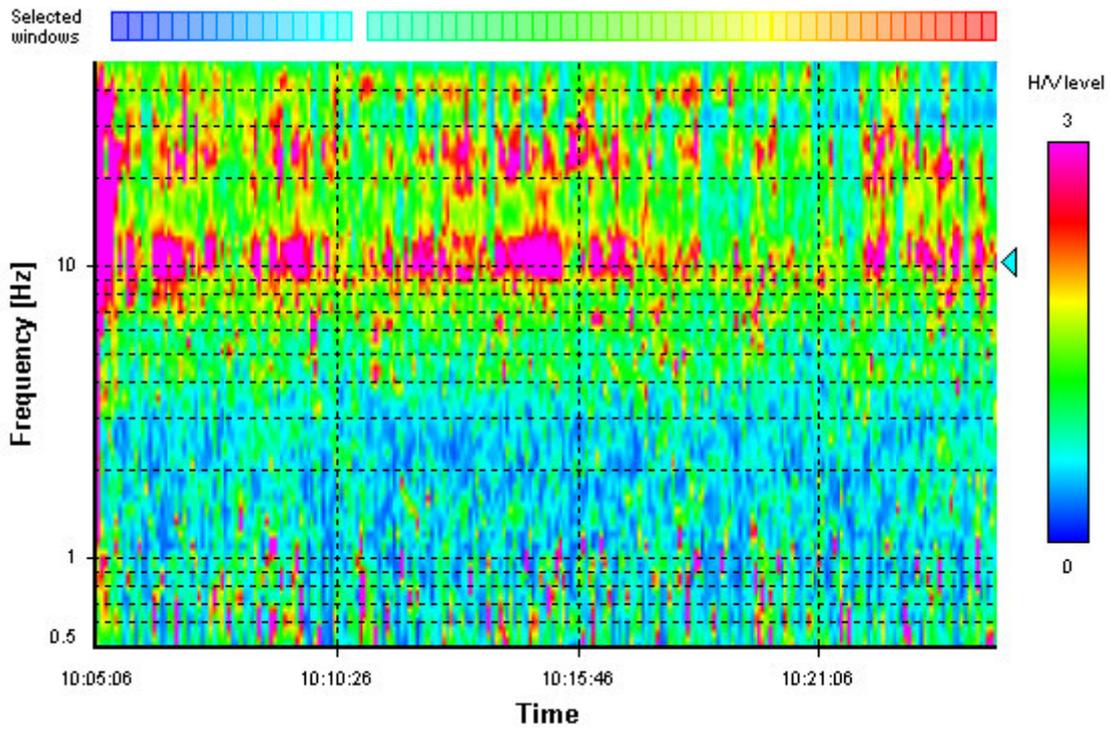
### HVSR average



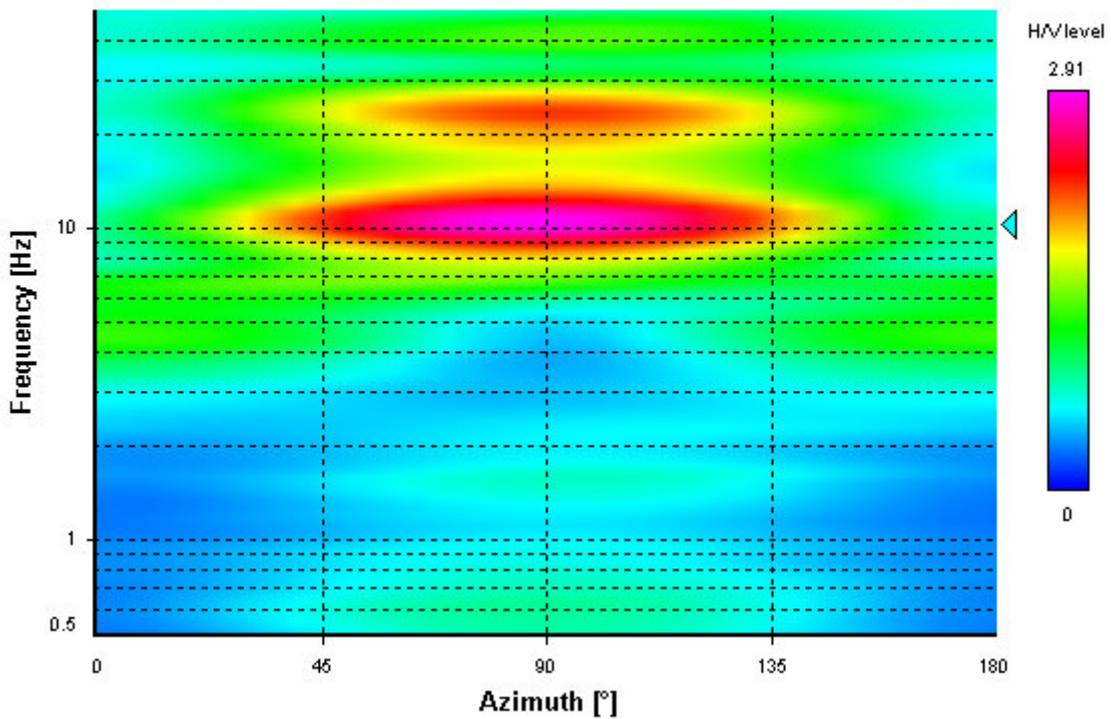
### Signal spectra average



## HVSR time-frequency analysis (5 seconds windows)



## HVSR directional analysis



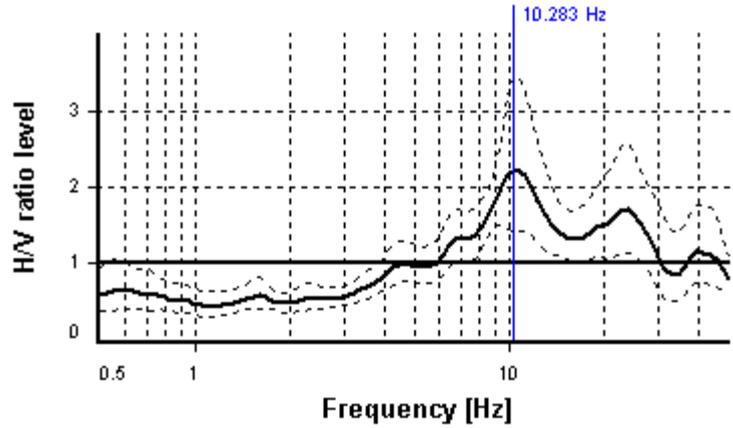
## SESAME CRITERIA

**Selected  $f_0$  frequency**

**10.283 Hz**

**$A_0$  amplitude = 2.212**

**Average  $f_0 = 10.236 \pm 0.955$**



HVSR curve reliability criteria		
$f_0 > 10 / L_w$	58 valid windows (length > 0.97 s) out of 58	OK
$n_c(f_0) > 200$	11927.77 > 200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$	Exceeded 0 times in 29	OK
HVSR peak clarity criteria		
$\exists f$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	5.88406 Hz	OK
$\exists f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	29.97421 Hz	OK
$A_0 > 2$	2.21 > 2	OK
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	8.88% > 5%	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.95483 $\geq$ 0.51413	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.54465 < 1.58	OK
<b>Overall criteria fulfillment</b>		<b>NO</b>

Accettazione Prove Terre n. 590  
del 20 Ottobre 2022

Certificati di Prova da n° 1668 a n°1682.

*Spett.le*  
**DOTT. GEOL. FIORAVANTE BOSCO**

**Committente: ASEA – AGENZIA SANNITA ENERGIA AMBIENTE**

**“INDAGINI GEOGNOSTICHE,  
GEOTECNICHE E SISMICHE PER  
ADEGUAMENTO/MIGLIORAMENTO  
DELLA CASA DI GUARDIA DIGA DI  
CAMPOLATTARO”**

**Loc: Diga di Campolattaro**

**Comune di Campolattaro (BN)**

LABORATORIO PROVE SU TERRE E ROCCE



Questo LABORATORIO PROVE SU TERRE e ROCCE, attrezzato con apparecchiature normalizzate ASTM+AASHTO, ha esaminato i campioni indisturbati di terreno prelevati in data 19-20/10/2022 dai nostri tecnici settore geognostica nel sito di cui i lavori ne sono oggetto.

Su di essi sono state eseguite, come richiesto, complessivamente:

- n° 3 Apertura del Campione Indisturbato e relativa Identificazione Visiva;
- n° 3 Determinazione delle Costanti Fisiche Generali;
- n° 2 Determinazione dei Limiti ed Indici di consistenza;
- n° 3 Analisi Granulometrica con vagli ASTM e Densitometria;
- n° 3 Prova di Taglio Diretto drenato consolidato;
- n° 2 Prova di Compressione Edometrica con 7 gradini di carico e 3 di scarico;
- n° 2 Prova di Compressione ad Espansione Laterale Libera.

Gli esiti sono riportati nei Certificati di prova allegati, da n° 1668 a n° 1682.

Tanto dovevasi.

*Benevento, 08 Novembre 2022.*

Il Direttore del Laboratorio:



Dot. Geol. Umberto Lonardo

<b>RIEPILOGO PROVE LABORATORIO CAMPOLATTARO</b>			
CAMPIONI	S1C1	S1C2	S2C1
m	2,50-3,00	19,50-20,00	2,50-3,00
	OLIVASTRO VARIEGATO	GRIGIO	OLIVASTRO VARIEGATO
<b>CFG</b>			
<b>Yn</b> (kN/m <sup>3</sup> )	17,99	20,26	17,50
<b>Wn</b> (%)	22,67	18,06	16,81
<b>Gs</b> (kN/m <sup>3</sup> )	26,59	26,66	26,63
<b>e<sup>0</sup></b>	0,813	0,553	0,777
<b>n</b> (%)	44,85	35,63	43,73
<b>Sr</b> (%)	74,13	86,98	57,60
<b>Ysat</b> (kN/m <sup>3</sup> )	19,15	20,72	19,39
<b>LIMITI</b>			
<b>LL</b> (%)	39,4	/	37,27
<b>LP</b> (%)	24,95	/	21,08
<b>IC</b>	1,2	/	1,3
<b>GRANULOMETRIA</b>			
GHIAIA	13,6	2	16,3
SABBIA	19,9	11	12,7
LIMO	64,1	79,9	56,8
ARGILLA	2,3	7,1	14,3
DENOMINAZIONE	LIMO SABBIOSO DEBOLMENTE GHIAIOSO	LIMO DEBOLMENTE SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO	LIMO GHIAIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO
<b>TAGLIO</b>			
<b>φ</b> (° DEG)	20,4	23	19,2
<b>C</b> (kN/m <sup>2</sup> )	8,9	25,3	10,8
<b>EDOMETRICA</b>			
<b>E<sub>d</sub></b> (kN/m <sup>2</sup> ) tra 100 e 1000 kPa	7198	/	8666
<b>ESPANSIONE LATERALE LIBERA</b>			
<b>C<sub>u</sub></b> (kPa)	31,2	/	34



**DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI**  
(ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 590 del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1668

del 08-nov-22

pag. 1/1

Mod. G.T. 7.5.1.1.c/d/e C

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)		

DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S1C1</b> Indisturbato	Prelievo del: <b>19-ott-22</b>	Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>	
Data ricevimento campione: 20-ott-22	Data apertura campione: 25-ott-22	Data di prova: 25-ott-22	

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W <sub>n</sub> ) (ASTM D 2216)			
<b>DETERMINAZIONE, N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Contenitore, n	<b>H2</b>	<b>Q1</b>	<b>J</b>
Massa Contenitore, g	20,69	20,89	18,01
Massa Cont + Terra Umida, g	75,64	78,22	75,66
Massa Cont + Terra Secca, g	65,52	67,62	64,97
<b>CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (W<sub>n</sub>), %</b>	22,57%	22,68%	22,76%
			<b>22,67%</b>

PESO di VOLUME NATURALE (γ <sub>n</sub> ) (BS 1377 T15)			
<b>DETERMINAZIONE, N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Volumometro, n	<b>T</b>	<b>G+</b>	
Massa Volumometro, g	59,64	59,07	
Capacità Volumometro, cm <sup>3</sup>	40,22	40,22	
Massa Volumometro + Terra Umida, g	132,20	131,20	
<b>PESO di VOLUME NATURALE (γ<sub>n</sub>), kN/m<sup>3</sup></b>	18,04	17,93	<b>17,99</b>
			<b>PESO di VOLUME SECCO (γ<sub>d</sub>), kN/m<sup>3</sup></b>
			<b>14,66</b>

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)			
<b>DETERMINAZIONE, N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Vaglio ASTM #10, % Passante	100	100	
Picnometro, n	<b>VII</b>	<b>348</b>	
Massa Campione Secco, g	15,02	15,07	Temperatura, °C
Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	87,16	88,33	23
Massa Picnometro + Acqua, g	77,78	78,91	
Fattore di Correzione, k	0,9976	0,9976	
<b>PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m<sup>3</sup></b>	26,57	26,61	<b>26,59</b>

