



# REGIONE MOLISE

## Provincia di Campobasso

### MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI (CB)

OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE

COMMITTENTE

## WIND ENERGY MONTENERO S.r.l.

Via Caravaggio, 125 - 65125 Pescara (PE)  
P.IVA: 02330290681

Codice Commessa PHEEDRA: 21\_26\_EO\_MTN



PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90  
74121 - Taranto  
Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285  
e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

PROGETTAZIONE

Dott. Ing. Angelo Micolucci



Dott. Geol. Antonio Mattia Fusco



1	Dicembre 2021	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA, IDRAULICA, SISMICA ED IDROLOGICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	MTN	CIV	REL	023	01	MTN-CIV-REL-023_01	

## **PREMESSA**



Nell'ambito del **PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO NEI COMUNI DI MONTENERO DI BISACCIA E GUGLIONESI IN LOCALITA' PONTONE - MACCHIOZZE**, la società proponente ha incaricato lo scrivente di effettuare lo studio di **COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA E LA RELAZIONE GEOLOGICA, IDRAULICA, SISMICA ED IDROGEOLOGICA.**

Nelle pagine che seguono, il quadro geologico-geotecnico, emerso da tutti gli esami e studi effettuati, è illustrato attraverso l'analisi degli elementi che hanno concorso alla redazione della presente:

- ricognizione sull'area d'interesse per la definizione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito;
- caratterizzazione dell'assetto stratigrafico e geotecnico locale mediante una prova penetrometrica dinamica del tipo Dpsh.
- caratterizzazione del suolo di fondazione e parametri sismici.

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta una sintesi della normativa nazionale e regionale di riferimento per il presente studio:

- D.M. 11/03/88 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;

- L.R. 26 Ottobre 1992 N°93 “Norme per lo snellimento di procedure per gli interventi di costruzione riparazione, sopraelevazione e ampliamento nelle zone dichiarate sismiche ai sensi della legge 2 febbraio 1974, n.64.”
- Circ. Dir. Centr. Tecn. N° 97/81 Istruzioni relative alle “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;
- D.M. 16 gennaio 1996 “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”;
- O.P.C.M. 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- O.P.C.M. 28 aprile 2006 n° 3519 “criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone” (G.U. n.108 del 11/05/2006).
- O.P.C.M. 13 novembre 2010, n.3907 pubblicata nella G.U. 1 dicembre 2010, n.281, S.O.
- Decreto 17/01/2018 del Ministero delle Infrastrutture “Norme tecniche per le costruzioni” (GU n. 29 del 04/02/2008).
- Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche e geotecniche (A.G.I., 1977).
- Testo Unitario sulle Norme Tecniche per le Costruzioni come da S.O. n. 159 pubblicato sulla G.U. del 23 settembre 2005, n.222.

- G.U. n. 29 del 04 febbraio 2008;
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (Gazzetta Ufficiale del 26.02.2009 n. 47, supplemento ordinario n. 27);
  - Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 recante "Norme Tecniche per le Costruzioni";
  - L.n. 183 del 18 maggio 1989; L.n. 253 del 07/08/90; L.n. 493 del 04/12/93; L.n. 226 del 13/07/99;



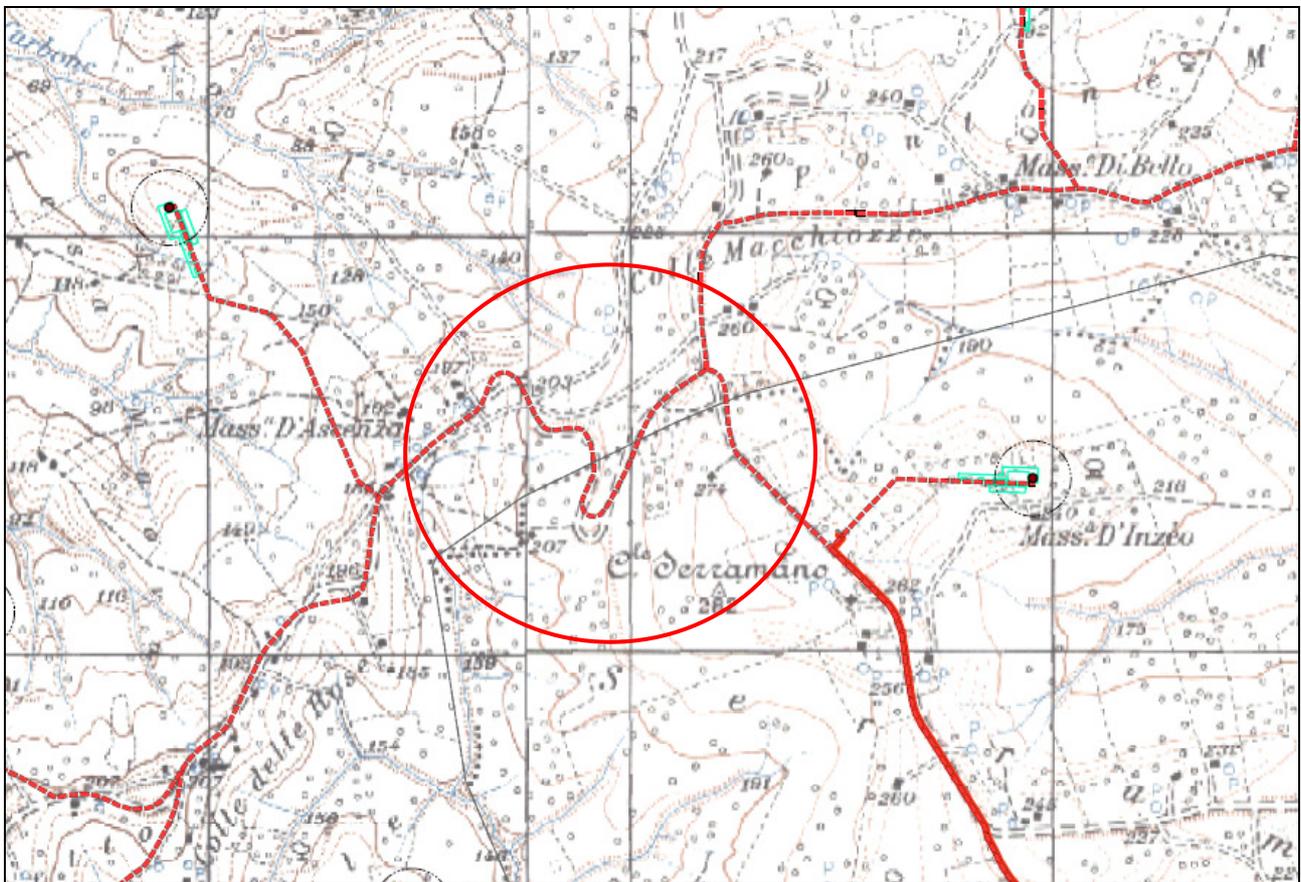
### **NORMATIVA SUI VINCOLI**

*Di seguito vengono elencati i riferimenti normativi relativi a tutti i vincoli territoriali consultati per il presente lavoro:*

- *R.D.L. 3267 del 30/ 12/1923 "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di territori montani";*
- *R.D. 1126 del 16/05/1926 "Approvazione del regolamento per l'applicazione del regio decreto 30 dicembre 1923, n. 3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani";*
- *D.P.R. 236 del 24/05/1988 "Attuazione della direttiva n. 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183";*
- *D.Lgs. 152 del 03/04/2006 "Norme in materia ambientale".*

## **LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA E LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI**

Tutta l'area in studio, che si estende prevalentemente in direzione NordEst-SudOvest, è topograficamente ubicata nella Tav. I.G.M., in scala 1:25.000, I N.E. del Foglio 154 della Carta d'Italia, ad altezze che variano da 120 (WTG01) a m. 250 (WTG06) s.l.m. Lo stesso si individua negli elementi tecnici n. 381022-I381033 della "Carta Tecnica Regionale" in scala 1:5000.



Stralcio topografico Tavoletta IGM Foglio n° 154 1:25000 con ubicazione dell'area oggetto di studio-fuori scala

Il sito, in posizione morfologica di versante di un modesto rilievo, con pendenze laterali contenute e costituente il locale spartiacque tra il Fosso Carbone a Nord-Ovest ed il *Fosso di Ionato* a Sud-Est, quest'ultimo appartiene, al bacino imbrifero del T.te Sinarca. Non si sono rilevati segni

molto marcati di idrografia torrentizia, né sono stati rinvenuti segni di grandi dissesti. Gli orli di scarpate, stabili, sono tutti < di m.5.

L'aspetto orografico di insieme presenta una chiara differenziazione nell'evoluzione delle forme in relazione alla risposta meccanica differenziata che le litologie offrono all'azione degli agenti esogeni. In particolare, alle morfologie più rigide e marcate caratteristiche delle aree a costituzione arenacea-conglomeratica, si contrappongono geometrie più lineari e piatte in virtù della presenza di termini litologici che maggiormente si prestano all'azione modellatrice degli agenti esogeni.

