

# PARCO EOLICO SV06 - BRIC DEI MORI

Il Committente: **Duferco**  
**Sviluppo**

Sede Legale DUFERCO Sviluppo S.p.A. :  
via Armando Diaz n. 248  
25010, San Zeno Naviglio (BS)  
P.IVA e C.F. 03594850178

Oggetto: **RELAZIONE GEOLOGICA E DI  
PERICOLOSITA' SISMICA**

Titolo: **RELAZIONE GEOLOGICA: ANALISI  
IDROGEOLOGICA**



| Data    | Emis. | Aggiornamento | Data    | Contr. | Data    | Autor. |
|---------|-------|---------------|---------|--------|---------|--------|
| 06/2024 | AC/SS | Emissione     | 06/2024 | AC/SS  | 06/2024 | AC/SS  |
|         |       |               |         |        |         |        |
|         |       |               |         |        |         |        |
|         |       |               |         |        |         |        |

SCALA: N.A.

FORMATO: A4

GIUGNO 2024

| Commessa | Tip. impianto | Fase Progetto | Disciplina | Tip. Doc | Titolo | N. Elab | REV |
|----------|---------------|---------------|------------|----------|--------|---------|-----|
| 23016    | EO            | DE            | GE         | R        | 09     | 0004    | 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: emmecsrls@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. 331.2334884/393.5172231, email geolab@studiogeolab.it  
Website: geolab@studiogeolab.it

I Tecnici:

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini  
Dott. Geologo Alessandro Canavero

File: testalino relazione geologo 2010.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**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>0. SOMMARIO .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1. OGGETTO DELL'INCARICO .....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>2. PREMESSE E RIFERIMENTI NORMATIVI: .....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>3. INTERVENTO IN PROGETTO .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>4. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI .....</b>                                      | <b>15</b> |
| <b>5. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO .....</b>   | <b>16</b> |
| <b>5.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO</b>             | <b>16</b> |
| <b>6. QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE .....</b>                                | <b>17</b> |
| <b>7. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO .....</b>   | <b>28</b> |
| <b>8. MODELLO IDROGEOLOGICO DEL SITO .....</b>   | <b>28</b> |
| <b>9. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO .....</b>                                   | <b>28</b> |
| <b>10. INTERFERENZA CON OPERE DI DERIVAZIONE IDRICA –POZZI, SORGENTI E OPERE DI PRESA.</b> | <b>30</b> |
| <b>11. INTERFERENZA CON I VINCOLI IMPOSTI DALLA PIANIFICAZIONE A SCALA DI BACINO.....</b>  | <b>31</b> |
| <b>12. CONSIDERAZIONI FINALI. ....</b>   | <b>33</b> |

## **0. SOMMARIO**

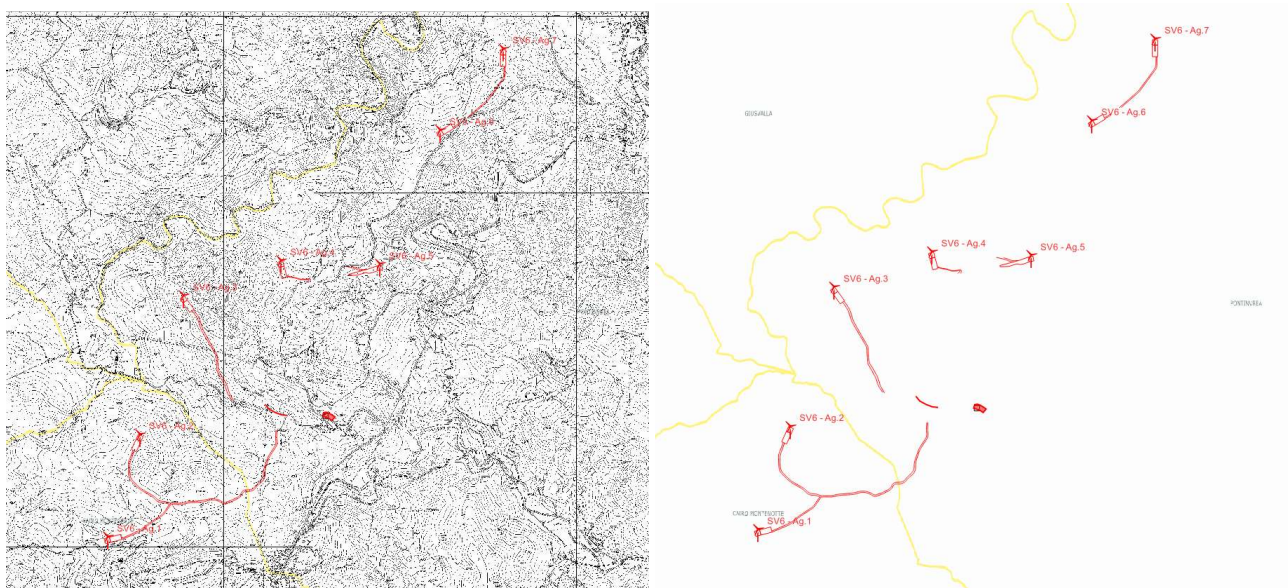
Gli Scriventi, Dott.<sup>SSA</sup> Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato la presente relazione idrogeologica 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 Duferco Sviluppo S.p.A.: 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 dei Mori raggiungono Bric Bombarda passando per Bric Ciassa, Fossa Lavagnin, Pian dei Buschi e Bric Bossarina nel territorio dei comuni di Cairo Montenotte e Pontinvrea.

## **1. OGGETTO DELL'INCARICO**

Su incarico conferito dalla Duferco Sviluppo S.p.A., 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 Bric dei Mori e di tutte le opere accessorie e connesse.

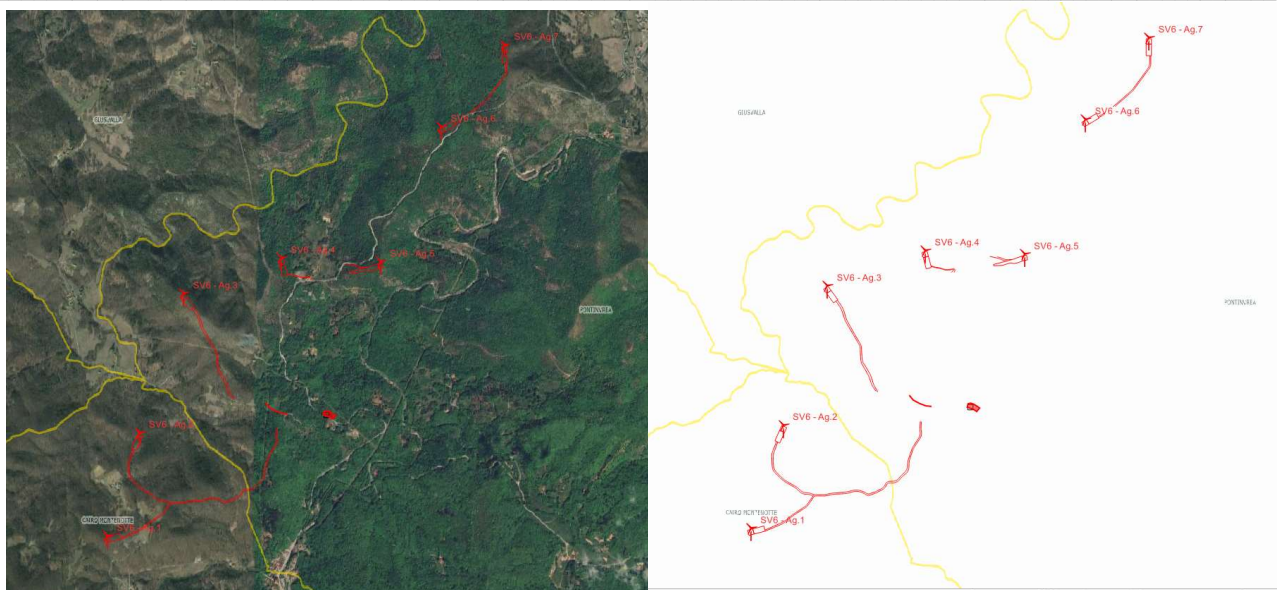
Lo studio è stato preceduto da una prima fase di raccolta bibliografica effettuata presso gli Uffici Regionali, Provinciali, Comunali, e tramite varie fonti ufficiali: IFFI, PAI, repertorio cartografico della Regione Liguria, ARPAL, ISPRA, ecc., al fine di reperire il maggior numero di informazioni possibili 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 idrogeologiche del sedime interessato dal nuovo progetto di costruzione del Parco Eolico Bric dei Mori. L'incarico consta nella stesura della relazione idrogeologica propedeutica alla progettazione globale delle opere.



**Figura 1.1: Inquadramento dell'area di intervento su base CTR Regione Liguria (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione fra parco eolico e sottostazione elettrica, nuove parti di strada di accesso al sito) e successivo inquadramento nell'ambito amministrativo/territoriale.**





**Figura 1.2: Inquadramento dell'area di intervento su base satellite Google Maps (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico e sottostazione elettrica, nuove parti di strada di accesso al sito), e successivo inquadramento nell'ambito amministrativo/territoriale.**

## **2. PREMESSE E RIFERIMENTI NORMATIVI:**

Per quanto riguarda l'istanza relativa al presente progetto, si è fatto riferimento alle prescrizioni previste dall'Autorità di Bacino competente, ed in particolare alle seguenti leggi e/o decreti nazionali e/o regionali:

- R.D. n°1285 del 14/08/1920: "Regolamento per le derivazioni e utilizzazioni di acque pubbliche";
- D. M. del 16/12/1923: "Norme per la compilazione dei progetti di derivazione d'acqua";
- R.D. n°1775 del 11/12/1933: "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Regio Decreto n°2174 del 18/08/1934: "Disciplina delle acque sotterranee";
- Legge n°464 del 04/08/1984: "Obblighi di informazione al Servizio Geologico";
- Decreto del Presidente della Repubblica n°236 del 24/05/1988: "Norme tecniche per lo scavo, la perforazione, la manutenzione e la chiusura di pozzi d'acqua";
- Decreto Legislativo n°275 del 12/07/1993: "Riordino in materia di concessione di acque pubbliche";
- Legge n°36 del 05/01/1994: "Disposizioni in materia di risorse idriche";
- Decreto del Presidente della Repubblica n°238 del 18/02/1999: "Regolamento recante norme per l'attivazione di talune disposizioni della L.36/94 in materia di risorse idriche";
- Legge n°136 del 30/04/1999: "Norma per il sostegno ed il rilancio dell'edilizia residenziale pubblica e per interventi in materie di opere a carattere ambientale";
- Decreto Legislativo n°152 del 11/05/1999: "Testo unico sulla tutela delle acque dall'inquinamento";
- Decreto Legislativo n°258 del 18/08/2000: "Disposizioni correttive e interpretative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n°152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n°128";
- Decreto Legislativo n°152 del 03/04/2006: "Norme in materia ambientale";

- Deliberazione del Consiglio regionale n.11 del 29 marzo 2016 Aggiornamento Piano di Tutela delle acque

I contenuti del presente elaborato sono volti all'approfondimento del modello idrogeologico del sito 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 BRIC DEI MORI**

Al fine di semplificarne la trattazione il sito non è stato suddiviso in diverse zone unite dalla strada di collegamento, ma è stato trattato come un unico sito ubicato nei Comuni di Cairo Montenotte e Pontinvrea che dipartendosi dal Bric dei Mori (metri 675 s.l.m.) raggiungono Bric Bombarda (metri 600 s.l.m.) passando per Bric Poggiobello (metri 650 s.l.m.) e Bric Bossarina (metri 600 s.l.m.).

