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

Geologia
Geotecnica
Elettromagnetismo
Acustica ambientale
Sicurezza del lavoro

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Integrazione per progetto definitivo

Oggetto:
Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Fraconalto (Al) denominato "Parco eolico Monte Poggio" (D.M. 14.01.08)

Localizzazione:
P.so della Bocchetta - Monte Poggio – Monte Calvo ; Comune di Fraconalto (AL)

Tipo di elaborato:
Integrazione alla relazione geologica e geotecnica

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



Data
26 novembre 2013

N° lavoro
613b/G/11

Revisione
01

INDICE

1 - PREMESSA 3

2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3

3 – INDAGINI IN SITO 4

3.1 – Indagini sismiche attive (M.A.S.W.) 5

3.2 – Indagini sismiche passive 6

3.2.1 – Indagine sismica passiva 1 6

3.2.1 – Indagine sismica passiva 2 8

3.3 – Stazione geomeccanica 9

4 - MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO 10

4.1 – Stratigrafia 11

4.2 – Coltre (Unità A) 11

4.3 – Substrato roccioso (argilloscisti e calcari cristallini) (Unità B) 12

5 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO 12

6 – CRITICITA SUI TERRENI DI RISULTA 14

7 – CONCLUSIONI 15

ALLEGATI

- ✓ **TAVOLA A: Carta di Analisi in scala grafica**
- ✓ **TAVOLA B: Planimetria indagini in scala grafica**
- ✓ **TAVOLA C: Calcolo capacità portante terreno di fondazione**
- ✓ **TAVOLA D: Documentazione fotografica**

1 - PREMESSA

Con riferimento al progetto per la realizzazione di un parco eolico nei pressi di Monte Poggio, nel Comune di Fraconalto (Al), lo scrivente studio tecnico è stato a suo tempo incaricato dalla S.E.V.A S.r.l., di eseguire le opportune indagini geologiche a carattere preliminare al fine di valutarne la fattibilità e orientare correttamente le scelte progettuali come richiesto dalla normativa vigente. In tale occasione fu redatta e presentata agli enti una relazione geologica e geotecnica a carattere preliminare.

Di recente si è tenuta una riunione tecnica in data 5 settembre 2013 presso la sala riunioni dell'Assessorato Ambiente Territorio e Infrastrutture della Provincia di Alessandria avente come oggetto l'istanza per la Valutazione di Impatto Ambientale inerente la realizzazione dell'impianto eolico citato in apertura.

Nella suddetta riunione il rappresentante della Regione Piemonte ha evidenziato la necessità di effettuare alcuni approfondimenti sotto il profilo geologico avviandosi il progetto verso una fase definitiva.

lo scrivente studio tecnico è stato incaricato dalla richiedente S.E.V.A S.r.l., di eseguire le indagini geologiche necessarie per raggiungere il necessario grado di approfondimento.

Tali indagini, ad integrazione della precedente relazione preliminare, sono state svolte con lo scopo di delineare con maggior precisione la stratigrafia del sito, le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei materiali costituenti il volume significativo e i parametri sismici dell'area di interesse.

Per raggiungere tale obiettivo sono state effettuate alcune indagini sismiche passive (Metodo Nakamura) e attive con il metodo M.A.S.W. Inoltre su una stazione geomeccanica sono stati effettuati studi sulla roccia coinvolta dalle fondazioni delle torri.

2 – NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- ✓ Decreto Ministeriale 14.01.2008 Testo Unitario –Norme Tecniche per le Costruzioni
- ✓ Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle

"Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009

- ✓ Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n.36 del 27.07.2007
- ✓ Eurocodice 8 (1988)
- ✓ Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture- Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- ✓ 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.G.R. n. 61-11017/2003
- ✓ Norme di Attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po (D.L. 183/89)
- ✓ L.R. 45/89 - Zone sottoposte a vincolo idrogeologico

3 – INDAGINI IN SITO

Le indagini sismiche, più che per aggiornare 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.