Dette litologie dalle caratteristiche tecniche difformi ben si rispecchiano nel disegno idrografico di superficie. Il marcato sviluppo areale del reticolo superficiale è indice di un basso grado di permeabilità delle litologie affioranti alle quote più basse, tendenti a sfavorire i fenomeni di infiltrazione delle acque nel sottosuolo a favore di quelli di ruscellamento superficiale.

Collettore principale drenante le acque territoriali è il Fosso di Ialone, corso d'acqua a deflusso stagionale, appartenente al bacino imbrifero del Torrente Sinarca.

Il torrente, probabilmente impostato su una linea di discontinuità tettonica, scorre ad occidente dell'abitato di San Giacomo degli Schiavoni e ad oriente rispetto all'abitato di Petacciato in direzione NW- SE.

A piccola scala l'orografia risente in maniera particolare dell'azione incessante operata dagli agenti esogeni idrometeorici sui terreni in affioramento, risente anche dell'azione estremamente incisiva ed importante operata dall'uomo.

L'area rilevata abbraccia un intervallo altimetrico che passa da 120 m s.l.m. delle zone di massimo impluvio agli oltre 250 m delle aree di cresta.



### **NOTE DI GEOLOGIA**

Il quadro geologico del territorio di Montenero di Bisaccia è caratterizzato dall'accostamento di terreni ascrivibili alle Falde Appenniniche in sovrascorrimento su quelle Adriatiche.

La situazione geologica sul territorio è caratterizzata dalla presenza di affioramenti di terreni di genesi sedimentaria marina e dalla presenza di coperture di genesi secondaria.

La successione stratigrafica riconosciuta sulla base di precedenti campagne di indagini geognostiche, nonché della nuova indagine eseguita, va dalla formazione "Argille Varicolori Sannitiche" (AVS) databile Cretacico superiore-Miocene inferiore, alla formazione del "Tona" (Sca) databile Pliocene inferiore-medio, alla formazione "Argille di Montesecco" (Ssi) databile Pliocene superiore-Pleistocene inferiore, ai depositi di copertura quali detriti di frana ed eluvio-colluviali databili Olocene recente ed attuale, ai depositi di riporto antropico.

Qui di seguito si analizza la formazione geologica che caratterizza l'area oggetto di studio:

**Formazione Argille di Montesecco** - Pliocene sup.-Pleistocene inferiore Si rileva in affioramento sul versante a nord dell'abitato in contatto di sovrascorrimento con i terreni argilloso scagliosi policromi; trattasi di argille siltose grigio-azzurre con rare intercalazioni sabbiose

giallastre, di spessore centimetrico e decimetrico, che diventano prevalenti nella parte alta dell'intervallo.

L'assetto geologico dell'area, strettamente collegato all'evoluzione del Fiume Biferno e del torrente Sinarca, è definito dalla presenza di un substrato pliocenico di genesi marina, sovrastato da ingenti spessori di termini alluvionali connessi alle periodiche fasi di esondazione del Fiume e del torrente.

Tale assetto si inquadra in un contesto più ampio che vede la fascia compresa tra Termoli e Campomarino caratterizzata dalla presenza dei terrazzi marini, sui quali sorgono i due abitati, e di un'ampia valle alluvionale posta in direzione SSW-NNE. Particolarmente interessante appare l'assetto stratigrafico del terrazzo marino di Campomarino, distante pochi km dall'area; è costituito dalla successione plio-pleistocenica delle "Argille di Montesecco", affioranti più a sud-ovest verso Portocannone e nell'area oggetto di studio, sormontate dalle "Sabbie di Serracapriola", ben esposte lungo la strada statale n° 16 Adriatica e lungo la strada che da quest'ultima porta all'abitato di Campomarino, e dai "Conglomerati di Campomarino" a chiusura di un ciclo tipicamente regressivo. Lo spessore di questi ultimi raggiunge i 15-20 m proprio nella zona di Campomarino dove risulta ben esposto per via della antica scarpata di abrasione marina (falesia).

Il settore oggetto di studio è caratterizzato dalla presenza delle "Argille di Montesecco" costituite da argille azzurre con frequenti intercalazioni sabbiose.

L'allineamento tra gli abitati di Campomarino e Termoli, dunque, costituiva una antica linea di costa, progressivamente migrata verso NE proprio ad opera dell'azione di deposito dei sedimenti di foce del Fiume Biferno. E' importante notare come, proprio nel settore in esame, il Biferno acquisti un andamento decisamente S-N e non SSW-NNE come per il tratto precedente. La ragione di ciò, con molta probabilità, è da ricercarsi in un effetto di trascinamento verso N dei sedimenti, e dunque di migrazione dell'estuario, ad opera delle correnti marine. I sedimenti che affiorano tra l'ideale allineamento Termoli-Campomarino ed il mare sono di natura tipicamente marina e sono costituiti essenzialmente da sabbie di spiaggia o di duna rimaneggiate ad opera del vento. Immediatamente a tergo di tale allineamento, e dunque nell'area di studio, invece i sedimenti sono di natura prevalentemente continentale e sono costituiti da limi e limi argillosi connessi all'azione alluvionale del Fiume ed a parziali e sporadiche ingressioni marine.

Dal punto di vista sedimentologico e geologico, quindi, il settore risulta caratterizzato da una notevole eterogeneità litologica laterale. In poco meno di un chilometro, infatti, si passa in affioramento da terreni tipicamente sabbiosi e limosi a terreni limoso-argillosi. La ragione di ciò è facilmente comprensibile in quanto la distanza dai fiumi determina la diminuzione di termini più fini mentre la distanza dal mare determina la diminuzione percentuale di termini più grossolani. A ciò va aggiunto il particolare ambiente di tipo lacustre che ha determinato la decomposizione di grosse quantità di materiale organico con formazione, spesso localizzata, di livelli pseudo-torbosi.

### NOTE DI IDROGEOLOGIA



Dal punto di vista idrografico l'area rientra nel bacino imbrifero del T.te Sinarca. In superficie piccole incisioni provvedono a raccogliere le acque dilavanti e a convogliarle verso Est. Il quadro idrologico è comunque piuttosto sviluppato quindi il ruscellamento si esplica in maniera prevalentemente concentrata. Le aree deputate alla raccolta idrica sono interessate da incisioni ma, a forma regolare, che convogliano le acque verso le quote inferiori. Pertanto non si rilevano aree in erosione.

La presenza idrica nel sottosuolo è condizionata principalmente dalle differenti permeabilità offerte dai vari termini sedimentari riscontrati. Il substrato è costituito da una unità idrogeologica a permeabilità bassa per porosità (ordine di grandezza di  $10^{-8}$  cm/sec) costituito da argille limose.

E' possibile la presenza di falde sospese nei livelli litologici che sovrastano il substrato costituiti da intercalazioni limo-sabbiose.

Sono stati individuati due complessi idrogeologici:

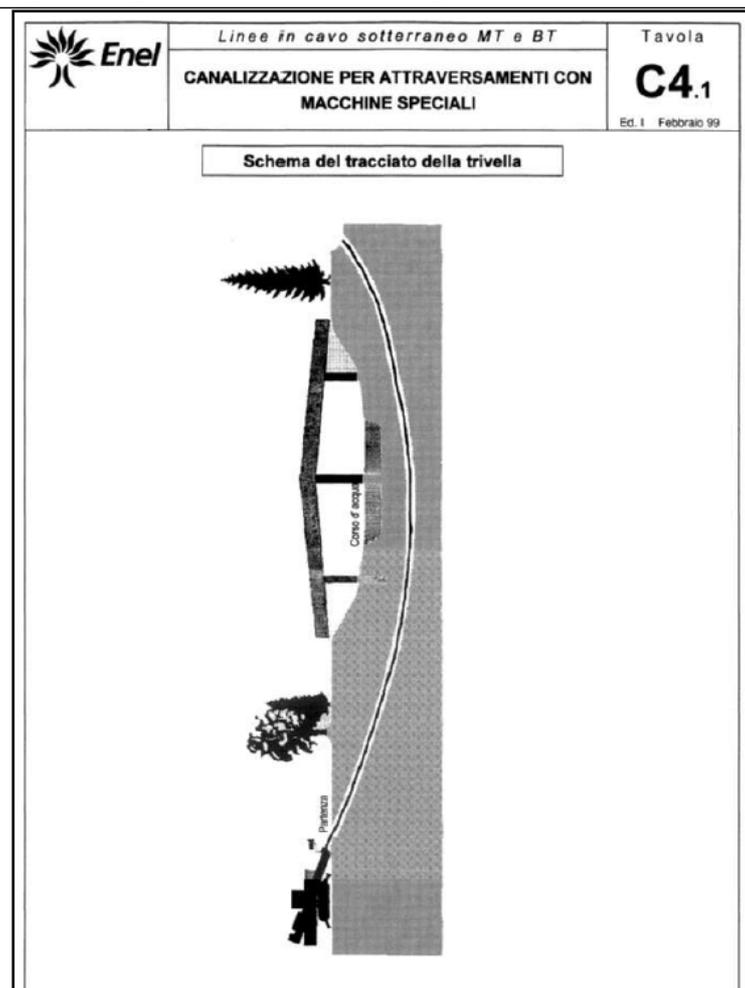
**Complesso argilloso:** composto dai termini litologici appartenenti alle Argille di Montesecco. Si tratta di argilliti con sporadiche intercalazioni centimetriche e decimetriche di marne e calcari micritici. Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli acquiclude di importanza significativa in quanto tamponano alla base tutti gli acquiferi più importanti; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, per

porosità e fessurazione, è variabile da impermeabile a molto bassa. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-10}$  e  $1 \cdot 10^{-8}$  m /s.

