DOTT. GEOL. CARMINE BONVINO
studio tecnico di geologia e diagnosi ambientale
16149 Genova via Cantore, 8/Q

Consulente del Tribunale
Certificatore n 7281 Liguria
Tecnico in acustica n 2497 ENTECA

Geologia
Geotecnica
Elettromagnetismo
Acustica ambientale
Sicurezza del lavoro
Certificazioni energetiche

CODICE IDENTIFICATIVO DOCUMENTO
974/G/21 REV 01

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA PRELIMINARE

Oggetto:
Indagini geognostiche per la realizzazione di un parco eolico presso il passo della Bocchetta

Localizzazione:
P.so della Bocchetta - Monte Poggio – Monte Calvo

Tipo di elaborato:
Relazione geologico-tecnica

Richiedente:
SEVA srl
Corso Sempione 33 – 20145 MILANO
P. IVA 00196480073

Data
5 maggio 2021



INDICE

1 - PREMESSA 3

2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3

3– INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO 4

4 – INDAGINI IN SITO 6

5 – MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO 14

5.1 – Coltre 14

5.2 – Substrato roccioso 15

6 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO 16

7 – ESAME DEL PROGETTO ED INDICAZIONI OPERATIVE 17

8– ASPETTI AMMINISTRATIVI 18

8.1 – Decreto MIT 17 gennaio 2018 18

8.2 – Vincolo idrogeologico 19

8.3 – Frane PdB 19

8.4 – Suscettività dissesto PdB 20

8.5 – Rischio idrogeologico PdB 20

9– CONSIDERAZIONI SU PRESENZA DI AMIANTO 21

10– CONCLUSIONI 22

ALLEGATI

- ✓ **TAVOLA A: Carta di analisi 1:10000**
- ✓ **TAVOLA B: Calcolo capacità portante terreno di fondazione**

1 - PREMESSA

I lavori in progetto consistono nella realizzazione di un parco eolico, costituito da 5 torri, in località Passo della Bocchetta nei pressi del monte Poggio in comune di Genova. I lavori comprendono gli scavi e la costruzione delle fondazioni sulle quali verranno erette le cinque torri. In particolare il progetto prevede l'installazione di n. 5 aerogeneratori ad asse orizzontale del tipo VESTAS V112-94 della potenza elettrica nominale di 3220 kW cadauno per una potenza elettrica nominale complessiva pari a 16.1 MW

Lo scrivente studio tecnico è stato incaricato dal richiedente di eseguire le opportune indagini geologiche al fine di orientare correttamente le scelte progettuali come richiesto dalla normativa.

In tal senso le indagini vengono svolte con lo scopo di individuare:

- modello geologico del sito di riferimento
- pericolosità geologica del sito
- caratterizzazione e modellazione geotecnica del volume significativo
- valutazione dell'interazione opera/terreno
- modellazione sismica del sito

Tenuto conto delle peculiarità dell'opera e della sua specifica ubicazione, le informazioni sono state acquisite mediante:

- consultazione della cartografia tecnica comunale e regionale
- consultazione della bibliografia reperibile sull'argomento
- esecuzione di sopralluoghi in sito
- prove di sismica attiva e passiva
- rilevamento geomeccanico

2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

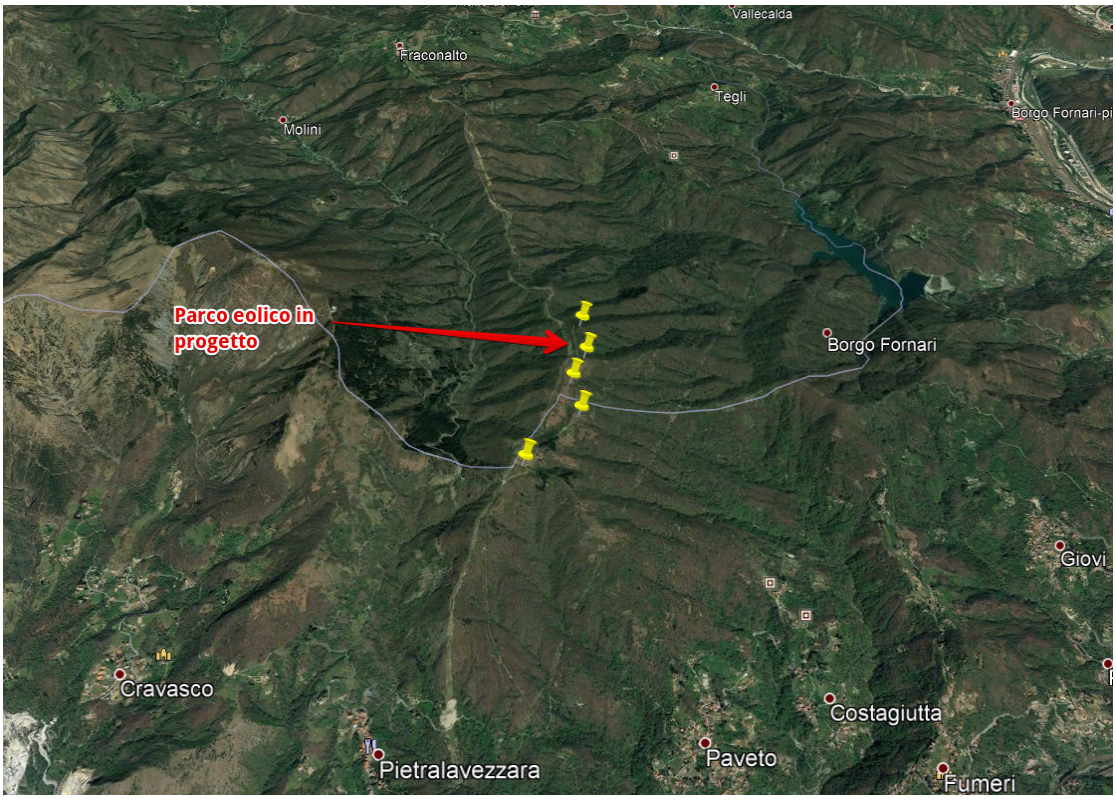
- ✓ Decreto MIT 17 gennaio 2018
- ✓ Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale.

- ✓ Eurocodice 8 (1998)
  Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici
- ✓ Eurocodice 7.1 (1997)
  Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI
- ✓ Eurocodice 7.2 (2002)
  Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- ✓ Eurocodice 7.3 (2002)
  Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI
- ✓ D.M. 11.03.1988
  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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- ✓ D.G.R. n. 1362/2010
- ✓ R.D. 3267/23
- ✓ Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. di Mignanego.

3– INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area di intervento è individuata sulla cartografia tecnica regionale in scala 1:10000, Foglio Genova, sulla tavoletta 213030 in particolare il sito è ubicato lungo il confine tra la Regione Liguria e la Regione Piemonte, nel comune di Mignanego in provincia di Genova.
Il parco eolico in oggetto verrà realizzato lungo la dorsale che collega il Passo della Bocchetta con Monte Calvo passando attraverso Monte Poggio, ad una quota compresa tra 750 m e 820 m s.l.m.

La dorsale si sviluppa con direzione N-S creando un arco con la convessità rivolta a Ovest.



Tale zona appartiene ad un contesto geomorfologico di tipo montano e risulta essere caratterizzata, lungo la parte bassa dei versanti e lungo le incisioni, da una fitta copertura boschiva e da prati a raso sulle vette e lungo i crinali.

