

# PARCO EOLICO MONTE CERCHIO



Sede Legale: Corso Vercelli n. 10  
10152, Torino (TO)  
P.IVA e C.F. 12930940015

Oggetto: **RELAZIONE GEOLOGICA DELLE  
OPERE OGGETTO DI MODIFICA**

Titolo: **VIABILITA' INTERNA E PIAZZOLE 2 E 5**



Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
04/2024	AC/SS	Emissione	04/2024	AC/SS	04/2024	AC/SS

SCALA: N.A.

FORMATO: A4

APRILE 2024

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
22102	EO	DE	GE	R	07	0002	A

RICERCA, SVILUPPO E COORDINAMENTO IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI A CURA DI:



Sede Amministrativa e Operativa  
via Benessia, 14 12100 Cuneo (CU)  
tel 335.6012098  
e-mail: emmecsrsls@gmail.com

Geom. Domenico Bresciano

ANALISI GEOLOGICA A CURA DI:

Studio Associato  
di Geologia Tecnica



Sede Legale: Piazza Diaz n° 11/5 - 17100 SAVONA (SV)  
Tel. 3312334884/3935172231, email. geolab@studiogeolab.it  
Website: www.studiogeolab.it

I Tecnici:

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)

Dott. Geologo Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)

File: testalino relazione geologo.dwg

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva del progettista ivi indicato sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dallo stesso progettista.

---

## INDICE

0. SOMMARIO .....	3
1. OGGETTO DELL'INCARICO .....	3
2. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.: .....	4
3. INTERVENTO IN PROGETTO – PARCO EOLICO AEROGENERATORI DA 1 A 7 .....	6
4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE – AEROGENERATORI IN NUOVA POSIZIONE.....	8
4.1 AEROGENERATORE AG02 → AG02 (nuova posizione) .....	8
4.2 AEROGENERATORE AG05 → AG05 (nuova posizione) .....	15
4.3 MODIFICA TRATTO STRADALE IN PROSSIMITA' LOCALITA' MONTE CERCHIO .....	22
5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....	26
6. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI .....	26

## 0. SOMMARIO

Gli Scriventi, Dott.ssa Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato la presente relazione geologica secondo il dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019, su incarico Loro conferito dalla Windtek S.r.l.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico composto da 7 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2 MW, per una potenza globale di 43.4 MW, da collocare sotto i crinali montani che dal Bric della Posa raggiungono Bric Traverse passando per Bric del Ribera e Bric Cappelle nel territorio Comunale di Cairo Montenotte (SV), Cengio (SV).

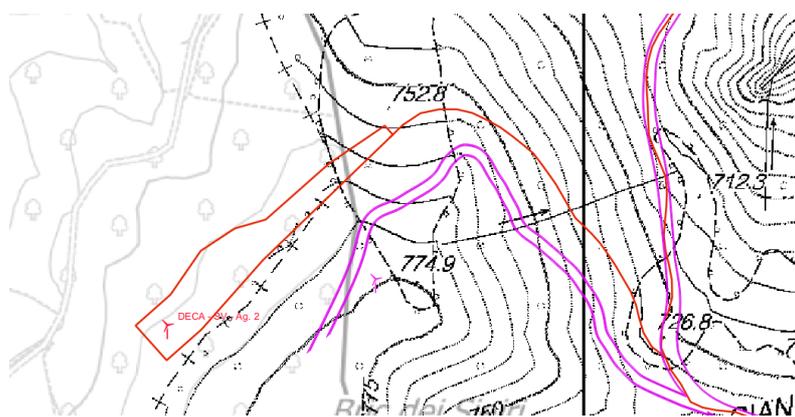
## 1. OGGETTO DELL'INCARICO

Su incarico conferito dalla Windtek S.R.L., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Monte Cerchio e di tutte le opere accessorie e connesse.

Lo studio è stato preceduto da una prima fase di raccolta bibliografica effettuata presso gli Uffici Regionali, Provinciali, Comunali, e tramite varie fonti ufficiali: IFFI, PAI, repertorio cartografico della Regione Liguria, ARPAL, ISPRA, ecc., al fine di reperire il maggior numero di informazioni possibili sull'areale d'interesse e programmare il piano delle attività previste.

In sintesi, nell'ambito della stesura di questo elaborato, per quanto riguarda gli aspetti geologici, sono state eseguite le attività di rilevamento geomorfologico, geologico e sismico da cui sono emerse le principali caratteristiche del sito. Il presente lavoro è atto a definire le caratteristiche geologiche del sedime interessato dal nuovo progetto di costruzione del Parco Eolico Monte Cerchio. L'incarico consta nella stesura della relazione geologica e sismica propedeutica alla progettazione globale delle opere, con particolare riferimento alla modifica progettuale interessante unicamente gli aerogeneratori AG02 e AG05 rilocalizzati in altre posizioni, nonché del tratto di strada interessante il centro abitato di Montecerchio,

Questo al fine di porre l'aerogeneratore AG02 in posizione più prossima al crinale ove risulta evidente, seppur non in modo discontinuo, l'affioramento roccioso e diminuire nel contempo sia il rischio di distacco di frane planari sia i volumi di scavo e sbancamento; nel caso di AG05 limitare i volumi di scavo e sbancamento e non interferire con gli edifici presenti in Località Montecerchio.



**Figura 1.1: Evidenza dello spostamento dell'aerogeneratore AG02 nella nuova posizione, in viola nuova posizione ed in rosso vecchia posizione.**



<p>approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, <math>V_s</math>. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.</p>	<p>Nei metodi semplificati è possibile valutare gli effetti stratigrafici e topografici. In tali metodi si attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite nella Tabella 3.2.II delle NTC (A, B, C, D, E) e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV delle NTC (T1, T2, T3, T4.). (omissis) ...</p>
	<p><b>Paragrafo C6: PROGETTAZIONE GEOTECNICA.</b> ... (omissis) <b>La caratterizzazione e modellazione geologica del sito, è propedeutica all'impostazione della progettazione geotecnica</b> ... (omissis)</p>
<p><b>Paragrafo 6.1.2: PRESCRIZIONI GENERALI.</b> Le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. I risultati dello studio rivolto alla caratterizzazione e modellazione geologica, dedotti da specifiche indagini, <b>devono essere esposti in una specifica relazione geologica</b> di cui al § 6.2.1.</p>	
<p><b>Paragrafo 6.2: ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO.</b> Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito;</li> <li>2. scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;</li> <li>3. caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2);;</li> <li>4. definizione delle fasi e delle modalità costruttive;</li> <li>5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni;</li> <li>6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio.</li> </ol>	
<p><b>Paragrafo 6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b> Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici. La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento. In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico. Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche <b>La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto.</b> Tale relazione comprende, sulla base di specifici rilievi ed indagini, la identificazione delle formazioni presenti nel sito, lo studio dei tipi litologici, della struttura del sottosuolo e dei caratteri fisici degli ammassi, definisce il modello geologico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, nonché i conseguenti livelli delle pericolosità geologiche.</p>	<p><b>Paragrafo C6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b> La relazione geologica, estesa ad un ambito significativo e modulata in relazione al livello progettuale, alle caratteristiche dell'opera e del contesto in cui questa si inserisce, descrive il modello geologico, definito sulla base di specifiche indagini e prove. Tale relazione, che comprende quanto previsto al § 6.2.1 delle NTC, tiene conto dei seguenti aspetti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- caratteristiche geologiche e successione stratigrafica locale (assetti litostrutturali e stratigrafici, stato di alterazione e fessurazione, distribuzione spaziale e rapporti tra vari corpi geologici);</li> <li>- caratteristiche geo-strutturali dell'area di studio e principali elementi tettonici presenti;</li> <li>- processi morfo evolutivi e principali fenomeni geomorfologici presenti, con particolare riferimento a quelli di frana individuandone stato e tipo di attività, di erosione e di alluvionamento;</li> <li>- caratteristiche idrogeologiche del sito e schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea;</li> <li>- risultati dello studio sismotettonico;</li> <li>- assetti geologici finalizzati alla valutazione degli effetti di sito sismoindotti.</li> </ul> <p>La relazione geologica sarà corredata dai relativi elaborati grafici quali: carte geologiche, idrogeologiche (con eventuale schema di circolazione idrica sotterranea) e geomorfologiche, sezioni geologiche, planimetrie e profili utili a rappresentare in dettaglio aspetti significativi, schema geologico di dettaglio alla scala dell'opera, carte dei vincoli geologico-ambientali e rapporto tecnico sulle indagini pregresse ed eseguite corredate da una planimetria con la loro ubicazione. Il piano delle indagini nell'area di interesse deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo. Gli studi svolti devono condurre ad una valutazione delle pericolosità geologiche presenti e devono</p>

essere finalizzati alla definizione della compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare.

I contenuti del presente elaborato sono volti all'approfondimento del modello del sottosuolo al fine di fornire indicazioni per la progettazione dell'intervento.

Alla luce degli elementi emersi dalle indagini e dai rilievi svolti, si ritiene di poter esporre quanto segue.

### **3. INTERVENTO IN PROGETTO – PARCO EOLICO AEROGENERATORI DA 1 A 7**

Il progetto relativo al Parco Eolico Monte Cerchio prevede l'edificazione di 7 aerogeneratori rispettivamente denominati AG01, AG02 (nuova posizione), AG03, AG04, AG05 (nuova posizione), AG06 e AG07, come un unico sito che dipartendosi dal Bric della Posa (metri 689 s.l.m.) raggiungono Bric Traverse (metri 695 s.l.m.) passando per Bric del Ribera (metri 680 s.l.m.) e Bric Cappelle (metri 686 s.l.m.).

I principali elementi in progetto sono i seguenti.

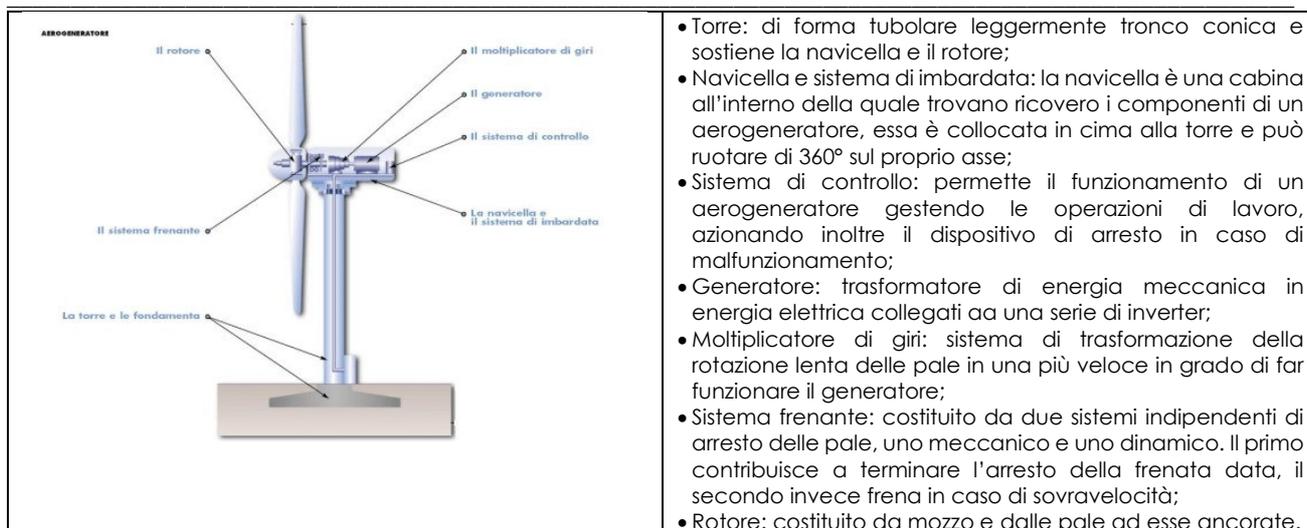
#### **PIAZZOLE DI MONTAGGIO**

Per ogni aerogeneratore si prevede la realizzazione di una piazzola dalla forma variabile, e avente una superficie totale di circa 3700 - 4000 mq, tuttavia, terminata la fase di cantiere, l'area effettiva permanente sarà pari a circa 1500 mq. I restanti mq verranno in parte ripristinati e in parte trasformati in strada di accesso al sito. Com'è possibile vedere nelle tavole specifiche la posizione delle piazzole sul territorio segue a grandi linee l'orografia del terreno andandosi a incastrare all'interno delle forti pendenze che caratterizzano l'area. La piazzola di montaggio dell'aerogeneratore costituisce lo spazio di montaggio e successivamente manovra delle gru che permetteranno l'assemblaggio dei vari componenti degli aerogeneratori.

