

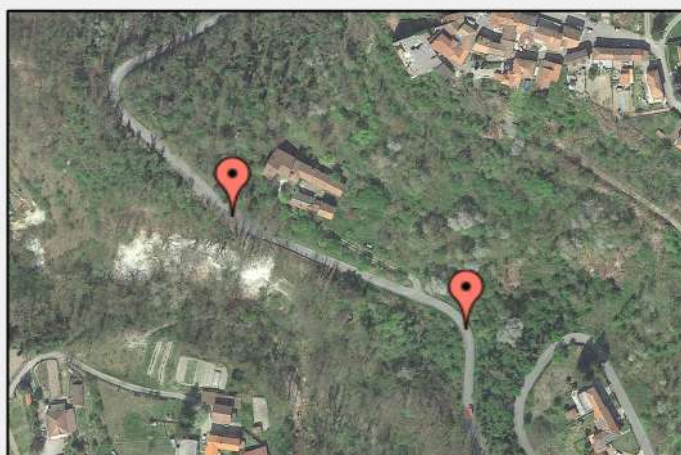


COMUNE DI ACQUI TERME

Provincia di Alessandria

COMMITT.: Comune di Acqui Terme

OGGETTO: *Ripristino Strada comunale Lussito (INTERVENTO 3).
AL_A18_622_19_492. Finanziamento Regione Piemonte con FSUE.*



Rif. Uff. 777/21

RELAZIONE GEOLOGICA – GEOTECNICA - SISMICA

ai sensi del D.M. 17/01/2018 e della L.R. n°45 del 09/08/1989

Bistagno, li 06/05/2021

Il geologo incaricato:

Visto il Progettista:

Visto il Responsabile del Procedimento:



INDICE GENERALE

1. PREMESSE.....	2
1.1. OGGETTO E FINALITA'.....	2
1.2. INTERVENTO IN PROGETTO.....	2
1.3. UBICAZIONE DEL SITO.....	2
1.4. METODOLOGIA DI INDAGINE	2
2. MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	3
2.1. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE.....	3
2.2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	4
3. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	5
3.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE.....	5
3.2. INDAGINE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA.....	6
3.3. PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI.....	10
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	12
4.1 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE.....	12
4.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE (METODO SEMPLIFICATO).....	14
5. CONSIDERAZIONI - CONCLUSIONI.....	17

ALLEGATO 1 ESTRATTO STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE

- Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica

ALLEGATO 2 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

ALLEGATO 3 INDAGINE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA H/V

ALLEGATO 4 PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI TERRENO

- Angolo di resistenza al taglio
- Modulo edometrico

ALLEGATO 5 ELABORATI GRAFICI

- | | | |
|-----------|-------------------------------------|----------------|
| • TAV. 1 | Corografia | Scala 1:10.000 |
| • TAV. 2a | Planimetria indagini Intervento "A" | Scala 1:500 |
| • TAV. 2b | Planimetria indagini Intervento "B" | Scala 1:500 |
| • TAV. 3 | Sezioni geologiche interpretative | Scala 1:150 |
| • TAV. 4 | Documentazione fotografica | |

1. PREMESSE

1.1. OGGETTO E FINALITA'

La presente indagine è stata eseguita al fine di definire il modello geologico e il modello geotecnico, nonché le caratteristiche sismiche locali dei terreni siti in località Lussito del Comune di Acqui Terme (AL) interessati da lavori di sistemazione di due tratti della strada comunale omonima, coinvolta da smottamenti e/o cedimenti della scarpata di valle a seguito delle avversità atmosferiche del Novembre 2019.

Essa contempla gli aspetti previsti dalle normative vigenti in merito quali:

- *D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni".*
- *L.R. 09/08/1989 n°45 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici" ai sensi del R.D 3267 del 30/12/1923.*

1.2. INTERVENTO IN PROGETTO

Vi è la necessità di provvedere alla sistemazione di due tratti della sede stradale della Strada comunale Lussito-Ovrano, posti a breve distanza tra loro, indicati in planimetria come Intervento "A" e Intervento "B", che sono stati interessati da smottamenti e/o cedimenti della porzione di valle a seguito delle abbondanti precipitazioni avvenute nel Novembre 2019.

La tipologia di opera principale prevista, similare per entrambe i siti, è rappresentata da un muro-soletta di sottoripa poggiante su pali a medio diametro. La lunghezza del manufatto sarà di 30m nell'Intervento A e di 25m nell'Intervento "B".

Per i dettagli si rimanda alla consultazione degli elaborati di progetto a cura dell'Ing. Claudio Adorno con Studio tecnico in Cessole (AT).

1.3. UBICAZIONE DEL SITO

L'area in esame è situata nel settore meridionale del territorio comunale di Acqui Terme, in località Lussito. Sulla Cartografia Ufficiale in scala 1:100.000 ricade sul Foglio 82 "Genova", mentre sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 insiste sulla Sez. 194100 alle seguenti coordinate geografiche (Datum WGS84): Lat = 44°,657032 , Long = 8°,473203 ad una quota media di circa 225 m s.l.m.m. (punto intermedio tra i due interventi).

1.4. METODOLOGIA DI INDAGINE

La presente trattazione si basa sulle risultanze delle seguenti indagini:

- rilevamento geologico di dettaglio per un notevole intorno;
- indagine geotecnica costituita da quattro prove penetrometriche dinamiche continue di cui due tipo medio (DPM30) e due di tipo superpesante (DPSH);
- indagine geofisica rappresentata da due prove di sismica passiva a stazione singola.

2. MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

2.1. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Il substrato roccioso presente nell'area in esame è rappresentato dai litotipi della *Formazione di Cortemilia*, così come indicato sulla nuova Carta Geologica d'Italia in scala 1/50.000, Foglio n.194 "Acqui Terme (Cfr. Illustrazione n.1). Come è possibile osservare in alcuni affioramenti presenti al contorno, tale formazione è costituita da alternanze più o meno regolari di *strati arenacei e/o sabbiosi e strati marnosi*.

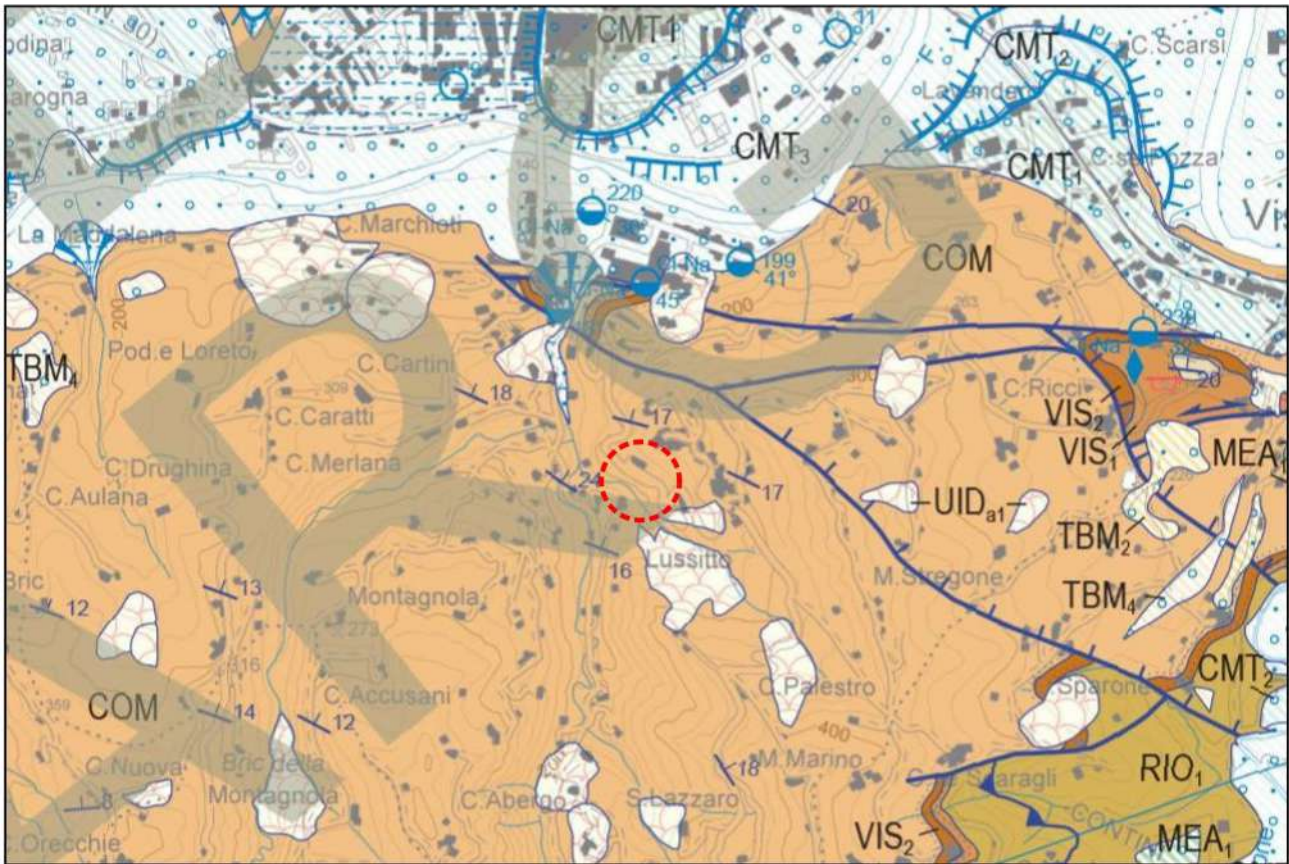
Si tratta di rocce di origine sedimentaria derivanti dalla diagenesi di potenti deposizioni accumulate in ambiente marino (depositi bacinali di conoide esterna) caratterizzato da abbondanti episodi *torbiditici* (frane sottomarine). Tali deposizioni si sono succedute nella prima metà dell'era Terziaria e più precisamente risalgono ai periodi *Burdigaliano sup.-Langhiano inf.* (18-15 Ma).

La *Formazione di Cortemilia* appartiene ad una più ampia sequenza deposizionale che si è protratta dall'Oligocene inf.(circa 35 m.a.) al Pliocene sup. (1,8 m.a.) e che ha interessato buona parte dell'attuale Piemonte meridionale e nota in letteratura come Bacino Terziario Piemontese (B.T.P.).

La giacitura degli strati rocciosi risulta concorde con l'andamento regionale di monoclinale immergente circa verso NNE con inclinazione di una decina di gradi rispetto all'orizzontale. In tale considerazione l'ammasso roccioso si presenta con disposizione prevalente a *reggipoggio* (strati concordi al pendio) in corrispondenza dell'Intervento "A" e a *traverpoggio* (strati trasversali al pendio) in corrispondenza dell'Intervento "B".

Come è emerso dalle indagini geognostiche in sito (prove penetrometriche dinamiche e prove di sismica passiva H/V) è presumibile che il substrato litoide sufficientemente conservato sia reperibile a bassa profondità in corrispondenza del sito dell'intervento "A", mentre in corrispondenza del sito dell'Intervento "B" sia posto a profondità maggiore (stimabile in circa 9-10m) per la presenza di un orizzonte verosimilmente costituito sempre da termini del substrato ma profondamente alterati e fratturati (eventualmente dislocati da discontinuità di tipo tettonico). Si tratterebbe comunque di terreni piuttosto competenti (cfr. Prove penetrometrica DPSH 2)

A livello superficiale, in corrispondenza dei siti di intervento, vi è la presenza di terreni incoerenti di copertura (riporti e/o coltre incoerente naturale) per uno spessore stimabile in circa 3m (cfr. Allegato n. 2 - Prove penetrometriche dinamiche) aventi granulometria essenzialmente limoso-sabbiosa con presenza di scheletro di frammenti litici del substrato (cfr. Sezioni geologiche interpretative di Tav.3).



SUCCESSIONE OLIGOCENICO-PLIOCENICA

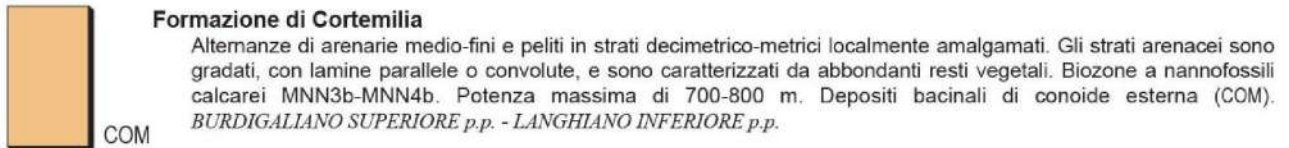


Illustrazione n.1.

Estratto della Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000, F. 194 Acqui Terme - Ingrandimento alla scala 1:25.000. L'area di interesse è evidenziata con un cerchio rosso

2.2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

L'area oggetto di studio si colloca in una porzione di versante posto in destra idrografica del Rio Ravanasco caratterizzato da una esposizione media verso sud-ovest da un'acclività non trascurabile.

I tratti di strada oggetto di intervento, a seguito di abbondanti precipitazioni, sono stati interessati da dissesti gravitativi che hanno comportato lo smottamento (sito intervento A) e vistosi cedimenti del lato di valle del corpo stradale (sito intervento n.2) (cfr. foto n. 2 e n. 5 su Tav. 4 dell'Allegato n.5).

Dal rilevamento di superficie e dalle indagini geognostiche in sito tali dissesti risulterebbero puntuali e circoscritti sia in estensione areale, sia in profondità e sarebbero legati essenzialmente alle condizioni di stabilità limite della scarpata di valle della strada, rese ancora più precarie dalle abbondanti precipitazioni. Inoltre il tratto di strada in questione presenta una

pendenza della sezione trasversale verso valle, permettendo alle acque di scorrimento superficiale di dirigersi verso tale direzione anziché verso la cunetta di monte. Tale condizione, insieme ad una non ottimale efficienza delle opere di regimazione superficiale presenti lungo l'infrastruttura viaria (cunette e/o condotte interrato) è da annoverare tra i fattori predisponenti che hanno contribuito al verificarsi dei dissesti.

3. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

3.1. PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

Per avere indicazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche geotecniche puntuali dei terreni oggetto di intervento si sono eseguite 4 prove penetrometriche dinamiche continue di cui tre in corrispondenza dell'Intervento A e una in corrispondenza dell'Intervento B (cfr. ubicazione su Allegato 4, Tav. 2, 3 e 4).

Due prove (DPM1 e DPM2) sono state effettuate con penetrometro dinamico di tipo medio mod. *Deep Drill DM30* attrezzato con punta da 10 cm² e due con penetrometro dinamico super pensante mod. *Pagani TG 63-200* con punta da 20,43 cm².

Le caratteristiche tecniche degli strumenti utilizzati sono riportate, unitamente al tabulati della prove eseguite, all'interno dell'*Allegato 2* a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

La resistenza media del terreno, in assenza di ostacoli ed impedimenti locali, è direttamente proporzionale al numero di colpi del maglio necessari per una infissione della punta del penetrometro di 10 cm (N₁₀) del DM30 e di 30 cm (N₃₀) del DPSH. Tale dato è stato rapportato, mediante un fattore di correzione strumentale (coefficiente teorico di energia), al numero dei colpi N_(SPT) della prova Standard SPT (Standard Penetration Test).

Le prove hanno raggiunto una profondità di investigazione di 2,80m (DPM 1), di 2,90m (DPM 2), di 4,50m (DPSH 1) e di 9,30m (DPSH 2) e sono state protratte fino al "rifiuto all'avanzamento" della punta dello strumento dovuta alla presenza di terreni particolarmente competenti.

Le stratigrafie presunte riscontrate nelle prove e riportate nelle schede dell'*Allegato n. 2*, vengono riassunte nelle seguenti tabelle:

Prova penetrometrica DPM 1				
Ubicazione: Intervento "A" - banchina di valle in dissesto				
Strato n.	Intervalli di profondità (m)	Caratteristiche litostratigrafiche presunte	Stato	N_{spt} medio
1	0-2,50	Terreni incoerenti	Poco addensato	5,14
2	2,50-2,80	Substrato litoide	Addensato	31,20

Prova penetrometrica DPM 2				
Ubicazione: Intervento "A" - banchina di valle				
Strato n.	Intervalli di profondità (m)	Caratteristiche litostratigrafiche presunte	Stato	N_{spt} medio
1	0-2,70	Terreni incoerenti	Poco addensato	5,24
2	2,70-2,90	Substrato litoide	Addensato	33,48

Prova penetrometrica DPSH 1				
Ubicazione: Intervento "A" - banchina di valle				
Strato n.	Intervalli di profondità (m)	Caratteristiche litostratigrafiche presunte	Stato	N_{spt} medio
1	0-3,30	Terreni incoerenti	Poco addensato	8,01
2	3,30-4,50	Substrato litoide	Addensato	41,85

Prova penetrometrica DPSH 2				
Ubicazione: Intervento "B" - banchina di valle				
Strato n.	Intervalli di profondità (m)	Caratteristiche litostratigrafiche presunte	Stato	N_{spt} medio
1	0,00-3,30	Terreni incoerenti	Poco addensato	9
2	3,30-9,00	Substrato disarticolato	Addensato	31,27
3	9,00-9,30	Substrato litoide	Molto addensato	54

Al momento delle indagini (aprile 2021) all'interno dei fori di sondaggio non si è riscontrata la presenza di acqua libera (falda acquifera temporanea).

3.2. INDAGINE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA

A complemento dell'indagine geotecnica (prove penetrometriche dinamiche), in corrispondenza dei due siti di intervento (cfr. posizione su Allegato 5, Tav.2), si sono effettuate due prove di sismica passiva H/V al fine di ottenere un'interpretazione del profilo stratigrafico-sismico ad elevata profondità con stima sulla profondità del bedrock (substrato sismico o litologico) e sulle velocità delle onde S (di taglio).

La prova consiste nella misurazione del *microtremore ambientale*¹ nelle sue tre componenti spaziali (x, y e z opp. E-W, N-S e Up-Down) a varie frequenze per mezzo di un registratore sismico (tromografo o tromometro). La strumentazione utilizzata per la registrazione è un tromografo digitale (TROMINO della MICROMED S.p.a) dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati sul piano orizzontale (N-S e E-W) e sul piano verticale (Up-Down). I dati di rumore, amplificati e digitalizzati, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz ritenuta la più indicata per la tipologia di indagine².

Per l'Analisi spettrale delle tracce e la modellazione si è utilizzato uno specifico software dedicato (Grilla della MICROMED S.p.a), conforme alle direttive fornite dal progetto di ricerca europeo SESAME.

