



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**



**COMUNE DI BARBARANO MOSSANO**  
**PROVINCIA DI VICENZA**



COMMITTENTE:

**Sig. FUREGON PAOLO**

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA  
PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE  
SITO IN VIA MONTICELLO**

L'AUTORE SI RISERVA LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO AI SENSI DI LEGGE, CON DIVIETO DI RIPRODURLO IN OGNI SUA PARTE  
E COMUNQUE RENDERLO NOTO A TERZI SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE

**DATA: SETTEMBRE 2020**

**IL TECNICO**

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



## COMUNE DI BARBARANO MOSSANO

PROVINCIA DI VICENZA

### RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

1. *INTRODUZIONE*
2. *RELAZIONE GEOLOGICA*
3. *RELAZIONE GEOTECNICA*
4. *CONCLUSIONI*

#### 1. INTRODUZIONE

Su richiesta dello Studio Agronomico Forestale Dott. Baldo Gabriele e per conto del Sig. Furegon Paolo lo scrivente ha esaminato l'area interessata dal progetto per l'ampliamento dell'allevamento avicolo esistente sito in via Monticello.

Al fine di fornire un'adeguata caratterizzazione geologico-tecnica dei terreni interessati sono state eseguite le seguenti indagini:

- utilizzo di informazioni bibliografiche sul territorio in esame;
- un rilievo geologico di superficie
- n. 1 prospezione sismica passiva con tecnica HVSR per la determinazione della sismo-stratigrafia in onde S, del parametro  $V_{s_{eq}}$ , della categoria del suolo di fondazione e della frequenza di risonanza del sito in ottemperanza alle normative vigenti;
- n° 4 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte fino ad una profondità significativa.

Tali indagini sono altresì necessarie per ottemperare al D.M. 17.01.18 ed alle NTA del PAT di Barbarano Mossano.

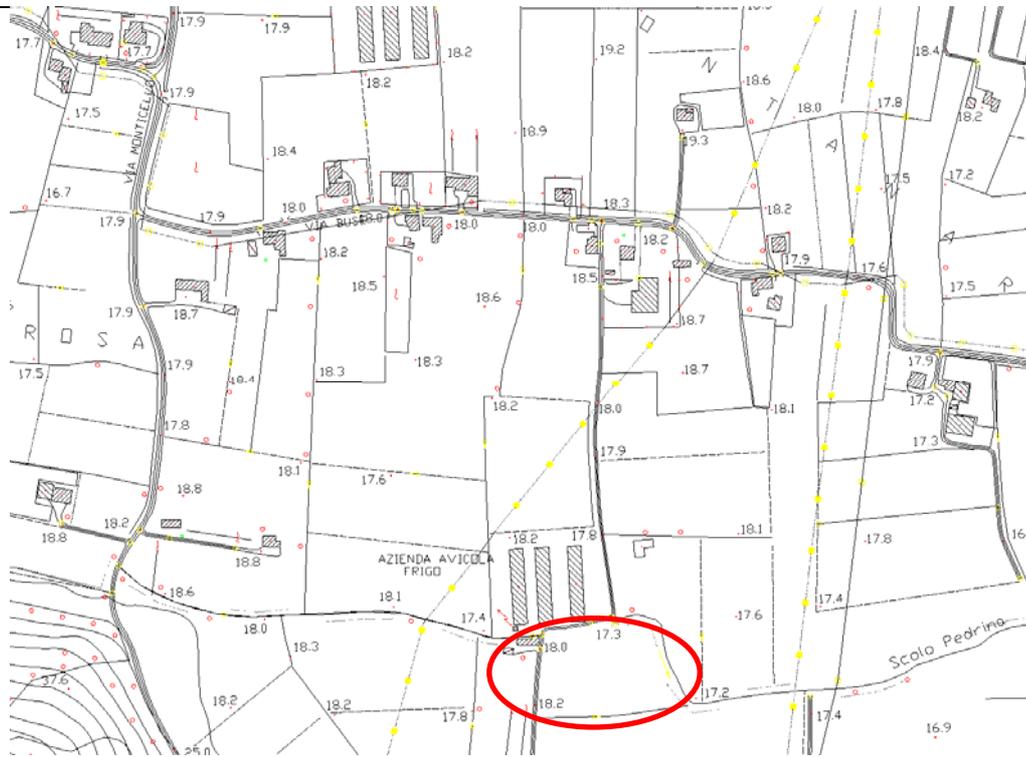
L'area in esame si trova nel settore di pianura sud-orientale del territorio comunale poco ad est della località "Monticello", ad una quota di 17-18 m circa s.l.m.m.

Per l'ubicazione si fa riferimento alla Carta Tecnica Regionale alla scala 1:5.000 (Elemento n° 125163 "Bosco di Nanto").

**GEOLOGIA**  
**GEOLOGIA**  
**ALPO**  
**GEOFISICA**

**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*



*Ubicazione dell'area su estratto da CTR alla scala 1:5.000*



*Localizzazione dell'area in esame su immagine satellitare (fonte: Bing Maps)*

**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

## 2. RELAZIONE GEOLOGICA

Geologia: la struttura morfologica e tettonica del Veneto era già individuata, nei suoi tratti fondamentali, già a partire dal Pliocene inferiore, circa 5 milioni di anni fa. L'orogenesi alpina aveva già sollevato le fasce prealpine e la dorsale Lessini-Berici-Euganei, mentre quella appenninica aveva sollevato la dorsale ferrarese continuazione, ora sepolta, della catena appenninica. La Pianura Padana veneta era in gran parte occupata dal mare in continuazione con la depressione adriatica. Emergevano gli attuali rilievi prealpini, i Berici, gli Euganei ed una fascia di pianura che circondava questi rilievi e si protendeva verso Rovigo.

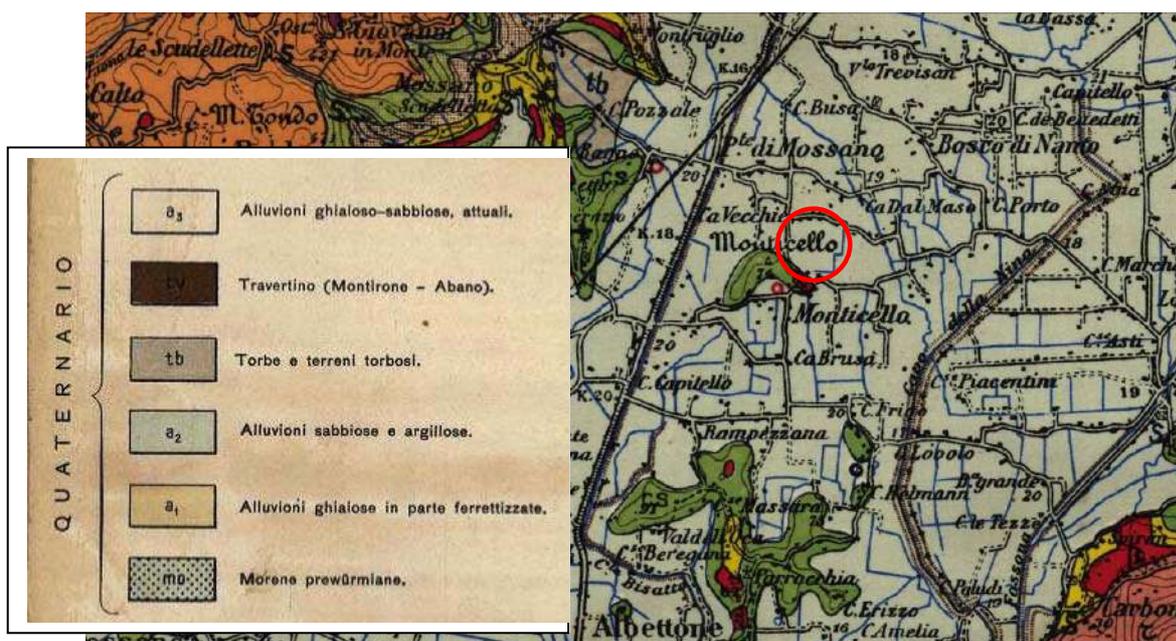
Nel Pliocene medio, a causa di una accentuazione dell'attività tettonica, l'intera area veneta subì un sollevamento che portò la pianura ad emergere quasi per l'intera estensione attuale con l'eccezione della fascia più occidentale verso Mantova. Nel corso del Quaternario gli eventi più significativi sono legati alla trasgressione marina, nella quale il mare sommerse la pianura portando la linea di costa a ridosso dei rilievi prealpini e Berici - Euganei, ed a questo periodo seguono le glaciazioni.

Al passaggio verso il Quaternario superiore inizia la deposizione di sequenze sedimentarie ghiaiose e sabbiose che arrivano a spessori di centinaia di metri alimentati da una consistente erosione dei rilievi retrostanti.

Con lo scioglimento dei ghiacciai Wurmiani, 10 -12.000 anni fa, nelle zone di pianura emerse diventano protagonisti i grandi fiumi e le loro divagazioni.

L'area di pianura che si estende ad est dei Colli Berici fino ai Colli Euganei è costituita dai depositi alluvionali del sistema Brenta-Bacchiglione, caratterizzati per lo più da alternanze di orizzonti sabbiosi e argillosi.

Le indagini eseguite hanno rilevato la presenza di depositi limosi e sabbiosi consistenti fino alla massima profondità indagata interrotti da un orizzonte maggiormente coesivo tra 2 e 5 m dotato di consistenza discreta.



Estratto della Carta Geologica d'Italia (Foglio 50 "Padova"); in rosso l'area indagata

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007

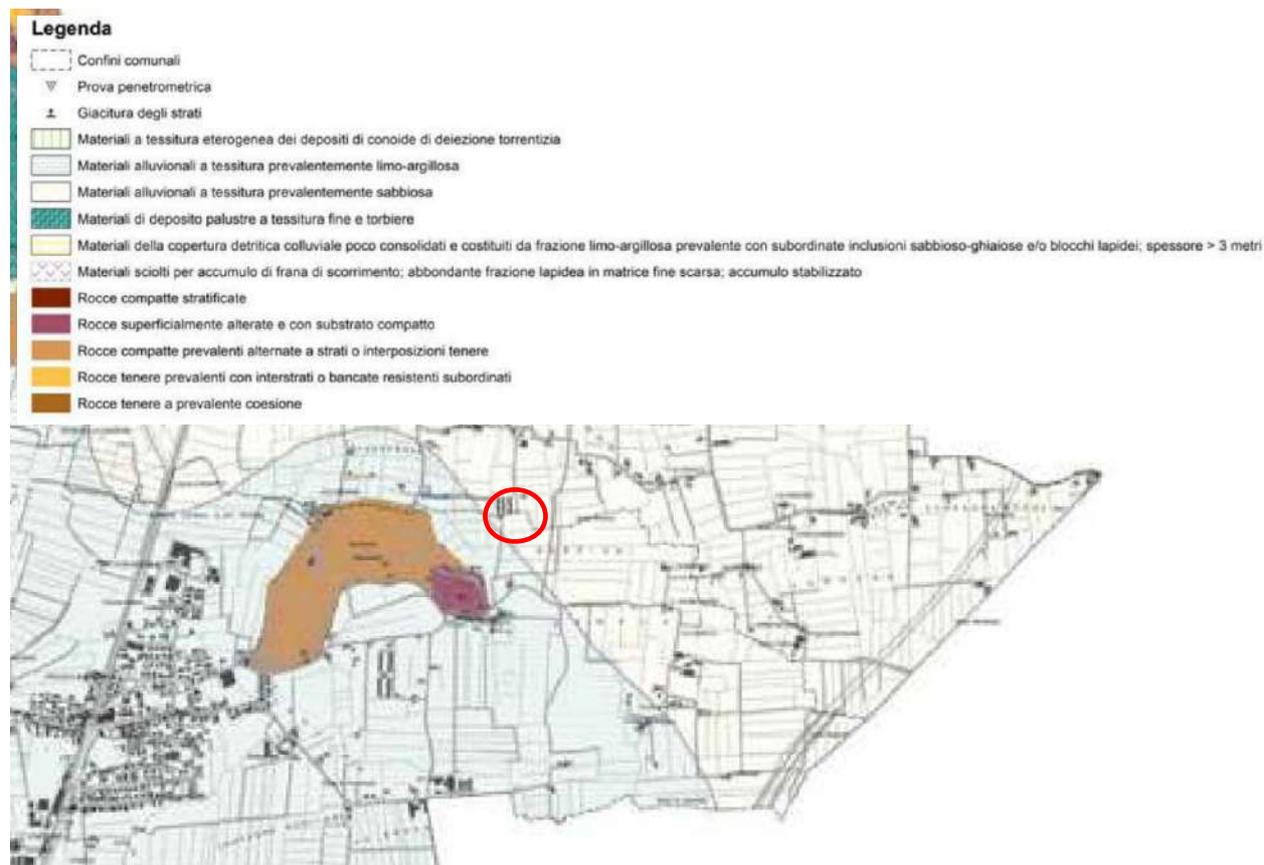


**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

Litotipi affioranti: nell'area in esame i litotipi affioranti dal più antico al più recente sono:

- ❖ Alluvioni recenti (Quaternario): sedimenti alluvionali limoso-argillosi di natura eluviale e/o colluviale



*Estratto della Carta Litologica del PAT Barbarano Mossano; in rosso l'area indagata*

**Geomorfologia:** il territorio è principalmente interessato dai rilievi dei Monti Berici. Essi sono costituiti da altopiani fortemente modellati dalle espansioni glaciali wurmiane e da fenomeni di erosione fluviale che formarono il paleo meandro incastrato della Val Liona Pozzolo. Attualmente essi sono invece fortemente interessati dal fenomeno carsico, come documentato da numerose cavità ipogee, e da una conseguente rete idrografica superficiale assai poco sviluppata. Interessati dal fenomeno carsico, come documentato da numerose cavità ipogee, e da una conseguente rete idrografica superficiale assai poco sviluppata. Le grotte sono interessate da corsi d'acqua sotterranei, che alimentano alcune sorgenti carsiche perenni ubicate ai piedi della collina. La superficie è interessata da numerose doline espressione del ruolo prevalente del processo carsico nel modellamento di tali superfici. Esistono poi alcune valli (localmente indicate come Scaranti) che possono essere classificate geomorfologicamente come valli fluvio-carsiche. Esse hanno un profilo longitudinale per la prima parte molto ripido mentre in seguito si raccordano più dolcemente con le aree pedecollinari caratterizzate da depositi colluviali. Sono valli che presentano a



volte strette incisioni (forre) nella parte terminale. Un preliminare rilievo di campagna ha permesso di verificare una sostanziale e generalizzata stabilità del territorio: la zona collinare occidentale presenta generalmente pendii meno acclivi con brevi tratti quasi verticali, posti solitamente in corrispondenza del contatto tra le litologie vulcaniche e le litologie calcaree. I pendii delle colline occidentali si presentano quindi con minore inclinazione e coperti da uno strato agrario a matrice argillosa, con spessore variabile, e differente nell'aspetto e nella granulometria a seconda del substrato roccioso che ricopre. La porzione collinare non riporta generalmente fenomeni franosi in atto o incipienti se non per alcuni dissesti come in località Scudellette e in località Pigiavento in Comune di Barbarano Vicentino e in via Barre nel comune di Mossano. Il basso versante è caratterizzato da una maggiore acclività e dalla presenza di alcune forre originate da valli fluvio-carsiche. La restante parte del territorio come, risulta pianeggiante, a tratti ondulata, e gli unici processi geomorfologici attivi sembrano essere quelli da deposizione in occasione di esondazioni da parte dei canali che attraversano la zona. Il terreno superficiale di questo tratto di pianura è formato talora da materiali molto fini, prevalentemente limi e argille, a bassissima permeabilità che, senza un complesso sistema artificiale di drenaggio costantemente attivo, presenterebbe aree di ristagno come quelle visibili, in concomitanza di eventi meteorici piovosi. Essi sono a volte pensili rispetto alla pianura circostante aumentando così il rischio di esondazione.

L'area indagata essendo pianeggiante si può considerare stabile dal punto di vista morfologico. Il sito non ricade nelle aree a pericolo idraulico secondo il PAI Brenta-Bacchiaglione.

Idrologia: la parte collinare del territorio comunale è caratterizzata da rilievi calcarei con intensa circolazione idrica ipogea. La sommità dei colli con la presenza di numerose doline è un tipico paesaggio carsico, caratterizzato dall'assenza di idrografia superficiale. Esistono poi alcune valli (localmente indicate come "Scaranti") che possono essere identificate come valli fluvio-carsiche. Esse hanno un profilo longitudinale per la prima parte molto ripido mentre in seguito si raccordano più dolcemente con le aree pedecollinari caratterizzate da depositi colluviali. Sono valli che presentano a volte strette incisioni nella parte terminale. L'acqua vi scorre solamente in caso di intense piogge. La parte di pianura è solcata da fiumi e canali artificiali che drenano le acque superficiali e le regolano per l'uso agricolo.

Gli scoli e canali principali sono:

- Canale Bisatto;
- Scolo Condotta;
- Scolo Arnalda;
- Scolo Busa;
- Scolo Naviglio.

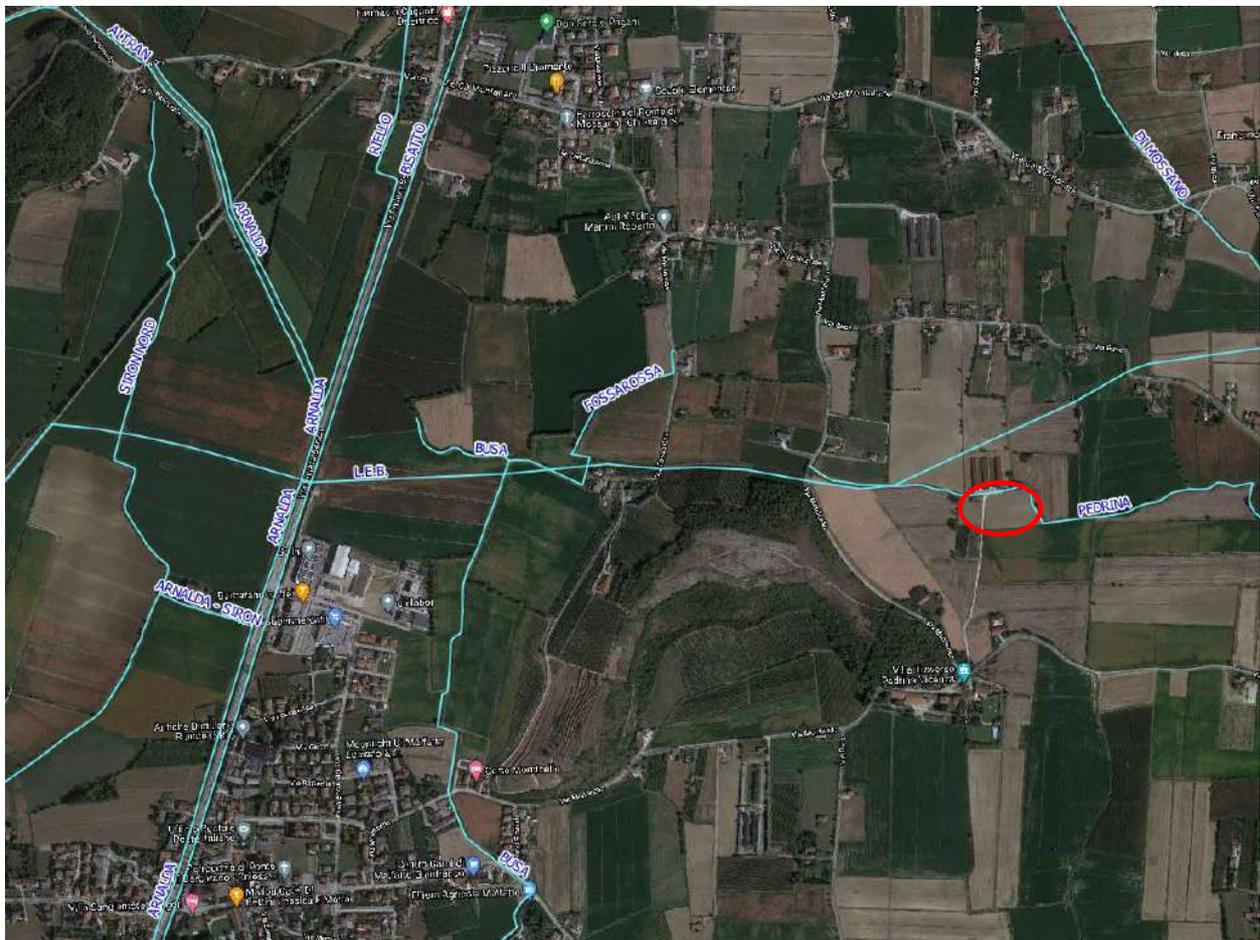


**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

Nella zona di pianura in esame l'elemento idrografico di maggior rilevanza è il canale Bisatto, che ha origine presso Longare come derivazione dal Bacchiglione e che scorre a 1,6 km ad ovest del sito in direzione sud.

Nel primo tratto il Bisatto è un canale incassato che scorre verso sud nella pianura compresa tra i Colli Berici ed Euganei ricevendo in destra i contributi di qualche piccolo torrentello ed in sinistra quelli di alcuni scoli di bonifica minori. Proseguendo il suo percorso nella pianura padovana aggira verso est il monte Lozzo e quindi piega verso sud in direzione di Este collegandosi, a monte dell'abitato, con il canale Brancaglia, toponimo che ivi assume il fiume Agno-Guà; a valle di questo nodo il canale prosegue con il nome di canale Este-Monselice in direzione est verso Monselice dove, mutato ancora il nome in canale Battaglia, piega verso nord dove si unisce al ramo del canale che discende da Padova.



*Mapa del reticolo idrografico presente nel territorio in esame; in rosso l'area indagata*

**Idrogeologia:** all'interno dell'area in esame si possono distinguere due complessi idrogeologici, quello di collina e quello di pianura. Il primo dipende dalle caratteristiche dei calcari e dall'andamento delle precipitazioni meteoriche: le

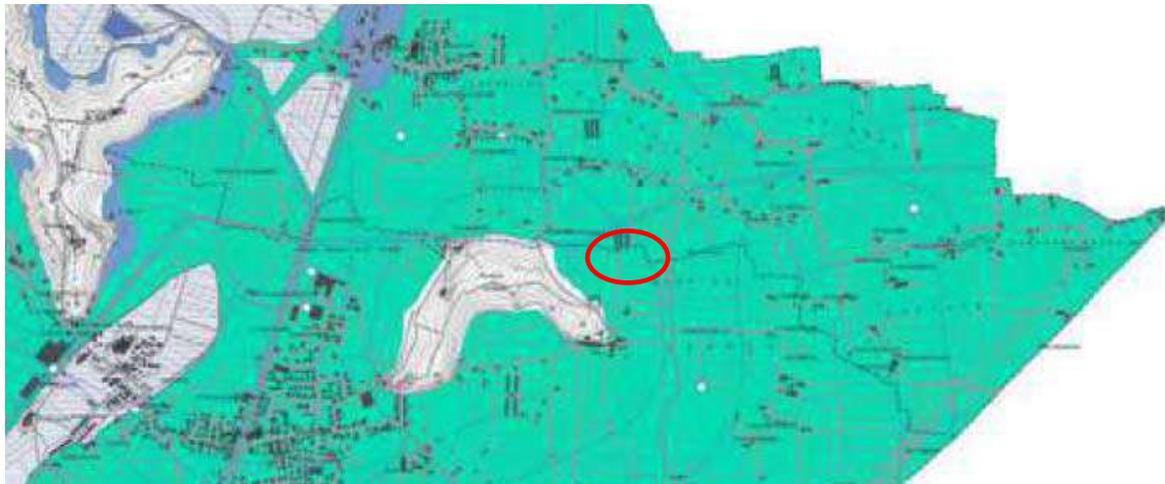


**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

rocce calcaree e calcareo – marnose costituenti la maggior parte dei rilievi del territorio comunale sono dotate di una permeabilità “in grande” (secondaria) dovuta ai fenomeni carsici ed al loro stato di fratturazione.