#### **AEROGENERATORI**

Gli aerogeneratori, tipo Vestas V162 che verranno utilizzati saranno di potenza nominale di 6,20 MW, altezza al mozzo del rotore pari a 162 m per una altezza complessiva di 206 metri. Il montaggio di dette strutture avverrà secondo schemi prestabiliti e collaudati da imprese specializzate. I mezzi principali utilizzati saranno le gru collocate nella piazzola riservata all'assemblaggio; nello specifico due saranno le gru necessarie, la prima, di dimensioni contenute, utilizzata principalmente per la fase di scarico dei componenti dai mezzi di trasporto, mentre, la seconda verrà utilizzata per il loro sollevamento e montaggio. Questa seconda gru ha come vincolo operativo la necessità di essere collocata alla minore distanza possibile rispetto al centro del posizionamento del pilone principale.

La struttura degli aerogeneratori e i loro componenti principali sono di seguito descritti.



### **STRUTTURE DI FONDAZIONE**

Le torri degli aerogeneratori verranno fissate al terreno attraverso un sistema fondale di tipo diretto costituito da un plinto di fondazione di 25 metri di diametro per una altezza di circa 3.00 metri al quale, se le condizioni dell'ammasso roccioso lo rendessero necessario e sicuramente per gli aerogeneratori 1, 2 (nuova posizione), 3 e 5 (nuova posizione) a causa delle condizioni locali di coltri e rocce tenere rilevate dall'indagine geofisica preliminare, saranno collegati con pali di fondazione di tipo trivellati con diametro 1.2 metri e lunghezza di almeno 20 metri l'uno, opportunamente immorsati nelle porzioni più sane ed inalterate del substrato roccioso. Sebbene per tutti gli aerogeneratori sia stata effettuata una campagna geofisica preliminare e/o rilevamenti geomeccanici in sito, la necessità d'uso e l'esatta lunghezza di tali fondazioni indirette dovrà essere calcolata turbina per turbina a seguito di indagini a carotaggio con recupero di campione, indagini geotecniche e geomeccaniche di laboratorio ed indagini geofisiche specifiche quali downhole e crosshole come da successive prescrizioni. Tali strutture di fondazione saranno opportunamente strumentate al fine di monitorarle in corso di edificazione e di funzionamento. La parte superiore delle fondazioni sarà di circa 20 cm sopra al piano campagna mentre il resto della fondazione verrà interrato ed il terreno sovrastante la stessa, rinverdito per una migliore mitigazione. Al pari dell'interramento della fondazione anche le scarpate generate dai fronti scavo per la loro realizzazione verranno adeguatamente stabilizzate per mezzo di opere di ingegneria naturalistica e inerbite allo scopo di ridurre l'effetto erosivo delle acque meteoriche che verranno comunque raccolte in canalette posate a terra e convogliate in impluvi naturali.

### **STRADA DI COLLEGAMENTO INTRAPARCO**

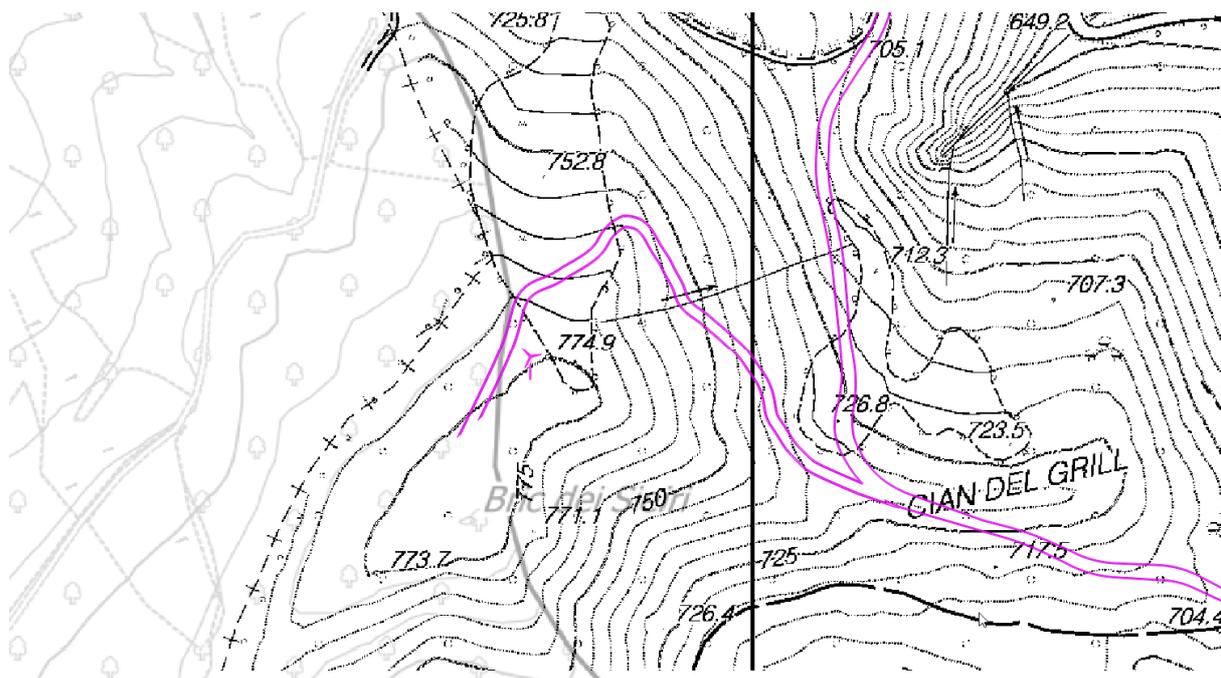
Con il termine di "strada di collegamento" si intendono tutte le vie che collegano le singole turbine eoliche tra di loro fino al collegamento con la sottostazione elettrica.

#### **4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE – AEROGENERATORI IN NUOVA POSIZIONE**

##### **4.1 AEROGENERATORE AG02 → AG02 (nuova posizione)**

Il nuovo sito dell'aerogeneratore AG02 è ubicato a monte di una strada sterrata che conduce dal Bric Baraccone verso Est al Bric dei Sieiri, ad una quota altimetrica di circa 775m slm.

<b>Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N</b>			
<b>TURBINA</b>	<b>COORD. X</b>	<b>COORD. Y</b>	<b>COORD. Z</b>
<b>AG02 (nuova posizione)</b>	437853	4920538	775



**Figura 4.1.1: AG02 (nuova posizione) - Estratto Carta CTR**

Il sito dell'aerogeneratore e della piazzola di esercizio risultano inserite in un versante esposto a Nord - NordEst, localmente subpianeggiante, mentre dal punto di vista geologico osservabile dalla cartografia geologica CARG ricade nelle litologie RTM8a ascrivibili Membro delle Arenarie di Noceto, qui rappresentato da arenarie da medie a grossolane, in strati da medi a molto spessi, frequentemente amalgamati, con gradazione normale o di aspetto massivo, localmente con accenni di laminazioni parallele, talora associate a lenti o banchi arenaceo-conglomeratici.

La cartografia afferente al SIFRAP e così come quella alla DGR Liguria 428 del 21 maggio 2021, carta della pericolosità idraulica e geomorfologica da frana, evidenzia come il sito interessato dall'aerogeneratore AG02 (nuova posizione) non risulti interessato da nessun tipo di dissesto.

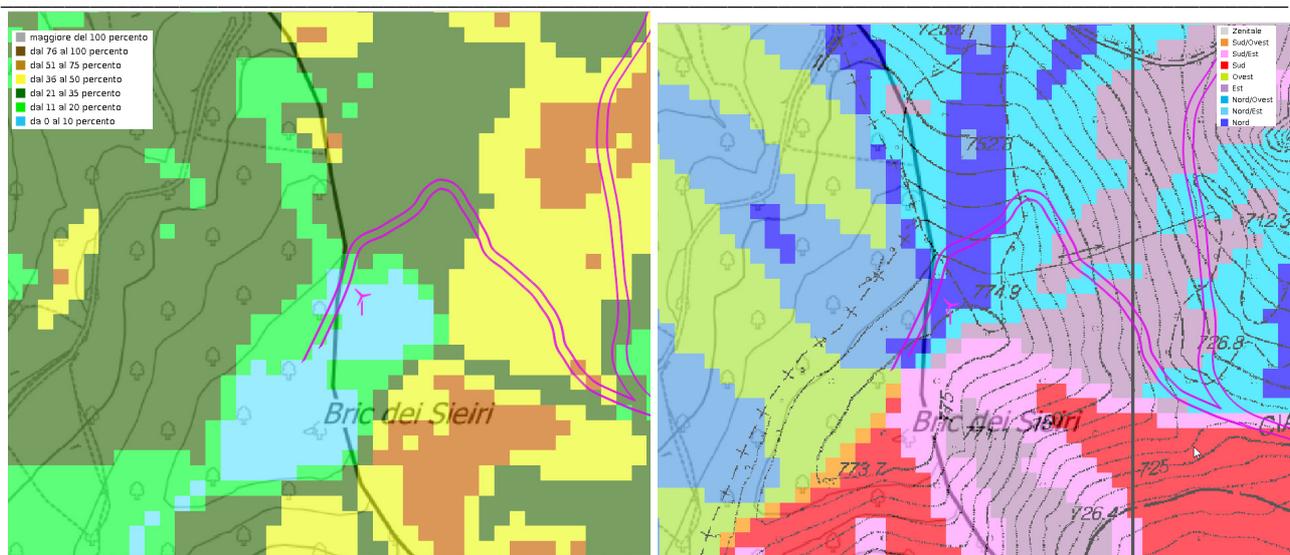


Figura 4.1.2: AG02 (nuova posizione)- Estratto Carta Acclività 0-10% - Esposizione dei versanti Nord/NordEst

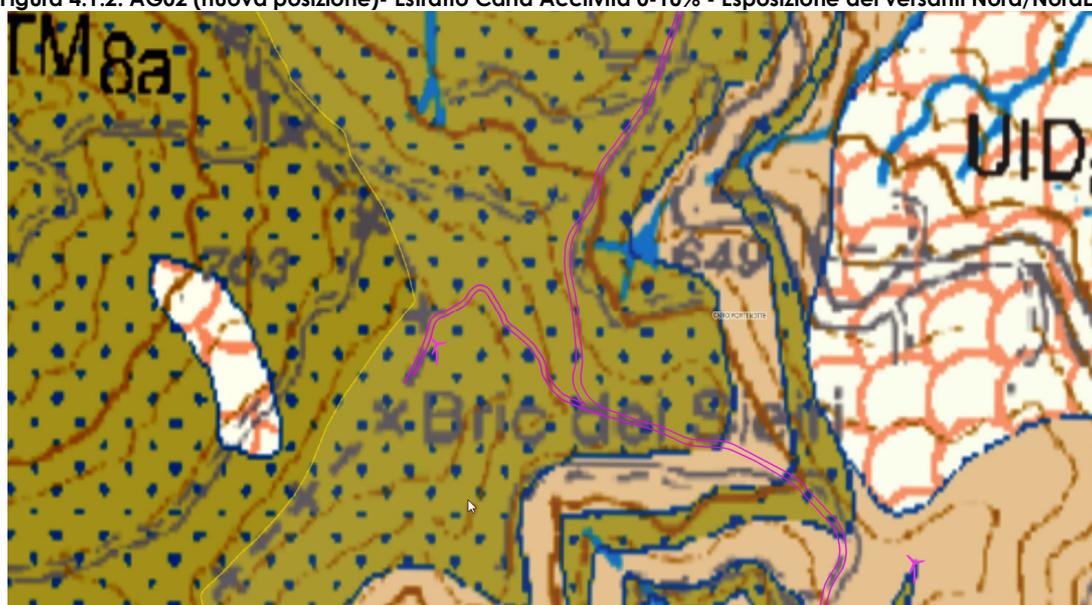


Figura 4.1.3: AG02 (nuova posizione)- Estratto CARG 1:50000 - Membro delle Arenarie di Noceto