Di seguito viene descritto il procedimento ed espresse considerazioni relative ai siti in esame in riferimento alle prove effettuate. Per i dettagli grafici e numerici relativi alle prova si rimanda alla consultazione dell'Allegato n. 3.



*Illustrazione 2:
Posizionamento del
tromografo sul terreno.
L'accoppiamento strumento -
terreno è garantito
dall'infissione nel terreno di
particolari "piedini".*

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica³, in quanto il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione. Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti. Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla relazione: **$f=Vs/4h$** (formula semplificata) dove V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona e h è lo spessore di detto strato.

1 detto anche *rumore sismico*, sono movimenti minimi (nell'ordine di $10^{-2} - 10^{-6}$ mm) del terreno presenti in qualsiasi punto della superficie terrestre, e consiste per lo più nelle onde di superficie (onde di Rayleigh e onde di Love) prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali. Il rumore sismico viene prodotto principalmente dal vento e dalle onde del mare, ma anche (alle frequenze più alte) da sorgenti di carattere antropico come ad esempio industrie e traffico veicolare.

2 Il Tromino può essere utilizzato anche per applicazioni ingegneristiche su strutture quali analisi modali e analisi di vibrazioni

3 Si ha risonanza stratigrafica quando si è in presenza di terreni di copertura con spessore superiore a tre metri su di un substrato rigido.

La prova, comunemente nota con il termine H/V o HVSR (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali H e verticale V) fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989). Infatti e' proprio dal grafico del rapporto tra le componenti spettrali orizzontale e verticale (cfr. Illustrazioni n.3 e n.4) che viene evidenziata la frequenza (o più frequenze se si è in presenza di un profilo stratigrafico multistrato con contrasti di impedenza⁴ significativi) attraverso un "picco" della curva (in genere dovuto ad un minimo della componente verticale, riscontrabile negli spettri delle singole componenti).

La frequenza fondamentale del sito è generalmente indicata dal picco principale, che nel caso dei siti in esame è di 13,28 Hz (cfr. Illustrazione n. 3) in corrispondenza dell'intervento "A" e di 4,69 Hz in corrispondenza dell'Intervento "B" (cfr. Illustrazione n. 4).

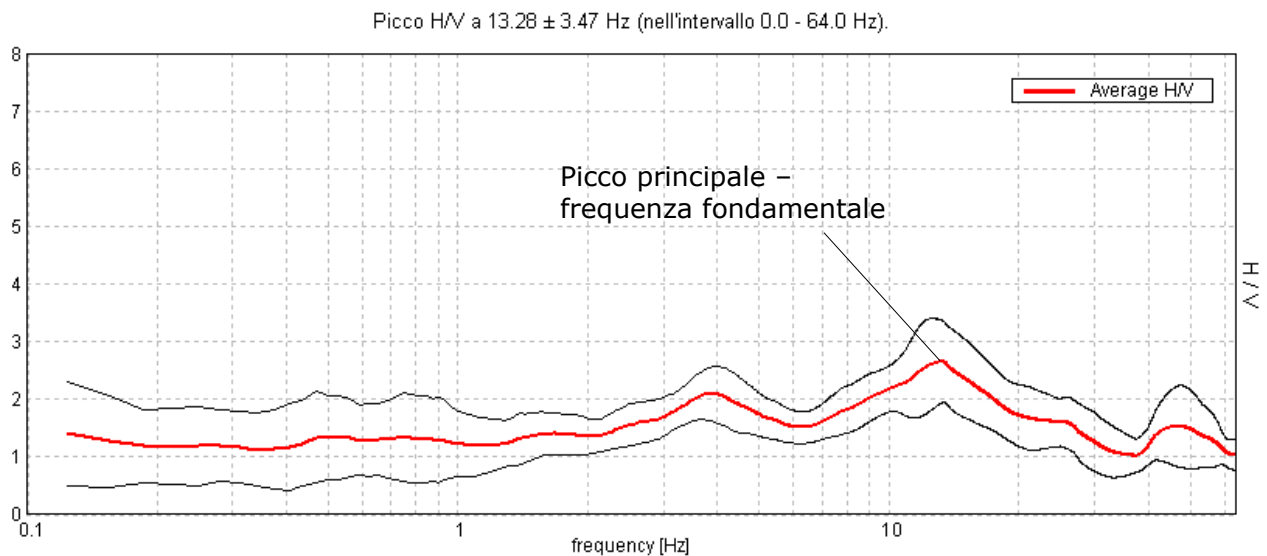


Illustrazione n.3 - Intervento "A" - Prova H/V 1 - Rapporto spettrale orizzontale su verticale

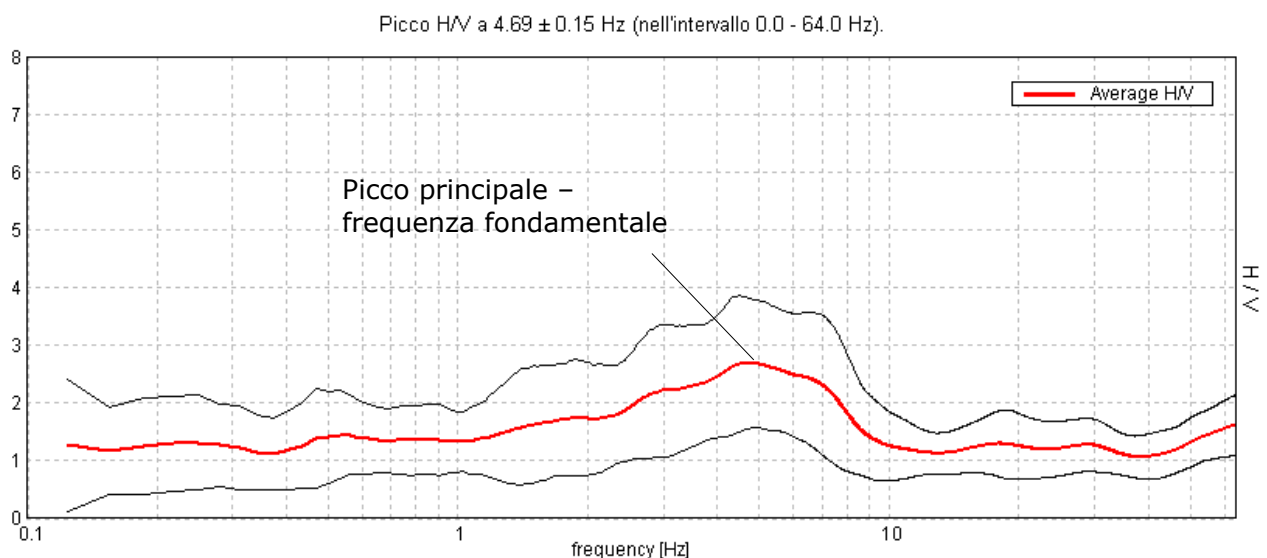


Illustrazione n.4 - Intervento "B" - Prova H/V 2 - Rapporto spettrale orizzontale su verticale

⁴ Rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso

La differenza tra i valori di frequenza di risonanza è da mettere in relazione al diverso spessore⁵ dei terreni di copertura al di sopra del substrato sismico (bedrock o bedrock like) in corrispondenza dei due settori (cfr. successiva interpretazione stratigrafico sismica).

Le curve sperimentali H/V sono state "fittate"⁶ con curve teoriche usando come vincolo lo spessore dello strato più superficiale (o altro orizzonte il cui picco H/V è individuabile sulla curva sperimentale) di sottosuolo (generalmente noto dalle indagini geotecniche necessarie per legge per ogni progettazione edilizia, che nel presente caso sono rappresentate dalle prove penetrometrica dinamiche), basandosi sulla nota equazione che lega la frequenza di risonanza (f) allo spessore (h) dello strato e alla velocità delle onde di taglio (Vs): $f=Vs/4h$ (da cui $h=Vs/4f$)

I fit della curve H/V (cfr. Figg. 4 dell'Allegato 3) forniscono i modelli stratigrafico-sismico (cfr. Figg. 5 dell'Allegato 3) dell'andamento di Vs con la profondità riassunto nelle seguenti tabelle:

INTERVENTO "A" - PROVA H/V-1

Litologia presunta	Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson	Densità kN/mc
Terreni incoerenti superficiali	3.30	3.30	160	0.35	18
Substrato alterato	21.30	18.00	350	0.35	21
Substrato litoide	-	-	550	0.35	22

$$Vs(0.0-30.0)=341m/s$$

INTERVENTO "B" - PROVA H/V-2

Litologia presunta	Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson	Densità kN/mc
Terreni incoerenti superficiali	3.30	3.30	160	0.35	18
Substrato disarticolato	9.00	5.70	200	0.35	21
Substrato litoide	-	-	380	0.35	22

$$Vs(0.0-30.0)=287m/s$$

⁵ Ad alte frequenze competono basse profondità, a basse frequenze profondità maggiori.

⁶ In gergo significa *adattare* approssimando il più possibile la curva del modello teorico con quella sperimentale (misurata)

Dai profili stratigrafico-sismici sono stati ricavati i relativi valori del parametro V_{s30} ⁷ (riporti sotto ogni tabella) attraverso la formula (media ponderata):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

dove h_i e V_{s_i} sono spessori e velocità dei singoli strati.

Ai valore riportati può essere attribuito un margine di errore massimo del +/- 30%.

3.3. PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Dal rilevamento di superficie e dalle indagini in sito eseguite, in riferimento al volume significativo dell'opera, sono stati definiti i seguenti profili stratigrafico-geotecnici in corrispondenza dei due settori indagati:

Sito Intervento "A":

- UNITA' LITOLOGICA I: Terreni incoerenti indifferenziati;
- UNITA' LITOLOGICA II: Substrato litoide.

Sito Intervento "B":

- UNITA' LITOLOGICA I: Terreni incoerenti indifferenziati;
- UNITA' LITOLOGICA II: Substrato profondamente alterato.

a cui vengono assegnati i parametri geotecnici esplicitati di seguito.

Secondo le indicazioni del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche sulle Costruzioni) per valore caratteristico di un parametro geotecnico deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite⁸ considerato.

I valori dei parametri geotecnici sono stati ricavati in modo empirico attraverso relazioni note dalla bibliografia corrente che utilizzano essenzialmente il valore N_{spt} ottenuto nelle prove penetrometriche di cui al paragrafo 3.1.

Esistono varie formule empiriche in letteratura e quelle indicate di seguito e che sono state utilizzate, a parere dello scrivente, sono quelle che meglio si adattano alle condizioni della zona studiata.

Angolo di resistenza al taglio (φ)

Formula di *Owasaki & Iwasaki (1959)* - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie

$$\varphi' = (20N_{spt})^{0,5} + 15$$

Modulo edometrico (Ed)

Formula di *Menzebach e Malcev*

relazione per sabbia fine = $Ed [kg/cm^2] = 3,54 N_{spt} + 38$

⁷ La legislazione antisismica (NTC2018) adotta come parametro fondamentale per la stima degli effetti di sito la velocità media delle onde di taglio (V_s) dei terreni posti al disopra del substrato sismico (roccia con V_s non inferiore a 800 m/sec). Se la profondità di tale substrato risulta superiore a 30m, viene considerata la V_s dei primi 30m (V_{s30})

⁸ per stato limite si intende una particolare condizione di cimento di un'opera nella quale si raggiunge uno stato (insieme di sollecitazione e di spostamento) tale da compromettere un particolare aspetto funzionale dell'opera.

Peso di volume naturale

Formula di Meyerhof ed altri.

Nella progettazione geotecnica occorre fare riferimento al "valore caratteristico", che secondo le indicazioni del D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche sulle Costruzioni) deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite⁹ considerato.

Per la determinazione del "valore caratteristico" relativo a ciascun parametro geotecnico si è scelto un approccio probabilistico (cfr. Allegato n.4) delle grandezze misurate.

L'Eurocodice7 indica come probabilità di non superamento la soglia del 5% (quinto percentile)¹⁰. La scelta di tale valore (cautelativo) è coerente con le indicazioni degli eurocodici e della normativa nazionale (NTC 2018).

Occorre inoltre fare una distinzione, ossia se ci si trova di fronte o meno a compensazione delle resistenze del terreno. Più chiaramente si ha compensazione delle resistenze quando in un intervento è coinvolto un elevato volume di terreno con possibile compensazione delle eterogeneità (es. capacità portante fondazioni con ampia superficie di appoggio quali travi rovesce o platee sufficientemente rigide, verifiche di stabilità globale); in tal caso il valore caratteristico scelto dovrà essere prossimo a quello medio (o meglio corrispondente al 5° percentile della media) misurato all'interno del volume significativo. Viceversa non si ha compensazione quando è coinvolto un volume ristretto di terreno (es. capacità portante di fondazioni isolate come i plinti, verifica a scorrimento nei muri di sostegno); in tal caso il valore caratteristico dovrà essere assunto prossimo a quello minimo (5° percentile della "popolazione").

Per quanto riguarda la stima del peso di volume si ritiene corretto assumere il valore medio (ricavato dal N_{spt} medio di ciascun strato) senza ricorrere ad elaborazione di tipo statistico.

Per le Unità litologiche definite si propone di associare i seguenti parametri geotecnici caratteristici elaborati statisticamente all'interno dell'Allegato n.4:

SITO INTERVENTO "A"

Unità Litologica I: Terreni incoerenti indifferenziati					
<i>Resistenze</i>	<i>Peso di volume</i> [kN/m ³] γ_k	<i>Angolo di resistenza al taglio</i> [°] φ_k	<i>Coesione drenata</i> [kPa] C_k	<i>Modulo edometrico</i> [kPa] E_{d_k}	N_{SPT}
Non Compensate	17,50	16,57	0	2753	0,20
Compensate	17,50	23,50	0	5320	5,59

⁹ per stato limite si intende una particolare condizione di cimento di un'opera nella quale si raggiunge uno stato (insieme di sollecitazione e di spostamento) tale da compromettere un particolare aspetto funzionale dell'opera.

¹⁰ valore al di sotto del quale ci si può attendere che si collochi non più del 5% dei risultati ottenibili da una serie illimitata di prove

Unità Litologica II: Substrato litoide					
<i>Resistenze</i>	<i>Peso di volume</i> [kN/m ³] γ_k	<i>Angolo di resistenza al taglio</i> [°] φ_k	<i>Coesione drenata</i> [kPa] C_k	<i>Modulo edometrico</i> [kPa] E_{dk}	N_{SPT}
Non Compensate	21,50	35,11	0	9900	16,73
Compensate	21,50	39,58	0	14218	25,73

SITO INTERVENTO "B"

Unità Litologica I: Terreni incoerenti indifferenziati					
<i>Resistenze</i>	<i>Peso di volume</i> [kN/m ³] γ_k	<i>Angolo di resistenza al taglio</i> [°] φ_k	<i>Coesione drenata</i> [kPa] C_k	<i>Modulo edometrico</i> [kPa] E_{dk}	N_{SPT}
Non Compensate	17	12,89	0	2313	-
Compensate	17	22,42	0	5484	7,14

Unità Litologica II: Substrato profondamente alterato					
<i>Resistenze</i>	<i>Peso di volume</i> [kN/m ³] γ_k	<i>Angolo di resistenza al taglio</i> [°] φ_k	<i>Coesione drenata</i> [kPa] C_k	<i>Modulo edometrico</i> [kPa] E_{dk}	N_{SPT}
Non Compensate	21	35,72	0	10950	20,81
Compensate	21	38,93	0	13746	28,86

Per la conoscenza dell'andamento stratigrafico delle Unità litologiche riportate occorre fare riferimento alle sezioni geologiche interpretative riportate sull'Allegato n.5, Tav. 3 che costituiscono i modelli geologici-geotecnici di riferimento per due siti di intervento.

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

4.1 PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria di sottosuolo "A" e categoria topografica "T1" nelle NTC). Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La normativa (Norme Tecniche per le Costruzioni - tabella 1) fornisce, per tutto il territorio nazionale, una griglia di valori (in dipendenza delle coordinate geografiche del punto) relativamente ai seguenti parametri che definiscono lo spettro di risposta elastico, necessario per la determinazione delle azioni sismiche:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri assumono diversi valori a seconda del periodo di ritorno (T_R) dell'azione sismica a sua volta legato alla vita di riferimento dell'opera strutturale (V_R - cfr. § 2.4.3 NTC-18) e allo stato limite (cfr. § 3.2.1 NTC-18) considerato (cfr tabella c.3.2.I NTC sottostante).

Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	$(^1) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$
	SLD	$T_R = V_R$
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	$T_R = 9,50 \cdot V_R$
	SLC	$T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni } (^1)$

Di seguito si riportano i parametri relativi al sito e all'opera strutturale in esame ricavati attraverso una specifica applicazione software (PS Advanced della GEOSTRU Srl):

COORDINATE GEOGRAFICHE SITO (Datum:WGS84)

Latitudine [°]	44°,6570320
Longitudine [°]	8°,4732037
Zona sismica (D.G.R. 30 dic. 2019, n. 6-887)	3

DATI RELATIVI ALL'OPERA STRUTTURALE¹¹

Dato	Valore	Descrizione
Vita nominale opera strutturale V_N [anni]	≥ 50	2. Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
Coefficiente d'uso C_U :	1,0	II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Vita di riferimento per l'azione sismica V_R [anni]	50	$V_R = V_N \times C_U$

PARAMETRI SISMICI SU SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO PER T_r ASSEGNATI

Stato limite		T_r [anni]	g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
di esercizio (SLE)	Operatività (SLO)	30	0,018	2,580	0,160
	Danno (SLD)	50	0,024	2,546	0,194
Ultimo (SLU)	Salvaguardia della vita (SLV)	475	0,056	2,567	0,288
	Prevenzione collasso (SLD)	975	0,072	2,564	0,300

4.2 RISPOSTA SISMICA LOCALE (metodo semplificato)

L'azione sismica, individuata nelle modalità di cui al paragrafo precedente, viene variata, nei modi precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche locali (amplificazione stratigrafica) e dalla morfologia della superficie (amplificazione topografica). Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Per un sito le cui condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle NTC, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'assegnazione di coefficienti di amplificazione predefiniti in base alla categoria di sottosuolo e a condizioni topografiche semplificate.

¹¹ Tali dati sono stati assunti dallo scrivente in base agli elementi progettuali in possesso. Eventuali variazioni potranno essere apportate dal progettista in base alle proprie considerazioni.