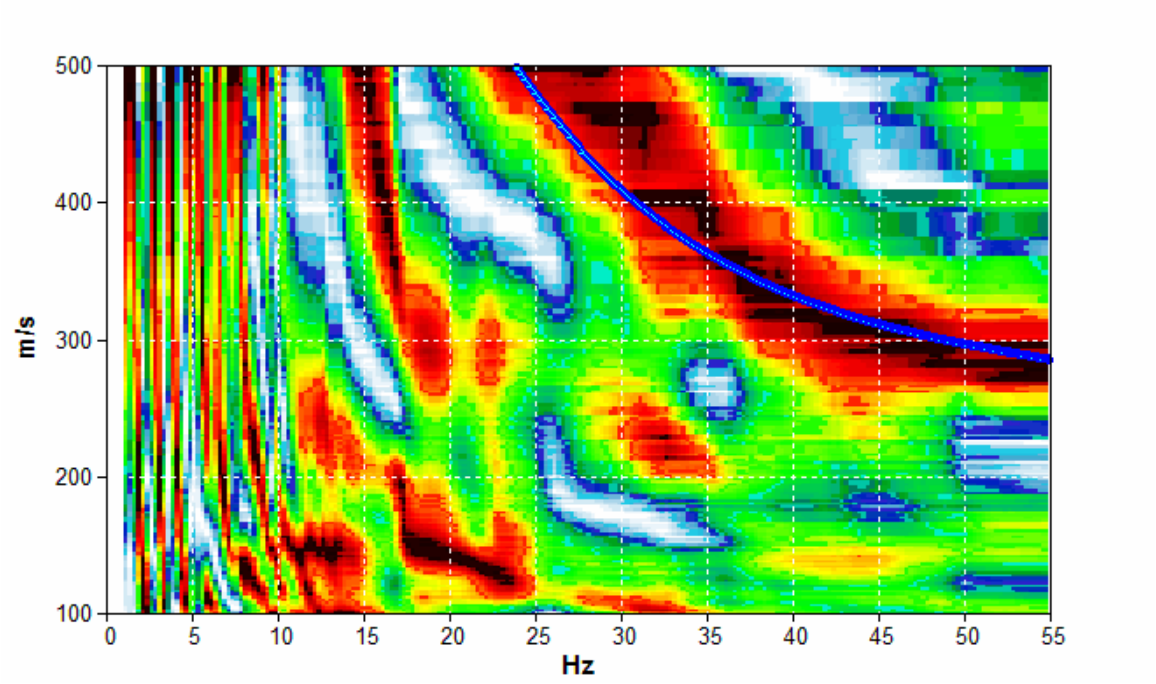
La campagna ha compreso due stese di sismica attiva e 4 punti di simica passiva mediante l'utilizzo di uno strumento per la registrazione sismica a stazione singola (Tromino).

Per valutare i parametri geomeccanici del substrato roccioso è stata effettuata anche una stazione geomeccanica.

3.1 – Indagini sismiche attive (M.A.S.W.)

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. E' 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

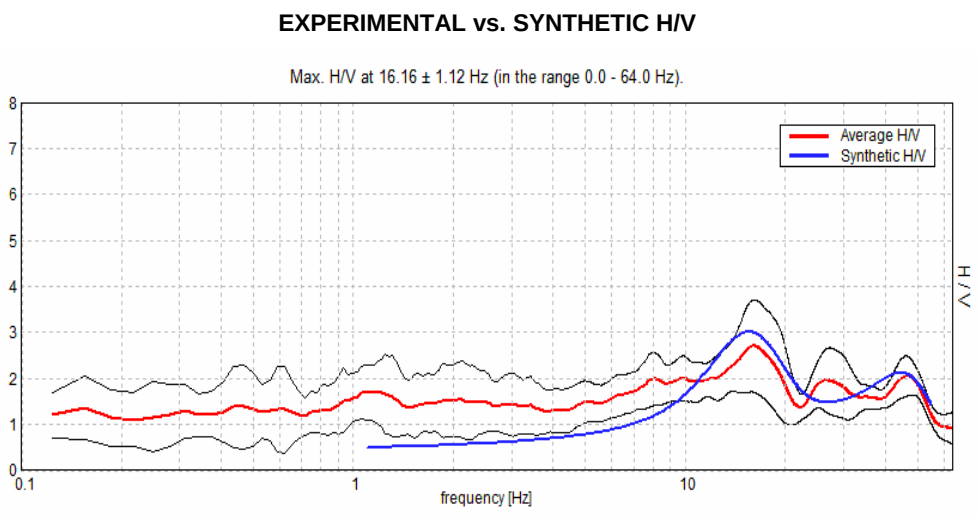
abbiamo una velocità superiore intorno ai 350 m/s, successivamente, a partire da 4 metri di profondità le velocità risultano superiori a 500 m/s.

3.2 – 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.

3.2.1 – Indagine sismica passiva 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

