REGIONE LIGURIA - PROVINCIA DI SAVONA

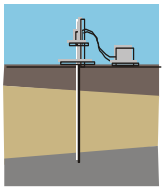
COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA

Progetto	PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA 1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO SOLUZIONE ALTERNATIVA AL PROGETTO APPROVATO AL PROCEDIMENTO DI VERIFICA SCREENING EX L.R. 38/98 CON DECRETO DEL DIRIGENTE n.° 2655 del 31/07/2012
Oggetto	CAMPO EOLICO E CAVIDOTTO
Data	Febbraio 2014
Committente	FEN ENERGIA S.p.A.

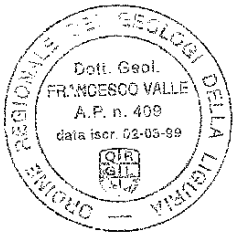
1	**20/02/2014**	**emissione per progettazione definitiva**

Titolo

RELAZIONE GEOLOGICA (D.M. 14/01/08)



Dott. Francesco VALLE
Geologo
via V.Poggi 4/4 - 17100 SAVONA
tel. 019828156
cell.3479072824
e-mail: geolvalle@gmail.com
cod. fisc.: VLLFNC70C17C823S
P.IVA.: 02159710991



Dott. Francesco Valle
Geologo

INDICE

PREMESSA ..... pag. 2

1) NORMATIVA DI RIFERIMENTO ..... pag. 3
2) VINCOLI AMMINISTRATIVO – TERRITORIALI ..... pag. 3
3) INQUADRAMENTO GENERALE DELLA ZONA..... pag. 4
   3.1 - geomorfologia
   3.2 - litologia
   3.3 - idrogeologia ed idrografia di superficie
4) INTERVENTI IN PROGETTO ..... pag. 7
5) PROVE IN POSTO ..... pag. 8
   5.1 – prospezioni sismiche
   5.2 – misurazioni sclerometriche
6) CONSIDERAZIONI TECNICHE ..... pag. 9
   6.1 - caratterizzazione dei terreni – valori medi
   6.2 - caratterizzazione sismica dei terreni
   6.3 – modalità operative
   6.4 – sistemazione idrogeologica
   6.5 – terre e rocce da scavo
7) CONCLUSIONI ..... pag. 14

TAVOLE

1 - COROGRAFIA	scala 1:10.000
2 – CARTA GEOLOGICA	scala 1:10.000
3 – CARATA GEOMORFOLOGICA	scala 1:10.000
4 – CARTA GEOMORFOLOGICA (con ubicazione prove)	scala 1:10.00
5 – PLANIMETRIA	scala 1:500
6 - SEZIONI STRATIGRAF. INTERPRETATIVE	scala 1:200

ALLEGATI

1.1/1.4 – CARTE PIANO DI BACINO E DEI DISSESTI E VINCOLI (P.A.I.)
2 - PROVE IN POSTO - PROSPEZIONI SISMICHE - risultanze
3.1/3.2 - PROVE IN POSTO – DET. INDICE SCLEROMETRICO
4.1/4.3 – ANALISI DELLA ROCCIA METODO ROCK LAB DI HOEK
5 - PARAMETRI SISMICI DI SITO

PREMESSA

La presente relazione riferisce su quanto è emerso dalla indagine eseguita dal sottoscritto dott. Francesco Valle, geologo iscritto al n° 409 dell'Albo Professionale dell'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria, su incarico della Spett. FEN ENERGIA S.p.A di Piancogno (BS), in merito al progetto di realizzazione nel Comune di Castelvecchio di Rocca Barbena di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica in località M.te Lingo, costituito da un aerogeneratore a pale (denominato nella cartografia allegata A1) e del relativo cavidotto.

Nella cartografia allegata vengono inoltre riportati, a scopo indicativo, i posizionamenti poco a ponente dell'area in oggetto, di altre due torri eoliche già realizzate, sempre nell'area indagata, dalla società Tersia.

Eseguiti i necessari rilievi si espongono qui di seguito le condizioni emerse, tenendo conto che, essendo in fase preliminare, l'indagine si è sviluppata secondo i seguenti criteri:

- inquadramento dell'area nell'ambito del Piano di Bacino del T. Centa (versante ligure) e del P.A.I. (versante padano);
- rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico della zona per un'area sufficientemente significativa;
- esecuzione di prove in posto;
- analisi ed elaborazione degli elementi acquisiti e redazione della presente relazione geologica preliminare.

1) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- R.D. 3267/1923 e succ. mod.- L.R. 4/1999: Vincolo Idrogeologico.
- L. 267/1998. Piani di Bacino Stralcio per la tutela dal Rischio Idrogeologico.
- D.P.C.M. del 24/05/2001 - Norme Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).
- D.M. 14/01/2008: Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Delibera della Giunta Regionale n°1362 del 19/11/2010 (D.M. 14/01/2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria).
- Art. 185 comma 1 lett. C bis del D.Lgs 152/06 - come da modifiche dal D.L. 185/2008 convertito in legge con L.2 del 28/01/09, Decreto n. 161 del 10/08/2012 “Regolamento recante la disciplina dell’utilizzazione delle terre e rocce da scavo” e D.G.R. 1423/2013.

2) VINCOLI AMMINISTRATIVO - TERRITORIALI

Vincolo idrogeologico

Sia i terreni su cui verrà installato l’aerogeneratore sia quelli percorsi dal cavidotto risultano soggetti alla Normativa di Vincolo Idrogeologico (L.R. 4/99 ex. R.D. 3267/23).

Zonazione sismica

In base alla Delibera della Giunta Regionale n° 1362 del 19/11/2010 (D.M. 14/01/2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni . Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria) il Comune di Castelvecchio di Rocca Barbena rientra nella zona sismica “3”.

Inquadramento delle aree nell’ambito del PAI e del Piano di Bacino

Come risulta dagli stralci della cartografia allegati (ALL.1.1 ÷ 1.4), l’area in cui verrà realizzato l’aerogeneratore ricade sostanzialmente in una zona regolata dalla normativa del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), al confine con la zona tirrenica regolata dalla normativa di Piano di Bacino del T. Centa, su cui ricade invece il tratto interessato dalla messa in posto del cavidotto.

Gli interventi previsti nelle zone normate P.A.I. rientrano in siti che risultano al di fuori sia delle aree in frana sia di quelle soggette ad esondazioni, quelli nelle zone normate Piano di Bacino in siti a suscettività al dissesto per lo più da media a bassa (vedi ALL.1.1), ma nel tratto a meridione, dove passerà al di sotto della strada asfaltata, anche a suscettività alta, di tipo Pg3b, e molto alta, di frana attiva Pg4; si tratta di aree in cui la sede stradale risulta comunque sostanzialmente integra mentre i versanti a lato sono stati interessati da locali crolli di materiale roccioso.

I siti di intervento, posti in prossimità del crinale, risultano a distanza di salvaguardia dai corsi d'acqua significativi (essenzialmente i tratti iniziali), ed in cui sono previsti interventi di disgaggi, reti armati, paramassi, consolidamenti e ingegneria naturalistica; le opere previste a progetto non inficieranno comunque la loro attuazione.

Rocce e terre da scavo

Nessuno dei substrati rocciosi presenti (vedi anche TAV.2) è riconducibile a litotipi appartenenti alla famiglia delle "pietre verdi".

3) INQUADRAMENTO GENERALE DELLA ZONA

3.1 - Geomorfologia

L'impianto eolico è previsto sul lato occidentale di Monte Lingo, lungo la dorsale con direzione grossomodo NW - SE che costituisce lo spartiacque tra il bacino padano e quello ligure, attraversata a mezzacosta da una strada sterrata in buone condizioni di manutenzione (vedi TAV.1 – Corografia).

Più precisamente, l'aerogeneratore denominata A1 verrà posizionato circa su una sella morfologica caratterizzata da pendenze molto deboli mentre sui versanti laterali la pendenza diventa media (acclività dell'ordine del 30 ÷ 40%).

Seppure in presenza di una vegetazione prativa e/o a bosco, le coperture superficiali sono ovunque molto ridotte, generalmente di spessore compreso tra 1 ÷ 2m.

L'area è pertanto caratterizzata dalla diffusa affioranza o subaffioranza del substrato roccioso che delinea morfologie condizionate da una certa eterogeneità nello stato di conservazione e dalla tettonizzazione da esso subita.

Grazie soprattutto alla superficialità del substrato e trovandoci in prossimità del crinale, non si riscontrano ancora fenomeni erosivi di una certa rilevanza e la stabilità superficiale appare più che buona.

Il cavidotto procederà invece verso Sud-Est fino la località del Villaggio di Rocca Barbena, interrato lungo l'esistente strada (sterrata nel primo tratto fino al bivio con la provinciale e quindi asfaltata) che procede pressoché sempre a mezzacosta non distante dal crinale; i versanti sono caratterizzati da una morfologia piuttosto regolare anche se in presenza di alternanze di impluvi e displuvi per altro non molto marcati; nelle zone di crinale prevalgono pendenze deboli (pendenze medie dal 15 ÷ 20%) che si accentuano sui versanti laterali.

Anche in questa zona non si riscontrano generalmente segni di significative instabilità a livello di coperture con solo qualche locale e limitato scoscendimento e/o crollo superficiale, interessante per lo più materiale lapideo, dei cigli del taglio stradale, normali per questo tipo di terreni e condizioni geomorfologiche.

Per quello che riguarda l'aspetto vegetazionale, sia nella zona di crinale che nei versanti siamo in un contesto di bosco deciduo.

L'antropizzazione dell'area è legata principalmente alla presenza della strada provinciale per Bardineto e della sterrata che collega i comuni di Castelvecchio di Rocca Barbena a Garessio, passando anche per il territorio di Erli e di Bardineto; da questa via dipartono alcune piste di esbosco e/o di collegamento a fabbricati isolati.

3.2 - Litologia

Il rilevamento geologico di dettaglio e le prove geognostiche eseguite hanno permesso di evidenziare come la sella subito a ponente della vetta del M. Lingo, dove verrà posizionato l'aerogeneratore A1, risulti caratterizzata dalla presenza dei litotipi delle quarziti ("Quarziti di ponte di Nava"); derivano da originarie sabbie a granuli quarzosi sottoposte a debole metamorfismo e la loro stratigrafia è

relativamente omogenea, sebbene localmente si possono avere arricchimenti in clorite, miche bianche o sericite tali da portare a facies quarzoscistiche.

Il litotipo più frequente è costituito da bancate di potenza decimetrica di arenarie quarzose a granulometria da media a fine di colore grigio - bianco o verdino generalmente ben cementate mentre in subordine sono presenti livelli pelitici violacei.

Questa formazione risulta di norma affiorante o subaffiorante, sovrastata in quest'ultimo caso da sottili coperture derivanti direttamente dalla detrizione del substrato quarzoso; la giacitura dei piani di scistosità principale risulta orientata verso il quadrante sud-orientale con inclinazioni intorno ai 40°.

Sotto il profilo geomeccanico le rocce del complesso quarzitico presentano, ad eccezione della facies cataclasitica di contatto tettonico, un'elevata tenacità e buona compattezza nonostante il grado di fratturazione che localmente può diventare assai ingente.

In prossimità della parte orientale della sella, le quarziti sono a contatto con i litotipi calcareo dolomitici appartenenti alla formazione delle "Dolomie di San Pietro dei Monti", che caratterizzano la vetta del Monte Lingo ed il suo intorno; si tratta di rocce triassiche depositate in ambiente di piattaforma carbonatica, costituite da dolomie, dolomie calcaree, calcari dolomitici, calcari e calcareniti caratterizzate da un elevato grado di tettonizzazione che ha generato un fitto sistema di fratturazioni che talvolta rendono problematico il riconoscimento della giacitura dei piani di stratificazione (nell'area in oggetto tendenzialmente verso S – SW). I calcari dolomitici di colore grigio chiaro e scuro, disposti secondo strati di potenza da decimetrica a pluridecimetrica, risultano essere per lo più affioranti o subaffioranti, interessati da modeste coperture derivanti direttamente dalla detrizione dell'ammasso.