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato ad una categoria di sottosuolo ed una categoria topografica, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione:

$$a_{max} = a_g \cdot S \cdot \eta$$

dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido e S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:

$$S = S_s \cdot S_T$$

essendo S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V NTC08) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI NTC),

e η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione : $\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione (generalmente si assume $\xi = 5\%$ e quindi $\eta = 1$).

Altri parametri atti a definire le caratteristiche dello spettro elastico di risposta in accelerazioni delle componenti orizzontali del sito sono:

Ascisse (T=periodo di vibrazione)

- $T_C = C_C \cdot T_C^*$ Periodo inizio tratto a velocità costante dove T_C^* è lo stesso periodo riferito al sito di riferimento rigido e C_C è un coefficiente in dipendenza della categoria di sottosuolo assegnata.
- $T_B = T_C/3$ Periodo inizio tratto ad accelerazione costante
- $T_D = 4,0a_g/g + 1,6$ Periodo inizio tratto a spostamento costante

Ordinate ($S_e(T)$ =accelerazione spettrale orizzontale)

$$\begin{array}{l}
 0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{array}$$

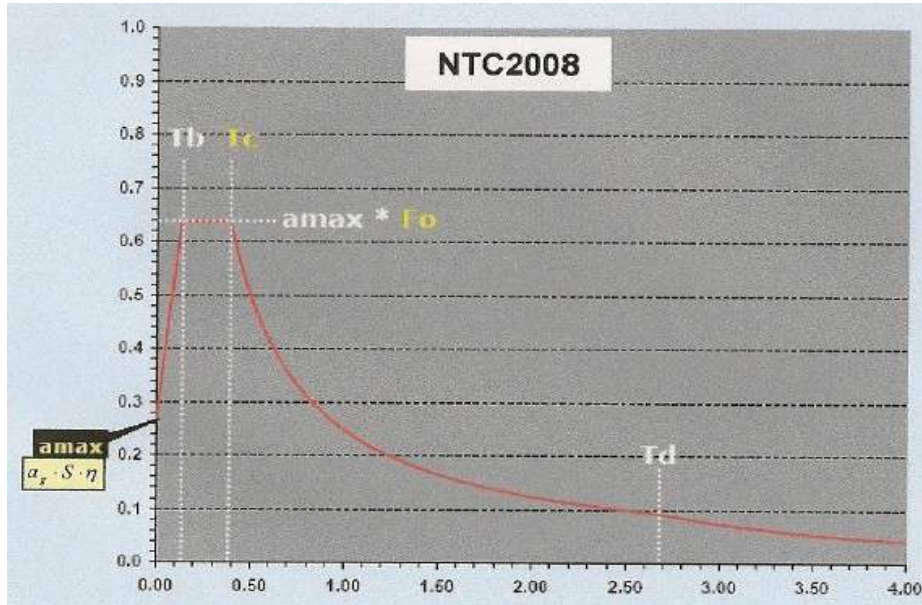


Illustrazione 5: Indicazione parametri spettro di risposta elastico

T

Di seguito si riportano i parametri assegnati al sito in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (§ 3.2.2 NTC-18)

Categoria	Descrizione	Amplificazione stratigrafica S_s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato ¹² 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.	1,5

Tale categoria è stata assunta a seguito della valutazione del parametro $V_{s_{eq}}$ (cfr. paragrafo 3.2.2)

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (§ 3.2.2 NTC-18)

Categoria	Descrizione	Amplificazione topografica S_T
T2	<i>Inclinazione media del versante > di 15°</i>	1,2

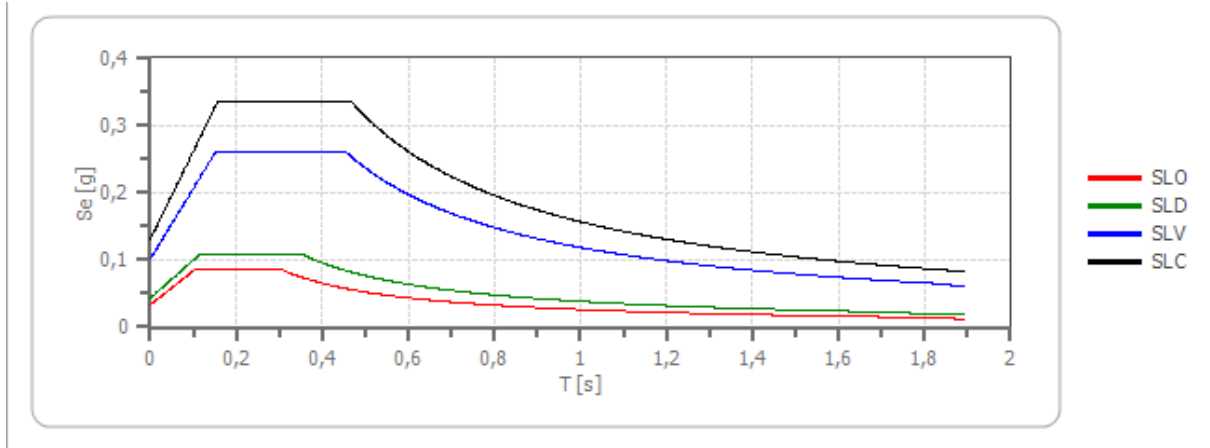
¹² Roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA (§ 3.2.3 NTC-18)

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Coefficiente di smorzamento viscoso $\xi = 5\%$

Fattore che altera lo spettro elastico $\eta = 1,000$



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,018	2,580	0,160	1,500	1,920	1,200	1,800	1,000	0,102	0,307	1,673	0,033	0,085
SLD	1,0	0,024	2,546	0,194	1,500	1,800	1,200	1,800	1,000	0,117	0,350	1,695	0,043	0,109
SLV	1,0	0,056	2,567	0,288	1,500	1,580	1,200	1,800	1,000	0,152	0,455	1,825	0,101	0,260
SLC	1,0	0,072	2,564	0,300	1,500	1,560	1,200	1,800	1,000	0,156	0,468	1,890	0,130	0,334

COEFFICIENTI SISMICI PER AZIONI DI PROGETTO

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,007	0,009	0,020	0,026
kv	0,003	0,004	0,010	0,013
amax [m/s ²]	0,322	0,420	0,992	1,279
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,020	0,038	--
kv	--	0,010	0,019	--
amax [m/s ²]	0,322	0,420	0,992	1,279
Beta	--	0,470	0,380	--

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,020	0,038	--
kv	--	0,010	0,019	--
amax [m/s ²]	0,322	0,420	0,992	1,279
Beta	--	0,470	0,380	--

5. CONSIDERAZIONI - CONCLUSIONI

Vi è la necessità di provvedere alla sistemazione di due tratti della sede stradale della Strada comunale Lussito-Ovrano, posti a breve distanza tra loro, indicati in planimetria come Intervento "A" e Intervento "B", che sono stati interessati da smottamenti e/o cedimenti della porzione di valle a seguito delle abbondanti precipitazioni avvenute nel Novembre 2019.

La tipologia di opera principale prevista, simile per entrambe i siti, è rappresentata da un muro-soletta di sottoripa poggiante su pali a medio diametro. La lunghezza del manufatto sarà di 30m nell'Intervento A e di 25m nell'Intervento "B".

A parete dello scrivente

Il modello geologico-geotecnico a scala locale, definito attraverso specifiche indagini in sito (rilevamento di superficie, n. 4 prove penetrometriche dinamiche continue, n. 2 prove di sismica passiva H/V), è stato rappresentato graficamente attraverso due sezioni geologiche interpretative (cfr. Allegato 5, Tav.3).

I parametri geotecnici caratteristici relativi alle Unità litologiche individuate sono riportati al paragrafo 3.3. Ad essi il progettista e/o strutturista potrà fare riferimento per un corretto dimensionamento delle opere e per la verifica del grado di stabilità globale dell'insieme opera-terreno.

Ai fini della risposta sismica locale, attraverso le prove di sismica passiva H/V si è stimato un valore della velocità delle onde simiche di taglio nei primi 30 m di profondità ($V_{s_{30}}$) di circa 340 m/s in corrispondenza del sito dell'Intervento "A" e di circa 290 m/s in corrispondenza del sito di intervento "B", a cui corrisponde (per entrambe i siti), secondo le N.T.C. 2018 (§ 3.2.2), una categoria di sottosuolo di tipo "C". La categoria topografica da considerare è la T2. Oltre alla normale perizia nell'esecuzione dell'opera, si consiglia di osservare le seguenti indicazioni:

- durante la perforazione si dovrà accertare che i pali di fondazione siano adeguatamente immorsati all'interno dei terreni del substrato sufficientemente conservato (indicativamente non meno di 2m);
- i pali dovranno essere eseguiti non contemporaneamente, ma modo alternato (si dovrà aspettare il tempo per la presa del getto di calcestruzzo) per non destabilizzare eccessivamente il volume di terreno interessato.

Si raccomanda inoltre una corretta regimazione delle acque di superficie in corrispondenza dei siti di intervento e per un loro intorno significativo.

ooo

Bistagno, li 06/05/2021

Dr. Geol. Amandola Luciano



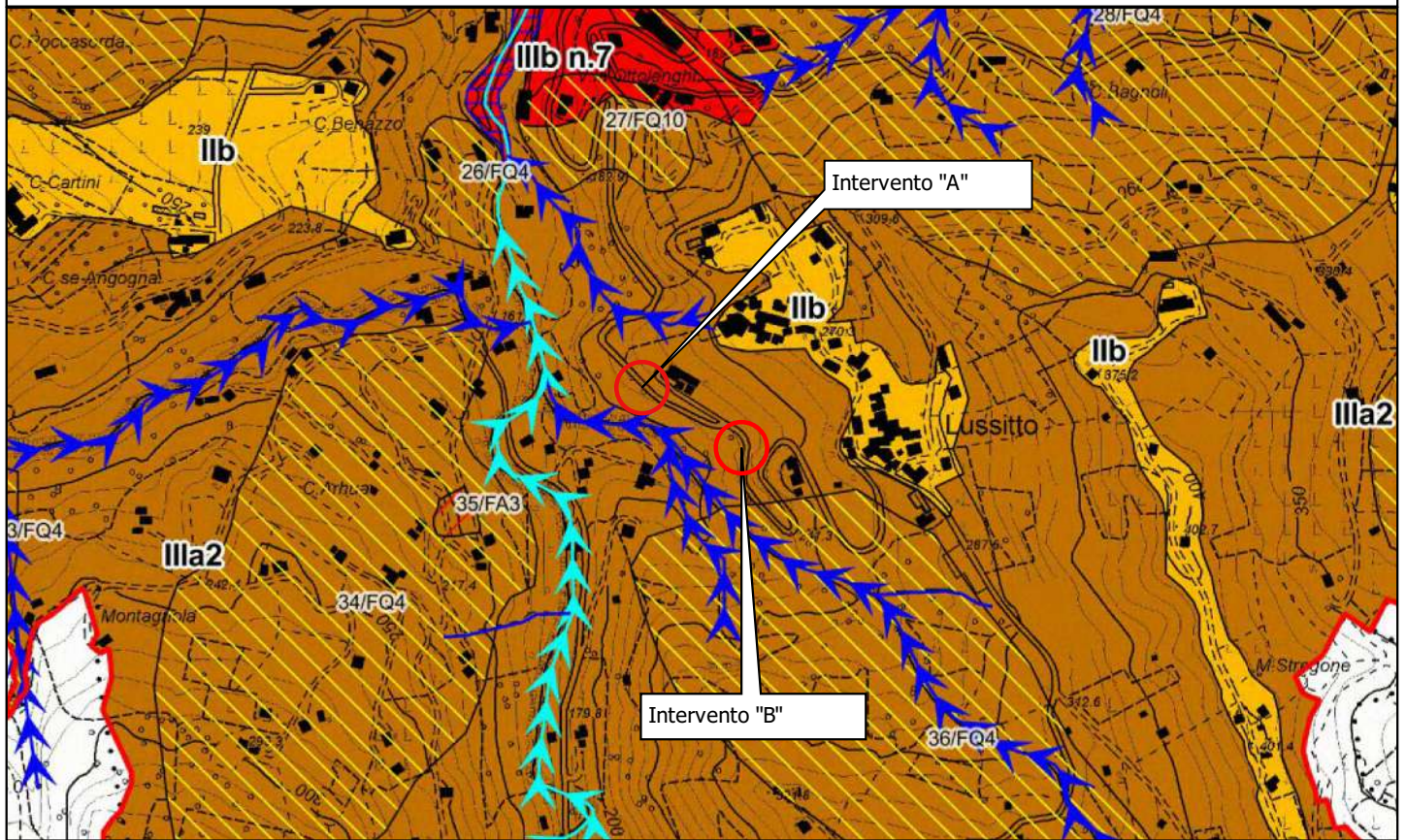
luciano amandola, geologo - bistagno (al)

**ESTRATTO CARTOGRAFICO
STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE**

- Carta di Sintesi

COMUNE DI ACQUI TERME
Adeguamento Studi geologici a supporto del vigente P.R.G.C.

TAV. 9 - CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA
 E DELL'IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA
 -ESTRATTO IN Scala 1:10.000-



Suddivisione del territorio in classi di idoneità urbanistica ai sensi della cir.7/LAP/96 e succ. NN.II
CLASSE II

Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, esplicitati a livello di norme di attuazione, ispirate al T.U. 14/01/2008 e al D.M. 11/03/1988 e s.m.i.; essi saranno realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante

Tale classe viene suddivisa in due sottoclassi, in funzione della natura dei fattori penalizzanti:

Sottoclasse IIb



Porzioni di territorio da debolmente a mediamente acclivi, dove la limitata idoneità e la modesta pericolosità derivano principalmente da problemi di stabilità dei versanti connessi alle scadenti caratteristiche meccaniche dei terreni di copertura e/o alla sfavorevole giacitura del substrato.

CLASSE III

Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica, geologica e di rischio, sono tali da impedirne o limitarne l'utilizzo o da rendere necessari interventi di riassetto territoriale.

Sottoclasse IIIa2



Aree non edificate o con presenza di isolati edifici, nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio sono attribuibili essenzialmente alla presenza di movimenti franosi ed alle modalità evolutive del reticolo idrografico minore.

Per gli edifici esistenti ed abitazioni isolate ad esclusione di quelli ricadenti in aree di dissesto attivo sono ammessi interventi di ampliamento funzionale e ristrutturazione senza aumento di carico antropico (tipologie a,b,c, d).

Dissesti areali di versante

all'interno si riporta il numero identificativo corrispondente alla scheda descrittiva in relazione



Frane quiescenti

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE

- DPM 30
- DPSH 73

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Committente: Comune di Acqui Terme
 Descrizione: Intervento di ripristino-sistemazione Strada comunale per Lussito
 Località: Regione Lussito, Acqui Terme

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0.20 m
Peso sistema di battuta	21 Kg
Diametro punta conica	35.68 mm
Area di base punta	10 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2.9 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0.761
Rivestimento/fanghi	Si
Angolo di apertura punta	60 °

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	73 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1.8
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA DPM 1

Strumento utilizzato...DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data 10-04-2021

Profondità prova 2.80 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)
0.10	3	0	0.857	0.84	0.98
0.20	4	0	0.855	1.12	1.31
0.30	3	0	0.853	0.84	0.98
0.40	1	0	0.851	0.28	0.33
0.50	2	0	0.849	0.56	0.65
0.60	2	0	0.847	0.55	0.65
0.70	2	0	0.845	0.55	0.65
0.80	2	0	0.843	0.55	0.65
0.90	2	0	0.842	0.52	0.62
1.00	1	0	0.840	0.26	0.31
1.10	1	0	0.838	0.26	0.31
1.20	1	0	0.836	0.26	0.31
1.30	1	0	0.835	0.26	0.31
1.40	2	0	0.833	0.52	0.62
1.50	4	0	0.831	1.03	1.24
1.60	8	0	0.830	2.06	2.49
1.70	12	0	0.828	3.09	3.73
1.80	13	0	0.776	3.14	4.04
1.90	13	0	0.775	2.98	3.84
2.00	14	0	0.773	3.20	4.14
2.10	15	0	0.772	3.42	4.44
2.20	14	0	0.770	3.19	4.14
2.30	15	0	0.769	3.41	4.44
2.40	16	0	0.767	3.63	4.73
2.50	18	0	0.766	4.08	5.32
2.60	33	0	0.664	6.48	9.76
2.70	40	0	0.613	7.25	11.83
2.80	50	0	0.611	9.04	14.78

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreni incoerenti	5.14	0.00-2.50	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Substrato litoide	31.20	2.50-2.80	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato (1) Terreni incoerenti	5.14	0.00-2.50	Meyerhof	17.36
Strato (2) Substrato litoide	31.20	2.50-2.80	Meyerhof	21.38

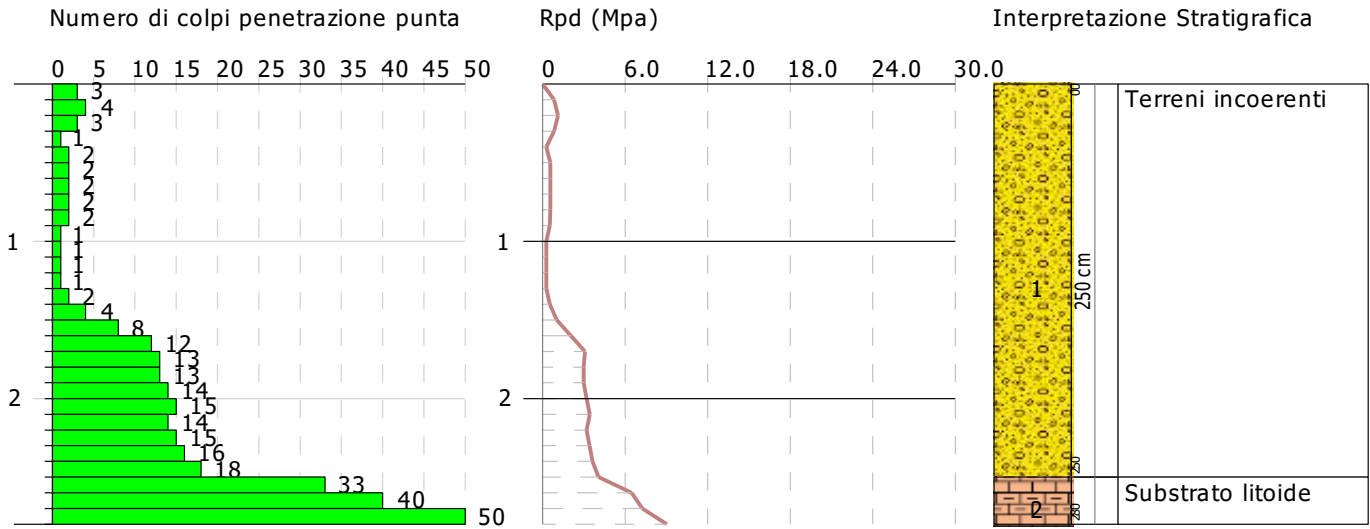
Luciano Amandola, geologo
 Piazza G. Monteverde n. 24
 15012 Bistagno AL
 www.geoamandola.it - info@geoamandola.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 1
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Comune di Acqui Terme
 Descrizione: Intervento di ripristino-sistemazione Strada comunale per Lussito
 Località: Regione Lussito, Acqui Terme