Le caratteristiche di permeabilità delle rocce calcaree costituenti le zone collinari sono tali da permettere la formazione di un serbatoio capace di ricevere e rilasciare le acque meteoriche in profondità secondo un moto di tipo verticale. Le intercalazioni di altra natura, generalmente poco permeabili, costituiscono il letto di questo bacino e tamponano la circolazione idrica sotterranea indirizzando la “falda” secondo una via che trova nelle sorgenti la parziale conclusione del suo percorso. Il tampone può essere costituito dai basalti presenti al letto delle Marne di Priabona o intercalati ai Calcari Nummulitici o da alcune stratificazioni impermeabili incluse nelle Marne stesse: l'emergenza dell'acqua può quindi avvenire in diversi punti dello “strato tampone” in quanto la circolazione verticale può continuare lungo fessure o fratture che creano delle vie preferenziali allo scorrimento dell'acqua. Il complesso idrogeologico di pianura è invece più articolato: dalle ricostruzioni litologiche del sottosuolo, fatte utilizzando le stratigrafie di alcuni pozzi per acqua, risulta che il materasso alluvionale è notevolmente differenziato, sia in senso laterale che verticale, con la presenza di una falda multistrato. La quota della falda superficiale presente in tutta la parte pianeggiante risulta essere invece compresa tra 0 e 2 metri. Nel corso delle prove penetrometriche è stata rilevata la presenza di circolazione idrica a circa -3 m dal p.c.



### Legenda

Confini comunali

#### Acque sotterranee

Pozzo fretico

Pozzo con falda artesianiana

Linea isofreatica

Area con profondità della falda freatica compresa tra 0 e 2 metri dal p.c.

Area con profondità della falda freatica compresa tra 2 e 5 metri dal p.c.

#### Vulnerabilità

Vulnerabilità estremamente elevata per carsismo

#### Acque superficiali

Sorgente

Sorgente termale

Idrovora

Limite di bacino idrografico e spartiacque locali

Corso d'acqua permanente

Canale artificiale

Bacino lacustre

Area soggetta ad inondazioni periodiche

*Estratto della Carta Idrogeologica del PAT Barbarano Mossano; in rosso l'area indagata*

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007

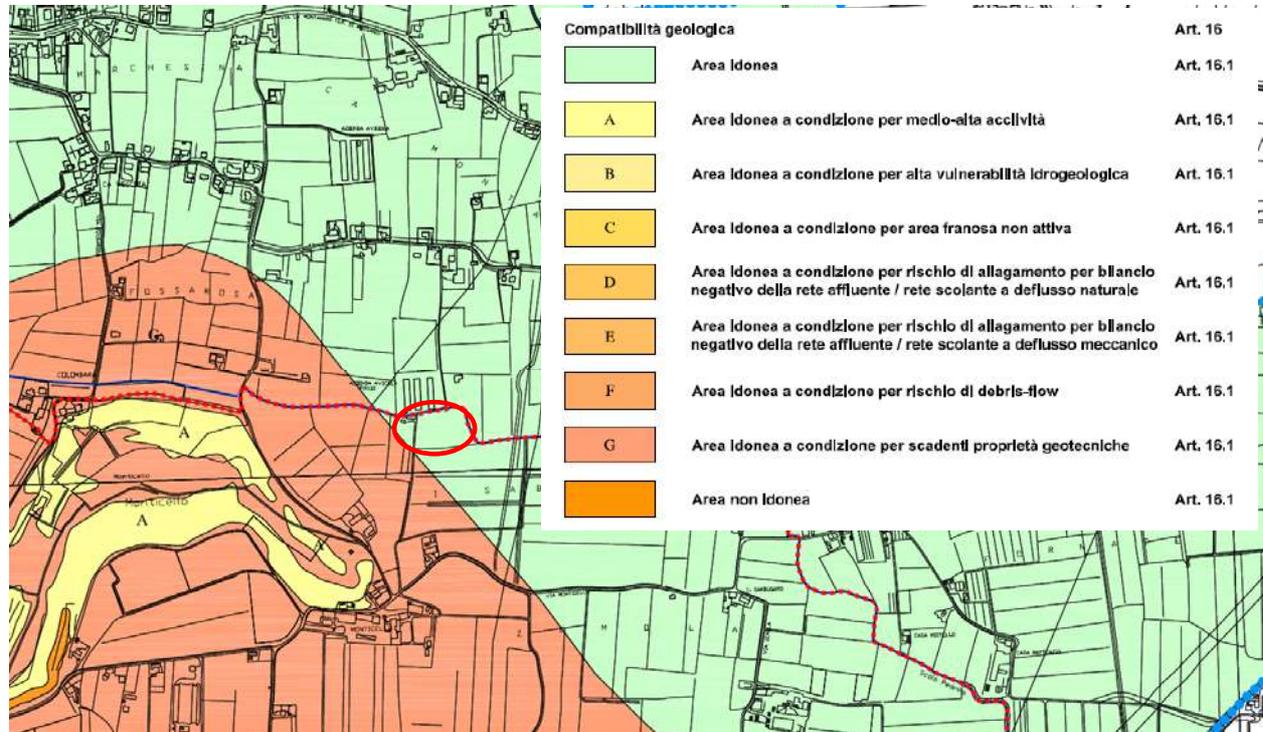
Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

Come si evince dalla carta delle fragilità del PAT l'area in esame è classificata come area idonea ai fini edificatori (art. 16.1) mentre ricade in zona a vincolo paesaggistico (art. 7.2).



*Estratto della Carta delle Fragilità del PAT Barbarano Mossano; in rosso l'area indagata*



*Estratto della Carta dei Vincoli del PAT Barbarano Mossano; in rosso l'area indagata*

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

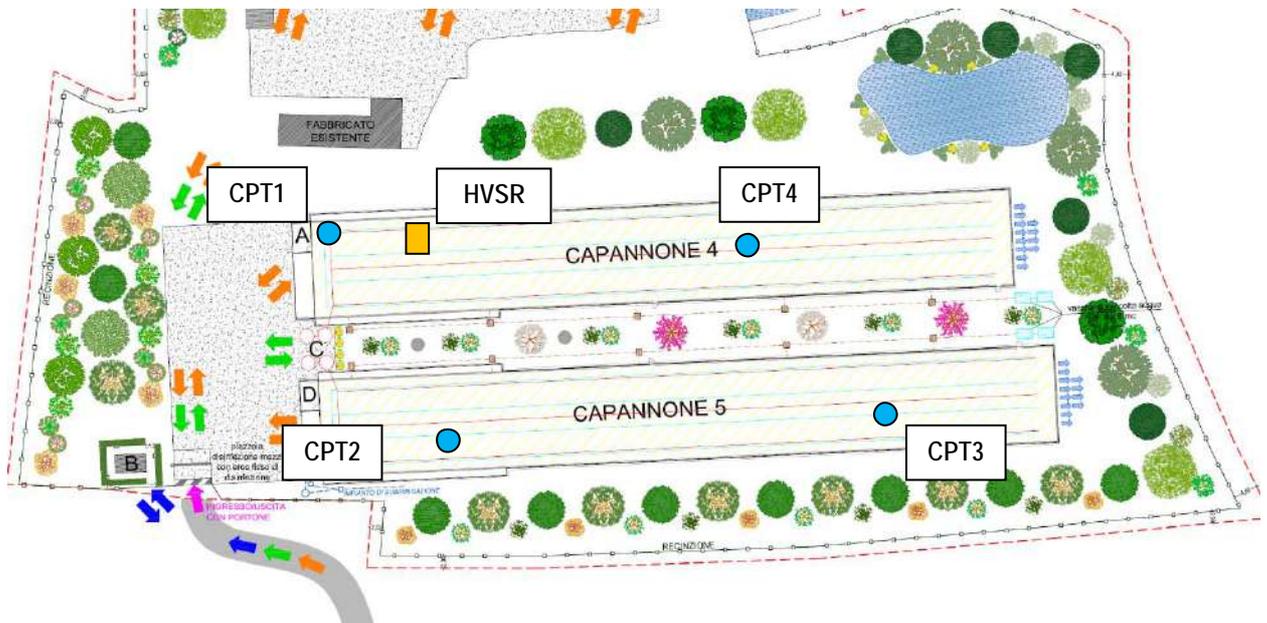
11

### 3. RELAZIONE GEOTECNICA

#### NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.4.2006 - *Criteria generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*
- Eurocodice 7 - *Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali*
- Eurocodice 8 - *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici*
- D.M. 17/01/2018 – *Norme Tecniche per le Costruzioni*

La presente relazione, vista l'entità dell'intervento, si basa sui dati ricavati da n. 4 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte fino ad una profondità significativa e da n. 1 prospezione sismica in onde S a stazione singola elaborata con tecnica HVSR. Di seguito si riporta la planimetria con l'indicazione delle indagini succitate; segue la descrizione e l'elaborazione di ciascuna metodologia di indagine.



*Ubicazione delle indagini eseguite su estratto planimetrico*



## PROVE PENETROMETRICHE STATICHE (Cone Penetration Test – CPT)

### PROVE CPT: METODOLOGIA DELL'INDAGINE

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v = 2 \text{ cm / s} \pm 0,5 \text{ cm / s}$ ). La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri o trasduttori, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale: punta / manicotto tipo "Begemann".

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro Punta Conica meccanica	$\phi$	= 35,7 mm
- area di punta	$A_p$	= 10 cm <sup>2</sup>
- angolo di apertura del cono	$\alpha$	= 60 °
- superficie laterale del manicotto	$A_m$	= 150 cm <sup>2</sup>

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

### REGISTRAZIONE DATI

Una cella di carico, che rileva gli sforzi di infissione, è montata all'interno di un'unità rimovibile, chiamata "selettore", che preme alternativamente sull'asta interna e su quella esterna. Durante la fase di spinta le aste sono azionate automaticamente da un comando idraulico. L'operatore deve solamente controllare i movimenti di spinta per l'infissione delle aste. I valori acquisiti dalla cella di carico sono visualizzati sul display di una Sistema Acquisizione Automatico (qualora presente) o sui manometri.

Per mezzo di un software (in alcuni strumenti) è possibile sia durante l'acquisizione, che in un secondo momento a prove ultimate trasferire i dati ad un PC.

Le letture di campagna (che possono essere rilevate dal sistema di acquisizione sia in Kg che in Kg/cm<sup>2</sup>) durante l'infissione sono le seguenti:

- Lettura alla punta **LP** = prima lettura di campagna durante l'infissione relativa all'infissione della sola punta
- Lettura laterale **LT** = seconda lettura di campagna relativa all'infissione della punta+manicotto
- Lettura totale **LLTT** = terza lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne (tale lettura non sempre viene rilevata in quanto non è influente metodologicamente ai fini interpretativi).

### METODOLOGIA DI ELABORAZIONE

I dati rilevati della prova sono quindi una coppia di valori per ogni intervallo di lettura costituiti da LP (Lettura alla punta) e LT (Lettura della punta + manicotto), le relative resistenze vengono quindi desunte per differenza, inoltre la resistenza laterale viene conteggiata 20 cm sotto (alla quota della prima lettura della punta).

Trasferiti i dati ad un PC vengono elaborati da un programma di calcolo "StaticProbing" della GeoStru

Le resistenze specifiche **Qc** (Resistenza alla punta **RP**) e **Ql** Resistenza Laterale **RL** o **fs** attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) vengono desunte tramite opportune costanti e sulla base dei valori specifici dell'area di base della punta e dell'area del manicotto di frizione laterale tenendo in debito conto che:

$A_p$	= l'area punta (base del cono punta tipo "Begemann") = 10 cm <sup>2</sup>
$A_m$	= area del manicotto di frizione = 150 cm <sup>2</sup>
$C_t$	= costante di trasformazione =10

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

Il programma StaticProbing permette inoltre l'archiviazione, la gestione e l'elaborazione delle prove penetrometriche Statiche. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica. La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno. L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona. I dati di uscita principali sono RP (Resistenza alla punta) e RL (Resistenza laterale o fs, attrito laterale specifico che considera la superficie del manicotto di frizione) che il programma calcola automaticamente; inoltre viene calcolato il Rapporto RP/RL (Rapporto Begemann 1965) e il Rapporto RL/RP (Rapporto Schmertmann 1978 – FR %).

I valori sono calcolati con queste formule:

$$Qc (RP) = (LP \times Ct) / 10 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza alla punta}$$

$$Ql (RL) (fs) = [(LT - LP) \times Ct] / 150 \text{ cm}^2. \quad \text{Resistenza laterale}$$

Qc (RP) = Lettura alla punta LP x Costante di Trasformazione Ct / Superficie PuntaAp

Ql (RL) (fs) = Lettura laterale LT- Lettura alla punta LP x Costante di Trasformazione Ct / Am area del manicotto di frizione

#### **N.B.**

- Ap = 10 cm<sup>2</sup> e Am = 150 cm<sup>2</sup>

- la resistenza laterale viene conteggiata **20 cm sotto** (alla quota della prima lettura della punta)

#### **VALUTAZIONI STATISTICHE**

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di StaticProbing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono:

##### **Medio**

Media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

##### **Media minima**

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

##### **Massimo**

Valore massimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

##### **Minimo**

Valore minimo dei valori del numero della resistenza alla punta sullo strato considerato.

##### **Media (+) s**

Media (+) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.

##### **Media (-) s**

Media (-) scarto (valore statistico) dei valori della resistenza alla punta sullo strato considerato.



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

14

## CORRELAZIONI

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica (consigliata o meno a seconda del tipo di penetrometro utilizzato) si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati. Il programma esegue inoltre il grafico (per i vari autori) Profondità/Valutazioni litologiche, per visualizzare in maniera diretta l'andamento delle litologie presenti lungo la verticale indagata.

## INTERPRETAZIONI LITOLOGICHE (Autori di riferimento)

- Searle 1979
- Douglas Olsen 1981 (consigliato per CPTe)
- A.G.I. 1977 (consigliato per CPT)
- Schmertmann 1978 (consigliato per CPT)
- Robertson 1983-1986 (consigliato per CPTe)
- Begemann 1965 (consigliato per CPT)

## Suddivisione delle metodologie di indagine con i Penetrometri statici

CPT (ConePenetration Test – punta Meccanica tipo Begemann)

CPTe (ConePenetration Test Electric – punta elettrica)

CPTU (Piezocono)

Per quanto riguarda la PUNTA ELETTRICA generalmente tale strumento permette di ottenere dati in continuo con un passo molto ravvicinato (anche 2 cm.) rispetto al PUNTA MECCANICA (20 cm.).

Per il PIEZOCONO i dati di inserimento oltre a quelli di LP e LT sono invece la pressione neutrale misurata ed il tempo di dissipazione (tempo intercorrente misurato tra la misura della sovrappressione neutrale e la pressione neutrale o pressione della colonna d'acqua). Tale misurazione si effettua generalmente misurando la sovrappressione ottenuta in fase di spinta e la pressione neutrale (dissipazione nel tempo) misurata in fase di alleggerimento di spinta (arresto penetrazione). Il programma usato per le elaborazioni permette di immettere U1 – U2 – U3 cioè la sovrappressione neutrale misurata rispettivamente con filtro poroso posizionato nel cono, attorno al cono, o attorno al manicotto a seconda del tipo di piezocono utilizzato. Tale sovrappressione (che è data dalla somma della pressione idrostatica preesistente la penetrazione e dalle pressioni dei pori prodotte dalla compressione) può essere positiva o negativa e generalmente varia da (-1 a max. + 10-20 kg/cmq) ed è prodotta dalla compressione o dilatazione del terreno a seguito della penetrazione. Per il calcolo oltre ai dati strumentali generali si deve immettere per una correzione dei valori immessi:

- **Area punta del cono** (area esterna punta)
- **Area interna punta del cono** (area del restringimento in prossimità del setto poroso – interna cono-manicotto).  
Generalmente il rapporto tra le aree varia da (0,70 – 1,00).
- **Il Passo del penetrometro** (l'intervallo entro cui effettua la lettura, generalmente per penetrometri normali è 20 cm., per le punte elettriche-piezoconi può essere di 2 cm).

Il programma elabora quindi i dati di resistenza alla punta e laterale fs con le opportune correzioni dovute alla normalizzazione (con la tensione litostatica e con la pressione dei pori). Robertson definisce infine il valore caratteristico del Ic (Indice di tipo dello strato) e Contenuto in materiale fine FC % (cioè la percentuale di contenuto argilloso < 2 micron).



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

### **CORRELAZIONI GEOTECNICHE**

Scegliendo il tipo di interpretazione litologica si ha in automatico la stratigrafia con il passo dello strumento ed interpolazione automatica degli strati.

Ad ogni strato mediato il programma calcola la Qc media, la fs media, il peso di volume naturale medio, il comportamento geotecnico (coesivo, incoerente o coesivo-incoerente), ed applica una texture.

L'utilizzo dei dati dovrà comunque essere trattato con spirito critico e possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

### **TERRENI INCOERENTI**

#### **Angolo di Attrito**

Angolo di Attrito (Durgunouglu-Mitchell 1973-1975) – per sabbie N.C. e S.C. non cementate

Angolo di Attrito (Meyerhof 1951) – per sabbie N.C. e S.C.

Angolo di Attrito Herminier

Angolo di Attrito (Caquot) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Koppejan) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (De Beer 1965-1967) - per sabbie N.C. e S.C. non cementate e per prof. > 2 mt. in terreni saturi o > 1 mt. non saturi

Angolo di Attrito (Robertson & Campanella 1983) - per sabbie non cementate quarzose

Angolo di Attrito (Schmertmann 1977-1982) – per varie litologie (correlazione che generalmente sovrastima il valore)

#### **Densità relativa (%)**

Densità Relativa (Baldi ed altri 1978-1983 - Schmertmann 1976) - per sabbie NC non cementate

Densità Relativa (Schmertmann)

Densità Relativa (Harman 1976)

Densità Relativa (Lancellotta 1983)

Densità Relativa (Jamiolkowski 1985)

Densità Relativa (Larsson 1995) - per sabbie omogenee non gradate

#### **Modulo di Young**

Modulo di Young (Schmertmann 1970-1978) Ey (25) – Ey(50) - modulo secante riferito rispettivamente al 25 % e 50 % del valore di rottura – prima fase della curva carico/deformazione

Modulo di Young secante drenato (Robertson & Campanella 1983) Ey (25) – Ey(50)- per sabbie NC

Quarzose.

Modulo di Young (ISOPT-1 1988) Ey (50) - per sabbie OC sovraconsolidate e SC

#### **Modulo Edometrico**

Modulo Edometrico (Robertson & Campanella) da Schmertmann

Modulo Edometrico (Lunne-Christoffersen 1983 - Robertson and Powell 1997) - valido per sabbie NC

Modulo Edometrico (Kulhawy-Mayne 1990)

Modulo Edometrico (Mitchell & Gardner 1975) – valido per sabbie

Modulo Edometrico (Buisman - Sanglerat) – valido per sabbie argillose

#### **Peso di Volume**

Peso di Volume (Meyerhof) -

Peso di Volume saturo (Meyerhof) -

#### **Modulo di deformazione di taglio**

Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per **sabbie** e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### **Potenziale di Liquefazione**

Verifica alla liquefazione dei suoli incoerenti (Metodo di Robertson e Wride 1997 – C.N.R. – GNDT) – coefficiente di sicurezza relativo alle varie zone sismiche I-I-III-IV cat. – N.B. la liquefazione è assente per  $F_s \geq 1,25$ , possibile per  $F_s = 1,0-1,25$  e molto probabile per  $F_s < 1$

#### **Fattori di compressibilità**

Ramo di carico C (autori vari)

Ramo di carico medio Crm (autori vari)

#### **OCR - Grado di Sovraconsolidazione**

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (Ladd e Foot - Ladd ed altri 1977)

#### **Modulo Di Reazione Ko**

(Kulhawy Maine, 1990).

#### **Correlazione NSPT**

Meardi – Meigh 1972

Meyerhof



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

## **TERRENI COESIVI**

### ***Coesione Non Drenata***

Coesione non drenata (Lunne&Eide)

Coesione non drenata (Rolf Larsson SGI 1995) - suoli fini granulari

Coesione non drenata (Baligh ed altri 1976-1980) in tale elaborazione occorre inserire il valore di  $N_k$  (generalmente variabile da 11 a 25)

Coesione non drenata (Marsland 1974-Marsland e Powell 1979)

Coesione non drenata Sunda (relazione sperimentale)

Coesione non drenata (Lunne T.-Kleven A. 1981)

Coesione non drenata (Kjekstad. 1978)

Coesione non drenata (Lunne, Robertson and Powell 1977)

Coesione non drenata (Terzaghi - valore minimo)

Coesione non drenata (Begemann)

Coesione non drenata (De Beer) - valida per debole coesione.

### ***Indice Di Compressione C***

Indice di Compressione Vergine  $C_c$  (Schmertmann)

Indice di Compressione Vergine  $C_c$  (Schmertmann 1978)

Fattore di compressibilità ramo di carico  $C$  (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Fattore di compressibilità medio ramo di carico  $C_{rm}$  (Piacentini-Righi Inacos 1978).

### ***Modulo Edometrico-Confinato***

Mitchell - Gardner (1975)  $M_o$  (Eed) (Kg/cm<sup>2</sup>) per limi e argille.

Metodo generale del modulo edometrico.

Buisman correlazione valida per limi e argille di media plasticità – Alluvioni attuali argille plastiche – suoli organici ( $W$  90-130)

Buisman e Sanglerat valida per litotipi argille copatte

Valore medio degli autori su suoli coesivi

### ***Modulo di deformazione non drenato***

Modulo di deformazione non drenato  $E_u$  (Cancelli ed altri 1980)

Modulo di deformazione non drenato  $E_u$  (Ladd ed altri 1977) – (Inserire valore  $n$   $30 < n < 1500$  sulla base di esperienze acquisite e del tipo litologico)

### ***Peso di Volume***

Peso di Volume terreni coesivi (t/m<sup>3</sup>) (Meyerhof)

Peso di Volume saturo terreni coesivi (t/m<sup>3</sup>) (Meyerhof)

### ***Modulo di deformazione di taglio***

Imai&Tonouchi (1982)

### **OCR**

Grado di Sovraconsolidazione OCR - (metodo Stress-History)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (P.W. Mayne 1991) - per argille ed argille sovraconsolidate

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Larsson 1991 S.G.I.)