Sotto il profilo geomeccanico le rocce calcareo – dolomitiche presentano in generale buona tenacità e compattezza nonostante il grado di fratturazione che localmente può diventare anche assai ingente con formazione di blocchi anche subdecimetrici.

I calcari dolomitici sono frequentemente associati alle quarziti e talvolta alle facies permocarbonifere con contatti prevalentemente di tipo tettonico.

Anche il percorso del cavidotto interesserà sostanzialmente termini dei precedenti litotipi quarzosi e calcarei, talvolta con dominanza di caratteri calcareo-arenacei e scistosi ("Scisti dello Scravaion").

3.3 - Idrogeologia ed idrografia di superficie

I litotipi presenti possono esser considerati sostanzialmente impermeabili o semipermeabili con una locale permeabilità secondaria legata al grado di fratturazione/tettonizzazione mediamente piuttosto bassa.

Ove presenti, le coperture, costituite da una matrice a componente limo-argillosa dominante, risultano dotate di una permeabilità primaria piuttosto bassa, che poco differisce da quella della sottostante roccia in posto.

Unica eccezione è costituita dai litotipi carbonatici delle "Dolomie di S. Pietro dei Monti" a cui è attribuibile un più elevato grado di permeabilità per fratturazione, dissoluzione e carsismo.

Lo stesso discorso vale per il versante percorso dal cavidotto, costituito nei livelli più superficiali da coltri detritico-eluviali poco permeabili in un contesto di pendio inciso dai tratti iniziali dei corsi d'acqua (corsi d'acqua di I ordine).

In questi solchi naturali vengono inoltre smaltite le acque in eccesso, comunque limitate, trovandoci in prossimità del crinale.

La prossimità al crinale e la prossimità alla superficie del substrato roccioso esclude pure la presenza di una falda freatica.

4) INTERVENTO IN PROGETTO

La messa in opera dell'impianto avverrà su un'area pianeggiante ricavata in sterro e riporto collegata da una viabilità di cantiere alla strada esistente.

L'energia prodotta dall'aerogeneratore in progetto verrà trasportata a mezzo di un cavidotto interrato che si svilupperà su strada esistente, grossomodo per la prima metà sterrata e quindi asfaltata.

Al termine dei lavori di montaggio dell'aerogeneratore e delle apparecchiature, sono previsti il ripristino morfologico e la rinaturalizzazione di tutte le aree di cantiere; le piazzole di montaggio verranno ridotte alle dimensioni minime necessarie alla gestione dell'impianto e le piste di cantiere a quelle precedenti.

5) PROVE IN POSTO

5.1 - Prospezioni sismiche

Nel sito in esame sono state eseguite, con un sismografo DoReMi della "*Sara electronic instruments*" a 16 canali digitali a 16 bit, due prove sismiche con la tecnica a rifrazione, denominate S.S.1 ÷ 2, per definire la distribuzione in profondità delle velocità delle onde sismiche di compressione (Vp).

Le linee di acquisizione utilizzate per le due stese sono state di lunghezza 30m, con la distanza intergeofonica di 1m.

L'interpretazione dei dati ottenuti e riportati in allegato (ALL.2) è stata effettuata per la prova a rifrazione con il software "Intersism" della "Geo&Soft".

Per quanto riguarda la prova 1 (S.S.1), l'interpretazione ha definito un'ipotesi stratigrafica di terreno suddivisibile in due livelli:

- sismostrato superficiale di ≈ 2 ÷ 2.5m di spessore, costituito da terreno vegetale molto sciolto (velocità delle onde rifratte Vp ≈ 290 m/sec)
- secondo rifrattore, attribuibile al substrato superficiale alterato e fratturato (Vp ≈ 1800 m/sec)

La prova 2 (S.S.2), eseguita in prossimità del posizionamento dell'aerogeneratore A1, evidenzia un'ipotesi stratigrafica di terreno suddivisibile in tre livelli:

- sismostrato superficiale di ≈ 1m di spessore, costituito da terreno vegetale da sciolto a mediamente addensato (velocità delle onde rifratte Vp ≈ 400 m/sec)
- secondo rifrattore, potente da 2m a 4m, assoggettabile al substrato molto alterato e fratturato (Vp ≈ 1400 m/sec)
- terzo rifrattore, attribuibile al bedrock fresco (Vp ≈ 2700 m/sec)

Si può inoltre evidenziare come l'aumento dello spessore della roccia più alterata (da 2 a 4m) verso la parte occidentale della stesa è presumibilmente da mettere in correlazione alla presenza del contatto litologico quarziti/calcari.

5.2 - Misurazioni sclerometriche

Lo stato di conservazione della roccia nei livelli più superficiali è stato analizzato nei due punti di affioramento indicati in TAV.4 (stazioni S.1 e S.2) con lo sclerometro da roccia (martello di Schmidt).

Le misurazioni riportate in un istogramma indice sclerometrico/frequenza (ALL.3.1 – 3.2) definiscono in entrambe le stazioni un andamento modale e valori con un indice medio $\cong$ 15 per le quarziti e $\cong$ 34 per i calcari dolomitici a cui corrispondono valori della resistenza alla compressione monoassiale Co variabili dai 200 ai 500 Kg/cmq caratteristici degli ammassi rocciosi in condizioni da scadenti a discrete.

6) CONSIDERAZIONI TECNICHE

6.1 - Caratterizzazione dei terreni – Valori medi

Il modellamento stratigrafico del terreno, ricavabile sulla base delle risultanze sia del rilevamento di superficie che delle indagini esegui,te evidenzia la presenza, al di sotto di uno strato superficiale di coperture sciolte variabile da 1 a 2m, di un livello costituito da materiale roccioso molto alterato e fratturato, passante più in profondità alla roccia in più che discreto stato di conservazione; lo spessore di questo strato intermedio e conseguentemente l'andamento del bedrock appaiono estremamente irregolari (vedi prospezioni sismiche), con zone di una certa superficialità della roccia non alterata (nella stesa S.S.2 sale a 3 ÷ 4m dal p.c.) ed altre in cui non appare per tutta la profondità indagata, stimabile intorno ai 10m (stesa S.S.1).

Coperture: coltri detritico – eluviali

Il livello di coperture, ove presente, può essere caratterizzato con i seguenti valori geotecnici medi di riferimento:

peso di volume γ_{nat}	17 ÷ 19 kN/m^3
angolo d'attrito φ	25 ÷ 30°
coesione effettiva c'	5 ÷ 10 kPa

La caratterizzazione geomeccanica della roccia è stata fatta sia sulla base delle risultanze delle prospezioni sismiche che dei rilievi e delle determinazioni geomeccaniche, procedendo alla classificazione degli ammassi rocciosi attraverso il metodo GSI (Geological Strength Index) elaborato da Hoek (1994), che permette di definire la categoria di appartenenza dell'ammasso roccioso in esame in funzione di una valutazione qualitativa delle famiglie di discontinuità presenti e delle condizioni delle loro superfici di contatto.

Quarziti molto alterate e fratturate

Il substrato quarzitico, costituito nei livelli più superficiali da roccia molto alterata e fratturata, risulta in condizioni di conservazione scadenti; inseriti i parametri geotecnici richiesti dal programma Rocklab (γ = 26 kN/mc, σ_c = 20 MPa e mi = 20) e quelli identificativi del suo stato (Indice GSI = 15), sono stati determinati i parametri di resistenza al taglio secondo il criterio di rottura di Mohr – Coulomb (ALL. 4.1) da cui:

peso di volume γ	26 kN/mc
resistenza a compressione monoassiale σ_c	20 MPa
Modulo elastico roccia intatta Ei	7500 MPa
Modulo di deformazione Ed	270 MPa
angolo d'attrito φ	48°
coesione c	60 kPa

Quarziti fresche

Risultano in condizioni di conservazione più che discrete; inseriti i parametri geotecnici richiesti dal programma Rocklab (γ = 26 kN/mc, σ_c = 50 MPa e mi = 20) e quelli identificativi del suo stato (Indice GSI = 30), sono stati determinati i parametri di resistenza al taglio secondo il criterio di rottura di Mohr – Coulomb (ALL. 4.2) da cui:

peso di volume γ	26 kN/mc
resistenza a compressione monoassiale σ_c	50 MPa
Modulo elastico roccia intatta Ei	18000 MPa
Modulo di deformazione Ed	1500 MPa
angolo d'attrito φ	60°
coesione c	160 kPa

Calcari dolomitici alterati e fratturati

La roccia, nei livelli più superficiali alterata e fratturata, risulta in condizioni di conservazione da scadenti a discrete; inseriti i parametri geotecnici richiesti dal programma Rocklab (γ = 26 kN/mc, σ_c = 50 Mpa e mi = 9) e quelli identificativi-del suo stato (Indice GSI = 20), sono stati determinati i parametri di resistenza al taglio secondo il criterio di rottura di Mohr – Coulomb (ALL. 4.3) da cui:

peso di volume γ	26 kN/mc
resistenza a compressione monoassiale σ_c	50 MPa
Modulo elastico roccia intatta Ei	21000 MPa
Modulo di deformazione Ed	970 MPa
angolo d'attrito φ	50°
coesione c	100 kPa

6.2 - Caratterizzazione sismica dei terreni

In base alla Delibera della Giunta Regionale n° 1362 del 19/11/2010 (D.M. 14/01/2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni . Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria) il Comune di Castelvecchio di Rocca Barbena rientra nella zona sismica “3”.

Facendo riferimento al D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” ed alla circolare 617 del 2/02/09 del Ministero delle Infrastrutture “Istruzioni per l’applicazione delle N.T.C.”, la stima della pericolosità sismica viene definita con un approccio “sito dipendente”.

La stima della pericolosità sismica ed in particolare dell’accelerazione massima prevedibile è stata effettuata attraverso il software Geostru PS Parametri

Sismici facendo riferimento, oltre che alle coordinate del sito, alle situazioni stratigrafiche e topografiche medie emerse attraverso la relazione: $A_{max}= S_S \times S_T \times a_g$

Tenuto conto che il sito è collocabile nella categoria di sottosuolo A (Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m), ad esso compete un $S_S = 1$.

Per quanto riguarda il coefficiente topografico S_T, ricadendo la zona d'intervento dell'aerogeneratore A1 nella categoria T1 risulta $S_T = 1$.

Per quello che riguarda infine l'accelerazione orizzontale massima al bedrock a_g, sono attesi valori intorno a 0.099g (vedi ALL.5), calcolati con una probabilità di superamento del 10% in 475 anni (corrispondente allo stato limite di salvaguardia della vita - SLV).

6.3 - Modalità d'intervento

Gli ampliamenti della strada per l'adeguamento della viabilità interna al campo comporteranno il semplice scotico e spianamento dei livelli più superficiali di terreno, mentre la realizzazione della piazzola di montaggio dell'aerogeneratore, che dovrà risultare subpianeggiante, darà origine a fronti di scavo prevalentemente in roccia nella zona a monte e scarpate in riporti a valle; all'interno di questi spiazzi verrà ricavato l'alloggiamento per il plinto di fondazione della torre (vedi Planimetria e Sezioni TAVV. 5 e 6).

Il nuovo aerogeneratore risulterà fondato su piastra circolare di circa 18m di diametro impostate ad una profondità non superiore ai 3m rispetto al p.c. ma eventualmente rinforzate da micropali di lunghezza variabile a seconda delle stratigrafie del terreno.

I fronti di scavo risulteranno costituiti per circa 1m da coperture sciolte, per il restante da coltri detritiche e/o roccia alterata, mentre le porzioni in rilevato dovranno essere realizzate con materiale granulare adeguatamente compattato.

Sia per i fronti di scavo che per le scarpate dei rilevati dovrà essere prevista una sistemazione definitiva con scarpa non superiore ai 35° ÷ 40°; riguardo le

ultime, nel caso di altezze superiori ad 1.5 ÷ 2m si dovranno prevedere opere di ingegneria naturalistica al piede.

Per quello che riguarda il cavidotto, interessando la sede della viabilità esistente, costituita essenzialmente da un rilevato granulare (in prevalenza ghiaia e pietrisco) l'esiguità dello scavo necessario alla posa dei cavi non comporterà particolari problemi per quello che riguarda la stabilità delle pareti della trincea, di altezza non superiore a 1.5m.