GRANDEZZE INDICI	
• <b>INDICE dei VUOTI (e°)</b>	<b>0,813</b>
• <b>POROSITA' (n), %</b>	<b>44,85</b>
• <b>GRADO di SATURAZIONE (S<sub>r</sub>)</b>	<b>74,13%</b>
• <b>PESO di VOLUME SATURO (γ<sub>sat</sub>), kN/m<sup>3</sup></b>	<b>19,15</b>

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



**DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG**  
(ASTM D 4318 e ASTM D 427)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1669

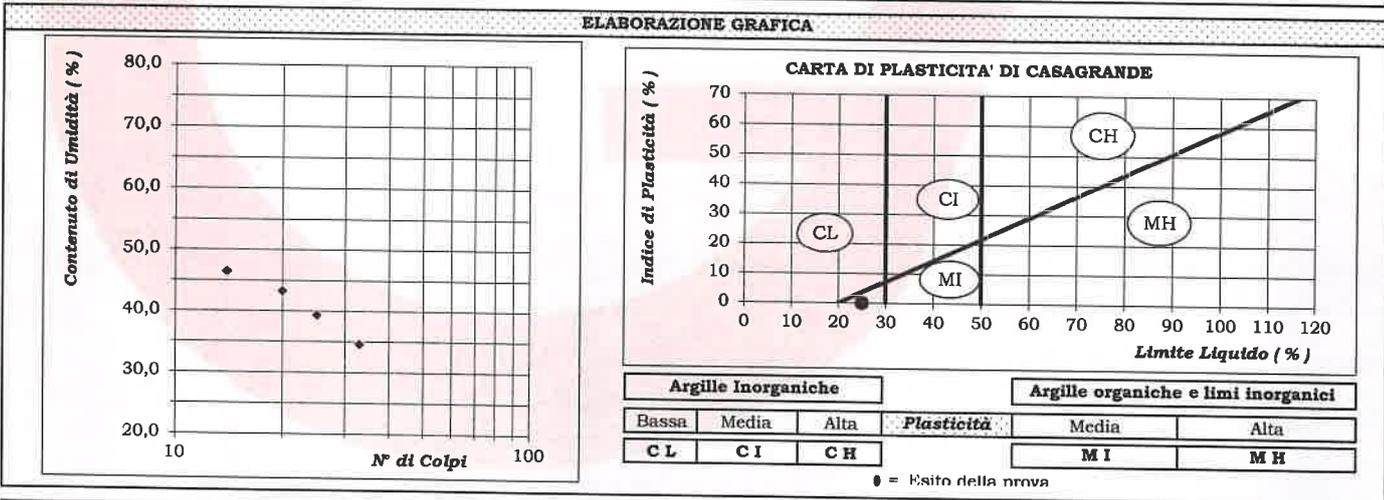
del 08-nov-22

pag. 1/1  
Mod. G.T. 7.5.1.1.fC - Rev.1 del 11/01/2018

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)		
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S1C1</b>	Indisturbato	Prelievo del <b>19-ott-22</b>	Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>
Data ricevimento campione: 20-ott-22		Data apertura campioni: 25-ott-22	Data di prova: 27-ott-22

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g Colpi, n <b>CONTENUTO D'ACQUA, %</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>LIMITE LIQUIDO</b>  <b>25</b>  <b>39,4</b>
	<b>K</b>	<b>C2</b>	<b>M1</b>	<b>Q</b>		
	6,37	8,80	9,18	6,26		
	8,39	10,72	10,56	7,70		
	7,75	10,14	10,17	7,33		
<b>14</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>33</b>			
	46,4	43,3	39,4	34,6		

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)					
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g <b>CONTENUTO ACQUA, %</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>LIMITE PLASTICO</b>  <b>24,9</b>	<b>INDICE PLASTICO</b>  <b>14,5</b>
	<b>D3</b>	<b>T1</b>			
	8,38	8,89			
	9,55	10,37			
	9,32	10,07			
	24,5	25,4			



LIMITE DI RITIRO (ASTM D 427)		UMIDITA' NATURALE %	
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Capsula MONEL, n Massa Capsula MONEL, g Volume Capsula MONEL, cm <sup>3</sup> Massa Capsula + Terra Umida, g Massa Capsula + Terra Secca, g CONTENUTO ACQUA, % Massa Hg + Terra Secca, g Volume Terra Secca, cm <sup>3</sup>			22,67
	<b>LIMITE DI RITIRO</b>	<b>INDICE DI CONSISTENZA</b>	1,2
	<b>W<sub>s</sub> %</b>	<b>INDICE DI LIQUIDITA'</b>	-0,2
	<b>RAPPORTO DI RITIRO (SR)</b>	<b>Fraz. ARGILLOSA</b>	2,3
		<b>(% Pass. a 2 µ)</b>	
	<b>ATTIVITA' (SKEMPTON)</b>	6,2	

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



## ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA (ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1670

del 08-nov-22

pag. 1/1

Mod. G.T. 7.5.1.1.b C

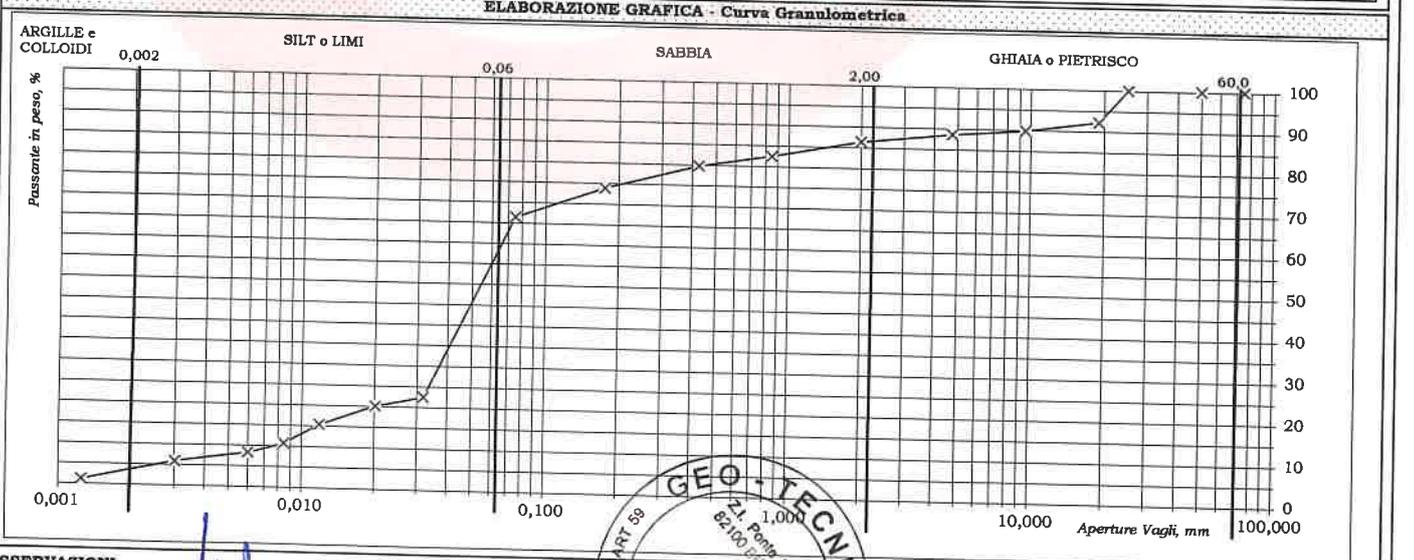
<b>DATI GENERALI</b>	
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)
<b>DATI DEL CAMPIONE</b>	
Identificativo campione: <b>S1C1</b> Indisturbato	Prelievo del: <b>19-ott-22</b>
Data ricevimento campione: 20-ott-22	Data apertura campione: 25-ott-22
	Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>
	Data di prova: 27-ott-22

<b>DETERMINAZIONI DI PROVA</b>	Massa Contenitore, g	106,23					
	Massa Cont. + Campione secco, g	545,80					
	Massa Campione secco, g	439,57					
<b>ANALISI MECCANICA del TRATTENUTO al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)</b>							
<b>VAGLI ASTM</b>	3"	2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10
<b>Apertura in mm</b>	75,0	50,0	25,0	19,0	9,5	4,75	2,00
<b>Ritenuto, g</b>	0,00	0,00	0,00	34,13	10,23	5,70	9,76
<b>% Ritenuto</b>	0,0	0,0	0,0	7,8	2,3	1,3	2,2
<b>% Passante</b>	100,0	100,0	100,0	92,2	89,9	88,6	86,4

<b>ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)</b>										
<b>ANALISI DENSITOMETRICA</b>										
Massa Contenitore, g	12,36	<b>Tempi, mn</b>		2	5	15	30	60	240	1440
Massa Cont. + Campione secco, g	63,00	<b>Letture Densimetro, R</b>		1,0110	1,0100	1,0080	1,0060	1,0050	1,0040	1,0020
Massa Campione secco, g	50,64	Correzione per T°, ΔR		-0,0039						
Peso Specifico del Passante al #10, kN/m³	26,59	<b>Letture Corrette, R'</b>		1,0071	1,0061	1,0041	1,0021	1,0011	1,0001	0,9981
Temperatura di prova T°, C°	23	Profondità Lettura, L in mm		181,85	183,85	187,85	191,85	193,85	195,85	199,85
Massa Volumica Acqua a T°, g/ml	0,9976	Ø equivalente dei grani, mm		0,0319	0,0203	0,0118	0,0085	0,0060	0,0030	0,0012
Coef. Viscosità dinamica nel liquido a T°, Poise	0,0094	<b>% Passante</b>		22,5	20,2	15,4	10,7	8,3	5,9	1,2

<b>ANALISI MECCANICA</b>					
<b>VAGLI ASTM</b>	# 20	# 40	# 80	# 200	PAN
<b>Apertura in mm</b>	0,850	0,425	0,175	0,075	=
<b>Ritenuto, g</b>	2,27	1,64	3,40	4,38	38,95
<b>Passante, g</b>	48,37	46,73	43,33	38,95	=
<b>% Passante</b>	82,5	79,7	73,9	66,4	=
Fattore riduzione massa campione, FR <b>0,864</b>					
Risconto, g <b>0,00</b>					

<b>ESITI</b>	<b>GHIAIE/PIETRISCO %</b> 13,6	<b>SABBIA %</b> 19,9	<b>SILT o LIMI %</b> 64,1	<b>ARGILLE E COLLOIDI %</b> 2,3
	Grossa Media Fine	Grossa Fine		
	0,0 10,1 3,5	6,7 13,3		
<b>DENOMINAZIONE: LIMO SABBIOSO DEBOLMENTE GHIAIOSO</b>				



**OSSERVAZIONI:**

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



**PROVA di TAGLIO DIRETTO**  
(ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1671

del 08-nov-22

pag. 1/2

Mod. G.T.-7.5.1.2.b C

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)		
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S1C1</b> Indisturbato	Prelievo del: <b>19-ott-22</b>	Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>	
Data ricevimento campione: 20-ott-22	Data apertura campione: 25-ott-22	Data inizio prova: 02-nov-22	
TIPO DI PROVA: Lenta: SI	Consolidata: SI	ATTREZZATURA: Shearmatic- Cella Dinamometrica REP TCE TYPE TS 0,5 T Matr. N° 51003	Fattore di conversione: 1

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA		SCATOLA DI TAGLIO	
Peso Specifico dei Grani (Gt*)	kN/m <sup>3</sup> 26,59	Lato Fustella, cm	6,02
Contenuto Naturale in Acqua (media)	% 22,67%	Altezza Fustella, cm	1,85
		Velocità di taglio, mm/mn	0,007
		Sezione Fustella, cm <sup>2</sup>	36,24

DETERMINAZIONI												
PROVINO		1			2			3				
Fustella Portacampione	n	A			B			C				
Massa Fustella	g	94,99			95,17			93,60				
Massa Fustella + Campione	g	215,51			215,89			213,60				
Massa Campione	g	120,52			120,72			120,00				
Peso di Volume Naturale	kN/m <sup>3</sup>	PRIMA	DOPO	Δ	PRIMA	DOPO	Δ	PRIMA	DOPO	Δ		
Peso di Volume Secco	kN/m <sup>3</sup>	17,98	18,27	0,30	18,01	18,78	0,77	17,90	18,92	1,02		
Indice dei Vuoti		14,65	14,90	0,24	14,68	15,31	0,63	14,59	15,42	0,83		
Altezza Solidi	cm	0,814	0,785	-0,03	0,811	0,737	-0,07	0,822	0,724	-0,10		
		1,248			1,250			1,243				