Grado di Sovraconsolidazione OCR (Piacentini-Righi Inacos 1978)

Grado di Sovraconsolidazione Jamiolkowski et altri 1979 – valida per argilla di Taranto

Grado di Sovraconsolidazione Schmertmann 1978

### **Coefficiente Di Consolidazione Verticale**

Coefficiente di Consolidazione  $C_v$  (Piacentini-Righi, 1988)

### **Permeabilità**

Coefficiente di Permeabilità  $K$  (Piacentini-Righi, 1988)



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*



CPT1



CPT2



CPT3



CPT4

*Esecuzione indagini CPT presso il sito in esame*

**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

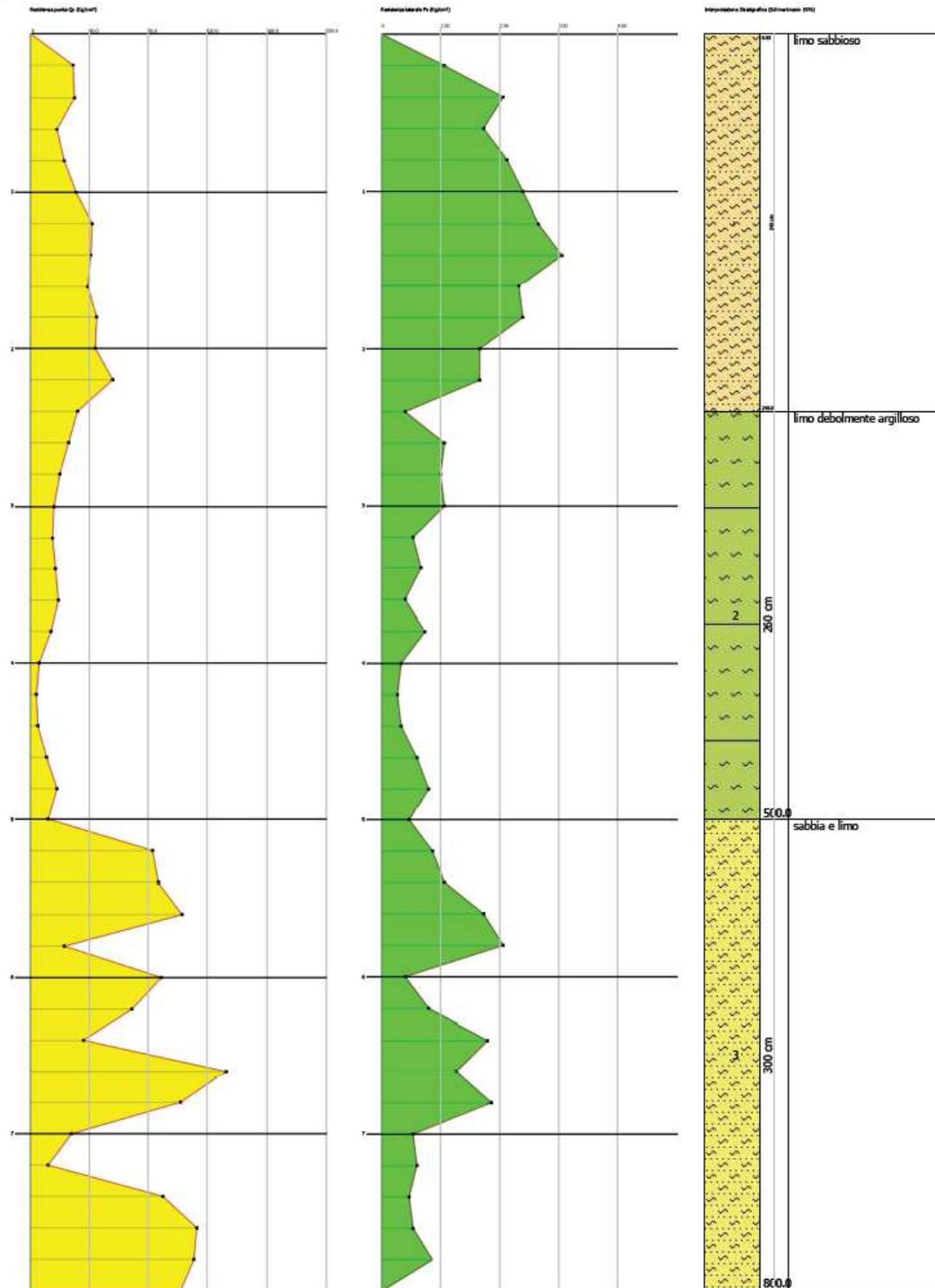
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

Dott. Geol. Matteo Scalzotto  
Via Alpone 7  
37030 Roncà (VR)  
mobile 338 272 7007

Probe CPT - Cone Penetration CPT 1  
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Sig. Furegon Paolo  
Cantiere: Ampliamento allevamento avicolo  
Località: Via Monticello, Barbarano Mossano (VI)

Data: 11/09/2020



DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)





**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

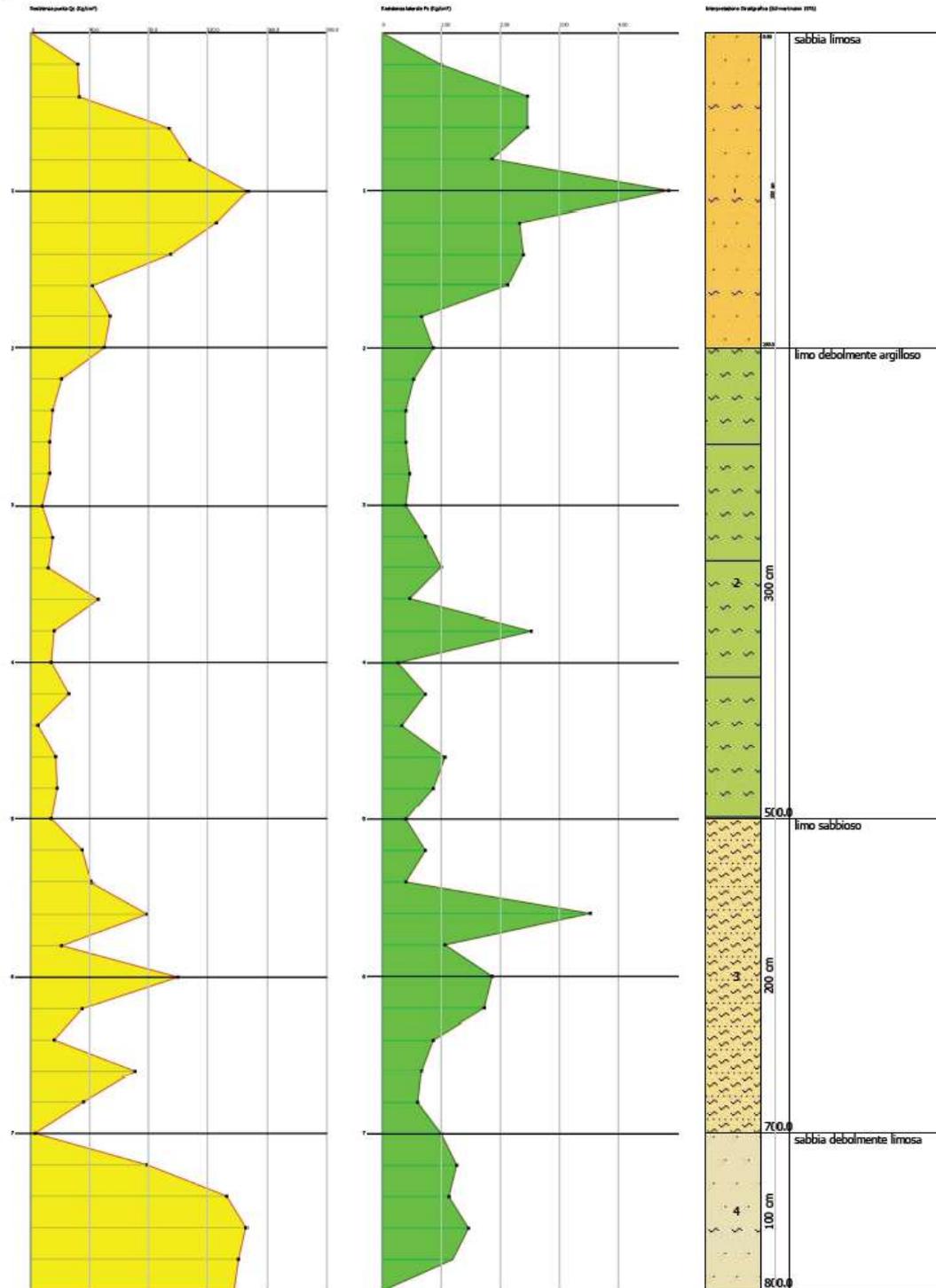
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

Dott. Geol. Matteo Scalzotto  
Via Alpone 7  
37030 Ronca (VR)  
mobile 338 272 7007

Probe CPT - Cone Penetration CPT 2  
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Sig. Furegon Paolo  
Cantiere: Ampliamento allevamento avicolo  
Località: Via Monticello, Barbarano Mossano (VI)

Data: 11/09/2020

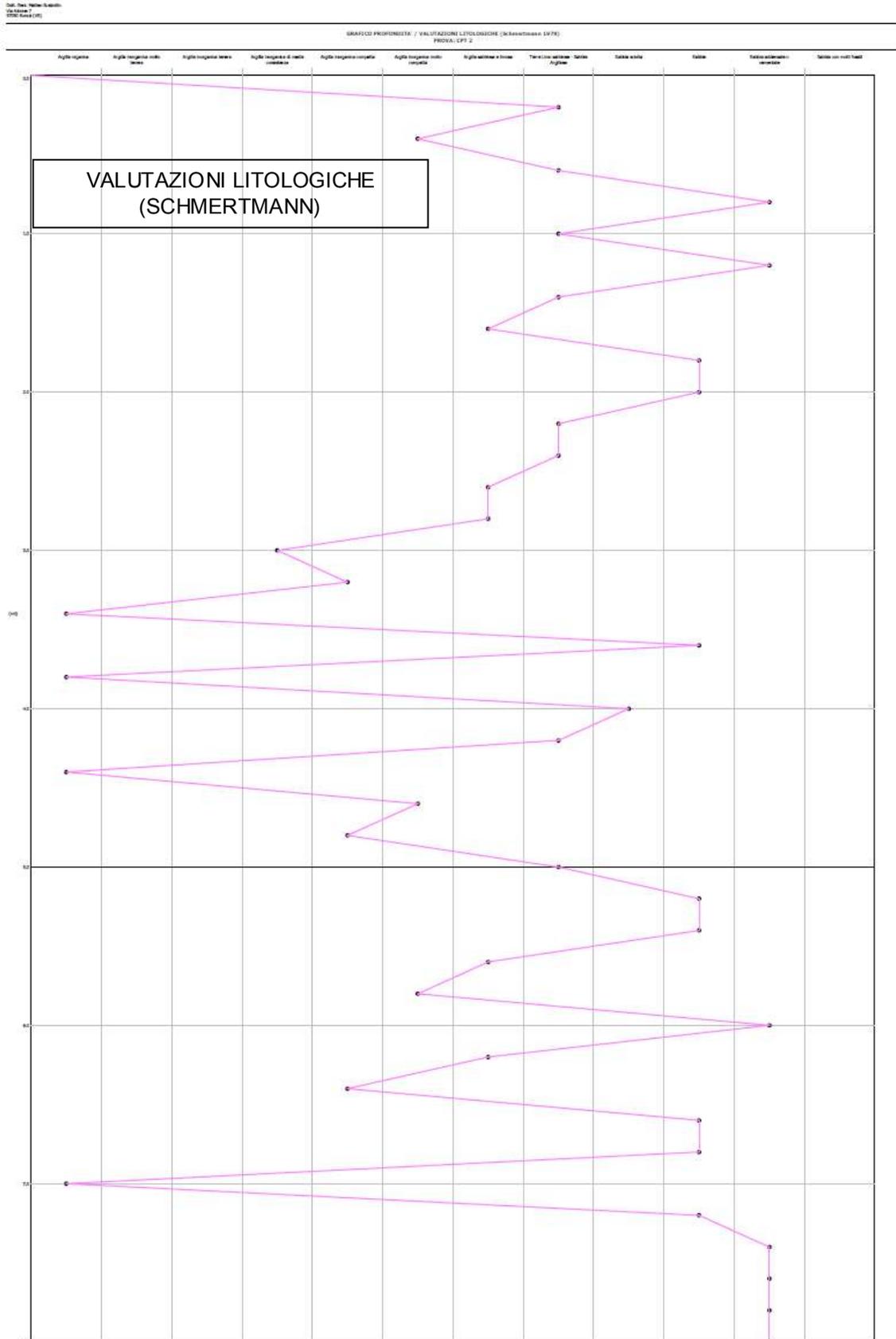


DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*



**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

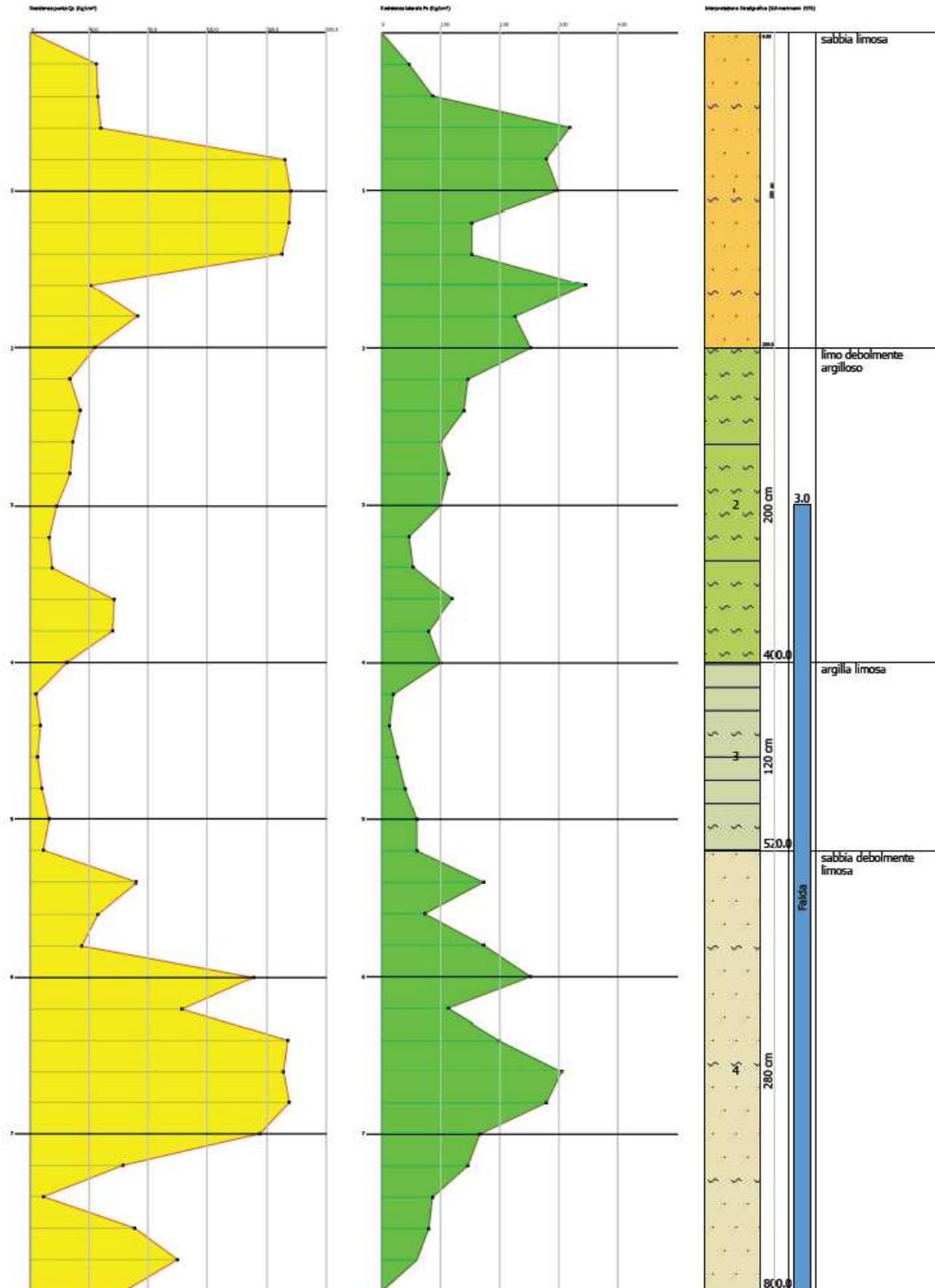
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

Dot. Geol. Matteo Scalzotto  
 Via Alpone 7  
 37030 Roncà (VR)  
 mobile 338 272 7007

Probe CPT - Cone Penetration CPT 3  
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Sia. Fureson Paolo  
 Cantiere: Ampliamento allevamento avicolo  
 Località: Via Monticello, Barbarano Mossano (VI)

Data: 11/09/2020



DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCÀ (VR)  
 Tel. 3382727007





**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

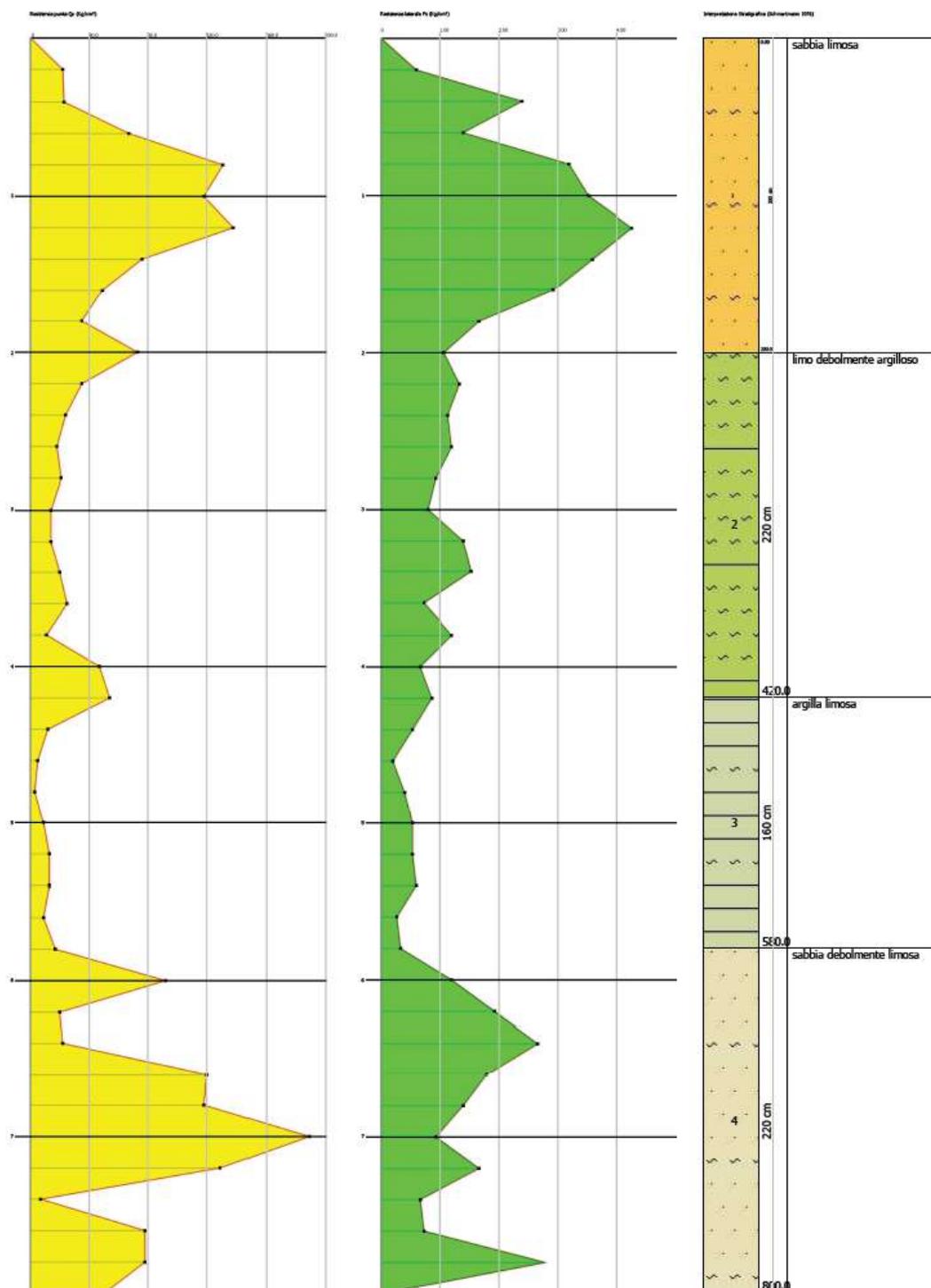
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

Dott. Geol. Matteo Scalzotto  
 Via Alpone 7  
 37030 Ronca (VR)  
 mobile 338 272 7007

Probe CPT - Cone Penetration CPT 4  
 Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Sra. Furegon Paolo  
 Cantiere: Ampliamento allevamento avicolo  
 Località: Via Monticello, Barbarano Mossano (VI)

Data: 11/09/2020



DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007





STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

## DETERMINAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Le prove penetrometriche eseguite mostrano una buona correlabilità soprattutto per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche delle litologie attraversate. Ai sensi del D.M. 17/01/2018 sono stati determinati i parametri geotecnici caratteristici di progetto sulla base dei valori strumentali della prova CPT1 in corrispondenza della quale sono state registrate le resistenze minori nelle porzioni superficiali del sottosuolo.

*I parametri geotecnici vengono trattati come variabili casuali, e l'insieme dei valori assunti dai parametri come una popolazione statistica.*

*Si assume che le grandezze indagate ( $f$ ,  $c_u$ , ecc.) varino in modo casuale all'interno del volume di terreno significativo, del volume di terreno, cioè, che risente della realizzazione dell'opera in progetto.*

*La derivazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata di un valore peggiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%.*

*Si tratta pertanto di un margine conservativo del 5% (che può coincidere con un 5° percentile od un 95° percentile della distribuzione statistica in considerazione), il quale ci garantisce probabilisticamente di avere un 95% dei casi per i quali il valore caratteristico ci cauterela.*

*Esistono indicazioni in letteratura sul fatto che l'angolo di resistenza al taglio  $f$  non segua una distribuzione normale, ma la sua tangente  $\tan(\phi)$ , quindi la variabile da inserire nelle formule non è  $f$  ma  $\tan(\phi)$ . Inoltre, la coesione non drenata  $c_u$  sembra che segua una distribuzione lognormale, perciò la variabile da utilizzare per le stime non dovrà essere direttamente la  $c_u$ , ma il suo logaritmo naturale  $\ln(c_u)$ .*

*Il  $f$  e il  $c_u$  caratteristici si otterranno calcolando rispettivamente l'arcotangente e l'esponenziale della variabile  $x_k$  ottenuta come risultato.*

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

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

*2) In base alla presenza o meno di compensazione delle resistenze del terreno (Circolare del 02.02.2009).*

*Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica: le opere dovranno essere verificate per gli stati limite ultimi che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni, e per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese.*

*"Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata".*

*Si parla di Stato limite ultimo quando lo stato limite è associato al valore estremo della capacità portante della struttura, il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso. Si parla invece di Stato limite di esercizio quando è legato al raggiungimento di un particolare stato dell'opera che pur non generando il collasso compromette aspetti funzionali importanti che limitano le prestazioni in condizione d'esercizio.*

*Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite, ed adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza.*

*Ai valori caratteristici trovati si applicano dei coefficienti di sicurezza parziali in funzione dello stato limite considerato.*

*Per quanto riguarda il calcolo geotecnico esistono due linee di pensiero seguite per la determinazione dei parametri caratteristici:*

- Una prima linea si basa su un approccio probabilistico, considerando quindi le quantità statistiche ricavate su un opportuno campione di prove;
- Una seconda linea di pensiero invece porta avanti l'idea che l'approccio probabilistico non sia adatto a modellare il reale comportamento del terreno. In particolare questo secondo approccio si basa su procedimenti più razionali, ritenendo che i valori caratteristici delle proprietà del terreno vadano valutati in funzione del livello di deformazione previsto per lo stato limite considerato.

*Con la Circolare del 02.02.2009 viene specificato come la scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici deve avvenire in due fasi.*

*La prima fase comporta l'identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali. Tale scelta richiede una valutazione specifica da parte del progettista, per il necessario riferimento ai diversi tipi di verifica.*

*Identificati i parametri geotecnici appropriati, la seconda fase del processo decisionale riguarda la valutazione dei valori caratteristici degli stessi parametri.*

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

*In particolare, le opere che coinvolgono grandi volumi di terreno sono quelle che portano a variazioni tensionali, all'interno di una porzione abbastanza elevata di sottosuolo, tali da dare origine a una compensazione delle resistenze.*

*Si parla in questo caso di resistenze compensate: le zone di terreno a resistenza minima e massima vengono sollecitate contemporaneamente e quello che emerge è un comportamento meccanico intermedio fra i due estremi. Per questo motivo, per ogni verticale d'indagine eseguita all'interno del volume significativo*

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO**

si effettua una stima cautelativa del valore medio dei parametri geotecnici.

Nel caso di opere che coinvolgono modesti volumi di terreno a essere sollecitate sono piccole porzioni di terreno in cui prevalgono le resistenze locali.

Nel caso vengano eseguite misure dirette all'esterno del volume significativo si parla di resistenze non compensate da misure estrapolate e il valore caratteristico andrà selezionato prendendo come riferimento un valore prossimo al minimo misurato, a vantaggio di sicurezza.