10-04-2021

Scala 1:45



PROVA DPM 2

Strumento utilizzato...DPM (DL030 10) (Medium)

Prova eseguita in data 10-04-2021

Profondità prova 2.90 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)
0.10	4	0	0.857	1.12	1.31
0.20	5	0	0.855	1.40	1.64
0.30	4	0	0.853	1.12	1.31
0.40	4	0	0.851	1.11	1.31
0.50	3	0	0.849	0.83	0.98
0.60	3	0	0.847	0.83	0.98
0.70	2	0	0.845	0.55	0.65
0.80	2	0	0.843	0.55	0.65
0.90	2	0	0.842	0.52	0.62
1.00	2	0	0.840	0.52	0.62
1.10	3	0	0.838	0.78	0.93
1.20	3	0	0.836	0.78	0.93
1.30	3	0	0.835	0.78	0.93
1.40	3	0	0.833	0.78	0.93
1.50	3	0	0.831	0.77	0.93
1.60	3	0	0.830	0.77	0.93
1.70	8	0	0.828	2.06	2.49
1.80	9	0	0.826	2.31	2.80
1.90	11	0	0.825	2.68	3.25
2.00	11	0	0.823	2.68	3.25
2.10	13	0	0.772	2.97	3.84
2.20	12	0	0.820	2.91	3.55
2.30	14	0	0.769	3.18	4.14
2.40	15	0	0.767	3.40	4.44
2.50	14	0	0.766	3.17	4.14
2.60	14	0	0.764	3.16	4.14
2.70	16	0	0.763	3.61	4.73
2.80	38	0	0.661	7.43	11.24
2.90	50	0	0.610	8.60	14.10

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreni incoerenti	5.24	0.00-2.70	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Substrato litoide	33.48	2.70-2.90	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato (1) Terreni incoerenti	5.24	0.00-2.70	Meyerhof	17.36
Strato (2) Substrato litoide	33.48	2.70-2.90	Meyerhof	21.97

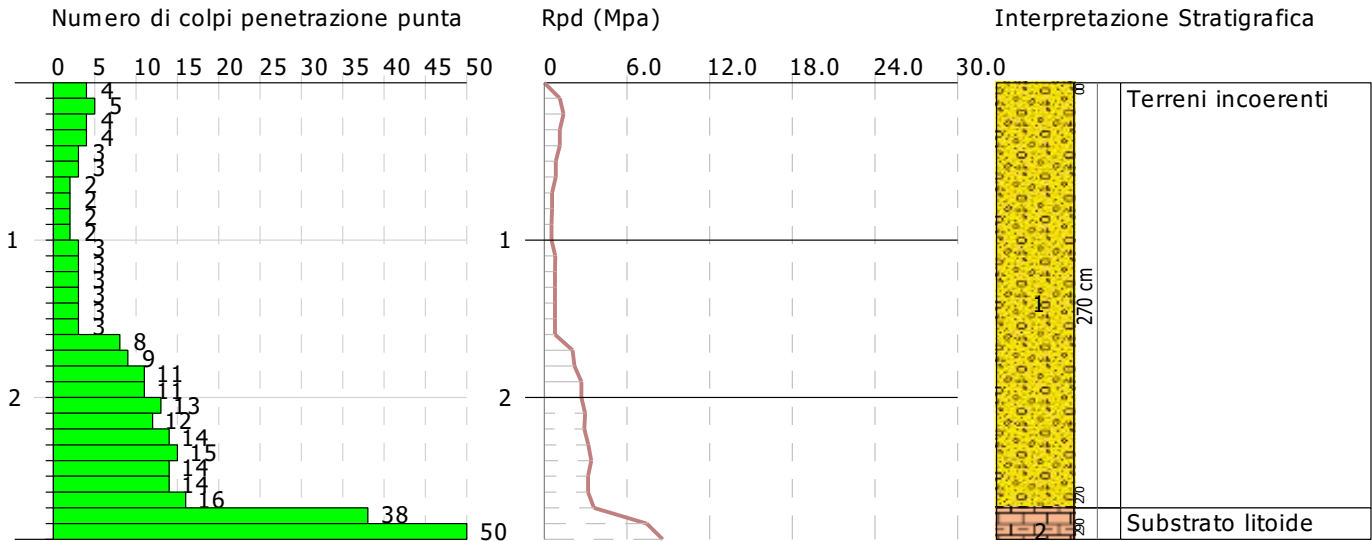
Luciano Amandola, geologo
 Piazza G. Monteverde n. 24
 15012 Bistagno AL
 www.geoamandola.it - info@geoamandola.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPM 2
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente: Comune di Acqui Terme
 Descrizione: Intervento di ripristino-sistemazione Strada comunale per Lussito
 Località: Regione Lussito, Acqui Terme

10-04-2021

Scala 1:45



PROVA DPSH 1

Strumento utilizzato...SCPT TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 17-04-2021

Profondità prova 4.50 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.30	2	0.853	1.36	1.60	68.21	80.00
0.60	1	0.847	0.63	0.74	31.40	37.07
0.90	0	0.842	0.00	0.00	0.00	0.00
1.20	0	0.836	0.00	0.00	0.00	0.00
1.50	2	0.831	1.15	1.38	57.43	69.09
1.80	1	0.826	0.57	0.69	28.55	34.54
2.10	3	0.822	1.70	2.07	85.15	103.63
2.40	6	0.817	3.39	4.15	169.37	207.27
2.70	11	0.813	5.78	7.11	289.16	355.74
3.00	11	0.809	5.75	7.11	287.68	355.74
3.30	11	0.805	5.73	7.11	286.26	355.74
3.60	18	0.751	8.22	10.94	410.88	547.20
3.90	18	0.747	8.18	10.94	408.87	547.20
4.20	27	0.694	11.39	16.42	569.39	820.80
4.50	30	0.690	11.88	17.21	593.95	860.39

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreni incoerenti	8.01	0.00-3.30	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Substrato litoide	41.85	3.30-4.50	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato (1) Terreni incoerenti	8.01	0.00-3.30	Meyerhof	18.63
Strato (2) Substrato litoide	41.85	3.30-4.50	Meyerhof	21,67

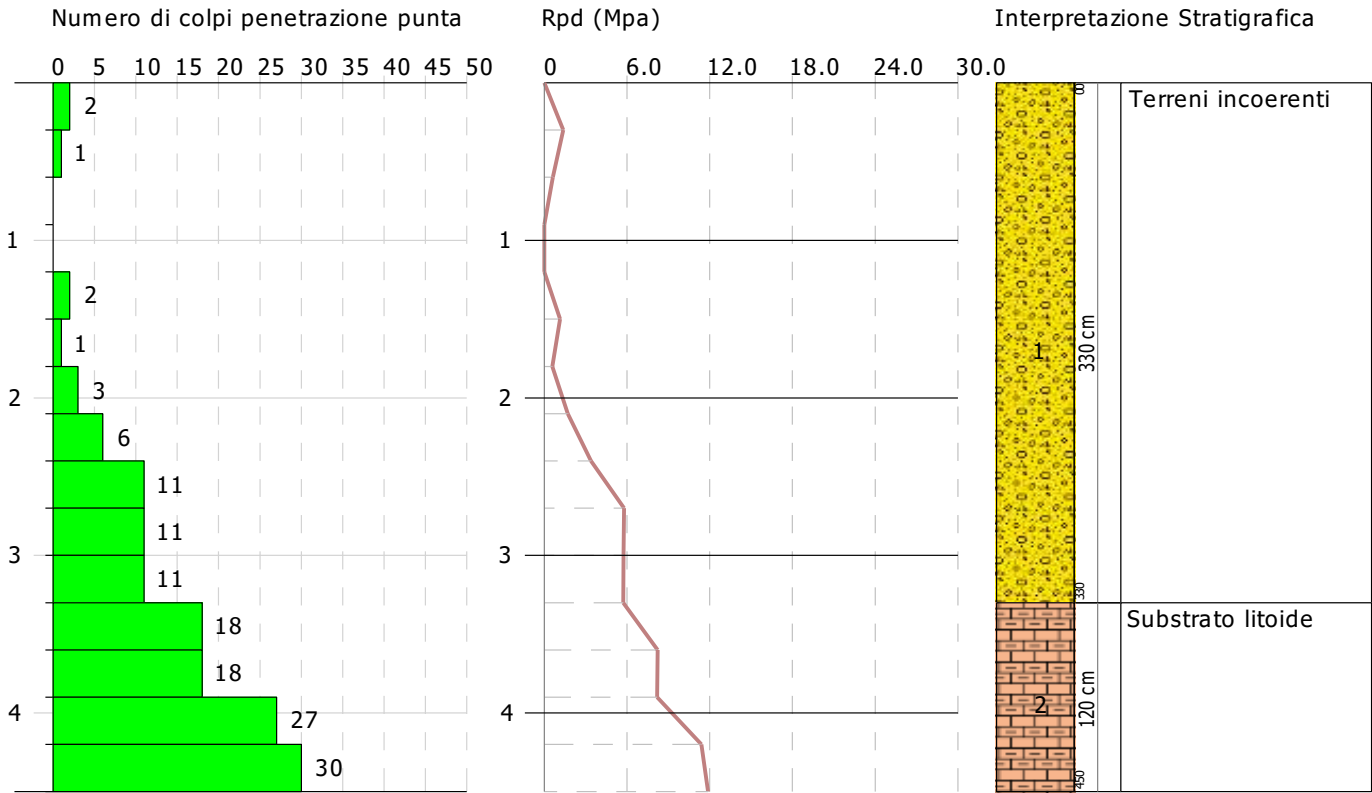
Luciano Amandola, geologo
 Piazza G. Monteverde n. 24
 15012 Bistagno AL
 www.geoamandola.it - info@geoamandola.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH 1
 Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Acqui Terme
 Descrizione: Intervento di ripristino-sistemazione Strada comunale per Lussito
 Località: Regione Lussito, Acqui Terme

17-04-2021

Scala 1:45



PROVA DPSH2

Strumento utilizzato...SCPT TG 63-200 PAGANI

Prova eseguita in data 17-04-2021

Profondità prova 9.30 mt

Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0.30	1	0.853	0.68	0.80	34.11	40.00
0.60	1	0.847	0.63	0.74	31.40	37.07
0.90	0	0.842	0.00	0.00	0.00	0.00
1.20	0	0.836	0.00	0.00	0.00	0.00
1.50	5	0.831	2.87	3.45	143.57	172.72
1.80	8	0.826	4.57	5.53	228.36	276.36
2.10	8	0.822	4.54	5.53	227.07	276.36
2.40	6	0.817	3.39	4.15	169.37	207.27
2.70	7	0.813	3.68	4.53	184.01	226.38
3.00	9	0.809	4.71	5.82	235.37	291.06
3.30	10	0.805	5.20	6.47	260.24	323.40
3.60	18	0.751	8.22	10.94	410.88	547.20
3.90	17	0.747	7.72	10.34	386.16	516.80
4.20	14	0.744	6.33	8.51	316.52	425.60
4.50	16	0.740	6.79	9.18	339.72	458.87
4.80	18	0.737	7.61	10.32	380.52	516.23
5.10	17	0.734	7.16	9.75	357.87	487.55
5.40	13	0.731	5.45	7.46	272.56	372.83
5.70	13	0.728	5.14	7.06	256.95	352.86
6.00	22	0.675	8.07	11.94	403.36	597.15
6.30	21	0.673	7.67	11.40	383.54	570.01
6.60	24	0.670	8.29	12.37	414.49	618.32
6.90	23	0.668	7.92	11.85	395.80	592.56
7.20	20	0.716	7.37	10.31	368.75	515.27
7.50	14	0.713	4.90	6.86	244.87	343.24
7.80	17	0.711	5.93	8.34	296.46	416.79
8.10	20	0.709	6.96	9.81	347.76	490.34
8.40	15	0.707	5.20	7.36	260.09	367.75
8.70	12	0.755	4.24	5.61	211.97	280.62
9.00	16	0.703	5.26	7.48	263.22	374.17
9.30	30	0.652	9.14	14.03	457.20	701.56

Classificazione AGI

Descrizione	NSPT	N. Calcolo	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Terreni incoerenti	9.00	9.00	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
Strato (2) Substrato disarticolato	31.27	31.27	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
Strato (3) Sbstrato litoide	54.00	54.00	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m ³)
Strato (1) Terreni incoerenti	9.00	0.00-3.30	Meyerhof	19.02
Strato (2) Substrato molto alterato e fratturato	31.27	3.30-9.00	Meyerhof	21.38
Strato (3) Sbstrato litoide	54.00	9.00-9.30	Meyerhof	22,06

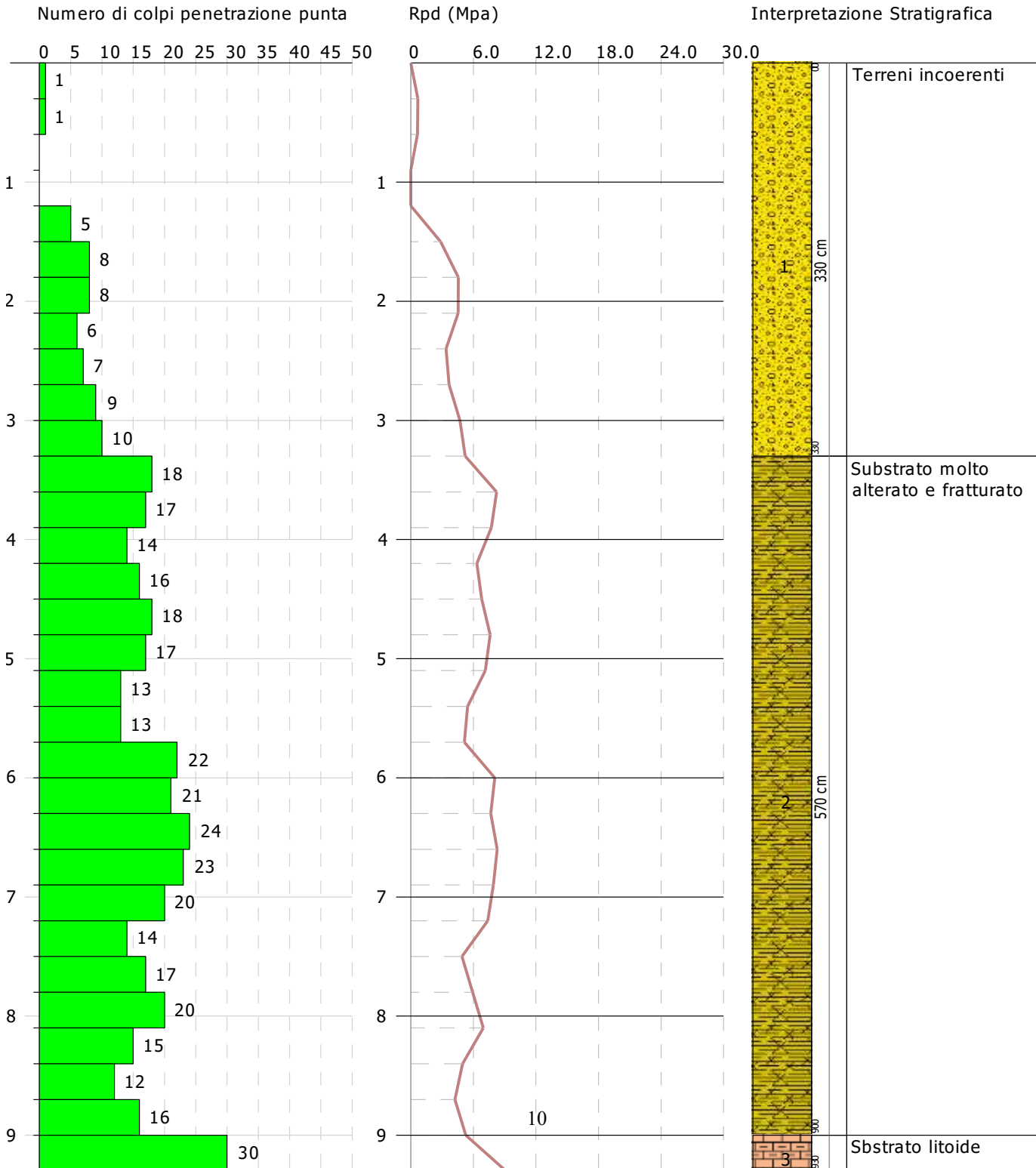
Luciano Amandola. geologo
 Piazza G. Monteverde n. 24
 15012 Bistagno AL
 www.geoamandola.it - info@geoamandola.it

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
 Strumento utilizzato... SCPT TG 63-200 PAGANI

Committente: Comune di Acqui Terme
 Descrizione: Intervento di ripristino-sistemazione Strada comunale per Lussito
 Località: Regione Lussito, Acqui Terme

17-04-2021

Scala 1:45



**PROVE DI SISMICA PASSIVA
A STAZIONE SINGOLA H/V**

COMUNE DI ACQUI TERME – STRADA COMUNALE PER LUSSITO

Prova H/V1 (Intervento “A”)

Strumento: TRZ-0130/01-10
Inizio registrazione: 08/04/21 10:00:35 Fine registrazione: 08/04/21 10:16:36
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Durata registrazione: 0h16'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 20%

FIG. 1 - RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a 13.28 ± 3.47 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