Il substrato roccioso dell'area in esame è costituito da formazioni appartenenti all'Unità Tettonometamorfica Figogna, ovvero Argilloscisti di Mignanego, Argilloscisti di Costagutta, Metabasalti di M.te Figogna.

Gli argilloscisti di Mignanego sono costituiti da argilloscisti neri, a patina sericitica, con intercalazioni di metasiltiti. Lo spessore degli strati è generalmente centimetrico.

Gli argilloscisti di Costagutta sono costituiti da una alternanza di argilloscisti e calcari cristallini, metapeliti scistose grigio-nerastre, più o meno siltose con intercalazioni di metacalcilutiti siltose più o meno marnose di colore grigio o

grigio bruno in strati e banchi, più frequenti alla base della sequenza. Sono caratterizzati da strati a spessore generalmente centimetrico.
I metabasalti del M.te Figogna sono costituiti da matabasalti in cuscini, più raramente massici e in filoni a tessitura doleritica. Essi sono talvolta caratterizzati da una scistosità penetrativa.
Il substrato roccioso si presenta in variabile stato di conservazione ed è spesso sormontato da un cappellaccio di alterazione di spessore molto variabile, in funzione sia delle condizioni geomorfologiche attuali che dei lineamenti paleogeografici antichi.
Per quanto riguarda l'aspetto idrogeologico, i fattori che condizionano la circolazione delle acque nel sottosuolo sono essenzialmente legati alle caratteristiche di permeabilità delle coltri e delle rocce ed ai rapporti stratigrafici e tettonici esistenti tra complessi a diversa permeabilità relativa.
Nell'area in esame si ipotizza l'esistenza di un sensibile contrasto di permeabilità tra le coltri detritiche, costituite da depositi eluvio-colluviali, ed il substrato roccioso. Infatti, mentre le coltri sono da considerarsi sostanzialmente permeabili per porosità, con coefficienti variabili in funzione delle classi granulometriche che le compongono, il substrato roccioso è variamente permeabile per fratturazione e fessurazione, in relazione al grado di alterazione della roccia.
Le acque meteoriche defluiscono naturalmente lungo i versanti verso i rii principali senza alcun tipo di disciplina, concorrendo alla formazione di ruscellamenti incanalati e/o diffusi.

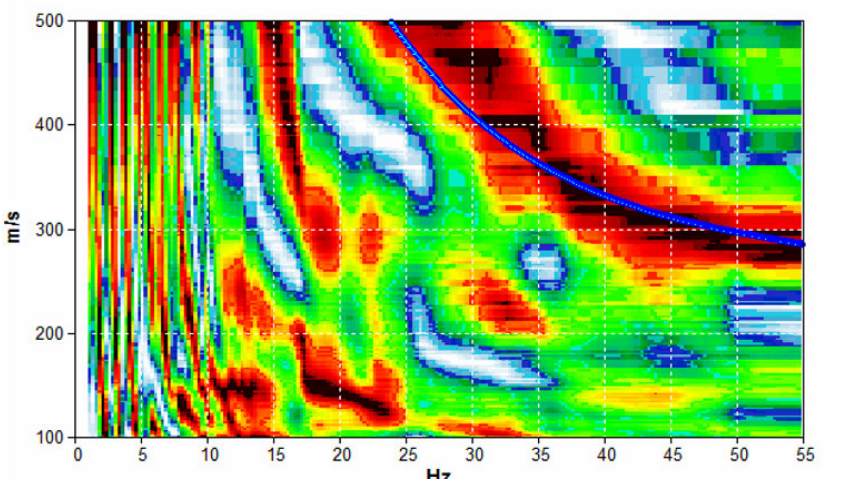
4 – INDAGINI IN SITO

Le indagini sismiche, più che per confermare la stratigrafia già resa chiara dai vari spaccati e affioramenti visibili nell'area di interesse, è stata effettuata per individuare i parametri sismici richiesti dalla normativa.

La campagna ha compreso due stese di sismica attiva e 4 punti di simica passiva mediante l'utilizzo di uno strumento per la registrazione sismica a stazione singola (Tromino).
Per valutare i parametri geomeccanici del substrato roccioso è stata effettuata anche una stazione geomeccanica.

Indagini sismiche attive

Sono state realizzate due stese di sismica attiva delle quali si riporta qui di seguito quella che ha offerto maggior chiarezza di interpretazione. La stesa ha lunghezza pari a 33 metri con un intervallo di 3 metri tra le energizzazioni. Il segnale registrato è stato poi analizzato attraverso uno specifico software. È stato dunque ricavato il grafico seguente che rappresenta un modello della curva di dispersione dello spettro di velocità di fase dell'onda di Rayleigh, ottenuta mediante un processo di inversione.



MODELLED RAYLEIGH WAVE PHASE VELOCITY DISPERSION CURVE

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.90	0.90	155	0.35
3.90	3.00	350	0.35
8.65	4.75	500	0.35
inf.	inf.	750	0.35

Vs(0.0-30.0)=573m/s

Da questi dati si ottiene, per il primo strato, una velocità delle onde S di circa 155 m/s, e una profondità di circa un metro. Mentre per il secondo strato abbiamo una velocità superiore intorno ai 350 m/s, successivamente, a partire da 4 metri di profondità le velocità risultano superiori a 500 m/s.

Indagini sismiche passive

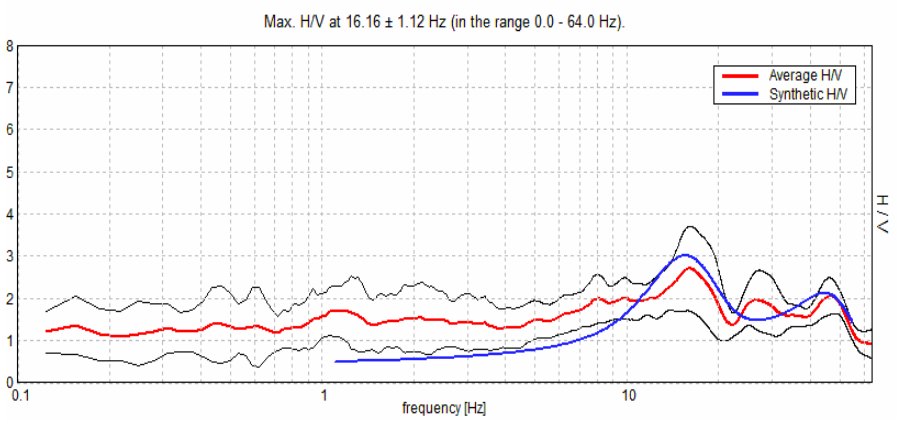
Le indagini di sismica passiva effettuate hanno permesso di ottenere la frequenza di risonanza del terreno e di determinare la velocità delle onde S entro i primi trenta metri di profondità (V_{S30}).

Sul terreno, è stato misurato il noise ambientale per un intervallo di tempo pari a dieci minuti. Il segnale così registrato è stato poi analizzato attraverso un software specifico facendo l'analisi H/V degli spettri. Grazie a questo tipo di analisi sono stati ricavati i grafici seguenti i quali ci indicano la frequenza dell'onda sismica che viene amplificata dal terreno, ovvero la frequenza di risonanza propria del terreno stesso. Anche in questo caso vengono riportati i risultati che hanno offerto maggior chiarezza di interpretazione.