Nel caso invece in cui vengano eseguite misure dirette all'interno del volume significativo si parla di resistenze non compensate da misure dirette: in tal caso i valori caratteristici del terreno si stimano effettuando una valutazione cautelativa dei valori medi misurati.

Strato n. 1

Descrizione | Limo sabbioso  
 Spessore [m] | 2.40

Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1		142.20	5687.77		19.96	20.74
2		147.10	5883.90		20.01	20.80
3		88.26	4501.26		19.17	19.95
4		112.78	4510.99		19.57	20.35
5		152.00	6080.03		20.06	20.85
6		205.94	8237.46		20.56	21.35
7		201.04	8041.33		20.52	21.31
8		191.23	7649.07		20.44	21.22
9		220.65	8825.85		20.67	21.46
10		215.75	8629.72		20.63	21.42
11		274.59	10983.27		21.03	21.82
12		156.91	6276.16		20.10	20.88

Risultati elaborazione

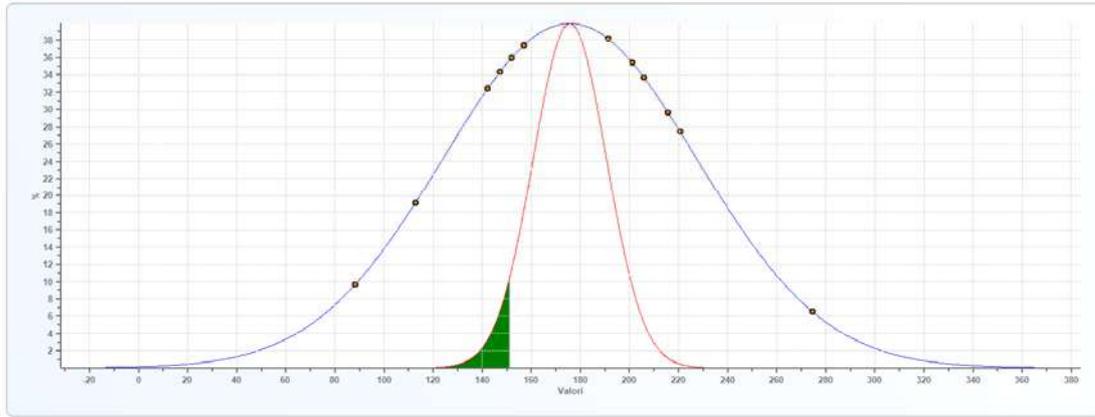
	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	--	Distribuzione standard	Distribuzione standard	--	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	--	5° percentile media	5° percentile media	--	5° percentile media	5° percentile media
<b>Valore caratteristico</b>	--	<b>151.04</b>	<b>6186.23</b>	--	<b>19.98</b>	<b>20.76</b>
Minimo	--	88.26	4501.26	--	19.17	19.95
Massimo	--	274.59	10983.27	--	21.03	21.82
Valore medio	--	175.70	7108.90	--	20.23	21.01
Varianza	--	2696.41	3775233.33	--	0.27	0.27
Dev. St.	--	14.99	560.89	--	0.15	0.15
Dev. St. Med.	--	14.99	560.89	--	0.15	0.15
Percentile	--	(5°) 90.28	(5°) 3912.67	--	(5°) 19.37	(5°) 20.16
percentile media	--	(5°) 151.04	(5°) 6186.23	--	(5°) 19.98	(5°) 20.76
C.O.V.	--	0.30	0.27	--	0.03	0.02



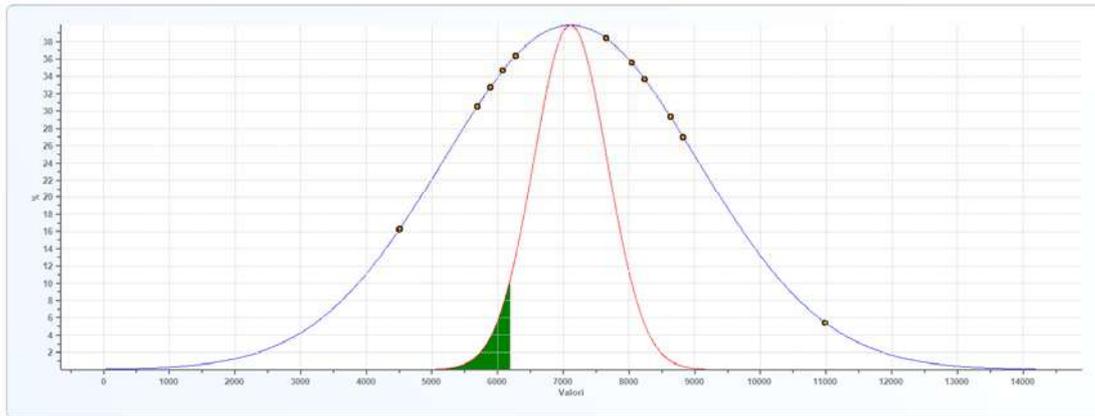
**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

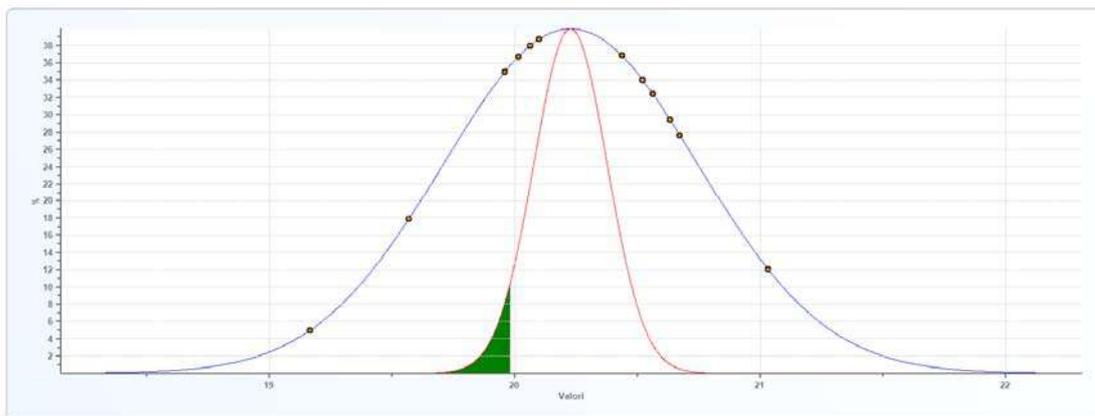
Cu - Coesione non drenata



Eed - Modulo di compressibilità edometrica



Dry unit weight - Peso di volume naturale

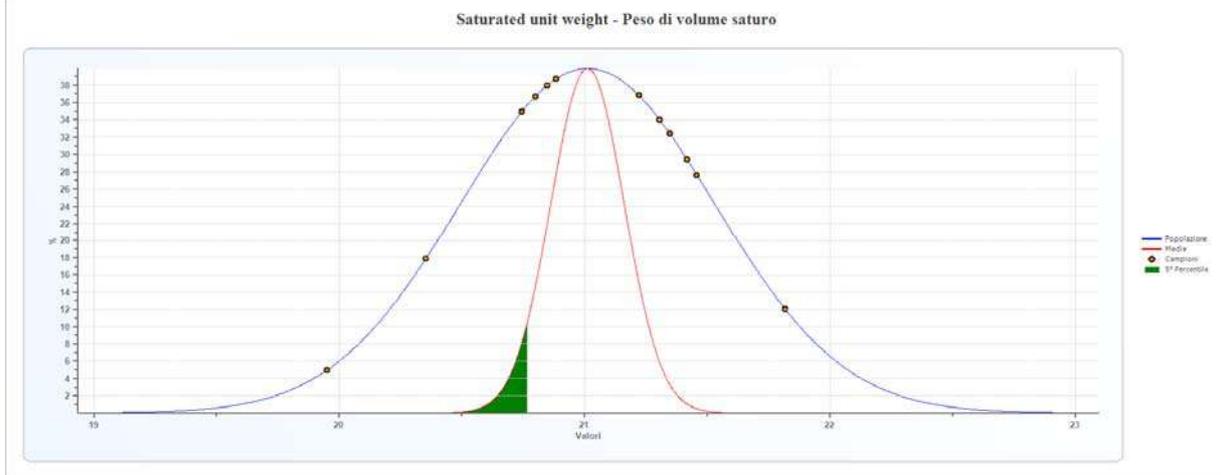


**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO



Strato n. 2

Descrizione | Limo debolmente argilloso  
Spessore [m] | 2.60

Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1		127.49	5099.38		19.75	20.53
2		98.07	4116.65		19.30	20.09
3		78.45	4708.93		18.92	19.70
4		73.55	4746.40		18.80	19.59
5		83.36	4627.21		19.02	19.80
6		93.16	4331.08		19.20	19.99
7		68.65	4739.64		18.67	19.46
8		29.42	3092.98		17.14	17.92
9		19.61	2238.94		16.32	17.11
10		24.52	2688.08		16.76	17.54
11		53.94	4453.92		18.23	19.01
12		88.26	4501.26		19.09	19.87
13		58.84	4593.40		18.37	19.15

Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	--	Distribuzione standard	Distribuzione standard	--	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	--	5° percentile media	5° percentile media	--	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	--	54.69	3743.17	--	17.95	18.73
Minimo	--	19.61	2238.94	--	16.32	17.11
Massimo	--	127.49	5099.38	--	19.75	20.53
Valore medio	--	69.02	4149.07	--	18.43	19.21
Varianza	--	987.60	791478.91	--	1.10	1.10
Dev. St.	--	8.72	246.74	--	0.29	0.29
Dev. St. Med.	--	8.72	246.74	--	0.29	0.29
Percentile	--	(5°) 17.33	(5°) 2685.59	--	(5°) 16.70	(5°) 17.48
percentile media	--	(5°) 54.69	(5°) 3743.17	--	(5°) 17.95	(5°) 18.73
C.O.V.	--	0.46	0.21	--	0.06	0.05

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007

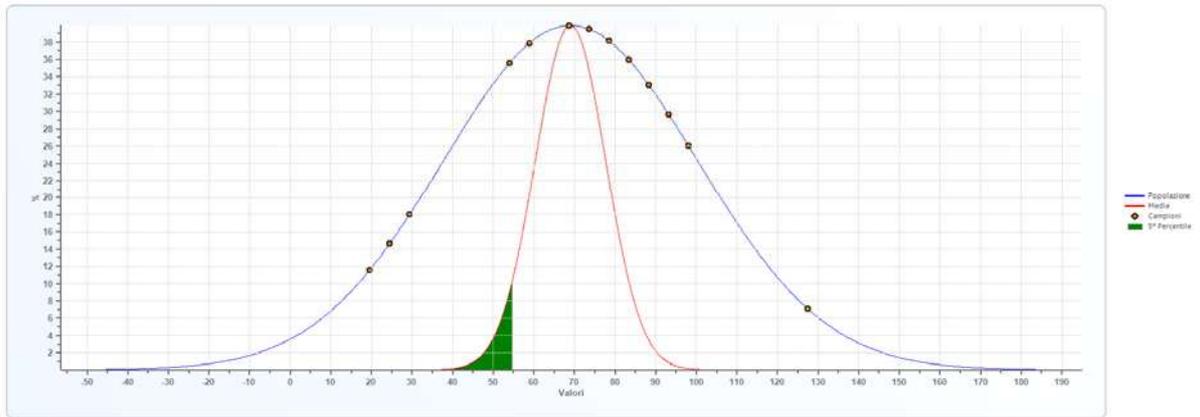
Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



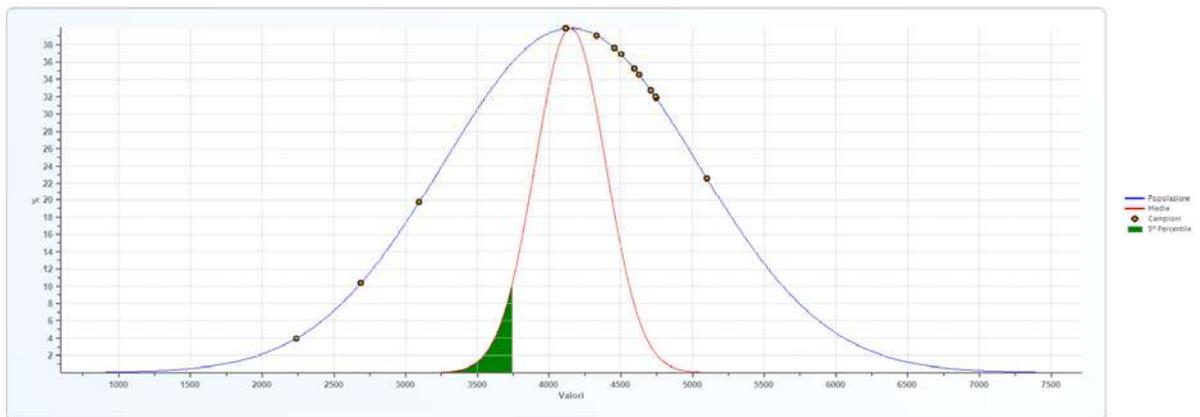
**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

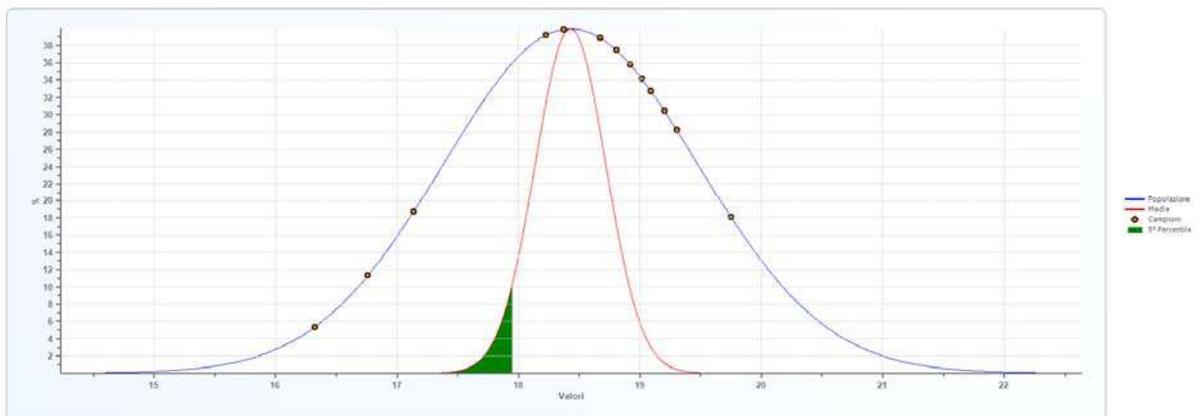
Cu - Coesione non drenata



Eed - Modulo di compressibilità edometrica



Dry unit weight - Peso di volume naturale

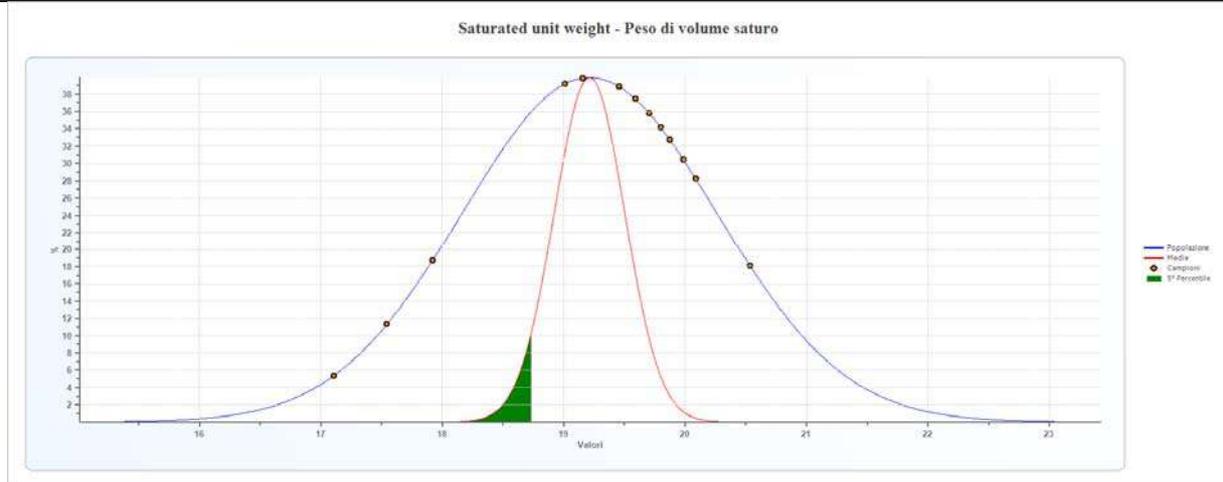


**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO



Strato n. 3

Descrizione | Sabbia e limo  
Spessore [m] | 3.00

Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	26.96		65536.86	16279.04	18.63	21.57
2	27.00		68742.66	17063.57	18.63	21.57
3	27.63		81656.05	20201.70	17.65	20.59
4	20.32		16899.80	4511.06	17.65	20.59
5	26.60		70264.65	17455.84	18.63	21.57
6	25.23		54053.27	13533.18	18.63	21.57
7	21.98		27322.31	7060.79	17.65	20.59
8	28.04		105766.70	26085.69	18.63	21.57
9	26.63		80653.81	20005.57	17.65	20.59
10	20.34		20752.83	5491.72	17.65	20.59
11	16.17		7777.65	2353.60	17.65	20.59
12	25.63		70852.06	17651.97	18.63	21.57
13	26.59		89428.80	22163.03	18.63	21.57
14	26.37		87778.34	21770.76	18.63	21.57
15	25.85		80464.55	20005.57		

Risultati elaborazione

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard	--	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° percentile media	--	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
<b>Valore caratteristico</b>	<b>23.30</b>	<b>--</b>	<b>49144.97</b>	<b>12356.79</b>	<b>17.99</b>	<b>20.93</b>
Minimo	16.17	--	7777.65	2353.60	17.65	20.59
Massimo	28.04	--	105766.70	26085.69	18.63	21.57
Valore medio	24.76	--	61863.36	15442.21	18.21	21.15
Varianza	11.76	--	896651373.56	52769884.29	0.25	0.25
Dev. St.	0.89	--	7731.54	1875.63	0.13	0.13
Dev. St. Med.	0.89	--	7731.54	1875.63	0.13	0.13
Percentile	(5°) 19.12	--	(5°) 12605.25	(5°) 3492.45	(5°) 17.38	(5°) 20.33
percentile media	(5°) 23.30	--	(5°) 49144.97	(5°) 12356.79	(5°) 17.99	(5°) 20.93
C.O.V.	0.14	--	0.48	0.47	0.03	0.02

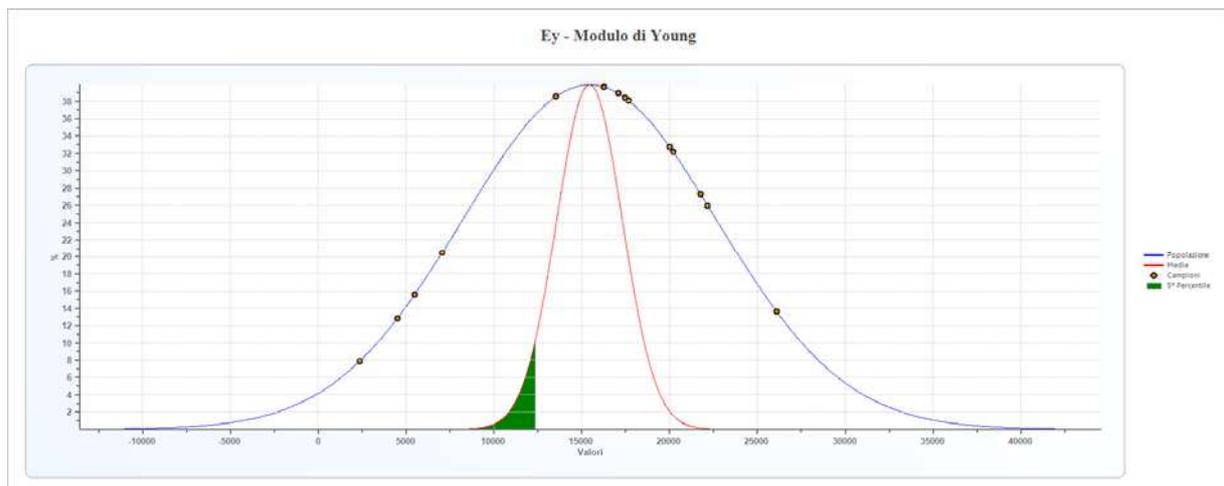
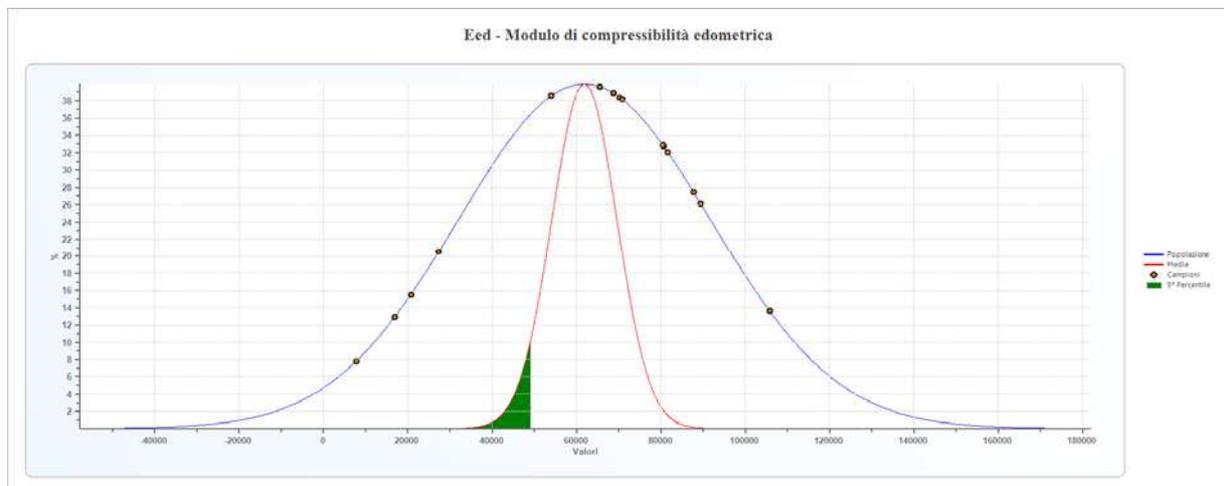
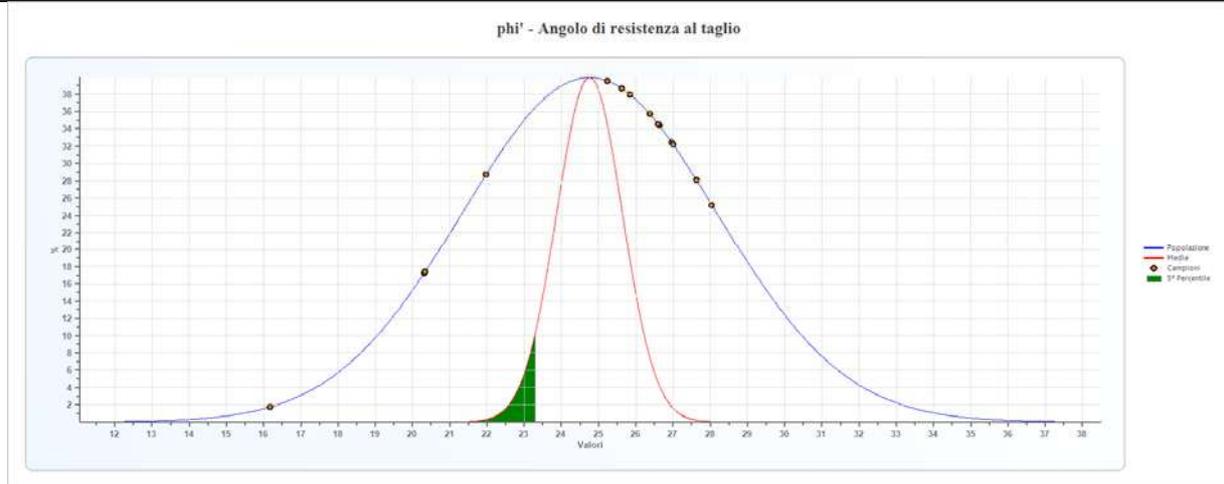
DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