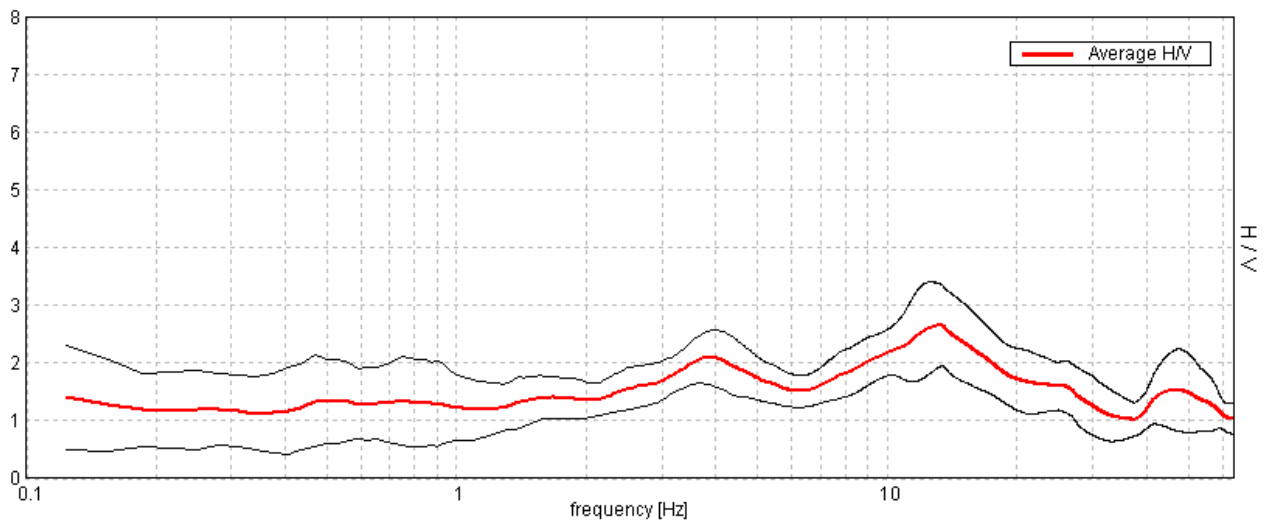


FIG. 2 - SERIE TEMPORALE H/V

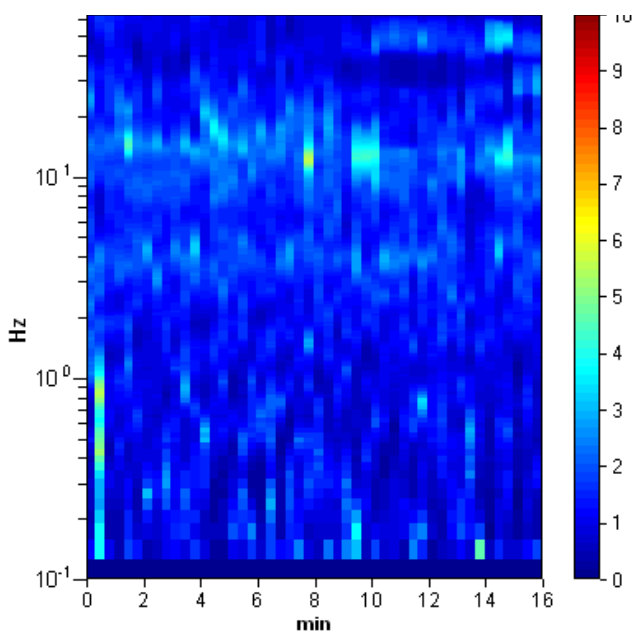
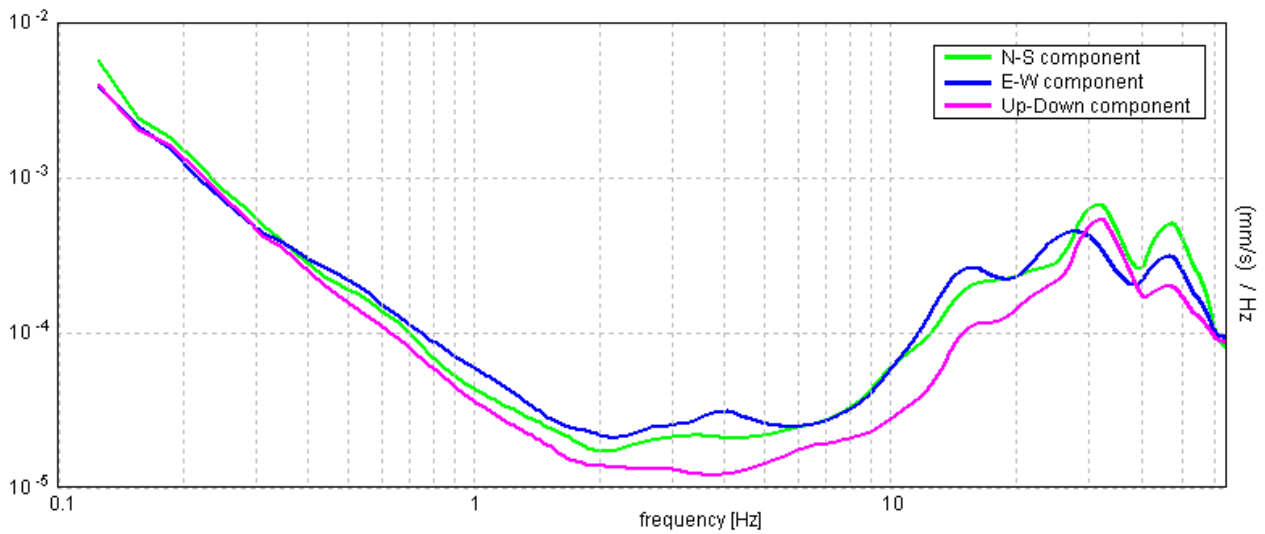


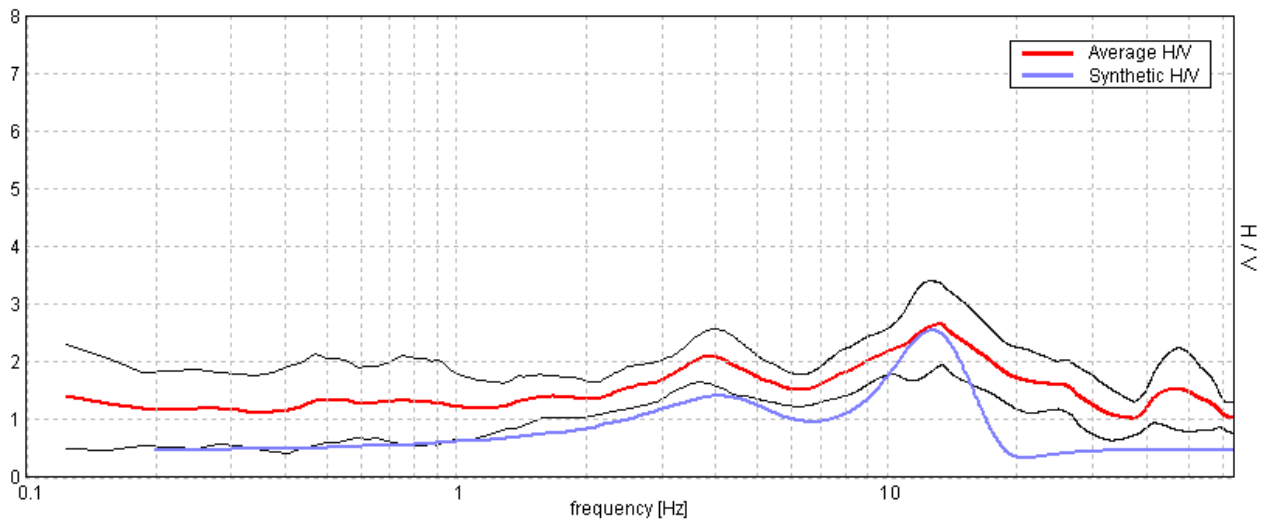
FIG. 3 - SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICO-SISMICA E STIMA PARAMETRO Vs30

FIG. 4 - H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

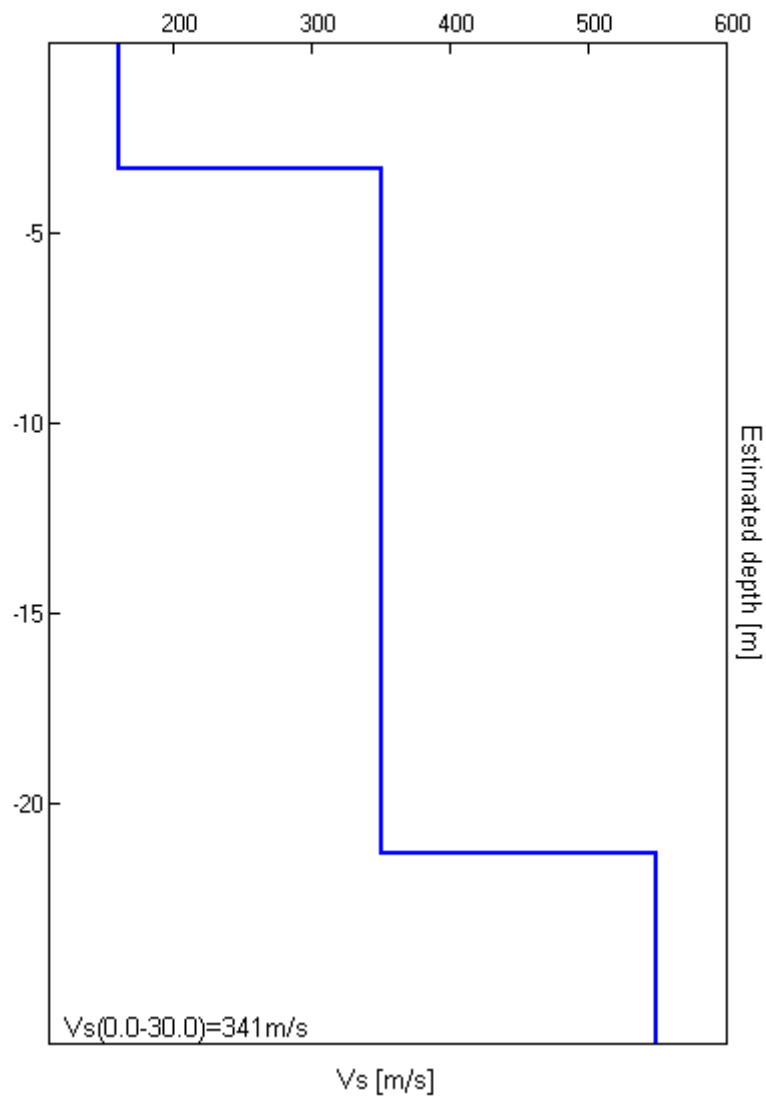
Picco H/V a 13.28 ± 3.47 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Litologia presunta	Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson	Densità kN/mc
Terreni incoerenti superficiali	3.30	3.30	160	0.35	18
Substrato alterato	21.30	18.00	350	0.35	21
Substrato litoide	-	-	550	0.35	22

$Vs(0.0-30.0)=341\text{m/s}$

FIG. 5 - MODELLO STRATIGRAFICO-SISMICO



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 13.28 ± 3.47 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$13.28 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$12750.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 638	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	28.969 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.65 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.26128 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.47006 < 0.66406$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.7133 < 1.58$	OK	

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

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

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

Prova H/V2 (Intervento "B")

Strumento: TRZ-0130/01-10
Inizio registrazione: 08/04/21 12:17:30 Fine registrazione: 08/04/21 12:33:31
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Durata registrazione: 0h16'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 20%

FIG. 1 - RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a 4.69 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

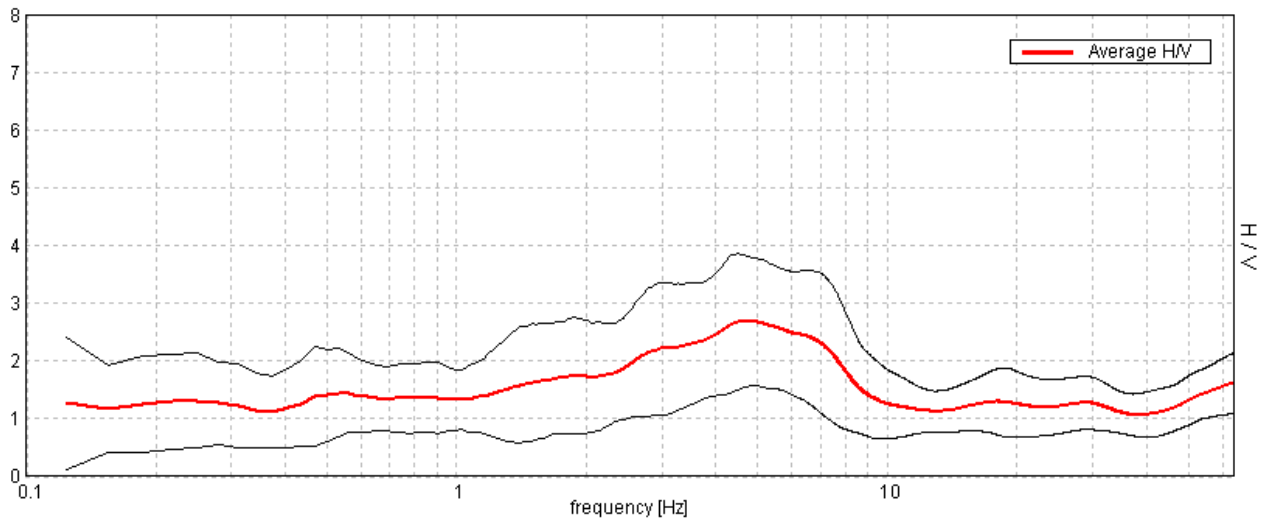


FIG. 2 - SERIE TEMPORALE H/V

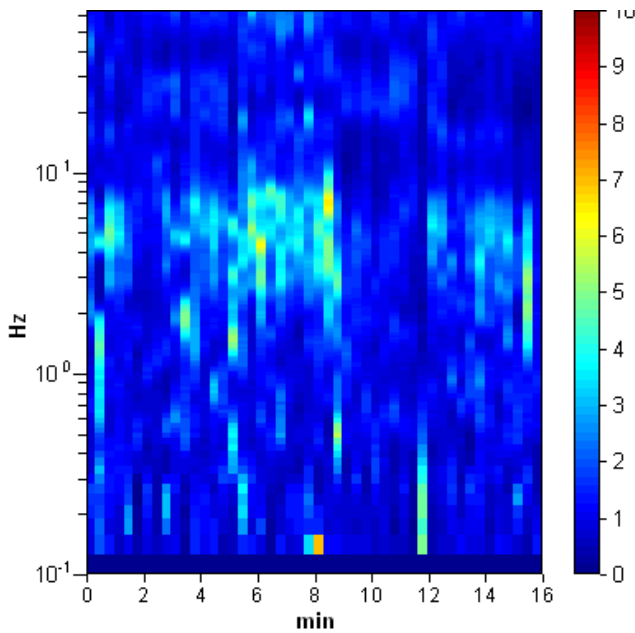
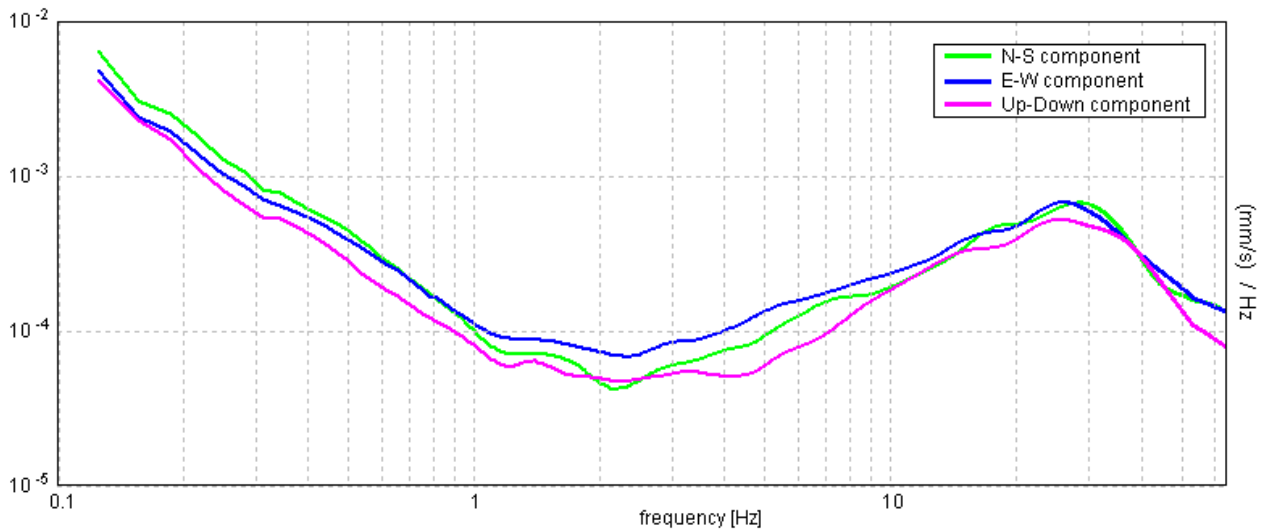


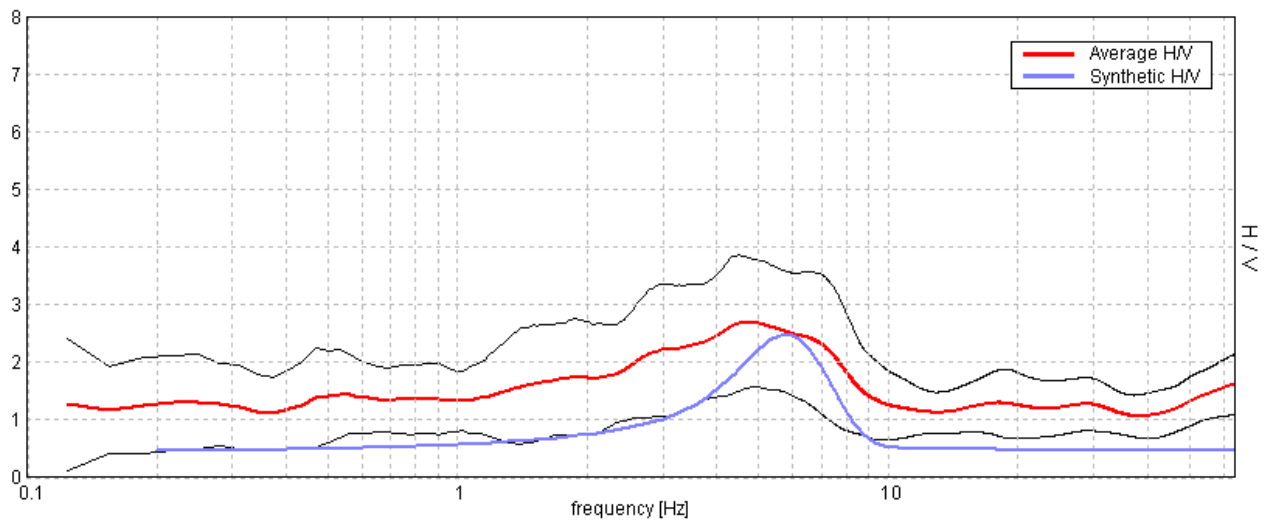
FIG. 3 - SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICO-SISMICA E STIMA PARAMETRO Vs30