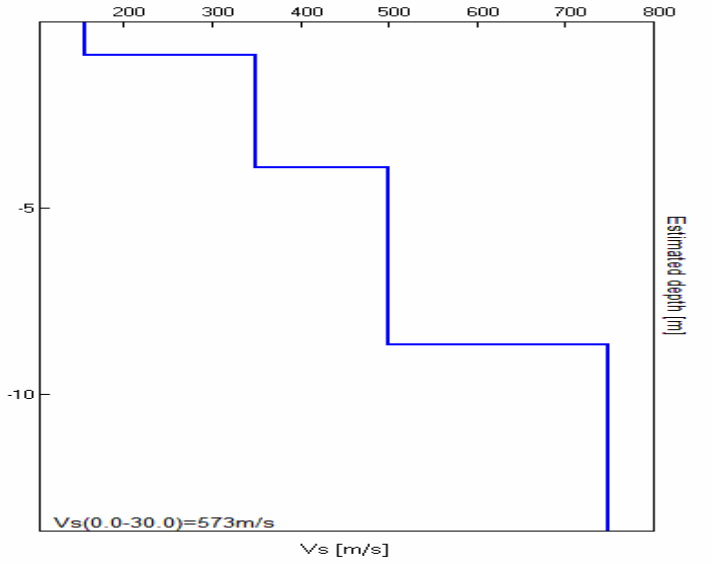


I risultati , perfettamente sovrapponibili con i valori ottenuti con la prova attiva, ci indicano la presenza di tre principali strati a differente velocità di onde S, con limiti tra essi molto accentuati:

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

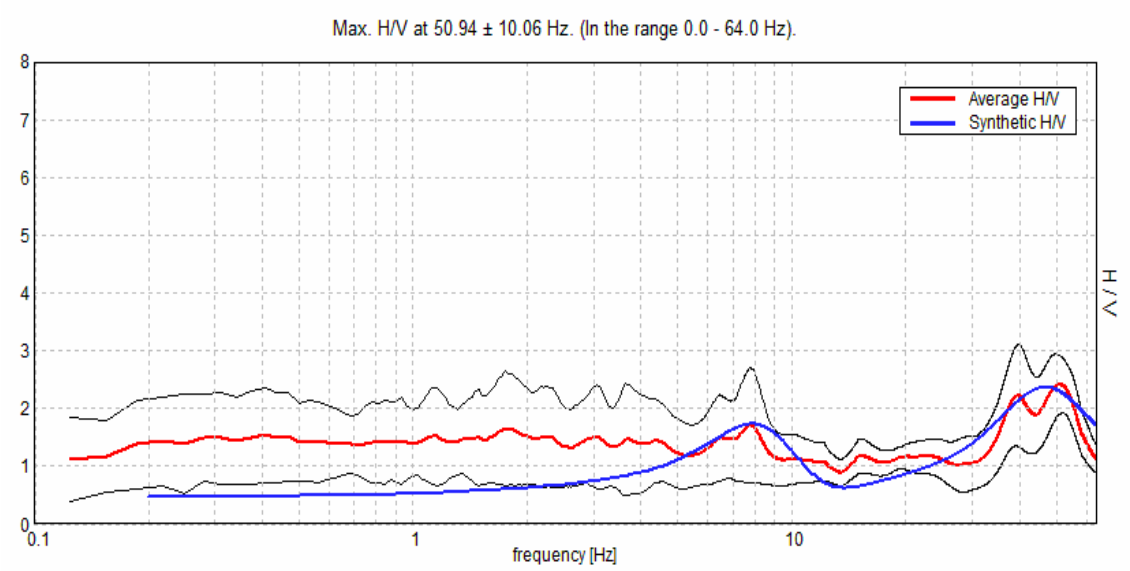
Vs(0.0-30.0)=573m/s



3.2.1 – Indagine sismica passiva 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

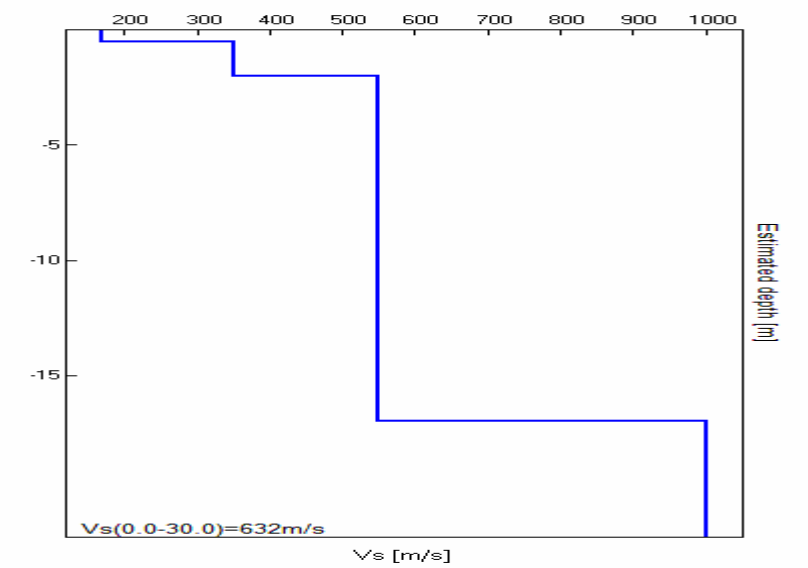
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



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



3.3 – Stazione geomeccanica

Al fine di caratterizzare meglio il substrato roccioso è stata realizzata una stazione geomeccanica. Il luogo prescelto, posto nelle vicinanza 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 ed 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

4 - MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO

I concetti descritti nel presente paragrafo riguardano le caratteristiche dei terreni su cui insisteranno le strutture in progetto.