**Complesso dei depositi di copertura:** è rappresentato dai depositi di frana, da Depositi eluvio-colluviali e da riporti antropici. Si tratta di terreni essenzialmente fini, talora detritici derivanti dal disfacimento del locale substrato o dall'accumulo di suolo e di depositi che hanno subito un trasporto lungo il versante. Localmente si rinvengono depositi di origine antropica a granulometria fine e grossolana con spessori  $> 2$ . Costituiscono acquiferi porosi di scarsa trasmissività, fortemente eterogenei ad anisotropi; sono privi di corpi idrici sotterranei di importanza significativa, a meno di piccole falde a carattere stagionale. La permeabilità è esclusivamente per porosità, è variabile da molto bassa a buona. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-8}$  e  $1 \cdot 10^{-2}$  m/s.

Il cavidotto interrato collega l'impianto eolico alla stazione di trasformazione e consegna. Il cavidotto esterno di connessione, interamente interrato, sarà realizzato principalmente su strade esistenti e prevede il superamento delle interferenze con il reticolo idrografico tramite sistema TOC (Trivellazione Orizzontale Controllata) secondo le indicazioni presenti nelle LINEE GUIDA MT/BT dell'ENEL cap. 2.1 e 2.6.1

Il sistema che consiste nella realizzazione di un foro sotterraneo che costituirà la sede di posa di una tubazione plastica o metallica precedentemente saldata in superficie. Il foro nel sottosuolo viene realizzato mediante l'azione di una fresa rotante posta all'estremità di un treno d'aste. Le TOC sono particolarmente adatte per il superamento di ostacoli, quali fiumi, canali.

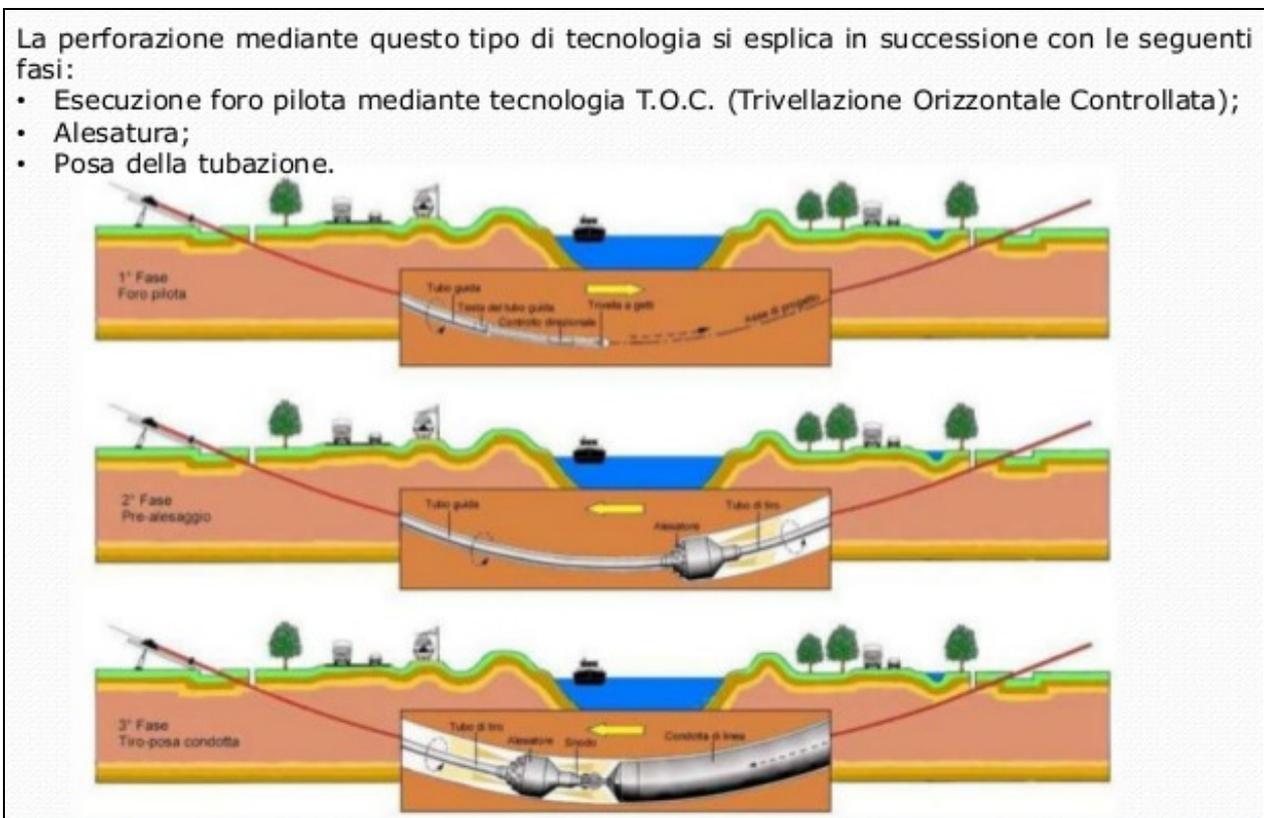


Lungo i tratti di intersezione precedentemente illustrati gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica T.O.C., secondo le indicazioni presenti nelle LINEE GUIDA MT/BT dell'ENEL cap. 2.1 e 2.6.1.

Tale tecnica si articola in tre fasi operative:

- 1) esecuzione del foro pilota: questo sarà di piccolo diametro e verrà realizzato mediante l'utilizzo dell'utensile fondo foro, il cui avanzamento all'interno del terreno è garantito dalla macchina perforatrice che trasmetterà il movimento rotatorio ad una batteria di aste di acciaio alla cui testa è montato l'utensile fresante. La posizione dell'utensile sarà continuamente monitorata attraverso il sistema di localizzazione;

- 2) trivellazione per l'allargamento del foro fino alle dimensioni richieste: una volta completato il foro pilota con l'uscita dal terreno dell'utensile fondo foro (exit point) verrà montato, in testa alla batteria di aste di acciaio, l'utensile per l'allargamento del foro pilota, di diametro superiore al precedente, e il tutto viene tirato verso l'impianto di trivellazione (entry point). Durante il tragitto di rientro del sistema di trivellazione, l'alesatore allargherà il foro pilota;
- 3) tiro della tubazione o del cavo del foro: completata l'ultima fase di alesatura, in corrispondenza dell'exit point verrà montato, in testa alle condotte da posare già giuntate tra loro, l'utensile per la fase di tiro-posa e questo viene collegato con l'alesatore. Tale utensile ha lo scopo di evitare che durante la fase di tiro, il movimento rotatorio applicato al sistema dalla macchina perforatrice non venga trasmesso alle tubazioni. La condotta viene tirata verso l'exit point. Raggiunto il punto di entrata la posa della condotta si può considerare terminata.



*Figura 1 - Modalità di realizzazione della TOC*

In merito all'esigenza di effettuare uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica dell'intervento rispetto alla presenza di alcune aste del reticolo idrografico, si ritiene che le opere a farsi risultino già compatibili con il regime di tutela previsto dal P.A.I., poiché le modalità con le quali saranno realizzate garantiscono le condizioni di sicurezza idraulica.

Lo studio per l'attraversamento dei corpi idrici è stato dettagliatamente approfondito nell'elaborato MNT-CIV-TAV-017\_01. In tale elaborato sono riportate le modalità realizzative di tutti gli attraversamenti valutati rispetto a tutte le aste facenti parte del reticolo idrografico riportato con il simbolo di "linea azzurra" sulla cartografia ufficiale dell'Istituto Geografico Militare (IGM) in scala 1:25.000 e relative aree di pertinenza.