FIG. 4 - H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

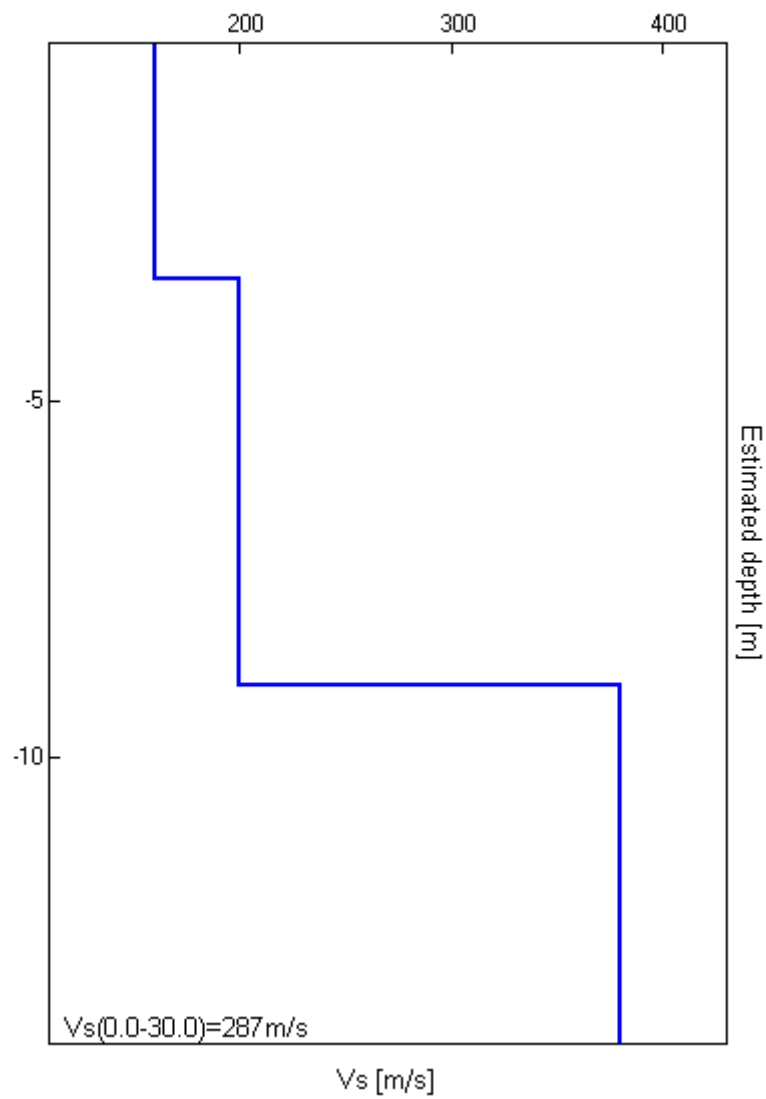
Picco H/V a 4.69 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Litologia presunta	Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson	Densità kN/mc
Terreni incoerenti superficiali	3.30	3.30	160	0.35	18
Substrato disarticolato	9.00	5.70	200	0.35	21
Substrato litoide	-	-	380	0.35	22

$Vs(0.0-30.0)=287\text{m/s}$

FIG. 5 - MODELLO STRATIGRAFICO-SISMICO



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 4.69 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$4.69 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4500.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 226	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	9.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$2.69 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0318 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.14905 < 0.23438$	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$1.1423 < 1.58$	OK	

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

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

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

**DETERMINAZIONE
VALORI CARATTERISTICI TERRENO**

- Angolo di resistenza al taglio
- Modulo edometrico

ELABORAZIONE VALORI GEOTECNICI CARATTERISTICI DEL TERRENO MEDIANTE METODI STATISTICI

SITO INTERVENTO “A”

UNITA' LITOLOGICA I

Descrizione | Terreni incoerenti indifferenziati
Numero misure | 63

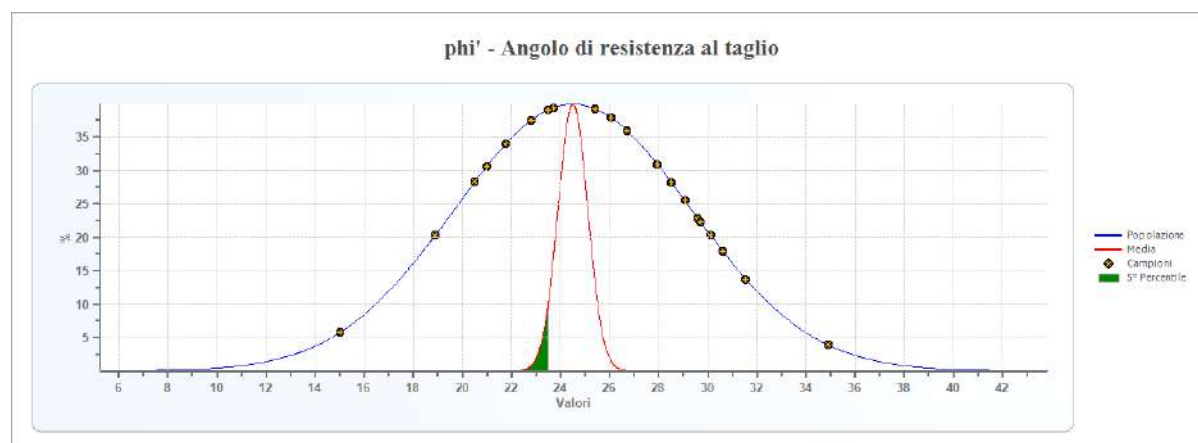
Elenco delle misure

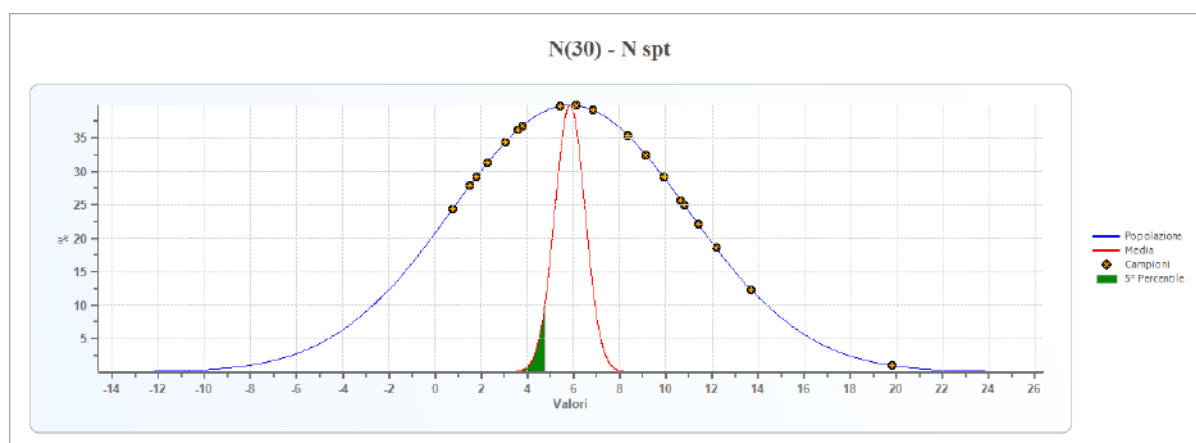
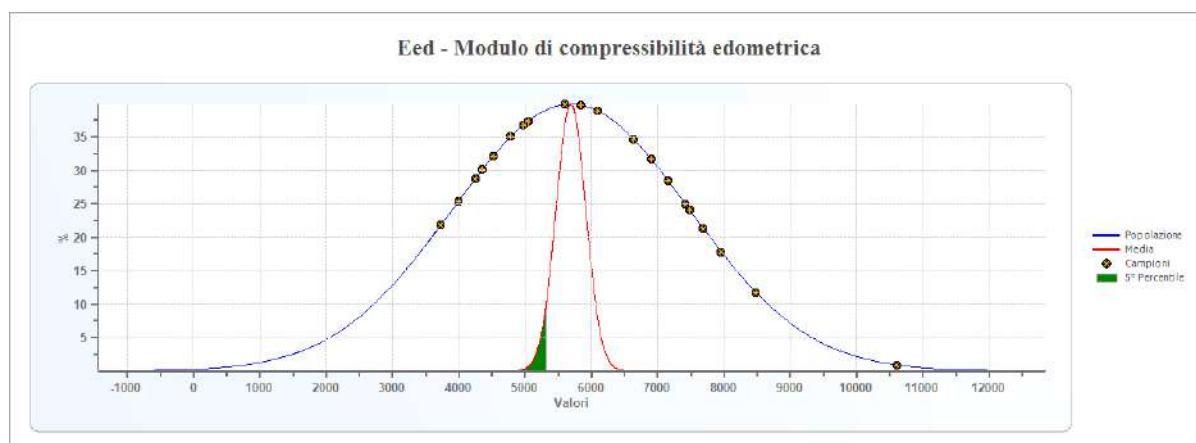
N. misura	Prova penetrom.	N spt [n.]	Angolo di resistenza al taglio [°] Owasaki & Iwasaki	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq] Menzenbach e Malcev
1	DPM 1	2,28	21,75	4520,00
2	DPM 1	3,04	22,80	4780,00
3	DPM 1	2,28	21,75	4520,00
4	DPM 1	0,76	18,90	3990,00
5	DPM 1	1,52	20,51	4250,00
6	DPM 1	1,52	20,51	4250,00
7	DPM 1	1,52	20,51	4250,00
8	DPM 1	1,52	20,51	4250,00
9	DPM 1	1,52	20,51	4250,00
10	DPM 1	0,76	18,90	3990,00
11	DPM 1	0,76	18,90	3990,00
12	DPM 1	0,76	18,90	3990,00
13	DPM 1	0,76	18,90	3990,00
14	DPM 1	1,52	20,51	4250,00
15	DPM 1	3,04	22,80	4780,00
16	DPM 1	6,09	26,04	5840,00
17	DPM 1	9,13	28,51	6900,00
18	DPM 1	9,89	29,06	7160,00
19	DPM 1	9,89	29,06	7160,00
20	DPM 1	10,65	29,59	7420,00
21	DPM 1	11,41	30,11	7690,00
22	DPM 1	10,65	29,59	7420,00
23	DPM 1	11,41	30,11	7690,00
24	DPM 1	12,18	30,61	7960,00
25	DPM 1	13,70	31,55	8480,00
26	DPM 2	3,04	22,80	4780,00
27	DPM 2	3,80	23,72	5050,00
28	DPM 2	3,04	22,80	4780,00
29	DPM 2	3,04	22,80	4780,00
30	DPM 2	2,28	21,75	4520,00
31	DPM 2	2,28	21,75	4520,00
32	DPM 2	1,52	20,51	4250,00
33	DPM 2	1,52	20,51	4250,00
34	DPM 2	1,52	20,51	4250,00
35	DPM 2	1,52	20,51	4250,00
36	DPM 2	2,28	21,75	4520,00
37	DPM 2	2,28	21,75	4520,00
38	DPM 2	2,28	21,75	4520,00
39	DPM 2	2,28	21,75	4520,00
40	DPM 2	2,28	21,75	4520,00
41	DPM 2	2,28	21,75	4520,00
42	DPM 2	6,09	26,04	5840,00
43	DPM 2	6,85	26,70	6100,00
44	DPM 2	8,37	27,94	6630,00

45	DPM 2	8,37	27,94	6630,00
46	DPM 2	9,89	29,06	7160,00
47	DPM 2	9,13	28,51	6900,00
48	DPM 2	10,65	29,59	7420,00
49	DPM 2	11,41	30,11	7690,00
50	DPM 2	10,65	29,59	7420,00
51	DPM 2	10,65	29,59	7420,00
52	DPM 2	12,18	30,61	7960,00
53	DPSH 1	3,60	23,49	4980,00
54	DPSH 1	1,80	21,00	4350,00
55	DPSH 1	0	15,00	3730,00
56	DPSH 1	0	15,00	3730,00
57	DPSH 1	3,60	23,49	4980,00
58	DPSH 1	1,80	21,00	4350,00
59	DPSH 1	5,40	25,39	5600,00
60	DPSH 1	10,80	29,70	7480,00
61	DPSH 1	19,80	34,90	10600,00
62	DPSH 1	19,80	34,90	10600,00
63	DPSH 1	19,80	34,90	10600,00

Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	N spt [n.]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	23,50	5320,24	4,76
Minimo	15,00	3730,00	0,76
Massimo	34,90	10600,00	19,80
Valore medio	24,50	5690,32	5,84
Varianza	23,26	3188545,06	26,23
Dev. St.	0,61	224,97	0,66
Dev. St. Med.	0,61	224,97	0,66
Percentile	(5°) 16,57	(5°) 2752,92	(5°) --
percentile media	(5°) 23,50	(5°) 5320,24	(5°) 4,76
C.O.V.	0,20	0,31	0,88





UNITA' LITOLOGICA II

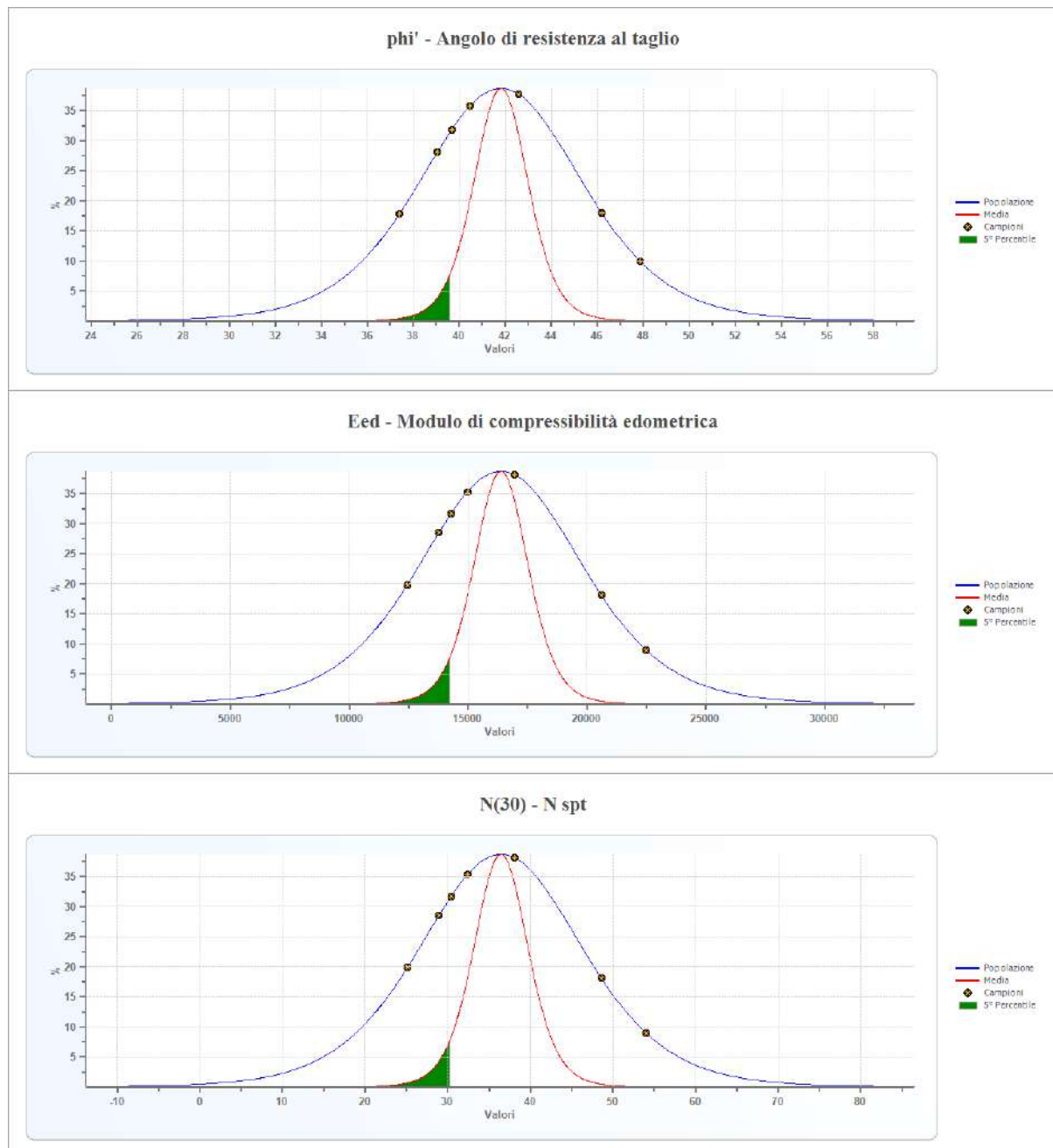
Descrizione | Substrato litoide
Numero misure | 9

Elenco delle misure

N. misura	Prova penetrom.	N spt [n.]	Angolo di resistenza al taglio [°] Owasaki & Iwasaki	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq] Menzenbach e Malcev
1	DPM 1	25,11	37,41	12440,00
2	DPM 1	30,44	39,67	14290,00
3	DPM 1	38,05	42,59	16940,00
4	DPM 2	28,92	39,05	13770,00
5	DPM 2	38,05	42,59	16940,00
6	DPSH 1	32,40	40,46	14970,00
7	DPSH 1	32,40	40,46	14970,00
8	DPSH 1	48,60	46,18	20600,00
9	DPSH 1	54,00	47,86	22470,00

Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	N spt [n.]
Tipo di elaborazione	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student
Valore considerato	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	39,58	14218,00	30,22
Minimo	37,41	12440,00	25,11
Massimo	47,86	22470,00	54,00
Valore medio	41,81	16376,67	36,44
Varianza	11,51	10775450,00	89,37
Dev. St.	1,20	1160,57	3,34
Dev. St. Med.	1,20	1160,57	3,34
Percentile	(5°) 35,11	(5°) 9900,67	(5°) 17,79
percentile media	(5°) 39,58	(5°) 14218,00	(5°) 30,22
C.O.V.	0,09	0,21	0,28



SITO INTERVENTO “B”

UNITA' LITOLOGICA I

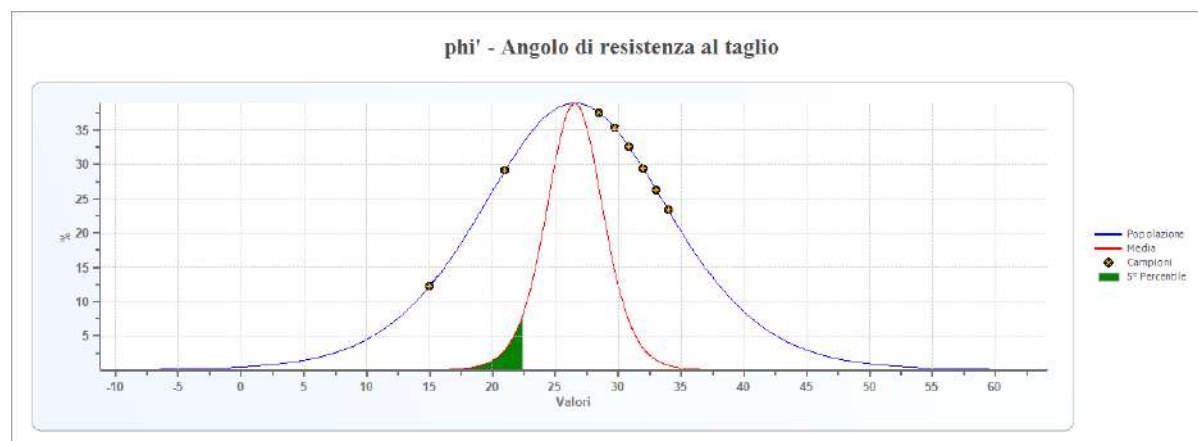
Descrizione | Terreni incoerenti indifferenziati
Numero misure | 11

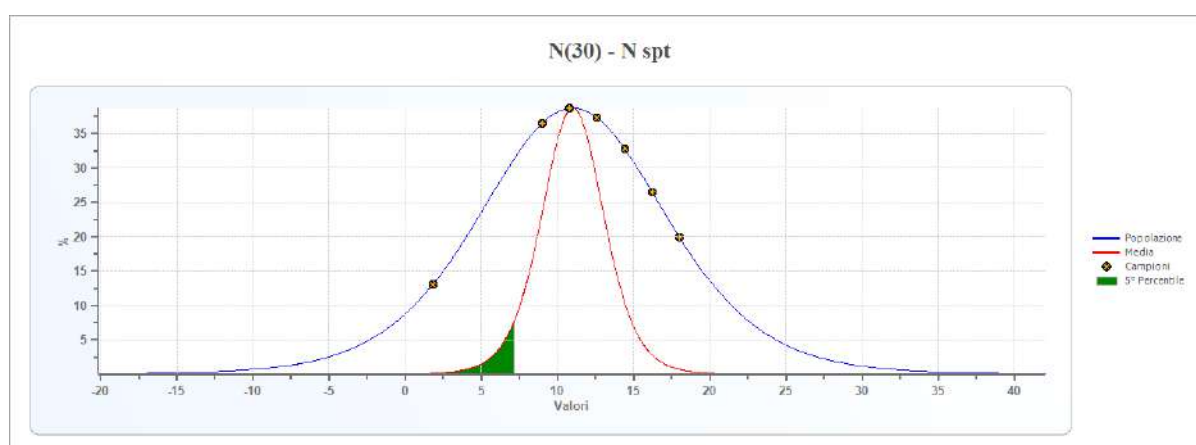
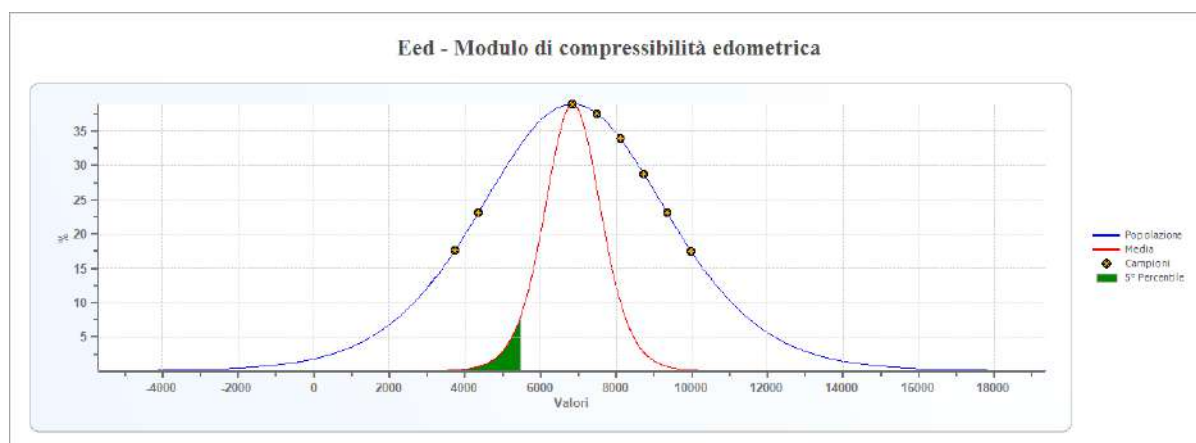
Elenco delle misure

N. misura	Prova penetrom.	N spt [n.]	Angolo di resistenza al taglio [°] Owasaki & Iwasaki	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq] Menzenbach e Malcev
1	DPSH 2	1,80	21,00	4350,00
2	DPSH 2	1,80	21,00	4350,00
3	DPSH 2	0	15,00	3730,00
4	DPSH 2	0	15,00	3730,00
5	DPSH 2	9,00	28,42	6850,00
6	DPSH 2	14,40	31,97	8730,00
7	DPSH 2	14,40	31,97	8730,00
8	DPSH 2	10,80	29,70	7480,00
9	DPSH 2	12,60	30,87	8100,00
10	DPSH 2	16,20	33,00	9350,00
11	DPSH 2	18,00	33,97	9980,00

Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	N spt [n.]
Tipo di elaborazione	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student	Distribuzione di Student
Valore considerato	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	22,42	5484,17	7,14
Minimo	15,00	3730,00	1,80
Massimo	33,97	9980,00	18,00
Valore medio	26,54	6852,73	11,00
Varianza	51,59	5704380,47	34,38
Dev. St.	2,27	755,27	2,07
Dev. St. Med.	2,27	755,27	2,07
Percentile	(5°) 12,89	(5°) 2313,74	(5°) --
percentile media	(5°) 22,42	(5°) 5484,17	(5°) 7,14
C.O.V.	0,28	0,37	0,57





UNITA' LITOLOGICA II

Descrizione | Substrato disarticolato
Numero misure | 19

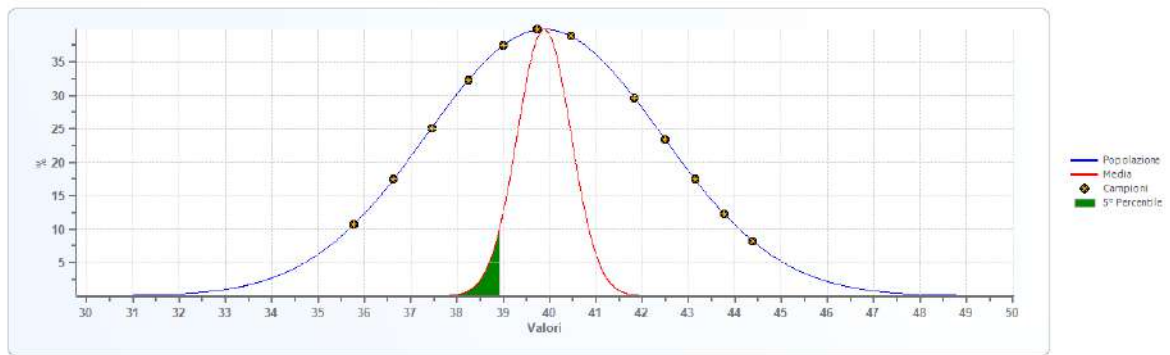
Elenco delle misure

N. misura	Prova penetrom.	N spt [n.]	Angolo di resistenza al taglio [°] Owasaki & Iwasaki	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq] Menzenbach e Malcev
1	DPSH 2	32,40	40,46	14970,00
2	DPSH 2	30,60	39,74	14350,00
3	DPSH 2	25,20	37,45	12480,00
4	DPSH 2	28,80	39,00	13720,00
5	DPSH 2	32,40	40,46	14970,00
6	DPSH 2	30,60	39,74	14350,00
7	DPSH 2	23,40	36,63	11850,00
8	DPSH 2	23,40	36,63	11850,00
9	DPSH 2	39,60	43,14	17470,00
10	DPSH 2	37,80	42,50	16850,00
11	DPSH 2	43,20	44,39	18720,00
12	DPSH 2	41,40	43,77	18100,00
13	DPSH 2	36,00	41,83	16220,00
14	DPSH 2	25,20	37,45	12480,00
15	DPSH 2	30,60	39,74	14350,00
16	DPSH 2	36,00	41,83	16220,00
17	DPSH 2	27,00	38,24	13100,00
18	DPSH 2	21,60	35,78	11220,00
19	DPSH 2		39,00	13720,00

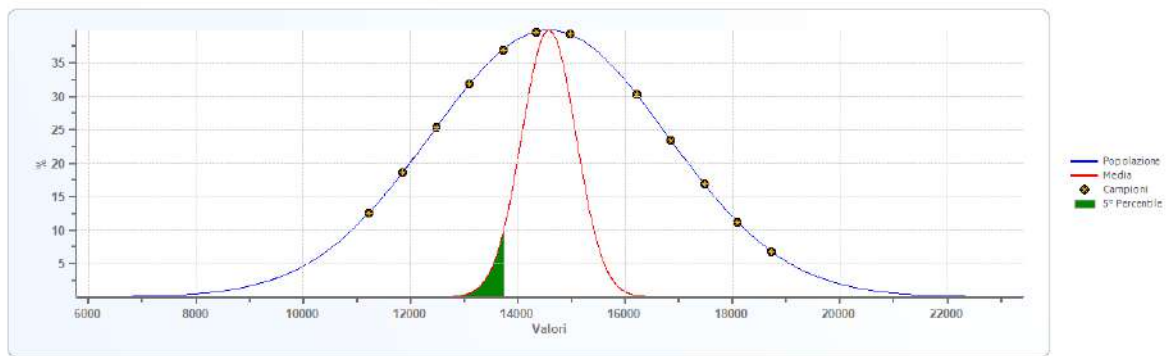
Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	N spt [n.]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	38,93	13746,06	28,86
Minimo	35,78	11220,00	21,60
Massimo	44,39	18720,00	43,20
Valore medio	39,88	14578,42	31,26
Varianza	6,40	4864558,48	40,40
Dev. St.	0,58	505,99	1,46
Dev. St. Med.	0,58	505,99	1,46
Percentile	(5°) 35,72	(5°) 10950,25	(5°) 20,81
percentile media	(5°) 38,93	(5°) 13746,06	(5°) 28,86
C.O.V.	0,06	0,15	0,20

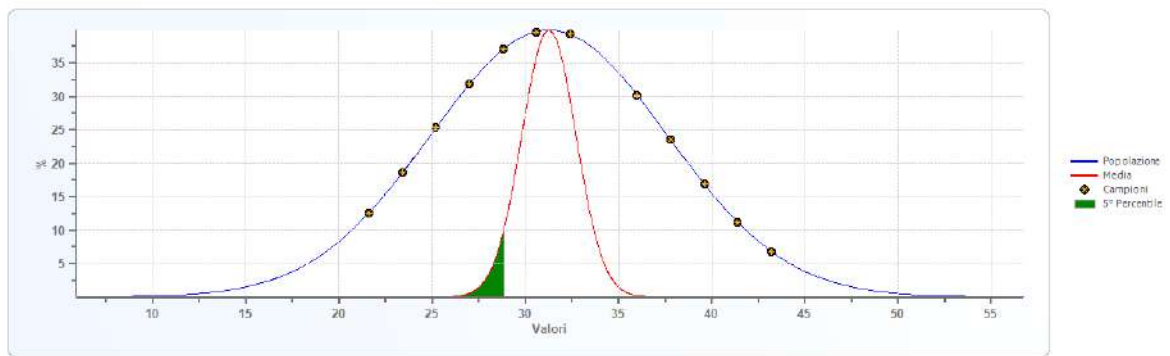
phi' - Angolo di resistenza al taglio



Eed - Modulo di compressibilità edometrica

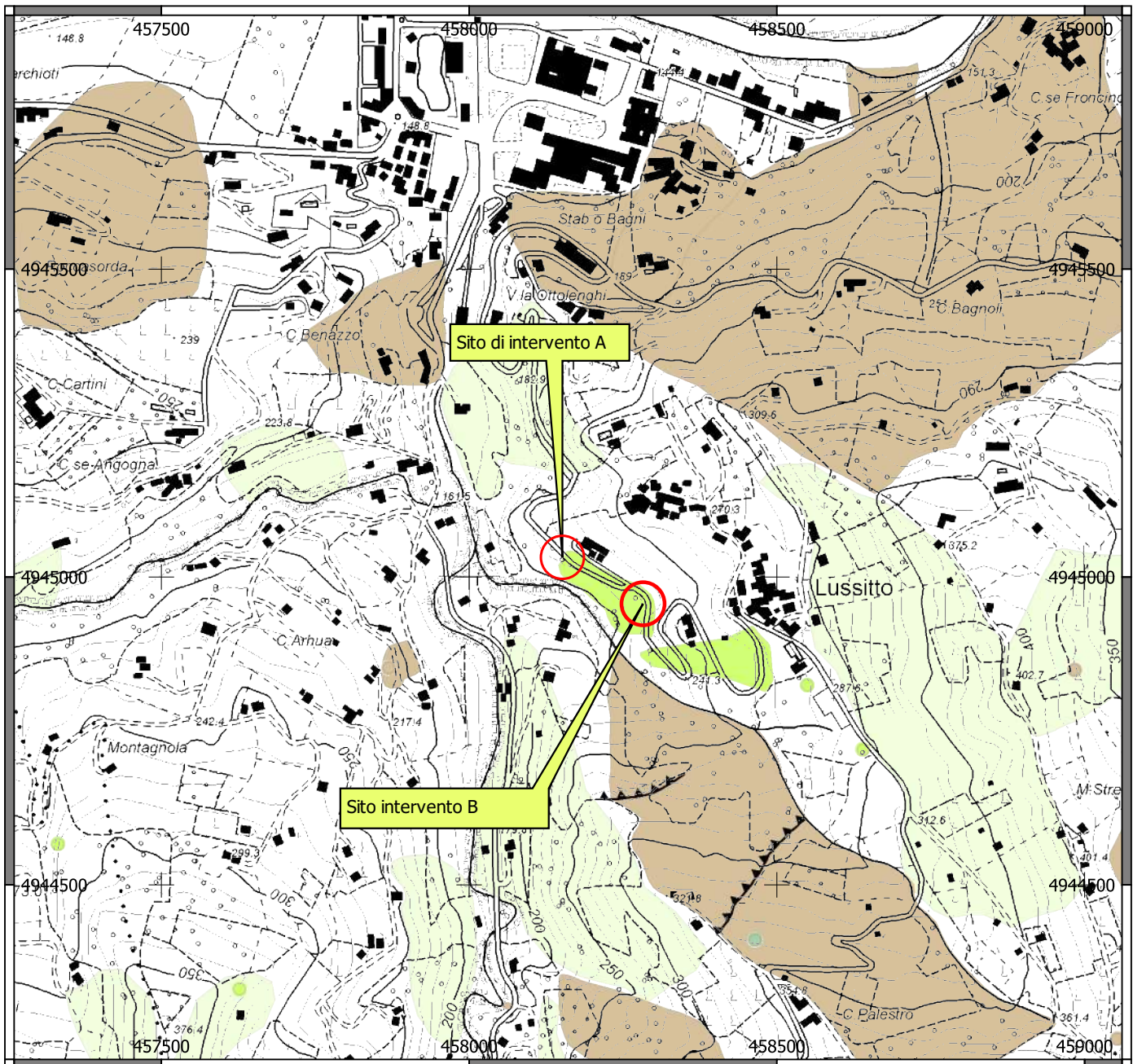


N(30) - N spt



TAVOLE GRAFICHE

- Corografia con tematismi SIFraP Scala 1:10.000
- Planimetria indagini Scala 1:500
- Sezione geologica interpretativa Scala 1:200
- Documentazione fotografica

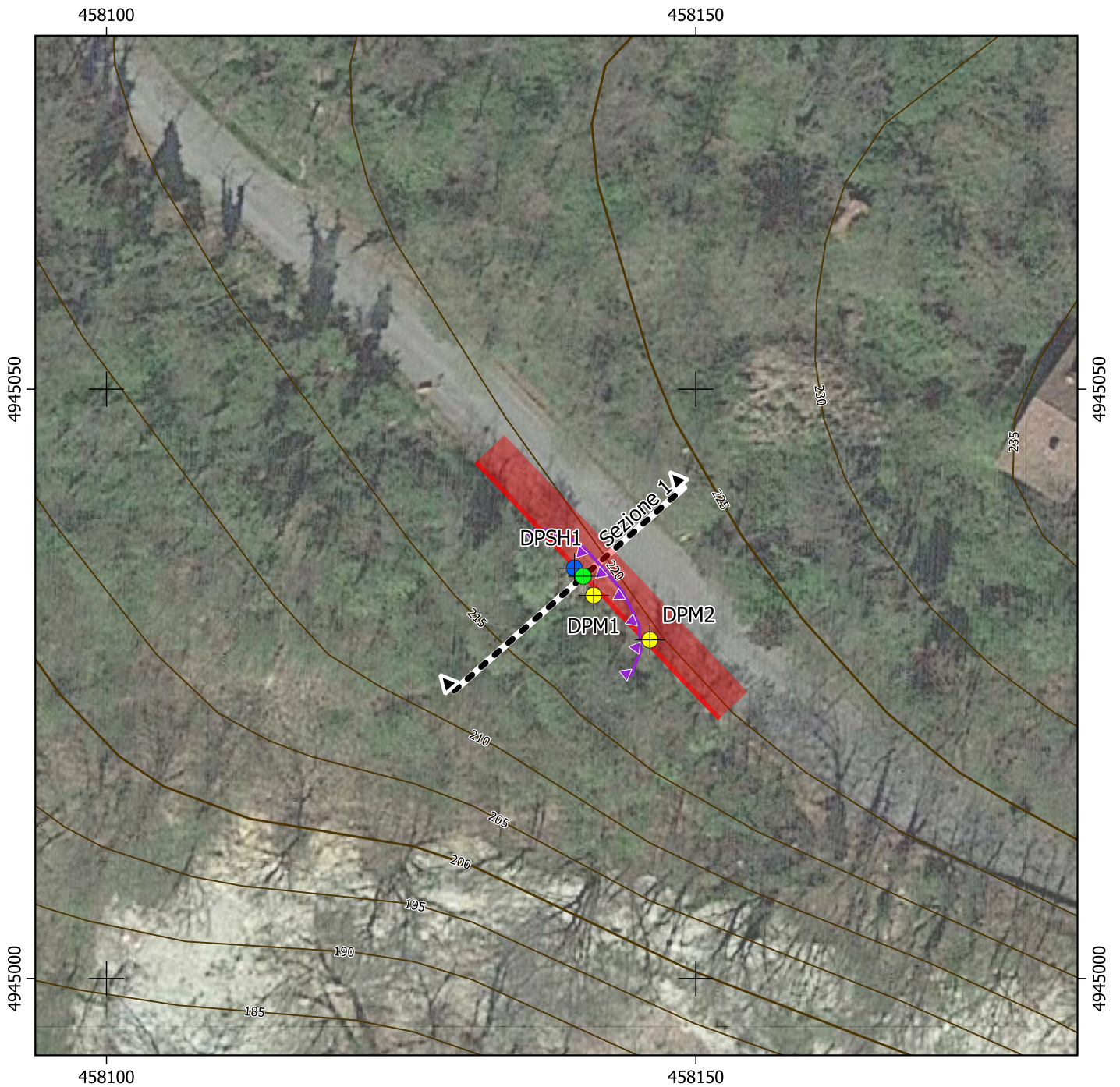


SIFRAP_SI_Frane_Piemonte

Frane areali







- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Complesso
- Crollo/Ribaltamento
- DGPV
- Espansione
- Scivolamento rotazionale/traslativo
- Settore CARG
- Sprofondamento
- n.d.