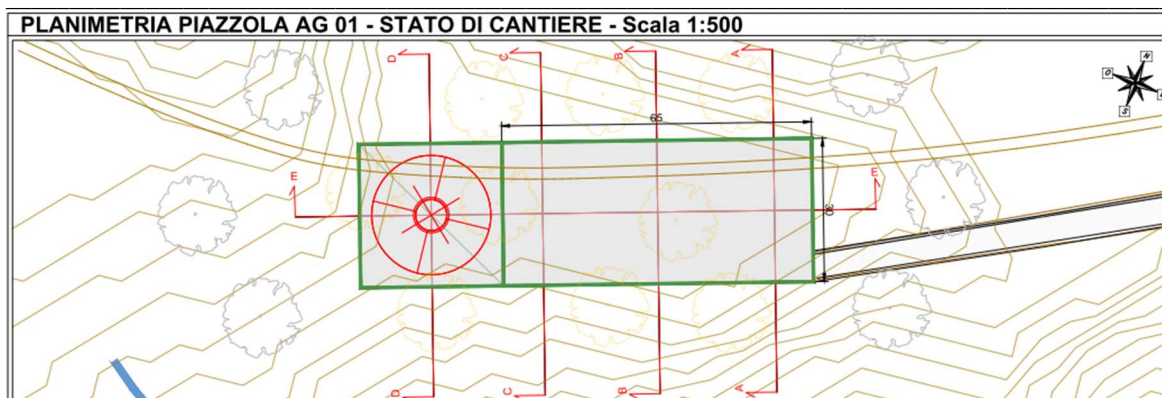
L'ubicazione di tali aerogeneratori in coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N, è di seguito riportata:

| <b>Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N</b> |                 |                 |                 |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| <b>AEROGENERATORE</b>                     | <b>COORD. X</b> | <b>COORD. Y</b> | <b>COORD. Z</b> |
| <b>AG01</b>                               | 452320.02       | 4918017.98      | 690             |
| <b>AG02</b>                               | 452501.97       | 4918599.50      | 637             |
| <b>AG03</b>                               | 452750.39       | 4919382.93      | 665             |
| <b>AG04</b>                               | 453300.99       | 4919582.13      | 575             |
| <b>AG05</b>                               | 453859.48       | 4919561.27      | 587             |
| <b>AG06</b>                               | 454202.80.      | 4920321.31      | 575             |
| <b>AG07</b>                               | 454559.23       | 4920781.58      | 580             |

I principali elementi in progetto sono i seguenti.

#### **PIAZZOLA DI MONTAGGIO**

Al fine di consentire il montaggio, e la futura manutenzione, di ogni singola turbina eolica sarà necessario realizzare degli spazi a pendenza quasi nulla denominati piazzole di montaggio; dette aree, inoltre, in fase di cantiere, andranno a costituire lo spazio di montaggio e successivamente manovra delle gru che permetteranno l'assemblaggio dei vari componenti degli aerogeneratori. Per ogni aerogeneratore si prevede la realizzazione di una piazzola, dalla forma variabile ma rettangolare, e avente una superficie totale media di circa 2000 mq.



Osservando le tavole di progetto è possibile notare come le piazzole non seguano tutte lo stesso orientamento, ma sono state posizionate affinché l'accessibilità alle stesse fosse quanto più agevole possibile, cercando di limitare le situazioni di riporto o sbancamento materiale.

Considerando la complessità orografica del territorio in esame, le piazzole sono state studiate e posizionate sul territorio cercando di contenere al massimo gli impatti sul suolo e sull'ambiente circostante, avendo attenzione a limitare il disboscamento di grosse aree boscate e limitando, quanto più possibile, le opere di sbancamento di terreno.

Ai fini della sicurezza pubblica, ad opera compiuta, non sarà necessario recintare le piazzole in quanto l'accesso alla turbina eolica sarà garantito da porte chiuse e i componenti elettrici, o quanto meno sensibili, saranno collocati all'interno della turbina stessa.

Le piazzole progettate non seguono tutte lo stesso orientamento, ma sono state posizionate affinché l'accessibilità alle stesse fosse quanto più agevole possibile, cercando di limitare le situazioni di riporto materiale; inoltre, la loro posizione è dettata anche dalla presenza di puntuali aree franose e boschive che hanno impedito l'applicazione di soluzioni talvolta apparentemente più semplici.

Per quanto concerne, invece, le opere di scavo necessarie alla loro realizzazione, in fase di cantiere, i fronti verranno modellati affinché non si vadano a creare situazioni di pericolo per i lavoratori e verranno realizzate, dove necessario, opere di sostegno delle scarpate mediante ingegneria naturalistica.

In generale nella realizzazione di una piazzola gli interventi previsti sono i seguenti:

- Asportazione di terreno vegetale fino al piano di posa della massicciata stradale;
- Compattazione del piano di posa della massicciata;
- Realizzazione di uno strato di fondazione in misto granulare di circa 40 cm a costipamento avvenuto.

A montaggio ultimato ogni piazzola verrà mantenuta piana e sgombera da vegetazione arbustiva prevedendo solamente riporto di terreno vegetale per la ricreazione del manto erboso.

## **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





erosivo delle acque meteoriche che verranno comunque raccolte in canalette posate a terra e convogliate in impluvi naturali.

### **STRADA DI ACCESSO**

Con il termine "strada di accesso" all'impianto si intendono tutte quelle vie che collegano il parco eolico (in quota) con la, semplificando il termine, valle.

Come si evince dagli elaborati redatti dall'Ing. Silvio Bauducco, il progetto prevede n. 4 diramazioni dalla strada SP41 che raggiungono direttamente le turbine n. 7,6,5 e 4, mentre la turbina n. 3 viene raggiunta da una diramazione sulla strada comunale. Per le turbine n. 1 e 2 si prevede, invece, di raggiungerle tramite una carrareccia bianca che si dirama su terreni boscati.

A seguito di una analisi del contesto viario esistente e non esistente, effettuata mediante rilievi con scansione lidar e sopralluoghi specifici, si è ritenuto necessario provvedere alla progettazione ex novo degli stacchi dalla provinciale alle turbine, anche se in 2 casi si utilizzano strade esistenti che necessitano di opportuni allargamenti.

Il raggiungimento della posizione delle altre turbine è garantito sempre da sentieri esistenti che si prevede di allargare opportunamente.

Gli interventi di realizzazione della strada si rendono necessari in quanto, con le caratteristiche geometriche dei tratti viari visionati, non corrispondono assolutamente agli standard necessari al transito dei mezzi previsti in quanto sono sentieri pedonali o per biker o mezzi agricoli.

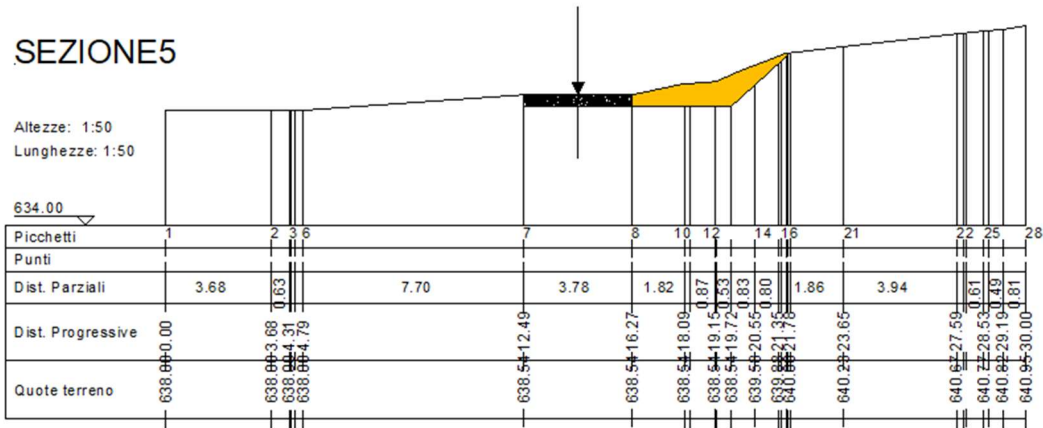
### **NUOVO TRACCIATO STRADALE**

La realizzazione del nuovo tracciato stradale, che dalla Strada Provinciale 41 dirama nella strada che conduce alla località Pratipoia e da cui si stacca la diramazione per la strada che porta alla turbina 3 e, tramite una strada bianca esistente alle turbine 1 e 2, avrà caratteristiche geometriche tali da garantire il normale transito dei mezzi speciali che saranno impiegati nel cantiere e nel futuro mantenimento dell'impianto, mantenendosi comunque coerente con l'orografia del contesto in cui va a ricadere e dunque ottimizzando le situazioni di alterazione dei versanti, comunque necessarie per permettere opere di sbancamento e realizzazione del sedime stradale.

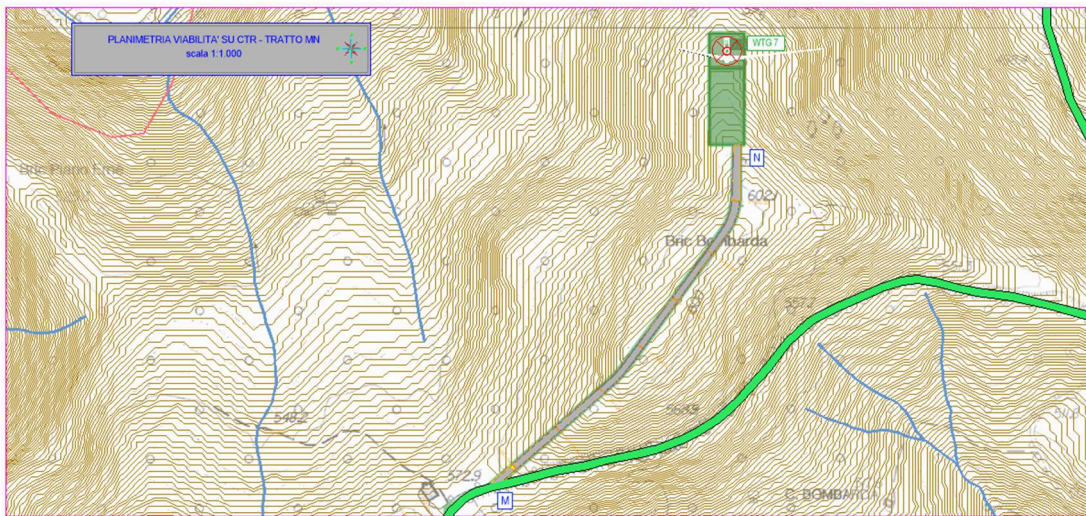
Il tratto in allargamento, di seguito rappresentato prevede, essendo la strada già asfaltata, che anche l'allargamento venga asfaltato.