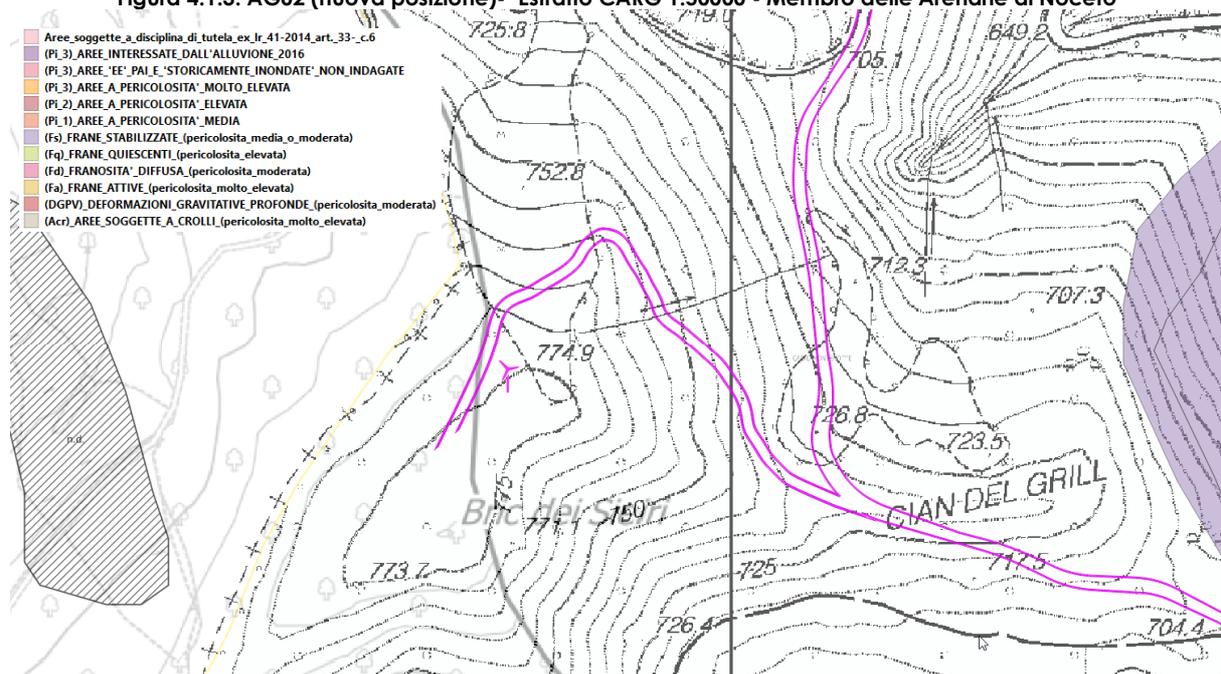


Figura 4.1.4: AG02 (nuova posizione)- Estratto Cartografie DGR 428 del 21/05/2021, carta della pericolosità idraulica e geomorfologica da frana

Il sito non risulta direttamente interessato da dissesti cartografati entro gli elaborati IFFI, sebbene molto a ponente sia evidenziato un dissesto classificato come scivolamento rotazionale traslativo con stato di attività non definito, né da rami idrografici cartografati entro la cartografia del reticolo regionale.

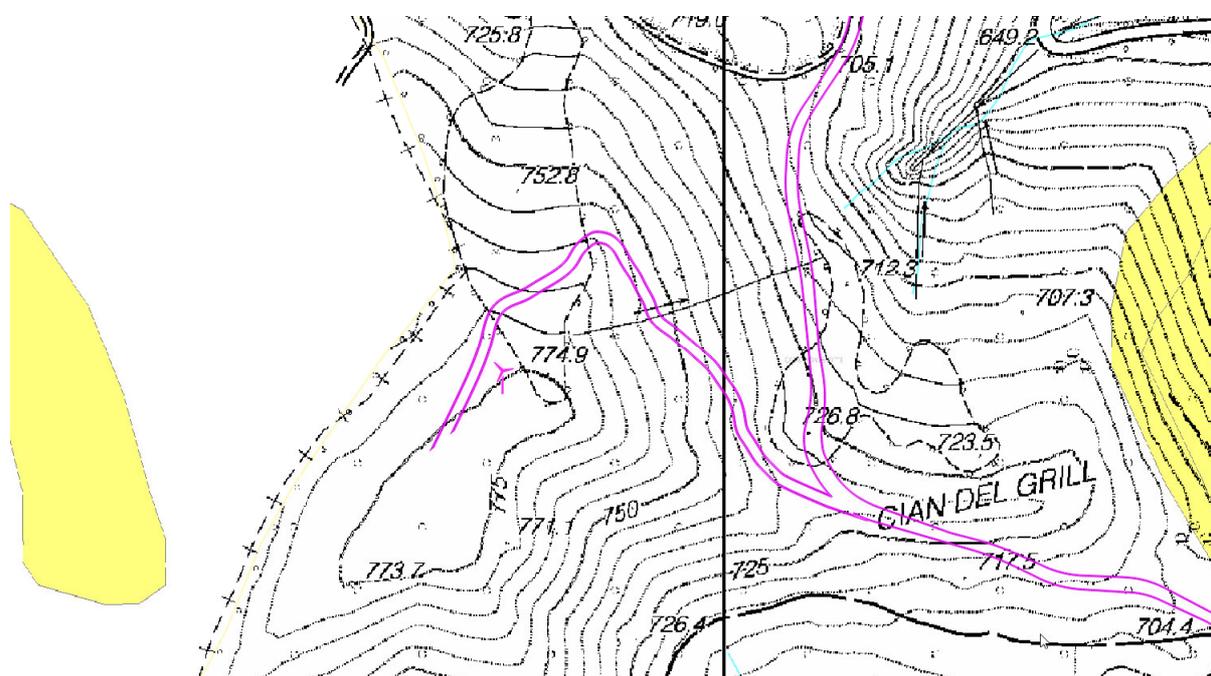


Figura 4.1.5: AG02 (nuova posizione)- Estratto Cartografie dei dissesti IFFI e reticolo idrografico Liguria

Il rilevamento condotto direttamente in sito e le indagini sismiche eseguite hanno evidenziato come lo stesso sia interessato da una spessa coltre plurimetrica sovrapposta ad un cappellaccio d'alterazione anch'esso di potenza plurimetrica che sfuma gradualmente nell'ammasso roccioso. Sulla porzione di versante a valle del sito di installazione, sebbene all'epoca del rilevamento non siano state evidenti zone di impregnazione e ristagno idrico, sono localmente presenti zone preferenziali di ruscellamento concentrato delle acque meteoriche.

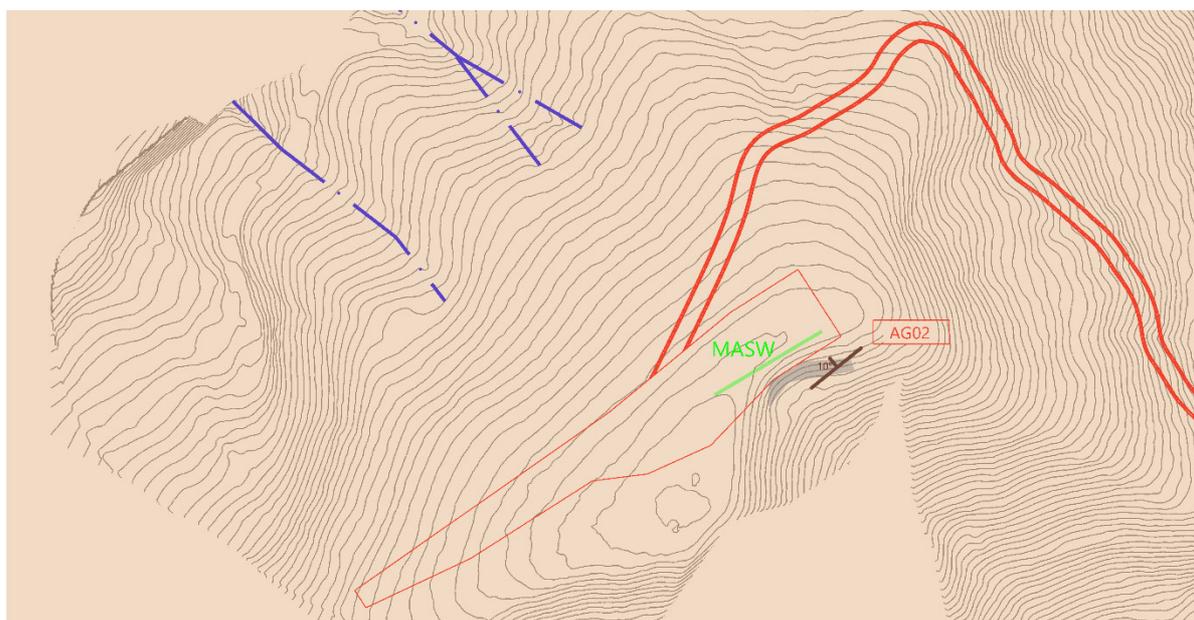


Figura 4.1.6: AG02 (nuova posizione)- In viola l'ingombro delle strutture, in verde la traccia dell'indagine sismica, in rosso la piazzola di servizio, in blu le zone di concentrazione delle acque superficiali e con pattern marrone le coltri. In grigio gli affioramenti rocciosi.

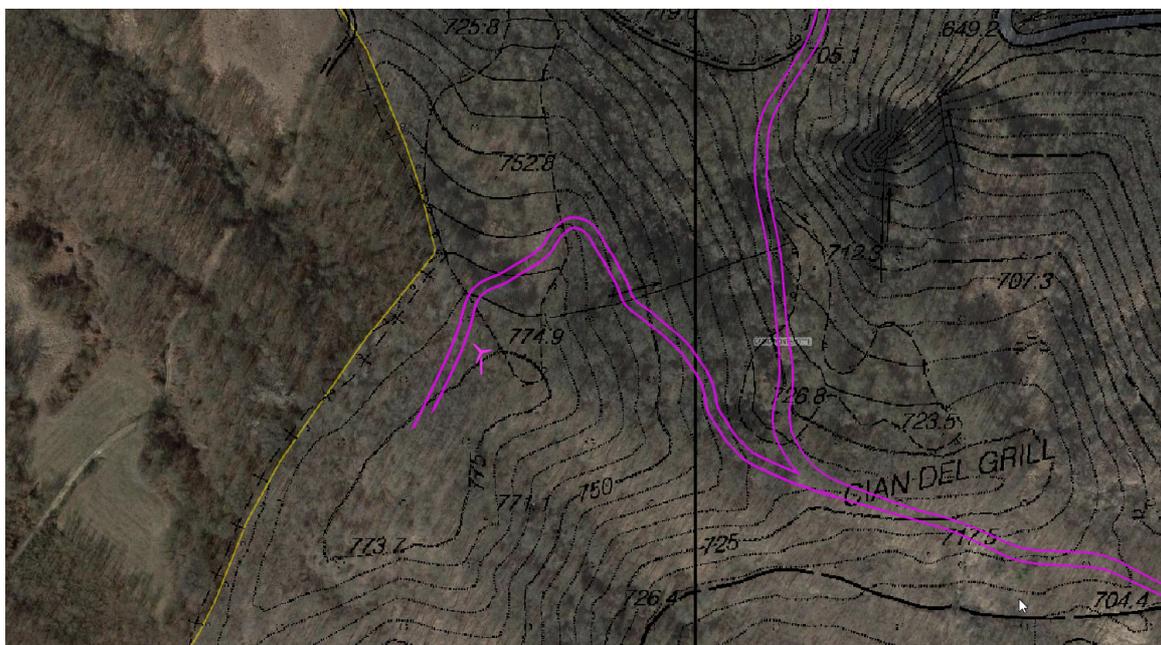


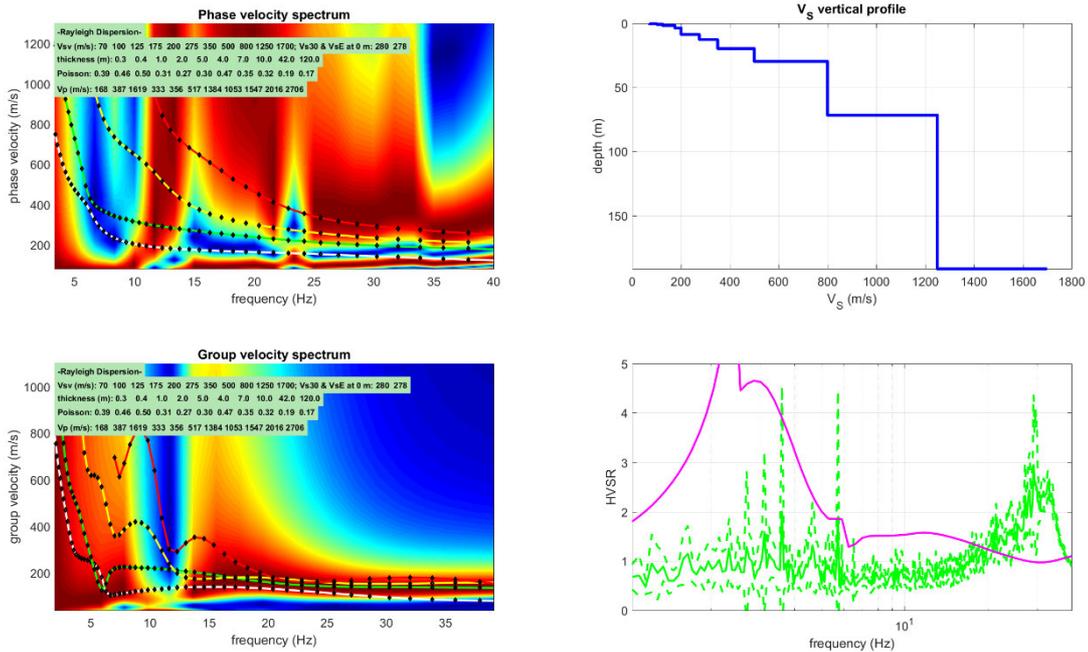
Figura 4.2.7: AG02 (nuova posizione)- Sito di installazione, Ortofoto/CTR

Il profilo sismico MASW è stato eseguito tramite un geofono 3C, utilizzato anche per eseguire una stazione HVSR, e l'acquisizione è stata eseguita con un tempo di campionamento di 125  $\mu$ s e una durata di acquisizione su singola battuta di 2048 ms.