Per la determinazione di tali parametri si è fatto riferimento alle indagini riportate nei capitoli precedenti, a studi ed analisi svolti dallo scrivente su litotipi e terreni della medesima natura oltre che a dati reperiti dalla letteratura tematica.
Qui di seguito vengono riportate le principali caratteristiche geotecniche della coltre di copertura e del substrato roccioso.

4.1 – Stratigrafia

- Coltre: costituita da depositi eluvio-colluviali sabbioso ghiaiosi, spessore compreso tra 0 e 1 metro.
- Roccia alterata: spessore compreso tra 1 e 3 metri.
- Roccia integra (argilloscisti e calcari cristallini): collocata sotto al cappellaccio.

4.2 – Coltre (Unità A)

La coltre 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 SW: sabbia ghiaiosa ben assortita con limitata presenza di frazione fine.
Le principali caratteristiche geotecniche medie sono:

1. Peso di volume (γ): 1,6 t/m^3
2. Angolo di attrito efficace (ϕ'): 29°
3. Coesione: 0,01 kg/cm^2
4. Q_{AMM}: 6,05 Kg/cm^2 (Hansen per fondazione circolare diam. = 22 m, e profondità del piano di posa H= 1 m)
5. Modulo elastico (E) 200 (Kg/cm^2)
6. Costante di sottofondo ($K_{winkler}$) 7,26 (Kg/cm^3) (Hansen per fondazione circolare diam. = 22 m, e profondità del piano di posa H= 1 m)

4.3 – Substrato roccioso (argilloscisti e calcari cristallini) (Unità B)

Per quanto concerne il substrato roccioso si elenca una serie di parametri di resistenza tipici della formazione in esame. (dati medi)

1. Peso di volume (γ): 2,4 t/m^3
2. Angolo di attrito (ϕ): 26,54°
3. Coesione: 2,19 kg/cm^2
4. Q_{AMM}: 32,64 kg/cm^2 (Hansen per fondazione circolare diam. = 22 m, e profondità del piano di posa H= 1 m)
5. Modulo elastico (E) 78.500 (Kg/cm^2)
6. Costante di sottofondo ($K_{winkler}$) 39,16 (Kg/cm^3) (Hansen per fondazione circolare diam. = 22 m, e profondità del piano di posa H= 1 m)

Schema geotecnico

Piano campagna orizzontale alla quota 0,0 di riferimento locale
Falda : assente
Terreno di fondazione unità B
Volume significativo unità B

5 – CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO

In base a quanto prescritto dal D.M. Min. LL.PP.,14/01/2008 “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:

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

La combinazione delle indagini sismiche attive e passive effettuate hanno individuato una Vs30 intorno 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 contenuti pericolosi per l'ambiente, 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 = 0.085 g

F_0 = 2.467

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:

$$a_{max\ (SLV)} = S_S \cdot S_T \cdot a_g = 1.199\ m/s^2$$

I coefficienti sismici orizzontale e verticale K_h e K_v risultano essere pari a:

$K_{h\ (SLV)}$ = 0.024

$K_{v\ (SLV)}$ = ± 0.012

6 – CRITICITA SUI TERRENI DI RISULTA

L'amianto, chiamato anche indifferentemente asbesto, comprende 6 minerali naturali a struttura fibrosa che appartengono alla classe chimica dei silicati e alle serie mineralogiche del serpentino e degli anfiboli. I minerali di serpentino e di anfibolo possono presentare aspetto fibroso o non fibroso; la varietà con morfologia fibrosa è quella definita "amianto" o "asbesto" ed hanno 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.

A fondo testo si allegano due mappe riportanti 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. Si riporta altresì un estratto della carta delle "Pietre Verdi" predisposta dalla regione Liguria (DGR 859/2008) che identifica le aree con probabilità di ritrovamento amianto. Anche questa evidenzia come l'area di nostro interesse sia molto al di fuori delle zone a rischio.

Infine si allega la carta geologica di analisi predisposta dallo scrivente dalla quale si evince ancora una volta che nell'area in oggetto sono reperibili solamente argilliti, roccia metamorfica costituita da argilloscisti e calcari cristallini metamorfici con numerose deformazioni sovrapposte, caratterizzata

da una stratificazione centimetrica e con presenza di numerose pieghe alla scala metrica sulla quale si individuano importanti sistemi di frattura.
Tali rocce non contengono minerali amiantiferi e si esclude pertanto la presenza di amianto nelle rocce da scavo.