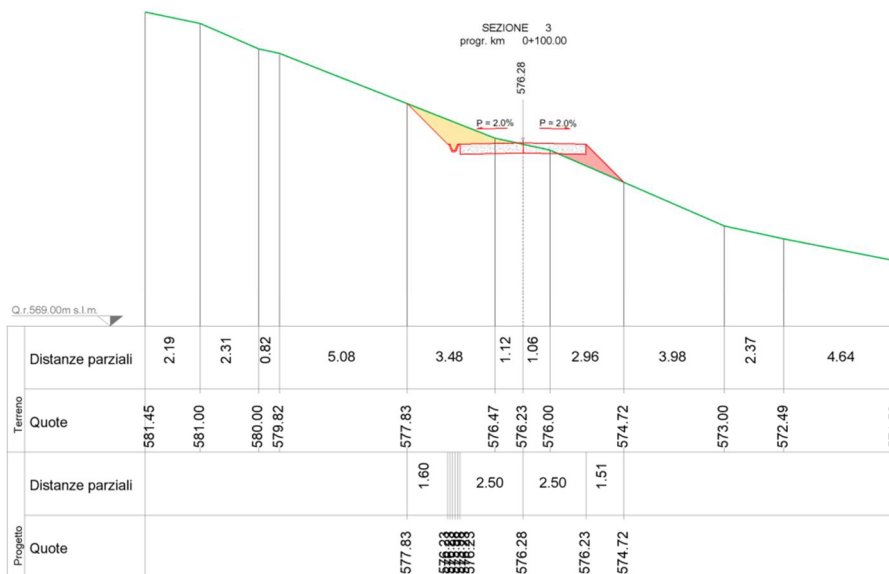




Gli accessi alle turbine invece avvengono con degli stacchi dalla provinciale come già indicato.



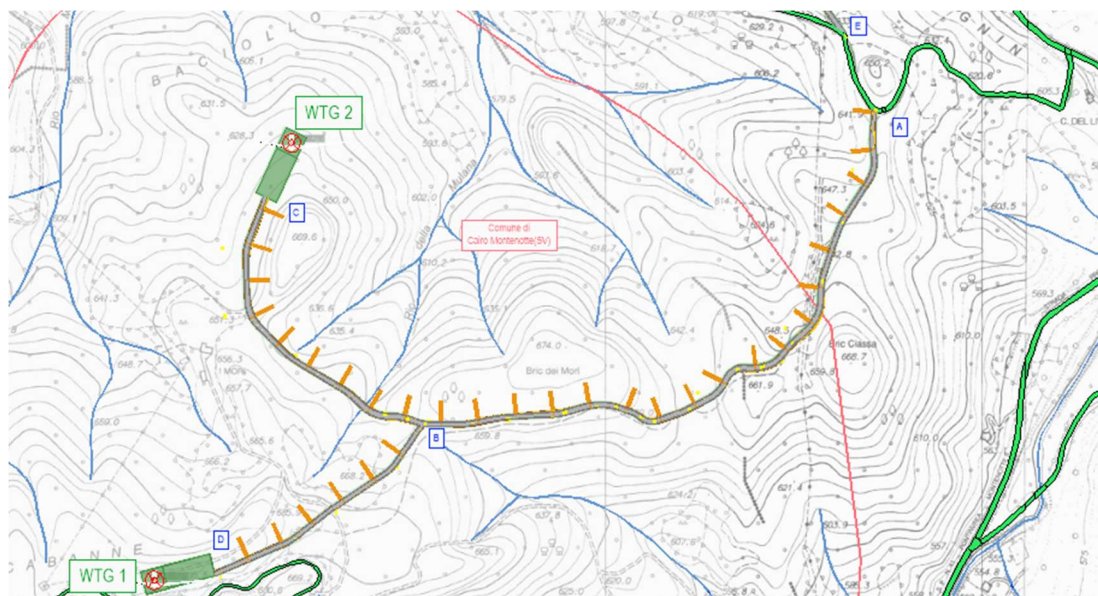
La nuova carreggiata avrà una larghezza adeguata e, poiché non presenta strade alternative per raggiungere i versanti su cui insisteranno gli aerogeneratori, sarà di carattere permanente e realizzata con sottofondo in misto naturale.



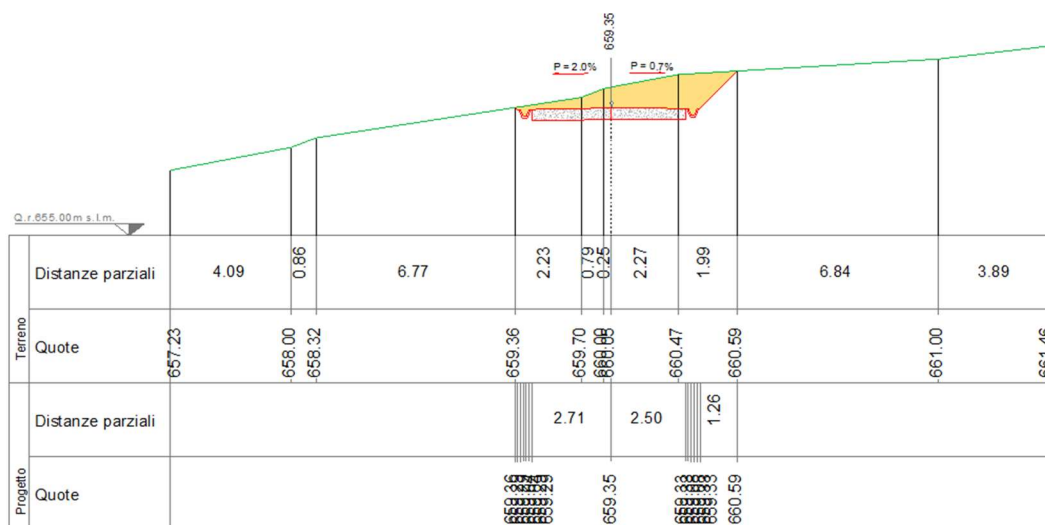
Vista la natura degli interventi e la necessità di mettere in sicurezza le scarpate oggetto di sterro, si prevedono inoltre, ove necessarie, opere di consolidamento con reti chiodate alla scarpata o terre armate.

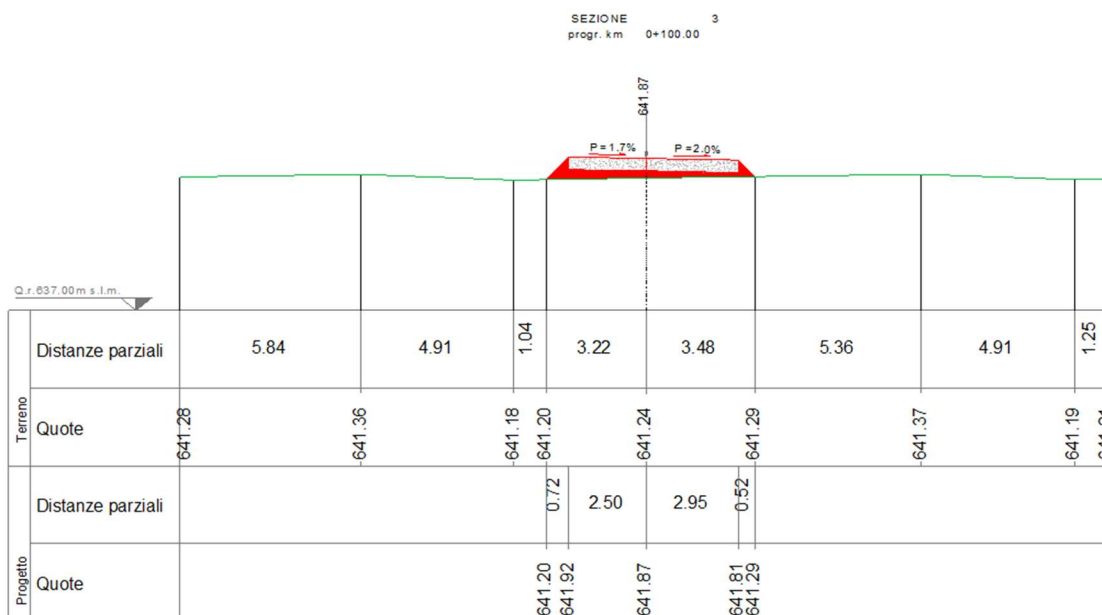
**STRADA DI COLLEGAMENTO**

Con il termine di "strada di collegamento" si intendono invece tutte le vie che collegano le singole turbine eoliche tra di loro fino al collegamento con la relativa cabina elettrica. Nello specifico dell'impianto Bric dei Mori, per 5 turbine si ha solo lo stacco dalla strada asfaltata, mentre per 2 turbine è necessario allargare una carrareccia forestale che si innesta su una strada comunale che deve essere opportunamente allargata come già evidenziato in precedenza. Si evidenzia che non è possibile utilizzare la strada asfaltata esistente per raggiungere la turbina n. 1 perché in prossimità del cimitero di Montenotte Inferiore la sezione stradale è insufficiente e non si riesce ad allargarla a causa della presenza di un rio posto immediatamente a lato della strada; inoltre, vi è una oggettiva impossibilità ad imboccare tale strada in corrispondenza della frazione, pertanto, sarà sviluppata una strada di collegamento tra le turbine 1 e 2 con la via per la località Pratipoia la cui larghezza media sarà pari a circa 5 metri, salvo alcuni tratti stradali dove potrà arrivare anche a 10 metri per permettere di ottenere idonei raggi di curvatura.



SEZIONE  
progr. km 0+600.00





Così come per le piazzole, anche la viabilità di collegamento tra piazzole e strada principale verrà realizzata con sottofondo in misto naturale ed ulteriore strato di misto stabilizzato nei tratti di maggiore pendenza, mentre la formazione dei rilevati avverrà anche mediante l'impiego di materiale proveniente dagli scavi (se a seguito di analisi verrà classificato come idoneo).

Durante la fase di cantiere verranno utilizzate delle macchine operatrici a norma, che contengano dunque sia le emissioni in atmosfera che i livelli di rumorosità; periodicamente sarà previsto il carico, il trasporto e lo smaltimento in appositi centri autorizzati, dei materiali e delle attrezzature di rifiuto così da garantire al termine dei lavori un adeguato ripristino dei luoghi.

Per quanto concerne l'approvvigionamento della materia prima e le aree di deposito, si prevede l'utilizzo di cave di inerti autorizzate e presenti in zona di cui verranno predisposte opportune convenzioni qualora l'esito della pratica andasse a buon fine.

### **SOVRASTRUTTURA VIARIA**

Il corpo stradale, definito come l'insieme delle operazioni necessarie a realizzare la strada in rilevato e quelle complementari necessarie a garantire nel tempo la stabilità e la sicurezza dell'opera costruita, è stato dimensionato sulla base del numero di veicoli in transito e dei carichi agenti sullo stesso. Oltre alle caratteristiche geometriche le nuove viabilità andranno a soddisfare anche i requisiti di capacità meccanica e di drenaggio superficiale; infatti, durante la realizzazione delle nuove piste tutti gli strati verranno adeguatamente compattati con appositi macchinari e dove necessario verranno previste opere di rinforzo dei terreni mediante posa di micropali. Inoltre, laddove in fase esecutiva venga evidenziata la presenza di falde acquifere verrà prevista la posa di materiale in geotessuto per evitarne la risalita e, come per la realizzazione delle piazzole, ove gli esiti di laboratorio siano positivi, si prevedere il riuso del materiale proveniente dagli scavi adeguatamente miscelato con misto stabilizzato granulometrico.