Lungo l'allineamento distanza intergeofonica è stata predisposta di 5,00 ml per una lunghezza complessiva di 10,00 ml per l'acquisizione ed è stata realizzata con battute, in andata, sullo stesso allineamento in offset di 5,00 metri. L'elaborazione delle registrazioni ha portato all'individuazione nei primi 30 metri di profondità di diverse discontinuità sismiche rappresentate graficamente nel seguente report di elaborazione.

Spessore (m)	VS (m/s)
0.3	70
0.4	100
1.0	125
2.0	175
5.0	200
4.0	275
7.0	350
10	500
42	800
120	1250
Semispazio	1700

Modello medio individuato (Vs30 e Vseq del modello medio dal p.c.: 280 e 278 m/s).



**Figura 4.1.7: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30 e del Vseq, ottenute dall'elaborazione congiunta dell'HVSR e degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo con onde di Rayleigh.**

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS e, di conseguenza, del parametro Vs30, risultato pari a 280 m/s (considerando come riferimento il piano campagna) ed una Vs,eq di 278 m/s definita nelle NTC come;

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

Dove

- $h_i$  spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- $N$  numero di strati;
- $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/s.

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (considerando come riferimento il piano campagna) con una Vs30 di 280 m/s e la relativa Vs, eq di 278 m/s ed una altezza H< di 30,00 metri, che permette di attribuire al sito **una categoria di suolo di tipo E.**

#### CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI.

Il calcolo dei parametri sismici per l'area di sedime, per la quale si ritiene che possa essere utilizzata una categoria di suolo di tipo A, è evidenziato nelle seguenti tabelle, dalle quali possono essere estratti i seguenti valori caratteristici:  **$\alpha_g$ ,  $F_0$  e  $T_xC$**  e i valori dei coefficienti **kh, kv,  $\alpha_{max}$  e Beta.**

**Sito in esame.**

latitudine: 44,4350 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

longitudine: 8,2191 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

Classe d'uso: Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T4

**Siti di riferimento.**

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
<b>Sito 1</b>	16685	44,415750	8,170003	4584.53
<b>Sito 2</b>	16686	44,418850	8,239877	2465.64
<b>Sito 3</b>	16464	44,468760	8,235492	3834.03
<b>Sito 4</b>	16463	44,465660	8,165556	5450.17

**Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii**

**Parametri sismici**

Vita nominale: 100 [anni]

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente cu: 2

	Tr [anni]	a <sub>g</sub> [g]	Fo [-]	Tc* [s]
<b>Operatività (SLO)</b>	120	0,034	2,599	0,230
<b>Danno (SLD)</b>	201	0,040	2,612	0,263
<b>Salvaguardia della vita (SLV)</b>	1898	0,078	2,799	0,341
<b>Prevenzione dal collasso (SLC)</b>	2475	0,083	2,833	0,347

**Coefficienti Sismici**

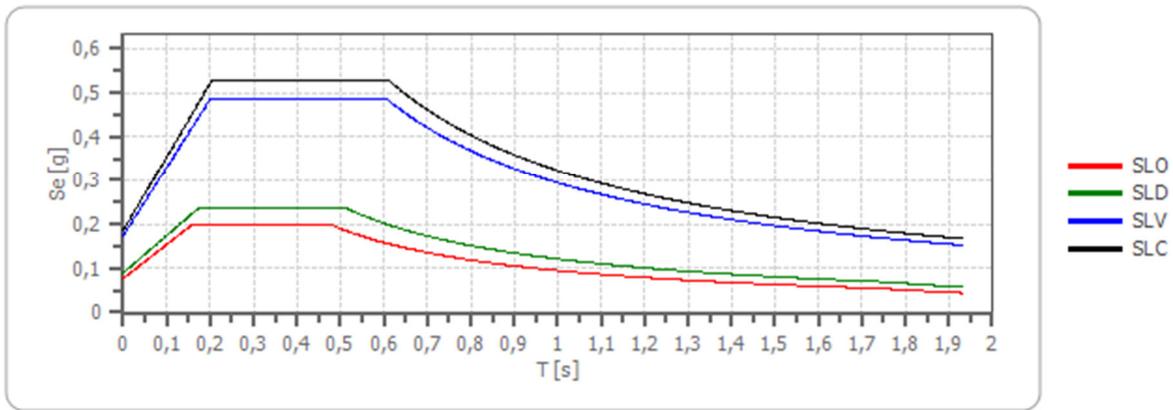
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,018	0,035	0,037
kv	0,008	0,009	0,017	0,019
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,752	0,882	1,708	1,826
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

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

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

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

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



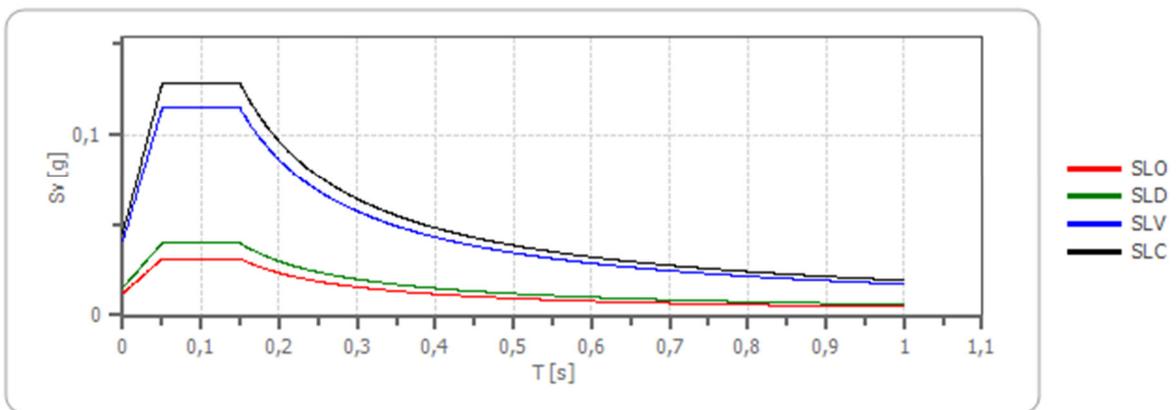
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,599	0,230	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,159	0,476	1,737	0,077	0,199
SLD	2,0	0,040	2,612	0,263	1,600	1,960	1,400	2,240	1,000	0,172	0,516	1,761	0,090	0,235
SLV	2,0	0,078	2,799	0,341	1,600	1,770	1,400	2,240	1,000	0,201	0,604	1,911	0,174	0,487
SLC	2,0	0,083	2,833	0,347	1,600	1,760	1,400	2,240	1,000	0,204	0,611	1,933	0,186	0,528

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

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

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,599	0,230	1	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
SLD	2,0	0,040	2,612	0,263	1	1,960	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,040
SLV	2,0	0,078	2,799	0,341	1	1,770	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,041	0,115
SLC	2,0	0,083	2,833	0,347	1	1,760	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,045	0,128

### Spettro di progetto

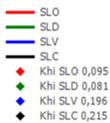
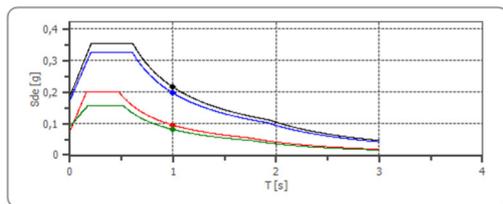
Fattore di struttura spettro orizzontale  $q$ : 1.50

Fattore di struttura spettro verticale  $q$ : 1.50

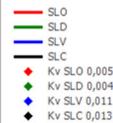
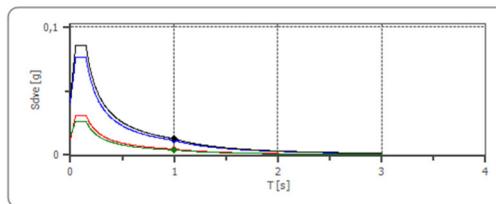
Periodo fondamentale  $T$ : 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,095	0,081	0,196	0,215
kV = Sdve(T) Verticale [g]	0,005	0,004	0,011	0,013

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
<b>SLO orizzontale</b>	2,0	0,034	2,599	0,230	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,159	0,476	1,737	0,077	0,199
<b>SLO verticale</b>	2,0	0,034	2,599	0,230	1,600	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
<b>SLD orizzontale</b>	2,0	0,040	2,612	0,263	1,600	1,960	1,400	2,240	1,500	0,172	0,516	1,761	0,090	0,157
<b>SLD verticale</b>	2,0	0,040	2,612	0,263	1,600	1,960	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,015	0,026
<b>SLV orizzontale</b>	2,0	0,078	2,799	0,341	1,600	1,770	1,400	2,240	1,500	0,201	0,604	1,911	0,174	0,325
<b>SLV verticale</b>	2,0	0,078	2,799	0,341	1,600	1,770	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,041	0,076
<b>SLC orizzontale</b>	2,0	0,083	2,833	0,347	1,600	1,760	1,400	2,240	1,500	0,204	0,611	1,933	0,186	0,352
<b>SLC verticale</b>	2,0	0,083	2,833	0,347	1,600	1,760	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,045	0,086

#### 4.2 AEROGENERATORE AG05 → AG05 (nuova posizione)

Il sito dell'aerogeneratore AG05 (nuova posizione) è ubicato, sul crinale, a monte di uno stretto sentiero che da Bic della Posa conduce verso nord alla Località Montecerchio passando per il Bric della Ribera, ad una quota altimetrica di circa 663 m slm.

Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N			
TURBINA	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
<b>AG05 (nuova posizione)</b>	438064	4918963	663

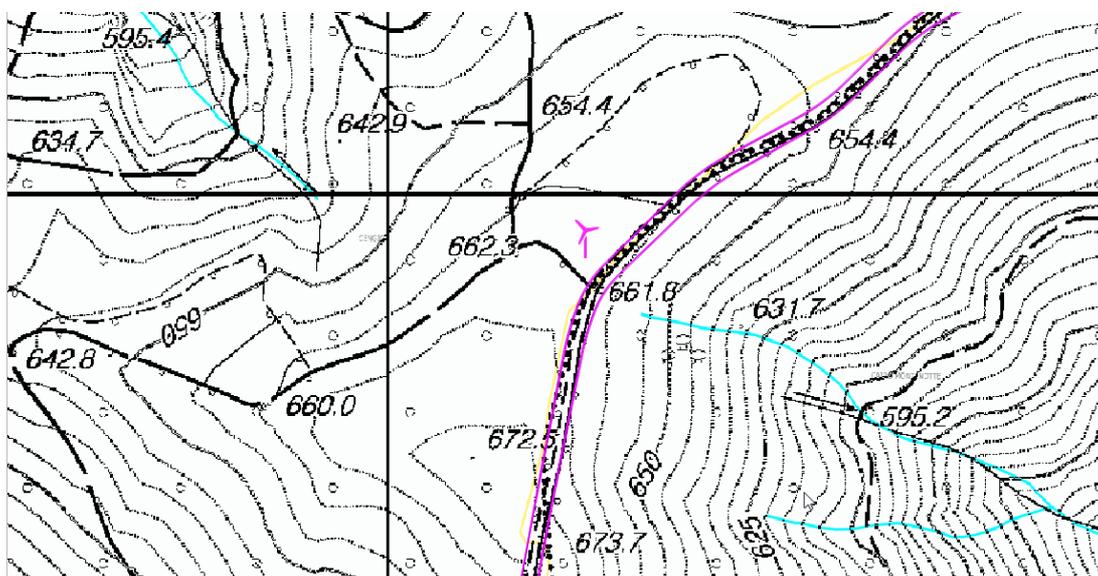


Figura 4.2.1: AG05 (nuova posizione)- Estratto Carta CTR

Il sito dell'aerogeneratore e della piazzola di esercizio risultano inserite in un versante esposto a Est/NordOvest, localmente subpianeggiante, mentre dal punto di vista geologico, come riscontrabile dalla cartografia geologica CARG, ricade nelle litologie RTM ascrivibili alla Formazione di Rocchetta - Monesiglio, qui rappresentato da una "massa di fondo" prevalentemente pelitica con intercalazioni saltuarie di arenarie fini in strati centimetrici o decimetrici. Tali peliti sono rappresentate da marne argillose grigie, che danno luogo a forme calanchive.

La cartografia afferente alla DGR 428 del 21 maggio 2021, carta della pericolosità idraulica e geomorfologica da frana, evidenzia come il sito interessato dall'aerogeneratore AG05 (nuova posizione) non risulti interessato da nessun tipo di dissesto.