Si specifica che, come notoriamente condiviso dall'Autorità di Bacino, le aree di pertinenza del reticolo sono state valutate in

- a) 40 metri per il reticolo principale costituito dai corsi d'acqua Biferno, Cigno, Rio, Callora, Quirino e Sinarca;
- b) 20 metri per il reticolo minore (corsi d'acqua identificabili sulla cartografia IGM scala 1:25.000 con propria denominazione);
- c) 10 metri per il reticolo minuto (restanti corsi d'acqua distinguibili sulla cartografia IGM scala 1:25.000 ma privi di una propria denominazione).

Per ogni interferenza viene chiaramente evidenziato come il punto iniziale e finale della TOC sia esterno alle aree di pertinenza fluviale individuate dall'art artt. 16 delle N.T.A. del P.A.I. assicurando quindi la tutela dell'assetto complessivo della rete idrografica, la salvaguardia dei corsi d'acqua, la limitazione del rischio idraulico e consentendo il libero deflusso delle acque. Pertanto, superando le intersezioni del cavidotto con il reticolo idrografico tramite tecnologia TOC, il cui punto iniziale e finale della TOC è esterno alle aree di pertinenza fluviale, risulta superfluo definire specifiche indicazioni sul regime idraulico a monte e valle delle aree interessate, in quanto tale intervento, per come concepito, non altera il libero deflusso delle acque e garantisce l'assetto complessivo della rete idrografica, in accordo con le NTA del P.A.I.

Attualmente la massima lunghezza eseguibile con il sistema TOC si attesta intorno ai valori di 1.000 - 1.500 m per tubazioni aventi diametro massimo di 800 mm. Si specifica che, qualora l'intervento sia caratterizzato da lunghezze superiori, e perciò soggetto a limiti tecnologici, le interferenze saranno trattate adottando tutti gli accorgimenti tecnici, i materiali e le tecniche costruttive per evitare il dilavamento dei materiali esistenti e delle opere d'arte esistenti negli eventuali eventi di piena.

Le modalità con cui verranno realizzate le opere garantiscono le condizioni di sicurezza idraulica posizionandosi ad una profondità di almeno 3 m dalle opere imputate al deflusso delle acque.

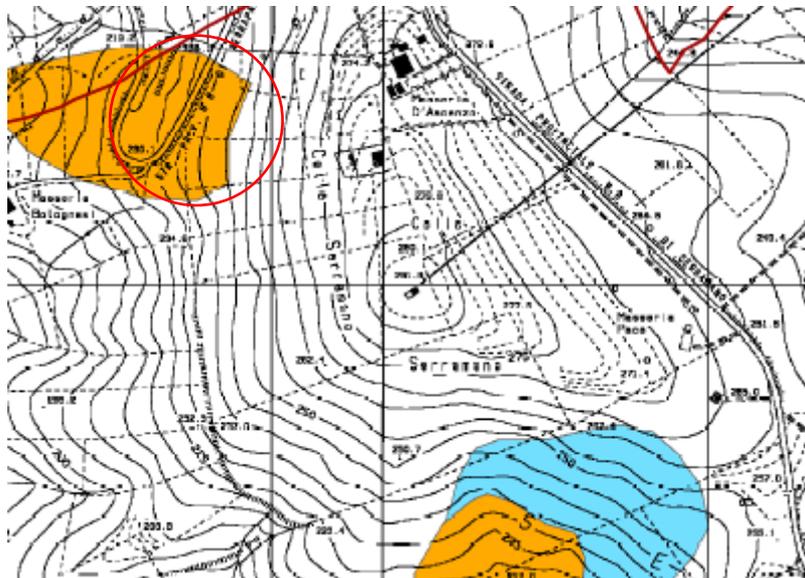
Inoltre, le interferenze del cavidotto con i canali saranno trattate adottando tutti gli accorgimenti tecnici, i materiali e le tecniche costruttive per evitare il dilavamento dei materiali esistenti e delle opere d'arte esistenti negli eventuali eventi di piena. Durante le lavorazioni saranno usati opportuni rilevatori e segnalatori per garantire la sicurezza degli operatori in occasione di un eventuale evento di piena.

Per quanto esposto, e alla luce della tipologia di intervento e delle accortezze tecnologiche ed esecutive utilizzate per superare le intersezioni del cavidotto interrato con il reticolo idrografico, per cui la posa avverrà tramite trivellazione orizzontale controllata, si ritiene non sia necessario effettuare uno studio di compatibilità idraulica in quanto le opere a farsi risultano già compatibili con il regime di tutela previsto dal P.A.I. come approfondite nell'elaborato MNT-CIV-TAV-017\_01.

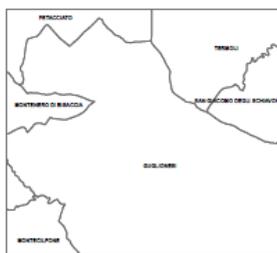
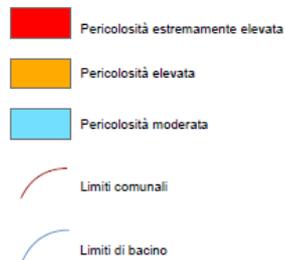
## **ANALISI DELLO STATO DEI LUOGHI E SCENARI DI RISCHIO**

Il versante oggetto di studio presenta pendenze modeste. Per cui le caratteristiche geotecniche dei litotipi presenti sono compatibili con le pendenze del versante. Il settore interessato dal tracciato che collega WTG01 a WTG06 non manifesta indizi di attività (assenza di gibbosità, assenza di aree in contro pendenza, assenza di ristagni d'acqua) che rimandano a fenomeni gravitativi attivi, anche le infrastrutture presenti sono esenti da fratture di trazione inoltre la verticalità delle opere di elettrificazione sono immutate.

Stralcio carta P.A.I. del fiume Biferno



### CARTA DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA E DA VALANGA



L'area è classificata a pericolosità elevata sulla scorta della presenza di frane quiescenti del tipo complesso cartografate da rilievo aerofotogrammetrico (progetto IFFI) e non sul campo, senza esecuzione di indagini specifiche.



*Iffi, pericolosità idrogeologica e pericolosità idraulica*

- Scheda frane di 1° Livello
  - Scheda frane di 2° Livello
  - Scheda frane di 3° Livello
- Tipologia di frana**
- Frane lineari
  - Crollo/Ribaltamento
  - Scivolamento rotazionale/traslativo
  - Espansione
  - Colamento lento
  - Colamento rapido
  - Sprofondamento
  - Complesso
  - Aree con crolli/ribaltamenti diffusi
  - Aree con sprofondamenti diffusi
  - Aree con frane superficiali diffuse
  - DGPV
  - n.d.

**Pericolosità Idrogeo**

- Pericolosità frane**
- Molto elevata P4
  - Elevata P3
  - Media P2
  - Moderata P1
  - Aree di Attenzione AA

- Pericolosità idraulica**
- Scenario P3
  - Scenario P2

## CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI

In base ai risultati delle prove penetrometriche, confrontati con i dati di bibliografia, alle unità litologiche riconosciute, può essere attribuito un comportamento geotecnico sostanzialmente omogeneo; nel caso in esame sono riconoscibili due unità al di sotto della copertura vegetale (1.20 metri dal p.c.).

### Unità geotecnica A

#### **Prof. 1.20-10.00 metri dal p.c..**

Limo argilloso inglobante livelletti e trovanti di natura arenacea. Consistente con passaggi a consistenza soda.

I parametri indicativi del comportamento geotecnico, di tipo misto coesivo granulare, stimabili per tale litotipo sono sintetizzati nello schema seguente:

$$\gamma = 1.85 \text{ t/m}^3$$

$$\phi' = 22^\circ$$

$$c' = 0.05 - 0.07 \text{ kg/cm}^2$$

$$c_u = 0.40 - 0.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 75/85 \text{ Kg/cm}^2$$

## CONSIDERAZIONI SISMICHE SECONDO IL D.M 17/01/2018

In considerazione dei litotipi presenti il sito può essere classificato come Suolo di fondazione di Categoria C.