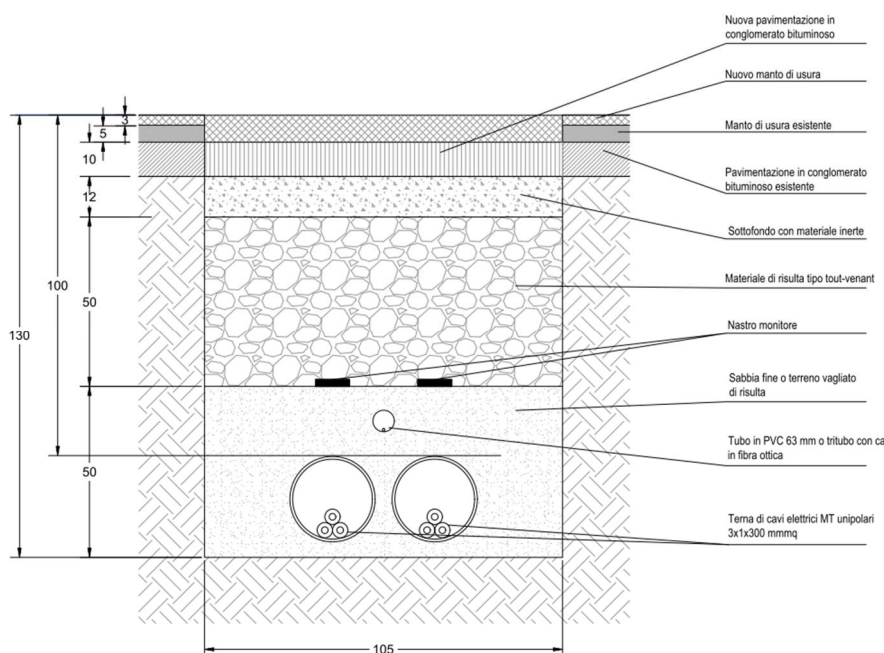


I materiali impiegati nella realizzazione del pacchetto stradale saranno appartenenti ai gruppi A1, A2 e A3 secondo la classificazione CNR-UNI 10006 in quanto dotati di buone capacità portanti in grado di limitare possibili cedimenti della pavimentazione stradale.

### **OPERE ELETTRICHE**

Le opere elettriche necessarie a convogliare l'energia prodotta alla rete Nazionale sono:

- Posa cavidotto interrato MT di collegamento tra il parco eolico e le nuove cabine elettriche presenti nei pressi dell'aerogeneratore 01;
- Realizzazione delle cabine elettriche;
- Posa cavidotto interrato MT di collegamento tra le cabine ed il punto di consegna sito in Mallare.



Il percorso del cavidotto interno al campo sarà posto in corrispondenza della nuova strada di collegamento tra le turbine eoliche tra le turbine 1, 2 e 3, mentre passerà sulla provinciale per la connessione alla cabina di raccolta tra le turbine 4-5-6-7. Il cavidotto di collegamento tra la cabina elettrica di raggruppamento e la cabina primaria verrà collocato lungo le strade comunali e provinciali esistenti che raggiungono il punto di consegna previsto nel comune di Mallare.

I collegamenti su strada avranno una profondità massima di 1,20 m al cui interno verranno posati i cavi XLPE e un tritubo da 50 mm per la fibra ottica; lo scavo avrà inoltre una larghezza di circa 50-80 cm per tutta la tratta di connessione; le tubazioni saranno, inoltre, segnalate nello scavo con un nastro monitor in PVC.

La connessione alla RTN sarà costituita da una sezione di celle a 36 kV che raccolgono le 4 dorsali di collegamento dei gruppi di generatori (aerogeneratori eolici suddivisi per gruppo\_ 7-6, 5-4, 3, 2-1) con montanti di collegamento e risalite cavi, dalle protezioni generali (DG) avente anche funzione di ricalzo, di interfaccia (DDI) e servizi ausiliari (SA), nonché dai necessari alloggiamenti misure e sezionamento. Dalla cabina elettrica con un cavidotto interrato si giungerà fino alla sottostazione Terna.



Da ogni gruppo di turbine è prevista la partenza di un circuito tripolare che giunge fino alle cabine elettriche mediante posa di un apposito e dedicato cavidotto interrato. Nel sistema a 36 kV posto all'interno dei fabbricati dell'area cabine di raggruppamento si utilizzeranno cavi isolati e celle prefabbricate certificate dal fabbricante, avendo superato le prove di tipo corrispondenti ed essendo sottoposti a prove specifiche ad ogni fornitura per assicurare che il livello di isolamento sia assicurato.

### **CABINE ELETTRICHE**

Come si evince dalla relazione Progettuale dell'Ing. Bauducco le cabine elettriche sono previste della diramazione che porta verso le turbine 1 e 2, a lato della strada entro un'area ove si prevede l'abbattimento degli alberi presenti.

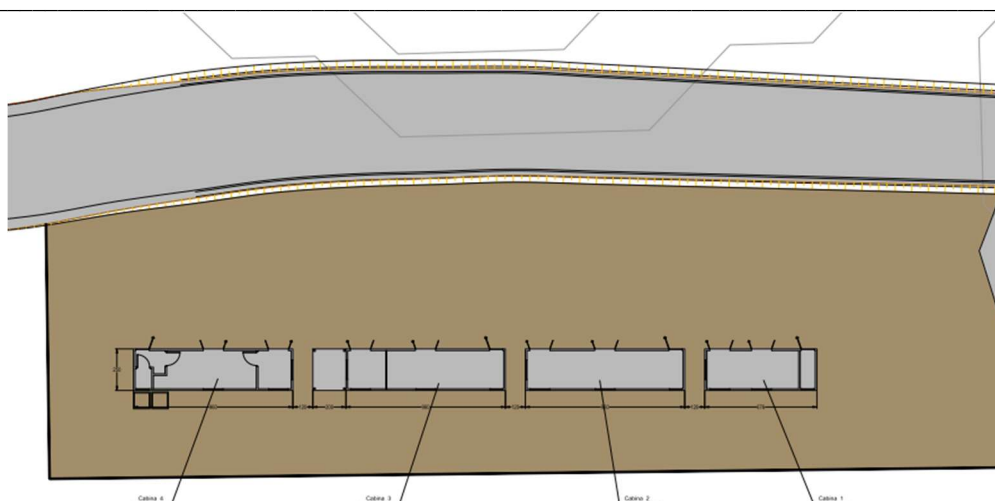
All'interno di questa area sono previsti quattro cabinati di tipo prefabbricato e ad uso tecnico delle dimensioni di 9,60x2,50 m e 6,76x2,50 m.



Ognuno dei locali tecnici è predisposto affinché possa ospitare specifiche apparecchiature necessarie al funzionamento dell'impianto e al successivo trasporto presso lo stallo Terna. I locali saranno così divisi:

- Cabina 01: locale del distributore
- Cabina 02: locale utente MT atto ad ospitare gli apparati
- Cabina 03: locale utente servizi ausiliari con gruppo elettrogeno integrato
- Cabina 04: locale utente per monitoraggio e controllo.

All'interno di questa ultima cabina sarà inoltre previsto il servizio igienico di tipo chimico e la raccolta delle acque piovane, con opportuna clorazione, per l'uso sanitario.



Le cabine sono state arretrate dal filo strada per garantire il transito e l'imbocco della strada fronte cabina del motopropulso con i conchi delle torri 1 e 2.

A livello morfologico il terreno sul quale è prevista la realizzazione delle nuove cabine elettriche si presenta limitatamente acclive, comportando di conseguenza un importante contenimento delle sezioni di scavo.

A livello architettonico, per migliorarne l'inserimento nel paesaggio, è prevista una mitigazione dei locali nel seguente modo:

- Le pareti perimetrali saranno rivestite in pannelli di finta pietra;
- I materiali di finitura dei vari elementi edilizi presenteranno cromie idonee al contesto paesaggistico;
- Saranno poste a ridosso del versante così da non stagliarsi all'orizzonte ed in ogni caso circondate da alberi ad alto fusto;
- Sono previste in un'area non visibile dalla strada provinciale.

La nuova area contenente le cabine elettriche sarà raggiungibile dal medesimo nuovo tratto di strada in allargamento che dalla viabilità principale collega la località Pratipoia.

Si rimanda alla relazione tecnica elettrica per maggiori approfondimenti circa gli interventi elettrici previsti a progetto e necessari al funzionamento e messa in esercizio dell'intero parco eolico.

### **OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA**

Scopo del progetto è stato anche quello di limitare quanto più possibile la realizzazione di opere civili che potessero creare forti impatti ambientali sul contesto in cui vengono inserite pertanto, laddove non sia possibile limitare gli scavi e i riporti si provvederà, attraverso opere di ingegneria naturalistica, al ripristino delle scarpate mediante i seguenti accorgimenti:

- Applicazione di idrosemina su tutte le superfici libere e sulle scarpate a monte delle piste di servizio;
- Rivestimenti di terreni acclivi mediante utilizzo di geocomposito al fine di preservare il terreno da agenti atmosferici che potrebbero compromettere la stabilità delle scarpate;
- Realizzazione di terre rinforzate per la stabilizzazione dei versanti aventi pendenze fino al 70%;
- Stabilizzazione delle scarpate mediante realizzazione di viminate e/o palizzate

---

#### **4. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI**

Il programma di realizzazione dei lavori sarà articolato in una serie di fasi lavorative che si svilupperanno nella sequenza di seguito descritta:

Le macro attività che si prevedono sono le seguenti:

- Allestimento cantiere;
  - Rilievi topografici e tracciamento dei confini
  - Taglio vegetazione arborea ed arbustiva
  - Sistemazione strade di accesso e creazione strade interne
  - Installazione dei servizi al cantiere
  - Sistemazioni pendii aree turbine
  - Allestimento di depositi e zone per stoccaggio materiali
- Realizzazione opere civili
  - Preparazione terreno
  - Posa di recinzione di cantiere
  - Scavi e sbancamenti per piazzole e plinti
  - Realizzazione dei pali di fondazione
  - Realizzazione delle strutture di fondazione
  - Ritombamenti
- Realizzazione cavidotti
  - Scavo trincea per cavidotti
  - Realizzazione cavidotto
  - Posa dei conduttori elettrici di connessione
- Realizzazione stazione anemometrica
- Posizionamento aerogeneratori
  - Trasporto e montaggio gru
  - Trasporto elementi torri e aerogeneratori
  - Montaggio aerogeneratori
  - Posa cavi di trasporto energia
- Costruzione stazione di partenza cavidotto di allaccio
  - Sbancamenti e realizzazione area posa cabine
  - Opere strutturali fabbricato tecnico
  - Posa impiantistica elettrica
- Inerbimento e rimboschimento area
  - Completamento opere con inerbimento area
- Rimozione e trasporto materiali, imballaggi e cavi elettrici
  - Rimozione materiali di risulta e scarto, imballaggi e sfridi di lavorazioni

L'installazione del cantiere include l'uso di una superficie posta tra le turbine 4 e 5 in corrispondenza di un prato che permette sia la realizzazione del campo base con i baraccamenti ed il deposito temporaneo dei mezzi sia una superficie per lo stoccaggio del terreno scavato ed utile

per i ripristini a verde delle scarpate e delle piazzole; tale superficie può essere utile, inoltre, per stoccaggi temporanei di materiale delle turbine o per la realizzazione dei cavidotti. Il prato necessita di uno scotico, del riporto di materiale anidro e relativa compattazione; l'area verrà recintata e sarà accessibile solamente da personale qualificato: si precisa che a lavori ultimati l'area sarà ripristinata a prato.