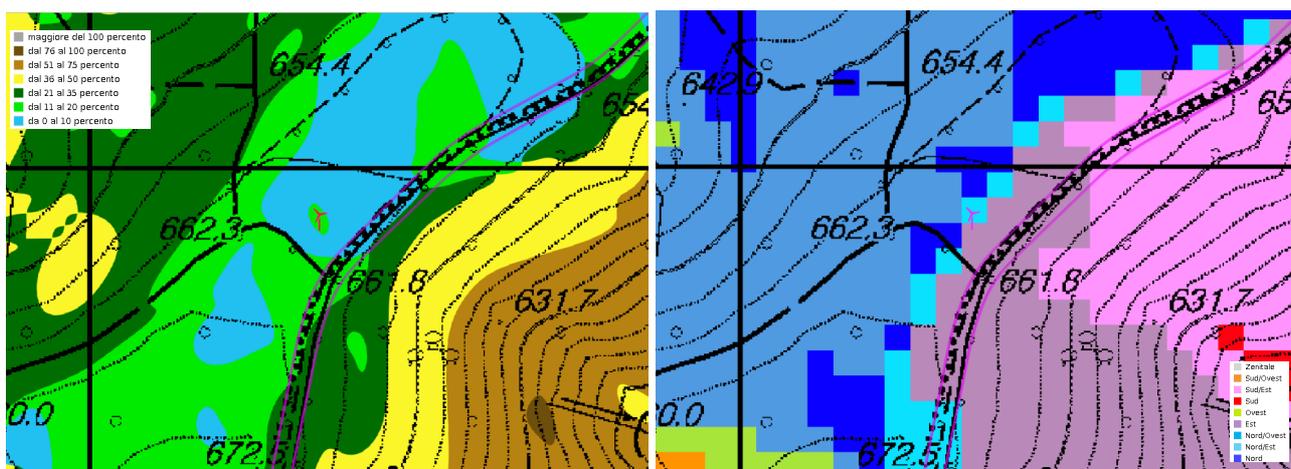


Figura 4.2.2: AG05 (nuova posizione)- Estratto Carta Acclività 0-20% - Esposizione dei versanti Est/NordEst

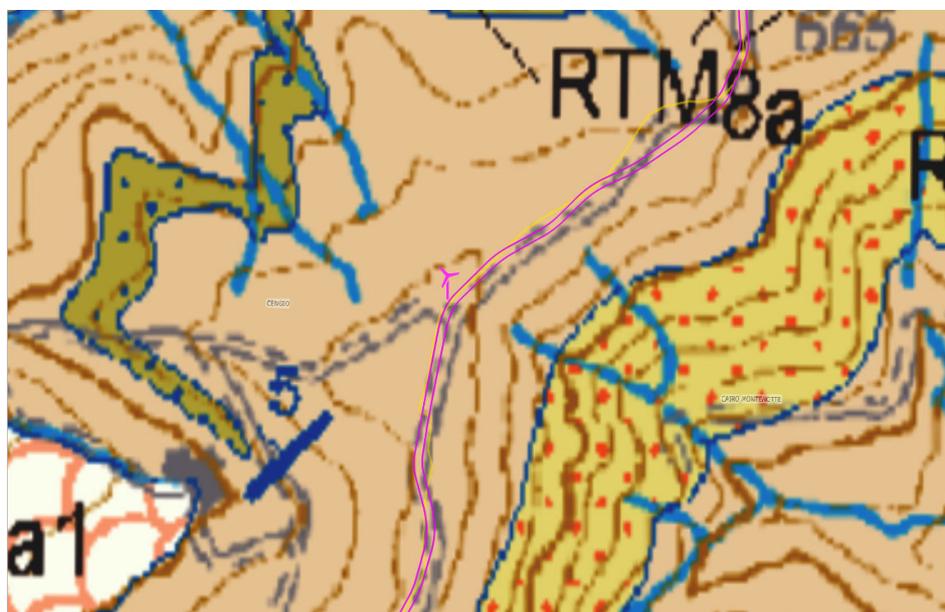


Figura 4.2.3: AG05 (nuova posizione)- Estratto CARG 1:50000 - Formazione di Rocchetta - Monesiglio

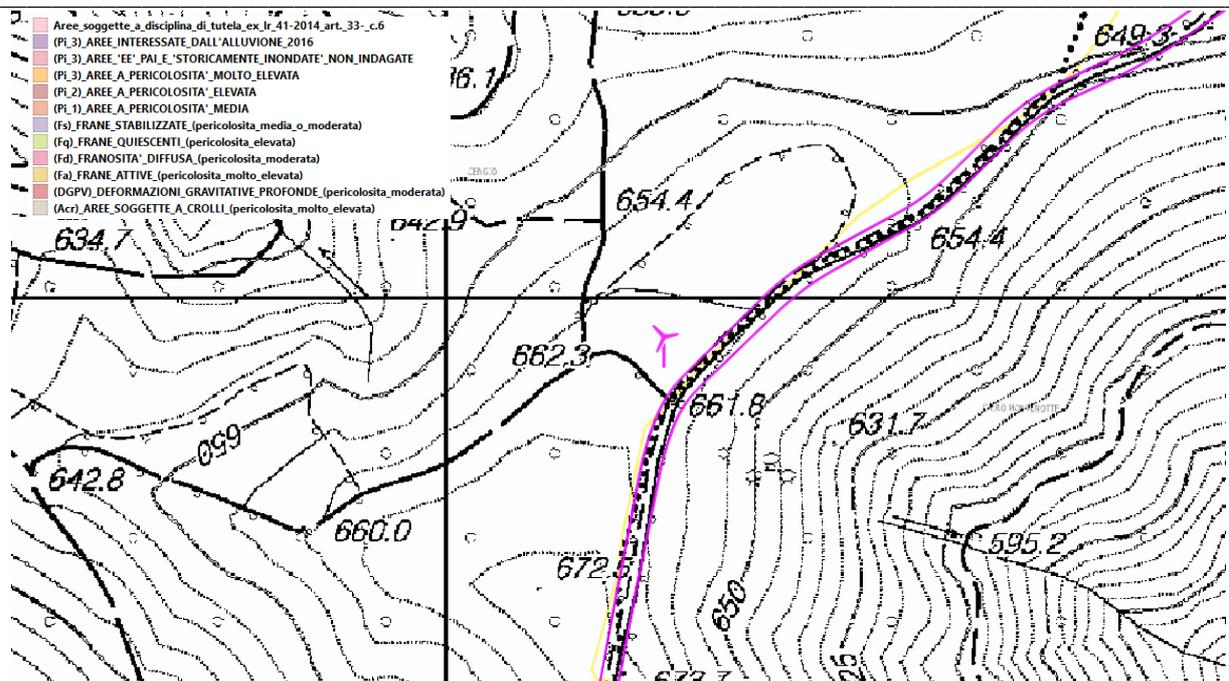


Figura 4.2.4: AG05 (nuova posizione)- Estratto Cartografie DGR 428 del 21/05/2021, carta della pericolosità idraulica e geomorfologica da frana

Il sito non risulta direttamente interessato da dissesti cartografati entro gli elaborati IFFI, sebbene a levante del sito sia evidenziato un dissesto classificati come quiescente, né da rami idrografici cartografati entro la cartografia del reticolo regionale.

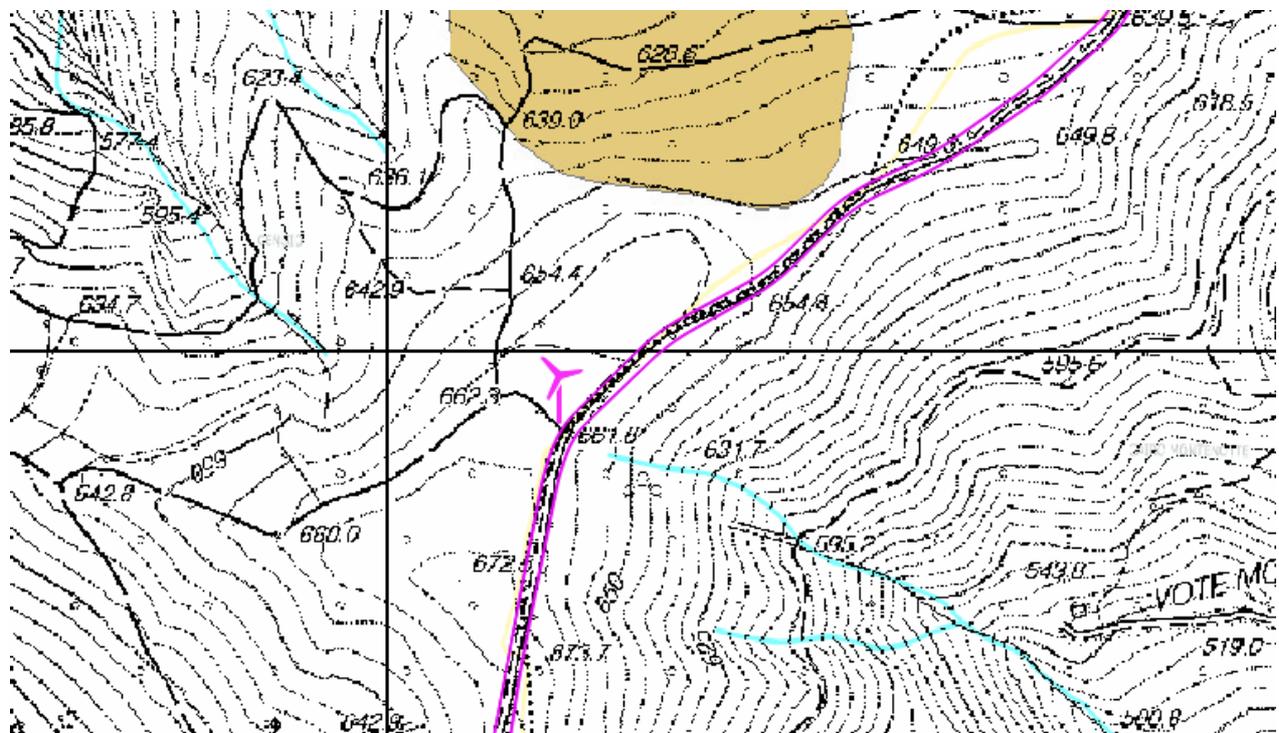


Figura 4.2.5: AG05 (nuova posizione)- Estratto Cartografie dei dissesti IFFI e reticolo idrografico

Il rilevamento condotto direttamente in sito e le indagini sismiche eseguite hanno evidenziato come il sito sia interessato da una spessa coltre plurimetrica sovrapposta ad un cappellaccio d'alterazione anch'esso di potenza plurimetrica che sfuma gradualmente nell'ammasso roccioso. Sulla porzione di versante a valle del sito di installazione, sebbene all'epoca del rilevamento non siano

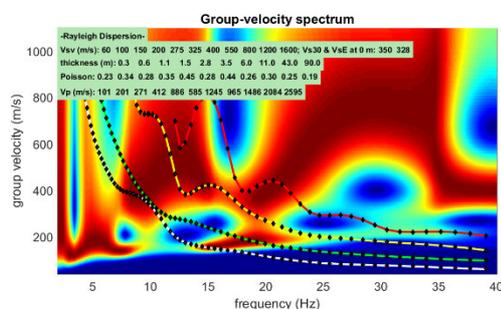
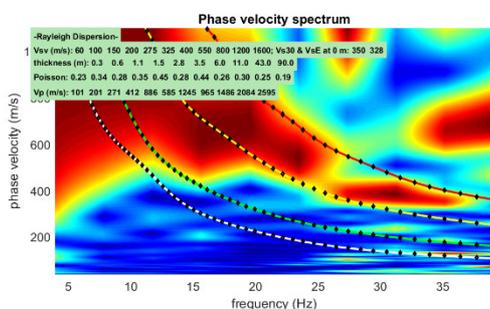
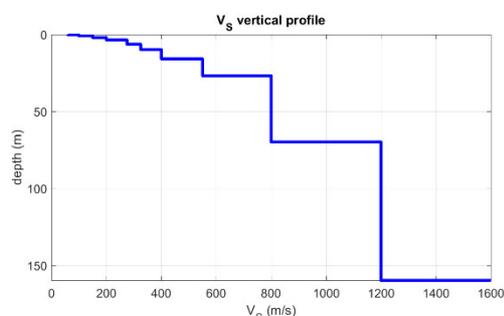


Per l'inquadramento sismico si è ritenuta valida la possibilità di mantenere come rappresentative del sito trattandosi di una situazione meno favorevole della scelta attuale, le indagini già eseguite per il punto di installazione AG05 originale. Il profilo sismico MASW è stato eseguito in corrispondenza del punto di installazione di AG05. L'acquisizione è stata eseguita con un tempo di campionamento di 125  $\mu$ s e una durata di acquisizione su singola battuta di 2048 ms.