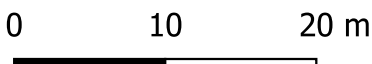
Rielaborazione basata su dati originali del Dataset SIFRAP - Sistema Informativo Frane in Piemonte di Arpa Piemonte (collegamento WMS con software GIS)

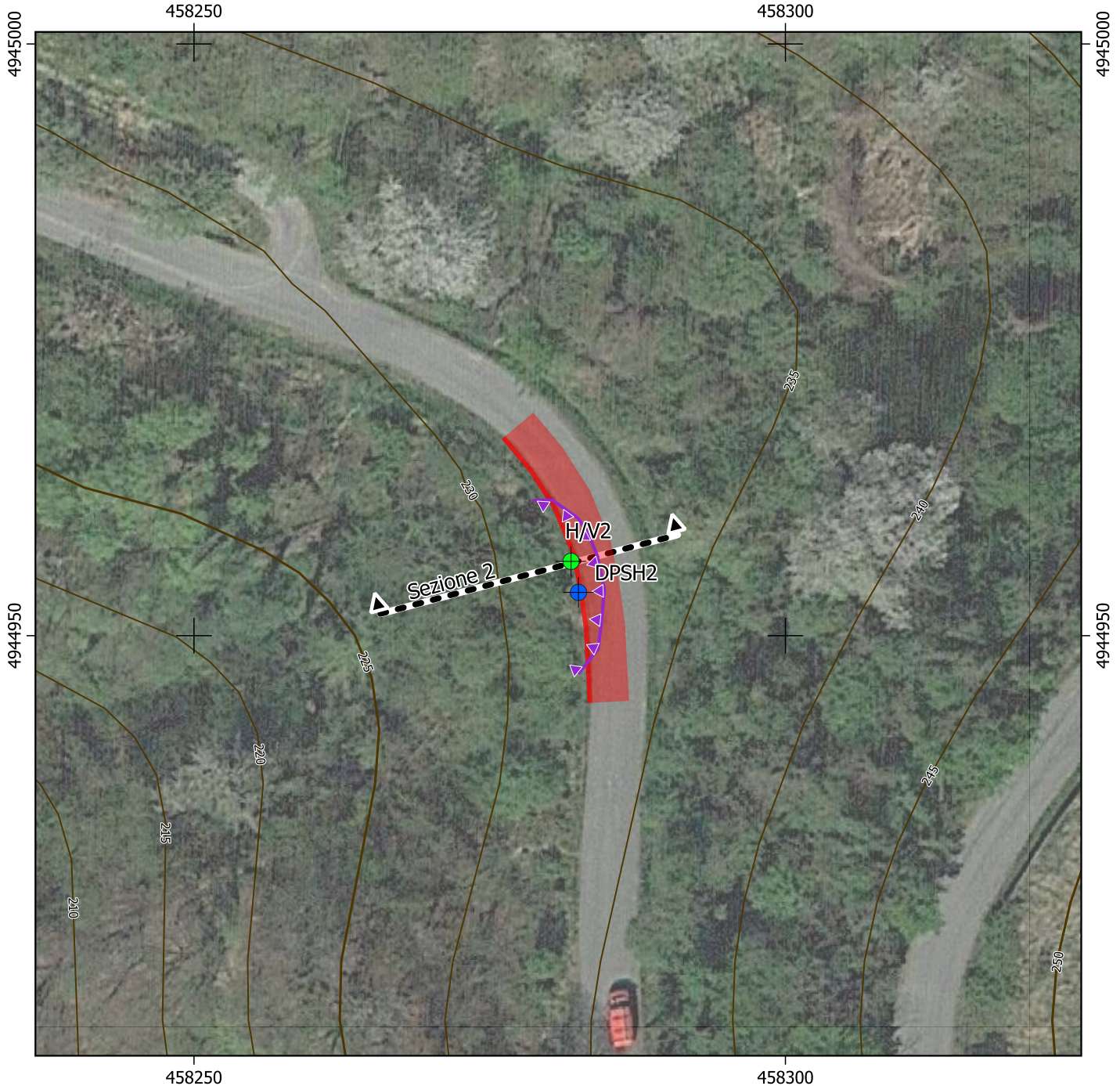


Sistema di Riferimento WGS84 - UTM32
 Curve di livello da DTM Regione Piemonte - equidistanza 5m

LEGENDA

- | | | | |
|---|--|---|---|
|  | Linea di coronamento del dissesto (nicchia) | INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO: | |
|  | OPERA PRINCIPALE IN PROGETTO:
muro-soletta su pali a medio diametro |  | Prove penetrometriche dinamiche DPSH |
| | |  | Prove penetrometriuche dinamiche DM30 |
| | |  | Prove di sismica passiva a stazione singola H/V |
| | |  | Traccia sezione geologica interpretativa |






Sistema di Riferimento WGS84 - UTM32
 Curve di livello da DTM Regione Piemonte - equidistanza 5m

LEGENDA


 Linea di coronamento del dissesto (nicchia)


 OPERA PRINCIPALE IN PROGETTO:
 muro-soletta su pali a medio diametro

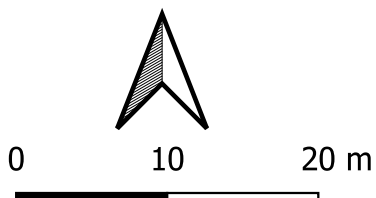
INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO:

 Prove penetrometriche dinamiche DPSH

 Prove penetrometriche dinamiche DM30

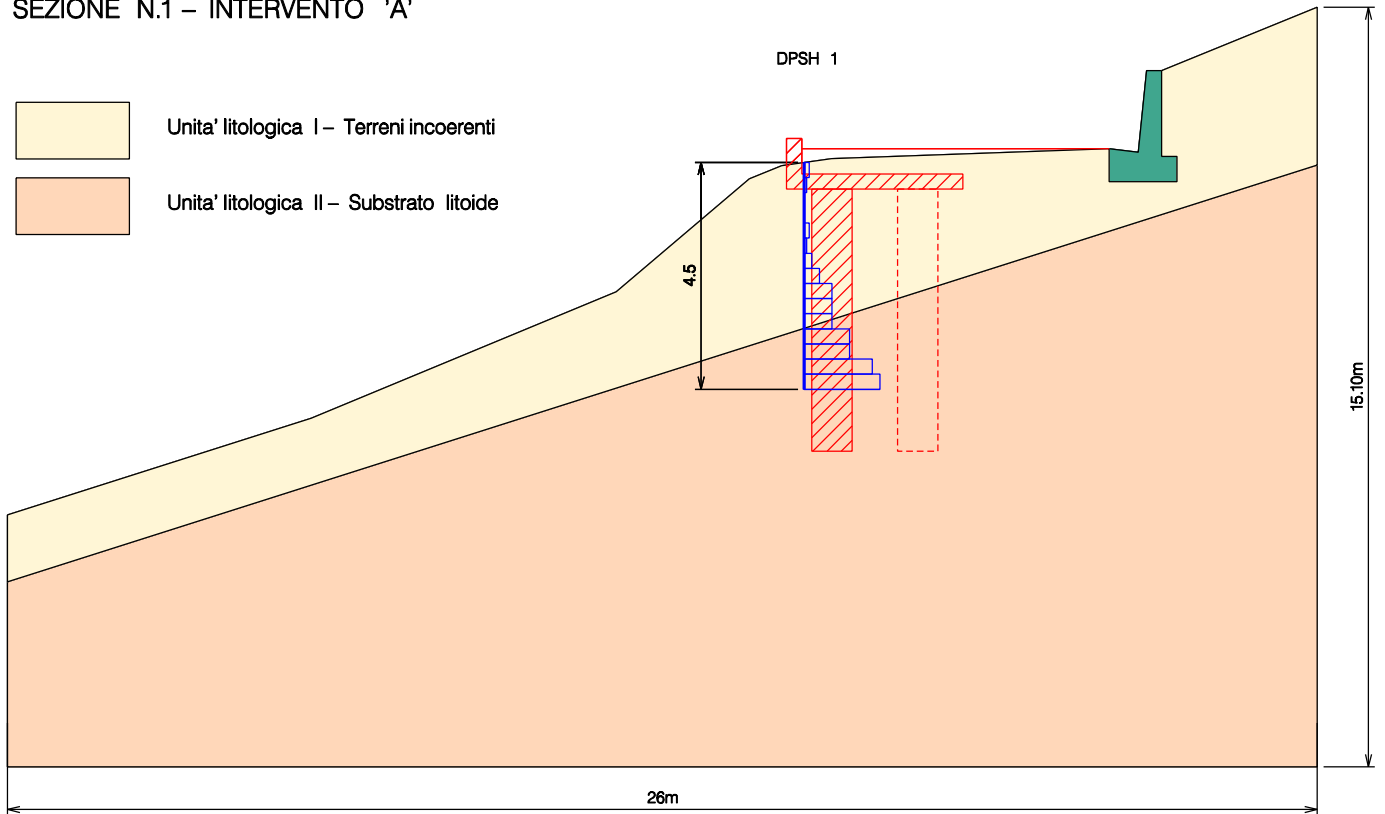
 Prove di sismica passiva a stazione singola H/V

 Traccia sezione geologica interpretativa



SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETATIVE – (Modello geologico e geotecnico) – Scala 1:150

SEZIONE N.1 – INTERVENTO 'A'



SEZIONE N.2 – INTERVENTO 'B'

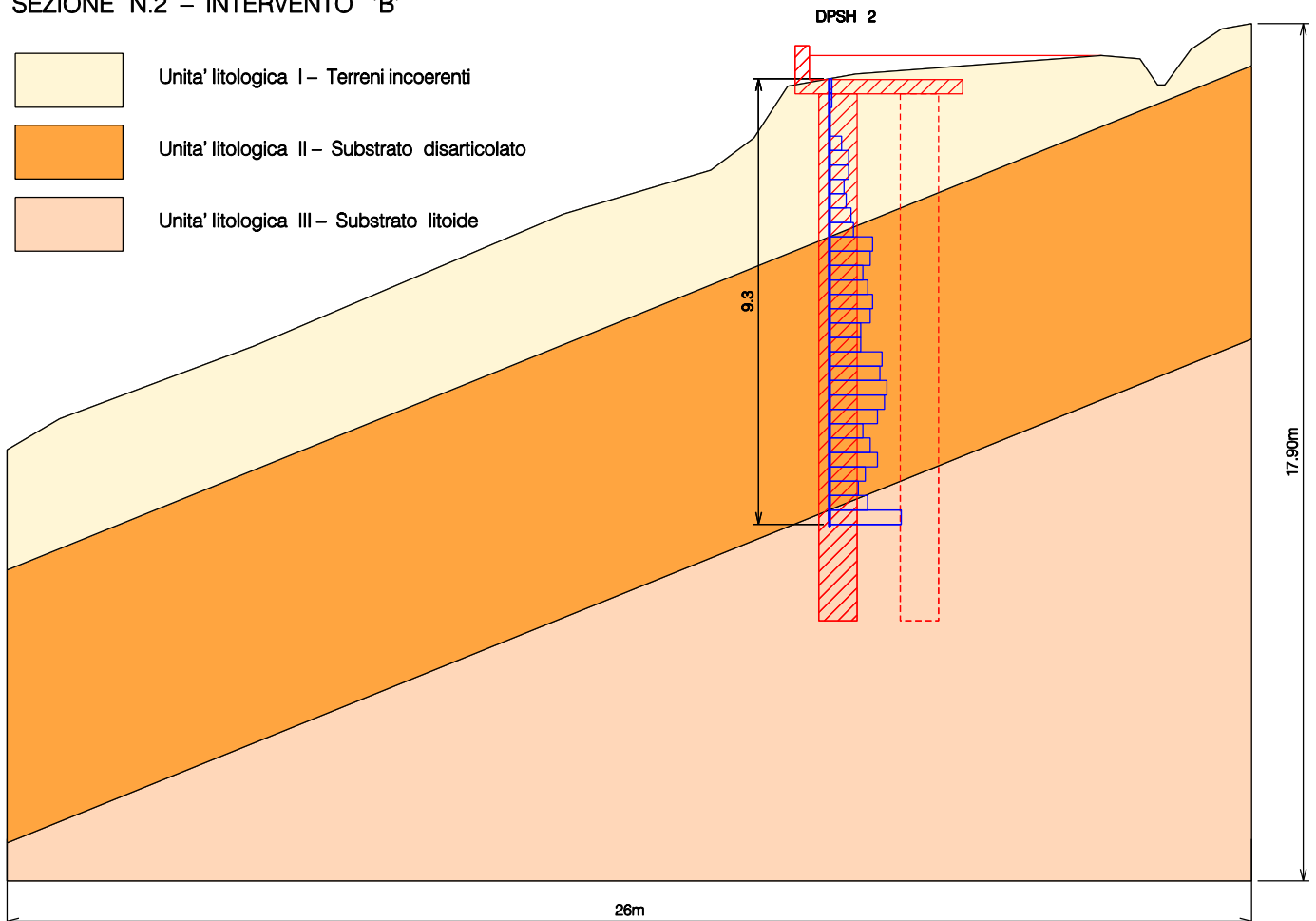




Foto n.1: Intervento A - Prova penetrometrica dinamica DPSH1



Foto n.2: Intervento A - Prova penetrometrica dinamica DPM1



Foto n.3: Intervento A - Prova penetrometrica dinamica DPM2



Foto n.4: Intervento A - Prova di sismica passiva H/V1

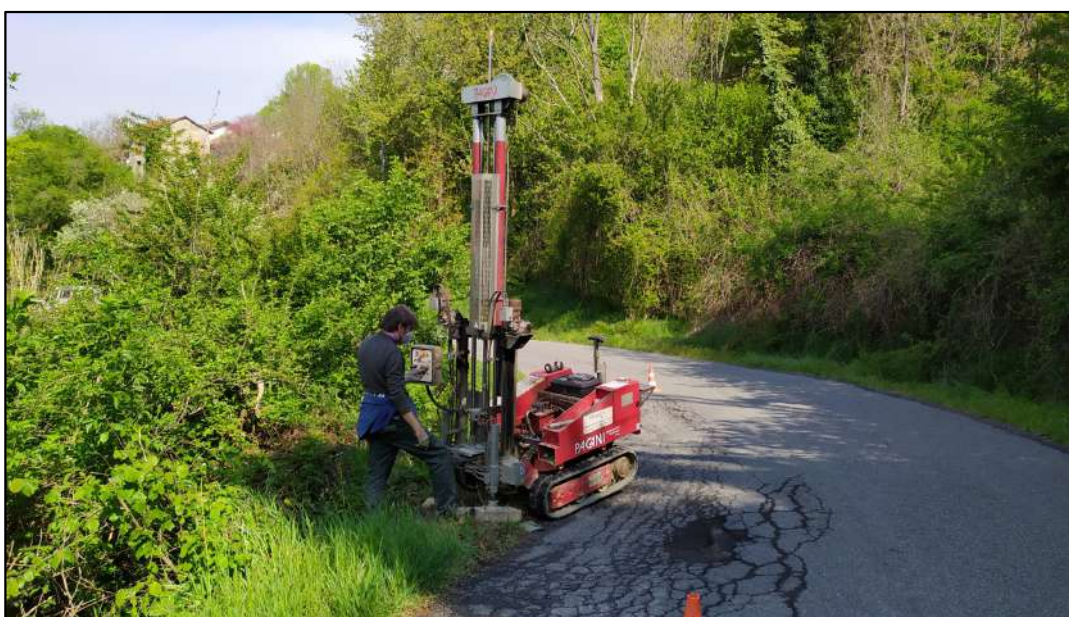


Foto n.5: Intervento B – Prova penetrometrica dinamica DPHS2



Foto n.6: Intervento B - Prova di sismica passiva H/V2