Il criterio delle Vs30 non è l'unico da considerare poiché il testo di legge, che si ripete di seguito, recita:

*...per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (vedi Tab. 1)...*

**Richiamando pertanto la citata tabella come ulteriore criterio di determinazione oltre a quello delle Vs30.**

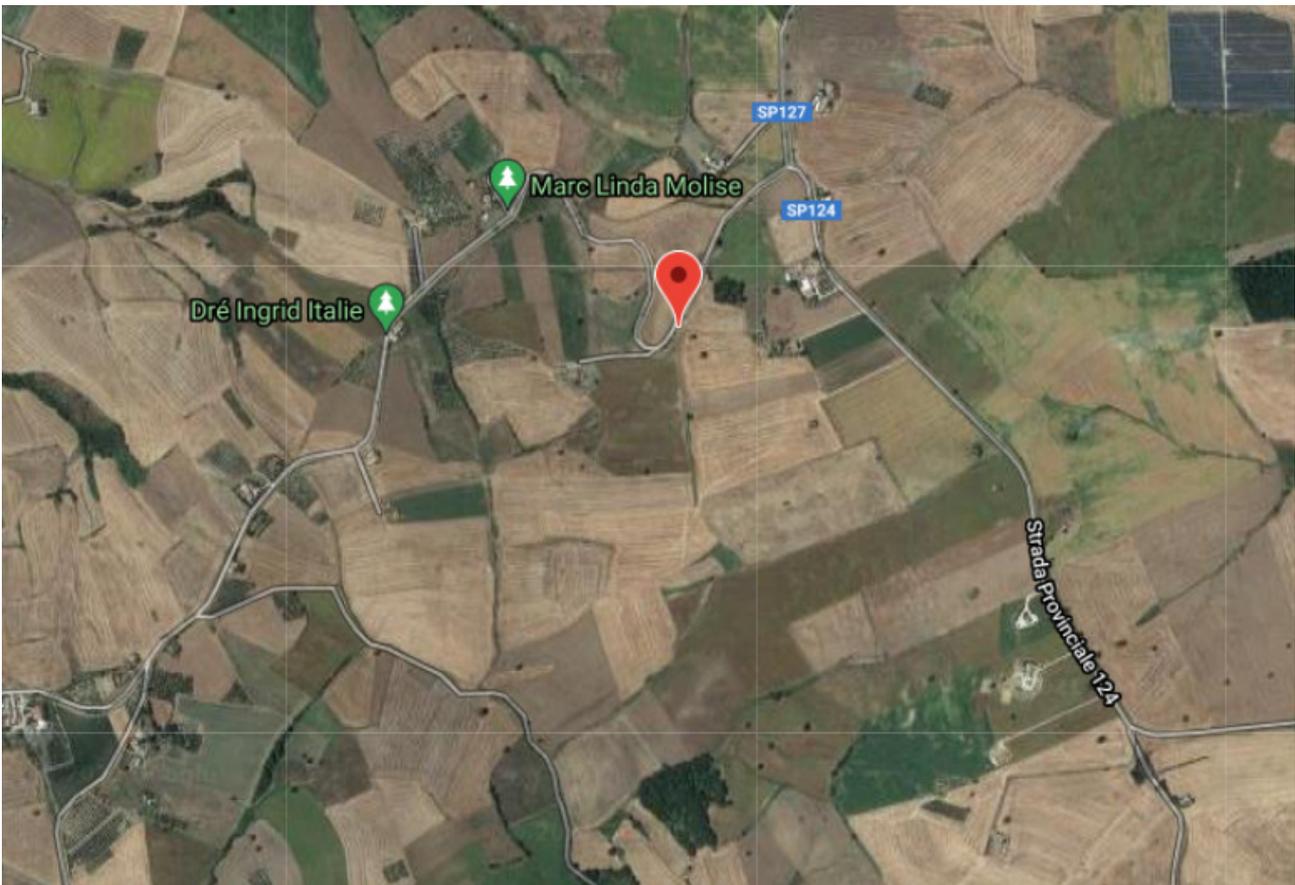
La caratterizzazione seguente ottempera ai dettami di cui al D.M. 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

La nuova normativa prevede che la sicurezza e le prestazioni di un'opera o parte di essa devono essere valutate in base agli stati limite (SLU-stati limite ultimi, SLE-stati limite di esercizio) che si possono verificare nel corso della vita nominale  $V_n$ .

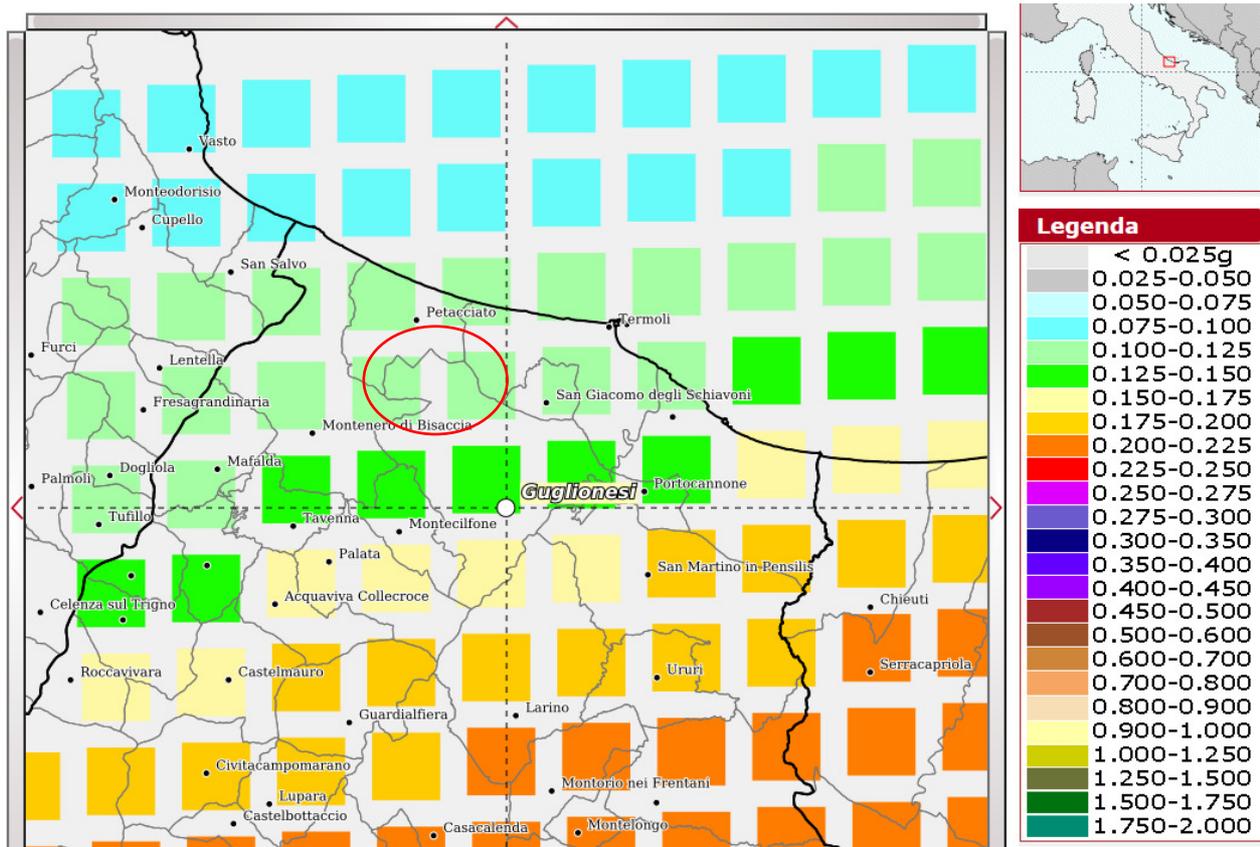
Si è proceduto alla definizione degli Stati Limite attraverso 3 fasi distinte:

1. Individuazione della pericolosità del sito.
2. Scelta della strategia di progettazione.
3. Determinazione dell'azione di progetto.

**PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE**



Il comune di Montenero di Bisaccia (CB) è localizzato in un settore a bassa pericolosità sismica tanto che la nuova mappa prevede per il suo bedrock (o suolo rigido con  $V_s > 800$  m/s) la probabilità di superamento del 10% in 50 anni di un valore convenzionale di accelerazione massima orizzontale ( $a_g$ ) variabile da 0.125 a 0.150 g.



Per valutare la pericolosità sismica di un luogo è necessario innanzitutto conoscere la sua storia sismica, quindi avere una lista dei terremoti che hanno colpito la zona quanto più completa ed estesa nel tempo.

Per il comune di Montenero di Bisaccia/G, sono stati identificati 14 eventi dal 1900 al 2002.