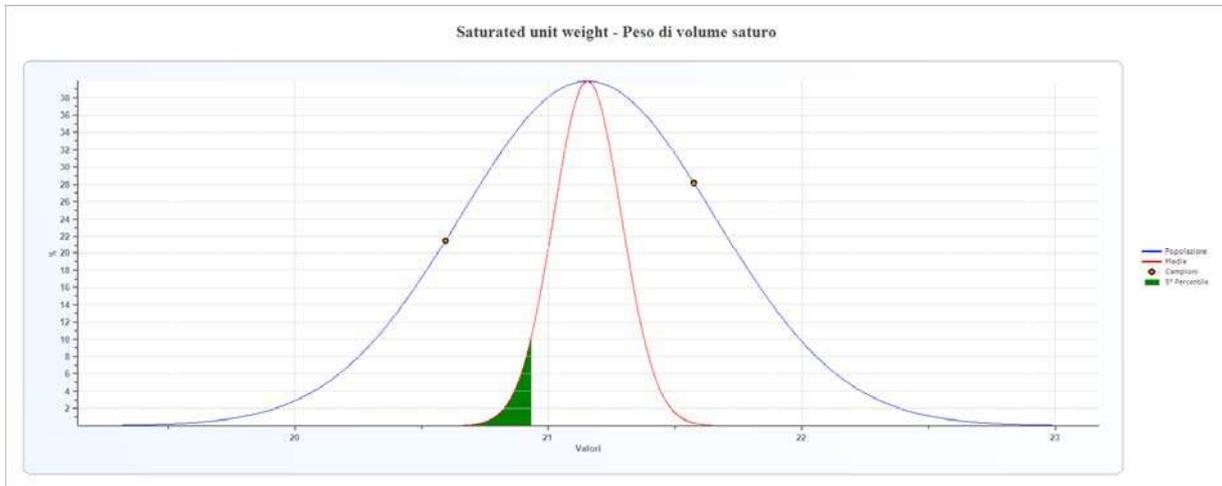
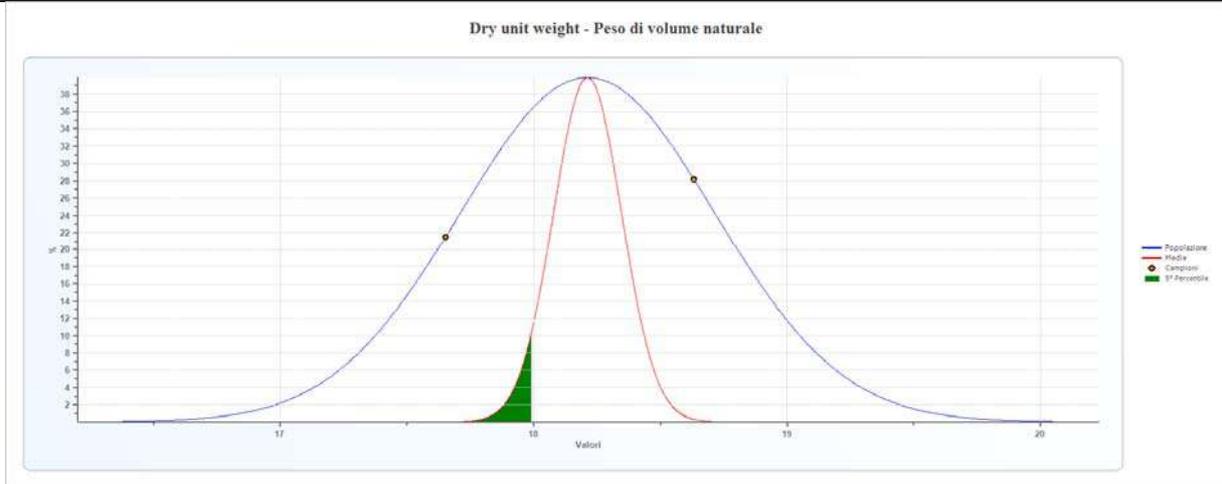


**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*



**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

34

### METODOLOGIA HVSR (RAPPORTI SPETTRALI)

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Nakamura, 1989) è completamente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimento di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale.



*Sismografo triassiale in dotazione con sensori ortogonali da 4,5 Hz e convertitore A/D 24 bit*

#### Dati generali

Nome progetto: Indagine HVSR  
 Committente: Sig. Furegon Paolo  
 Cantiere: Ampliamento allevamento avicolo  
 Località: Via Monticello, Barbarano Mossano (VI)  
 Operatore: Dott. Emanuele Peloso  
 Responsabile: Dott. Matteo Scalzotto  
 Data: 11/09/2020

#### Tracce in Input

##### Dati riepilogativi:

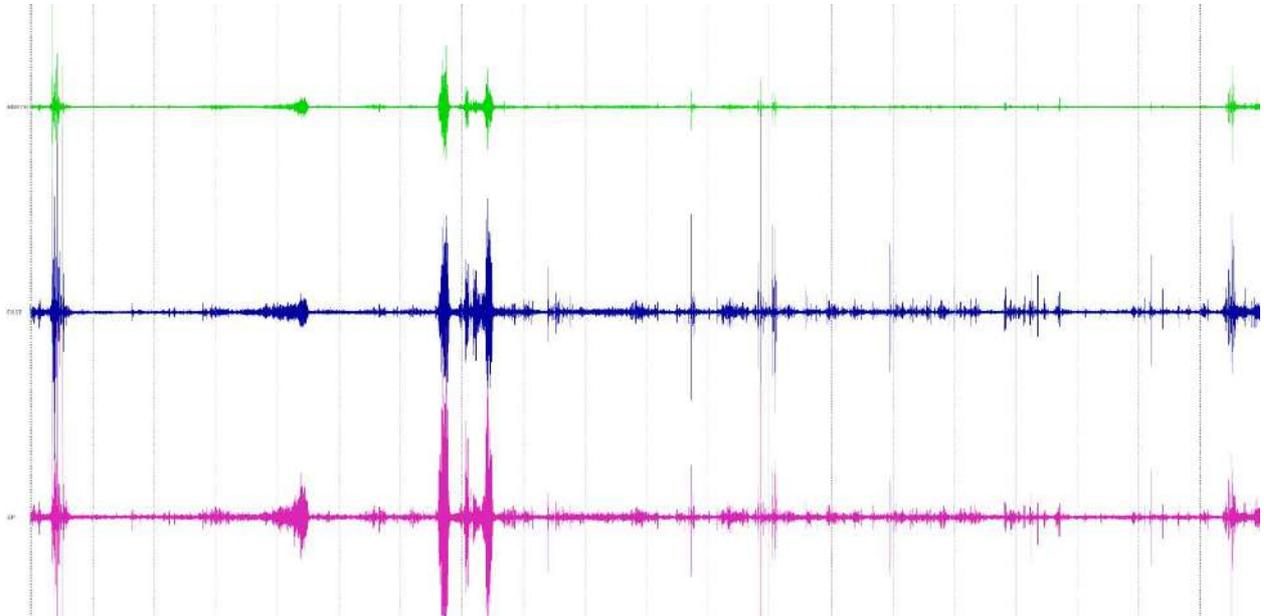
Numero tracce: 3  
 Durata registrazione: 1200 s  
 Frequenza di campionamento: 256,00 Hz  
 Numero campioni: 360000  
 Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.



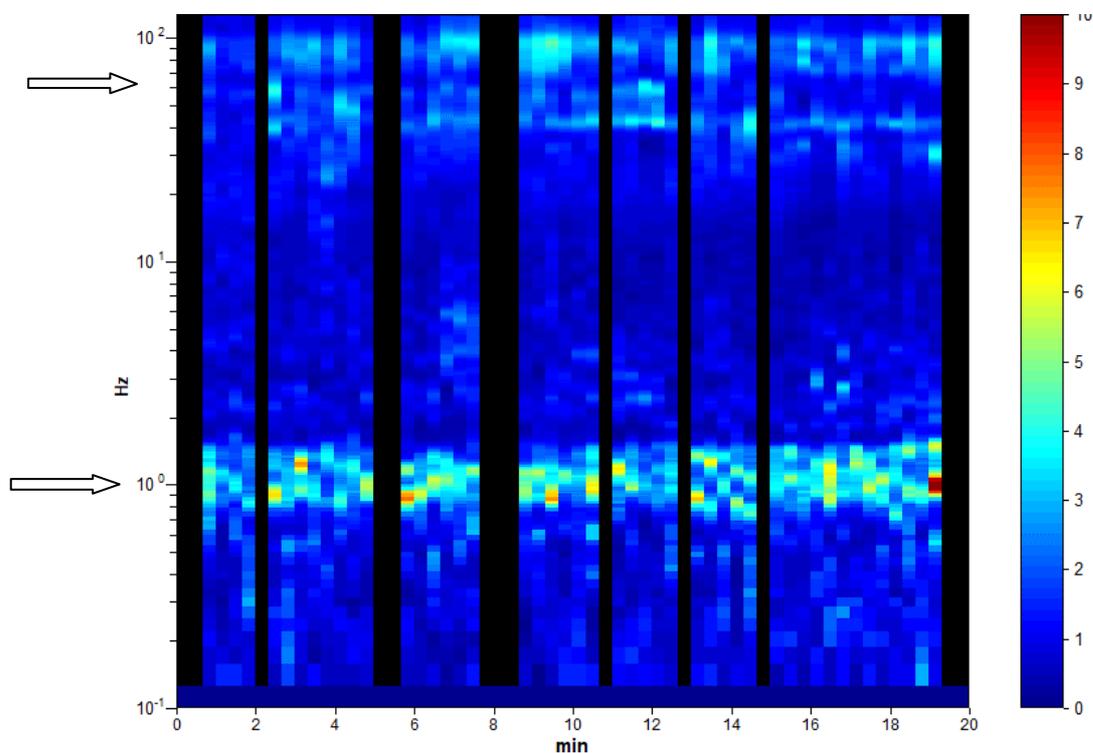
**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

Grafici tracce della terna di sensori ortogonali:



*L'acquisizione temporale evidenzia una rumorosità di fondo bassa interrotta da distinti eventi occasionali (traffico veicolare)*



*Stabilità del segnale nel tempo (serie temporale H/V); si nota una persistenza del picco a 0,9 Hz e 60 Hz circa. Le finestre temporali oscurate riguardano porzioni di traccia eliminate dall'analisi in quanto contenenti disturbo*

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007

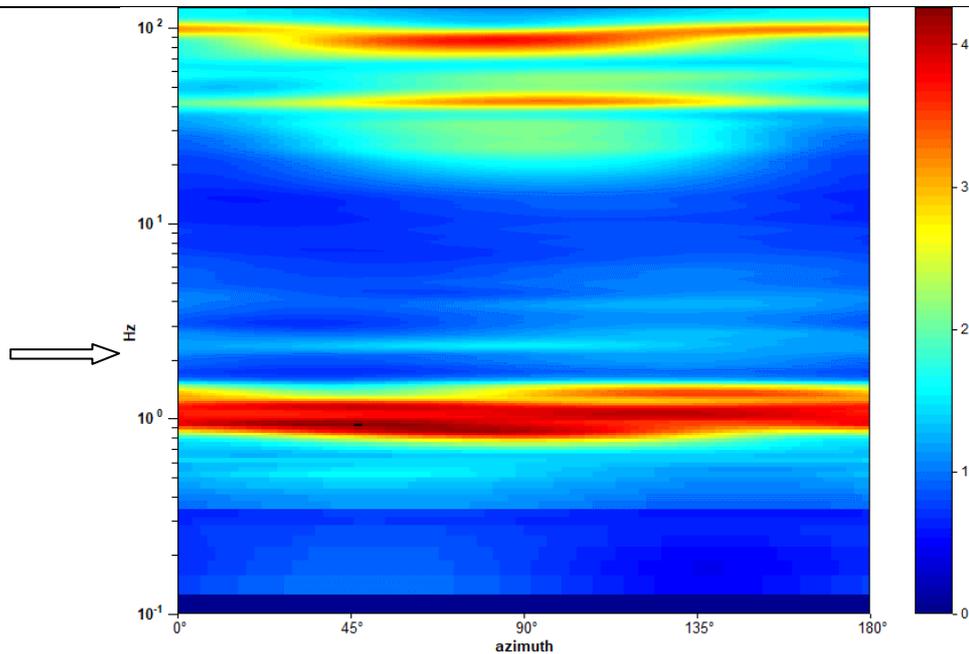
Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



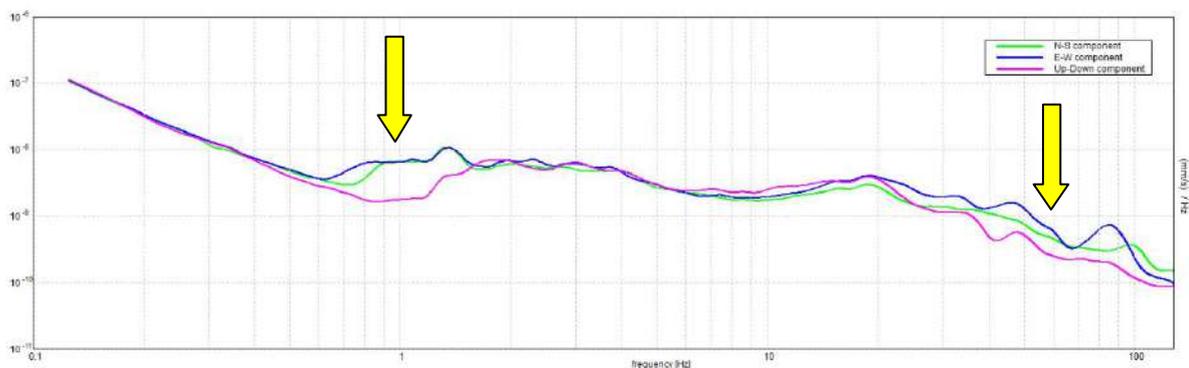
**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*





*Direzionalità del segnale (si nota che in particolare i picchi a 0,9 Hz e 60 Hz circa risultano da sorgente non polarizzata quindi di probabile natura litologica)*



*HVSR: Spettri dei singoli sensori; in rosso sensore verticale, in blu e verde sensori orizzontali; le differenze tra le ampiezze di spettro tra i sensori orizzontali e quello verticale determinano i massimi della funzione H/V; laddove tutte le componenti subiscono un aumento dell'ampiezza spettrale si è in presenza di transienti, mentre il picco litologico è riconoscibile laddove le componenti orizzontali aumentano mentre quella verticale contestualmente diminuisce (freccia gialla)*

Tale tecnica costituisce una parte importante nella valutazione del rischio sismico di un determinato sito perché permette di calcolarne la frequenza fondamentale o frequenza di risonanza.

La frequenza caratteristica di risonanza di un sito rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici / strutture in termini di risposta sismica locale. Si dovranno quindi adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la medesima frequenza di vibrazione del terreno per evitare effetti di "doppia risonanza", estremamente pericolosi.



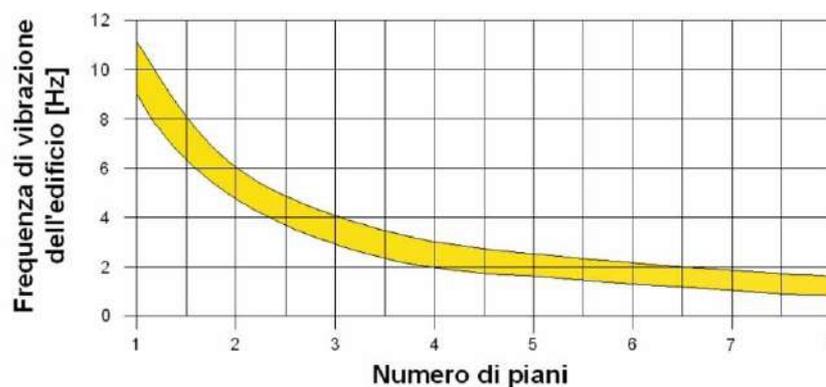
**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

La frequenza fondamentale di risonanza di una struttura può essere misurata eseguendo le misurazioni all'interno della stessa. In seguito sarà possibile confrontarla con quella del terreno su cui sorge per comprendere al meglio il rischio sismico a cui è sottoposto l'edificio in caso di sisma. Infatti la pericolosità è dovuta per l'effetto della doppia risonanza terreno – struttura (esistente o di progetto) laddove risultino coerenti i valori della frequenza di sito e quelli della struttura in analisi, per la quale il periodo fondamentale, se non direttamente misurato, può essere preliminarmente stimato dalla relazione:

$$T_{ed} \approx Ch^{3/4} \approx n/10$$

dove:  $T_{ed}$  è il periodo dell'edificio,  $h$  è la sua altezza ed  $n$  è il numero di piani; mentre il parametro  $C = 0,050$  (edifici in muratura),  $C = 0.075$  (edifici in muratura e calcestruzzo),  $C = 0.085$  (edifici a telaio in calcestruzzo).



Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di  $10^{-4}$  -  $10^{-2}$  mm (Okada, 2003). In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche chiamato microtremore se contiene alte frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze. Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremori sono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh. Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima sia degli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia degli effetti sulle costruzioni nel rispetto della normativa che ne stabilisce la soglia massima (UNI9916).

In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi:

- Spettri di Fourier
- Rapporti spettrali
- Rapporti spettrali H/V

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

Tra questi quello che sembra fornire i risultati migliori è quello dei Rapporti spettrali H/V noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura.

La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V. Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su sedimenti. Il metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, tra i quali Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979), che indagarono sul significato fisico del rapporto H/V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh. Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni. Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. Le argomentazioni usate da Nakamura sono estremamente qualitative e si basano sull'ipotesi che i microtremori siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio. Tale tecnica, ampiamente utilizzata da anni nel settore sismologico, di recente viene sempre più impiegata in campo geotecnico / ingegneristico per derivare i seguenti parametri:

- la frequenza fondamentale di risonanza  $F_0$  dei terreni presenti nel sottosuolo;
- la stima del profilo del terreno in termini delle velocità  $V_s$  e  $V_p$  e della densità e quindi delle velocità  $V_s$  nei primi 30 m (ed oltre) dal piano campagna, attraverso opportuni metodi di inversione;
- la frequenza fondamentale di risonanza di una struttura e i relativi modi di vibrare.

#### ELABORAZIONE HVSR

##### Rapporto spettrale H/V

Strumento: TRZ-0023/01-09

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 11/09/20 14:20:37 Fine registrazione: 11/09/20 14:40:38

Nomi canali: NORTH-SOUTH; EAST-WEST; UP-DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h 20' 00" Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 256 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

*Risultati:*

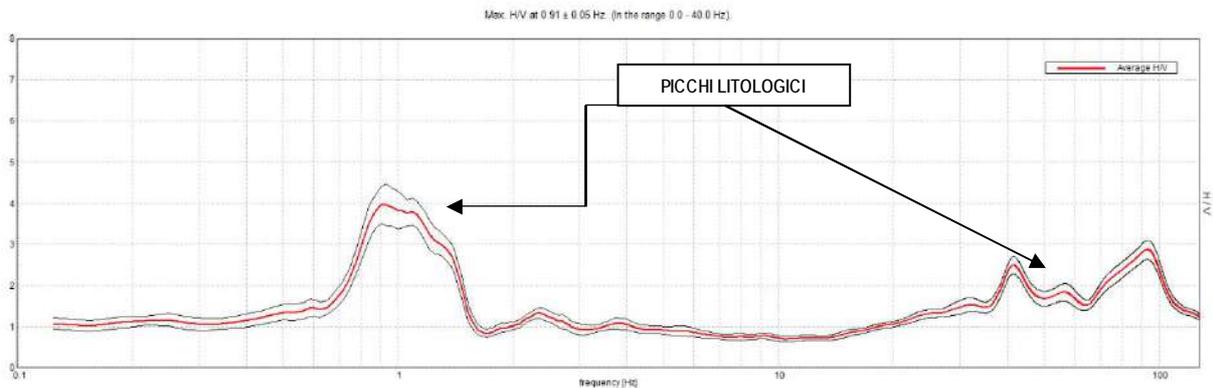


**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

HVSR: Frequenza del picco del rapporto H/V: 0,91 Hz

Grafici rapporto spettrale H/V



Picco H/V a  $0.91 \pm 0.05$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 40.0 Hz).

**Criteri per una curva H/V affidabile**  
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	0.91 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	851.9 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 44	OK	

**Criteri per un picco H/V chiaro**  
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.719 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.5 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.97 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.06015  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.05451 < 0.13594	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4489 < 2.0	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
$\sigma_f$	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  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

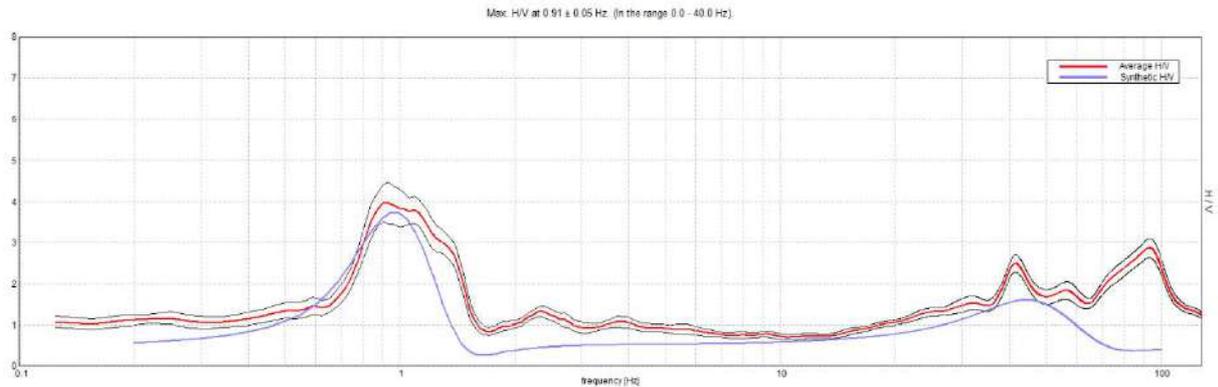
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007

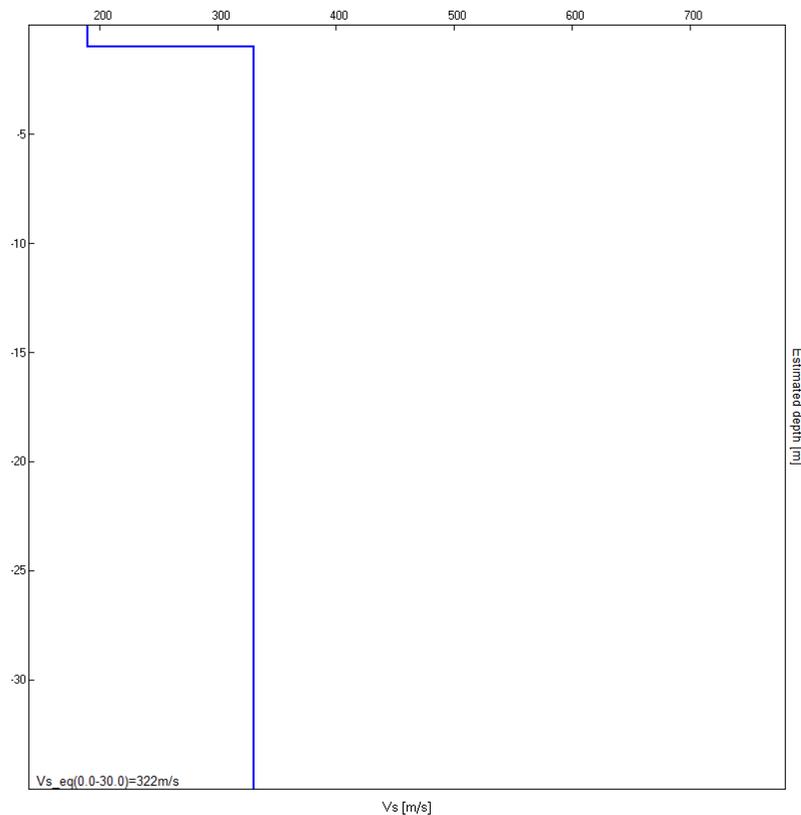


**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*



*Fitting della curva H/V sperimentale (corrispondenza tra la curva sperimentale in rosso e la curva sintetica in blu)*



*HVSR: Profilo di Vs mediante inversione (curva migliore corrispondente ai valori di confidenza più bassi)*

**Modello sismo stratigrafico:**

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.00	1.00	190	0.42
86.00	85.00	330	0.42
inf.	inf.	730	0.45

$Vs_{eq}(0.0-30.0) = 322 \text{ m/s}$

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

### Analisi dei risultati

La modellazione in onde di taglio indica la presenza di una successione di sismo-strati con velocità di taglio crescenti in profondità; non sono presenti inversioni di velocità (tratti della curva in cui il rapporto  $H/V < 1$ ); in particolare si riscontra un sismo-strato superficiale con  $V_s$  di circa 190 m/s e spessore di circa 1 m corrispondente a depositi coesivi limosi consistenti; in successione si registra una velocità media delle onde di taglio pari a 330 m/s fino a circa 90 m di profondità correlabili ad alternanze di depositi granulari sabbie e coesivi (limi e argille). Più in profondità le  $V_s$  si attestano a 730 m/s (bedrock sismico) per la probabile presenza del substrato calcareo o di depositi grossolani (ghiaie e sabbie).