Dovrà comunque essere verificata la stabilità generale della carreggiata considerando che per alcuni tratti risulta collocata in zone a suscettività al dissesto alta e molto alta

6.4 - Sistemazione idrogeologica

Gli interventi previsti non modificheranno in modo sensibile l'attuale assetto idrogeologico dell'area; dovranno comunque essere predisposte, in corrispondenza degli spiazzi tecnici adiacenti all'aerogeneratore, adeguate canalizzazioni di raccolta delle acque meteoriche non drenate dal terreno raccordantesi alla cunetta esistente (nel caso della strada) o che le convoglino, previa dispersione mediante una briglia o pozzetto permeabile, nei sottostanti solchi naturali più prossimi.

6.5 – Gestione del materiale sbancato

Gli eventuali materiali di risulta dalle lavorazioni previste, costituiti essenzialmente da coltri detritiche e roccia disgregata in scaglie o blocchetti, materiali non appartenenti alla famiglia delle "Rocce Verdi", potranno, se geotecnicamente adeguati, essere riutilizzati in sito sia nella realizzazione dei reinterri, rilevati e/o riempimenti che nella rimodellazione finale del terreno.

Quanto sopra è da ritenersi compatibile con le disposizioni della normativa vigente (art. 185 comma 1 lett. C bis del D.Lgs 152/06 - come da modifiche dal D.L. 185/2008 convertito in legge con L.2 del 28/01/09) in quanto terreno naturale, plausibilmente non contaminato ed in cui non sono presenti minerali ascrivibili alla famiglia degli amianti (nelle aree in oggetto non sono presenti litotipi rientranti nell'elenco delle "rocce verdi" di cui al D.M. n. 178/1996).

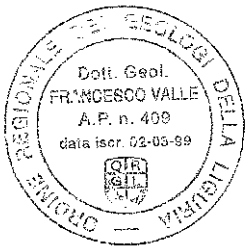
Nel caso si volessero utilizzare i materiali in esubero in altro sito dovrà essere seguita la procedura richiesta ai sensi del Decreto n. 161 del 10/08/2012 “Regolamento recante la disciplina dell’utilizzazione delle terre e rocce da scavo” e della D.G.R. 1423/2013.

7) CONCLUSIONI

Dal punto di vista geologico e sismico l’area studiata è da ritenersi idonea alla realizzazione dell’intervento previsto e pertanto si esprime un parere di fattibilità geologica, fatto salvo che in fase di progettazione esecutiva si renderanno necessari approfondimenti di indagine sia in relazione al sito in cui verrà posizionata la pala eolica che nelle zone in cui il cavidotto attraversa aree a suscettività al dissesto alta e/o molto alta.

A fronte di quanto sopra, la realizzazione dell’intervento in questione è inoltre da ritenersi, per quanto di competenza dello scrivente, ammissibile in relazione all'assetto idrogeologico dell'area evidenziato nel corso della perizia e nel rispetto delle norme tecniche di sicurezza richieste in terreni vincolati.

Savona, Febbraio 2014



aerogeneratori esistenti

aerogeneratore in progetto

A1

cavidotto su strada esistente

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data
Feb. 2014

RELAZIONE GEOLOGICA

COROGRAFIA ed ubicazione interventi

scala 1:10.000

TAV. 1

Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNI DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data Feb. 2014

RELAZIONE GEOLOGICA

A1

aerogeneratore in progetto

cavidotto su strada esistente

doSPM

qz QPN

sq GRR

scc SSC

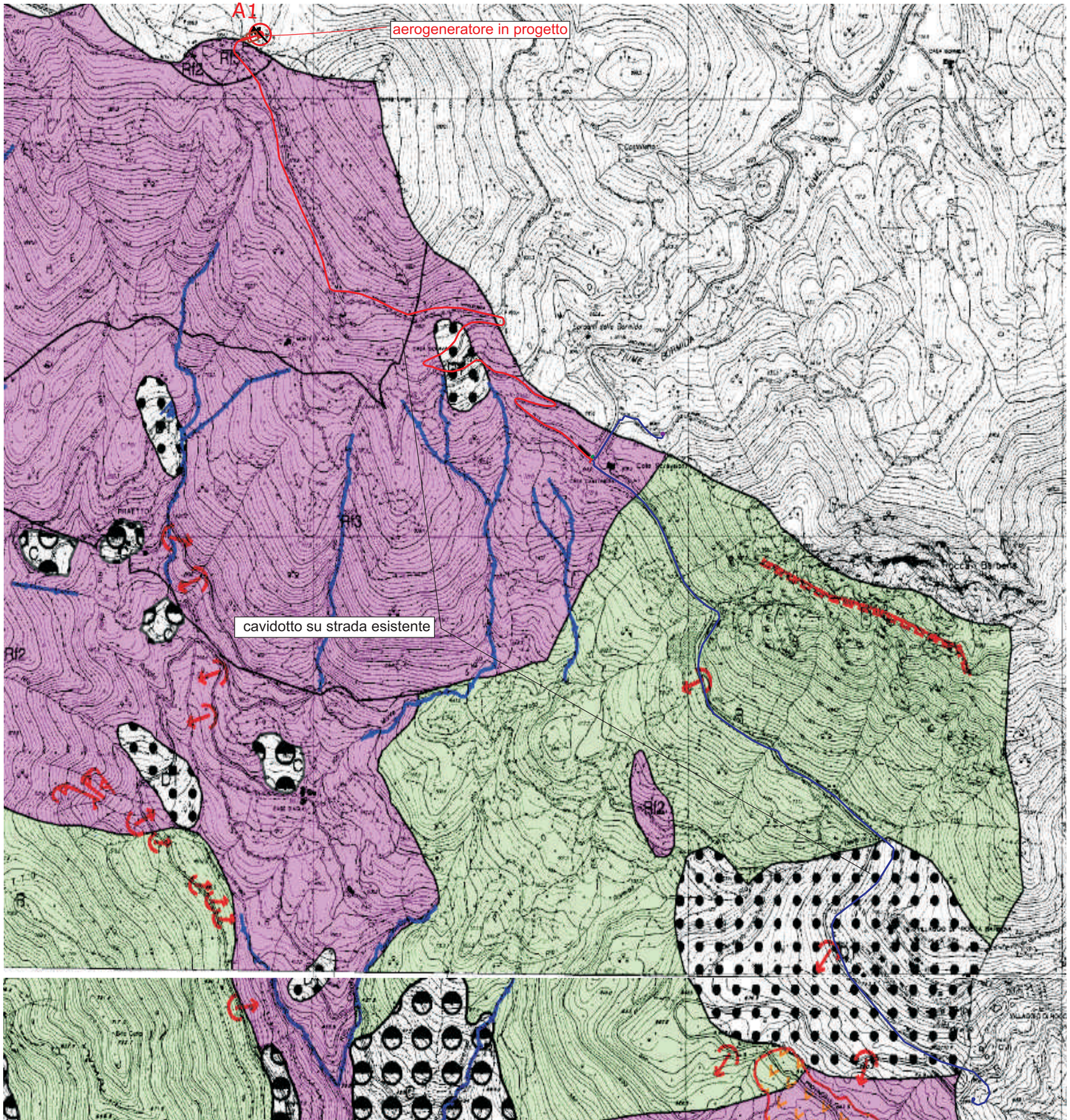
195/40

200/40/R

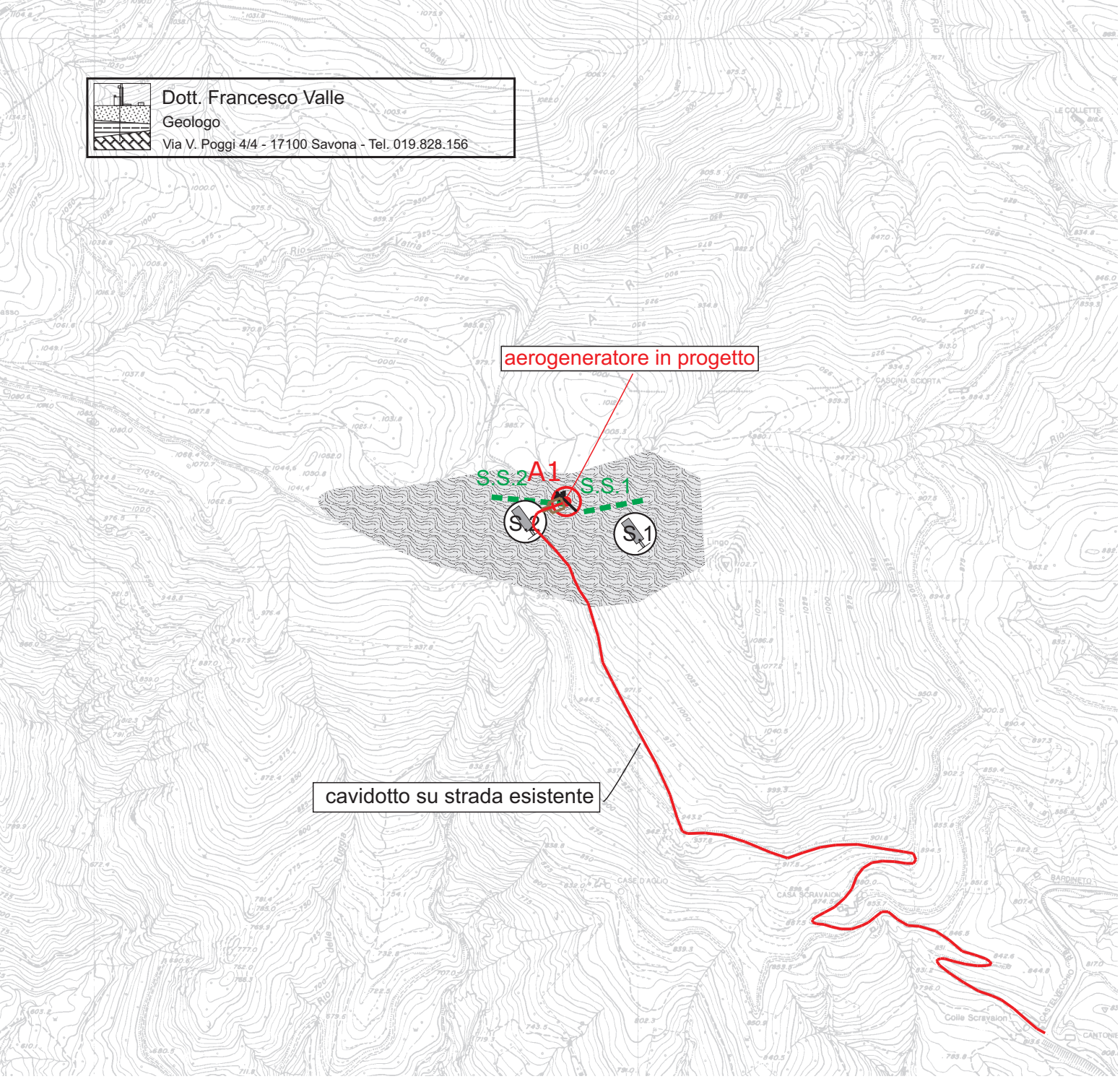
- **do** Dolomie e calcari dolomitici
  - FIN – Calcari di Finale Ligure
  - SPM – Dolomie di S. Pietro dei Monti
- **qz** Quarziti
  - QMB – Formazione di Monte Bignone
  - QPN – Quarziti di Ponte di Nava
- **scc** Scisti calcarei e calcareo–arenacei
  - SCC – Scisti dello Scravaion
- **sq** Scisti quarzosi sericitici actinolitici
  - GRR – Scisti di Gorra
- **dt** Coperture detritiche >3 metri

CARTA GEOLOGICA
Stralcio Carta Geologica
Cartografia di base Piano di Bacino

TAV. 2


A1
aerogeneratore in progetto
cavidotto su strada esistente
Rf2
Rf3
Rf1
Rf2
Rf2
Rf3
Rf2
Rf2
Rf2

Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156



substrato affiorante o subaffiorante, coperture < 1m

S.S.n — Stese sismiche

S.n — Sclerometrie

COMUNI DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data Feb. 2014

RELAZIONE GEOLOGICA

CARTA GEOMORFOLOGICA con ubicazione prove in sito

scala 1:10.000

TAV. 4

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data
Feb. 2014

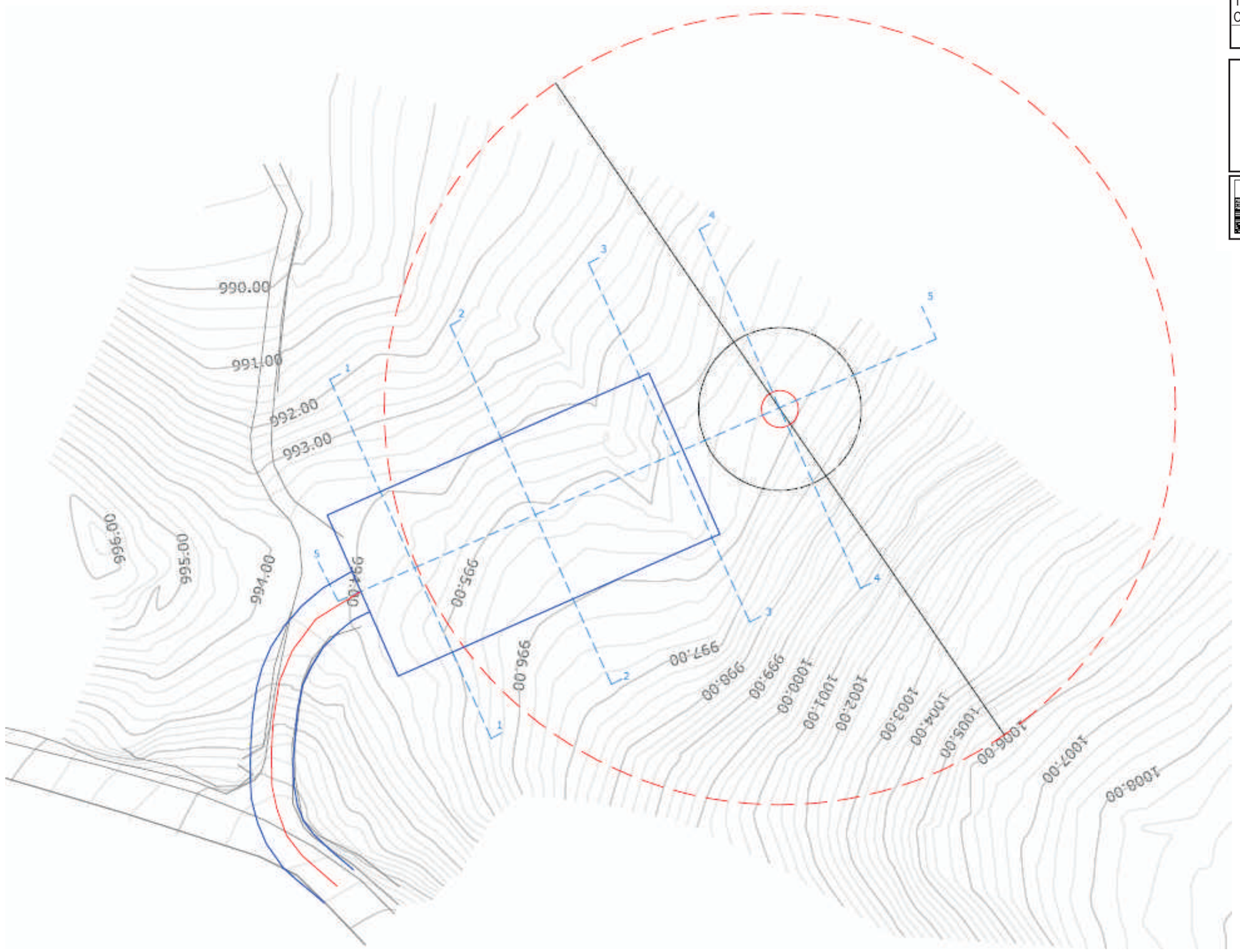
RELAZIONE GEOLOGICA

PLANIMETRIA

scala 1:500

TAV.
5

Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156



COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data
Feb. 2014

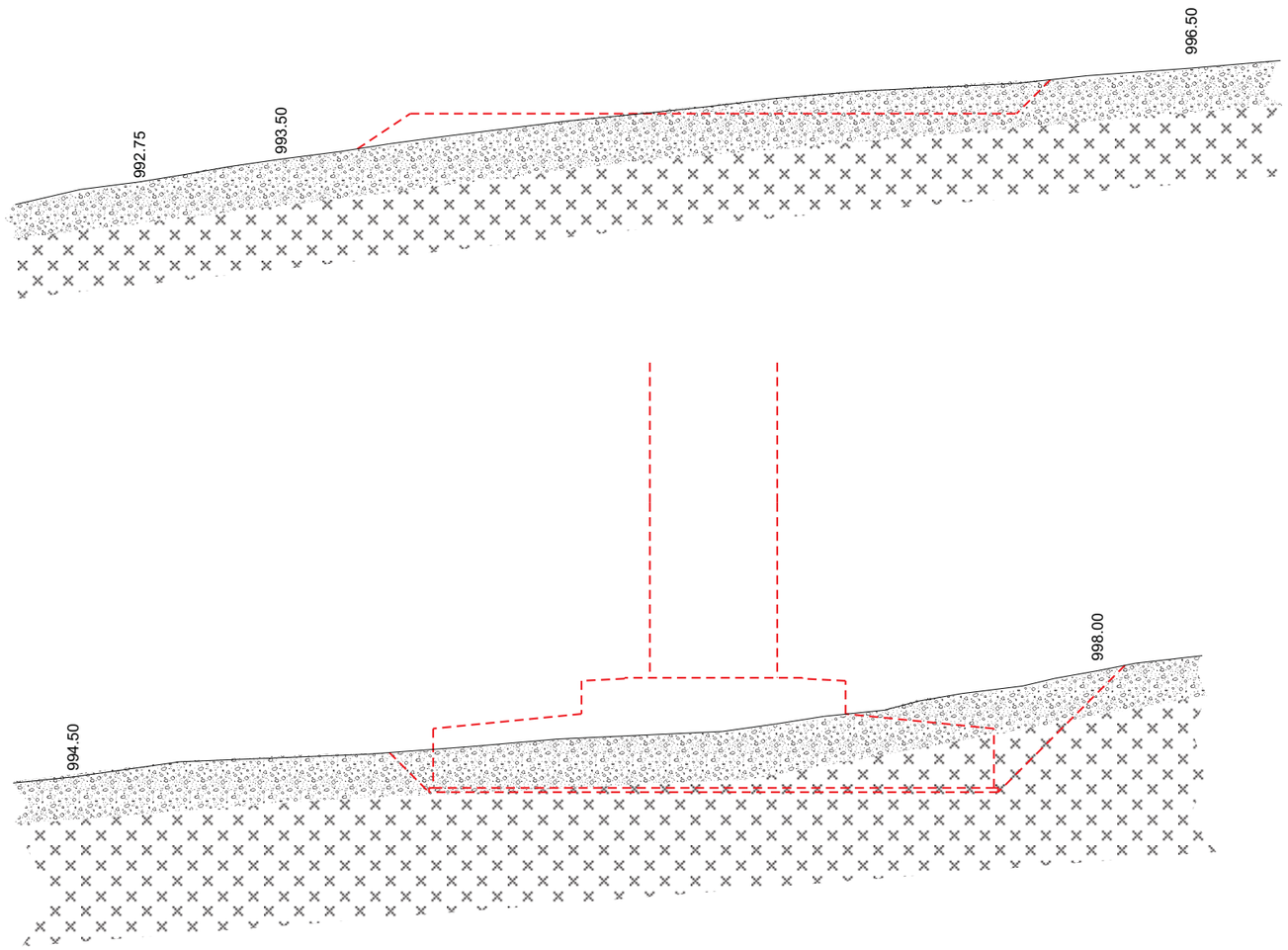
RELAZIONE GEOLOGICA

SEZIONI STRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE

scala 1:200

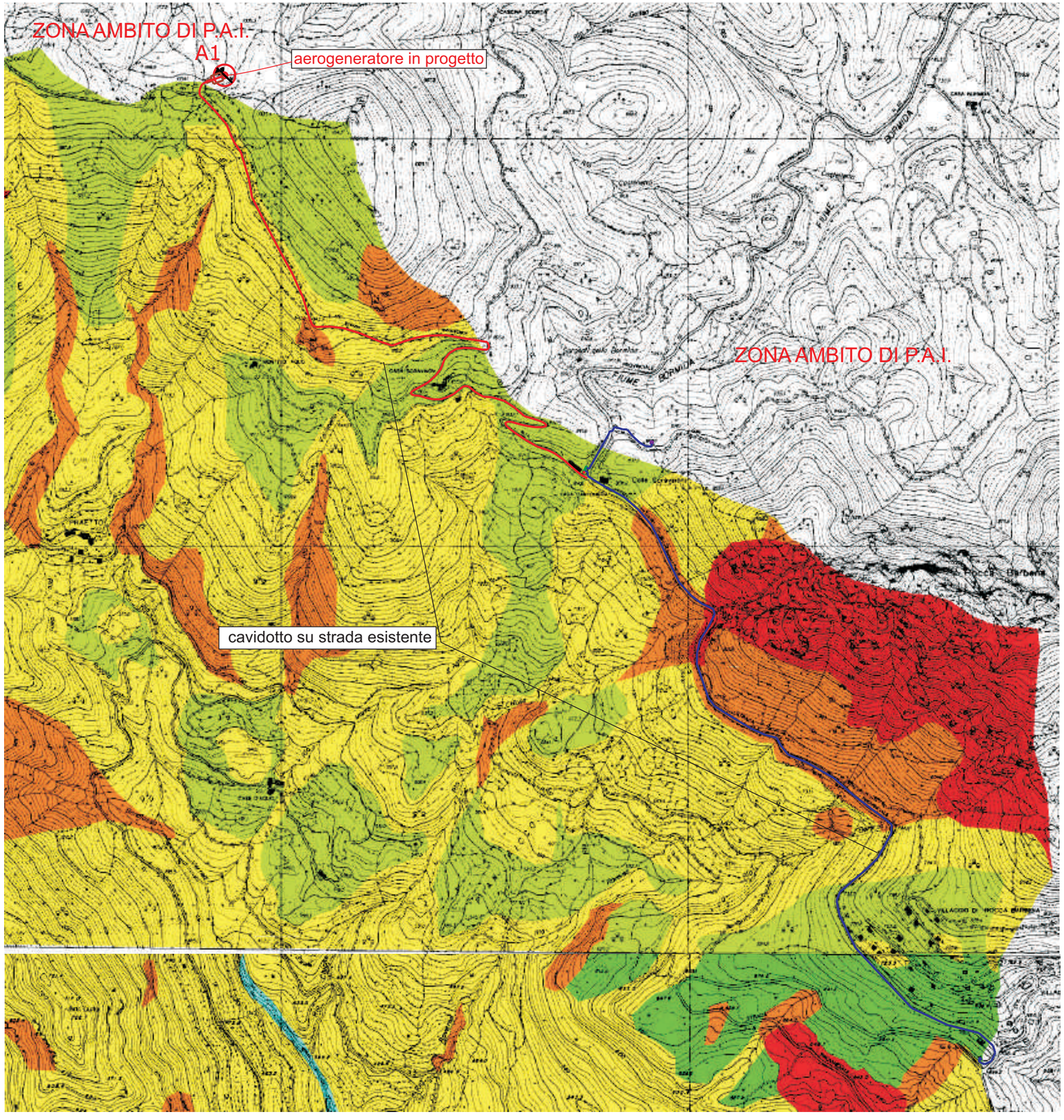
TAV.
6

Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156



Coltri detritico eluviali

Substrato roccioso (Quarziti di Ponte di Nava)



Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

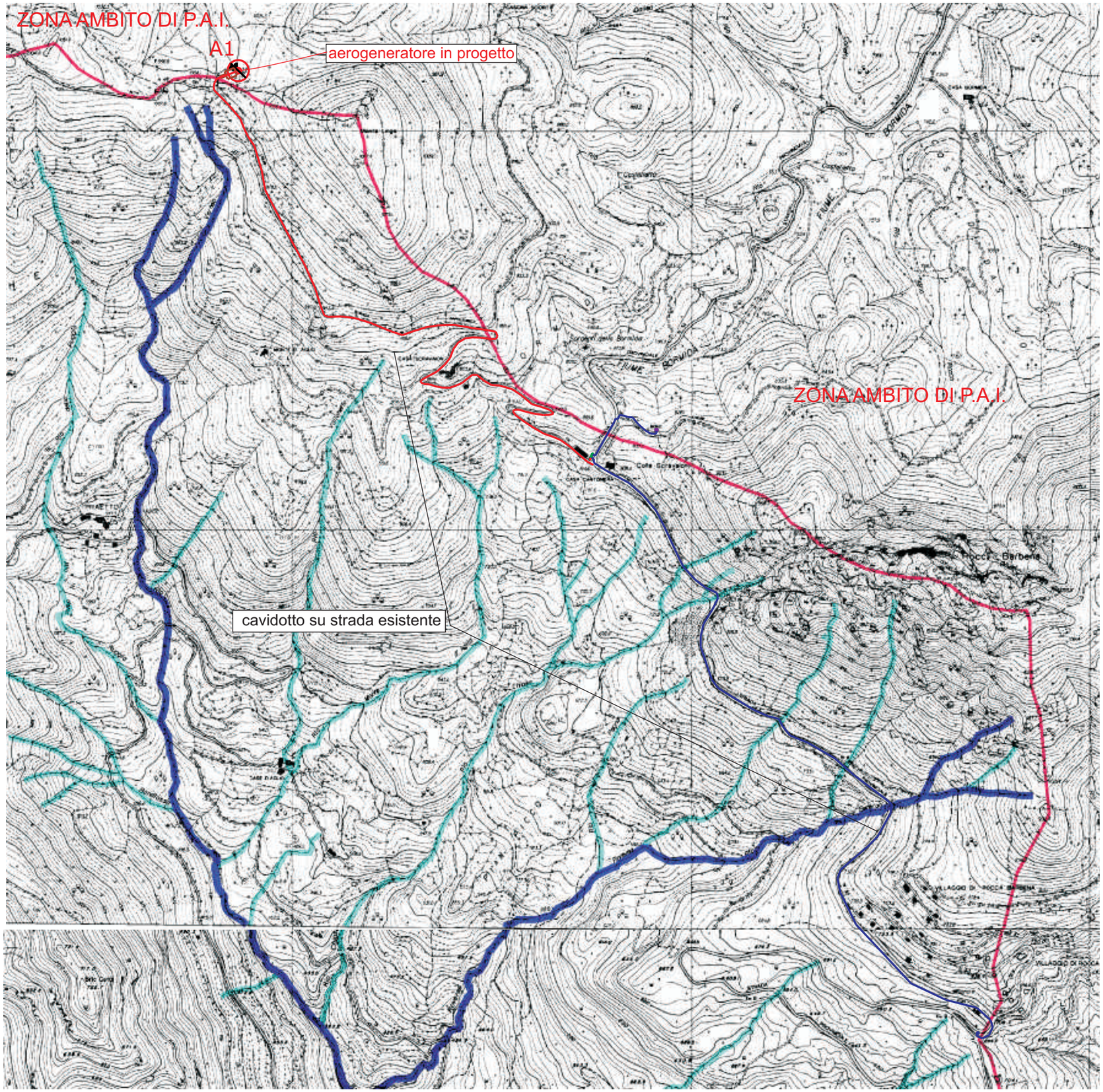
Data
Feb. 2014

RELAZIONE GEOLOGICA

- Aree a suscettività MOLTO BASSA
- Aree a suscettività BASSA
- Aree a suscettività MEDIA
- PG3a / PG3b — Aree a suscettività ALTA
- Aree a suscettività MOLTO ALTA

Stralcio Carta della Suscettività al dissesto
Piano di Bacino T. Centa
scala 1:10.000

ALL. 1.1



Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNI DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data
Feb. 2014

RELAZIONE GEOLOGICA

Corso d'acqua demaniale e/o significativo

Corso d'acqua iscritto nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia di Savona

Stralcio Carta del Reticolo Idrografico Significativo
Piano di Bacino T. Centa
scala 1:10.000

ALL.
1.2

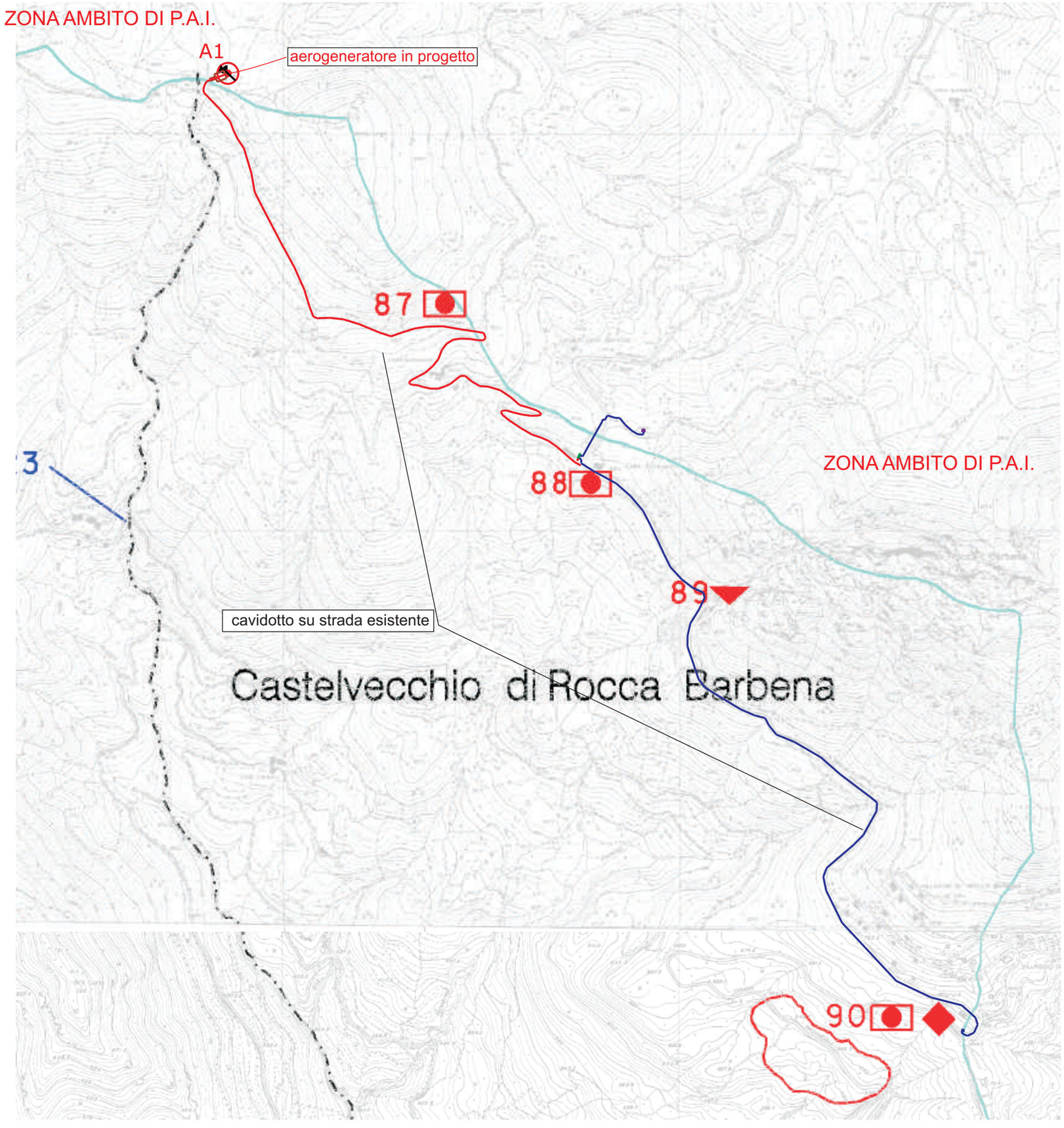
Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNI DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA
1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data
Feb. 2014

RELAZIONE GEOLOGICA



DISGAGGI, RETI ARMATE PARAMASSI

INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI

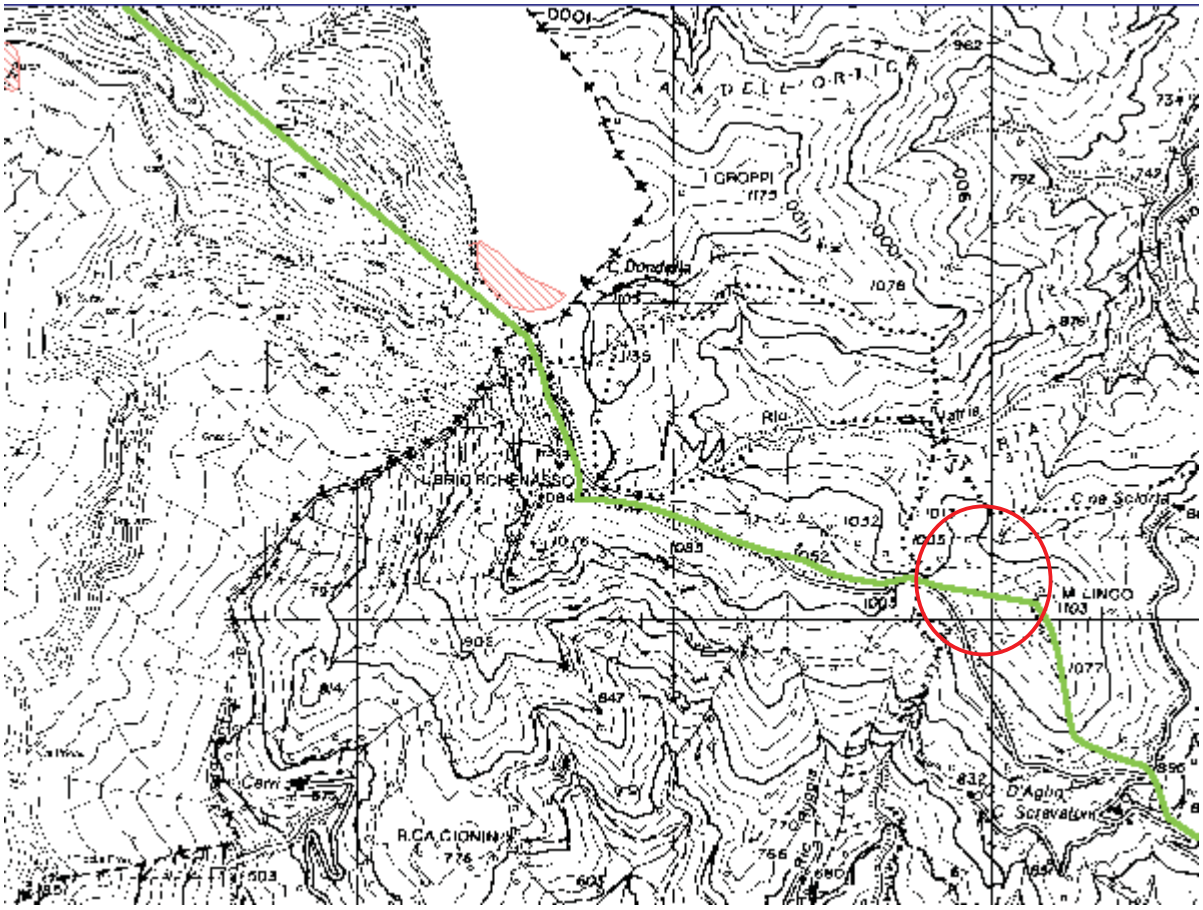
CONSOLIDAMENTI E INGEGNERIA NATURALISTICA

Stralcio Carta degli Interventi

Piano di Bacino T. Centa

scala 1:10.000

ALL.
1.3



PAI - Dissesti (Elaborato 2, Allegato 4) - Frane

- ☑ frana attiva (Fa) - aree
- ☑ frana attiva (Fa) - punti
- ☑ frana quiscente (Fq) - aree
- ☑ frana quiescente (Fq) - punti
- ☑ frana stabilizzata (Fs) - aree
- ☑ frana stabilizzata (Fs) - punti

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)	
PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA 1 AEROGENERATORE IN LOC. MONTE LINGO Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)	Data Feb. 2014
RELAZIONE GEOLOGICA	

Stralcio Carta Delimitazione delle aree in dissesto Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)	**ALL.** **1.4**

Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

RELAZIONE DELLE INDAGINI SISMICHE ESEGUITE NEL COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (PROVINCIA DI SAVONA)

Nel sito in esame sono state eseguite due prove sismiche con la tecnica a rifrazione per definire la distribuzione in profondità delle velocità delle onde sismiche di compressione (Vp). Il sondaggio è stato effettuato con un sismografo DoReMi della "*Sara electronic instruments*" a 16 canali digitali a 16 bit.