7 – CONCLUSIONI

Tenuto conto delle informazioni acquisite durante la campagna di indagini effettuata, si conferma la 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, 26 novembre 2013

Il tecnico
Dott. Geol. Carmine Bonvino



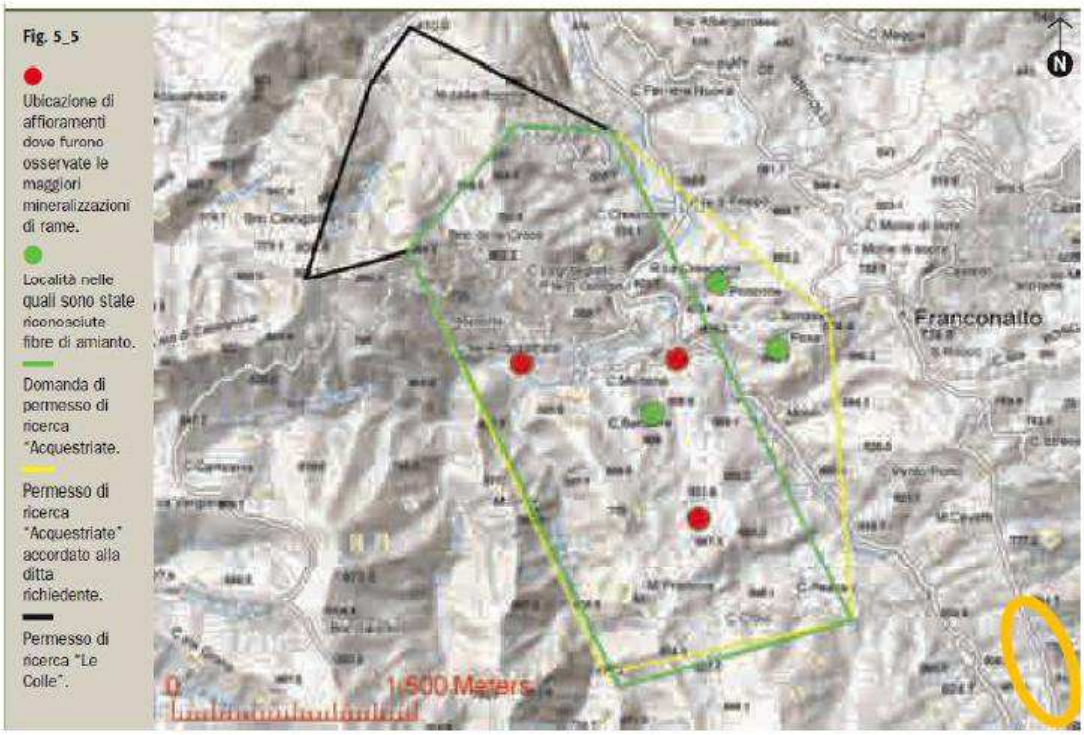


Figura 4.3 - Ubicazione zone in cui sono state riconosciute fibre di amianto (Concessione "Acquestriate" e "Le Colle" in comune di Voltaggio e Fraconalto). Da "Amianto Naturale in Piemonte" (ARPA, 2008). Il perimetro arancione identifica l'ubicazione del parco eolico.