Per quanto riguarda l'analisi della curva H/V si evince quanto segue:

La curva H/V presenta due picchi (apprezzabile ampiezza rapporto H/V) alle frequenze di 0,91 Hz e 60 Hz circa; entrambi i picchi, dall'analisi degli spettri delle singole componenti e dalla componente direzionale, sono da attribuirsi a contrasti di impedenza sismica tra sismo strati (quindi non di natura antropica). Il picco a 60 Hz, di minor ampiezza, è riconducibile ad un cambio litologico piuttosto superficiale stimato a circa 1 m (primo orizzonte maggiormente granulare) mentre il secondo, con  $H/V > 4$ , è correlabile ad un contrasto d'impedenza molto profondo, oltre gli 80 m dal p.c.

La frequenza fondamentale di sito è determinabile nel picco  $f_0 = 0,91$  Hz che corrisponde ad un periodo  $T = 1,099$  s in quanto risultano sufficientemente soddisfatti i criteri del protocollo SESAME per un picco chiaro ed isolato.

### STIMA $V_{s(eq)}$

Dai profili sismo stratigrafici è possibile calcolare il parametro  $V_s$  (eq), ai sensi del D.M. 17/01/2018, attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

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

dove  $h_1$  e  $V_{s,i}$  indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori e H la profondità del substrato definito come la formazione costituito da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da  $V_s > 800$  m/s (se tale substrato è a profondità maggiori di 30 m allora  $H = 30$ ). La proposta della nuova normativa conclude che il sito verrà classificato sulla base del valore di  $V_s$  (eq) eliminando di fatto le categorie S1 e S2 per le quali si dovrà ricorrere ad una analisi sismica di livello 3 (Risposta Sismica Locale). Viene eliminata inoltre la possibilità di ricavare la categoria del sottosuolo mediante  $N_{spt3}$  e  $Cu30$ ; sostanzialmente viene enfatizzata l'importanza del parametro  $V_s$  che com'è noto è il parametro geofisico che meglio rappresenta la variabilità geotecnica dei materiali geologici presenti nel sottosuolo.

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano campagna (p.c.) risulta:

Valore  $V_{S,eq}$  dal p.c.: 322 m/s  $\pm$  20%

Valore  $V_{S,eq}$  a -1 m dal p.c.: 330 m/s  $\pm$  20%

Il valore numerico del parametro di cui sopra, la conoscenza geologica del sito, e il margine di errore sistematico permettono di stimare la seguente categoria sismica del suolo di fondazione:

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti 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	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, 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	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

#### Tipologia della struttura e verifica delle fondazioni

Il terreno dal punto di vista meccanico si presenta abbastanza omogeneo lateralmente, e di consistenza complessivamente buona in superficie ed a partire dai 5-6 m di profondità mentre nelle porzioni comprese tra 3 e 6 metri sono presenti terreni compressibili.

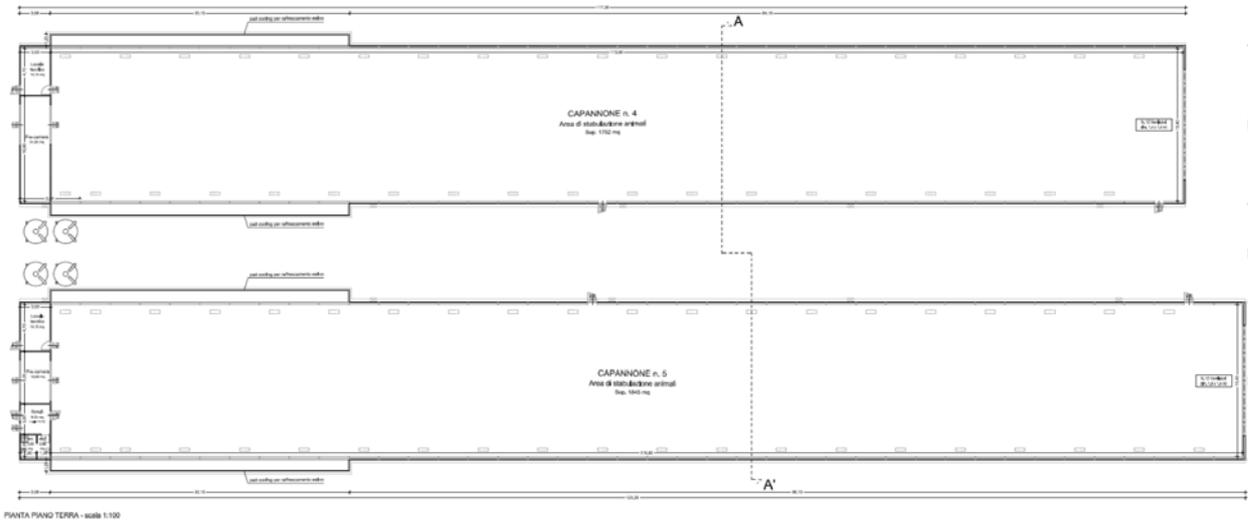
Il progetto prevede l'ampliamento dell'allevamento esistente tramite la realizzazione di n. 2 nuovi capannoni allineati in direzione est-ovest a pianta rettangolare rispettivamente di dimensioni: 117 x 16 m (capannone n° 4) e 123 x 16 m (capannone n° 5). Contestualmente verrà realizzato anche un nuovo ricovero attrezzi di pianta 12 x 14 metri.

In virtù della tipologia delle strutture e delle caratteristiche meccaniche dei terreni rilevati, nel presente report saranno verificate le resistenze di progetto del terreno di una fondazione di tipo plinto poggiate a - 0,80 m dal p.c per quanto riguarda i nuovi capannoni mentre per quanto concerne le strutture fondali del ricovero attrezzi verranno espresse alcune considerazioni a valle delle verifiche eseguite per i capannoni.



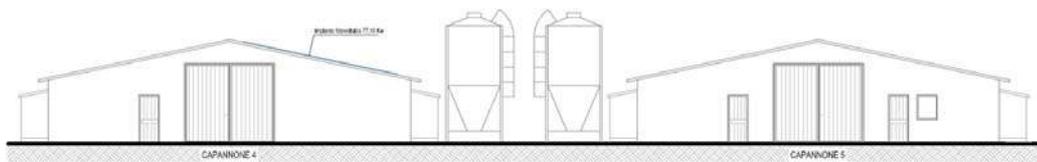
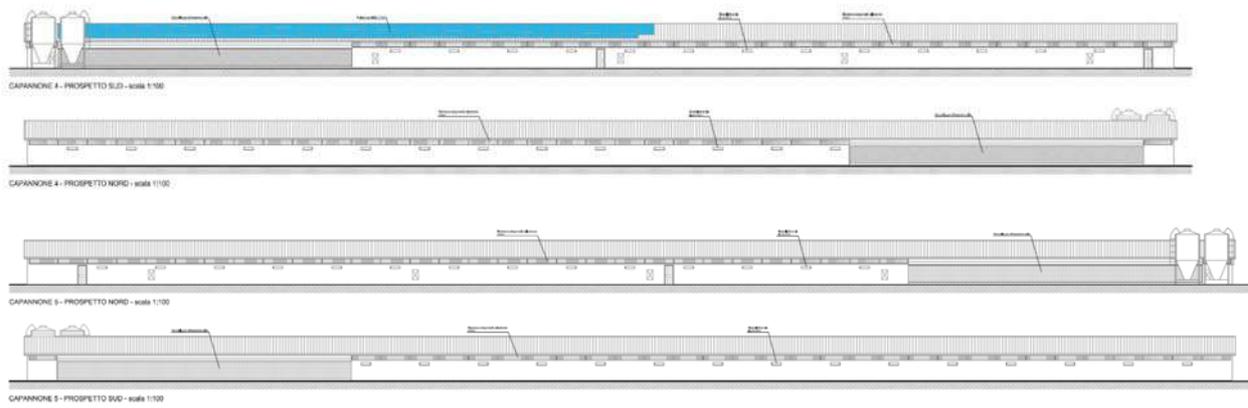
**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*



PANTA PIANO TERRA - scala 1:100

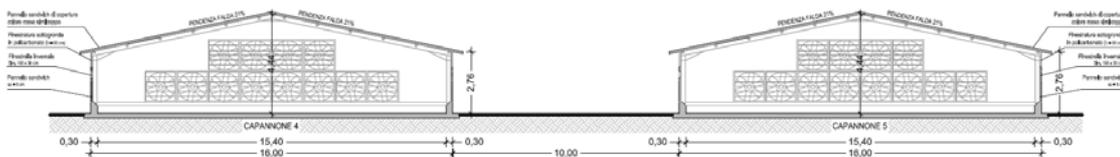
*Planimetria di progetto*



CAPANNONE 4 e 5 - PROSPETTO OVEST - scala 1:100



CAPANNONE 4 e 5 - PROSPETTO EST - scala 1:100



CAPANNONE 4 e 5 - SEZIONE AA' - scala 1:100

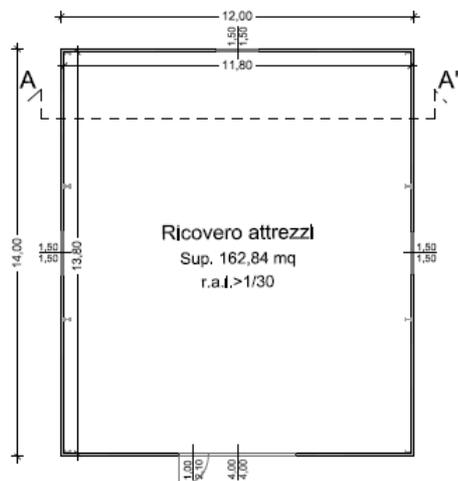
*Prospetti e sezioni di progetto capannoni*

**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

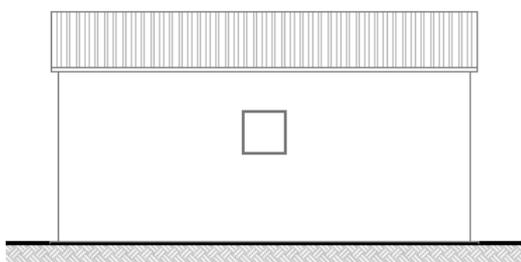
*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*



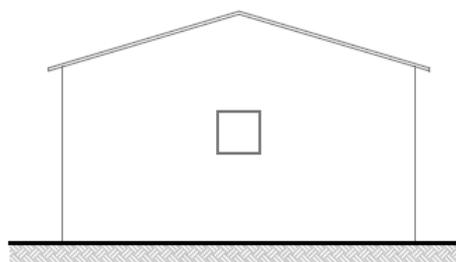
PIANTA PIANO TERRA - scala 1:100



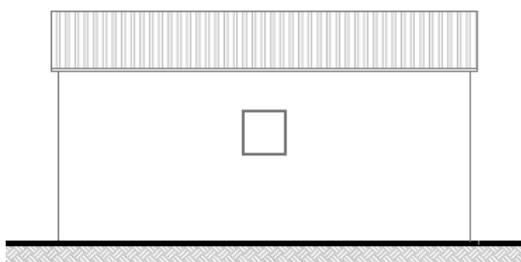
PIANTA COPERTURA - scala 1:100



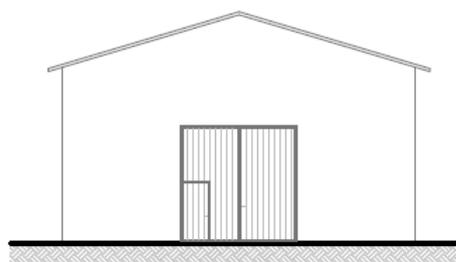
PROSPETTO OVEST - scala 1:100



PROSPETTO NORD - scala 1:100



PROSPETTO EST - scala 1:100



PROSPETTO SUD - scala 1:100

*Planimetria e prospetti di progetto ricovero attrezzi*

**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

## Capacità portante di fondazioni superficiali

Il carico limite di una fondazione superficiale può essere definito con riferimento a quel valore massimo del carico per il quale in nessun punto del sottosuolo si raggiunge la condizione di rottura (metodo di Frolich), oppure con riferimento a quel valore del carico, maggiore del precedente, per il quale il fenomeno di rottura si è esteso ad un ampio volume del suolo (metodo di Prandtl e successivi).

Prandtl ha studiato il problema della rottura di un semispazio elastico per effetto di un carico applicato sulla sua superficie con riferimento all'acciaio, caratterizzando la resistenza a rottura con una legge del tipo:

$$t = c + s \cdot \operatorname{tg} j \quad \text{valida anche per i terreni.}$$

Le ipotesi e le condizioni introdotte dal Prandtl sono le seguenti:

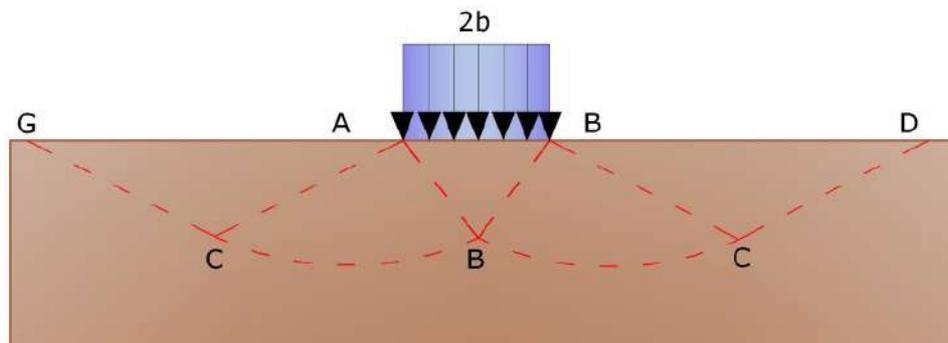
- Materiale privo di peso e quindi  $g=0$
- Comportamento rigido - plastico
- Resistenza a rottura del materiale esprimibile con la relazione  $t=c + s \operatorname{tg} j$
- Carico uniforme, verticale ed applicato su una striscia di lunghezza infinita e di larghezza  $2b$  (stato di deformazione piana)
- Tensioni tangenziali nulle al contatto fra la striscia di carico e la superficie limite del semispazio.

All'atto della rottura si verifica la plasticizzazione del materiale racchiuso fra la superficie limite del semispazio e la superficie  $GFBCD$ .

Nel triangolo  $AEB$  la rottura avviene secondo due famiglie di segmenti rettilinei ed inclinati di  $45^\circ + j/2$  rispetto all'orizzontale.

Nelle zone  $ABF$  e  $EBC$  la rottura si produce lungo due famiglie di linee, l'una costituita da segmenti rettilinei passanti rispettivamente per i punti  $A$  ed  $E$  e l'altra da archi di due famiglie di spirali logaritmiche.

I poli di queste sono i punti  $A$  ed  $E$ . Nei triangoli  $AFG$  e  $ECD$  la rottura avviene su segmenti inclinati di  $\pm(45^\circ + j/2)$  rispetto alla verticale.



Meccanismo di rottura di Prandtl

Individuato così il volume di terreno portato a rottura dal carico limite, questo può essere calcolato scrivendo la condizione di equilibrio fra le forze agenti su qualsiasi volume di terreno delimitato in basso da una qualunque delle superfici di scorrimento.

Si arriva quindi ad una equazione  $q = B \cdot c$ , dove il coefficiente  $B$  dipende soltanto dall'angolo di attrito  $j$  del terreno.

$$B = \cot g \varphi \left[ e^{\frac{\pi g \varphi}{\operatorname{tg}^2 (45^\circ + \varphi / 2)} - 1} \right]$$

Per  $j=0$  il coefficiente  $B$  risulta pari a 5.14, quindi  $q=5.14 \cdot c$ .

Nell'altro caso particolare di terreno privo di coesione ( $c=0, g=0$ ) risulta  $q=0$ , secondo la teoria di Prandtl, non sarebbe dunque possibile applicare nessun carico sulla superficie limite di un terreno incoerente.

Da questa teoria, anche se non applicabile praticamente, hanno preso le mosse tutte le ricerche ed i metodi di calcolo successivi.

Infatti *Caquot* si pose nelle stesse condizioni di Prandtl ad eccezione del fatto che la striscia di carico non è più applicata sulla superficie limite del semispazio, ma a una profondità  $h$ , con  $h \leq 2b$ ; il terreno compreso tra la superficie e la profondità  $h$  ha le seguenti caratteristiche:  $g=0, j=0, c=0$  e cioè sia un mezzo dotato di peso ma privo di resistenza.

Risolviendo le equazioni di equilibrio si arriva all'espressione:

$$q = A \cdot g + B \cdot c$$



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

che è sicuramente è un passo avanti rispetto a Prandtl, ma che ancora non rispecchia la realtà.

**Metodo di Terzaghi (1955)**

Terzaghi, proseguendo lo studio di Caquot, ha apportato alcune modifiche per tenere conto delle effettive caratteristiche dell'insieme opera di fondazione-terreno.

Sotto l'azione del carico trasmesso dalla fondazione il terreno che si trova a contatto con la fondazione stessa tende a sfuggire lateralmente, ma ne è impedito dalle resistenze tangenziali che si sviluppano fra la fondazione ed il terreno. Ciò comporta una modifica dello stato tensionale nel terreno posto direttamente al di sotto della fondazione; per tenere conto Terzaghi assegna ai lati AB ed EB del cuneo di Prandtl una inclinazione  $\gamma$  rispetto all'orizzontale, scegliendo il valore di  $\gamma$  in funzione delle caratteristiche meccaniche del terreno al contatto terreno-opera di fondazione. L'ipotesi  $g_2 = 0$  per il terreno sotto la fondazione viene così superata ammettendo che le superfici di rottura restino inalterate, l'espressione del carico limite è quindi:

$$q = A \cdot \gamma \cdot h + B \cdot c + C \cdot g \cdot b$$

in cui C è un coefficiente che risulta funzione dell'angolo di attrito  $\phi$  del terreno posto al di sotto del piano di posa e dell'angolo  $\gamma$  prima definito; b è la semilarghezza della striscia.

Inoltre, basandosi su dati sperimentali, Terzaghi passa dal problema piano al problema spaziale introducendo dei fattori di forma.

Un ulteriore contributo è stato apportato da Terzaghi sull'effettivo comportamento del terreno.

Nel metodo di Prandtl si ipotizza un comportamento del terreno rigido-plastico, Terzaghi invece ammette questo comportamento nei terreni molto compatti.

In essi, infatti, la curva carichi-cedimenti presenta un primo tratto rettilineo, seguito da un breve tratto curvilineo (comportamento elasto-plastico); la rottura è istantanea ed il valore del carico limite risulta chiaramente individuato (rottura generale).

In un terreno molto sciolto invece la relazione carichi-cedimenti presenta un tratto curvilineo accentuato fin dai carichi più bassi per effetto di una rottura progressiva del terreno (rottura locale); di conseguenza l'individuazione del carico limite non è così chiara ed evidente come nel caso dei terreni compatti.

Per i terreni molto sciolti, Terzaghi consiglia di prendere in considerazione il carico limite il valore che si calcola con la formula precedente introducendo però dei valori ridotti delle caratteristiche meccaniche del terreno e precisamente:

$$tg_{rid} = 2/3 \cdot tg \text{ e } c_{rid} = 2/3 \cdot c$$

Esplicitando i coefficienti della formula precedente, la formula di Terzaghi può essere scritta:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c + g \cdot D \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_g \cdot s_g$$

dove:

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cos^2 (45 + \varphi / 2)}$$

$$a = e^{(0.75\pi - \varphi / 2) \tan \varphi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = \frac{\tan \varphi}{2} \left( \frac{K p \gamma}{\cos^2 \varphi} - 1 \right)$$

**Formula di Meyerhof (1963)**

Meyerhof propose una formula per il calcolo del carico limite simile a quella di Terzaghi; le differenze consistono nell'introduzione di ulteriori coefficienti di forma.

Egli introdusse un coefficiente  $s_q$  che moltiplica il fattore  $N_q$ , fattori di profondità  $d_i$  e di pendenza  $i_j$  per il caso in cui il carico trasmesso alla fondazione è inclinato sulla verticale.

I valori dei coefficienti N furono ottenuti da Meyerhof ipotizzando vari archi di prova BF (v. meccanismo Prandtl), mentre il taglio lungo i piani AF aveva dei valori approssimati.

I fattori di forma tratti da Meyerhof sono di seguito riportati, insieme all'espressione della formula.



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

Carico verticale  
Carico inclinato

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + g \cdot D \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \cdot g \cdot B \cdot N_g \cdot s_g \cdot d_g$$

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c + g \cdot D \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot g \cdot B \cdot N_g \cdot i_g \cdot d_g$$

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi} \tan^2(45 + \varphi / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_g = (N_q - 1) \tan(1.4 \varphi)$$

fattore di forma:

$$s_c = 1 + 0.2 k_p \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi > 10$$

$$s_q = s_g = 1 + 0.1 k_p \frac{B}{L} \quad \text{per } \varphi = 0$$

fattore di profondità:

$$d_c = 1 + 0.2 \sqrt{k_p} \frac{D}{B}$$

$$d_q = d_g = 1 + 0.1 \sqrt{k_p} \frac{D}{B} \quad \text{per } \varphi > 10$$

$$d_q = d_g = 1 \quad \text{per } \varphi = 0$$

inclinazione:

$$i_c = i_g = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$i_g = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2 \quad \text{per } \varphi > 0$$

$$i_g = 0 \quad \text{per } \varphi = 0$$

dove :

$$k_p = \tan^2(45 + \varphi / 2)$$

$\theta$  = inclinazione della risultante sulla verticale.

**Formula di Hansen (1970)**

E' una ulteriore estensione della formula di Meyerhof, le estensioni consistono nell'introduzione di  $b_i$  che tiene conto della eventuale inclinazione sull'orizzontale del piano di posa e un fattore  $g_i$  per terreno in pendenza.

La formula di Hansen vale per qualsiasi rapporto  $D/B$ , quindi sia per fondazioni superficiali che profonde, ma lo stesso autore introdusse dei coefficienti per meglio interpretare il comportamento reale della fondazione, senza di essi, infatti, si avrebbe un aumento troppo forte del carico limite con la profondità.