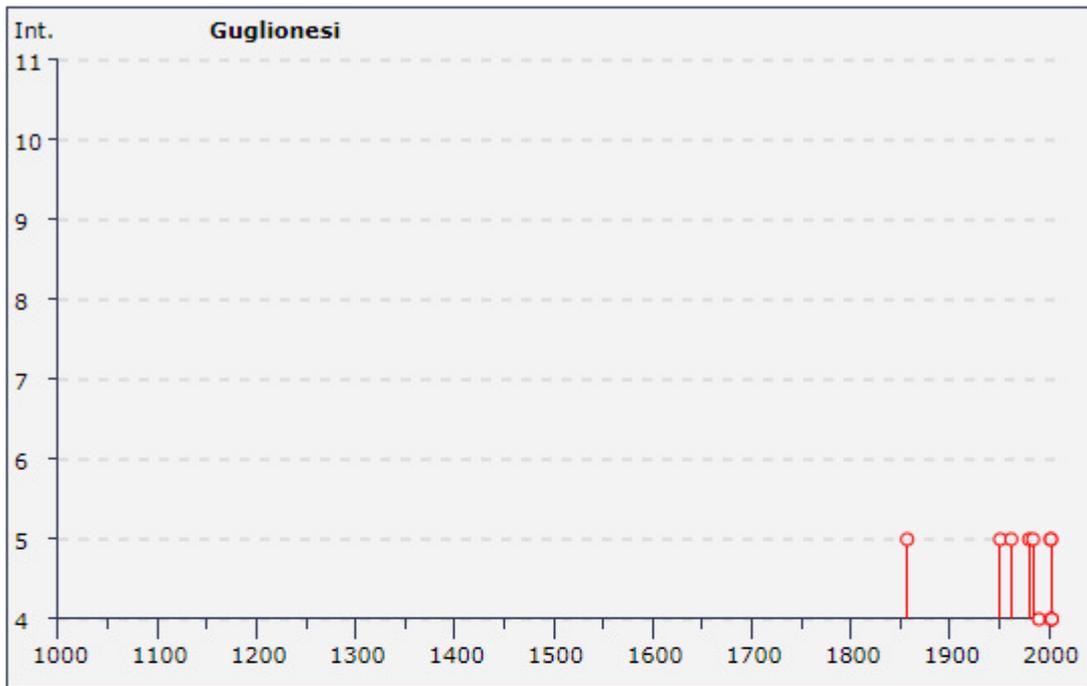
Il maggior evento sismico che ha avuto risentimento nel territorio è quello del 2002 (Molise). Di seguito vengono illustrati i grafici degli eventi con i valori delle intensità sismiche.

**Storia sismica di Guglionesi**  
**[41.912, 14.914]**



Numero di eventi: 16

Effetti		In occasione del terremoto del:			
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	
5	1857 12 16 21:15	Basilicata	340	11 7.03 ±0.08	
NF	1894 03 25	LESINA	29	6-7 4.75 ±0.39	
5	1951 01 16 01:11	Gargano	73	7 5.35 ±0.20	
5	1962 08 21 18:19	Irpinia	262	9 6.13 ±0.10	
5	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10 6.89 ±0.09	
5	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8 5.89 ±0.09	
3-4	1989 03 11 21:05	Gargano	50	5 4.52 ±0.16	
4	1990 05 05 07:21	Potentino	1374	5.80 ±0.09	
5	2002 10 31 10:32	MOLISE	51	7-8 5.74 ±0.09	
5	2002 11 01 15:09	Subapp. Dauno	645	5.72 ±0.09	
4	2002 11 12 09:27	Subapp. Dauno	177	5-6 4.64 ±0.09	
4	2003 01 27 04:03	Monti dei Frentani	64	5-6 4.27 ±0.14	
3-4	2003 06 01 15:45	Molise	516	5 4.50 ±0.09	
4	2003 12 30 05:31	Monti dei Frentani	339	5-6 4.57 ±0.09	
NF	2005 03 01 05:41	Monti dei Frentani	137	5 3.97 ±0.18	
3-4	2006 05 29 02:20	Promontorio del Gargano	384	5-6 4.63 ±0.09	



[download]

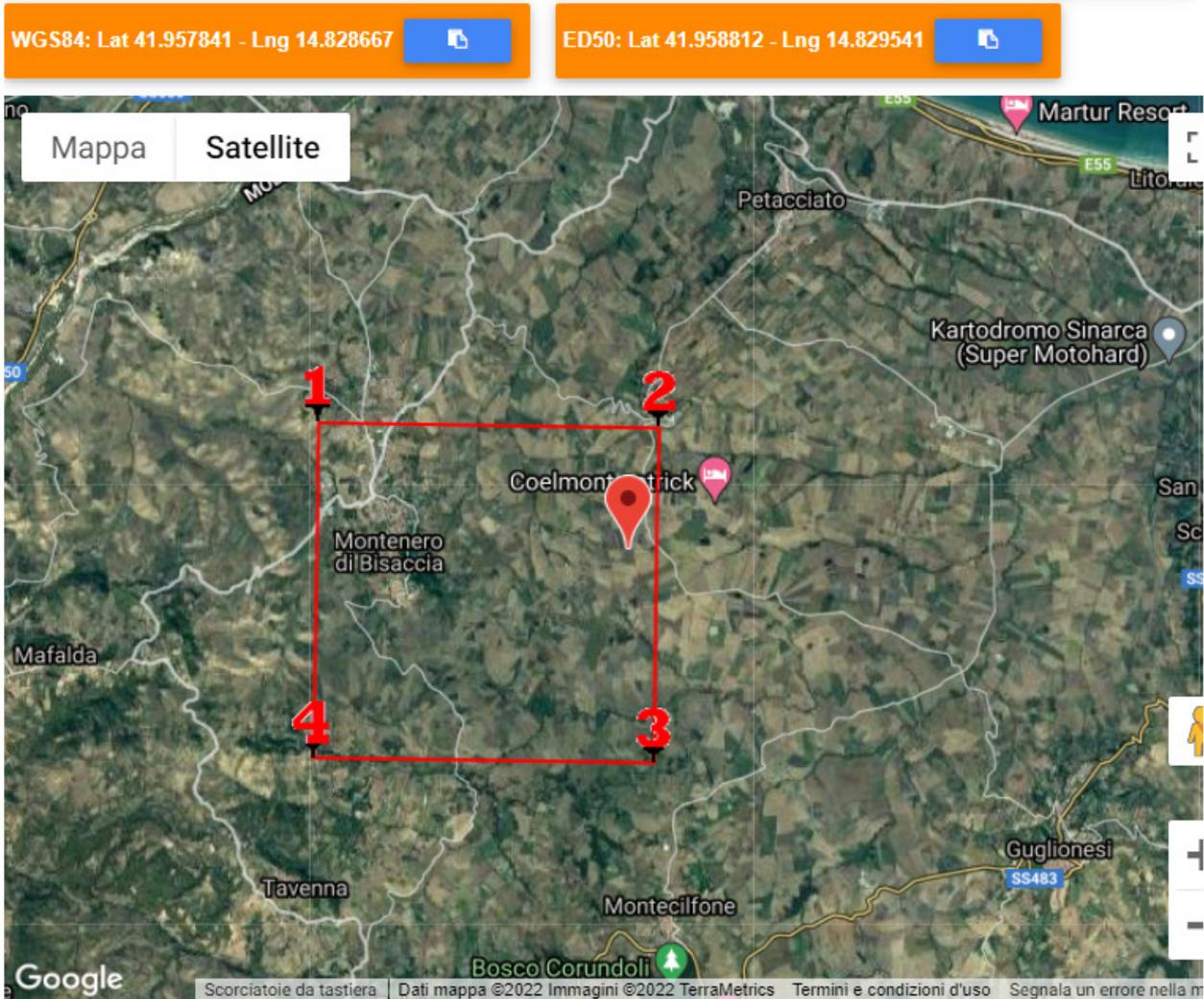


Tipo di terreno	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina 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 fina 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.

**Condizioni topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
<b>T1</b>	<b>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></b>
<b>T2</b>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	St
<b>T1</b>	-	<b>1.0</b>
<b>T2</b>	In corrispondenza della sommità del pendio	<b>1.2</b>
<b>T3</b>	In corrispondenza della cresta del rilievo	<b>1.2</b>
<b>T4</b>	In corrispondenza della cresta del rilievo	<b>1.4</b>



Visualizza vertici della maglia di appartenenza

### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	F <sub>o</sub>	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.042	2.459	0.295
Danno (SLD)	50	0.052	2.487	0.333
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.120	2.612	0.406
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.151	2.627	0.434
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

1 0.1

Cat. Sottosuolo: C

Cat. Topografica: T1

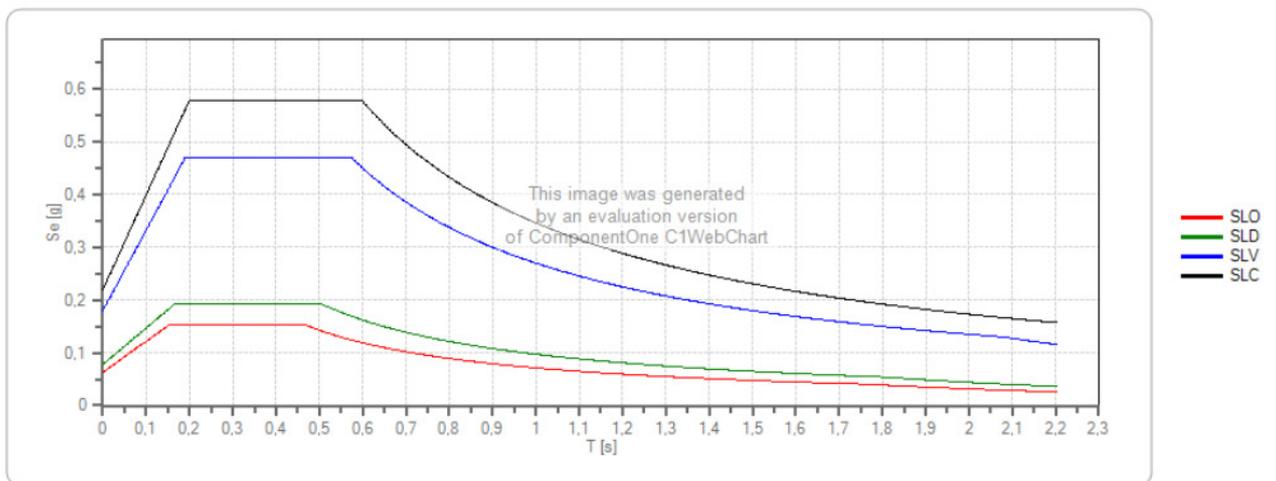
	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,46
CC Coeff. funz categoria	1,57	1,51	1,41	1,38
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