Sismica 1

Questa indagine sismica passiva è stata effettuata in parallelo con una stesa sismica M.A.S.W.; in questo caso siamo in presenza di tre picchi principali molto ravvicinati ed a basse frequenze, indice della presenza di più discontinuità a poca profondità.

Frequenza di risonanza principale del terreno = circa 16 Hz

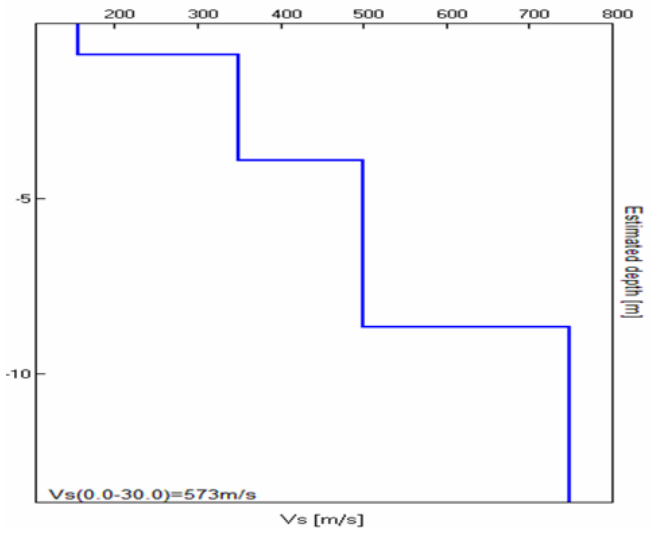


I risultati , perfettamente sovrapponibili con i valori ottenuti con la prova attiva, ci indicano la presenza di tre principali strati a differente velocità di onde S, con limiti tra essi molto accentuati:

Un primo strato a velocità molto bassa (155 m/s) costituito da terreno vegetale e coltre caratterizzata da ghiaie e sabbie, un secondo strato costituito dal cappellaccio di alterazione del substrato roccioso con velocità dell'ordine dei 350 m/s, infine a 4 metri di profondità troviamo gli argilloscisti con velocità delle onde S a partire da 500 m/s e crescenti con la profondità. L'elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire anche il profilo di velocità delle onde S in sottosuolo e di ricavare la V_{S30} propria del sito. Nella figura seguente è riportato il profilo di velocità delle onde di taglio ricostruito per il sito in esame; da questo è stata determinata una V_{S30} intorno ai 573 m/s che si ritiene essere rappresentativa del sito in esame.

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.90	0.90	155	0.35
3.90	3.00	350	0.35
8.65	4.75	500	0.35
inf.	inf.	750	0.35

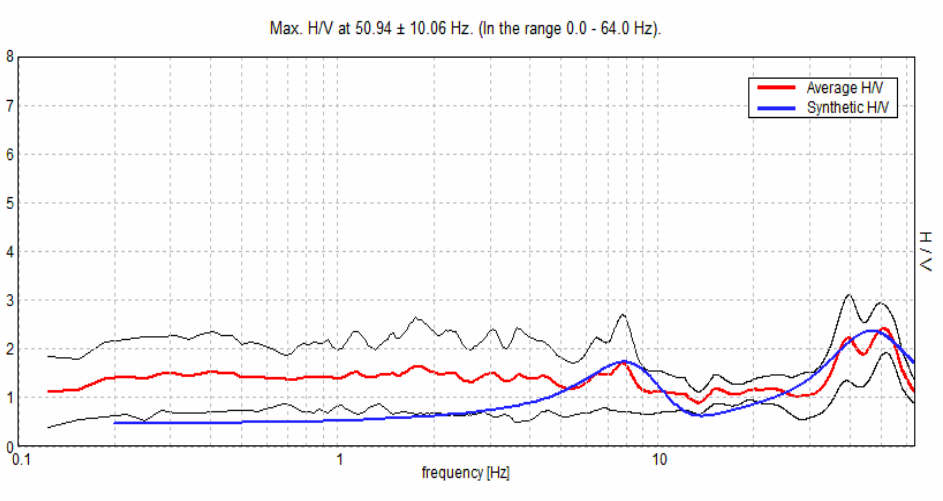
Vs(0.0-30.0)=573m/s



Sismica 2

Questa indagine sismica passiva è stata effettuata in prossimità di una torre anemometrica presente nelle vicinanze del Monte Poggio; in questo caso siamo in presenza di due picchi principali molto ravvicinati ed a frequenze molto basse, indice della presenza di più discontinuità a poca profondità.

Frequenza di risonanza principale del terreno = circa 51 Hz



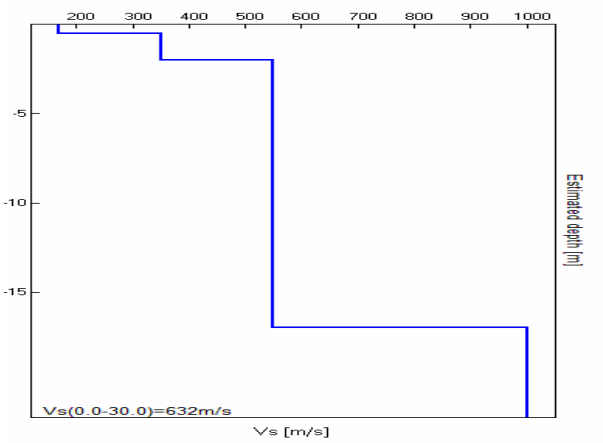
I risultati ottenuti, anche in questo caso, ci indicano la presenza di tre principali strati a differente velocità di onde S, con limiti tra essi molto accentuati:

Un primo strato a velocità molto bassa (170 m/s) costituito da terreno vegetale e coltre caratterizzata da ghiaie e sabbie, un secondo strato costituito dal cappellaccio di alterazione del substrato roccioso con velocità dell'ordine dei 350 m/s, infine a solo 2 metri di profondità troviamo gli argilloscisti con velocità delle onde S a partire da 550 m/s. In questo caso è presente una terza discontinuità ad una profondità di circa 17 metri; probabile passaggio o ad argilloscisti più compatti o superficie di contatto con la Formazione dei Metabasalti del monte Figogna. L'elaborazione dei dati ha permesso di ricostruire anche il profilo di velocità delle onde S in sottosuolo e di ricavare la V_{S30} propria del sito. Nella figura seguente è riportato il profilo di velocità delle

onde di taglio ricostruito per il sito in esame; da questo è stata determinata una V_{S30} intorno ai 632 m/s che si ritiene essere rappresentativa del sito in esame.

Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.50	0.50	170	0.35
2.00	1.50	350	0.35
17.00	15.00	550	0.35
inf.	inf.	1000	0.35

Vs(0.0-30.0)=632m/s



Stazione geomeccanica

Al fine di caratterizzare meglio il substrato roccioso è stata realizzata una stazione geomeccanica. Il luogo prescelto, posto nelle vicinanze dell'area dove verranno installate le pale eoliche potrebbe essere un antico luogo di prelievo di materiale lapideo e vi si può prendere visione di un ampio affioramento della roccia di substrato.