Per valori di  $D/B < 1$

$$d_c = 1 + 0.4 \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \frac{D}{B}$$



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

Per valori  $D/B > 1$ :

$$d_c = 1 + 0.4 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)^2 \tan^{-1} \frac{D}{B}$$

Nel caso  $j = 0$

$D/B$	0	1	1.1	2	5	10	20	100
$d'_c$	0	0.40	0.33	0.44	0.55	0.59	0.61	0.62

Nei fattori seguenti le espressioni con apici (') valgono quando  $j=0$ .  
 Fattore di forma:

$$s'_c = 0.2 \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \frac{B}{L}$$

$$s_c = 1 \quad \text{per fondazioni nastroforni}$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \varphi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Fattore di profondità:

$$d'_c = 0.4k$$

$$d_c = 1 + 0.4k$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi)k$$

$$d_\gamma = 1 \quad \text{per qualsiasi } \varphi$$

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} > 1$$

Fattori di inclinazione del carico



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

$$i'_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left( 1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta = 0)$$

$$i_\gamma = \left( 1 - \frac{(0.7 - \eta/450)H}{V + A_f c_a \cot \varphi} \right)^5 \quad (\eta > 0)$$

Fattori di inclinazione del terreno (fondazione su pendio):

$$g'_c = \frac{\beta}{147}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^5$$

Fattori di inclinazione del piano di fondazione (base inclinata)

$$b'_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ}$$

$$b_q = \exp(-2\eta \tan \varphi)$$

$$b_\gamma = \exp(-2.7\eta \tan \varphi)$$

Formula di Vesic (1975)

La formula di Vesic è analoga alla formula di Hansen, con  $N_q$  ed  $N_c$  come per la formula di Meyerhof ed  $N_\gamma$  come sotto riportato:

$$N_g = 2(N_q + 1) \tan(j)$$

I fattori di forma e di profondità che compaiono nelle formule del calcolo della capacità portante sono uguali a quelli proposti da Hansen; alcune differenze sono invece riportate nei fattori di inclinazione del carico, del terreno (fondazione su pendio) e del piano di fondazione (base inclinata).

Formula Brich-Hansen (EC 7 - EC 8)

Affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove  $V_d$  è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa; mentre  $R_d$  è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici. Nella valutazione analitica del carico limite di progetto  $R_d$  si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine.

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

$$R/A' = (2 + p) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' L'$  area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

$c_u$  Coesione non drenata.

$q$  pressione litostatica totale sul piano di posa.

$s_c$  Fattore di forma

$$s_c = 1 + 0,2 (B'/L') \quad \text{per fondazioni rettangolari}$$

$$s_c = 1,2 \quad \text{Per fondazioni quadrate o circolari.}$$

$i_c$  Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H.

$$i_c = 0,5 \left( 1 + \sqrt{1 - H / A' c_u} \right)$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 g' B' N_g s_g i_g$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45 + \phi' / 2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + (B'/L') \text{sen} \phi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + \text{sen} \phi' \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 (B'/L') \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a L'

$$i_q = i_g = 1 - H / (V + A' c' \cot \phi')$$

$$i_c = (i_q N_q - 1) / (N_q - 1)$$



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = [1 - 0,7H / (V + A \cdot c' \cdot \cot \phi')]^3$$

$$i_\gamma = [1 - H / (V + A \cdot c' \cdot \cot \phi')]^3$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

Metodo di Richards et. Al.

Richards, Helm e Budhu (1993) hanno sviluppato una procedura che consente, in condizioni sismiche, di valutare sia il carico limite sia i cedimenti indotti, e quindi di procedere alle verifiche di entrambi gli stati limite (ultimo e di danno). La valutazione del carico limite viene perseguita mediante una semplice estensione del problema del carico limite al caso della presenza di forze di inerzia nel terreno di fondazione dovute al sisma, mentre la stima dei cedimenti viene ottenuta mediante un approccio alla Newmark (cfr. Appendice H di "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" - Associazione Geotecnica Italiana). Gli autori hanno esteso la classica formula trinomia del carico limite:

$$q_L = N_q \cdot q + N_c \cdot c + 0.5 N_\gamma \cdot \gamma \cdot B$$

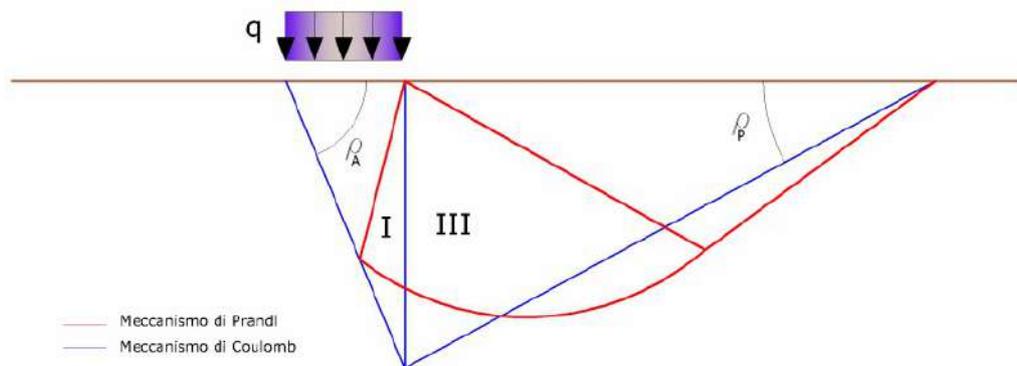
Dove i fattori di capacità portante vengono calcolati con le seguenti formule:

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\phi)$$

$$N_q = \frac{K_{pE}}{K_{AE}}$$

$$N_\gamma = \left( \frac{K_{pE}}{K_{AE}} - 1 \right) \cdot \tan(\rho_{AE})$$

Esaminando con un approccio da equilibrio limite, un meccanismo alla Coulomb e portando in conto le forze d'inerzia agenti sul volume di terreno a rottura. In campo statico, il classico meccanismo di Prandtl può essere infatti approssimato come mostrato nella figura che segue, eliminando la zona di transizione (ventaglio di Prandtl) ridotta alla sola linea AC, che viene riguardata come una parete ideale in equilibrio sotto l'azione della spinta attiva e della spinta passiva che riceve dai cunei I e III:



Schema di calcolo del carico limite (qL)



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

Gli autori hanno ricavato le espressioni degli angoli  $r_A$  e  $r_P$  che definiscono le zone di spinta attiva e passiva, e dei coefficienti di spinta attiva e passiva  $K_A$  e  $K_P$  in funzione dell'angolo di attrito interno  $f$  del terreno e dell'angolo di attrito  $d$  terreno – parete ideale:

$$\rho_A = \varphi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan(\varphi) \cdot (\tan(\varphi) \cdot \cot(\varphi)) \cdot (1 + \tan(\delta) \cdot \cot(\varphi))} - \tan(\varphi)}{1 + \tan(\delta) \cdot (\tan(\varphi) + \cot(\varphi))} \right\}$$

$$\rho_P = -\varphi + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{\tan(\varphi) \cdot (\tan(\varphi) \cdot \cot(\varphi)) \cdot (1 + \tan(\delta) \cdot \cot(\varphi))} + \tan(\varphi)}{1 + \tan(\delta) \cdot (\tan(\varphi) + \cot(\varphi))} \right\}$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\varphi)}{\cos(\delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi)}{\cos(\delta)}} \right\}^2}$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\varphi)}{\cos(\delta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi)}{\cos(\delta)}} \right\}^2}$$

E' comunque da osservare che l'impiego delle precedenti formule assumendo  $f=0,5d$ , conduce a valore dei coefficienti di carico limite molto prossimi a quelli basati su un'analisi alla Prandtl. Richards et. Al. hanno quindi esteso l'applicazione del meccanismo di Coulomb al caso sismico, portando in conto le forze d'inerzia agenti sul volume di terreno a rottura. Tali forze di massa, dovute ad accelerazioni  $k_h g$  e  $k_v g$ , agenti rispettivamente in direzione orizzontale e verticale, sono a loro volta pari a  $k_h g$  e  $k_v g$ . Sono state così ottenute le estensioni delle espressioni di  $r_A$  e  $r_P$ , nonché di  $K_A$  e  $K_P$ , rispettivamente indicate come  $r_{AE}$  e  $r_{PE}$  e come  $K_{AE}$  e  $K_{PE}$  per denotare le condizioni sismiche:

$$\rho_{AE} = (\varphi - \vartheta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2(\varphi - \vartheta)) \cdot [1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot \cot(\varphi - \vartheta)]} - \tan(\varphi - \vartheta)}{1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot (\tan(\varphi - \vartheta) + \cot(\varphi - \vartheta))} \right\}$$

$$\rho_{PE} = -(\varphi - \vartheta) + \tan^{-1} \cdot \left\{ \frac{\sqrt{(1 + \tan^2(\varphi - \vartheta)) \cdot [1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot \cot(\varphi - \vartheta)]} - \tan(\varphi - \vartheta)}{1 + \tan(\delta + \vartheta) \cdot (\tan(\varphi - \vartheta) + \cot(\varphi - \vartheta))} \right\}$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\varphi - \vartheta)}{\cos(\vartheta) \cdot \cos(\delta + \vartheta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \vartheta)}{\cos(\delta + \vartheta)}} \right\}^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\varphi - \vartheta)}{\cos(\vartheta) \cdot \cos(\delta + \vartheta) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta) \cdot \sin(\varphi - \vartheta)}{\cos(\delta + \vartheta)}} \right\}^2}$$

I valori di  $N_q$  e  $N_g$  sono determinabili ancora avvalendosi delle formule precedenti, impiegando naturalmente le espressioni degli angoli  $r_{AE}$  e  $r_{PE}$  e dei coefficienti  $K_{AE}$  e  $K_{PE}$  relative al caso sismico. In tali espressioni compare l'angolo  $\vartheta$  definito come:



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

53

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

Nella tabella che segue sono mostrati i fattori di capacità portante calcolati per i seguenti valori dei parametri:

—  $f = 30^\circ$   $d = 15^\circ$

Per diversi valori dei coefficienti di spinta sismica:

kh/(1-kv)	Nq	Ng	Nc
0	16.51037	23.75643	26.86476
0.087	13.11944	15.88906	20.9915
0.176	9.851541	9.465466	15.33132
0.268	7.297657	5.357472	10.90786
0.364	5.122904	2.604404	7.141079
0.466	3.216145	0.879102	3.838476
0.577	1.066982	1.103E-03	0.1160159

*Tabella dei fattori di capacità portante per  $f=30^\circ$*

#### VERIFICA A SLITTAMENTO

In conformità con i criteri di progetto allo SLU, la stabilità di un plinto di fondazione deve essere verificata rispetto al collasso per slittamento oltre a quello per rottura generale. Rispetto al collasso per slittamento la resistenza viene valutata come somma di una componente dovuta all'adesione e una dovuta all'attrito fondazione-terreno; la resistenza laterale derivante dalla spinta passiva del terreno può essere messa in conto secondo una percentuale indicata dall'utente.

La resistenza di calcolo per attrito ed adesione è valutata secondo l'espressione:

$$F_{Rd} = N_{sd} \tan d + c_a A'$$

Nella quale  $N_{sd}$  è il valore di calcolo della forza verticale,  $d$  è l'angolo di resistenza a taglio alla base del plinto,  $c_a$  è l'adesione plinto-terreno e  $A'$  è l'area della fondazione efficace, intesa, in caso di carichi eccentrici, come area ridotta al centro della quale è applicata la risultante.

#### CARICO LIMITE DI FONDAZIONI SU ROCCIA

Per la valutazione della capacità portante ammissibile delle rocce si deve tener conto di alcuni parametri significativi quali le caratteristiche geologiche, il tipo di roccia e la sua qualità, misurata con l'RQD. Nella capacità portante delle rocce si utilizzano normalmente fattori di sicurezza molto alti e legati in qualche modo al valore del coefficiente RQD: ad esempio, per una roccia con RQD pari al massimo a 0.75 il fattore di sicurezza varia tra 6 e 10. Per la determinazione della capacità portante di una roccia si possono usare le formule di Terzaghi, usando angolo d'attrito e coesione della roccia, o quelle proposte da Stagg e Zienkiewicz (1968) in cui i coefficienti della formula della capacità portante valgono:

$$N_q = \tan^6 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = 5 \tan^4 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = N_q + 1$$

Con tali coefficienti vanno usati i fattori di forma impiegati nella formula di Terzaghi.

La capacità portante ultima calcolata è comunque funzione del coefficiente RQD secondo la seguente espressione:

$$q' = q_{ult} (RQD)^2$$

Se il carotaggio in roccia non fornisce pezzi intatti (RQD tende a 0), la roccia viene trattata come un terreno stimando al meglio i parametri  $c$  e  $f$ .



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

FATTORI CORRETTIVI SISMICI: PAOLUCCI E PECKER

Per tener conto degli effetti inerziali indotti dal sisma sulla determinazione del  $q_{lim}$  vengono introdotti i fattori correttivi z:

$$z_q = \left(1 - \frac{k_h}{tg\phi}\right)^{0,35}$$

$$z_c = 1 - 0,32 \cdot k_h$$

$$z_y = z_q$$

Dove  $k_h$  è il coefficiente sismico orizzontale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2018 calcolano i coefficienti  $k_h$  e  $k_v$  in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = b \cdot (a_{max}/g)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

$b$  = coefficiente di riduzione accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

$g$  = accelerazione di gravità;

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S S_T a_g$$

$S_S$  (effetto di amplificazione stratigrafica):  $0.90 \leq S_S \leq 1.80$ ; è funzione di  $F_0$  (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

$S_T$  (effetto di amplificazione topografica) per fondazioni in prossimità di pendii.

Il valore di  $S_T$  varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1 (S_T = 1.0) \quad T2 (S_T = 1.20) \quad T3 (S_T = 1.20) \quad T4 (S_T = 1.40).$$

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

Con  $V_R$  vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso  $V_R$  dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'Eurocodice 8 (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

$a_{gR}$ : accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante,

$\gamma_I$ : fattore di importanza,

S: soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale  $k_v$  è definito in funzione di  $k_h$ , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

**ANALISI INTERAZIONE TERRENO - FONDAZIONE**

L'analisi delle fondazioni è stata condotta secondo le disposizioni contenute nelle NTC 2018 in vigore (D.M. 17/01/2018), considerando un carico unitario compatibile con le scelte progettuali e le resistenze disponibili. La geometria delle fondazioni e le azioni di progetto inserite in analisi sono da considerarsi orientative in quanto hanno la finalità di valutare le resistenze dei terreni a stimare l'ordine di grandezza dei cedimenti teorici.

Stime più precise e dettagliate sono possibili a seguito della conoscenza esatta delle sollecitazioni di progetto (carichi agenti, momenti, e loro distribuzione sulla struttura).

**DATI GENERALI**

Normativa	NTC 2018
Larghezza fondazione	1.0 m
Lunghezza fondazione	1.0 m
Profondità piano di posa	0.8 m
Altezza di incastro	0.5 m
Profondità falda	3.0
Sottofondazione...Sporgenza, Altezza	0.1/0.1 m
Correzione parametri	

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Poisson	Coeff. consolidaz. primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
2.4	19.98	20.76	0.0	0.0	151.0	0.0	6186.0	0.0	0.0	0.0	Limo sabbioso
2.6	17.95	18.73	0.0	0.0	54.69	0.0	3743.0	0.0	0.0	0.0	Limo debolmente argilloso
3.0	17.99	20.93	23.3	0.0	0.0	12356.0	49144.0	0.0	0.0	0.0	Sabbia e limo

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	S.L.E.	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
3	S.L.D.	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

**Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze**

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coeff. Rid. Capacità portante verticale	Coeff. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	No	1	1	1	1	1	1	1
3	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3**

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	634.01 kN/m²
Resistenza di progetto[Rd]	275.66 kN/m²
Tensione [Ed]	50.0 kN/m²
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	12.68
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)  
 Costante di Winkler 25360.26 kN/m<sup>3</sup>

A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 19.98 kN/m<sup>3</sup>  
 Peso unità di volume saturo 20.76 kN/m<sup>3</sup>  
 Angolo di attrito 0.0 °  
 Coesione 151.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore [Nq] 1.0  
 Fattore [Nc] 5.14  
 Fattore forma [Sc] 0.2  
 Fattore profondità [Dc] 0.27  
 Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0  
 Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0  
 Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

Carico limite 772.68 kN/m<sup>2</sup>  
 Resistenza di progetto 335.95 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 19.98 kN/m<sup>3</sup>  
 Peso unità di volume saturo 20.76 kN/m<sup>3</sup>  
 Angolo di attrito 0.0 °  
 Coesione 151.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore [Nq] 1.0  
 Fattore [Nc] 5.7  
 Fattore forma [Sc] 1.3  
 Fattore forma [Sg] 0.8  
 Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0  
 Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0  
 Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

Carico limite 759.66 kN/m<sup>2</sup>  
 Resistenza di progetto 330.29 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume 19.98 kN/m<sup>3</sup>  
 Peso unità di volume saturo 20.76 kN/m<sup>3</sup>  
 Angolo di attrito 0.0 °  
 Coesione 151.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore [Nq] 1.0  
 Fattore [Nc] 5.14  
 Fattore forma [Sc] 1.2  
 Fattore profondità [Dc] 1.13  
 Fattore inclinazione carichi [lc] 1.0  
 Fattore forma [Sq] 1.0  
 Fattore profondità [Dq] 1.0

**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLA ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	717.21 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	311.83 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	19.98 kN/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	20.76 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	0.0 °
Coesione 151.0	kN/m <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	0.2
Fattore profondità [Dc]	0.27
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	772.68 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	335.95 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione non drenata)

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Peso unità di volume	19.98 kN/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	20.76 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	0.0 °
Coesione 151.0	kN/m <sup>2</sup>

Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14
Fattore forma [Sc]	1.2
Fattore profondità [Dc]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	634.01 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	275.66 kN/m <sup>2</sup>

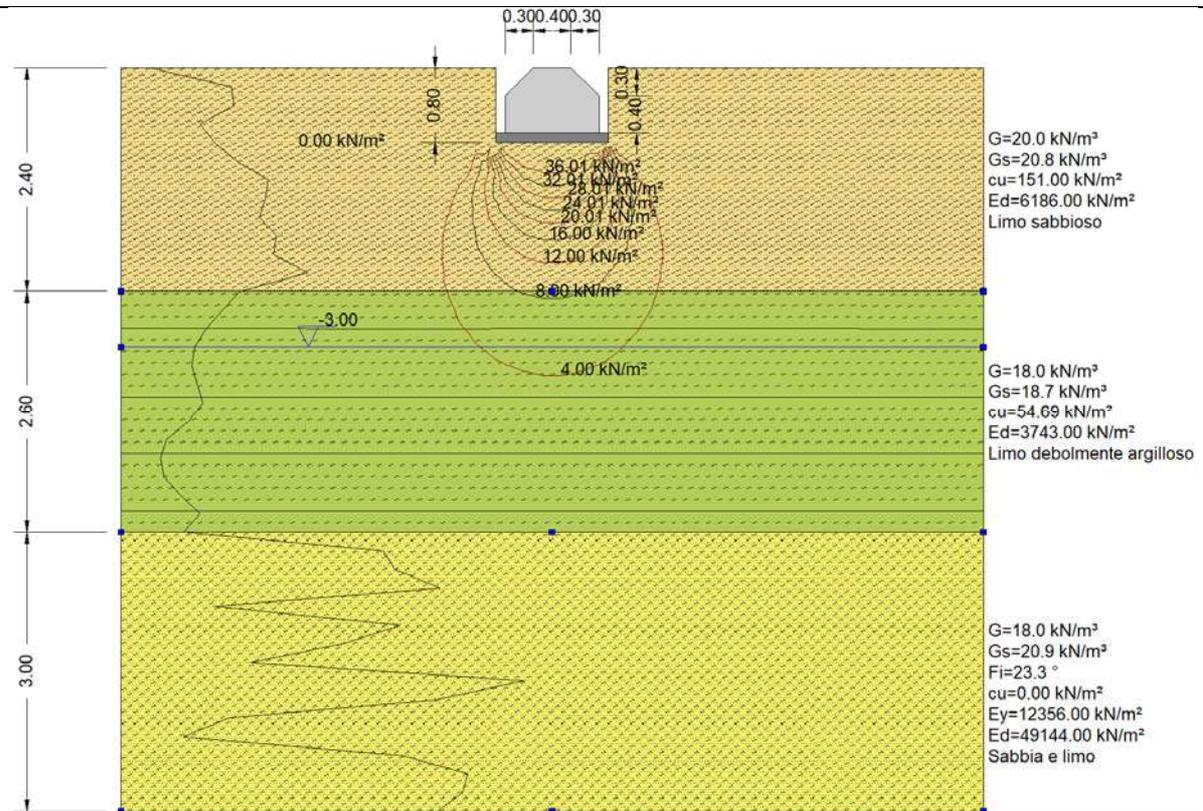
Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata



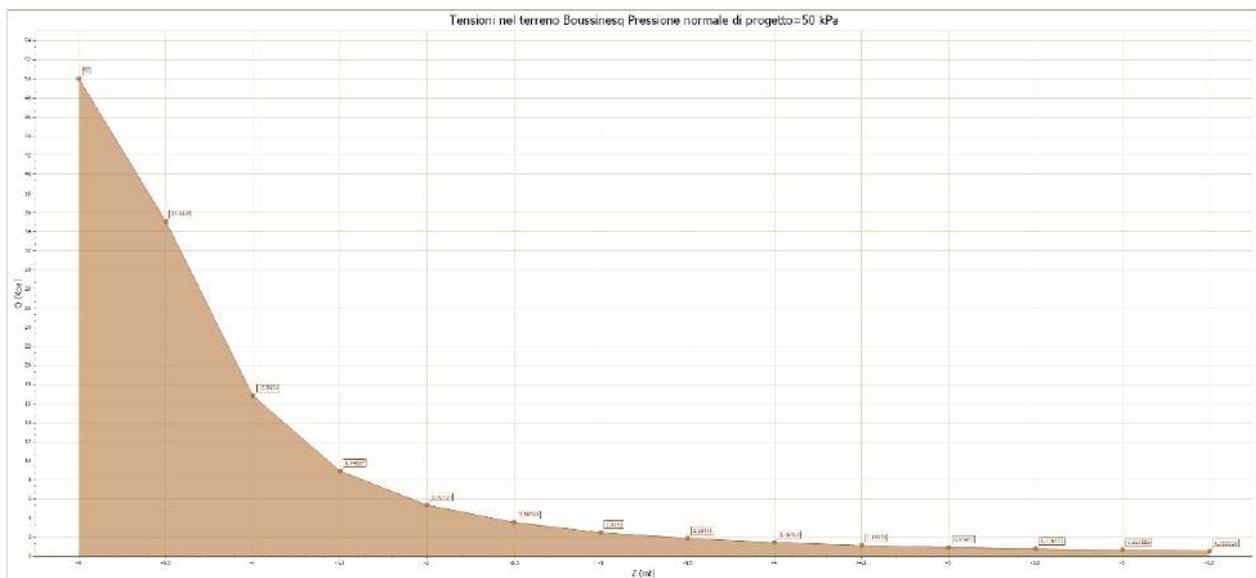
**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO





Distribuzione delle tensioni in profondità



L'analisi del sistema terreno-fondazione indica che le resistenze di progetto, calcolate con i metodi noti in bibliografia specialistica risultano ampiamente a favore della fattibilità (> 200 kN/m<sup>2</sup>) in riferimento alla soluzione analizzata.

Viste le resistenze calcolate il progettista potrà optare anche per una soluzione fondale di tipo nastriforme.

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO

## Cedimenti di fondazioni superficiali

### CEDIMENTI EDOMETRICI

Il calcolo dei cedimenti con l'approccio edometrico consente di valutare un cedimento di consolidazione di tipo monodimensionale, prodotto dalle tensioni indotte da un carico applicato in condizioni di espansione laterale impedita. Pertanto la stima effettuata con questo metodo va considerata come empirica, piuttosto che teorica.

Tuttavia la semplicità d'uso e la facilità di controllare l'influenza dei vari parametri che intervengono nel calcolo, ne fanno un metodo molto diffuso.