L'interpretazione dei dati è stata effettuata per la prova a rifrazione con il software "Intersism" della "Geo&Soft", l'inversione tomografica con il software Rayfract della "Intelligent resouces".

SONDAGGIO A RIFRAZIONE

SPECIFICHE METODOLOGICHE.

L'indagine sismica a rifrazione è un indagine indiretta che utilizza i contrasti di velocità delle onde sismiche.

La velocità delle onde sismiche dipende dalla densità e dalla rigidezza del materiale attraversato ovvero da proprietà riconducibili alle caratteristiche litologiche del substrato indagato.

Il comportamento della propagazione delle onde in profondità rispetta la legge di Snell dando origine a fenomeni di rifrazione e riflessione.

Lo svolgimento della prova consiste nel generare un'onda sismica di compressione (energizzazione) e registrarne l'arrivo a dei geofoni disposti in linea ad intervalli noti.

L'interpretazione delle misure registrate si basa sull'analisi del tempo impiegato dall'onda generata a raggiungere ciascun geofono.

Per poter ricostruire la variazione di velocità delle onde di compressione nel sottosuolo è necessario eseguire più energizzazioni in posizioni differenti.

INVERSIONE TOMOGRAFICA.

Le misure effettuate con la tecnica a rifrazione sono state elaborate con la procedura tomografica al fine di evidenziare in dettaglio le variazioni locali di velocità.

La tecnica tomografica prevede la creazione di un modello sintetico del sottosuolo e la sua perturbazione alla ricerca del minimo scarto tra le misure effettuate sul terreno e le misure "virtuali" registrate sul modello sintetico.

Questo consente di ottenere un modello, con variazioni di velocità continue e non necessariamente vincolato alla presenza di rifrattori.

PROVA N. 1

La linea di acquisizione utilizzata per la prova è lunga 30 m. con la distanza intergeofonica di 1 m.



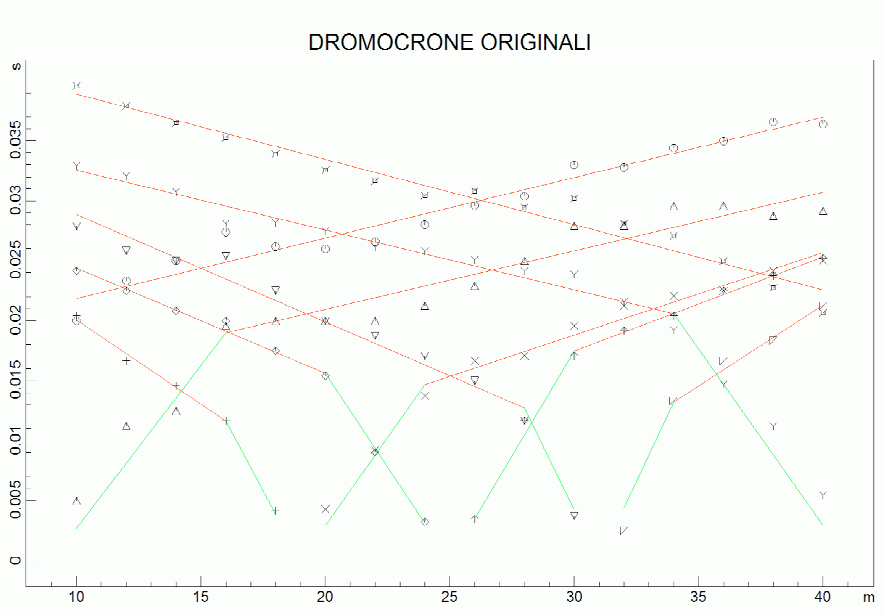
La posizione delle energizzazioni, effettuate per mezzo di mazza battente da 4 Kg, è la seguente:

Posizione energizzazioni (m)	0	9	19	25	31	41	50

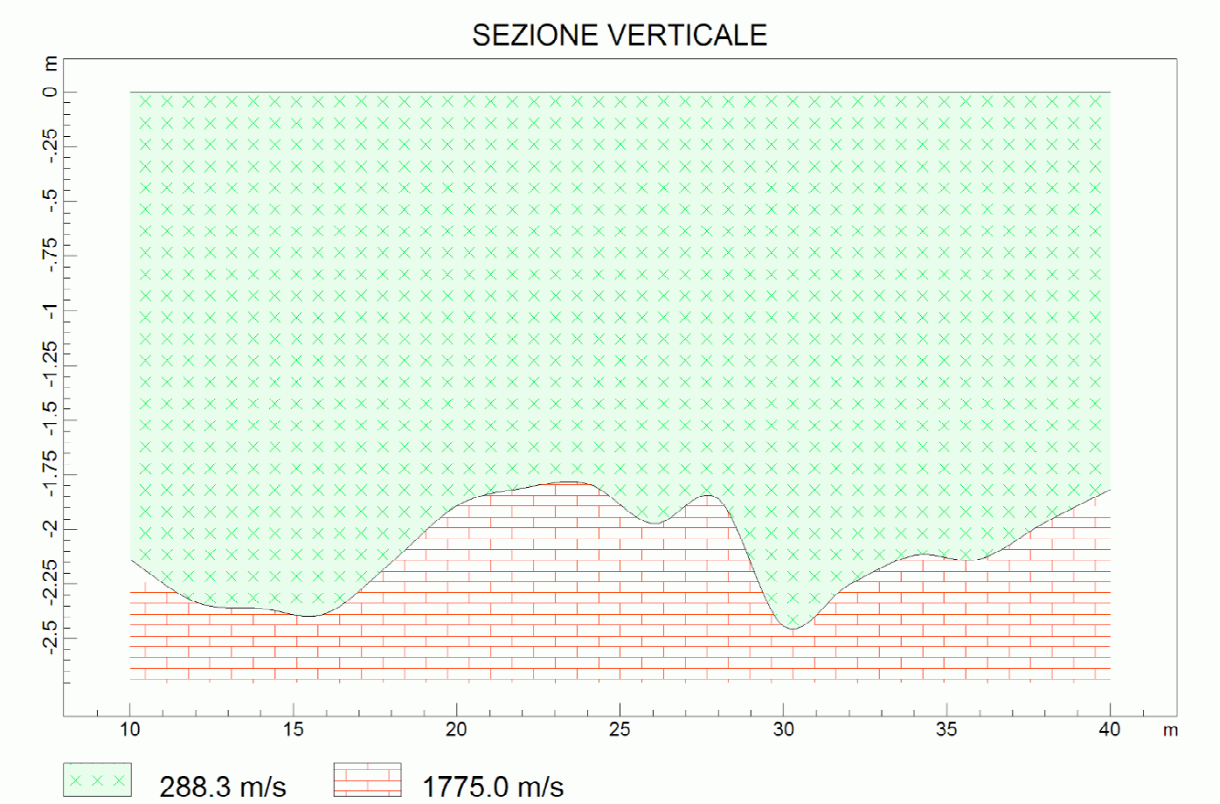
Con tale geometria si sono individuati i primi due sismostrati.

RISULTATI DEL SONDAGGIO

DROMOCRONE



PROFILO SISMICO VERTICALE



La prova a rifrazione mette in evidenza la presenza di due orizzonti sismici, il primo caratterizzato da Vp medie di 288 m/s è attribuibile al suolo vegetale con la transizione verso il substrato roccioso; il secondo caratterizzato da Vp medie di 1775 m/s e profondo mediamente 2 metri è attribuibile al substrato roccioso.

PROVA N. 2

La linea di acquisizione utilizzata per la prova è lunga 30 m. con la distanza intergeofonica di 1 m.



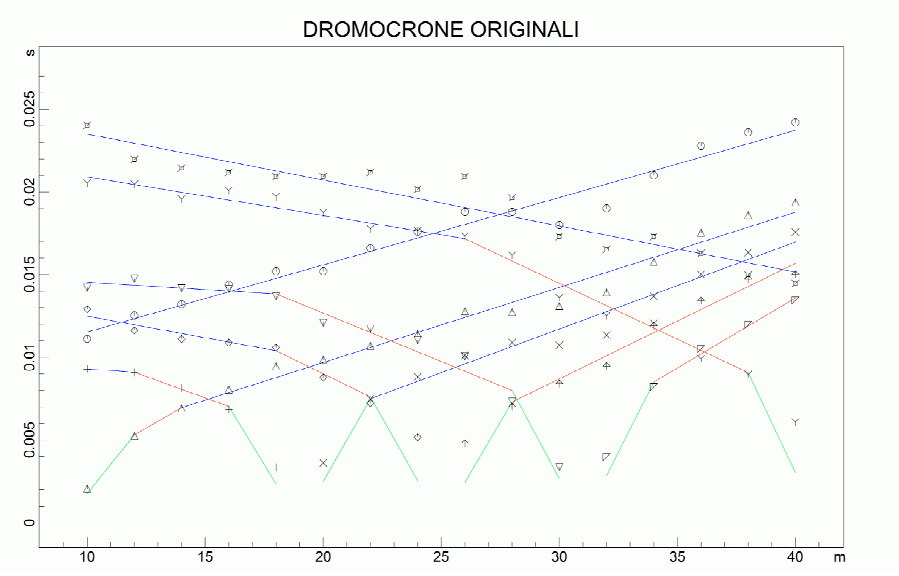
La posizione delle energizzazioni, effettuate per mezzo di mazza battente da 4 Kg, è la seguente:

Posizione energizzazioni (m)	0	9	19	25	31	41	50

Con tale geometria si sono individuati i primi tre sismostrati.