PROVINO n. 1		SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> : 50,0										
Cedimenti, cm	0,030	Altezza Finale, cm 1,820										Consolidazione, % 1,65
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Lettura cella dinamometrica	15	41	68	79	93	99	100	99	97			
Trasduttore Vert., mm	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,29	0,29			
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	4,1	11,2	18,5	21,5	25,3	27,0	27,2	27,0	26,4			

PROVINO n. 2		SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> : 100,0										
Cedimenti, cm	0,076	Altezza Finale, cm 1,774										Consolidazione, % 4,28
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Lettura cella dinamometrica	24	66	105	139	158	167	169	170	169	162		
Trasduttore Vert., mm	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,75	0,75		
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	6,5	18,0	28,6	37,9	43,0	45,5	46,0	46,3	46,0	44,1		

PROVINO n. 3		SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> : 200,0										
Cedimenti, cm	0,100	Altezza Finale, cm 1,750										Consolidazione, % 5,71
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Lettura cella dinamometrica	26	89	155	215	264	286	298	304	305	304	300	
Trasduttore Vert., mm	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	7,1	24,2	42,2	58,6	71,9	77,9	81,2	82,8	83,1	82,8	81,7	

**RIEPILOGO**

Provini	SFORZI, kN/m <sup>2</sup>	
	Normali	di Taglio
3	200,0	83,1
2	100,0	46,3
1	50,0	27,2

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



**PROVA di TAGLIO DIRETTO**  
(ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO n° 1671

del 08-nov-22

pag. 2/2

Mod. G.T - 7.5.1.2, b C

**DATI GENERALI**

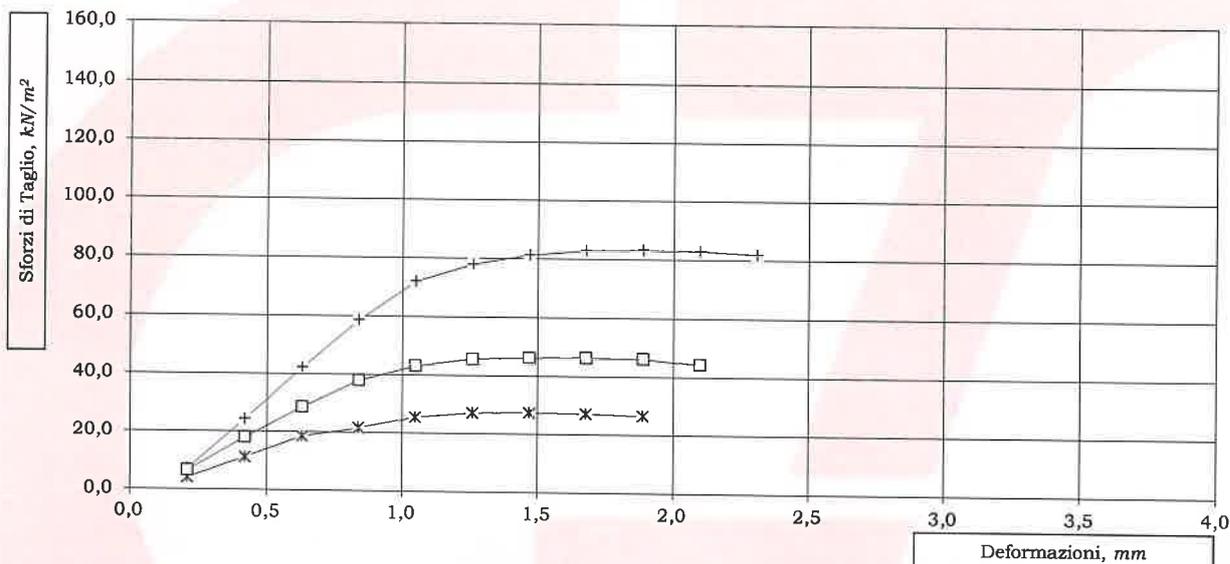
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro  
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)

**DATI DEL CAMPIONE**

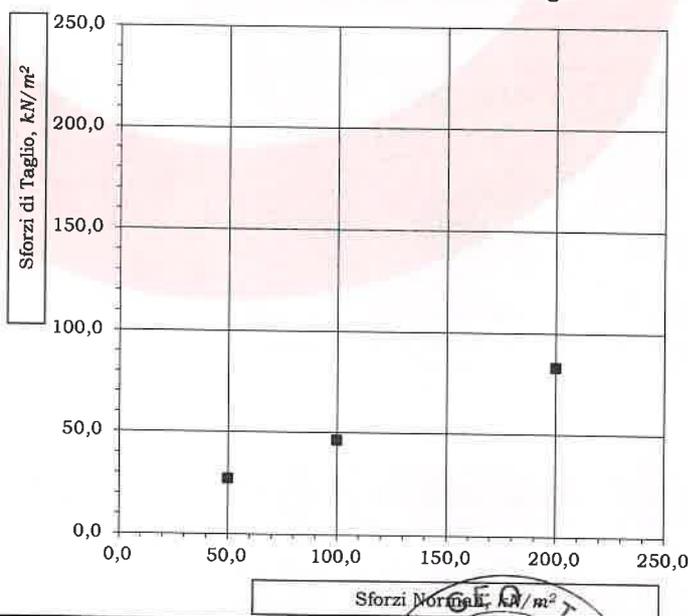
Identificativo campione: **S1C1** Indisturbato Prelievo del: **19-ott-22** Profondità, m: **2,50-3,00**  
Data ricevimento campione: 20-ott-22 Data apertura campione: 25-ott-22 Data inizio prova: 02-nov-22

**ELABORAZIONE GRAFICA**

**Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni**



**Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio**



Sforzi Normali, kN/m<sup>2</sup>



Lo Sperimentatore:  
*Michela Di Franza*  
Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



## PROVA di COMPRESIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA' (ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 590 del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1672 del 08-nov-22

pag. 1/3

Mod. G.T. 7.5.1.2.a.p.C

DATI GENERALI			
Committente:	ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento	
Richiedente:	Dott. Geol. Fioravante Bosco	Progetto: della casa di guardia diga di campolattaro	
		Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)	

DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S1C1</b>	Indisturbato	Prelievo del: <b>19-ott-22</b>
Data ricevimento campione:	20-ott-22		Data apertura campione: 25-ott-22
			Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>
			Data inizio prova: 25-ott-22

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA		ATTREZZATURA	
Peso Specifico dei Grani (Gt*)	kN/m <sup>3</sup> 26,59	Marca:	TECNOTEST Mod. T663/020
Contenuto Naturale in Acqua	% 22,67	Trasduttore di spostamento	CH 05

DETERMINAZIONI			
Anello Portaprovino n. <b>T</b>			
Ø interno Anello, cm	5,06	Altezza Anello, cm	2,00
Massa Anello, g	59,64	Area Base Anello, cm <sup>2</sup>	20,11
		Massa Anello+Campione, g	132,20
		Massa Campione, g	72,56
CELLA ALLAGATA			
Peso Volume Naturale, kN/m <sup>3</sup>		PRIMA	DOPO
		18,04	22,55
Peso Volume Secco, kN/m <sup>3</sup>		14,71	18,45
Indice dei Vuoti		0,808	0,441
Altezza Solidi, cm		1,106	
		Δ	4,51
			3,74
			-0,367
CONTENUTO in ACQUA DOPO PROVA			
Contenitore, n	P1		
Massa Contenitore, g	20,87		
Massa Cont+Terra Umida, g	93,40		w %
Massa Cont+Terra Secca, g	80,20		<b>22,25</b>

DATI della PROVA															
Tempi	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h	2H <sup>^</sup>
	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	15,00	30,00	60,00	120,00	240,00	480,00	720,00	1440,00	
kPa	Misure al Comparatore Centesimale														cm
25	1	1	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1,9890
50	18	19	21	23	26	29	31	34	36	39	42	43	44	45	1,9550
100	48	49	51	53	55	59	63	68	74	80	86	90	92	94	1,9060
200	98	99	102	107	112	118	124	132	140	148	152	153	154	155	1,8450
400	159	160	161	163	166	172	179	189	201	210	216	219	220	221	1,7790
800	223	224	226	229	233	240	249	262	279	289	295	298	299	300	1,7000
1600	302	303	305	309	316	329	345	359	371	382	393	398	399	400	1,6000
3200	402	403	405	410	419	432	445	456	466	476	482	486	487	488	1,5120
1600	487	487	487	487	486	486	485	484	483	482	481	480	480	480	1,5200
400	475	473	472	470	469	468	467	462	460	458	456	455	452	451	1,5490
100	448	445	442	440	439	437	436	433	430	429	427	426	424	421	1,5790
25	417	416	414	412	410	409	408	407	406	405	404	402	401	400	1,6000

FASE DI CARICO	Pressioni Applicate	kPa	0	25	50	100	200	400	800	1600	3200	
	Altezza Campione	2H <sup>^</sup>	cm	2,000	1,989	1,955	1,906	1,845	1,779	1,700	1,600	1,512
	Altezza Vuoti		cm	0,894	0,883	0,849	0,800	0,739	0,673	0,594	0,494	0,406
	Indice Vuoti	e		0,808	0,798	0,767	0,723	0,668	0,608	0,537	0,446	0,367
	Indice di Compressibilità	Cc				0,102	0,147	0,183	0,198	0,237	0,300	0,264
	Modulo Edometrico	Ed	kN/m <sup>2</sup>			1463	1995	3125	5591	9008	13600	29091
Consolidazione		%		0,553	2,302	4,932	8,401	12,423	17,647	25,000	32,275	

FASE DI SCARICO	Pressioni Applicate	kPa	1600	400	100	25	
	Altezza Campione	2H <sup>^</sup>	cm	1,520	1,549	1,579	1,600
	Altezza Vuoti		cm	0,414	0,443	0,473	0,494
	Indice Vuoti	e		0,374	0,400	0,427	0,446
	Indice di Rigonfiamento	Cs		0,024	0,044	0,045	0,032

PROVA di PERMEABILITA'									
Sezione Buretta	cm <sup>2</sup>	0,44							
Altezza Acqua Inizio Prova	cm								
Altezza Acqua Fine Prova	cm								
Intervallo di Tempo (ΔT)	s								
Coefficiente di Permeabilità	cm/s								
Carichi kPa		25		200	400	800	1600	3200	

OSSERVAZIONI: Le prove sono state eseguite sulla parte fine ricostruita

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 99 del  
19 Marzo 2018  
D.P.R. n°380/2001-art.59  
Laboratorio Prove su Terre e Rocce

## PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 590 del 20-ott-22

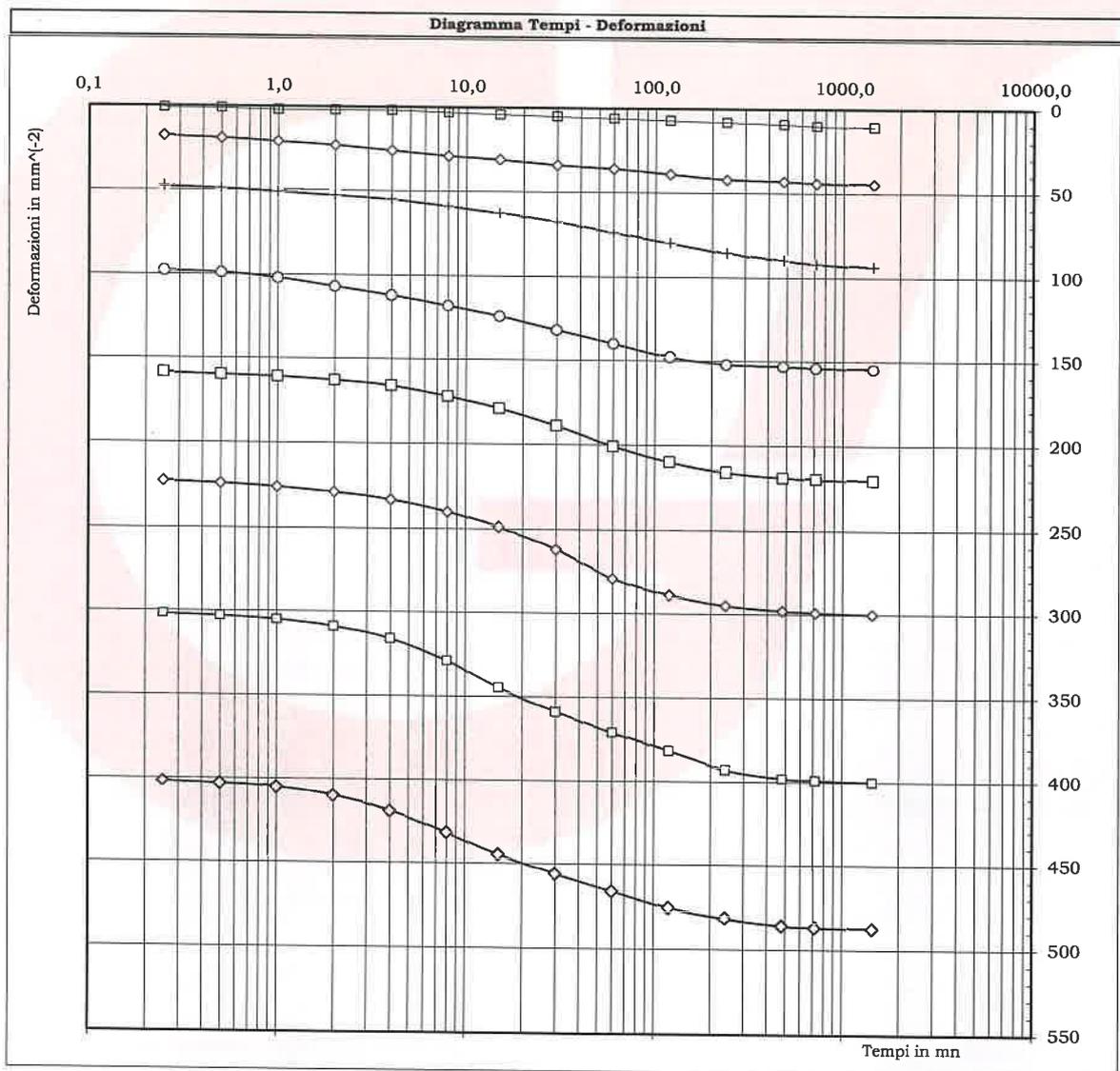
CERTIFICATO N. 1672 del 08-nov-22

pag. 2/3

Mod. GT- 7.5.1.2.a.p.C

DATI GENERALI			
Committente:	ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto:	Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro
Richiedente:	Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località:	Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S1C1</b> Indisturbato	Prelievo del:	<b>19-ott-22</b>
Data ricevimento campione:	20-ott-22	Data apertura campione:	25-ott-22
		Profondità, m:	<b>2,50-3,00</b>
		Data inizio prova:	25-ott-22