Si tratta di argilloscisti e calcari cristallini, metamorfici con numerose deformazioni sovrapposte, caratterizzati da una stratificazione centimetrica e dalla presenza di numerose pieghe alla scala metrica; sono inoltre presenti almeno tre importanti sistemi di frattura: F1 70/75, F2 150/70 e F3 295/70.

Queste, incrociandosi con gli strati deformati, creano blocchi di piccole dimensioni.

L'analisi dell'ammasso roccioso effettuata con il metodo di Bieniawski (il cui rapporto riassuntivo viene riportato qui di seguito) rivela caratteristiche che definiscono l'ammasso come "mediocre".

Risultati relativi a Rock Mass Rating (RMR)

Resistenza a compressione Su (MPa)	Rock Quality Designation (RQD)
22.85	40.60058497

V1	V2	V3	V4	V5
2	5	3	5	6

V1 è un parametro che dipende dalla persistenza (continuità) del giunto V2 è un parametro che dipende dall'apertura del giunto

V3 è un parametro che dipende dalla rugosità del giunto

V4 è un parametro che dipende dal grado di alterazione delle pareti

V5 è un parametro che dipende dal materiale di riempimento presente

A1	A2	A3	A4	A5	A6
3.05393258	8.29761954	6.5	21	15	-7

A1 è un valore numerico derivato dalla resistenza della roccia intatta A2 è un valore numerico derivato dall'indice RQD

A3 è un valore numerico derivato dalla spaziatura delle discontinuità A4 è un valore numerico derivato dalle condizioni delle discontinuità A5 è un valore numerico derivato dalle condizioni idrauliche

A6 è un indice di correzione per la giacitura delle discontinuità

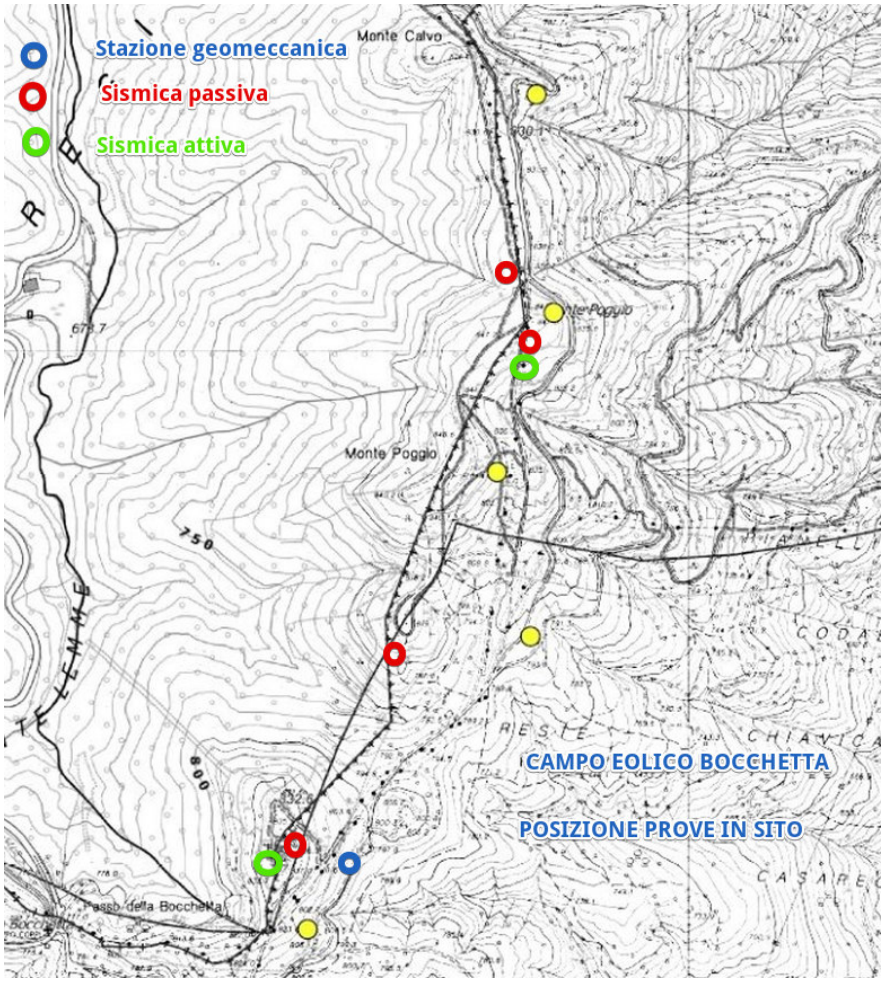
Classificazione dell'ammasso roccioso

RMRbase	RMRcorretto	Classe	Descrizione
53.85	46.85	Terza	Mediocre

Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

Modulo di deformazione (GPa)	Geological Strenght Index (GSI)	Coesione di picco (kPa)	Angolo di attrito di picco (°)	Coesione residua (kPa)	Angolo di attrito residuo (°)
7.7	48.85	269.25	31.93	215.4	26.54

Qui sotto la posizione delle varie prove eseguite non tutte riportate nella presente relazione



5 – MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

In base ai dati raccolti, ai risultati dell prove in sito e alle informazioni ricavate dalla bibliografia nonché da esperienze professionali svolte ad altro titolo in aree limitrofe, si indicano nel seguito alcune considerazioni di carattere generale sulla natura e sul comportamento geotecnico e geomeccanico dei terreni e delle rocce presenti nel sottosuolo dell'area in esame al fine di evidenziare le possibili problematiche geologico–tecniche che potrebbero generarsi durante l'esecuzione del progetto.

La stratigrafia del sito in esame è caratterizzata dalla presenza di:

- un livello superficiale costituito da una coltre di spessore contenuto;
- cappellaccio di alterazione del substrato roccioso di spessore variabile;
- substrato roccioso costituito da argilloscisti e localmente metabasalti.

Nel seguito si illustrano i parametri geotecnici e geomeccanici dei terreni sopra descritti. Tali dati sono stati ricavati da esperienze professionali precedenti e da analisi di laboratorio e prove in situ descritte in letteratura oltre alle prove eseguite nei precedenti capitoli.

5.1 – Coltre

La coltre, di spessore esiguo, è costituita prevalentemente da depositi eluvio-colluviali di natura sabbioso-ghiaiosa, aventi stato di addensamento sciolto. Sotto il profilo geotecnico questo terreno è caratterizzato da un comportamento di tipo granulare, essendo costituito da una ghiaia sabbiosa con bassa percentuale di frazione fine coesiva. Riferendosi alla classificazione USCS, il terreno risulta appartenente alla classe GW: ghiaia sabbiosa ben assortita con limitata presenza di frazione fine.
Le principali caratteristiche geotecniche medie sono:

Granulometria: ghiaia sabbiosa con presenza di frazione fine (classe GW o GM del sistema USCS)

Densità relativa (Dr): 53% (Skempton)

Peso di volume (γ): 1,7 t/m^3

Angolo di attrito efficace (ϕ'): 30.1°(shioi fukuni)

Coesione $C_{u\ (non\ dren)}$: 0.62 kg/cm^2 (Sanglerat)

Coesione $C'_{(eff)}$: 0.05 kg/cm^2 (Sanglerat)

Q_{AMM}: 6,97 Kg/cm^2 (Hansen per fondazione circolare diam.= 15 m, e profondità del piano di posa H= 130 cm)

Modulo elastico (E) 192 Kg/cm^2 (Stroud)

Modulo edometrico (E) 258 Kg/cm^2 (Stroud)

Costante di sottofondo ($K_{winkler}$) 8,36 (Kg/cm³) (Hansen per fondazione circolare diam.= 15 m, e profondità del piano di posa H= 130 cm)

5.2 – Substrato roccioso

Per quanto concerne il substrato roccioso si elenca una serie di parametri di resistenza tipici della formazione in esame, precisando che si tratta di valori medi indicativi che potranno essere verificati in corso d'opera.