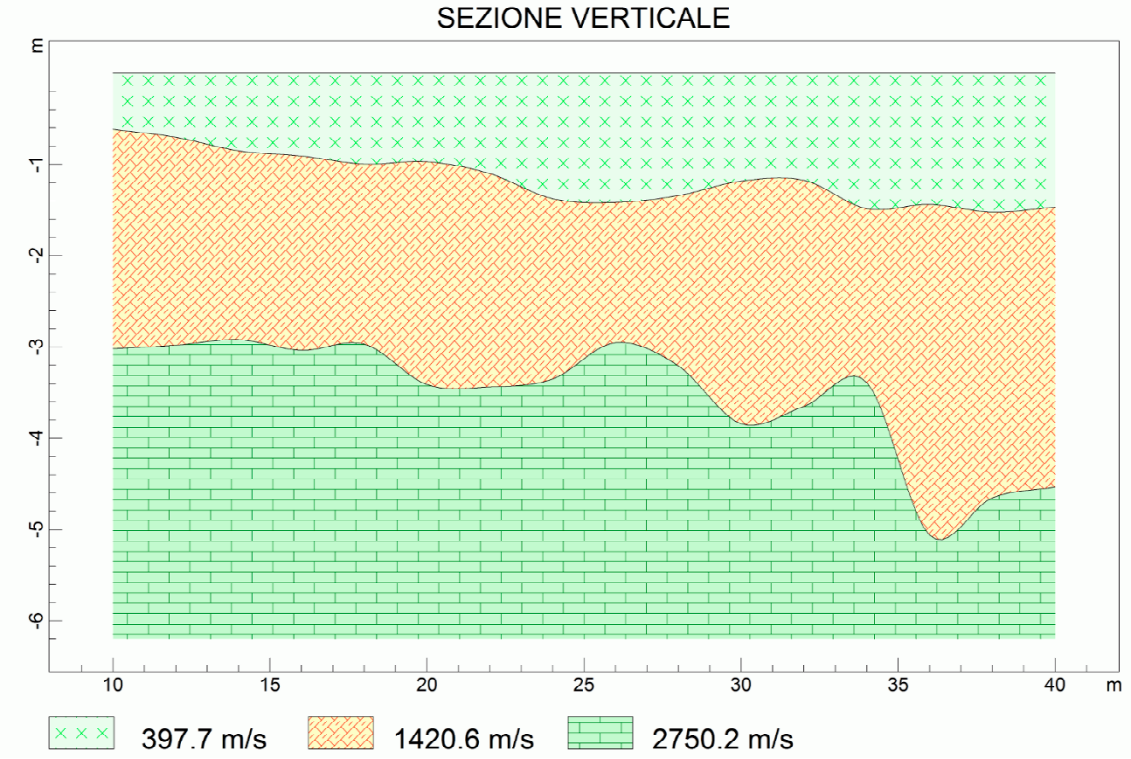
RISULTATI DEL SONDAGGIO

DROMOCRONE



PROFILO SISMICO VERTICALE

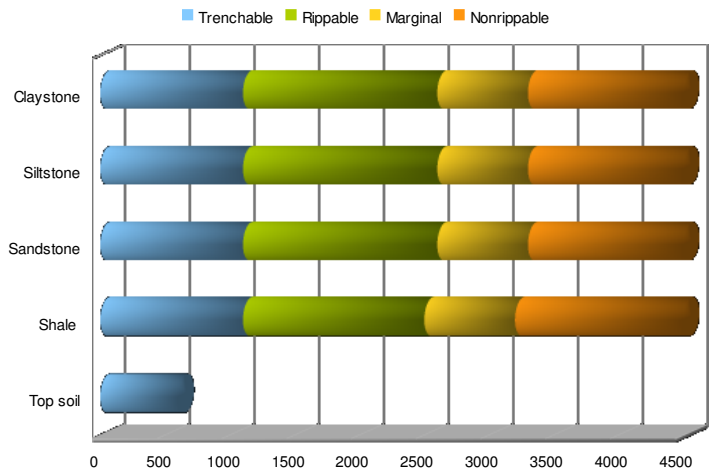
SEZIONE VERTICALE



L'indagine sismica a rifrazione ha permesso di individuare tre sismo strati:

- Il suolo e la roccia variamente alterata fino a 1 metri di profondità caratterizzata da una Vp media di 397 m/s;
- Il primo rifrattore, caratterizzato da Vp di circa 1420 m/s riconducibile alla roccia da alterata a buona;
- Il secondo rifrattore con una Vp media di 2750 m/s riconducibile al substrato roccioso.

-



Relazione tra scavabilità e velocità delle onde P con un D-8 (Caterpillar Tractor Co.) da "Exploration Sismology, Robert E. Sheriff and Lloyd P. Geldart" Cambridge, 1995

Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA - AEROGENERATORE IN LOC. M. LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data: Febbraio 2014

ALL. 3.1

RELAZIONE GEOLOGICA

DETERMINAZIONI DELL'INDICE SCLEROMETRICO

Stazione S1 - Litotipo:calcari dolomitici

Misurazioni effettuate con il martello di Schmidt (n.20)

20 - 35 - 18 - 15 - 17 - 12 - 22 - 24 - 24 - 41 - 27 - 33 - 37 - 28 - 44 - 28 - 32 - 31 - 32 - 38

Istogramma indice sclerometrico/frequenza

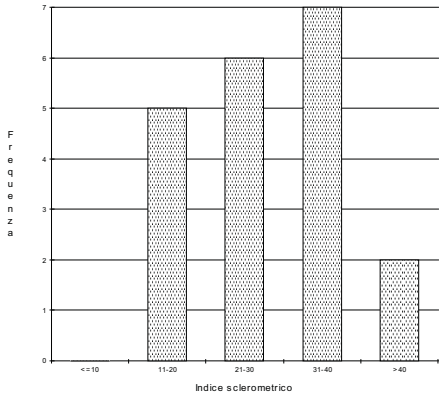
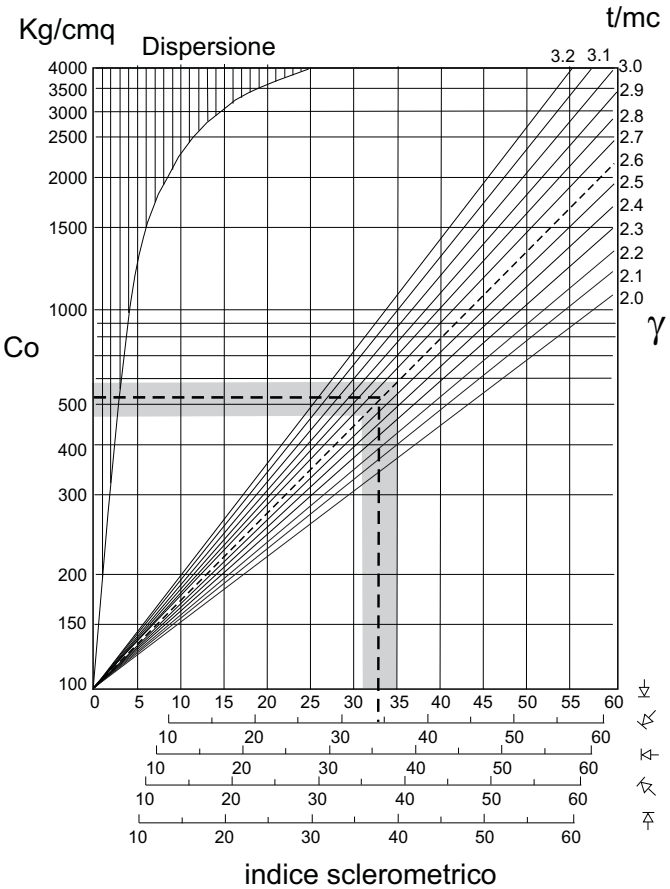


Diagramma indice sclerometrico/Co (resist. alla compressione monoassiale)





Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA - AEROGENERATORE IN LOC. M. LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data: Febbraio 2014

ALL. 3.2

RELAZIONE GEOLOGICA

DETERMINAZIONI DELL'INDICE SCLEROMETRICO

Stazione S2 - Litotipo: quarziti

Misurazioni effettuate con il martello di Schmidt (n.20)

12 - 15 - 12 - 14 - 14 - 16 - 14 - 11 - 10 - 17 - 13 - 18 - 20 - 13 - 21 - 15 - 15 - 14 - 15 - 22

Istogramma indice sclerometrico/frequenza

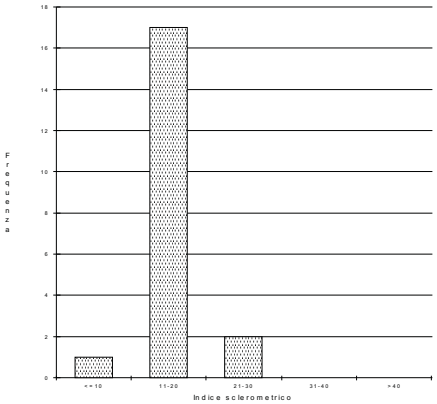
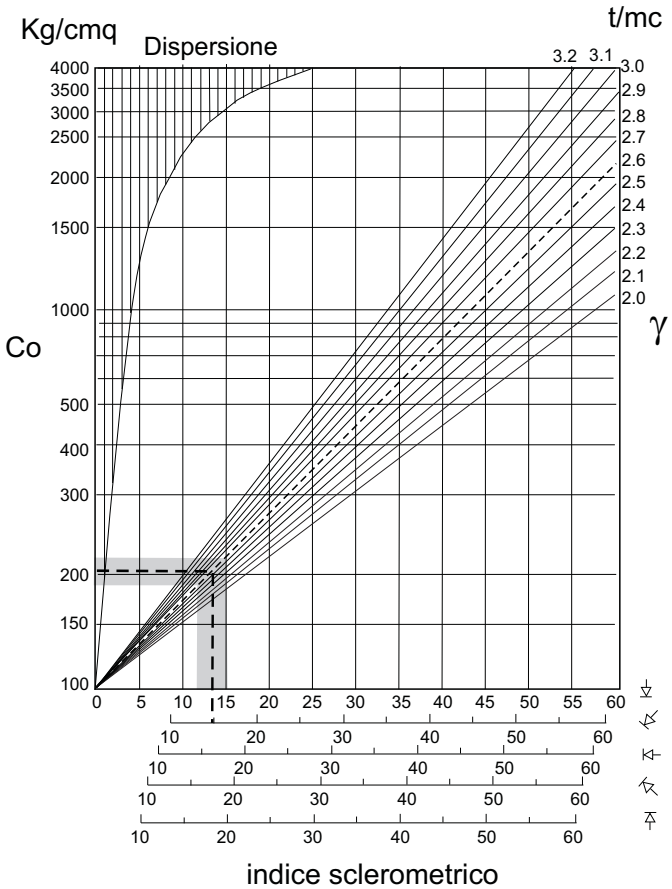


Diagramma indice sclerometrico/Co (resist. alla compressione monoassiale)





Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

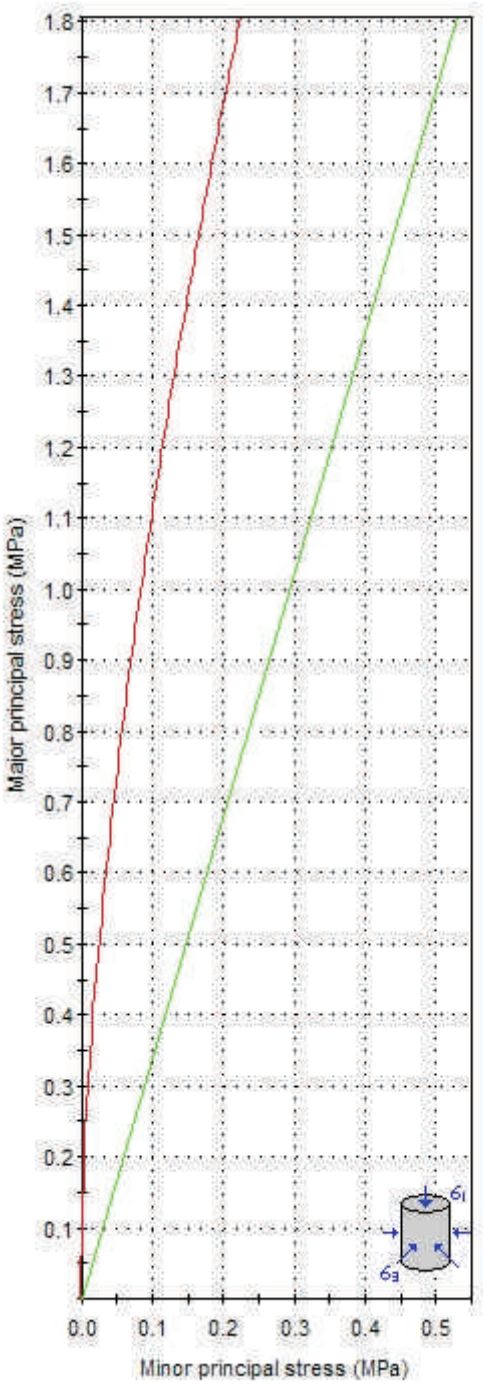
PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA - AEROGENERATORE IN LOC. M. LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data: Febbraio 2014

ALL. 4.1

RELAZIONE GEOLOGICA

ANALISI DELLA ROCCIA CON METODO ROCK LAB DI HOEK - Quarziti molto alterate e fratturate

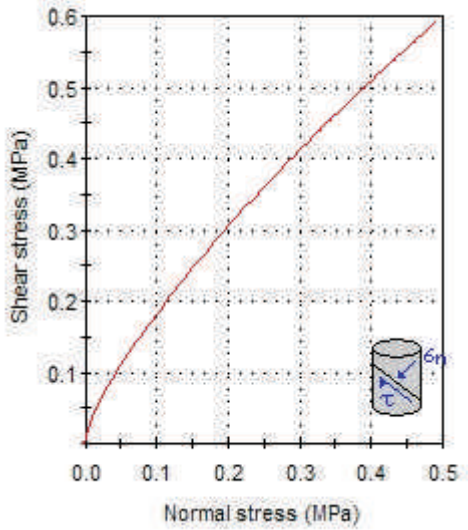


Hoek-Brown Classification
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 20 MPa
GSI = 15 mi = 20 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (Ei) = 7500 MPa
modulus ratio (MR) = 375