**$a_{max} = S \cdot a_g = (SS \cdot ST) \cdot a_g$**  [7.11.5] NTC 2018 7.11.3.5.2 Metodi di analisi.

**Amax=0.18g**

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



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,042	2,459	0,295	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,154	0,463	1,767
SLD	1	0,052	2,487	0,333	1,500	1,510	1,000	1,500	1,000	0,167	0,502	1,808
SLV	1	0,120	2,612	0,406	1,500	1,410	1,000	1,500	1,000	0,191	0,573	2,081
SLC	1	0,151	2,627	0,434	1,460	1,380	1,000	1,460	1,000	0,199	0,598	2,203

## CONCLUSIONI

Il substrato direttamente interessato dalle opere in titolo (eccetto i primi 1.50 metri presenta proprietà meccaniche sufficienti, in tal senso, per il dimensionamento delle strutture da realizzare il Tecnico calcolatore potrà fare riferimento alla caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica precedentemente fornita.

Non sono stati riscontrati movimenti eversivi profondi in atto (ma solo movimenti superficiali allo stato attuale quiescenti), l'area è a pendenza moderata e non sono stati rilevati segni di dissesto seppure il P.A.I. classifica la zona a pericolosità elevata.

**Il versante appare in discrete condizioni di stabilità; infatti dai rilievi di campagna e dall'esame delle prove effettuate non sono stati rilevati elementi tali da far ipotizzare l'esistenza di movimenti di massa rilevanti in atto. Allo stato attuale, pertanto, si ritiene che il sito in esame sia morfologicamente idoneo ad accogliere opere a condizione di un dimensionamento corretto. Certo va superata per la messa in posto la coltre eluvio-colluviale nell'ordine dei 1.50 metri.**

**L'area oggetto del presente lavoro si inserisce in condizioni morfologiche compatibili con le litologie presenti. E' un'area attualmente stabile seppure rientrando nelle aree del PAI a pericolosità elevata.**

Da un punto di vista litologico è costituita da sequenze argillose e argilloso marnose.

Per quanto riguarda l'aspetto litodinamico va senz'altro esclusa la possibilità di fenomeni di liquefazione non sussistendo termini litologici e condizioni idrauliche caratteristicamente soggetti a tali fenomeni.

Per il dimensionamento delle strutture da realizzare il Progettista potrà fare riferimento alla situazione litostratigrafica precedentemente fornita unitariamente alla relativa caratterizzazione geotecnica e stratigrafica del terreno di fondazione.

Considerando eventuali oscillazioni del livello idrico è opportuno mantenere le condizioni drenate del terreno di fondazione attraverso opportuni sistemi di drenaggio a contorno delle opere necessari anche al convogliamento delle acque superficiali onde evitare il progressivo decadimento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni.

Inoltre si ricorda che il Comune di Montenero di Bisaccia è classificato sismico e che il sito oggetto di studio è classificato, ai fini dell'azione sismica, come Suolo di fondazione di Categoria C.

Sulla base di tutte le informazioni acquisite si può concludere che non sussistono preclusioni di tipo geologico e geotecnico alla realizzazione delle opere in titolo.