### ELABORAZIONE GRAFICA



Lo Sperimentatore:  
*Michela Di Franza*  
Dott.ssa Geol. Michela Di Franza

**PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'**

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 590 del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1672 del 08-nov-22

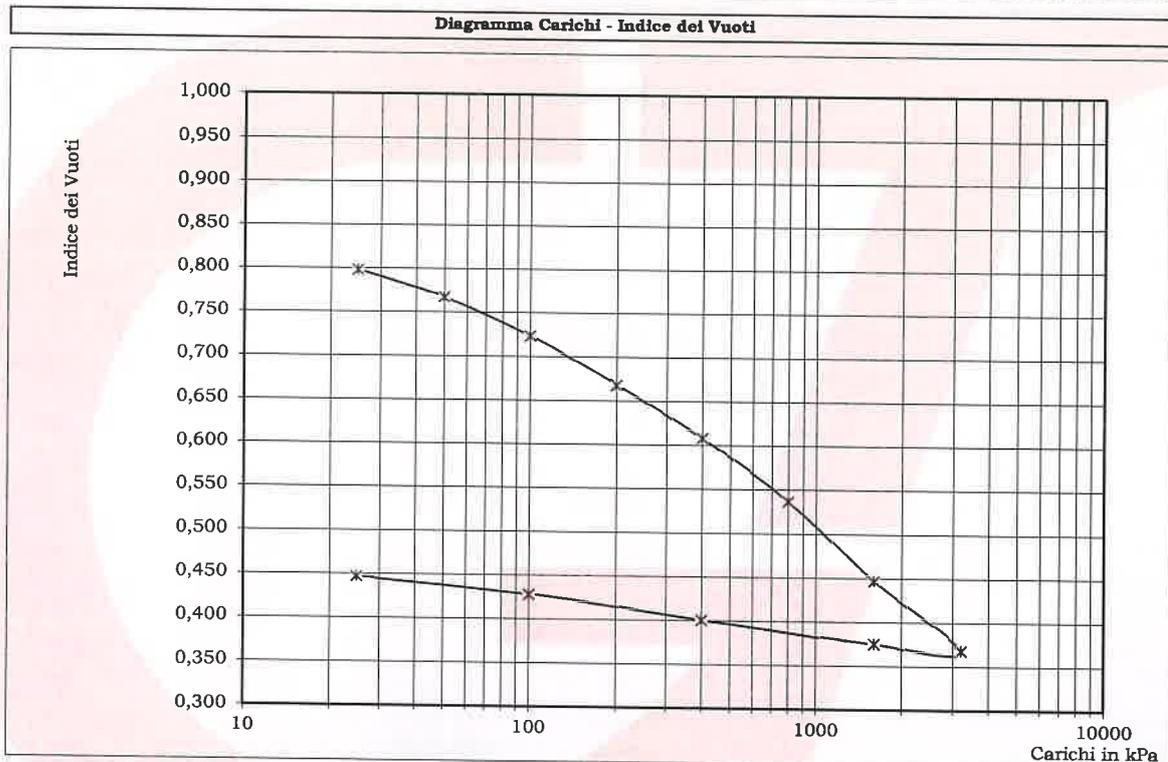
pag. 3/3

Mod. G.T.-7.5.1.2.ap C

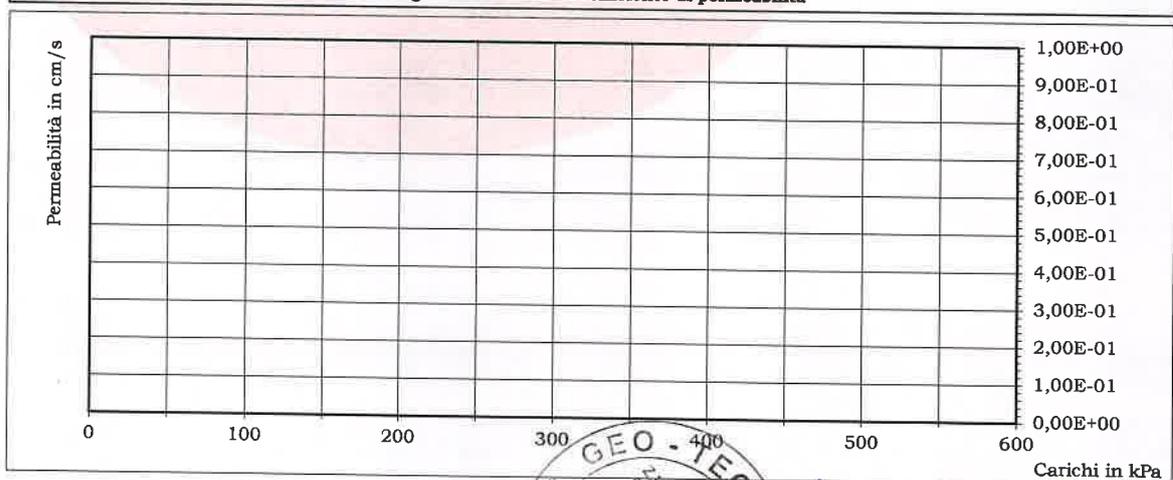
DATI GENERALI			
Committente:	ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto:	Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro
Richiedente:	Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località:	Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S1C1</b> Indisturbato	Prelievo del:	<b>19-ott-22</b>
Data ricevimento campione:	20-ott-22	Data apertura campione:	25-ott-22
		Profondità, m:	<b>2,50-3,00</b>
		Data inizio prova:	<b>25-ott-22</b>

**ELABORAZIONE GRAFICA**

**Diagramma Carichi - Indice dei Vuoti**



**Diagramma Carichi - Coefficiente di permeabilità**



Lo Sperimentatore:  
*Michela Di Franza*  
Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



## PROVA di COMPRESSIONE ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D 2166)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1673

del

08-nov-22

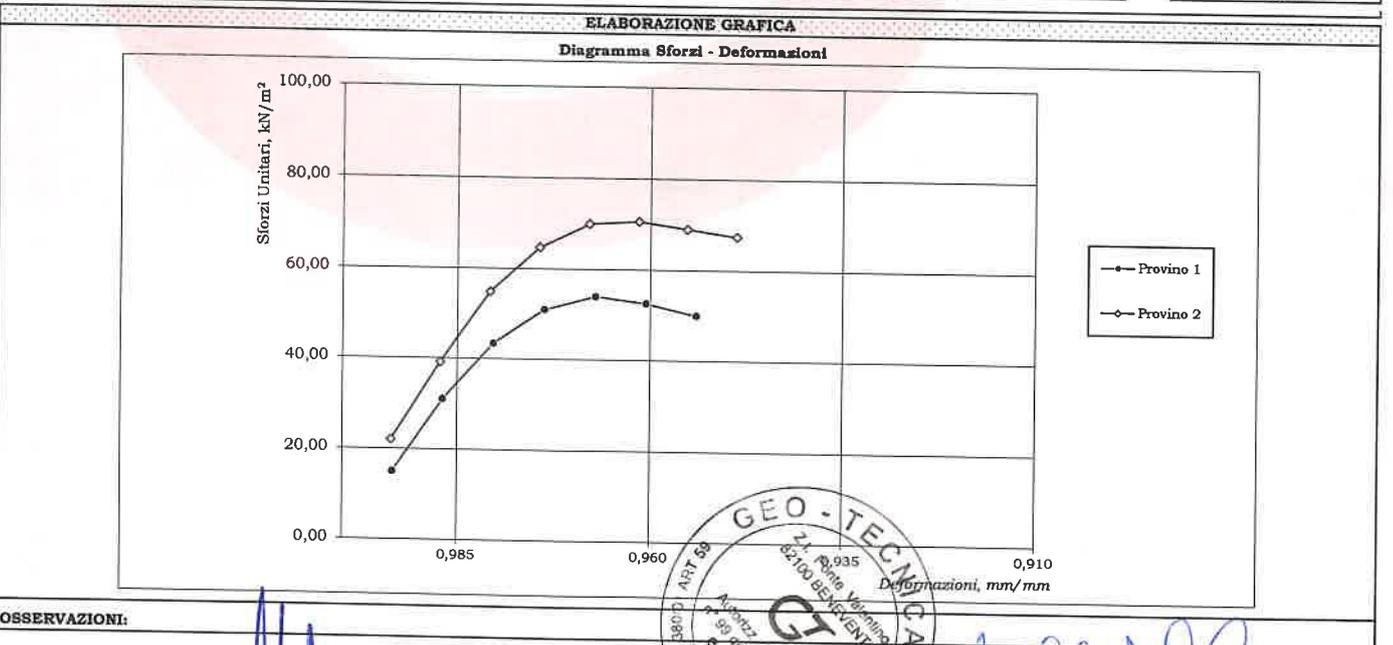
pag. 1/1

Mod. G.T. 7.5.1.2 d C

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)		
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: S1C1 Indisturbato	Prelievo del: 19-ott-22	Profondità, m: 2,60-3,00	
Data ricevimento campione: 20-ott-22	Data apertura campione: 25-ott-22	Data di prova: 25-ott-22	
Velocità di prova, mm/mn: 0,75	ATTREZZATURA: TECNOTEST Mod. TR115 - Anello dinamometrico da 3 kN n. 1452		

DETERMINAZIONI			
PROVINO, n.	1	2	
Massa Campione naturale, g	155,20	160,33	
Altezza Campione, cm	7,60	7,80	
Diametro Superiore, cm	3,81	3,81	
Diametro Medio, cm	3,81	3,81	
Diametro Inferiore, cm	3,81	3,80	
Sezione Media, cm <sup>2</sup>	11,40	11,38	
Volume Campione, cm <sup>3</sup>	86,65	88,77	
Peso di Volume Naturale, kN/m <sup>3</sup>	17,91	18,06	
Massa Campione Secco, g	126,50	130,72	
Umidità naturale, %	22,69	22,65	
Peso di Volume Secco, kN/m <sup>3</sup>	14,60	14,73	
			VALORI MEDI 17,99 22,67 14,66

DATI DELLA PROVA										
Letture Anello Dinamometrico	13	27	38	45	48	47	45			PROVINO n. 1 Sforzo massimo kN/m <sup>2</sup> 54,04
Letture Comparatore Deformazioni	50	100	150	200	250	300	350			
Sforzi, N	17,25	35,83	50,43	59,72	63,70	62,37	59,72			
Deformazioni, mm/mm	0,993	0,987	0,980	0,974	0,967	0,961	0,954			PROVINO n. 2 Sforzo massimo kN/m <sup>2</sup> 70,64
Area Corretta, cm <sup>2</sup>	11,48	11,55	11,63	11,71	11,79	11,87	11,95			
Sforzi Unitari, kN/m <sup>2</sup>	15,03	31,02	43,36	51,00	54,04	52,55	49,97			
Letture Anello Dinamometrico	19	34	48	57	62	63	62	61		
Letture Comparatore Deformazioni	50	100	150	200	250	300	350	400		
Sforzi, N	25,21	45,12	63,70	75,64	82,28	83,61	82,28	80,95		
Deformazioni, mm/mm	0,994	0,987	0,981	0,974	0,968	0,962	0,955	0,949		
Area Corretta, cm <sup>2</sup>	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,84	11,92	12,00		
Sforzi Unitari, kN/m <sup>2</sup>	22,01	39,14	54,89	64,76	69,98	70,64	69,05	67,48		



OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo



Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza





## DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI

(ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 590 del 20-ott-22

CERTIFICATI N. 1674

del 08-nov-22

pag. 1/1

Mod. G.T. - 7.5.1.1.c/d/e C

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)		

DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S1C2</b> Indisturbato	Prelievo del: <b>19-ott-22</b>	Profondità, m: <b>19,50-20,00</b>	
Data ricevimento campione: 20-ott-22	Data apertura campione: 25-ott-22	Data di prova: 25-ott-22	

CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $w_n$ ) (ASTM D 2216)			
<b>DETERMINAZIONE, N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Contenitore, n	<b>1</b>	<b>H</b>	<b>L</b>
Massa Contenitore, g	17,76	17,02	16,06
Massa Cont + Terra Umida, g	81,68	95,58	84,08
Massa Cont + Terra Secca, g	71,86	83,56	73,72
<b>CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (<math>w_n</math>), %</b>	18,15%	18,06%	17,97%
			<b>18,06%</b>

PESO di VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) (BS 1377 T15)			
<b>DETERMINAZIONE, N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Volumometro, n	<b>X1</b>	<b>H</b>	
Massa Volumometro, g	59,09	65,22	
Capacità Volumometro, $cm^3$	40,22	40,22	
Massa Volumometro + Terra Umida, g	140,66	146,60	
<b>PESO di VOLUME NATURALE (<math>\gamma_n</math>), <math>kN/m^3</math></b>	20,28	20,23	<b>20,26</b>
			<b>PESO di VOLUME SECCO (<math>\gamma_d</math>), <math>kN/m^3</math></b>
			<b>17,16</b>

PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)			
<b>DETERMINAZIONE, N</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
Vaglio ASTM #10, % Passante	100	100	
Picnometro, n	<b>IV</b>	<b>391</b>	
Massa Campione Secco, g	15,04	15,02	Temperatura, °C
Massa Picnometro + Campione + Acqua, g	86,90	90,30	23
Massa Picnometro + Acqua, g	77,49	80,90	
Fattore di Correzione, k	0,9976	0,9976	
<b>PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, <math>kN/m^3</math></b>	26,65	26,66	<b>26,66</b>

GRANDEZZE INDICI	
• <b>INDICE del VUOTI (<math>e'</math>)</b>	<b>0,553</b>
• <b>POROSITA' (n), %</b>	<b>35,63</b>
• <b>GRADO di SATURAZIONE (S<sub>v</sub>)</b>	<b>86,98%</b>
• <b>PESO di VOLUME SATURO, (<math>\gamma_{sat}</math>), <math>kN/m^3</math></b>	<b>20,72</b>

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza





## ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA (ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATI N. 1675

del 08-nov-22

pag. 1/1

Mod. G.T.-7.5.1.1.b C

DATI GENERALI							
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente				Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro			
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco				Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)			
DATI DEL CAMPIONE							
Identificativo campione: <b>S1C2</b>		Indisturbato		Prelievo del: <b>19-ott-22</b>		Profondità, m: <b>19,50-20,00</b>	
Data ricevimento campione: 20-ott-22				Data apertura campione: 25-ott-22		Data di prova: 27-ott-22	
ANALISI MECCANICA del TRATTENUTO al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)							
<b>VAGLI ASTM</b>		3"	2"	1"	3/4"	3/8"	# 4 # 10
<b>Apertura in mm</b>		<b>75,0</b>	<b>50,0</b>	<b>25,0</b>	<b>19,0</b>	<b>9,5</b>	<b>4,75 2,00</b>
<b>Ritenuto, g</b>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,72 6,92
<b>% Ritenuto</b>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6 1,4
<b>% Passante</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>99,4 98,0</b>
ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)							
ANALISI DENSITOMETRICA							
Massa Contenitore, g		12,28	<b>Tempi, mn</b>		2	5	15 30 60 240 1440
Massa Cont. + Campione secco, g		62,64	<b>Letture Densimetro, R</b>		1,0130	1,0125	1,0115 1,0090 1,0075 1,0055 1,0045
Massa Campione secco, g		50,36	<b>Correzione per T°, AR</b>		-0,0039		
Peso Specifico del Passante al #10, kN/m³		26,66	<b>Letture Corrette, R'</b>		1,0091	1,0086	1,0076 1,0051 1,0036 1,0016 1,0006
Temperatura di prova T°, C°		23	<b>Profondità Lettura, L in mm</b>		177,85	178,85	180,85 185,85 188,85 192,85 194,85
Massa Volumica Acqua a T°, g/ml		0,9976	<b>Ø equivalente dei grani, mm</b>		0,0315	0,0200	0,0116 0,0083 0,0059 0,0030 0,0012
Coeff. Viscosità dinamica nel liquido a T°, Poise		0,0094	<b>% Passante</b>		<b>24,2</b>	<b>23,1</b>	<b>21,0 15,8 12,6 8,4 6,3</b>
ANALISI MECCANICA							
<b>VAGLI ASTM</b>		# 20	# 40	# 80	# 200	PAN	Fattore riduzione
<b>Apertura in mm</b>		<b>0,850</b>	<b>0,425</b>	<b>0,175</b>	<b>0,075</b>	=	massa campione, FR <b>0,980</b>
<b>Ritenuto, g</b>		0,97	0,60	0,81	3,26	44,72	Riscontro, g <b>0,00</b>
<b>Passante, g</b>		49,39	48,79	47,98	44,72	=	
<b>% Passante</b>		<b>96,1</b>	<b>94,9</b>	<b>93,4</b>	<b>87,0</b>	=	
ESITI							
<b>GHIAIE/PIETRISCO %</b>		<b>2,0</b>		<b>SABBIA %</b>		<b>11,0</b>	
Grossa Media Fine		Grossa Fine		<b>SILT o LIMI %</b>		<b>79,9</b>	
0,0 0,0 2,0		3,1 7,9		<b>ARGILLE E COLLOIDI %</b>		<b>7,1</b>	
				<b>DENOMINAZIONE:</b>		<b>LIMO DEBOLMENTE SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO</b>	
ELABORAZIONE GRAFICA - Curva Granulometrica							

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Leonardo



Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



## PROVA di TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATI N. 1676

del 08-nov-22

pag. 1/2

Mod. G.T. 7.5.1.2.b C

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)		
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S1C2</b> Indisturbato	Prelievo del: <b>19-ott-22</b>	Profondità, m: <b>19,50-20,00</b>	
Data ricevimento campione: 20-ott-22	Data apertura campione: 25-ott-22	Data inizio prova: 02-nov-22	
TIPO DI PROVA: Lenta: SI	Consolidata: SI	ATTREZZATURA: Tecnotest T665 N - Anello Dinamometrico 1451 da 3000 N	Fattore di conversione: 1,3592

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA				SCATOLA DI TAGLIO			
Peso Specifico dei Grani (Gt*)	kN/m <sup>3</sup>	26,66		Lato Fustella, cm	6,02	Altezza Fustella, cm	1,85
Contenuto Naturale in Acqua (media)	%	18,06%		Velocità di taglio, mm/mn	0,007	Sezione Fustella, cm <sup>2</sup>	36,24

DETERMINAZIONI												
PROVINO	n	1			2			3			n	
		A	B	C	A	B	C	A	B	C		
Fustella Portacampione	n											
Massa Fustella	g	94,99			95,17				93,60			
Massa Fustella + Campione	g	231,02			231,66				230,20			
Massa Campione	g	136,03			136,49				136,60			
		PRIMA	DOPO	Δ	PRIMA	DOPO	Δ	PRIMA	DOPO	Δ		
Peso di Volume Naturale	kN/m <sup>3</sup>	20,29	20,65	0,36	20,36	20,97	0,61	20,37	21,39	1,02		
Peso di Volume Secco	kN/m <sup>3</sup>	17,19	17,49	0,30	17,24	17,76	0,52	17,26	18,12	0,86		
Indice dei Vuoti		0,551	0,524	-0,03	0,546	0,501	-0,05	0,545	0,471	-0,07		
Altezza Solidi	cm	1,406			1,410			1,412				

PROVINO n. 1	SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> : 100,0											
Cedimenti, cm 0,032	Altezza Finale, cm 1,818											
	Consolidazione, % 1,76											
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9			
Lettura anello dinamometrico	18	65	108	143	168	178	181	180	175			
Comparatore Vert., mm	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,31	0,31			
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	6,7	24,1	40,0	52,9	62,2	65,9	67,0	66,6	64,8			

PROVINO n. 2	SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> : 200,0											
Cedimenti, cm 0,054	Altezza Finale, cm 1,796											
	Consolidazione, % 3,01											
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1		
Lettura anello dinamometrico	23	95	174	230	274	296	300	301	300	297		
Comparatore Vert., mm	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53	0,53		
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	8,5	35,2	64,4	85,2	101,5	109,6	111,1	111,4	111,1	110,0		

PROVINO n. 3	SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> : 300,0											
Cedimenti, cm 0,088	Altezza Finale, cm 1,762											
	Consolidazione, % 4,99											
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	
Lettura anello dinamometrico	32	118	218	300	369	395	404	409	410	408	404	
Comparatore Vert., mm	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,87	0,87	
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	11,8	43,7	80,7	111,1	136,6	146,3	149,6	151,4	151,8	151,1	149,6	

### RIEPILOGO

Provini	SFORZI, kN/m <sup>2</sup>	
	Normali	di Taglio
3	300,0	151,8
2	200,0	111,4
1	100,0	67,0

### OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza







**DETERMINAZIONE delle COSTANTI FISICHE GENERALI**  
(ASTM D 2216 - BS 1377 T15 - ASTM D 854)

ACCETTAZIONE n° 590 del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1677

del 08-nov-22

pag. 1/1

Mod. G.T. 7.5.1.1.c/d/e C

**DATI GENERALI**

Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro  
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)

**DATI DEL CAMPIONE**

Identificativo campione: **S2C1** Indisturbato Prelievo del: **20-ott-22** Profondità, m: **2,50-3,00**  
Data ricevimento campione: 21-ott-22 Data apertura campione: 25-ott-22 Data di prova: 25-ott-22

**CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $w_n$ ) (ASTM D 2216)**

**DETERMINAZIONE, N**

Contenitore, n  
Massa Contenitore, g  
Massa Cont + Terra Umida, g  
Massa Cont + Terra Secca, g

1	2	3
<b>20,93</b>	<b>J2</b>	<b>V1</b>
20,69	20,88	20,65
83,27	70,15	82,15
74,29	63,07	73,26

**CONTENUTO D'ACQUA NATURALE ( $w_n$ ), %**

16,75% 16,78% 16,90% **16,81%**

**PESO di VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ) (BS 1377 T15)**

**DETERMINAZIONE, N**

Volumometro, n  
Massa Volumometro, g  
Capacità Volumometro, cm<sup>3</sup>  
Massa Volumometro + Terra Umida, g

1	2
<b>H+</b>	<b>Q</b>
59,52	65,08
40,22	40,22
130,20	135,20

**PESO di VOLUME NATURALE ( $\gamma_n$ ), kN/m<sup>3</sup>**

17,57 17,43 **17,50**

**PESO di VOLUME SECCO ( $\gamma_d$ ), kN/m<sup>3</sup>**

**14,98**

**PESO SPECIFICO DEI GRANI (ASTM D 854)**

**DETERMINAZIONE, N**

Vaglio ASTM #10, % Passante  
Picnometro, n  
Massa Campione Secco, g  
Massa Picnometro + Campione + Acqua, g  
Massa Picnometro + Acqua, g  
Fattore di Correzione, k

1	2
100	100
<b>408</b>	<b>VII</b>
15,01	15,05
89,97	87,19
80,58	77,78
0,9976	0,9976

Temperatura, °C

**23**

**PESO SPECIFICO dei GRANI a 20°C, kN/m<sup>3</sup>**

26,64 26,62 **26,63**

**GRANDEZZE INDICI**

- **INDICE dei VUOTI ( $e'$ )**
- **POROSITA' ( $n$ ), %**
- **GRADO di SATURAZIONE ( $S_r$ )**
- **PESO di VOLUME SATURO, ( $\gamma_{sat}$ ), kN/m<sup>3</sup>**