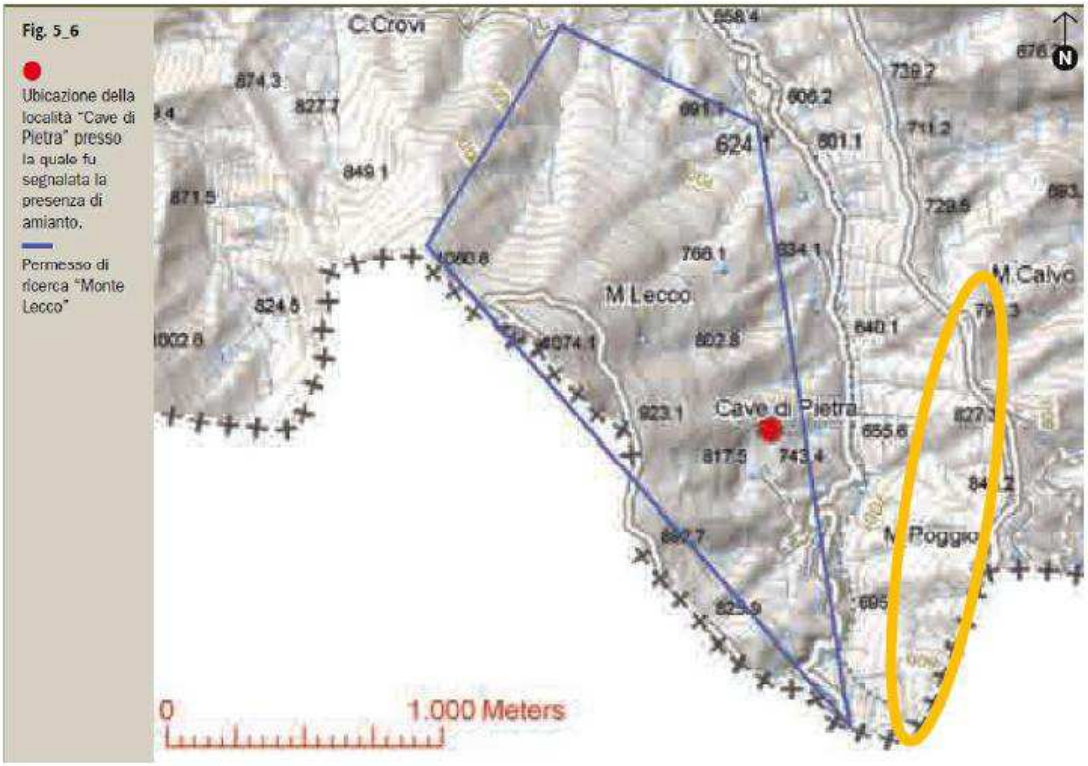


Figura 4.4 - Ubicazione della Località "Cave di Pietra" in cui sono state riconosciute fibre di amianto (Concessione "Monte Lecco" in comune di Voltaggio). Da "Amianto Naturale in Piemonte" (ARPA,2008). Il perimetro arancione identifica l'ubicazione del parco eolico.

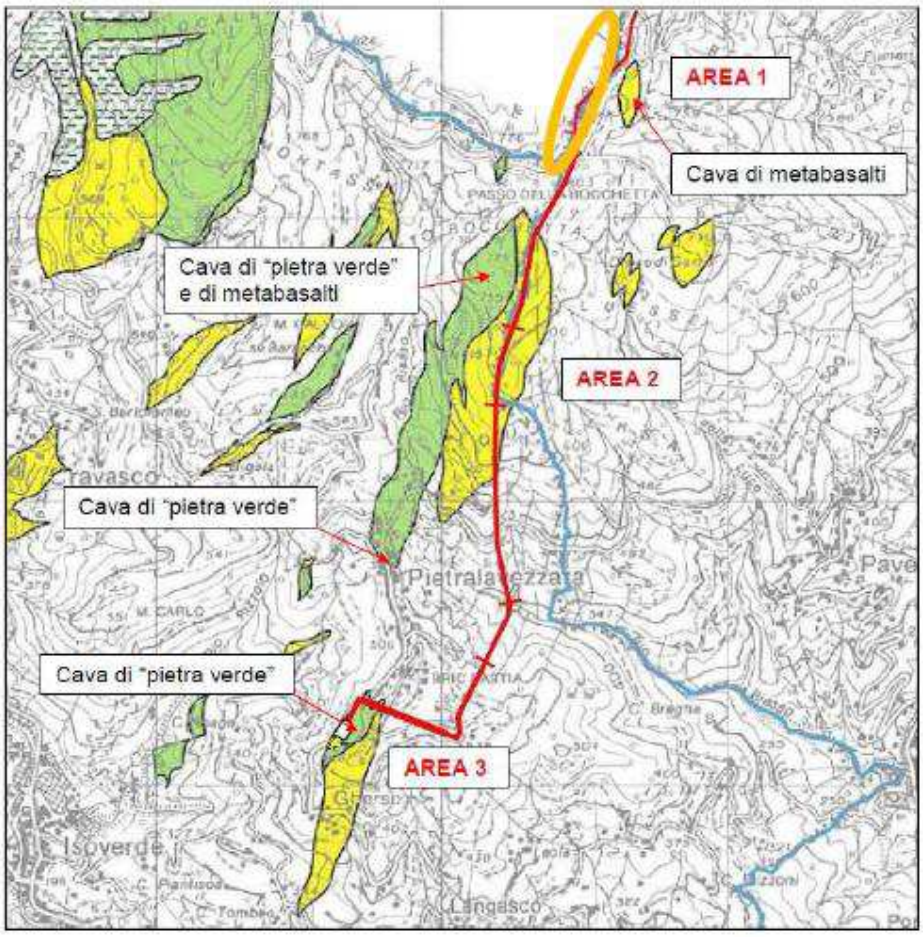
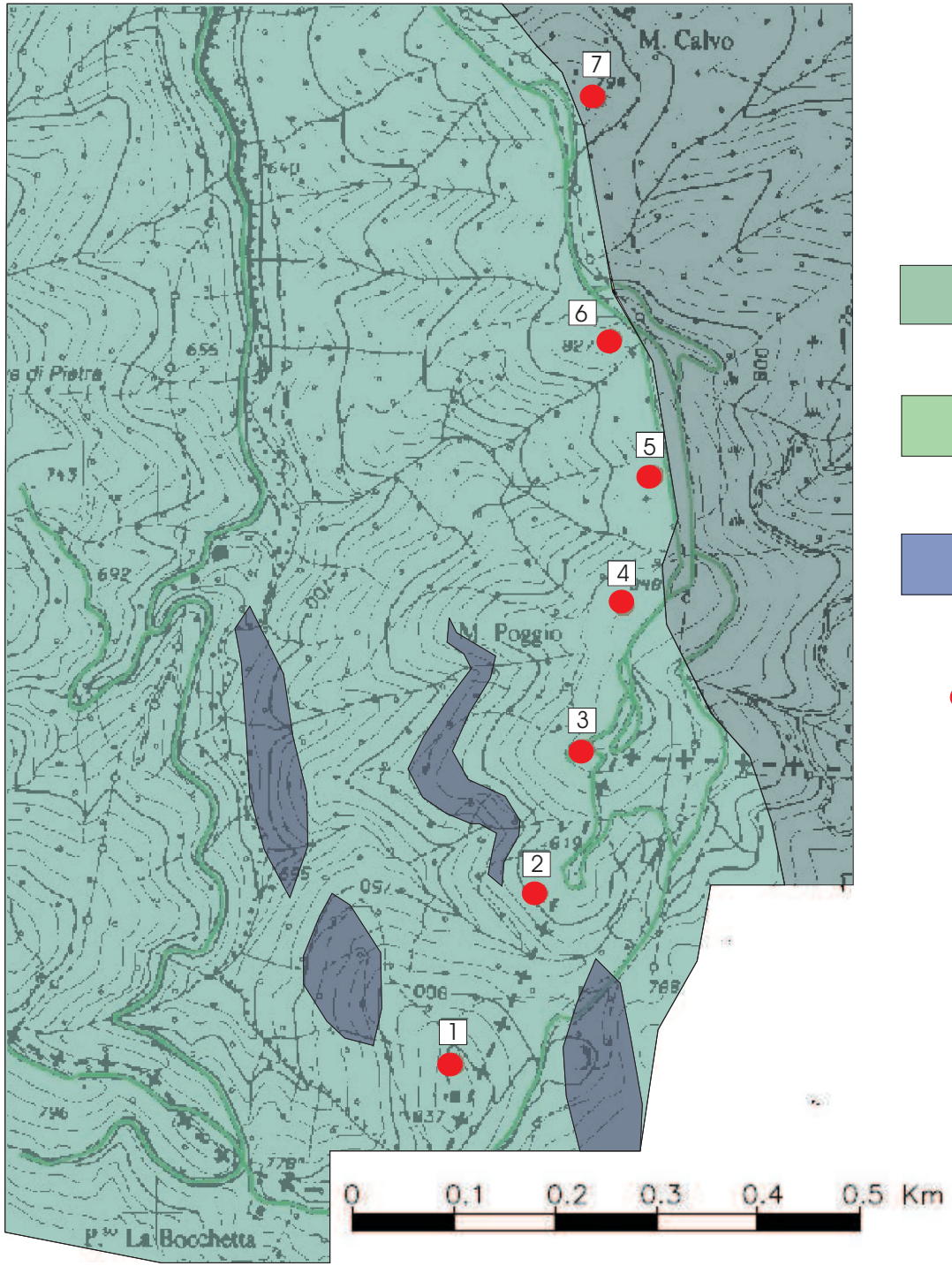