Hoek-Brown Criterion
mb = 0.961 s = 0.0001 a = 0.561

Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 0.068 MPa friction angle = 48.28 deg

Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.002 MPa
uniaxial compressive strength = 0.100 MPa
global strength = 1.975 MPa
deformation modulus = 273.37 MPa



Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

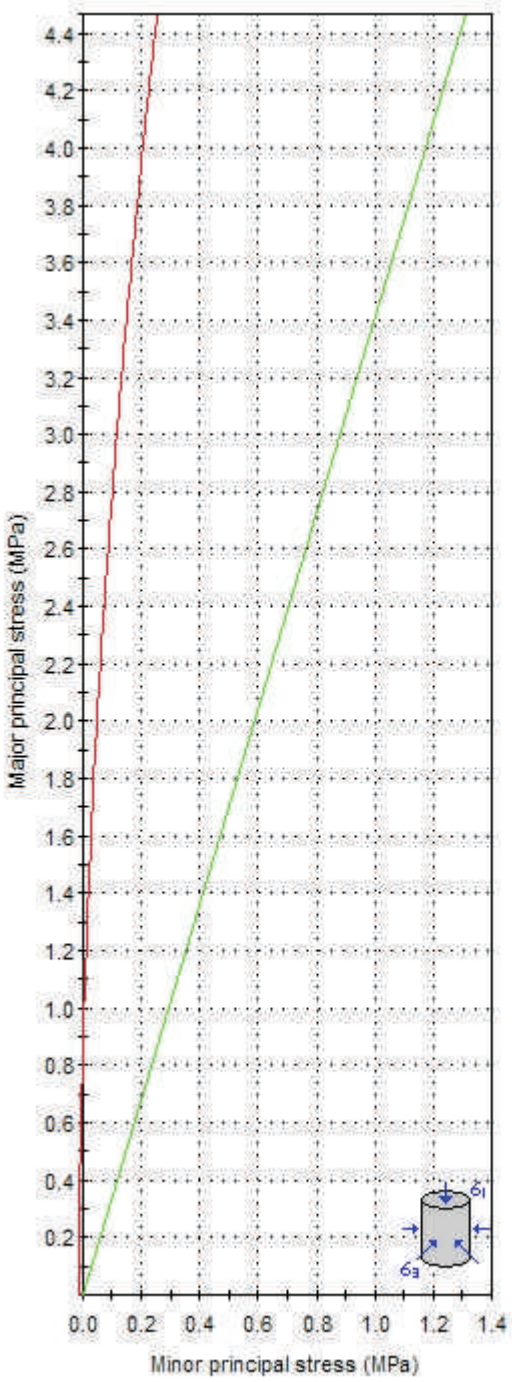
PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA - AEROGENERATORE IN LOC. M. LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data: Febbraio 2014

ALL. 4.2

RELAZIONE GEOLOGICA

ANALISI DELLA ROCCIA CON METODO ROCK LAB DI HOEK - Quarziti fresche

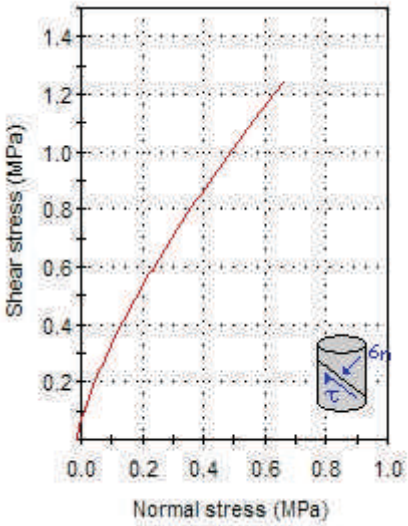


Hoek-Brown Classification
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 50 MPa
GSI = 30 mi = 20 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (Ei) = 18750 MPa
modulus ratio (MR) = 375

Hoek-Brown Criterion
mb = 1.642 s = 0.0004 a = 0.522

Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 0.163 MPa friction angle = 59.94 deg

Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.013 MPa
uniaxial compressive strength = 0.860 MPa
global strength = 7.843 MPa
deformation modulus = 1525.93 MPa



Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

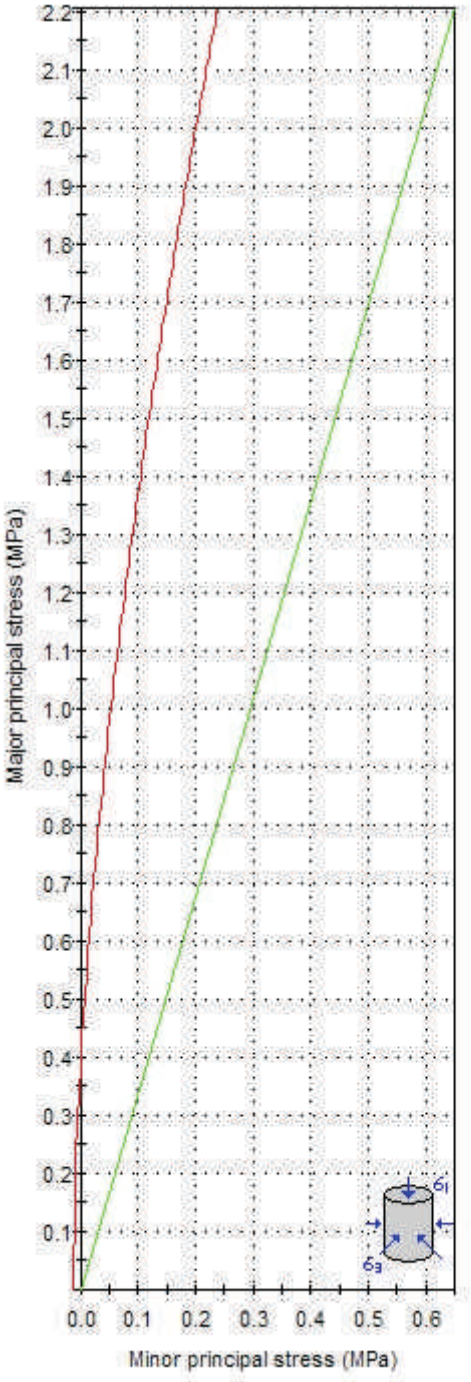
PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA - AEROGENERATORE IN LOC. M. LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data: Febbraio 2014

ALL. 4.3

RELAZIONE GEOLOGICA

ANALISI DELLA ROCCIA CON METODO ROCK LAB DI HOEK - Calcari dolomitici

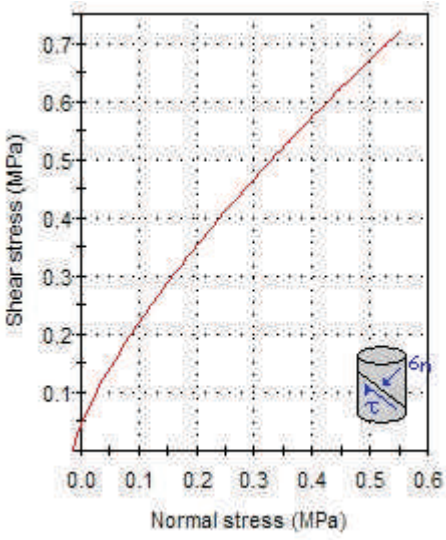


Hoek-Brown Classification
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 50 MPa
GSI = 20 mi = 9 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (Ei) = 21250 MPa
modulus ratio (MR) = 425

Hoek-Brown Criterion
mb = 0.517 s = 0.0001 a = 0.544

Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 0.099 MPa friction angle = 49.85 deg

Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.013 MPa
uniaxial compressive strength = 0.398 MPa
global strength = 3.836 MPa
deformation modulus = 970.52 MPa



Dott. Francesco Valle
Geologo
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019.828.156

COMUNE DI CASTELVECCHIO DI ROCCA BARBENA (SV)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA - AEROGENERATORE IN LOC. M. LINGO
Comm.: F.E.N. Energia S.p.a. (BS)

Data: Febbraio 2014

ALL. 5

RELAZIONE GEOLOGICA

PARAMETRI SISMICI DEL SITO - A1

elaborazione stabilità dei pendii e fondazioni

```
Tipo di elaborazione:     Stabilità dei pendii
Muro rigido:      0

Sito in esame.
        latitudine:       44,169045
        longitudine:      8,110078
        Classe:           2
        Vita nominale:    50

Siti di riferimento
        Sito 1   ID: 17793        Lat: 44,1599Lon: 8,0527   Distanza: 4684,828
        Sito 2   ID: 17794        Lat: 44,1631Lon: 8,1223   Distanza: 1179,969
        Sito 3   ID: 17572        Lat: 44,2130Lon: 8,1179   Distanza: 4927,880
        Sito 4   ID: 17571        Lat: 44,2098Lon: 8,0484   Distanza: 6690,574

Parametri sismici
        Categoria sottosuolo:     A
        Categoria topografica:    T1
        Periodo di riferimento:   50anni
        Coefficiente cu:                  1

        Operatività (SLO):
        Probabilità di superamento:       81        %
        Tr:                               30        [anni]
        ag:                               0,025 g
        Fo:                               2,480
        Tc*:                              0,177     [s]

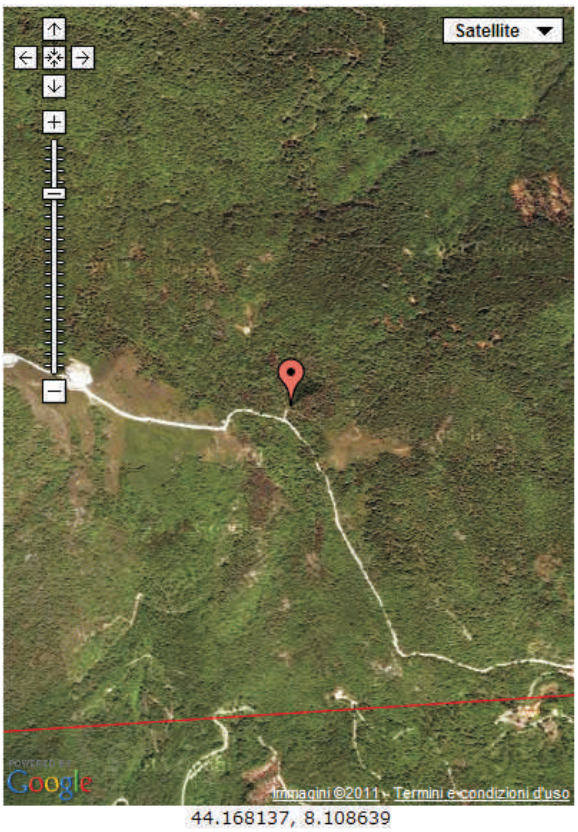
        Danno (SLD):
        Probabilità di superamento:       63        %
        Tr:                               50        [anni]
        ag:                               0,033 g
        Fo:                               2,522
        Tc*:                              0,199     [s]

        Salvaguardia della vita (SLV):
        Probabilità di superamento:       10        %
        Tr:                               475       [anni]
        ag:                               0,099 g
        Fo:                               2,503
        Tc*:                              0,293     [s]

        Prevenzione dal collasso (SLC):
        Probabilità di superamento:       5         %
        Tr:                               975       [anni]
        ag:                               0,133 g
        Fo:                               2,523
        Tc*:                              0,307     [s]

Coefficienti Sismici
        SLO:
                Ss:       1,000
                Cc:       1,000
                St:       1,000
                Kh:       0,005
                Kv:       0,002
                Amax:     0,242
                Beta:     0,200
        SLD:
                Ss:       1,000
                Cc:       1,000
                St:       1,000
                Kh:       0,007
                Kv:       0,003
                Amax:     0,328
                Beta:     0,200
        SLV:
                Ss:       1,000
                Cc:       1,000
                St:       1,000
                Kh:       0,020
                Kv:       0,010
                Amax:     0,967
                Beta:     0,200
        SLC:
                Ss:       1,000
                Cc:       1,000
                St:       1,000
                Kh:       0,036
                Kv:       0,018
                Amax:     1,302
                Beta:     0,270

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru software - www.geostru.com
        Coordinate WGS84
        latitudine:       44.168069
        longitudine:      8.109018
```



44.168137, 8.108639