Lungo l'allineamento distanza intergeofonica è stata predisposta di 2,00 m per una lunghezza complessiva di 46,00 m con l'utilizzo di 24 canali per l'acquisizione ed è stata realizzata una battuta, in andata, sullo stesso allineamento in offset di 2,00 metri. L'elaborazione delle registrazioni ha portato all'individuazione nei primi 30 metri di profondità di diverse discontinuità sismiche rappresentate graficamente nel seguente report di elaborazione.

Spessore (m)	VS (m/s)
0,3	60
0,6	100
1,1	150
1,5	200
2,8	275
3,5	325
6,0	400
11,0	550
43,0	800
90,0	1200
Semi-spazio	1600

Modello medio individuato ( $V_{s30}$  e  $V_{seq}$  del modello medio dal p.c. rispettivamente 350 e 328 m/s).



**Figura 4.2.8: Risultati della modellazione con profilo delle onde Vs, determinazione del Vs30 e del Vseq, ottenute dall'elaborazione congiunta degli spettri di velocità di fase e di velocità di gruppo – MASW.**

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS e, di conseguenza, del parametro Vs30,

risultato pari a 350 m/s (considerando come riferimento il piano campagna) ed una  $V_{s,eq}$  di 328 m/s definita nelle NTC come;

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

Dove

- $h_i$  spessore dell'i-esimo strato;
- $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;
- N numero di strati;
- H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della  $V_s$  (considerando come riferimento il piano campagna) con una  $V_{s30}$  di 350 m/s e la relativa  $V_{s,eq}$  di 328 m/s ed una altezza  $H <$  di 30,00 metri, che permette di attribuire al sito **una categoria di suolo di tipo E**.

#### CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI.

Il calcolo dei parametri sismici per l'area di sedime, per la quale si ritiene che possa essere utilizzata una categoria di suolo di tipo A, è evidenziato nelle seguenti tabelle, dalle quali possono essere estratti i seguenti valori caratteristici:  **$a_g$ ,  $F_0$  e  $T_xC$**  e i valori dei coefficienti **kh, kv,  $a_{max}$  e Beta**.

#### Sito in esame.

latitudine: 44,4220276 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

longitudine: 8,2215509 [°] - Le coordinate geografiche espresse sono in ED50

Classe d'uso: Classe IV: *Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. CU = 2.0;*

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T4

#### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
<b>Sito 1</b>	16685	44,415750	8,170003	4153,00
<b>Sito 2</b>	16686	44,418850	8,239877	1497,70
<b>Sito 3</b>	16464	44,468760	8,235492	5313,01
<b>Sito 4</b>	16463	44,465660	8,165556	6580,23

#### **Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità dei pendii**

#### Parametri sismici

Vita nominale: 100 [anni]

Periodo di riferimento: 200 anni

Coefficiente  $c_u$ : 2

	Tr [anni]	$a_g$ [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	120	0,034	2,598	0,230
Danno (SLD)	201	0,040	2,612	0,263
Salvaguardia della vita (SLV)	1898	0,078	2,792	0,341
Prevenzione dal collasso (SLC)	2475	0,084	2,826	0,348

### Coefficienti Sismici

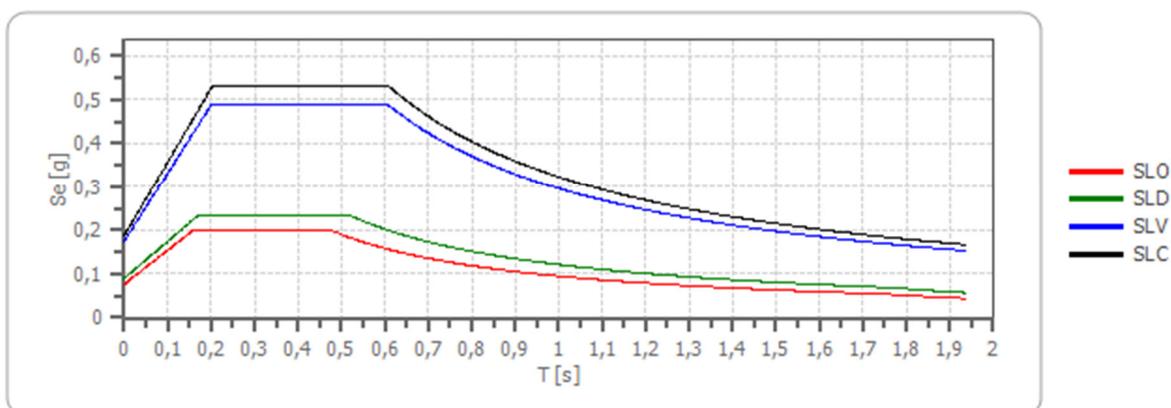
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,018	0,035	0,038
kv	0,008	0,009	0,018	0,019
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,753	0,884	1,722	1,843
Beta	0,200	0,240	0,280	0,280

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

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

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

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



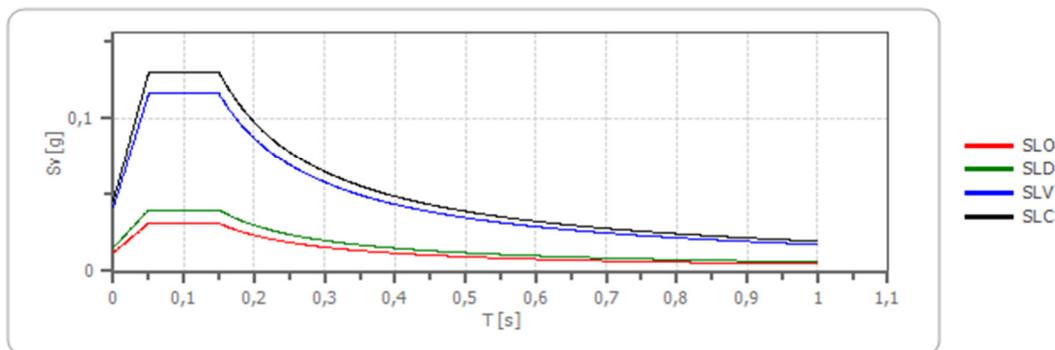
	cu	$a_g$ [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,034	2,598	0,230	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,159	0,476	1,737	0,077	0,200
SLD	2,0	0,040	2,612	0,263	1,600	1,960	1,400	2,240	1,000	0,172	0,516	1,761	0,090	0,235
SLV	2,0	0,078	2,792	0,341	1,600	1,770	1,400	2,240	1,000	0,201	0,604	1,914	0,176	0,490
SLC	2,0	0,084	2,826	0,348	1,600	1,750	1,400	2,240	1,000	0,203	0,608	1,936	0,188	0,531

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ : 5 %

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

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
<b>SLO</b>	2,0	0,034	2,598	0,230	1	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
<b>SLD</b>	2,0	0,040	2,612	0,263	1	1,960	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,015	0,040
<b>SLV</b>	2,0	0,078	2,792	0,341	1	1,770	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,041	0,116
<b>SLC</b>	2,0	0,084	2,826	0,348	1	1,750	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,046	0,130

### Spettro di progetto

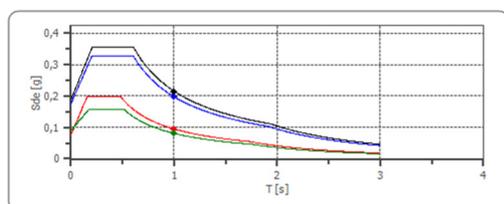
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50

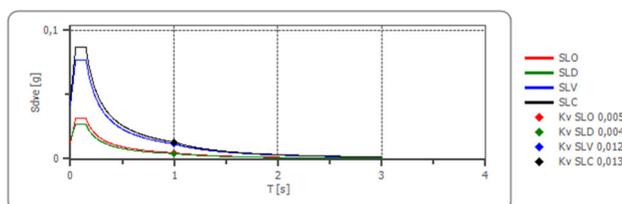
Periodo fondamentale T: 1.00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
<b>khi = Sde(T) Orizzontale [g]</b>	0,095	0,081	0,197	0,215
<b>kv = Sdve(T) Verticale [g]</b>	0,005	0,004	0,012	0,013

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
<b>SLO orizzontale</b>	2,0	0,034	2,598	0,230	1,600	2,070	1,400	2,240	1,000	0,159	0,476	1,737	0,077	0,200
<b>SLO verticale</b>	2,0	0,034	2,598	0,230	1,600	2,070	1,400	1,400	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,031
<b>SLD orizzontale</b>	2,0	0,040	2,612	0,263	1,600	1,960	1,400	2,240	1,500	0,172	0,516	1,761	0,090	0,157
<b>SLD verticale</b>	2,0	0,040	2,612	0,263	1,600	1,960	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,015	0,027
<b>SLV orizzontale</b>	2,0	0,078	2,792	0,341	1,600	1,770	1,400	2,240	1,500	0,201	0,604	1,914	0,176	0,327
<b>SLV verticale</b>	2,0	0,078	2,792	0,341	1,600	1,770	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,041	0,077
<b>SLC orizzontale</b>	2,0	0,084	2,826	0,348	1,600	1,750	1,400	2,240	1,500	0,203	0,608	1,936	0,188	0,354
<b>SLC verticale</b>	2,0	0,084	2,826	0,348	1,600	1,750	1,400	1,400	1,500	0,050	0,150	1,000	0,046	0,087

### 4.3 MODIFICA TRATTO STRADALE IN PROSSIMITA' LOCALITA' MONTE CERCHIO

Il percorso proposto, di seguito rappresentato, permette di evitare l' interferenza con gli edifici vetusti presenti in Località Monte Cerchio.

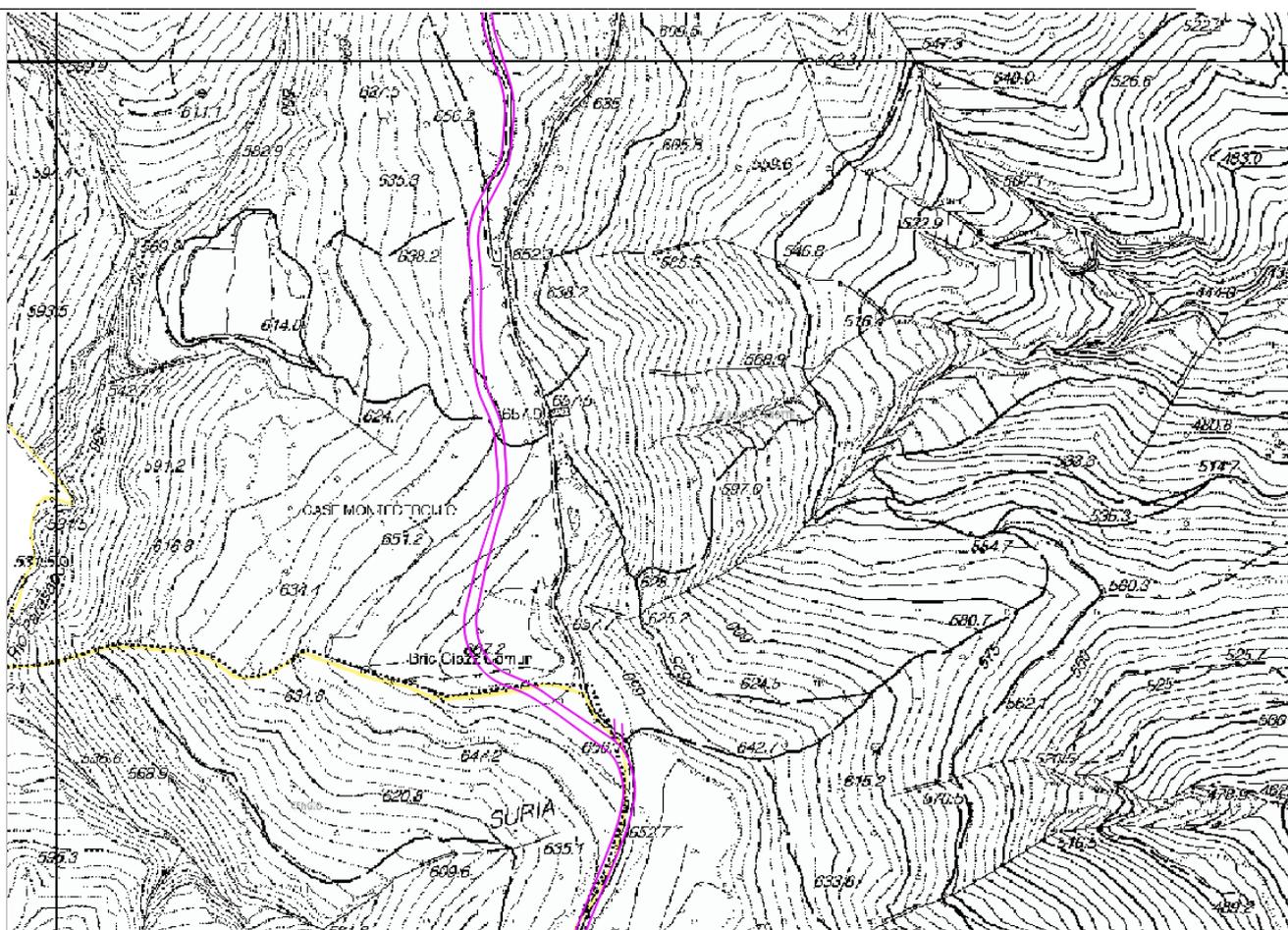


Figura 4.3.1: Modifica percorso in prossimità della Località di Montecerchio- Estratto Carta CTR

Il nuovo tracciato risulta costeggiare a ponente l'attuale strada che, invece, attraversa la Località Monte Cerchio e risulta posizionato su una porzione di versante debolmente acclive (sebbene la pendenza localmente possa anche essere media) ed esposto a NW/W/SW/S.