Le principali caratteristiche geotecniche medie calcolate col metodo di Bieniawski sono:

Substrato roccioso (Unità B) argilloscisti:

Peso di volume (γ): 2,3 t/m^3

Angolo di attrito (ϕ): 32,1° (bieniawski)

Coesione: 0.4 Kg/cm^2 (bieniawski)

Modulo elastico (E_{25}): 150.000 Kg/cm^2

Modulo edometrico (E) 170.000 (Kg/cm^2)

Q_{AMM}: 19,35 Kg/cm^2 (Hansen per fondazione circolare diam.= 15 m, e profondità del piano di posa H= 130 cm)

Costante di sottofondo ($K_{winkler}$) 23,22 (Kg/cm³) (Hansen per fondazione circolare diam.= 15 m, e profondità del piano di posa H= 130 cm)

Schema geotecnico

Piano campagna orizzontale alla quota 0,0 di riferimento locale

Falda : non presente

Terreno di fondazione unità B

Volume significativo unità B

6 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO

In base a quanto prescritto dal Decreto MIT 17 Gennaio 2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni” si è provveduto alla determinazione delle caratteristiche sismiche del suolo di fondazione sul quale insisteranno le strutture in esame.

Dal punto di vista amministrativo, ai sensi della classificazione sismica regionale piemontese (D.G.R. n. 61-11017/2003), l’area in cui verrà realizzato l’intervento in progetto è classificata come zona **3.**

L’accelerazione massima prevista per il sito in esame può essere valutata a partire dai valori di accelerazione massima orizzontale per suolo rigido a_g mediante il ricorso ai coefficienti stratigrafico S_S e topografico S_T secondo la seguente relazione:

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

Le indagini sismiche attive e passive effettuate hanno individuato una Vs30 inferiore ai 600 m/s, di conseguenza, il suolo di fondazione risulta essere di **categoria B**, si assegna dunque un coefficiente stratigrafico pari a **1.2**

Il coefficiente topografico del sito in esame è quello della categoria **T3**, ovvero il caso di rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media compresa tra 15° e 30°, per cui S_T è pari a **1.2**.

In base alle coordinate geografiche si ricavano i valori di accelerazione orizzontale massima a_g, il fattore di accelerazione massima del suolo F_0 ed il periodo caratteristico T_C dello spettro riferiti a tempi di ritorno T_R compresi tra 30 e 2475 anni.

Nel caso in esame, poiché si tratta di opere ordinarie e di importanza normale, la vita nominale dell'opera è assunta pari a **50 anni**.

La classe d'uso in questione è la **II** (costruzioni con normali affollamenti, senza funzioni pubbliche sociali essenziali) per la quale si ricava un coefficiente d'uso C_U pari a **1**. Da questo, in base alla relazione $V_R = V_N \cdot C_U$, si ottiene un valore del periodo di riferimento sismico V_R pari a **50**.

Considerando, ai sensi della normativa vigente, lo stato limite di salvaguardia della vita SLV i parametri sismici del sito in esame, di coordinate **Lat. 44,555597 e Long. 8,896048**, sono:

T_R = 475 anni

A_g = 0.087 g

F_0 = 2.468

T_C = 0.277 s

Essendo S_S pari a **1.2** e S_T pari a **1.2**, il valore di accelerazione massima orizzontale del terreno di fondazione per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita SLV è

$$a_{max\ (SLV)} = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 1.22\ m/s^2$$

7 – ESAME DEL PROGETTO ED INDICAZIONI OPERATIVE

Il progetto prevede, come già accennato, la realizzazione di un parco eolico costituito da 5 aerogeneratori ad asse orizzontale del tipo VESTAS V112-94 della potenza elettrica nominale di 3220 kW cadauno per una potenza elettrica nominale complessiva pari a 16.1 MW

Questi sono disposti lungo la dorsale che collega il Passo della Bocchetta con Monte Poggio. Ogni aerogeneratore è costituito da una torre alta 94 m (misurati sull'asse di rotazione), a sezione circolare con diametro del rotore pari a 112 metri. Le fondazioni di ciascun aerogeneratore sono a pianta circolare con diametro di circa 13 m e con superficie pari a 180 m^2 cadauna.

Sotto una vista frontale del modello che verrà impiegato.



Nel dettaglio le opere in progetto verranno fondate direttamente su substrato roccioso.

In generale, non si ritiene di dover segnalare nulla di particolare per quanto concerne le indicazioni operative per l'esecuzione dell'opera. Il tutto rientra nelle normali attività di cantiere specifiche per tale tipologia di lavori e ci si può affidare a tradizionali criteri costruttivi che consentano di rimanere nell'ambito della buona arte edile e della sicurezza del lavoro.

Sarà necessario ancorare bene le fondazioni alla roccia di substrato con perforazioni e utilizzo di tondino d'acciaio di adeguato diametro.

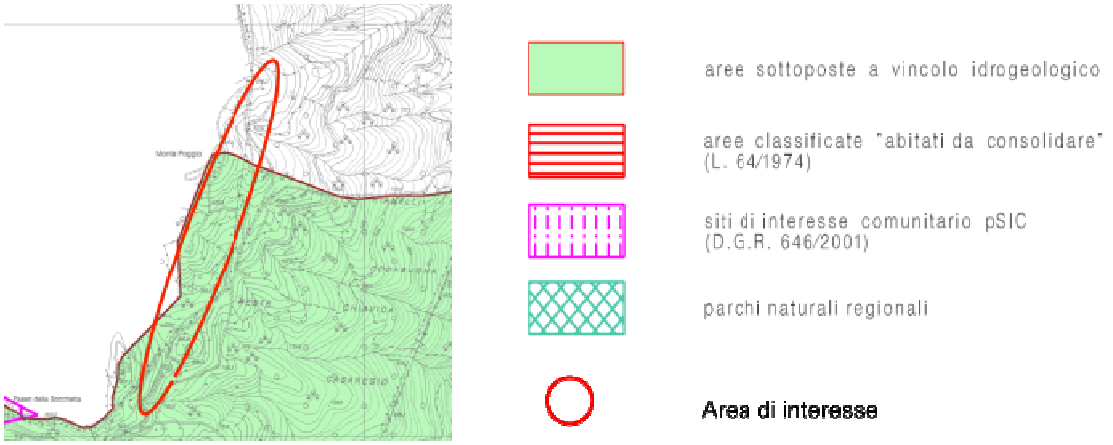
Particolare attenzione dovrà essere posta nella sistemazione e nella progettazione delle strade di accesso e delle piazzole di montaggio degli impianti eolici soprattutto in merito alla disciplina delle acque.