L'approccio edometrico nel calcolo dei cedimenti passa essenzialmente attraverso due fasi:

- il calcolo delle tensioni verticali indotte alle varie profondità con l'applicazione della teoria dell'elasticità;
  - la valutazione dei parametri di compressibilità attraverso la prova edometrica.
- In riferimento ai risultati della prova edometrica, il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

se si tratta di un terreno sovraconsolidato ( $OCR > 1$ ), ossia se l'incremento di tensione dovuto all'applicazione del carico non fa superare la pressione di preconsolidazione  $\sigma'_p$  ( $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v < \sigma'_p$ ).

Se invece il terreno è normalconsolidato ( $\sigma'_{v0} = \sigma'_p$ ) le deformazioni avvengono nel tratto di compressione e il cedimento è valutato come:

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

dove:

- RR Rapporto di ricomprensione;
- CR Rapporto di compressione;
- $H_0$  spessore iniziale dello strato;
- $\sigma'_{v0}$  tensione verticale efficace prima dell'applicazione del carico.
- $\Delta\sigma_v$  incremento di tensione verticale dovuto all'applicazione del carico.

In alternativa ai parametri *RR* e *CR* si fa riferimento al modulo edometrico *M*; in tal caso però occorre scegliere opportunamente il valore del modulo da utilizzare, tenendo conto dell'intervallo tensionale ( $\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v$ ) significativo per il problema in esame.

L'applicazione corretta di questo tipo di approccio richiede:

- la suddivisione degli strati compressibili in una serie di piccoli strati di modesto spessore (< 2.00 m);
- la stima del modulo edometrico nell'ambito di ciascuno strato;
- il calcolo del cedimento come somma dei contributi valutati per ogni piccolo strato in cui è stato suddiviso il banco compressibile.

Molti usano le espressioni sopra riportate per il calcolo del cedimento di consolidazione tanto per le argille quanto per le sabbie di granulometria da fina a media, perché il modulo di elasticità impiegato è ricavato direttamente da prove di consolidazione. Tuttavia, per terreni a grana più grossa le dimensioni dei provini edometrici sono poco significative del comportamento globale dello strato e, per le sabbie, risulta preferibile impiegare prove penetrometriche statiche e dinamiche.

### Cedimento secondario

Il cedimento secondario è calcolato facendo riferimento alla relazione:

$$\Delta H_s = H_c \cdot C_\alpha \cdot \log \frac{T}{T_{100}}$$

in cui:

- $H_c$  è l'altezza dello strato in fase di consolidazione;
- $C_\alpha$  è il coefficiente di consolidazione secondaria come pendenza nel tratto secondario della curva *cedimento-logaritmo tempo*;
- $T$  tempo in cui si vuole il cedimento secondario;
- $T_{100}$  tempo necessario all'esaurimento del processo di consolidazione primaria.



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

60

I cedimenti sono però difficilmente calcolabili senza la raccolta di campioni indisturbati per il laboratorio. Essi comunque riguardano in modo particolare i terreni coesivi, più compressibili.

**CEDIMENTI TEORICI**

Non avendo a disposizione i carichi effettivi, si riportano a seguire le stime dei cedimenti teorici attesi per 3 diversi carichi progressivi (compatibili con la struttura in progetto) dopo un periodo di 15 anni:

\*Cedimenti edometrici calcolati al centro del plinto con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Cedimento totale (cm)
40	0,47
50	0,667
60	0,86

I cedimenti teorici valutati per una fondazione di tipo plinto poggiate alla profondità di circa -0,8 m dal p.c. attuale, risultano di entità massima pari a 0,86 cm considerando un carico unitario pari a 60 kN/m<sup>2</sup>; tali valori sono comunque da sottoporre alle valutazioni dei progettisti una volta noti i carichi effettivi.



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

### CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL SITO

Il Comune di Barbarano Mossano è classificato dal punto di vista sismico in Classe 3 con quindi i seguenti parametri edificatori minimi. Dai rilievi eseguiti e dalle informazioni reperite il sito appare stabile dal punto di vista geomorfologico per un ampio raggio, anche in presenza di azioni sismiche.

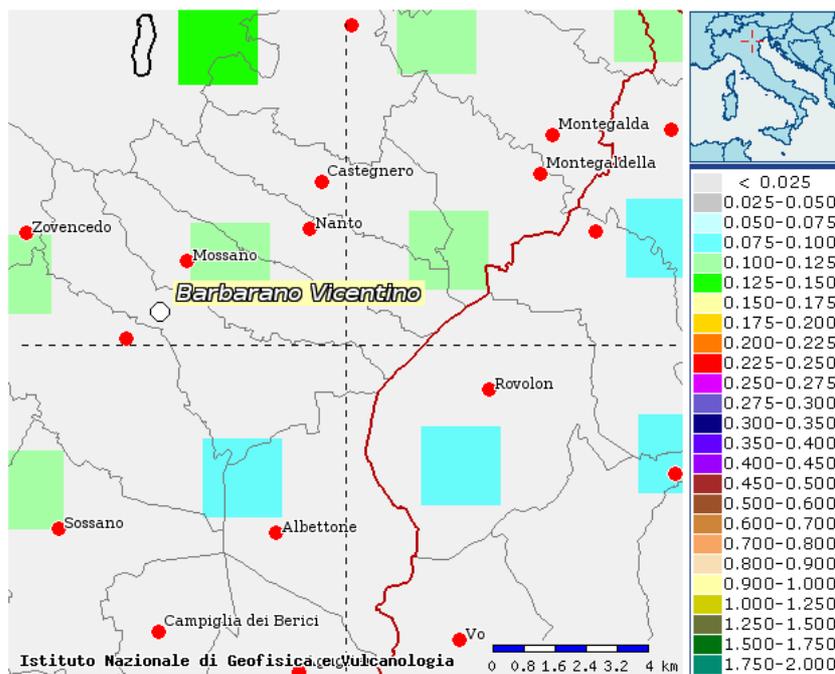
zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico ( $a_g/g$ )
3	0.05 - 0.15	0.15

Secondo la normativa sismica contenuta nel T.U. in vigore (D.M. 17/01/2018) il suolo di fondazione si può classificare come segue:

*C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti 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.*

I parametri sismici del sito sono riportati di seguito

### GRAFICI DI PERICOLOSITÀ



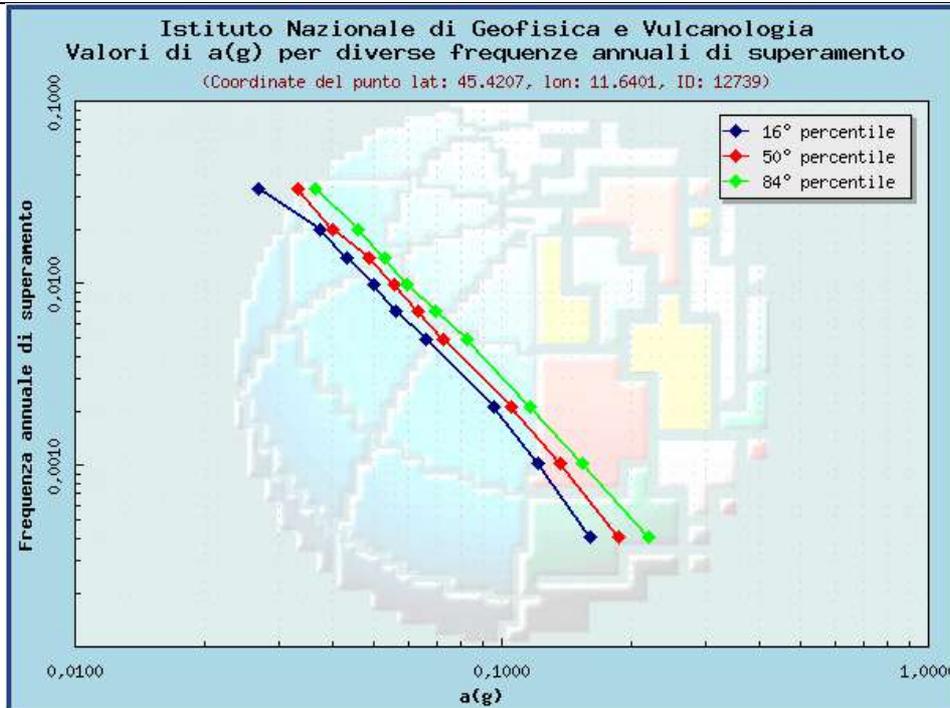
Valori di accelerazione al suolo in termini di probabilità di superamento del 10% in 50 anni

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO



Valori di accelerazione al suolo in relazione alle diverse frequenze annuali di superamento

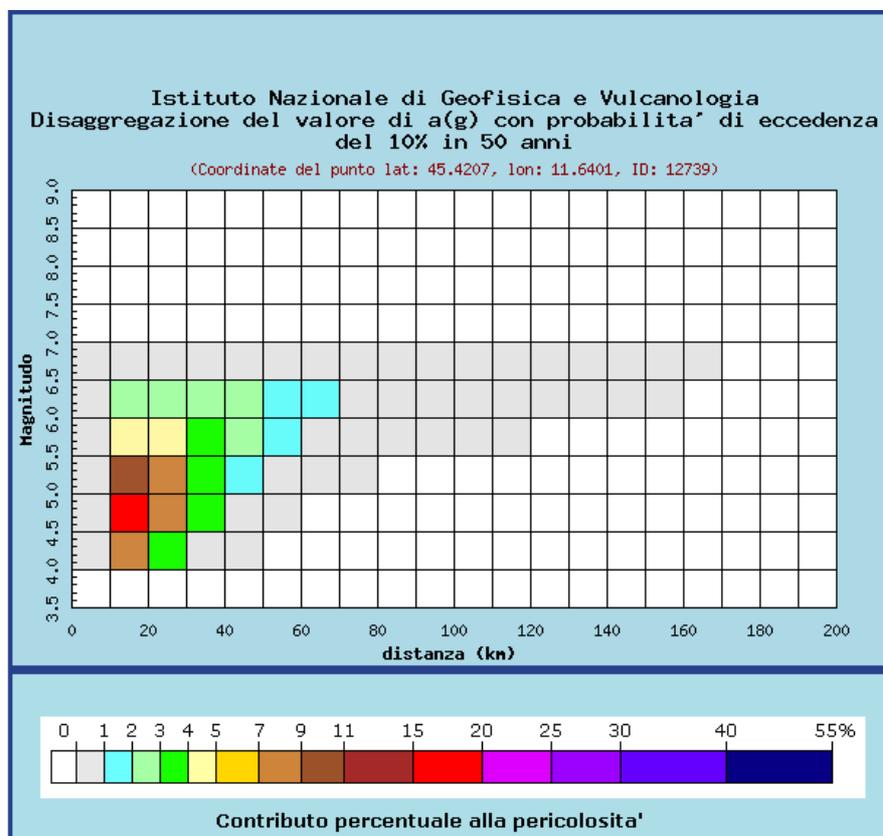


Grafico di disaggregazione del valore di accelerazione al suolo (contributo delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza alla pericolosità del nodo)

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE**

Data: 15/09/2020  
 Vita nominale (Vn): 50 [anni]  
 Classe d'uso: II  
 Coefficiente d'uso (Cu): 1  
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto  
 Latitudine (WGS84): 45.4000168 [°]  
 Longitudine (WGS84): 11.6004372 [°]  
 Latitudine (ED50): 45.4009323 [°]  
 Longitudine (ED50): 11.6014395 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	12738	45.419560	11.569020	3270.29
2	12739	45.420680	11.640100	3732.21
3	12961	45.370680	11.641680	4603.46
4	12960	45.369570	11.570640	4236.39

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

**Punto 1**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.034	2.540	0.220
SLD	50	0.042	2.584	0.262
	72	0.051	2.531	0.272
	101	0.059	2.547	0.278
	140	0.067	2.570	0.281
	201	0.078	2.572	0.283
SLV	475	0.113	2.472	0.294
SLC	975	0.148	2.479	0.296
	2475	0.204	2.450	0.313

**Punto 2**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.033	2.536	0.217
SLD	50	0.040	2.594	0.261
	72	0.049	2.508	0.278
	101	0.056	2.566	0.280
	140	0.063	2.594	0.285
	201	0.073	2.606	0.288
SLV	475	0.105	2.486	0.311
SLC	975	0.137	2.498	0.312
	2475	0.187	2.492	0.321

**Punto 3**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.032	2.512	0.213
SLD	50	0.038	2.550	0.256
	72	0.044	2.505	0.280
	101	0.051	2.535	0.291
	140	0.057	2.632	0.290
	201	0.065	2.646	0.293
SLV	475	0.089	2.627	0.317
SLC	975	0.118	2.550	0.325
	2475	0.161	2.548	0.331

**DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO**  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

64

**Punto 4**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.033	2.516	0.215
SLD	50	0.039	2.559	0.261
	72	0.046	2.529	0.279
	101	0.053	2.576	0.284
	140	0.060	2.596	0.286
	201	0.069	2.630	0.288
SLV	475	0.099	2.509	0.312
SLC	975	0.128	2.516	0.315
	2475	0.176	2.500	0.321

**Punto d'indagine**

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0.033	2.527	0.217
SLD	50	0.040	2.574	0.260
SLV	475	0.102	2.517	0.308
SLC	975	0.134	2.508	0.311

**PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO**

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}: 1.000$

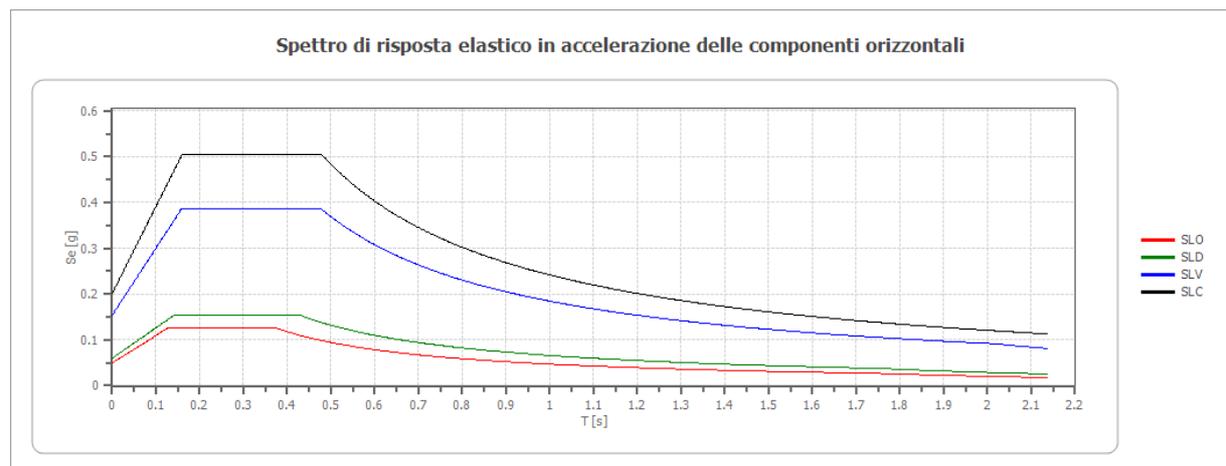
Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

**Stabilità di pendii e fondazioni**

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.010	0.012	0.037	0.048
kv	0.005	0.006	0.018	0.024
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.485	0.589	1.507	1.974
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.033	2.527	0.217	1.500	1.740	1.000	1.500	1.000	0.126	0.377	1.732	0.049	0.125
SLD	1.0	0.040	2.574	0.260	1.500	1.640	1.000	1.500	1.000	0.142	0.427	1.760	0.060	0.154
SLV	1.0	0.102	2.517	0.308	1.500	1.550	1.000	1.500	1.000	0.159	0.477	2.010	0.154	0.387
SLC	1.0	0.134	2.508	0.311	1.500	1.540	1.000	1.500	1.000	0.160	0.479	2.137	0.201	0.505

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



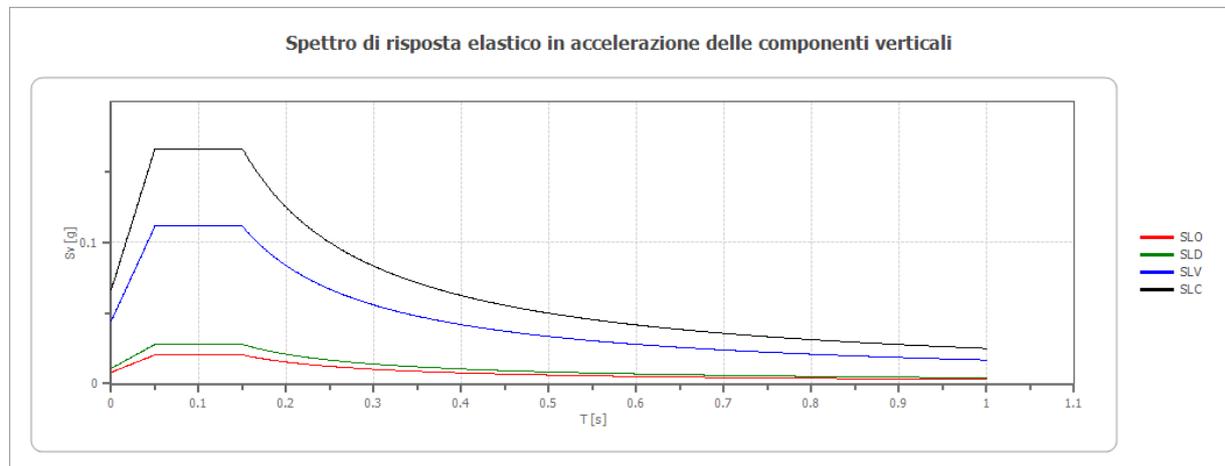
**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ : 1.000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.0	0.033	2.527	0.217	1	1.740	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.008	0.020
SLD	1.0	0.040	2.574	0.260	1	1.640	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.011	0.028
SLV	1.0	0.102	2.517	0.308	1	1.550	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.044	0.111
SLC	1.0	0.134	2.508	0.311	1	1.540	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.066	0.166

#### 4. CONCLUSIONI

Fattibilità geologica: l'area in cui è inserito il sito si può definire (in base alle considerazioni esposte nella presente relazione) a medio-basso "rischio idrogeologico s.l.".

Le indagini eseguite hanno rilevato la presenza di depositi limosi e sabbiosi consistenti fino alla massima profondità indagata interrotti da un orizzonte maggiormente coesivo tra 2 e 5 m dotato di consistenza discreta. L'area indagata essendo pianeggiante si può considerare stabile dal punto di vista morfologico. Il sito non ricade nelle aree a pericolo idraulico secondo il PAI Brenta-Bacchiglione.

Nella zona di pianura in esame l'elemento idrografico di maggior rilevanza è il canale Bisatto, che ha origine presso Longare come derivazione dal Bacchiglione e che scorre a 1,6 km ad ovest del sito in direzione sud.

Nel corso delle prove penetrometriche è stata rilevata la presenza di circolazione idrica a circa -3 m dal p.c.

Fattibilità geotecnica: il terreno dal punto di vista meccanico si presenta abbastanza omogeneo lateralmente, e di consistenza complessivamente buona in superficie ed a partire dai 5-6 m di profondità mentre nelle porzioni comprese tra 3 e 6 metri sono presenti terreni compressibili.

Il progetto prevede l'ampliamento dell'allevamento esistente tramite la realizzazione di n. 2 nuovi capannoni allineati in direzione est-ovest a pianta rettangolare rispettivamente di dimensioni: 117 x 16 m (capannone n° 4) e 123 x 16 m (capannone n° 5). Contestualmente verrà realizzato anche un nuovo ricovero attrezzi di pianta 12 x 14 metri.

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO  
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)  
 Tel. 3382727007

Web: [www.alpogeo.it](http://www.alpogeo.it) - [www.alpogeo.com](http://www.alpogeo.com) mail: [info@alpogeo.it](mailto:info@alpogeo.it) - [studiogeologia.sf@libero.it](mailto:studiogeologia.sf@libero.it)



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA**  
**GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE**  
**DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN VIA MONTICELLO*

66

In virtù della tipologia delle strutture e delle caratteristiche meccaniche dei terreni rilevati, nel presente report sono state verificate le resistenze di progetto del terreno di una fondazione di tipo plinto poggiate a - 0,80 m dal p.c. per quanto riguarda i nuovi capannoni.

### ANALISI INTERAZIONI FONDAZIONI – TERRENO

*L'analisi delle fondazioni è stata condotta secondo le disposizioni contenute nelle NTC 2018 in vigore (D.M. 17/01/2018), considerando un carico unitario compatibile con le scelte progettuali e le resistenze disponibili. La geometria delle fondazioni e le azioni di progetto inserite in analisi sono da considerarsi orientative in quanto hanno la finalità di valutare le resistenze dei terreni e di stimare l'ordine di grandezza dei cedimenti teorici.*

*Stime più precise e dettagliate sono possibili solo a seguito della conoscenza esatta delle sollecitazioni di progetto (carichi agenti, momenti, e loro distribuzione sulla struttura).*

- **Resistenze di progetto:** l'analisi del sistema terreno-fondazione indica che le resistenze di progetto, calcolate con i metodi noti in bibliografia specialistica risultano ampiamente a favore della fattibilità (> 200 kN/m<sup>2</sup>) in riferimento alla soluzione analizzata.

*Viste le resistenze calcolate il progettista potrà optare anche per una soluzione fondale di tipo nastriforme;*

*Per quanto riguarda il nuovo ricovero attrezzi, le resistenze ottenute orientano la scelta verso strutture fondali di tipo nastriforme.*

- **Cedimenti teorici:** non avendo a disposizione i carichi effettivi, si riportano a seguire le stime dei cedimenti teorici attesi per 3 diversi carichi progressivi (compatibili con la struttura in progetto) dopo un periodo di 15 anni:

\*Cedimenti edometrici calcolati al centro del plinto con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi

Carico (kN/m <sup>2</sup> )	Cedimento totale (cm)
40	0,47
50	0,667
60	0,86

I cedimenti teorici valutati per una fondazione di tipo plinto poggiate alla profondità di circa -0,8 m dal p.c. attuale, risultano di entità massima pari a 0,86 cm considerando un carico unitario pari a 60 kN/m<sup>2</sup>; tali valori sono comunque da sottoporre alle valutazioni dei progettisti una volta noti i carichi effettivi.



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA  
GEOFISICA, IDROGEOLOGIA E AMBIENTE  
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

*RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PER L'AMPLIAMENTO DELL'ALLEVAMENTO AVICOLO ESISTENTE SITO IN  
VIA MONTICELLO*

Rischio sismico: la normativa sismica in vigore assegna il Comune di Barbarano Mossano alla Classe 3. Considerato l'assetto geologico, geomorfologico e stratigrafico dell'area in cui è inserito il sito, i rischi legati a sismicità sono remoti mentre il suolo di fondazione è classificato come C e la categoria topografica T1.

Per quanto riguarda l'analisi della curva H/V si evince quanto segue:

La curva H/V presenta due picchi (apprezzabile ampiezza rapporto H/V) alle frequenze di 0,91 Hz e 60 Hz circa: entrambi i picchi, dall'analisi degli spettri delle singole componenti e dalla componente direzionale, sono da attribuirsi a contrasti di impedenza sismica tra sismo strati (quindi non di natura antropica). Il picco a 60 Hz, di minor ampiezza, è riconducibile ad un cambio litologico piuttosto superficiale stimato a circa 1 m (primo orizzonte maggiormente granulare) mentre il secondo, con  $H/V > 4$ , è correlabile ad un contrasto d'impedenza molto profondo, oltre gli 80 m dal p.c.

La frequenza fondamentale di sito è determinabile nel picco  $f_0 = 0,91$  Hz che corrisponde ad un periodo  $T = 1,099$  s in quanto risultano sufficientemente soddisfatti i criteri del protocollo SESAME per un picco chiaro ed isolato.

*N.B. I valori strumentali delle prove penetrometriche così come le registrazioni delle indagini geofisiche sono conservati nel database dello studio, e la loro elaborazione secondo gli autori noti in bibliografia specialistica sono di proprietà intellettuale dello scrivente pertanto saranno forniti alla committenza, o ai progettisti incaricati, previa richiesta scritta e firmata corredata da motivazione*

*Indagini e relazione eseguite nel periodo di Settembre 2020*

*Dott. Geol. Matteo Scalzotto*