**0,777**

**43,73**

**57,60%**

**19,36**

**OSSERVAZIONI:**

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



**DETERMINAZIONE LIMITI DI ATTERBERG**  
(ASTM D 4318 e ASTM D 427)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1678

del 08-nov-22

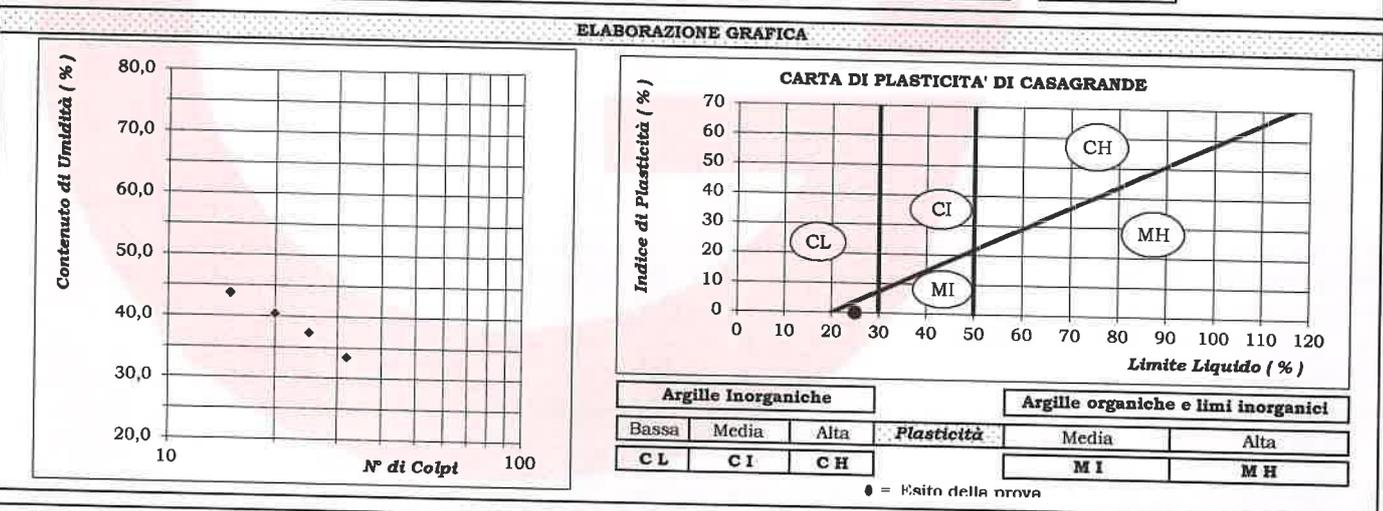
pag. 1/1

Mod. G.T. 7.5.1.1.fC - Rev.1 del 11/01/2018

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)		
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S2C1</b>	Indisturbato	Prelievo del <b>20-ott-22</b>	Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>
Data ricevimento campione: 21-ott-22		Data apertura campion: 25-ott-22	Data di prova: 27-ott-22

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318)						
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g Colpi, n <b>CONTENUTO D'ACQUA, %</b>	1	2	3	4	5	<b>LIMITE LIQUIDO</b>  <b>25</b>  <b>37,3</b>
	<b>A3</b>	<b>G2</b>	<b>B2</b>	<b>R2</b>		
	8,75	8,73	8,70	8,73		
	10,66	10,12	10,21	10,17		
	10,08	9,72	9,80	9,81		
<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>32</b>			
	43,6	40,4	37,3	33,3		

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318)					
<b>DETERMINAZIONE, N</b> Contenitore, n Massa Contenitore, g Massa Cont. + Terra Umida, g Massa Cont. + Terra Secca, g <b>CONTENUTO ACQUA, %</b>	1	2	3	<b>LIMITE PLASTICO</b>  <b>21,1</b>	<b>INDICE PLASTICO</b>  <b>16,2</b>
	<b>A2</b>	<b>C3</b>			
	8,69	8,80			
	10,40	10,76			
	10,11	10,41			
	20,4	21,7			



LIMITE DI RITIRO (ASTM D 427)		UMIDITA' NATURALE %		
Capsula MONEL, n Massa Capsula MONEL, g Volume Capsula MONEL, cm <sup>3</sup> Massa Capsula + Terra Umida, g Massa Capsula + Terra Secca, g CONTENUTO ACQUA, % Massa Hg + Terra Secca, g Volume Terra Secca, cm <sup>3</sup>	<b>LIMITE DI RITIRO</b> <b>W<sub>s</sub> %</b>	16,81		
		<b>RAPPORTO DI RITIRO (SR)</b>	<b>INDICE DI CONSISTENZA</b>	1,3
			<b>INDICE DI LIQUIDITA'</b>	-0,3
			Fraz. ARGILLOSA (% Passa a 2 μ)	14,3
				<b>ATTIVITA' (SREMPTON)</b>

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



## ANALISI GRANULOMETRICA con VAGLI ASTM e DENSITOMETRIA (ASTM D 422)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1679

del 08-nov-22

pag. 1/1

Mod. G.T. 7.5.1.1.b C

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)		
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S2C1</b> Indisturbato	Prelievo del: <b>20-ott-22</b>	Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>	
Data ricevimento campione: 21-ott-22	Data apertura campione: 25-ott-22	Data di prova: 27-ott-22	

DETERMINAZIONI DI PROVA	
Massa Contenitore, g	102,06
Massa Cont. + Campione secco, g	555,60
Massa Campione secco, g	453,54

ANALISI MECCANICA del TRATTENUTO al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)							
<b>VAGLI ASTM</b>	3"	2"	1"	3/4"	3/8"	# 4	# 10
<b>Apertura in mm</b>	75,0	50,0	25,0	19,0	9,5	4,75	2,00
<b>Ritenuto, g</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	53,35	10,63	9,77
<b>% Ritenuto</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	2,3	2,2
<b>% Passante</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	88,2	85,9	83,7

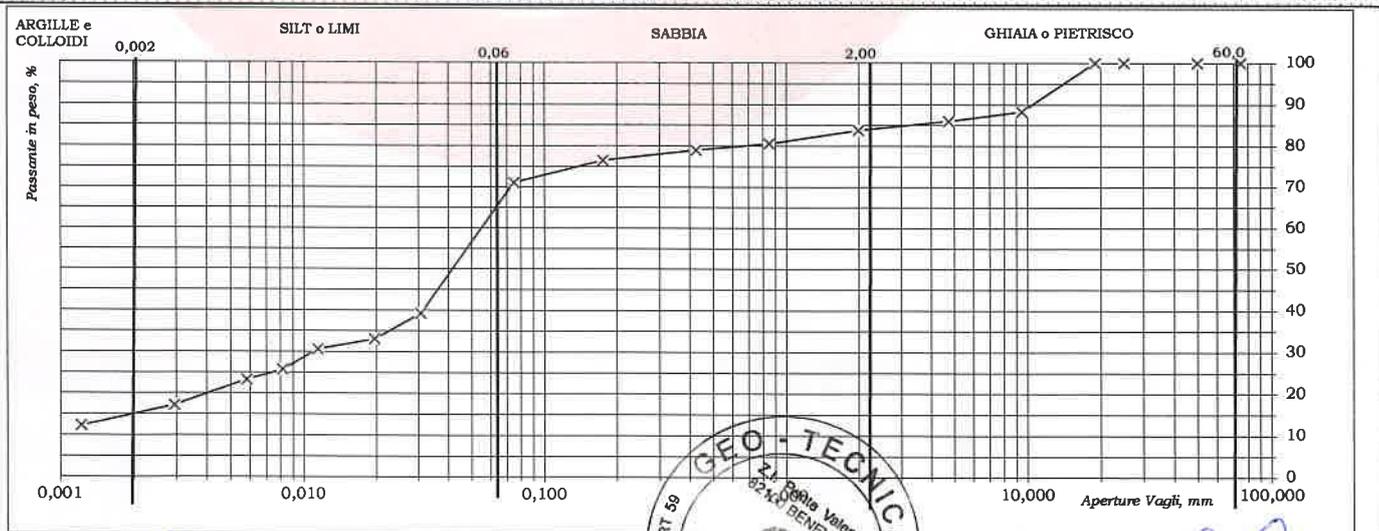
### ANALISI DENSITOMETRICA e MECCANICA del PASSANTE al VAGLIO ASTM # 10 (Ø=2,0 mm)

ANALISI DENSITOMETRICA										
Massa Contenitore, g	12,32	<b>Tempi, mn</b>		2	5	15	30	60	240	1440
Massa Cont. + Campione secco, g	62,90	<b>Letture Densimetro, R</b>		1,0175	1,0150	1,0140	1,0120	1,0110	1,0085	1,0065
Massa Campione secco, g	50,58	Correzione per T°, ΔR		-0,0039						
Peso Specifico del Passante al #10, kN/m³	26,63	<b>Letture Corrette, R'</b>		1,0136	1,0111	1,0101	1,0081	1,0071	1,0046	1,0026
Temperatura di prova T°, C°	23	Profondità Lettura, L in mm		168,85	173,85	175,85	179,85	181,85	186,85	190,85
Massa Volumica Acqua a T°, g/ml	0,9976	Ø equivalente dei grani, mm		0,0307	0,0197	0,0114	0,0082	0,0058	0,0029	0,0012
Coeff. Viscosità dinamica nel liquido a T°, Poise	0,0094	<b>% Passante</b>		39,2	33,1	30,6	25,7	23,3	17,1	12,2

ANALISI MECCANICA							
<b>VAGLI ASTM</b>	# 20	# 40	# 80	# 200	PAN	Fattore riduzione massa campione, FR	0,837
<b>Apertura in mm</b>	0,850	0,425	0,175	0,075	=		
<b>Ritenuto, g</b>	1,94	0,96	1,47	3,30	42,91	Riscontro, g	0,00
<b>Passante, g</b>	48,64	47,68	46,21	42,91	=		
<b>% Passante</b>	80,5	78,9	76,5	71,0	=		

ESITI	GHIAIE/PIETRISCO %	16,3	SABBIA %	12,7	SILT o LIMI %	56,8	ARGILLE E COLLOIDI %	14,3
	Grossa	Media	Fine	Grossa	Fine	DENOMINAZIONE: <b>LIMO GHIAIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO DEBOLMENTE SABBIOSO</b>		
	0,0	11,8	4,5	4,8	7,9			

### ELABORAZIONE GRAFICA - Curva Granulometrica



OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Leonardo



Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



## PROVA di TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1680

del 08-nov-22

pag. 1/2

Mod. G.T. - 7.5.1.2.b C

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)	
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco			
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: <b>S2C1</b> Indisturbato	Prelievo del: <b>20-ott-22</b>	Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>	
Data ricevimento campione: 21-ott-22	Data apertura campione: 25-ott-22	Data inizio prova: <b>02-nov-22</b>	
TIPO DI PROVA: Lenta: SI Consolidata: SI	ATTREZZATURA: Shearmatic- Cella Dinamometrica REP TCE TYPE TS 0,5 T Matr. N° 420349	Fattore di conversione: 1	

DATI DEL CAMPIONE IN PROVA		SCATOLA DI TAGLIO	
Peso Specifico dei Grani (Gt*)	kN/m <sup>3</sup> 26,63	Lato Fustella, cm	6,02
Contenuto Naturale in Acqua (media)	% 16,81%	Altezza Fustella, cm	1,85
		Velocità di taglio, mm/mn	0,007
		Sezione Fustella, cm <sup>2</sup>	36,24

DETERMINAZIONI	n	1			2			3		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
Fustella Portacampione	n									
Massa Fustella	g	94,99			95,17				93,60	
Massa Fustella + Campione	g	384,50			320,20				322,00	
Massa Campione	g	289,51			225,03				228,40	
		PRIMA	DOPO	Δ	PRIMA	DOPO	Δ	PRIMA	DOPO	Δ
Peso di Volume Naturale	kN/m <sup>3</sup>	43,18	43,75	0,57	33,56	34,75	1,18	34,07	35,91	1,84
Peso di Volume Secco	kN/m <sup>3</sup>	36,97	37,45	0,49	28,73	29,75	1,01	29,16	30,74	1,58
Indice dei Vuoti		-0,280	-0,289	-0,01	-0,073	-0,105	-0,03	-0,087	-0,134	-0,05
Altezza Solidi	cm	2,995			2,328			2,363		

PROVINO n. 1	Altezza Finale, cm										SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> :	
Cedimenti, cm	0,024										50,0	
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Letture cella dinamometrica	11	35	63	79	96	105	106	105	102			
Trasduttore Vert., mm	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,23	0,23			
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	3,0	9,5	17,2	21,5	26,2	28,6	28,9	28,6	27,8			

PROVINO n. 2	Altezza Finale, cm										SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> :	
Cedimenti, cm	0,063										100,0	
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Letture cella dinamometrica	19	63	97	121	142	153	162	163	162	158		
Trasduttore Vert., mm	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,62	0,62		
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	5,2	17,2	26,4	33,0	38,7	41,7	44,1	44,4	44,1	43,0		