8– ASPETTI AMMINISTRATIVI

8.1 – Decreto MIT 17 gennaio 2018

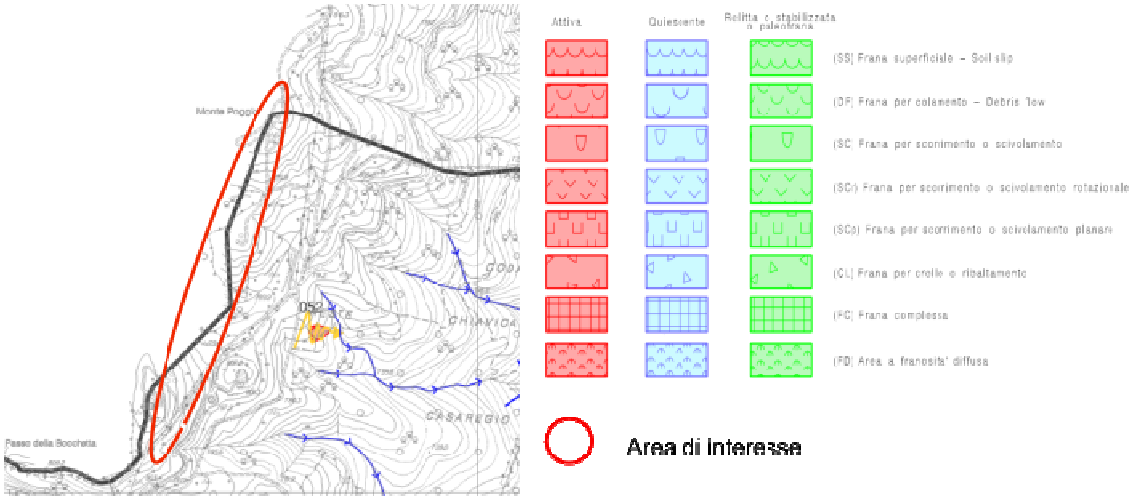
In osservanza al Decreto MIT 17/01/18 sono state prese in esame le prescrizioni generali e le indicazioni sulla caratterizzazione e modellazione geologica e geotecnica del sito (cap.6) e sulla progettazione per azioni sismiche (cap. 3 e cap. 7).

8.2 – Vincolo idrogeologico



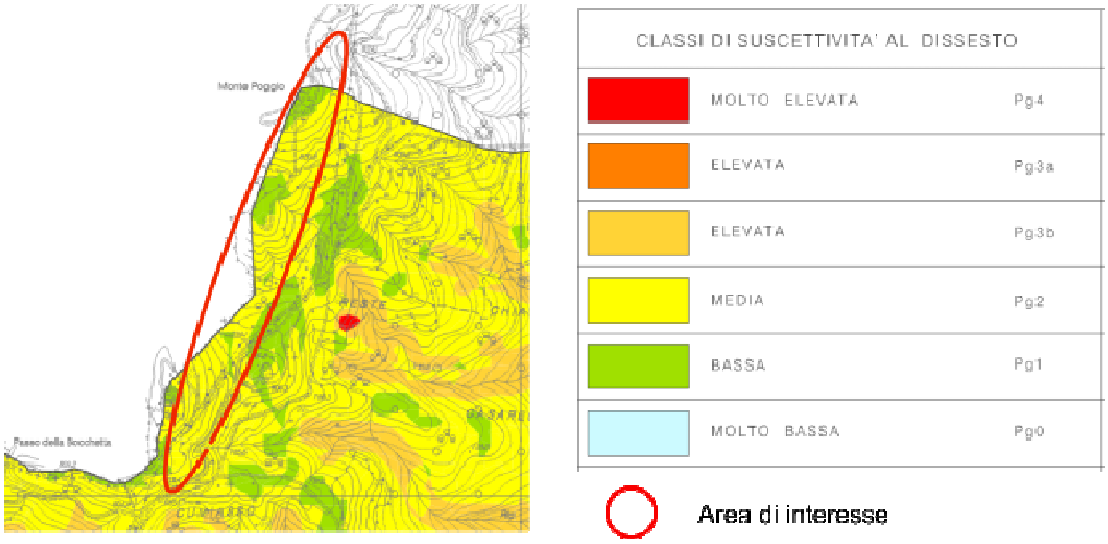
Secondo quanto emerso dalla cartografia della Regione Liguria relativa al vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23, L.R. 45/89), la zona risulta soggetta a tale vincolo e pertanto alle disposizioni dettate dalla L.R. 45/89. Le opere in oggetto non avranno influenza negativa sugli aspetti idrogeologici del comparto.

8.3 – Frane PdB



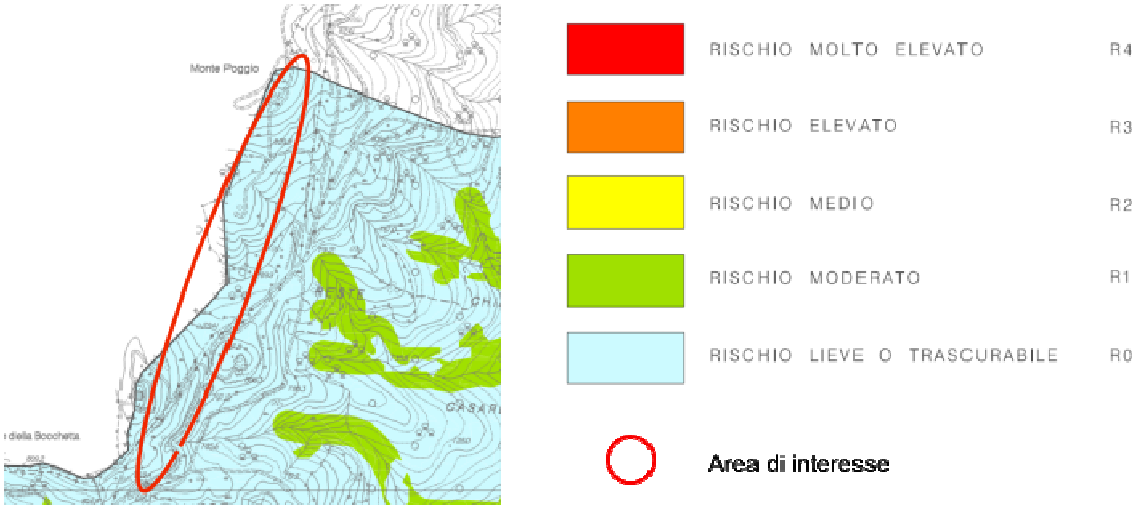
Per quanto riguarda l'area dove è collocata l'opera in progetto non è stato rilevato alcun dato degno di nota.

8.4 – Suscettività dissesto PdB



Secondo quanto riportato nella cartografia allegata al Piano di Bacino, il sito a progetto è posto in area variabile da media a bassa.

8.5 – Rischio idrogeologico PdB



Nel settore interessato dall'intervento in esame è segnalato un rischio geologico lieve.

9– CONSIDERAZIONI SU PRESENZA DI AMIANTO

L'amianto, è una varietà di serpentino con morfologia fibrosa ed ha la particolarità di separarsi in fibre sottili ed assai resistenti.