Figura 4.5 - Regione Liguria: "Carta delle "pietre verdi" di cui alla DGR n°859/2008 – Criteri per la gestione e l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" e relativa legenda. Il cerchio arancione identifica l'ubicazione del parco eolico.



LEGENDA

Argilloscisti di Murta

Argilloscisti filladici neri, a patina sericitica, con intercalazioni di metasiltiti. Lo spessore degli stratiè generalmente centimetrico.

Argilloscisti di Costagutta

Alterananza di argilloscisti e calcari cristallini, metapeliti scistose grigio-nerastre, più o meno siltosecon intercalazioni di metacalcilutiti siltose più o meno marnose. Sono caratterizzate da strati a spessore centimetrico.

Metabasalti di M.te Figogna

Metabasalti in cuscini, più raramente massici e in filoni a tessitura doleritica. Sono caratterizzati da una scistosità penetrativa.

Area d'intervento

Studio tecnico di geologia e diagnosi ambientale
Dott. Geol. Carmine Bonvino

Via Cantore 8/Q 16149 Ge tel.0106423192 cell.3492227740

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Fraconalto (Al) denominato "Parco eolico Monte Poggio" (D.M. 14.01.08) P.so della Bocchetta - Monte Poggio Monte Calvo ; Comune di Fraconalto (AL).