PROVINO n. 3	Altezza Finale, cm										SFORZO NORMALE, kN/m <sup>2</sup> :	
Cedimenti, cm	0,095										200,0	
Tempi, mn	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Spostamenti Cella, mm	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5
Letture cella dinamometrica	23	85	145	198	245	274	290	295	296	297	296	
Trasduttore Vert., mm	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	
SFORZI di TAGLIO, kN/m <sup>2</sup>	6,3	23,2	39,5	53,9	66,7	74,6	79,0	80,4	80,6	80,9	80,6	

RIEPILOGO		
Provini	SFORZI, kN/m <sup>2</sup>	
	Normali	di Taglio
3	200,0	80,9
2	100,0	44,4
1	50,0	28,9

OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo



Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



## PROVA di TAGLIO DIRETTO (ASTM D 3080)

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO n° 1680

del 08-nov-22

pag. 2/2

Mod. G.T - 7.5.1.2.b C

### DATI GENERALI

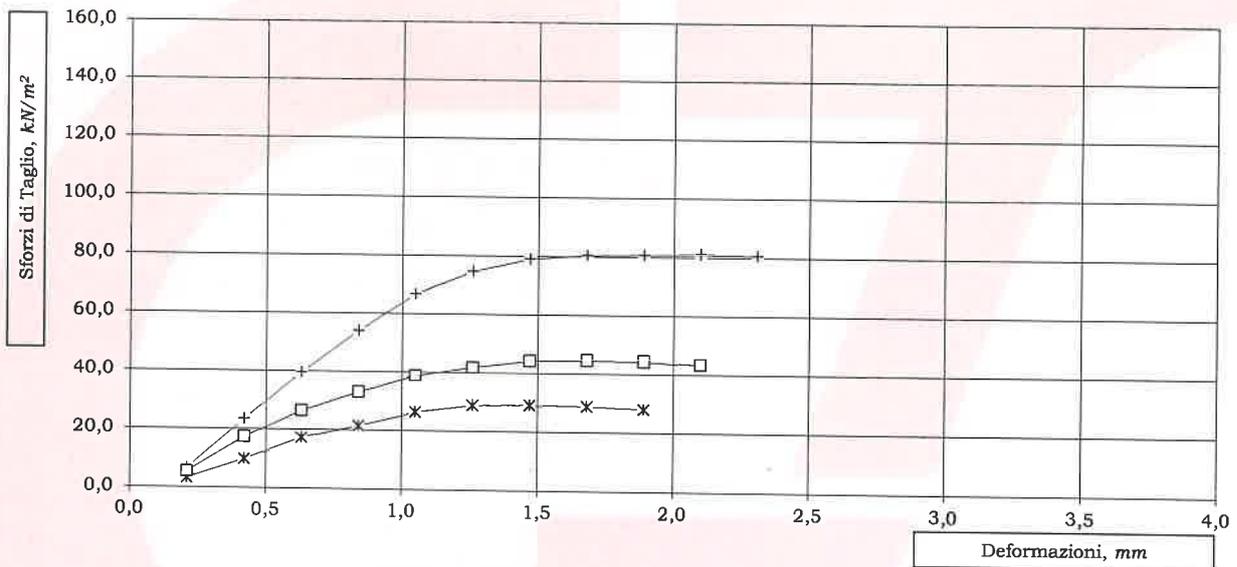
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)

### DATI DEL CAMPIONE

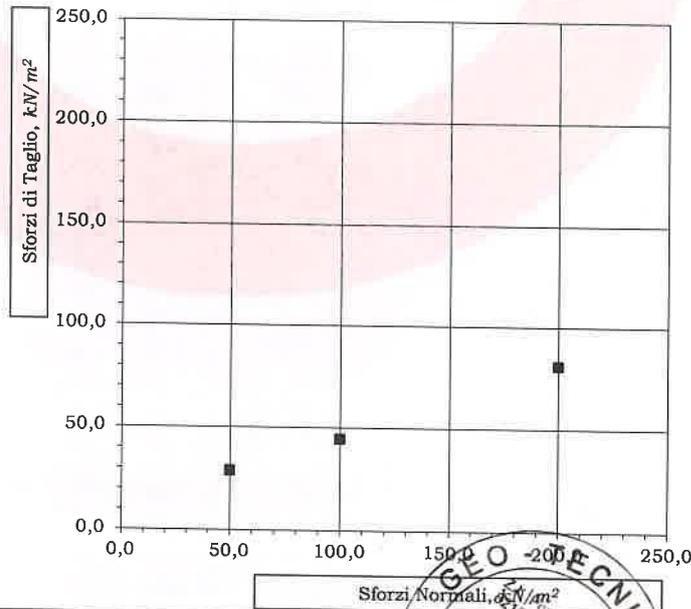
Identificativo campione: <b>S2C1</b>	Indisturbato	Prelievo del: <b>20-ott-22</b>	Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>
Data ricevimento campione: 21-ott-22		Data apertura campione: 25-ott-22	Data inizio prova: 02-nov-22

### ELABORAZIONE GRAFICA

#### Diagramma Sforzi di Taglio - Deformazioni



#### Diagramma Sforzi Normali - Sforzi di Taglio



Lo Sperimentatore:  
*Michela Di Franza*  
Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



## PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA' (ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 590 del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1681 del 08-nov-22

pag. 1/3

Mod. G.T- 7.5.1.2 a.p.C

DATI GENERALI			
Committente:	ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto:	Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro
Richiedente:	Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località:	Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S2C1</b> Indisturbato	Prelievo del:	<b>20-ott-22</b>
Data ricevimento campione:	21-ott-22	Data apertura campione:	25-ott-22
		Profondità, m:	<b>2,50-3,00</b>
		Data inizio prova:	25-ott-22
DATI DEL CAMPIONE IN PROVA		ATTREZZATURA	
Peso Specifico dei Grani (Gt*)	kN/m <sup>3</sup> 26,63	Marca:	TECNOTEST Mod. T663/020
Contenuto Naturale in Acqua	% 16,81	Trasduttore di spostamento	CH 06
DETERMINAZIONI			
<b>Anello Portaprovino n. H+</b>			
Ø interno Anello, cm	5,06	Altezza Anello, cm	2,00
Massa Anello, g	59,52	Area Base Anello, cm <sup>2</sup>	20,11
		Massa Anello+Campione, g	130,20
		Massa Campione, g	70,68
		CELLA ALLAGATA	
		CONTENUTO in ACQUA DOPO PROVA	
Peso Volume Naturale, kN/m <sup>3</sup>	PRIMA 17,57	DOPO 21,19	Δ 3,61
Peso Volume Secco, kN/m <sup>3</sup>	15,04	18,14	3,09
Indice dei Vuoti	0,770	0,468	-0,302
Altezza Solidi, cm	1,130		
		Contenitore, n	J2
		Massa Contenitore, g	20,88
		Massa Cont+Terra Umida, g	92,50
		Massa Cont+Terra Secca, g	82,20
		w %	<b>16,80</b>

DATI della PROVA																										
Tempi	15"	30"	1'	2'	4'	8'	15'	30'	1 h	2 h	4 h	8 h	12 h	24 h	2H <sup>^</sup>											
	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00	8,00	15,00	30,00	60,00	120,00	240,00	480,00	720,00	1440,00												
kPa	Misure al Comparatore Centesimale															cm										
25	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	5	6	7	7	1,9930											
50	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	22	23	24	25	1,9750											
100	28	29	30	32	33	36	37	39	41	42	43	44	45	46	1,9540											
200	49	50	51	53	55	59	61	63	65	69	71	75	77	78	1,9220											
400	81	82	84	88	93	98	102	108	114	118	121	123	124	125	1,8750											
800	129	130	132	134	139	149	162	179	189	196	199	201	203	205	1,7950											
1600	209	210	211	213	219	228	239	258	289	315	332	339	340	341	1,6590											
3200	343	345	350	359	373	392	410	432	449	464	476	483	486	487	1,5130											
1600	486	486	486	485	485	485	485	485	485	485	485	485	485	485	1,5150											
400	471	470	468	465	463	460	458	456	454	453	452	450	449	449	1,5510											
100	442	441	440	438	436	432	430	428	427	425	423	420	419	419	1,5810											
25	415	413	412	410	409	408	407	405	404	403	402	400	399	399	1,6010											
FASE DI CARICO	Pressioni Applicate															kPa	0	25	50	100	200	400	800	1600	3200	
	Altezza Campione															2H <sup>^</sup>	cm	2,000	1,993	1,975	1,954	1,922	1,875	1,795	1,659	1,513
	Altezza Vuoti															cm	0,870	0,863	0,845	0,824	0,792	0,745	0,665	0,529	0,383	
	Indice Vuoti															e	0,770	0,764	0,748	0,729	0,701	0,659	0,589	0,468	0,339	
	Indice di Compressibilità															Cc			0,053	0,062	0,094	0,138	0,235	0,400	0,429	
	Modulo Edometrico															Ed	kN/m <sup>2</sup>			<b>2768</b>	<b>4702</b>	<b>6106</b>	<b>8179</b>	<b>9375</b>	<b>10559</b>	<b>18181</b>
Consolidazione															%		0,351	1,266	2,354	4,058	6,667	11,421	20,555	32,188		

FASE DI SCARICO	Pressioni Applicate					kPa	1600	400	100	25	
	Altezza Campione					2H <sup>^</sup>	cm	1,515	1,551	1,581	1,601
	Altezza Vuoti					cm	0,385	0,421	0,451	0,471	
	Indice Vuoti					e	0,341	0,373	0,399	0,417	
	Indice di Rigonfiamento					Cs	0,006	0,053	0,044	0,029	

PROVA di PERMEABILITA'									
Sezione Buretta	cm <sup>2</sup>	0,44							
Altezza Acqua Inizio Prova	cm								
Altezza Acqua Fine Prova	cm								
Intervallo di Tempo (ΔT)	s								
Coefficiente di Permeabilità	cm/s								
Carichi kPa		25			200	400	800	1600	3200

OSSERVAZIONI: Le prove sono state eseguite sulla parte fine ricostruita

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo

Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franca



# GEO-TECNICA srl

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICA - SISMICA

Ministero delle Infrastrutture  
e dei Trasporti  
Concessione n° 99 del  
19 Marzo 2018  
D.P.R. n°380/2001-art.59  
Laboratorio Prove su Terre e Rocce

## PROVA di COMPRESIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 590 del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1681

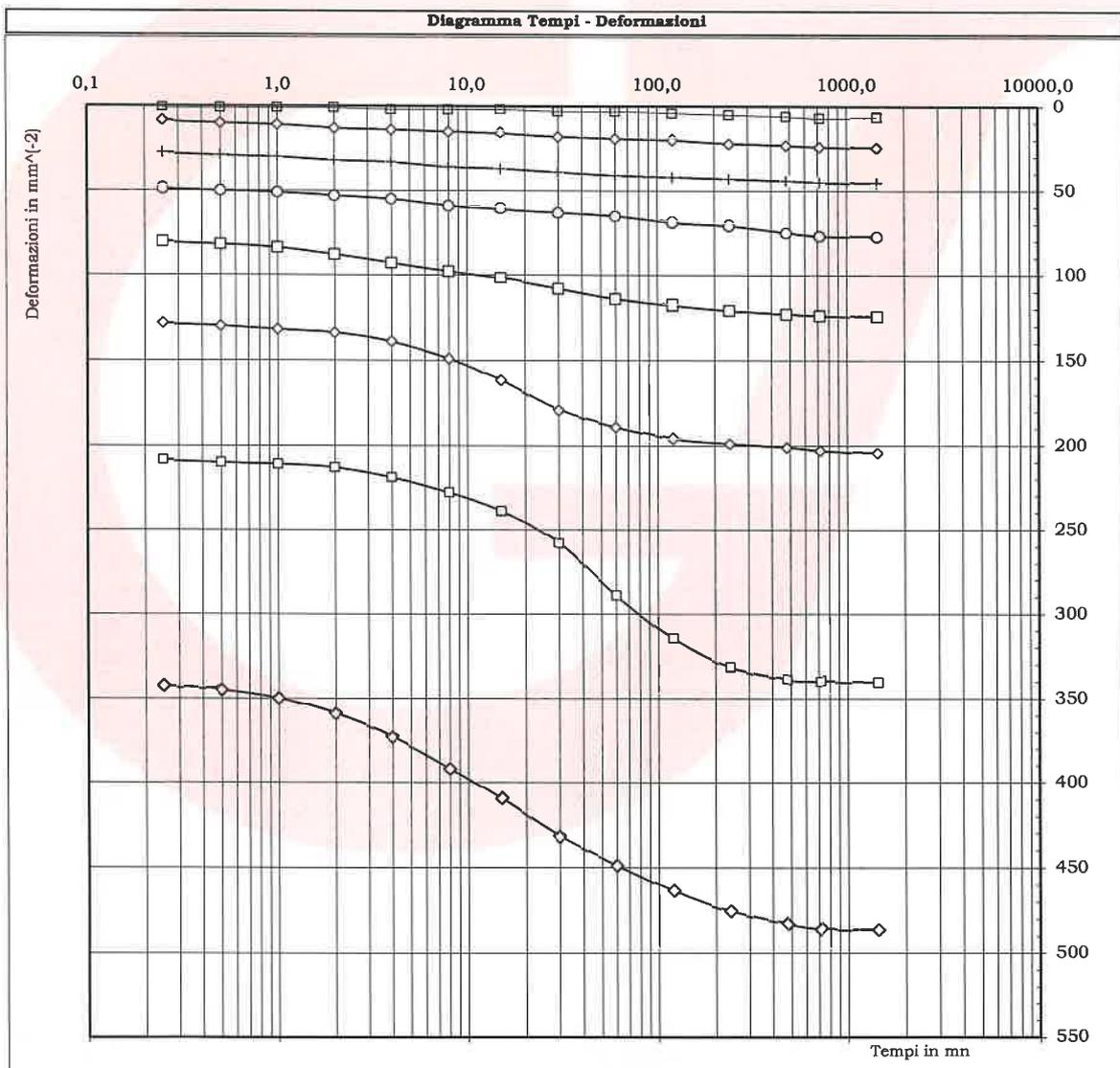
del 08-nov-22

pag. 2/3

Mod. GT- 7.5.1.2.a.p.C

DATI GENERALI			
Committente:	ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto:	Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro
Richiedente:	Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località:	Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	<b>S2C1</b>	Indisturbato	Prelievo del: <b>20-ott-22</b>
Data ricevimento campione:	21-ott-22		Data apertura campione: 25-ott-22
			Profondità, m: <b>2,50-3,00</b>
			Data inizio prova: 25-ott-22