Dal punto di vista geologico, osservabile dalla cartografia geologica CARG, l'area ricade nelle litologie RTM ascrivibili:

- alla Formazione di Rocchetta - Monesiglio, qui rappresentato da una "massa di fondo" prevalentemente pelitica con intercalazioni saltuarie di arenarie fini in strati centimetrici o decimetrici. Tali peliti sono rappresentate da marne argillose grigie, che danno luogo a forme calanchive;
- al Membro delle Arenarie di Noceto, qui rappresentato da arenarie da medie a grossolane, in strati da medi a molto spessi, frequentemente amalgamati, con gradazione normale o di aspetto massivo, localmente con accenni di laminazioni parallele, talora associate a lenti o banchi arenaceo-conglomeratici.

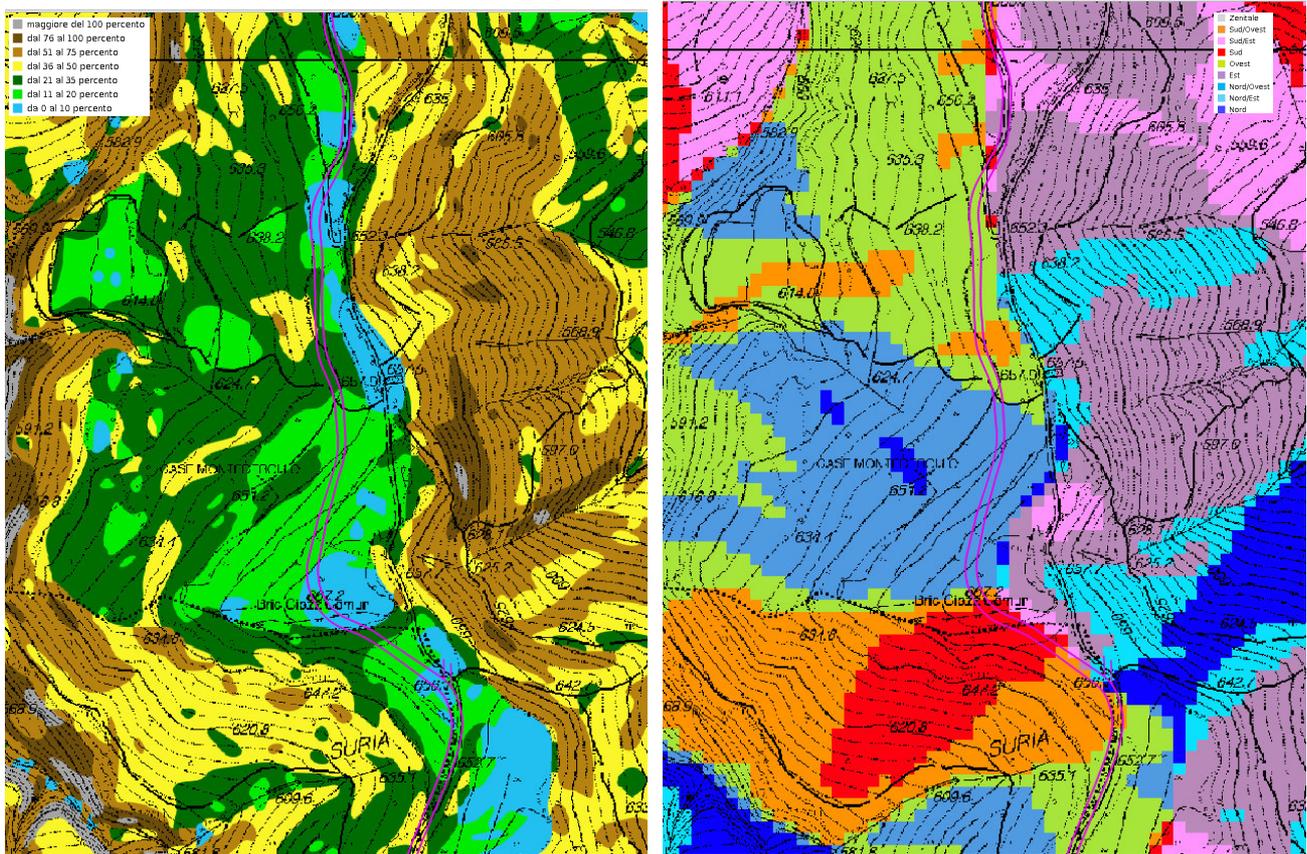


Figura 4.3.2: Nuovo tracciato in Località Montecerchio - Estratto Carta Acclività 0-35% - Esposizione dei versanti NW/W/SW/S

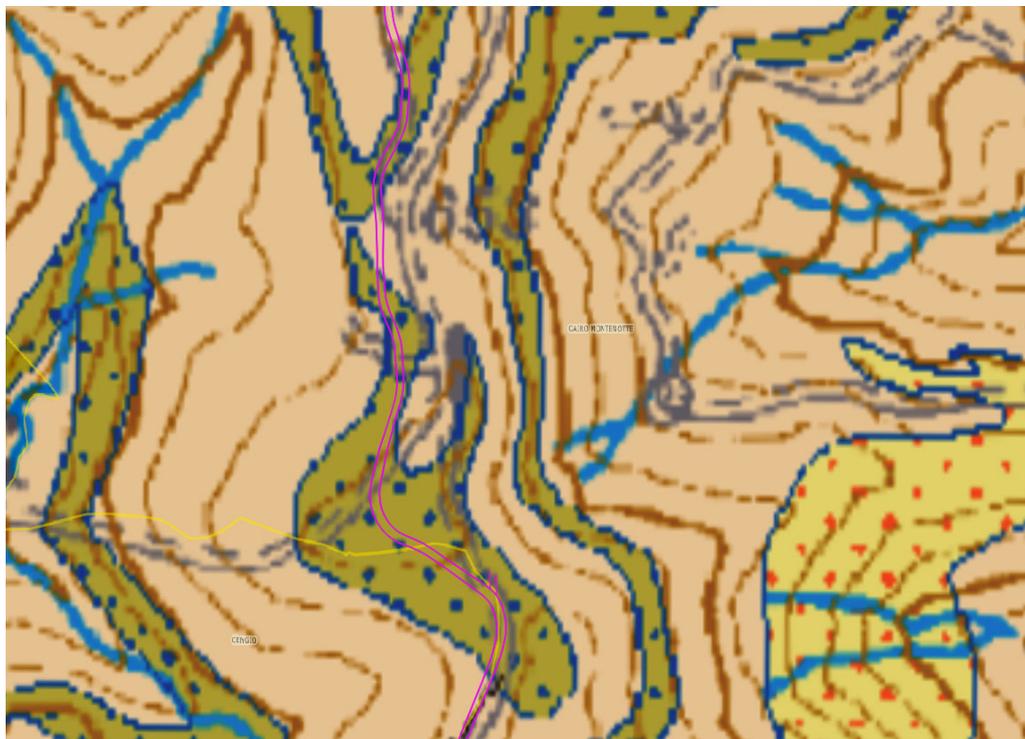


Figura 4.3.3: Nuovo tracciato in Località Montecerchio - Estratto CARG 1:50000 – Formazione di Rocchetta – Monesiglio e Arenarie di Noceto

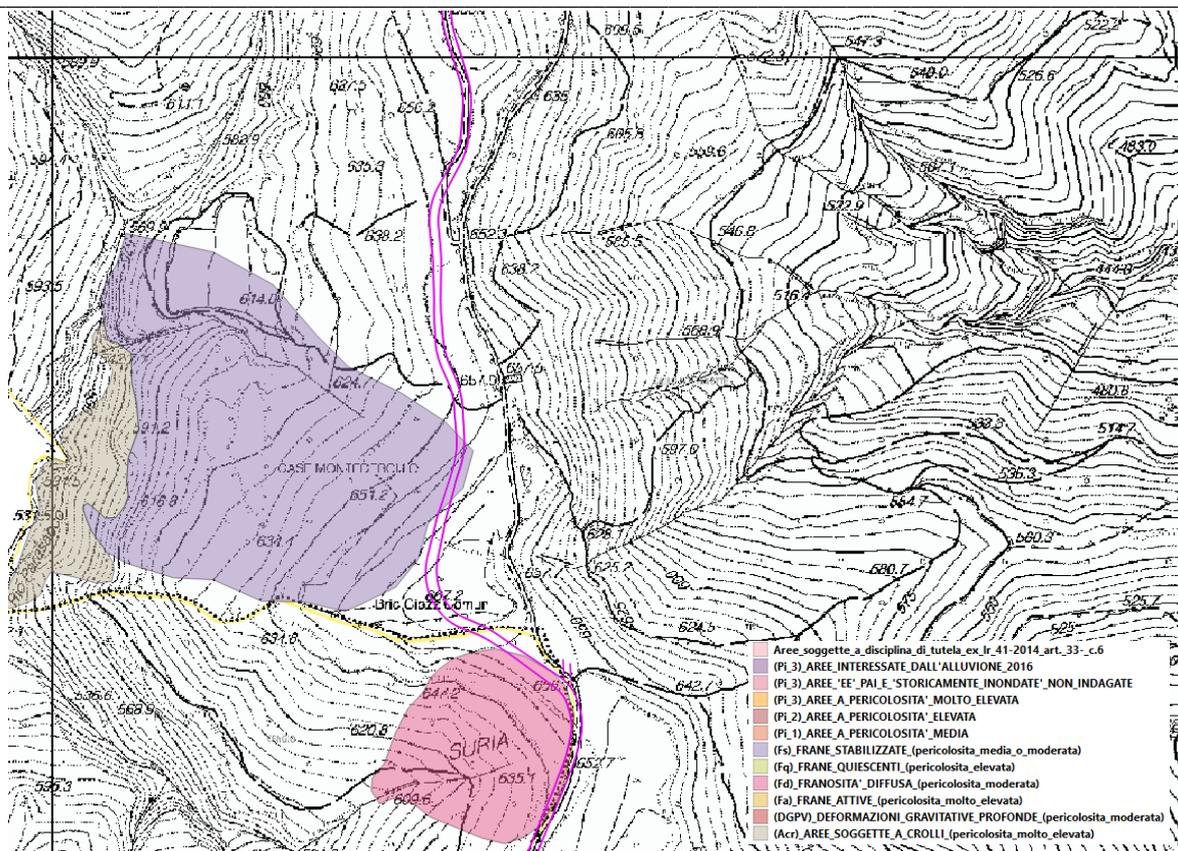


Figura 4.3.4: Nuovo tracciato in Località Montecerchio - Estratto Cartografie DGR 428 del 21/05/2021, carta della pericolosità idraulica e geomorfologica da frana

Il nuovo tracciato risulta interferire con il sedime di una frana stabilizzata e con il sedime di un'area soggetta a franamenti diffusi (quest'ultima non riportata nella cartografia IFFI), entrambe caratterizzate da una pericolosità moderata e non risulta interessato da rami idrografici cartografati entro la cartografia del reticolo regionale.