Per quanto concerne, invece, le fasi lavorative necessarie per la posa degli elettrodotti sono:

- Allestimento cantiere temporaneo;
- Scavo in trincea;
- Posa tubazioni e cavi;
- Esecuzione di opere di protezione e rinterro;
- Giuntatura cavi e terminali;
- Rinterro buche di giunzione

In questo caso l'area di cantiere, se eseguita fuori dall'area già cantierizzata, sarà di tipo mobile e seguirà i metri di scavo giornalieri necessari alla posa totale.

## **5. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO**

Il sedime dei diversi aereogeneratori nonché delle opere ad esso collegate ed accessorie è stato soggetto a studi geologici e geomorfologici di dettaglio e, ove possibile ad indagine geofisica avente lo scopo di individuare le peculiarità dei siti d'indagine.

### **5.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO**

Il lavoro è consistito in un accurato rilievo geolitologico, geomorfologico ed idrogeologico dell'area, il supporto cartografico utilizzato è quello del rilievo fornito dall'Ing. Bauducco, professionista incaricato dalla Committenza della progettazione globale dell'intervento.

Nella fase preliminare si è proceduto alla ricerca, raccolta ed analisi attenta e critica dei dati bibliografici esistenti che è stato possibile reperire e/o consultare presso i siti istituzionali dei diversi enti territoriali interessati, analizzando, anche con lo studio delle foto aeree, i fenomeni morfologici e l'evoluzione degli stessi sui versanti in studio. Da questa base di partenza si è proceduto, successivamente, ad una verifica diretta dei dati bibliografici esistenti mediante l'esecuzione di un rilevamento di campagna che ha permesso un'ulteriore acquisizione di dati necessari alla loro successiva elaborazione e alla stesura degli elaborati tematici di base (cartografia contenente informazioni relative alla geologia, geomorfologia ed idrogeologia).

Localmente sono stati effettuati puntuali rilievi geomeccanici degli ammassi rocciosi che sono sempre risultati a comportamento estremamente variabile, da buono a debole e complesso, dove per rocce deboli possono essere considerate quelle costituite da materiali a bassa resistenza oppure perché, indipendentemente dalla resistenza del materiale del continuum, si presentano fortemente interessate da piani di discontinuità dovuti a fratturazione, stratificazione, scistosità etc.

Nel primo gruppo ricadono le rocce a comportamento lapideo buono con importanti bancate mentre nel secondo quelle definite deboli in quanto costituite prevalentemente da materiali deboli o



che, indipendentemente dalla resistenza dei minerali costituenti, risultano scistose unitamente ad altri materiali diventati deboli a seguito di processi d'alterazione chimica, degradazione fisica o di metamorfismo retrogrado. In tale categoria ricadono anche le rocce sottilmente stratificate, intensamente scistose e/o tutte quelle che, indipendentemente dalla genesi, hanno subito intensi processi di fratturazione.

Inoltre, nella classe delle rocce deboli possono essere inseriti gli ammassi rocciosi costituiti da alternanze di litotipi a differente comportamento meccanico di cui quello debole è nettamente prevalente. Alla classe delle rocce complesse vengono anche riferiti tutti gli ammassi rocciosi costituiti da alternanze di litotipi a differente comportamento meccanico di cui nessuno nettamente prevalente. In ogni caso le rocce deboli presentano un comportamento in qualche modo intermedio tra i terreni e le rocce propriamente dette e questo fa sì che le weak rock (terminologia anglosassone) siano generalmente difficili da descrivere, campionare e sottoporre a test.

La valutazione critica di tutti i dati presenti nella cartografia sopra citata, unitamente all'acquisizione della vincolistica vigente nei diversi territori comunali ha permesso di verificare la fattibilità geologica dell'intervento previsto.

## **6. QUADRO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE**

### **GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA**

L'area oggetto d'intervento è caratterizzata da una configurazione morfologica collinare, dove si riscontrano i rilievi anche mediamente elevati, con vette aventi altitudine comprese tra i 600 e i 675 metri s.l.m. L'aspetto morfologico risulta collegato alle caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche affioranti e all'evoluzione strutturale da queste subita durante la storia geologica dell'intera regione, in particolare la presenza di vasti affioramenti sia di litotipi appartenenti al Bacino Terziario Piemontese sia del Gruppo di Voltri nonché dell'Unità di Montenotte, garantisce la locale presenza di versanti molto diversi tra loro, da acclivi e quasi dirupati coperti da bosco, ad esclusioni di limitati coltivi nelle vicinanze dei nuclei abitativi e di aree prative e a pascolo in prossimità delle zone più pianeggianti. Il reticolato idrografico secondario appare localmente embrionale per poi incidersi profondamente nel substrato dando luogo a vallecole caratterizzate da aspri e ripidi versanti fino all'immissione, a valle, nei corpi idrici principali.

Il progetto prevede l'edificazione di cinque aerogeneratori, da AG01 a AG07, su una zona collinare/montuosa con un reticolo idrografico ancora in fase di sviluppo.

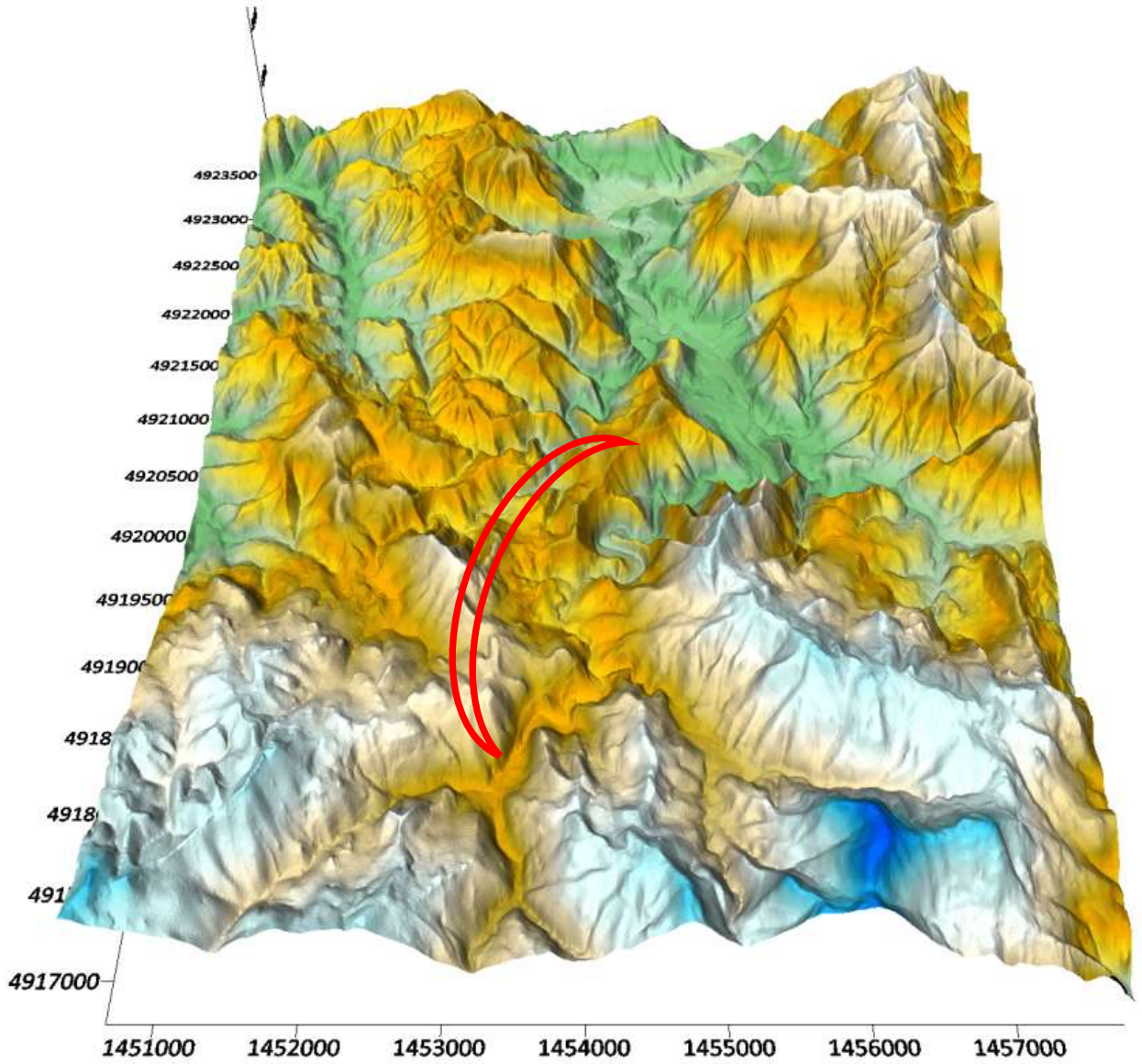


Figura 6.1: Modello 3D da DTM 5 m – presenza di esagerazione verticale.

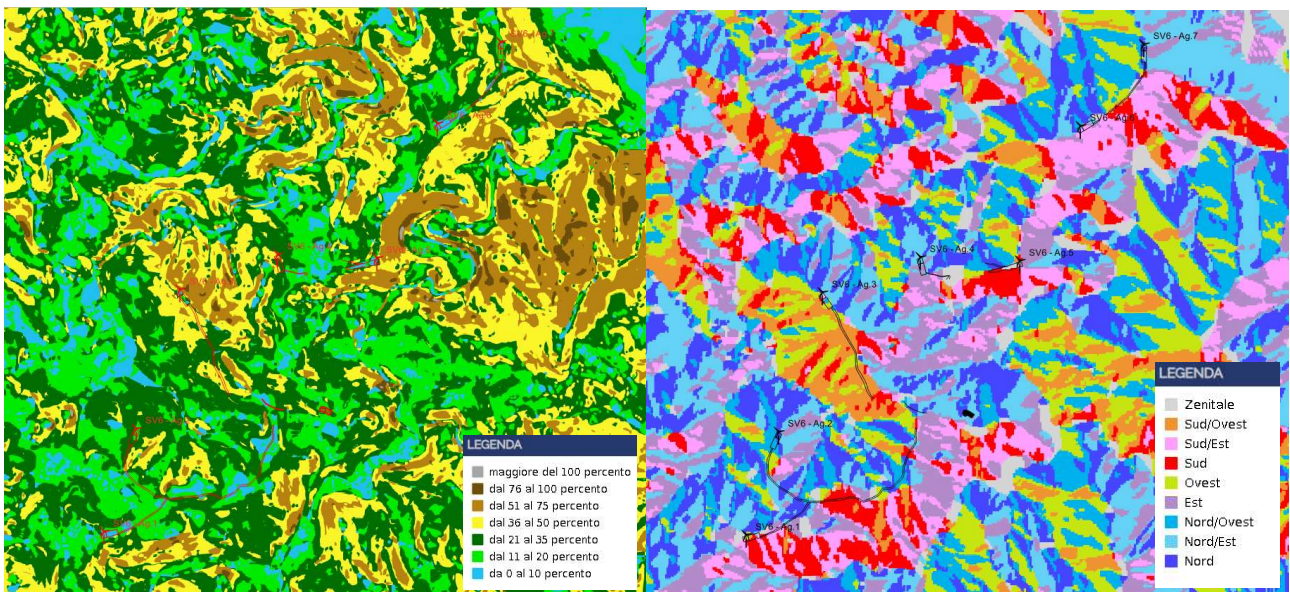


Figura 6.2: Carta dell'acclività 7 classi e Carta dell'esposizione dei versanti 9 classi – Regione Liguria.