MARUGGIO, Gennaio 2022

IL TECNICO

Geol. Antonio Mattia FUSCO



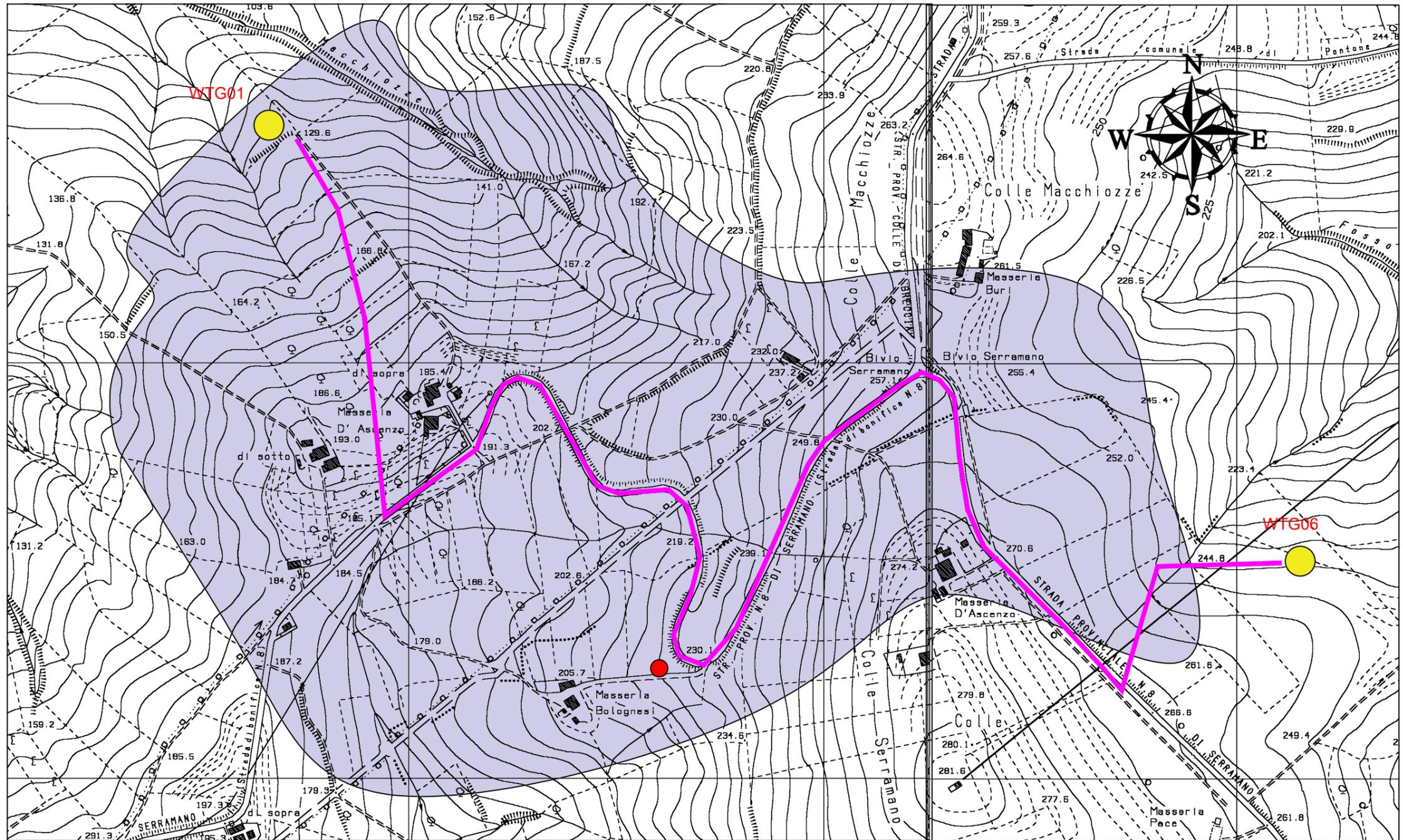
**Allegati:**

**CARTA GEOMORFOLITOLOGICA**

**CARTA IDROGEOLOGICA**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**

CARTA GEOMORFOLITOLOGICA CON UBICAZIONE INDAGINI SCALA 1:5000



LEGENDA

Litologia

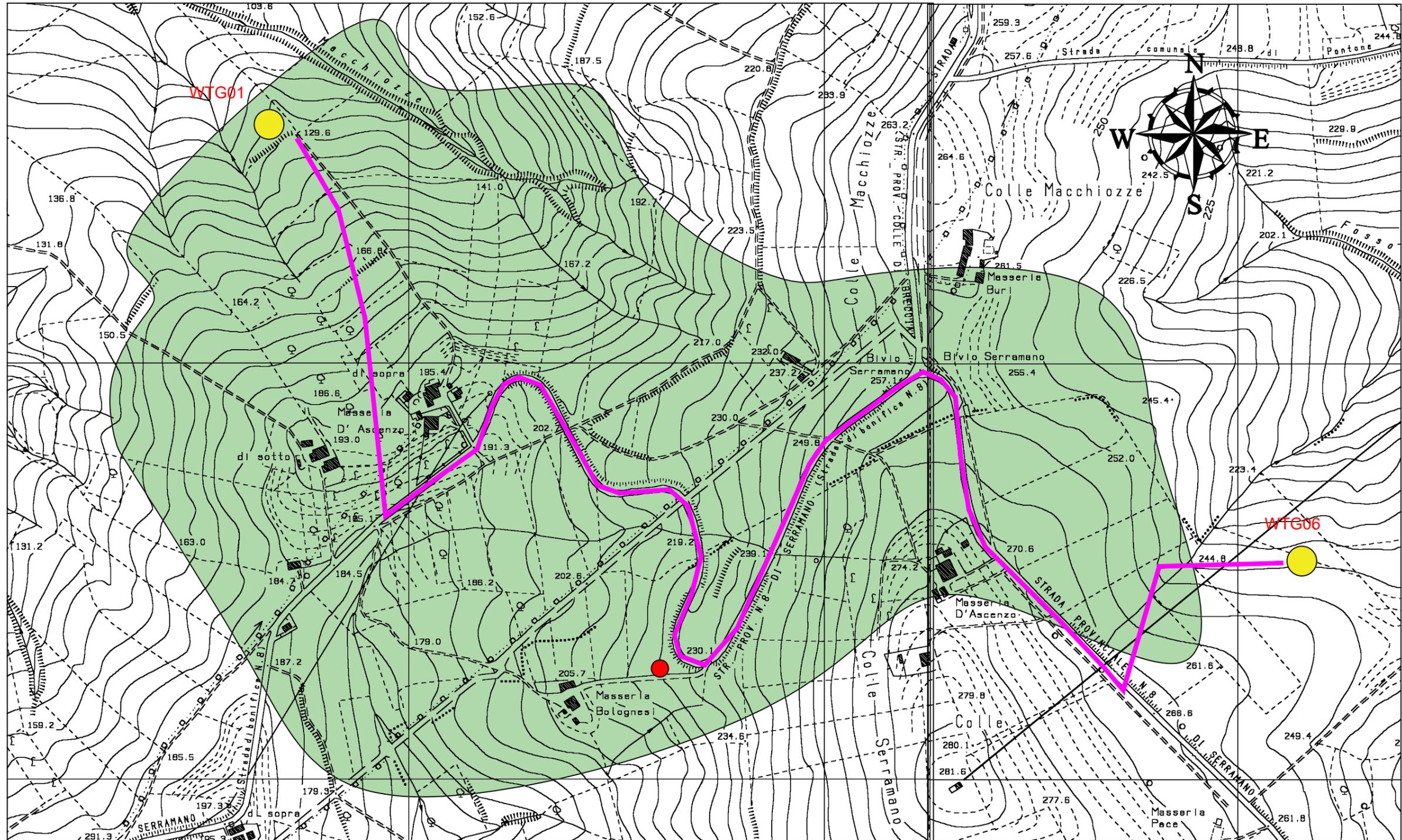
Argille limose azzurre con a luoghi passaggi limo-sabbiosi.

Geomorfologia

Indagini geognostiche

Prove penetrometriche dinamiche del tipo Dpsh

CARTA GEOMORFOLITOLOGICA CON UBICAZIONE INDAGINI SCALA 1:5000



LEGENDA DELLA CARTA IDROGEOLOGICA

- Complesso argilloso-marnoso:** composto dai termini litologici appartenenti alle Argille Varicolori Sannitiche (AVS). Si tratta di argilliti con sporadiche intercalazioni centimetriche e decimetriche di marne e calcari micritici. Costituiscono limiti di permeabilità per li acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e , nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli acquiclude di importanza significativa in quanto tamponano alla base tutti gli acquiferi più importanti; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità , per porosità e fessurazione, è variabile da impermeabile a molto bassa. A tale complesso si può quindi attribuire un coefficiente di permeabilità  $k$  variabile tra  $1 \cdot 10^{-10}$  e  $1 \cdot 10^{-8}$  m /s.

---

# PROVA ..DPSH Nr.1

Strumento utilizzato... PENETROMETRO DEEP DRILL SP200  
Prova eseguita in data 11/12/2021  
Profondità prova 12,00 m  
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,30	3	0,853	20,13	23,61	1,01	1,18
0,60	14	0,797	81,91	102,78	4,10	5,14
0,90	7	0,842	43,24	51,39	2,16	2,57
1,20	4	0,836	24,56	29,36	1,23	1,47
1,50	8	0,831	45,75	55,04	2,29	2,75
1,80	8	0,826	45,48	55,04	2,27	2,75
2,10	6	0,822	33,92	41,28	1,70	2,06
2,40	6	0,817	31,74	38,84	1,59	1,94
2,70	7	0,813	36,83	45,31	1,84	2,27
3,00	7	0,809	36,64	45,31	1,83	2,27
3,30	7	0,805	34,43	42,78	1,72	2,14
3,60	8	0,801	39,16	48,90	1,96	2,44
3,90	8	0,797	36,92	46,31	1,85	2,32
4,20	8	0,794	36,76	46,31	1,84	2,32
4,50	8	0,790	36,60	46,31	1,83	2,32
4,80	7	0,787	30,29	38,49	1,51	1,92
5,10	7	0,784	30,17	38,49	1,51	1,92
5,40	9	0,781	38,65	49,48	1,93	2,47
5,70	7	0,778	29,95	38,49	1,50	1,92
6,00	9	0,775	36,54	47,12	1,83	2,36
6,30	8	0,773	32,37	41,88	1,62	2,09
6,60	9	0,770	36,30	47,12	1,81	2,36
6,90	9	0,768	34,53	44,97	1,73	2,25
7,20	8	0,766	30,60	39,97	1,53	2,00
7,50	9	0,763	34,33	44,97	1,72	2,25
7,80	8	0,761	29,10	38,23	1,46	1,91
8,10	9	0,759	32,65	43,01	1,63	2,15
8,40	10	0,757	36,18	47,78	1,81	2,39

8,70	9	0,755	31,13	41,21	1,56	2,06
9,00	8	0,753	27,60	36,63	1,38	1,83
9,30	7	0,752	24,09	32,05	1,20	1,60
9,60	9	0,750	29,66	39,55	1,48	1,98
9,90	10	0,748	32,88	43,95	1,64	2,20
10,20	9	0,747	29,53	39,55	1,48	1,98
10,50	10	0,745	31,48	42,25	1,57	2,11
10,80	11	0,743	34,55	46,48	1,73	2,32
11,10	9	0,742	27,16	36,61	1,36	1,83
11,40	10	0,740	30,12	40,68	1,51	2,03
11,70	8	0,739	24,04	32,55	1,20	1,63
12,00	9	0,737	26,99	36,61	1,35	1,83

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo	Tensione efficace (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coeff. di correlaz. con Nspt	Nspt	Descrizione
1,2	7	51,79	coesivo	0,11	1,16	8	argilla marrone
12	8,31	42,77	coesivo	1,28	1,16	9	argilla marrone e avana

### STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA DPSH Nr.1

Coesione non drenata

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) argilla marrone	8	0,00-1,20	Terzaghi-Peck	0,54
Strato (2) argilla marrone e avana	9	1,20-12,00	Terzaghi-Peck	0,61

Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) argilla marrone	8	0,00-1,20	Robertson (1983)	16,00
Strato (2) argilla marrone e avana	9	1,20-12,00	Robertson (1983)	18,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) argilla marrone	8	0,00-1,20	Stroud e Butler (1975)	36,70
Strato (2) argilla marrone e avana	9	1,20-12,00	Stroud e Butler (1975)	41,29

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm <sup>2</sup> )
Strato (1) argilla marrone	8	0,00-1,20	Schultze	71,60
Strato (2) argilla marrone e avana	9	1,20-12,00	Schultze	83,10

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato (1) argilla marrone	8	0.00-1,20	A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato (2) argilla marrone e avana	9	1,20-12,00	A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) argilla marrone	8	0.00-1,20	Meyerhof ed altri	1,90
Strato (2) argilla marrone e avana	9	1,20-12,00	Meyerhof ed altri	1,94

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) argilla marrone	8	0.00-1,20	Meyerhof ed altri	1,91
Strato (2) argilla marrone e avana	9	1,20-12,00	Meyerhof ed altri	2,13

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) argilla marrone	8	0.00-1,20	8	Meyerhof (1956)	22,29
Strato (2) argilla marrone e avana	9	1,20-12,00	9	Meyerhof (1956)	22,57

CAMPOBASSO, li 11/12/2021

GEOLOGO ROBERTO LOMBARDI