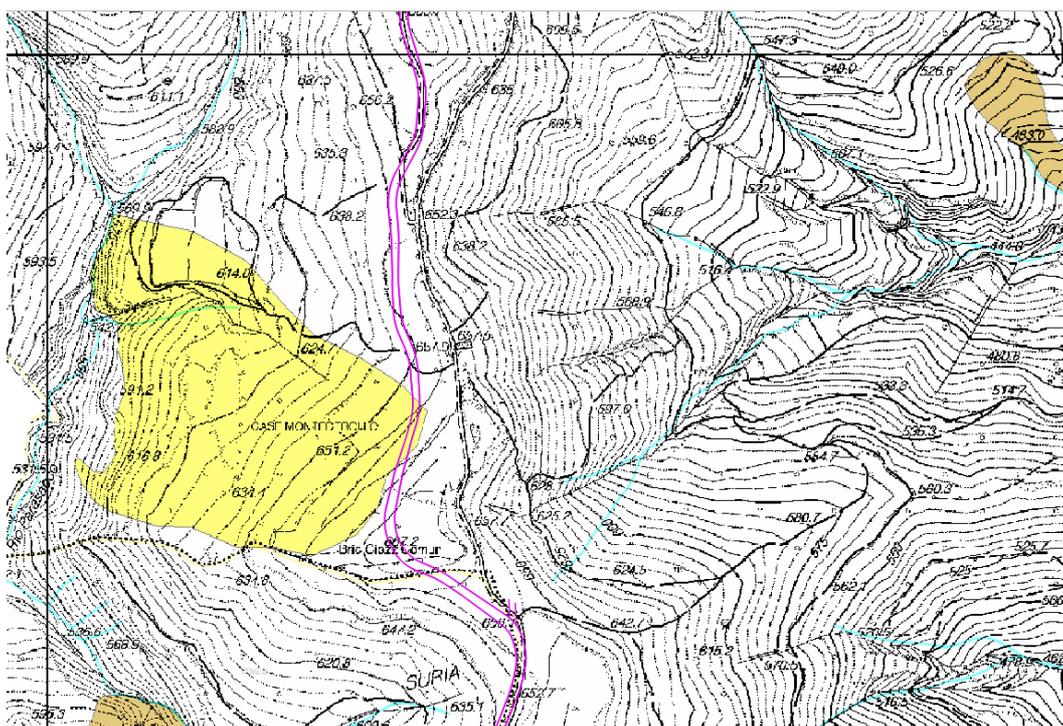


Figura 4.3.5: Nuovo tracciato in Località Montecerchio - Estratto Cartografie dei dissesti IFFI e reticolo idrografico

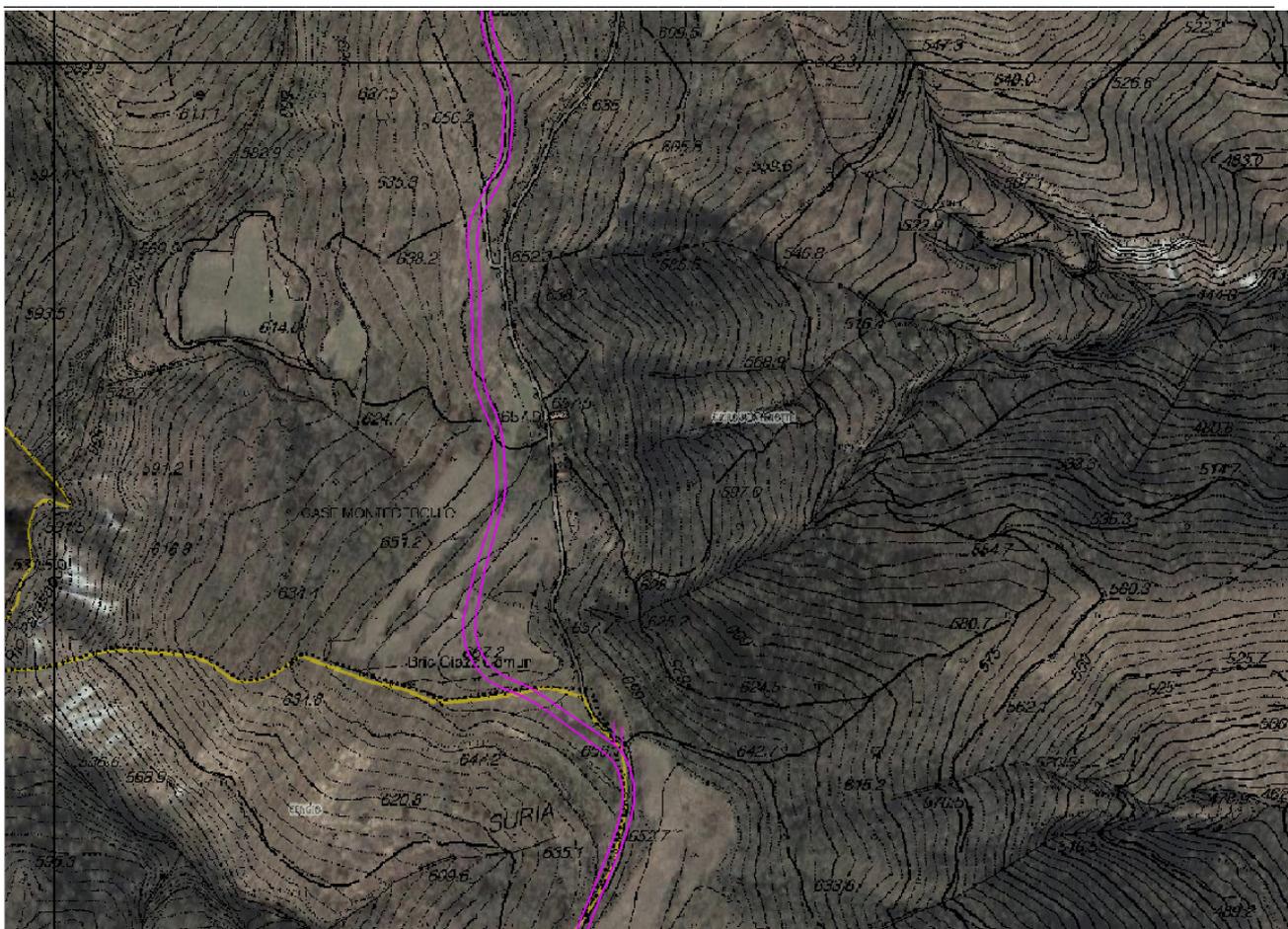


Figura 4.3.6: Nuovo tracciato in Località Montecerchio, Ortofoto/CTR

## **5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO**

Le modifiche apportate prevedono la rilocalizzazione di due aerogeneratori e lo spostamento di una parte del tracciato stradale del futuro Parco Eolico Monte Cerchio previa escavazione e sbancamento di porzioni di versante interessate da potenti coperture superficiali a granulometria medio fine sovrapposte all'ammasso roccioso posto anche a grande profondità, con edificazione di plinti circolari di 25 metri di diametro e, ove necessario di fondazioni indirette immerse in profondità entro l'ammasso roccioso sano ed inalterato. I materiali di scavo, oltre a quanto strettamente necessario ai previsti rimodellamenti saranno correttamente smaltiti presso centri autorizzati e/o riutilizzato presso siti compatibili previo sviluppo di apposita pratica di riutilizzo di terre e rocce da scavo con adeguate analisi chimico-fisiche. A corredo del progetto già presentato è presente un piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo.

## **6. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI**

Si elenca di seguito tutto quanto può essere un utile riferimento decisionale per il progettista:

- **Rischio idrogeologico:**
  - Rischio frana attuale: potenziale
  - Rischio frana potenziale: presente
  - Rischio di esondazione attuale: assente
  - Rischio di esondazione potenziale: assente
  - Rischio di erosione concentrata o accelerata su versante attuale: presente
  - Rischio di erosione concentrata o accelerata su versante potenziale: presente

- Rischio di crollo massi attuale: presente come piccoli distacchi
- Rischio di crollo massi potenziale: presente come piccoli distacchi.
- **Rischio sismico: medio, con un sisma "storico" con Mw > a 6.7.**
- Rischio liquefazione attuale: da valutare a seguito di indagine geognostica
- Rischio liquefazione potenziale: da valutare a seguito di indagine geognostica
- **Rischio cavità: assente.**

#### **PRESCRIZIONI**

La modifica al progetto sopra riportata è relativa ad alcune specifiche zone del Parco Eolico Monte Cerchio già presentato agli enti e per l'esecuzione della quale si forniscono qui le seguenti prescrizioni operative minime, da considerarsi per tutte le opere previste, e che dovranno essere soggette a revisione in fase esecutiva:

- tutte le opere in progetto dovranno rispettare le distanze dai corsi d'acqua come previsto dalla normativa vigente con particolare riferimento al R. D. 523/1904, al vincolo idrogeologico e relativa normativa regionale e di bacino;
- in sito dovrà essere sviluppata una corretta rete di regimazione delle acque meteoriche tale da permettere la laminazione dei deflussi e la parziale infiltrazione nel piazzale. Mentre lungo le superficie di neoformazione l'infiltrazione dovrà essere totalmente impedita al fine di mantenere inalterate le capacità tecnico-meccaniche dell'ammasso roccioso;
- non si potranno effettuare accumuli di materiale senza appositi contenimenti;
- le fondazioni dei nuovi manufatti dovranno essere opportunamente dimensionate, a seguito di indagini dirette da condursi su ogni sito di installazione per mezzo di operazioni a carotaggio con prelievo di campione, prove geotecniche di laboratorio e prove di tipo downhole/crosshole, in modo tale valutarne l'effettiva compatibilità con la situazione geologica rilevata in sito; sarà in ogni caso necessario, in fase prodromica a quella esecutiva, valutare, oltre alla tipologia delle fondazioni profonde, interventi di bonifica dei terreni mediante consolidamento e/o sostituzione;
- plinti di fondazione con fondazioni profonde a palo, e sicuramente per AG02 (nuova posizione) e AG5 (nuova posizione), dovranno essere previsti per ogni condizione di rocce tenere o facilmente erodibili, ogni qualvolta il crinale dovesse risultare "sottile" e ogni qualvolta le operazioni di carotaggio, da eseguirsi in fase propedeutica alla progettazione esecutiva, dovessero indicare la presenza di condizioni giaciture sfavorevoli (tipo franapoggio meno inclinato del pendio, elevata fratturazione, ecc.) non visibili in superficie e dovuti alle condizioni tettonico/deformative alle quali è stato sottoposto l'ammasso roccioso;
- preliminarmente ad ogni operazione prevista si dovranno eseguire attività di ispezione e controllo del sito e delle porzioni limitrofe allo stesso al fine di evidenziare e risolvere qualsiasi criticità non evidente al momento di stesura del presente elaborato;
- tutte le interferenze con dissesti cartografati e/o presenti in sito, dovranno essere risolte previo consolidamento delle porzioni di versante cui afferiscono;
- le operazioni di scavo e sbancamento del versante dovranno essere svolte in modo tale da minimizzare gli eventuali distacchi di elementi lapidei alterati o terreno di ricoprimento, così come le pareti definitive di rimodellamento dovranno avere una conformazione tale da garantirne la stabilità nel tempo;
- le verifiche preliminari dovranno essere condotte sulle scarpate di neoformazione in configurazione di progetto e dovranno essere tali da permettere una scelta di una situazione stabile e conservativa dei fattori di sicurezza;
- i distacchi di elementi lapidei e porzioni di coltre dalle superficie definitive di rimodellamento del versante, intrinseci nell'esposizione delle stesse agli atmosferici, potranno essere contenuti tramite opportune opere di contenimento (reti o altro) oppure essere evitati tramite un opportuno programma di manutenzione comprendente consolidamenti locali e disgiaggi da

effettuarsi con cadenza temporale prefissata e ravvicinata. Tale programma di manutenzione, seppur scadenzato diversamente, dovrà essere previsto anche in caso di posa di opere di contenimento;

- le strutture di fondazione dovranno essere dotate di monitoraggio tale da verificare le previsioni progettuali e gli standard di esercizio;
- per tutte quelle opere da eseguirsi in rilevato sarà necessario provvedere ad una bonifica del sottofondo ed a costituire rilevati strutturati atti a sopportare le sollecitazioni indotte dalle strutture;
- per tutte le opere lineari e non lineari che localmente interferiranno con zone di dissesto segnalate in cartografia ed evidenti sul terreno, sarà necessario provvedere con soluzioni progettuali idonee; particolarmente tali soluzioni dovranno ridurre l'azione ipogea di eventuali deflussi di circolazione;
- le opere di rimodellamento necessarie agli adeguamenti delle sezioni stradali dovranno avere scarpate contenute entro i 45° e stabilizzate per mezzo di opere di ingegneria naturalistica (inerbimenti, palizzate, viminate ecc.). Qualora necessario per adeguamento ai carichi stradali previsti potranno essere utilizzate opere decisamente più impattanti, ma che permetteranno di assumere angoli di imposta più ripidi quali terre armate e gabbioni che dovranno puntualmente essere calcolate al termine di idonea caratterizzazione geotecnica dei materiali e dei sedimenti di imposta delle strutture. Qualora si rendessero necessarie riprofilature in roccia, la scarpata finale, ove interessata da fenomeni di instabilità dovrà essere opportunamente consolidata per mezzo di reti e/o chiodature/tirantature e mediante tutte le altre scelte progettuali ritenute idonee.
- le terre e rocce da scavo dovranno essere gestite ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

Si evidenzia, infine, che tutte le verifiche dovranno essere effettuate a seguito di idonea campagna geotecnica considerando un efficace sistema di drenaggio delle acque superficiali su tutto il fronte, condizione necessaria per il mantenimento dei fattori di sicurezza calcolati.

Savona, li aprile 2024

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)

Documento firmato digitalmente da Sabrina Santini

Dott. Geologo Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)

Documento firmato digitalmente da Alessandro Canavero