Gli studi geologici sono stati redatti mediante controlli diretti sul terreno e usando come base le Carte Geologiche d'Italia F.o 70 Ceva e 82 Genova 1:100.000 e F.o CGR Spigno Monferrato 1:25.000, riportando con sufficiente approssimazione, la distribuzione areale delle successioni litologiche affioranti nell'areale di intervento che sono risultate ascrivibili sia al complesso sedimentario afferente al Bacino Terziario Piemontese (BTP) sia alle litologie appartenenti al Gruppo di Voltri nonché all'Unità di Montenotte.

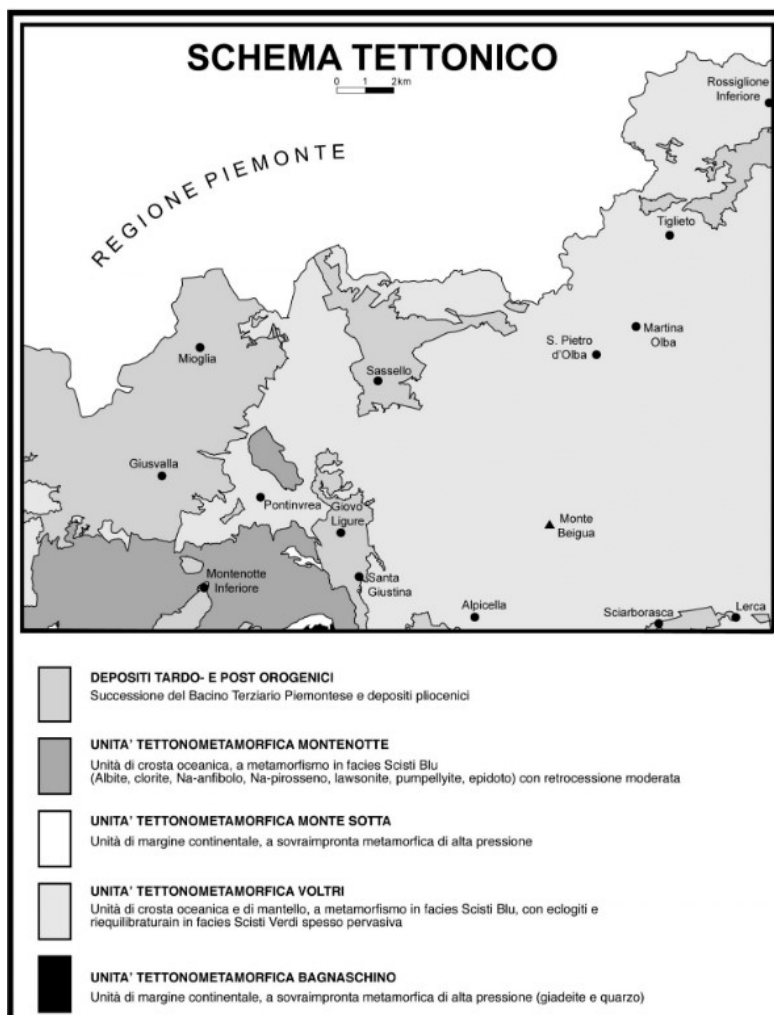


Fig. 6.3 - Schema tettonico dell'area in esame tratta da Note alla carta Geologica Foglio 212 Spigno Monferrato

In particolare, le unità tettoniche presenti in zona sono state esumate e accavallate le une sulle altre e sull'avampaese europeo; questo complesso edificio orogenico è ricoperto in discordanza dai depositi del Bacino Terziario Piemontese, una successione sedimentaria tardo eocenica-oligocenica.

L'Unità tettonometamorfica del Gruppo di Voltri occupa gran parte della porzione centro-orientale del Foglio 212, di cui costituisce l'unità più estesa: nella sua parte sud-occidentale confina con l'Unità Montenotte, mentre a nord è ricoperta dalle formazioni del Bacino Terziario Piemontese. Comprende un basamento gabbro-peridotitico con coperture vulcano-sedimentarie e peridotiti con caratteri di mantello sottocontinentale. Queste rocce risultano coinvolte nell'evoluzione polifasica alpina, che va dalla riequilibrio eclogitica in ambiente subduittivo, fino alla successiva fase di esumazione.

Le ultramafiti di mantello sottocontinentale mostrano eventi di serpentizzazione precedenti all'evoluzione tettonometamorfica alpina e suggeriscono pertanto una precoce esposizione di queste rocce sul fondo oceanico. Peridotiti sottocontinentali e crosta oceanica sono associate in una unità strutturale dalla analoga evoluzione tettono - metamorfica.

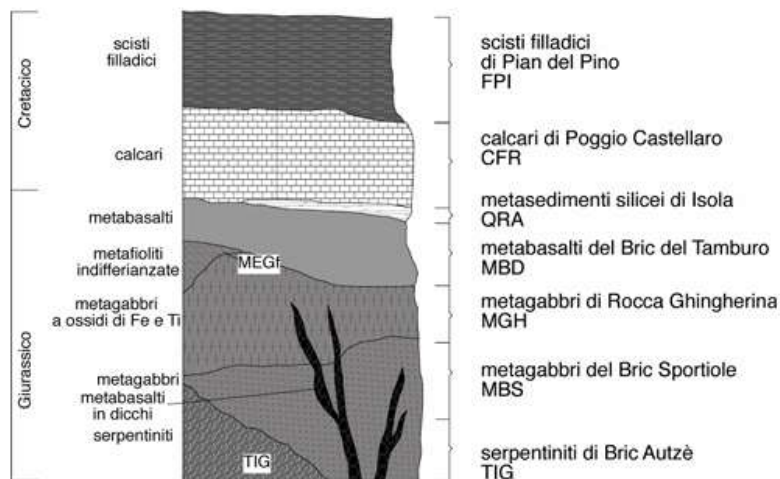
L'Unità Voltri è prevalentemente caratterizzata da condizioni metamorfiche in facies Scisti Blu con eclogiti e da retrocessione in facies Scisti Verdi.

La seguente formazione è presente entro l'area di intervento:

- **Serpentinoscisti antigoritici del Bric del Dente (SNV)** di età presunta è compresa tra il Giurassico medio e superiore, rappresentano il litotipo volumetricamente più abbondante dell'Unità Voltri e affiorano sia in masse estese e potenti sia in lenti più sottili associate a metabasiti e calcescisti e ad esse sono associate numerose lenti di metagabbri eclogitici. I litotipi scistosi sono prevalenti, ma localmente sono presenti corpi più massivi, in cui le tessiture delle originarie peridotiti (prevalentemente Iherozliti) e strutture di serpentizzazione a maglie sono parzialmente conservate. In carta, i corpi con relitti di tessiture Iherzolitiche ben conservate sono segnalati da un sovrassegno (**SNVt**). L'associazione mineralogica comprende antigorite, magnetite, olivina di neoformazione, clorite, Ti-clinohumite, diopside e carbonato ankeritico. Ti-clinohumite associata a diopside, ossidi e talvolta clorite compaiono anche come prodotti di sostituzione di filoncelli basici. Il crisotilo in fibre è diffuso come riempimento di vene e come fase di crescita tardiva lungo zone di taglio. Al contatto con metasedimenti e metabasiti è frequente la formazione di cloritoscisti, scisti actinolitici, scisti a clorite + actinolite ± talco, in livelli da centimetrici a metrici, a tessitura milonitica, saponosi al tatto (**SAC**); quando il contatto avviene con i metasedimenti questi scisti sono ricchi anche di calcite, con lo sviluppo di vene a calcite rimobilizzata, che documenta la circolazione di fluidi carbonatici associata ad eventi deformativi fragili.

L'Unità tettonometamorfica di Montenotte affiora in una fascia allungata in direzione E-W, nella parte sud-occidentale del foglio 212. Risulta generalmente sovrapposta all'Unità Voltri ed è associata all'Unità di Monte Sotta. L'Unità Montenotte è costituita da un basamento gabbro-peridotitico con relativa copertura metasedimentaria, riequilibrata in condizioni metamorfiche di AP-BT, legate ai processi di subduzione. In alcuni casi è possibile osservare la transizione tra metabasalti, metasedimenti silicei, calcari e scisti filladici, che testimonia la locale conservazione della successione originaria tra basalti, chert, calcari e argilloscisti. Dal basso verso l'alto della successione è possibile distinguere: - serpentiniti di Bric Autzè; - metagabbri del Bric Sportiole; - metagabbri di Rocca Ghingherina; - metabasalti del Bric del Tamburo; - metasedimenti silicei di Isola; - calcari di Poggio Castellaro; - scisti filladici di Pian del Pino secondo i rapporti stratigrafici di seguito rappresentati.





**Fig. 6.4 - Schema stratigrafico tratto da Note alla carta Geologica Foglio 212 Spigno Monferrato**

Le seguenti formazioni sono presenti entro l'area di intervento:

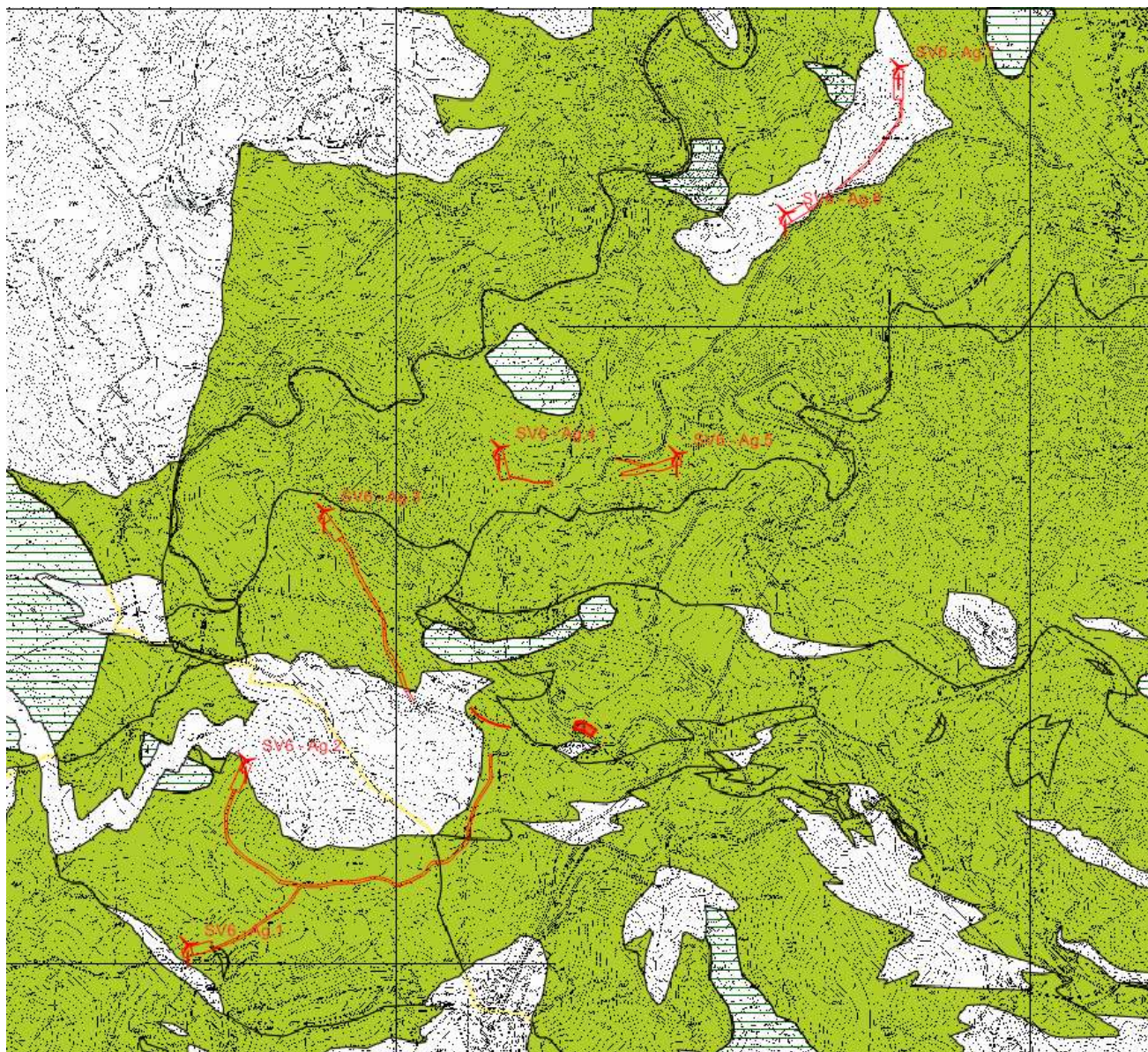
- **Serpentiniti del Monte Autzè (TIG)** consistono in serpentiniti a crisotilo  $\pm$  lizardite  $\pm$  antigorite, frequentemente a relitti mineralogici e tessiture di lherzolite, spesso cataclastiche. Il crisotilo è presente anche in vene. Affiorano in grossi corpi allungati in direzione est - ovest, al limite settentrionale dell'unità e in lenti sottili interdigitate con i metagabbri. L'età presunta è compresa tra il Giurassico medio e superiore.
- **Metagabbri del Bric Sportiole (MBS)** affiorano in corpi estesi, grossolanamente allungati in direzione est - ovest e in corpi e lenti meno estese associati alle serpentiniti e ai metagabbri di Rocca Ghingherina. Sono prevalenti metagabbri chiari a grana da media e medio-grande, e tessiture primarie da isotrope a milonitiche, generalmente ben conservate, localmente attraversati da dicchi basaltici. Sono riconoscibili varie generazioni di paragenesi metamorfiche, che vanno da Scisti Blu (Na-anfibolo, albite, epidoto, talco) a Scisti Verdi (actinolite, albite, clorite, epidoto). L'età presunta è compresa tra il Giurassico medio e superiore.
- **Metagabbri di Rocca Ghingherina (MGH)** affiorano in corpi estesi, grossolanamente allungati in direzione est - ovest, e sono costituiti da metagabbri ad ossidi di Fe e Ti, meta-quarzodioriti e plagiograniti in giacitura filoniana. La grana è variabile da centimetrica a millimetrica e le tessiture variano da isotrope, a occhiate, a listate. Queste ultime tessiture (talora a relitti di diopside e orneblenda bruna) sono localmente ben sviluppate e attraversate da filoni basaltici associati a vene ad orneblenda bruna, ciò che indica una genesi probabilmente legata a deformazioni e metamorfismo di fondo oceanico. L'età presunta è il Giurassico sup.

Le summenzionate rocce affioranti appartenenti all'Unità di Voltri e di Montenotte possono contenere amianto naturale talvolta in concentrazioni superiori ai limiti di legge (1000 mg/kg ; D.L.152 del 03/04/2006).




La presenza, la distribuzione e la concentrazione di minerali classificabili come amianto (crisotilo e in misura nettamente subordinata tremolite) in questi litotipi non è ubiquitaria e risulta estremamente variabile, essendo principalmente controllata dalle strutture legate alle deformazioni fragili locali e regionali. In queste rocce, infatti, il minerale del gruppo del serpentino nettamente più diffuso è



rappresentato dall'antigorite; il crisotilo è presente in concentrazioni generalmente inferiori ai limiti di legge ed è intrinsecamente connesso alla tessitura della roccia, risultando difficilmente liberabile a meno di una comminuzione meccanica fine. Al contrario, nelle zone deformate, il crisotilo tende a concentrarsi entro sistemi di fratture e microfratture sia estensionali che di taglio, fino a rappresentare il serpentino prevalente e talvolta esclusivo. In questo caso, queste superfici di debolezza meccanica possono determinare il rilascio di fibre e una loro dispersione nell'ambiente, sia durante eventuali attività di scavo sia a seguito di processi erosivi naturali.



**Pietre verdi WMS**

-  A3-Aree caratterizzate da substrato riconducibile a basalti, metabasalti, breccie basaltiche ed affini, segnalate per eventuale presenza di minerali amiantiferi
-  A2-Principali depositi e coperture detritiche, corpi di frana interne alle A1
-  A1-substrato riconducibile alle pietre verdi, segnalate per la probabile presenza di minerali amiantiferi

**Figura 6.5 Regione Liguria- Cartografia Pietre Verdi – Ubicazione totalità aerogeneratori**

La successione del Bacino Terziario Piemontese o (BTP) si sviluppa prevalentemente lungo il confine Piemonte-Liguria e subordinatamente come lembi isolati nella porzione mediana e sul versante meridionale dell'insieme di catena Alpi Liguri - Appennino Ligure-Emiliano. Il BTP può essere interpretato come un bacino da tardo- a post-orogeno, poichè coinvolto nelle fasi deformative tardo-orogeniche e successivamente alimentato dall'erosione dell'orogene stesso; è altresì un bacino



episuturale, in quanto viene a svilupparsi al di sopra della giunzione tra la catena alpina e quella appenninica, mascherandola almeno in parte ed è infine un bacino epi-mesoalpino dato che si imposta sui vari domini alpini strutturati dalla fase Mesoalpina. La storia deposizionale del BTP è strettamente controllata dalle fasi tettoniche cenozoiche dell'orogenesi alpino-appenninica, ma anche da variazioni eustatiche, che determinano una successione sedimentaria di ambiente da continentale a marino, che copre l'intervallo di tempo compreso fra l'Eocene superiore ed il Miocene superiore e che riposa in discordanza sulle Alpi Liguri e sul settore nord-occidentale dell'Appennino settentrionale.

Nell'area in esame il Bacino Terziario Piemontese è rappresentato dalla sua sezione basale pre-trasgressiva e trasgressiva e consiste di formazioni prevalentemente clastico-terrigene, alimentate dall'erosione della catena alpina conseguente al suo sollevamento, con subordinati episodi carbonatici di biocostruzione, il cui sviluppo è determinato da condizioni paleoambientali complessivamente favorevoli all'insediamento di faune a coralli costruttori e di flore ad alghe rosse calcaree

La seguente formazione è presente entro l'area di intervento:

- **Formazione di Molare (MOR, MORt, MORm)** affiora diffusamente entro l'area di intervento. La formazione di Molare è una unità litostratigrafica prevalentemente clastico-terrigena e subordinatamente carbonatica, attribuita all'Oligocene. I litotipi più frequenti sono rappresentati da conglomerati poligenici, eterometrici, a tessitura grano-sostenuta, con clasti arrotondati di dimensioni variabili da qualche millimetro a diversi metri, localmente fino alla decina di metri. La stratificazione è spesso poco distinta o assente; ove sia osservabile, la potenza degli strati varia da metrica a plurimetrica, con frequenti fenomeni di clinostratificazione. Nel complesso le caratteristiche suggeriscono un apparato deposizionale di fan-delta contigui e coalescenti, con associazioni di facies da prossimali a intermedie. Procedendo verso l'alto stratigrafico, la successione comprende livelli arenacei e marnoso-siltosi, il cui contenuto paleontologico ne permette l'attribuzione all'Oligocene. Nell'area di interesse i tipi litologici rappresentati nei clasti sono principalmente quelli dell'Unità Voltri e dell'Unità Montenotte, anche se localmente ricorrono termini alimentati dalle unità di margine continentale. Soprattutto per gli orizzonti basali, la deposizione avveniva su di un substrato dalla morfologia irregolare, con riempimenti di depressioni preesistenti; la superficie di appoggio sul substrato pre-oligocenico è quindi geometricamente irregolare e spesso non è congruente con le giaciture della stratificazione. Nell'ambito di questa formazione sono state riconosciute litofacies di ambiente continentale o transizionale (**MOR**), litorale e sublitorale molto superficiale (**MORt**) e marino sublitorale relativamente profondo (**MORm**), che verranno descritte qui di seguito dalla più bassa alla più alta stratigraficamente.
- **MOR**: la facies **MOR** è rappresentata da conglomerati da fini a grossolani, poligenici, mal classati, con matrici arenaceo-sabbiose, organizzati in corpi a geometria lenticolare di potenza ed estensione laterale molto variabile, da arenarie da fini a grossolane, poligeniche, da moderatamente a mal classate, con matrice pelitica e subordinato cemento carbonatico, in strati lenticolari di potenza ed estensione laterale molto variabile e subordinatamente da peliti (essenzialmente siltiti a cemento carbonatico) e da brecce analoghe alle brecce della Costa di

Cravara. Questa facies rappresenta condizioni pre- trasgressive con sedimentazione in ambiente di conoide e piana alluvionale, di palude e lacustre, lagunare e paralico, in un quadro climatico di tipo tropicale. Localmente (ad es. Santa Giustina) nella parte sommitale della successione si intercalano depositi di ambiente di spiaggia sommersa e sublitorale molto superficiale, costituiti da siltiti, arenarie e conglomerati, nei quali occasionalmente si incontrano livelli di biocostruzione a coralli ramosi. Il contenuto fossilifero delle facies continentali, in alcuni casi estremamente abbondante e ben conservato, in altri del tutto assente, comprende abbondanti resti di vegetali superiori carbonificati (foglie, rami e tronchi di felci, conifere e angiosperme) e malacofaune dulcicole o salmastre (*Polymesoda* sp., *Ampullinopsis* sp. e *Potamididae*) e più raramente girogoniti di *Characeae*, resti di tartarughe (*Trionyx* sp.) e piccoli coccodrilli

- **MORm**: la facies **MORm** è rappresentata da litareniti e areniti ibride da grossolane a fini, poco o mal classate, con matrice siltosa e cemento calcareo, più o meno intensamente bioturbate, organizzate in strati mal distinguibili e con laminazione pian parallela poco riconoscibile; localmente sono interessate da diffusi fenomeni di riprecipitazione del  $\text{CaCO}_3$  che portano alla formazione di blocchi fortemente cementati, che simulano una stratificazione. Seguono e localmente si intercalano nelle areniti sopra descritte, siltiti grossolane e siltiti marnose con prevalente cemento calcareo, più o meno intensamente bioturbate, in strati mal distinguibili e con frequente laminazione pian parallela, spessa, ondulata e discontinua. Il contenuto paleontologico comprende malacofaune (frequenti pettinidi ed ostriche), anellidi, rari foraminiferi planctonici e più frequenti bentonici (tra cui *Operculina* spp., *Amphistegina* sp., e rara *Nephrolepidina* sp.), Alghe calcaree rosse. L'ambiente deposizionale che si deduce dalle caratteristiche di questa litofacies è marino di piattaforma interna distale. L'età indicata dal contenuto paleontologico è l'Oligocene superiore.