### ELABORAZIONE GRAFICA



Lo Sperimentatore:  
*Michela Di Franza*  
Dott. ssa Geol. Michela Di Franza



## PROVA di COMPRESSIONE EDOMETRICA e PROVA di PERMEABILITA'

(ASTM D 2435 - Bowles, Exp.12-1978)

ACCETTAZIONE n° 590 del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1681 del 08-nov-22

pag. 3/3

Mod. G.T. 7.5.1.2.a.p.C

DATI GENERALI			
Committente:	ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto:	Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro
Richiedente:	Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località:	Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione:	S2C1 Indisturbato	Prelievo del:	20-ott-22
Data ricevimento campione:	21-ott-22	Data apertura campione:	25-ott-22
		Profondità, m:	2,50-3,00
		Data inizio prova:	25-ott-22

### ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Carichi - Indice dei Vuoti

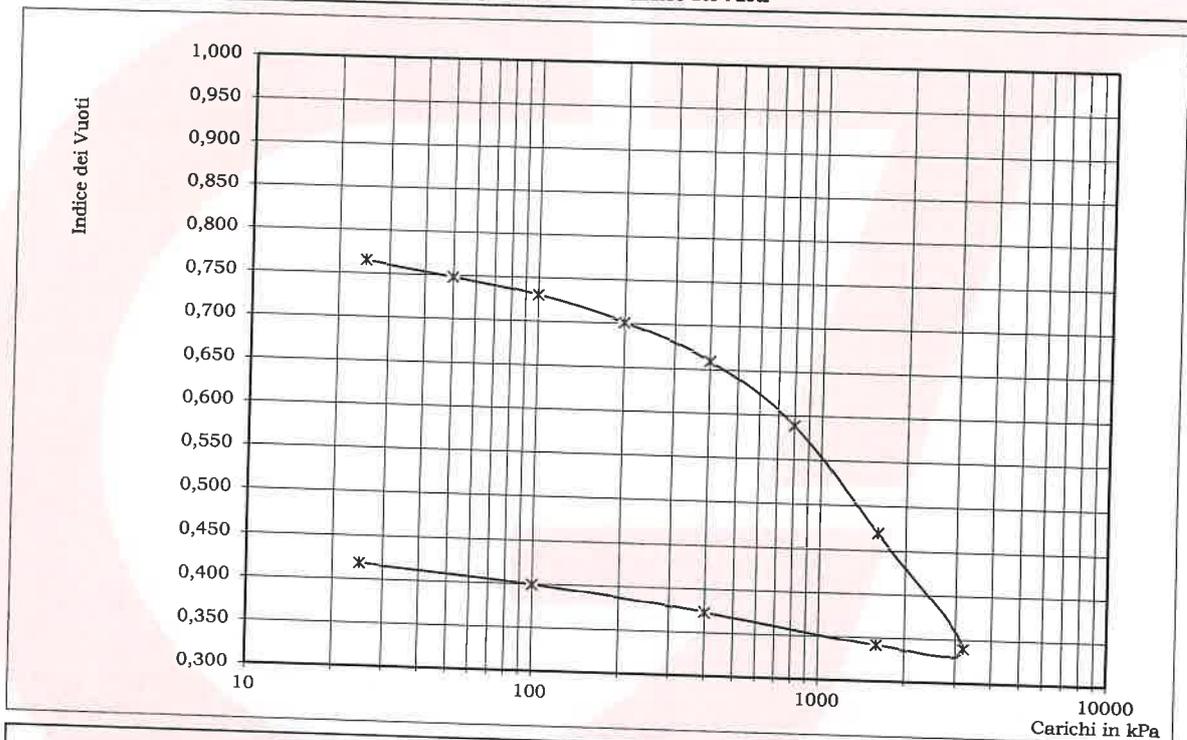
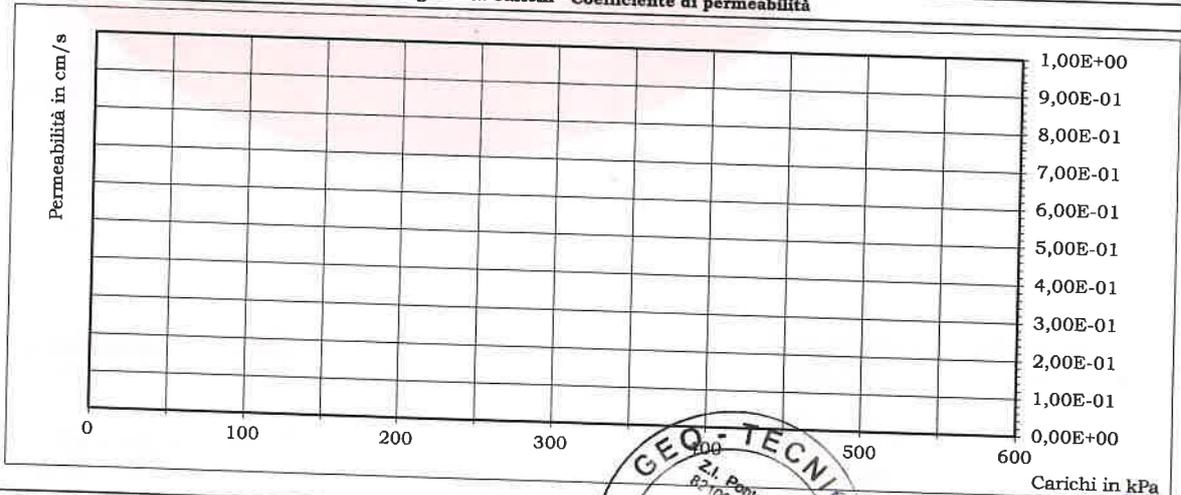


Diagramma Carichi - Coefficiente di permeabilità



Lo Sperimentatore:  
*Michela Di Franza*  
Dott.ssa Geol. Michela Di Franza



## PROVA di COMPRESSIONE ad ESPANSIONE LATERALE LIBERA (ASTM D 2166 )

ACCETTAZIONE n° 590

del 20-ott-22

CERTIFICATO N. 1682

del

08-nov-22

pag. 1/1

Mod. G.T. 7.5.1.2.d.c

DATI GENERALI			
Committente: ASEA- Agenzia Sannita Energia Ambiente	Progetto: Indagini geognostiche, geotecniche e sismiche per adeguamento/miglioramento della casa di guardia diga di campolattaro		
Richiedente: Dott. Geol. Fioravante Bosco	Località: Diga di campolattaro - Campolattaro (BN)		
DATI DEL CAMPIONE			
Identificativo campione: S2C1	Indisturbato	Prelievo del: 20-ott-22	Profondità, m: 2,50-3,00
Data ricevimento campione: 21-ott-22		Data apertura campione: 25-ott-22	Data di prova: 25-ott-22

Velocità di prova, mm/min 0,75

ATTREZZATURA: TECNOTEST Mod. TR115 - Anello dinamometrico da 3 kN n. 1452

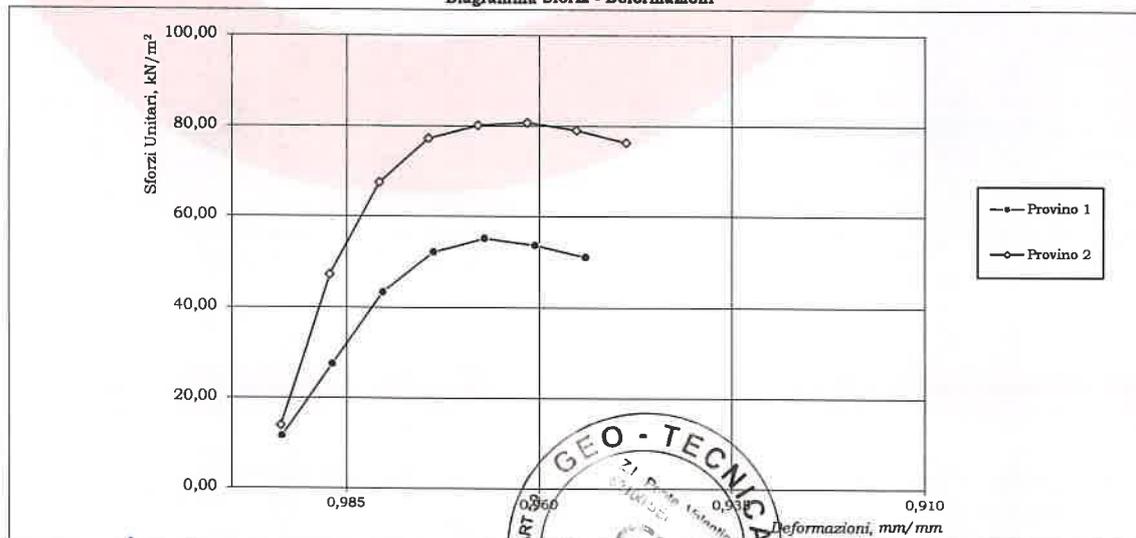
DETERMINAZIONI	PROVINO, n.	
	1	2
Massa Campione naturale, g	152,20	154,80
Altezza Campione, cm	7,60	7,80
Diametro Superiore, cm	3,81	3,81
Diametro Medio, cm	3,81	3,81
Diametro Inferiore, cm	3,81	3,80
Sezione Media, cm <sup>2</sup>	11,40	11,38
Volume Campione, cm <sup>3</sup>	86,65	88,77
Peso di Volume Naturale, kN/m <sup>3</sup>	17,57	17,44
Massa Campione Secco, g	130,38	132,44
Umidità naturale, %	16,74	16,88
Peso di Volume Secco, kN/m <sup>3</sup>	15,05	14,92

VALORI MEDI
17,50
16,81
14,98

DATI DELLA PROVA										
PROVINO n. 1	Lettura Anello Dinamometrico	10	24	38	46	49	48	46		
	Lettura Comparatore Deformazioni	50	100	150	200	250	300	350		
	Sforzi, N	13,27	31,85	50,43	61,05	65,03	63,70	61,05		
	Deformazioni, mm/mm	0,993	0,987	0,980	0,974	0,967	0,961	0,954		
	Area Corretta, cm <sup>2</sup>	11,48	11,55	11,63	11,71	11,79	11,87	11,95		
Sforzi Unitari, kN/m <sup>2</sup>	11,56	27,57	43,36	52,14	55,16	53,67	51,08			
PROVINO n. 2	Lettura Anello Dinamometrico	12	41	59	68	71	72	71	69	
	Lettura Comparatore Deformazioni	50	100	150	200	250	300	350	400	
	Sforzi, N	15,93	54,41	78,30	90,24	94,22	95,55	94,22	91,57	
	Deformazioni, mm/mm	0,994	0,987	0,981	0,974	0,968	0,962	0,955	0,949	
	Area Corretta, cm <sup>2</sup>	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,84	11,92	12,00	
Sforzi Unitari, kN/m <sup>2</sup>	13,90	47,20	67,48	77,26	80,14	80,73	79,08	76,33		

### ELABORAZIONE GRAFICA

Diagramma Sforzi - Deformazioni



### OSSERVAZIONI:

Il Direttore del Laboratorio:

Dott. Geol. Umberto Lonardo



Lo Sperimentatore:

Dott.ssa Geol. Michela Di Franza