L'amianto in natura è presente in molte località alpine poiché è associato per genesi geologica a rocce molto diffuse metamorfiche femiche e ultrafemiche quali le "pietre verdi" o ofioliti ed in particolare alle serpentiniti. L'unità che caratterizza il settore in cui sono presenti "pietre verdi" è la Zona Sestri-Voltaggio, disposta lungo una stretta fascia allungata in direzione Nord – Sud, immergente verso Est al di sotto del Flysch appenninico dell'Antola e sovrapposta ad Ovest dall' Unità di Voltri, definita "Gruppo dei Calcescisti con Pietre Verdi" della Zona Piemontese. L'Unità Cravasco-Voltaggio è costituita da scisti filladici, calcari, metabasalti, meta gabbri e serpentiniti facenti parte della Formazione di Case Bardane, a crisotilo e antigorite, spesso cataclastiche con associate oficalci.

Qui sotto due mappe con la delimitazione di due vecchie concessioni le cui ricerche correlate hanno evidenziato la presenza di amianto reperito sempre all'esterno e distante dall'area del campo eolico a progetto

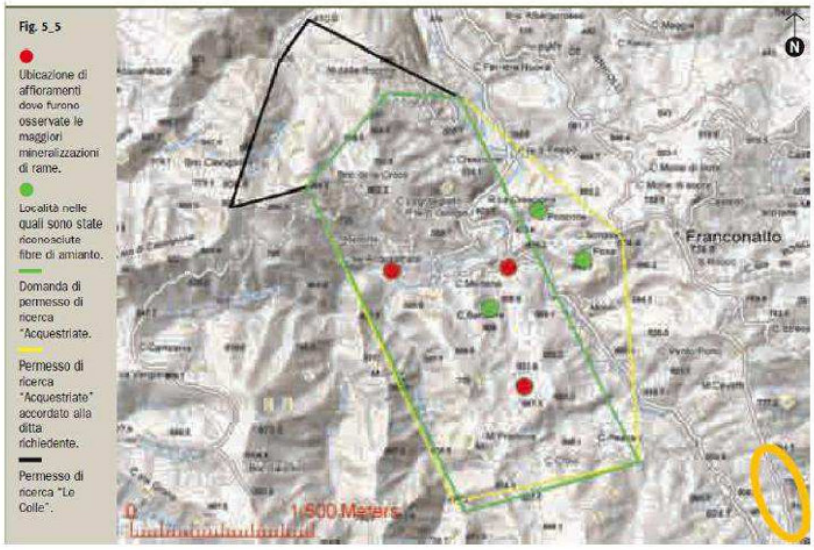


Figura 4.3 - Ubicazione zone in cui sono state riconosciute fibre di amianto (Concessione "Acquestriate" e "Le Colle" in comune di Voltaggio e Fraconalto). Da "Amianto Naturale in Piemonte" (ARPA, 2008). Il perimetro arancione identifica l'ubicazione del parco eolico.

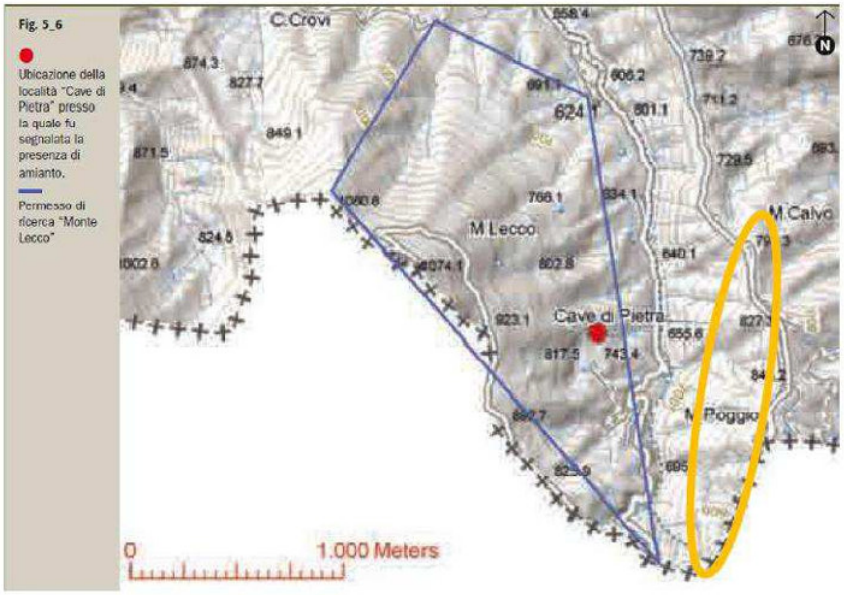


Figura 4.4 - Ubicazione della Località "Cave di Pietra" in cui sono state riconosciute fibre di amianto (Concessione "Monte Lecco" in comune di Voltaggio). Da "Amianto Naturale in Piemonte" (ARPA,2008). Il perimetro arancione identifica l'ubicazione del parco eolico.

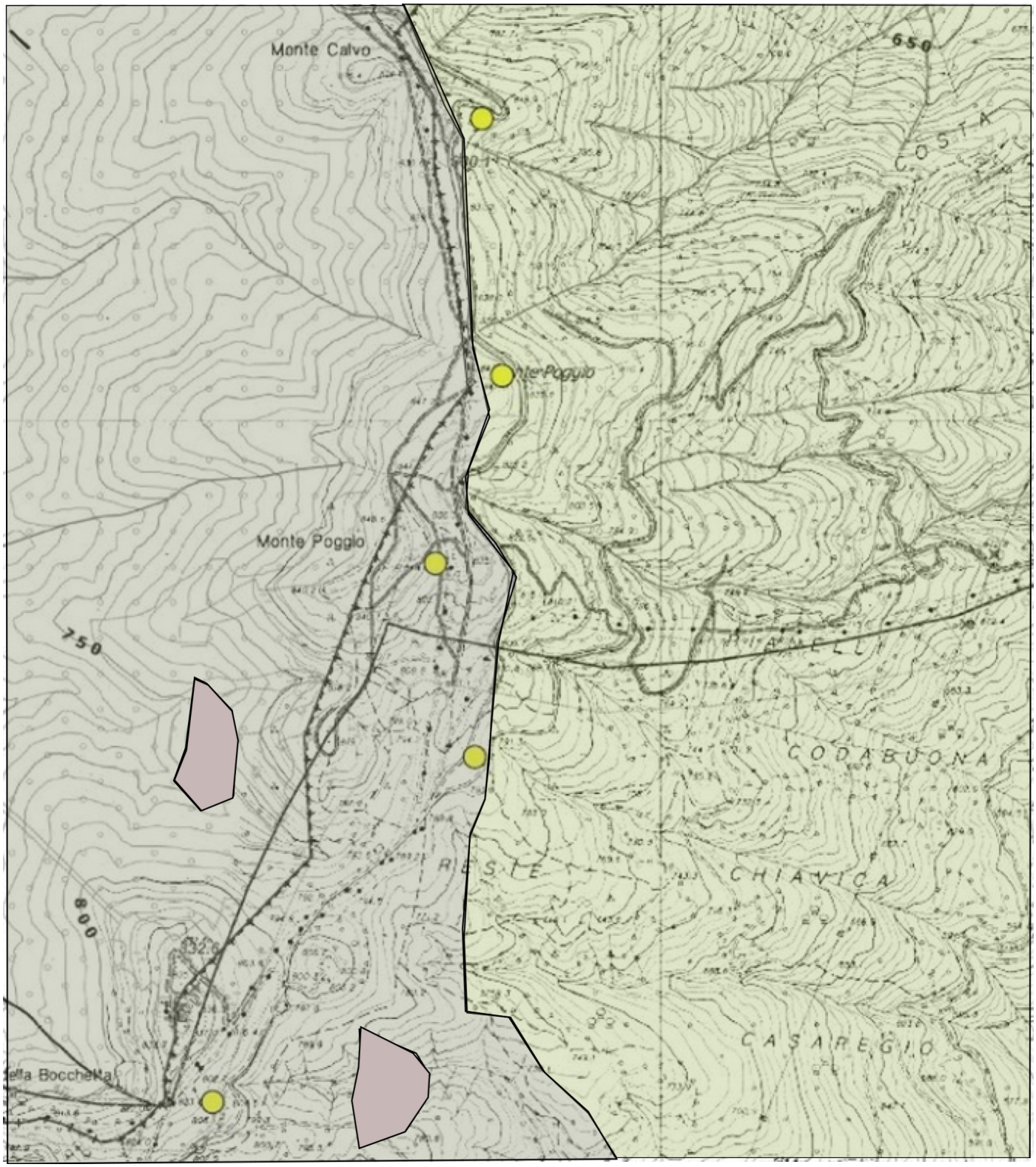
Anche dalla carta geologica allegata a fondo testo si deduce che nell'area in oggetto sono reperibili solamente argilliti, roccia metamorfica costituita da argilloscisti e calcari cristallini metamorfici con numerose deformazioni sovrapposte. Tali rocce non contengono minerali amiantiferi ed è pertanto improbabile la presenza di amianto nelle rocce da scavo.