TAV. A	Carta di Analisi	Scala grafica



LEGENDA

- Prove sismiche passive
- Stesa sismica attiva M.A.S.W.
- Stazione geomeccanica
- Pala eolica

Studio tecnico di geologia e diagnosi ambientale
Dott. Geol. Carmine Bonvino

Via Cantore 8/Q 16149 Ge tel.0106423192 cell.3492227740

Progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico nel Comune di Fraconalto (Al) denominato "Parco eolico Monte Poggio"(D.M. 14.01.08) P.so della Bocchetta - Monte Poggio Monte Calvo ; Comune di Fraconalto (AL).

TAV. B	Planimetria Indagini	Scala grafica

CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE (COLTRE)

Coefficiente di Sicurezza	3.00	
Forma impronta fondazione	CIRCOLARE	
Diametro fondazione	2200	cm
Affondamento piano di posa Df	100	cm
Angolo Ø attrito terreno	29.0	°
Coesione terreno	0.010	daN/cm²
Peso di volume g terreno	1600	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.)	7.31	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	34.24	
Sc (Coeff. forma)	1.30	
Nq (Coeff. portata)	19.98	
Ng (Coeff. portata)	17.33	
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	8.78	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.)	11.37	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	27.86	
Sc (Coeff. forma)	1.58	
Dc (Coeff. prof.)	1.02	
Nq (Coeff. portata)	16.44	
Sq (Coeff. forma)	1.29	
Dq (Coeff. prof.)	1.01	
Ng (Coeff. portata)	13.24	
Sg (Coeff. forma)1.29		
Dg (Coeff. prof.)1.01		

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

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

Kwink	13.64	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.)	6.05	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	27.86	
Sc (Coeff. forma)	1.59	
Dc (Coeff. prof.)	1.02	
Nq (Coeff. portata)	16.44	
Sq (Coeff. forma)	1.55	
Dq (Coeff. prof.)	1.01	
Ng (Coeff. portata)	12.84	
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	7.26	daN/cm³

Formula EUROCODICE 7:

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

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.):	8.47	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	27.86	
Sc (Coeff. forma)	1.52	
Nq (Coeff. portata)	16.44	
Sq (Coeff. forma)	1.48	
Ng (Coeff. portata)	17.12	
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	10.17	daN/cm³

CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE (ROCCIA)

Coefficiente di Sicurezza	3.00	
Forma impronta fondazione	QUADRATA	
Lato B fondazione	2200	cm
Affondamento piano di posa Df	100	cm
Angolo Ø attrito terreno	26.5	°
Coesione terreno	2.190	daN/cm²
Peso di volume g terreno	2400	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.)	36.65	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	28.22	
Sc (Coeff. forma)	1.30	
Nq (Coeff. portata)	15.09	
Ng (Coeff. portata)	12.30	
Sg (Coeff. forma)	0.80	

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

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

Kwink	43.98	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.)	37.19	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	23.15	
Sc (Coeff. forma)	1.52	
Dc (Coeff. prof.)	1.01	
Nq (Coeff. portata)	12.56	
Sq (Coeff. forma)	1.26	
Dq (Coeff. prof.)	1.01	
Ng (Coeff. portata)	8.76	
Sg (Coeff. forma)1.26		
Dg (Coeff. prof.)1.01		

Stima Coeff. di Winkler (Bowles):

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

Kwink	44.62	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.)	32.64	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	23.15	
Sc (Coeff. forma)	1.54	
Dc (Coeff. prof.)	1.02	
Nq (Coeff. portata)	12.56	
Sq (Coeff. forma)	1.50	
Dq (Coeff. prof.)	1.01	
Ng (Coeff. portata)	8.66	
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	39.17	daN/cm³

Formula EUROCODICE 7:

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

Pressione Ammissibile (Q_u/Coef.Sic.):	33.67	daN/cm²
Nc (Coeff. portata)	23.15	
Sc (Coeff. forma)	1.49	
Nq (Coeff. portata)	12.56	
Sq (Coeff. forma)	1.45	
Ng (Coeff. portata)	11.55	
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	40.40	daN/cm³

Documentazione fotografica



Foto 1: Realizzazione di una prova sismica passiva in prossimità del sito di installazione della pala eolica n 1



Foto 2: Affioramento di Argilloscisti lungo la pista che raggiunge il sito n 1



Foto 3: Realizzazione di una prova sismica attiva M.A.S.W. in prossimità del sito di installazione della pala eolica n 1



Foto 4:Altro affioramento di Argilloscisti presente nell'area



Foto 5: Parte dell'affioramento di argilloscisti sul quale è stata effettuata la stazione geomeccanica



Foto 6: Affioramento di Argilloscisti lungo la pista che raggiunge il Monte Poggio



Foto 7: Affioramento di Argilloscisti lungo un pendio



Foto 8: Altro Affioramento di Argilloscisti lungo la pista che raggiunge il Monte Poggio



Foto 9: Realizzazione di una prova sismica passiva in prossimità della torre anemometrica