10– CONCLUSIONI

Tenuto conto del contesto geologico, geomorfologico ed idrogeologico in cui si inserisce l'intervento, tenuto altresì conto delle caratteristiche geotecniche del terreno si conferma una sostanziale compatibilità dell'opera in oggetto con la geologia del sito. Si rassegna la presente relazione la quale assolve quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni, nonché dalla Legge Regionale n° 45/89.

Genova, 5 maggio 2021

Il tecnico
Dott. Geol. Carmine Bonvino



Argilliti di Mignanego

Argille a palombini della Bocchetta

Diabasi

Torri eoliche

Dr. Geol. Bonvino Carmine

Richiedente SEVA srl

Progetto di parco eolico località passo della Bocchetta

Carta geologica in scala grafica

CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE (coltre)

Coefficiente di Sicurezza	3.00	
Forma impronta fondazione	CIRCOLARE	
Diametro fondazione	1500	cm
Affondamento piano di posa Df	130	cm
Angolo Ø attrito terreno	30.1	°
Coesione terreno	0.050	daN/cm²
Peso di volume g terreno	1700	daN/m³

RISULTATI DEL CALCOLO

Formula di TERZAGHI:

Qult = c Nc Sc + g Df Nq + 0,5 g B Ng Sg

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	7.60	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	37.47	
Sc (Coeff. forma)	1.30	
Nq (Coeff. portata)	22.72	
Ng (Coeff. portata)	20.06	
Sg (Coeff. forma)	0.60	

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

Kwink = C (Nc Sc + q Nq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]

Kwink	9.12	daN/cm³

Formula di MEYERHOF:

Qult = c Nc Sc Dc + g Df Nq Sq Dq + 0,5 g B Ng Sg Dg

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	11.59	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	30.38	
Sc (Coeff. forma)	1.60	
Dc (Coeff. prof.)	1.03	
Nq (Coeff. portata)	18.61	
Sq (Coeff. forma)	1.30	
Dq (Coeff. prof.)	1.02	
Ng (Coeff. portata)	15.94	
Sg (Coeff. forma)1.30		
Dg (Coeff. prof.)1.02		

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

Kwink = C (Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]

Kwink	13.91	daN/cm³

Formula di HANSEN:

Qult = c Nc Sc Dc + g Df Nq Sq Dq + 0,5 g B Ng Sg Dg

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	6.97	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	30.38	

Sc (Coeff. forma)	1.61	
Dc (Coeff. prof.)	1.03	
Nq (Coeff. portata)	18.61	
Sq (Coeff. forma)	1.58	
Dq (Coeff. prof.)	1.02	
Ng (Coeff. portata)	15.31	
Sg (Coeff. forma)	0.60	
Dg (Coeff. prof.)	1.00	

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

Kwink = C (Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]

Kwink	8.36	daN/cm³

Formula EUROCODICE 7:

Qult = c Nc Sc + g Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.):	8.91	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	30.38	
Sc (Coeff. forma)	1.53	
Nq (Coeff. portata)	18.61	
Sq (Coeff. forma)	1.50	
Ng (Coeff. portata)	20.42	
Sg (Coeff. forma)	0.70	

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

Kwink = C (Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]

Kwink	10.69	daN/cm³

CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE (Roccia)

Coefficiente di Sicurezza	3.00	
Forma impronta fondazione	CIRCOLARE	
Diametro fondazione	1500	cm
Affondamento piano di posa Df	130	cm
Angolo Ø attrito terreno	32.1	°
Coesione terreno	0.400	daN/cm²
Peso di volume g terreno	2300	daN/m³

RISULTATI DEL CALCOLO

Formula di TERZAGHI:

Qult = c Nc Sc + g Df Nq + 0,5 g B Ng Sg

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	20.05	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	44.42	
Sc (Coeff. forma)	1.30	
Nq (Coeff. portata)	28.87	
Ng (Coeff. portata)	27.47	
Sg (Coeff. forma)	0.60	

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

Kwink = C (Nc Sc + q Nq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]

Kwink	24.07	daN/cm³

Formula di MEYERHOF:

Qult = c Nc Sc Dc + g Df Nq Sq Dq + 0,5 g B Ng Sg Dg

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	28.65	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	35.79	
Sc (Coeff. forma)	1.65	
Dc (Coeff. prof.)	1.03	
Nq (Coeff. portata)	23.45	
Sq (Coeff. forma)	1.33	
Dq (Coeff. prof.)	1.02	
Ng (Coeff. portata)	22.40	
Sg (Coeff. forma)1.33		
Dg (Coeff. prof.)1.02		

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

Kwink = C (Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]

Kwink	34.38	daN/cm³

Formula di HANSEN:

Qult = c Nc Sc Dc + g Df Nq Sq Dq + 0,5 g B Ng Sg Dg

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.)	19.35	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	35.79	

Sc (Coeff. forma)	1.66	
Dc (Coeff. prof.)	1.03	
Nq (Coeff. portata)	23.45	
Sq (Coeff. forma)	1.63	
Dq (Coeff. prof.)	1.02	
Ng (Coeff. portata)	21.12	
Sg (Coeff. forma)	0.60	
Dg (Coeff. prof.)	1.00	

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

Kwink = C (Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]

Kwink	23.23	daN/cm³

Formula EUROCODICE 7:

Qult = c Nc Sc + g Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.):	22.34	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	35.79	
Sc (Coeff. forma)	1.56	
Nq (Coeff. portata)	23.45	
Sq (Coeff. forma)	1.53	
Ng (Coeff. portata)	28.17	
Sg (Coeff. forma)	0.70	

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

Kwink = C (Nc Sc + q Nq Sq + 0,5 g B Ng Sg) [C=0,4]

Kwink	26.80	daN/cm³