Su tali litologie appaiono localmente sovrapposti depositi quaternari che comprendono gran parte dei sedimenti attuali e quelli che li hanno preceduti in tempi relativamente recenti. Essi comprendono: frane; detriti di versante, detriti di versante a grossi blocchi; detriti di falda; coltri eluvio colluviali.

Nel dettaglio nell'area di intervento sono presenti:

- **Coltri eluvio-colluviali (b2)**, qui costituite da coperture detritiche di spessore da medio ad elevato, dovute ad alterazione in situ e, in seguito, mobilizzate da processi di versante ad opera di gravità e acque correnti e superficiali, costituite da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e/o sabbiosa. Talvolta tali accumuli risultano pedogenizzati e frammisti a materiali di diversa origine (detritica o fluviale), in particolare nell'ambito della frangia pedemontana lungo i principali corsi d'acqua. Tali materiali presentano caratteristiche composizionali, geotecniche e idrogeologiche assai variabili. Sotto il profilo dell'equilibrio di versante, mostrano condizioni in molti casi al limite di stabilità: sono, quindi, soggette a lenti fenomeni di reptazione o improvvisi e repentini fenomeni di scoscendimento per azione di gravità e acque meteoriche e ruscellanti.







secondariamente, ai molteplici agenti morfogenetici (gravità, acque correnti e superficiali, processi crionivali, ecc.) che hanno condizionato e condizionano tutt'oggi l'evoluzione morfologica sia del versante tirrenico sia del versante padano e della zona di crinale.

Il settore analizzato è caratterizzato dalla prossimità dello spartiacque tirrenico-padano, con una marcata asimmetria tra i due versanti della dorsale: il versante tirrenico, ad elevata acclività, e il versante padano con la zona del crinale spartiacque, caratterizzati da morfologie poco acclivi.

La fascia assiale della dorsale spartiacque è caratterizzata da una morfologia poco acclive, il cui modellamento è riconducibile in gran parte alle variazioni climatiche che si sono succedute nel corso del Quaternario dove ripetuti cicli di gelo e disgelo, processi di scioglimento delle nevi e circolazione delle acque di fusione sono stati i principali agenti morfogenetici di questo settore, la cui genesi è pertanto riconducibile a processi crionivali tipici di un ambiente a clima freddo, all'estremo limite delle nevi perenni. Nel corso dell'ultima glaciazione, intensi processi crioclastici hanno causato la progressiva disgregazione dell'originario substrato roccioso: gli accumuli di materiale detritico prodotti sono stati in seguito mobilizzati dalla notevole quantità di acqua e masse limose derivanti dallo scioglimento delle nevi, con la messa in posto dei clasti all'interno d'impluvi o al di sopra di superfici spianate. L'azione erosiva legata all'evoluzione recente ha poi progressivamente smantellato queste forme.

Il versante padano è caratterizzato da morfologie blande e molto articolate con un reticolo molto sviluppato e fortemente controllato dalla tettonica. I principali agenti morfogenetici sono la gravità e le acque correnti e superficiali, unitamente alle caratteristiche litologiche e tettonico-strutturali. La morfologia di questi settori risulta piuttosto differenziata con versanti mediamente acclivi, caratterizzati localmente da scarpate rocciose verticali o subverticali lungo i principali corsi d'acqua laddove affiorano i litotipi più tenaci delle unità metamorfiche del Gruppo di Voltri mentre blande morfologie collinari dove affiorano le rocce sedimentarie del Bacino Terziario Piemontese.

#### **Dissesti.**

L'area interessata dal progetto non risulta direttamente interessata da fenomeni di dissesto "cartografabili", seppur non si possa escludere né la presenza di limitati scoscendimenti delle coltri né localizzati eventi di crollo, entrambe dovuti all'elevata acclività. L'esame della cartografia IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani) avvalorava tale considerazione evidenziando la totale assenza di dissesti con dimensioni tali da essere cartografabili che possano interessare direttamente gli aerogeneratori o la viabilità accessoria. Solo a valle dell'aerogeneratore Ag7 è presente una area cartografata come soggetta a frana per colamento lento quiescente.

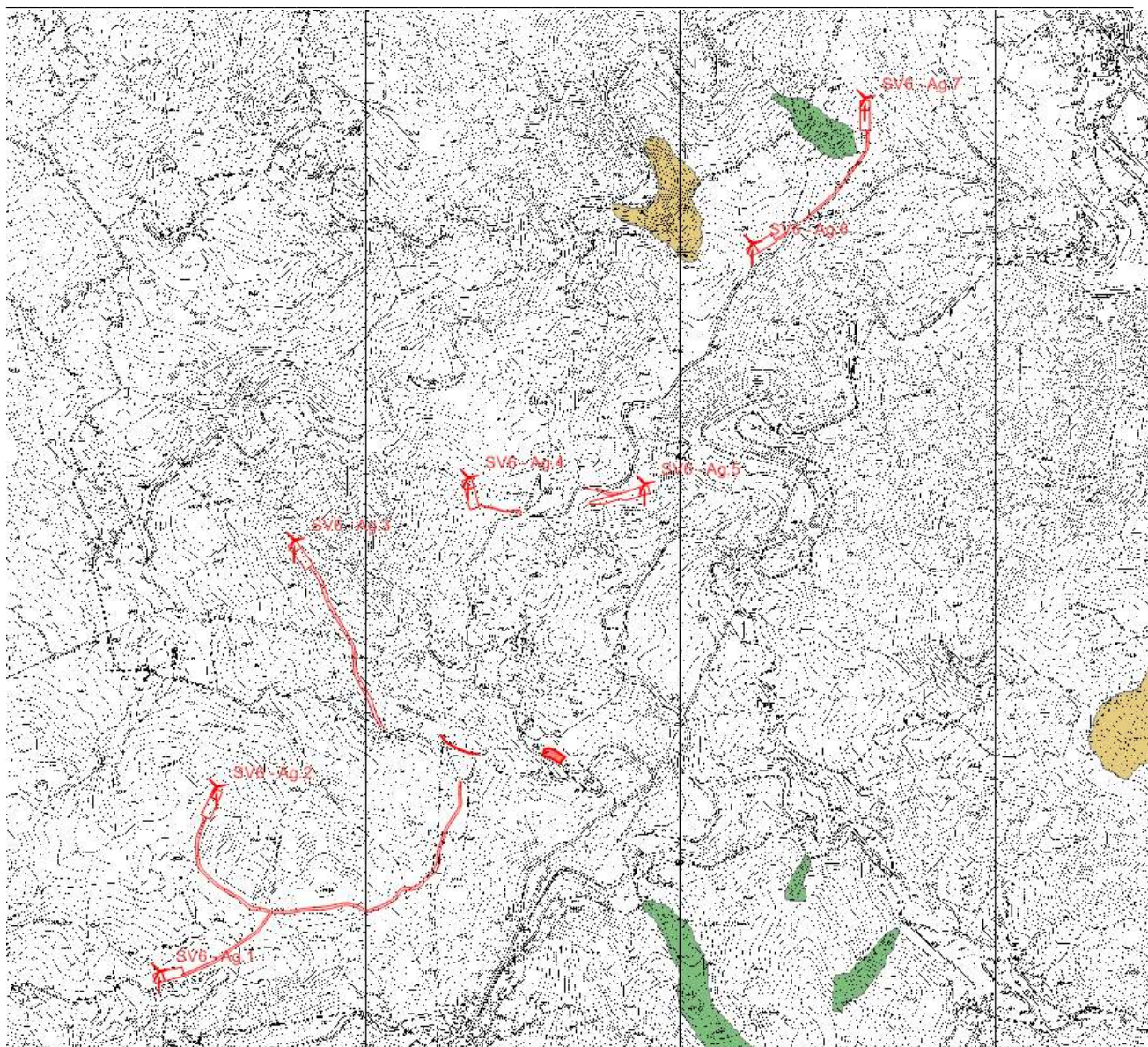


Figura 6.7: Estratto cartografia IFFI

## IDROGEOLOGIA

L'idrogeologia della zona risulta abbastanza semplificata; per quanto riguarda le acque superficiali:

- In prossimità del crinale il drenaggio delle acque è riconducibile essenzialmente alle precipitazioni ed avviene per ruscellamento superficiale diffuso e/o concentrato e, in base alle caratteristiche dei terreni e del substrato, per infiltrazione nel sottosuolo;
- le acque di pioggia che migrano a valle per ruscellamento diffuso, convergono in un reticolo idrografico di tipo immaturo con portate modeste; il reticolo idrografico vero e proprio con portate di maggiore importanza si sviluppa a quote inferiori rispetto a quelle di crinale;
- il reticolo idrografico è rappresentato da numerose piccole incisioni che si sviluppano lungo i versanti, contraddistinte da profilo di fondo generalmente ripido e percorse da deflussi a carattere non perenne/occasionale. Si tratta di corsi d'acqua caratterizzati da regimi dei deflussi tipicamente torrentizi con riattivazioni improvvise, talora accompagnate da violenta



attività erosiva, a causa delle pendenze mediamente elevate dei pendii e delle dimensioni relativamente piccole dei bacini imbriferi.

In prossimità dei siti di installazione è possibile ipotizzare l'assenza di falde acquifere sotterranee dotate di potenza, continuità ed estensione areali significative in quanto sebbene il substrato roccioso possa risultare fratturato e pertanto dotato di permeabilità secondaria e le coperture sciolte possano essere anche dotate di una elevata permeabilità primaria per porosità che consenta l'infiltrazione delle acque meteoriche in profondità, queste vengono limitate sia dalla posizione morfologica sul crinale sia dal modesto areale sotteso.

A livello di ammasso roccioso la circolazione delle acque si può pertanto ipotizzare come limitata di fatto a fenomeni di modesti stillicidi dovuti a particolari condizioni strutturali che possono comunque aumentare, risultando comunque contenuti come conseguenza di marcati e consistenti fenomeni meteorici e/o come conseguenza della potenziale fusione di possibili manti nevosi con lentissima permeazione dei fluidi all'interno delle masse rocciose.

In nessuna parte dei siti di installazione degli aerogeneratori si sono osservate zone di impregnazione e/o ristagno.

## **7. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO**

In base alle indagini svolte nonché ai rilievi esperiti direttamente in sito, per l'area d'intervento è possibile individuare il seguente modello geologico:

***“Il sito è caratterizzato, per la sua quasi totale estensione da coperture medio sottili a granulometria medio fine inglobanti frammenti detritici litoidi anche grossolani (localmente possono però essere riscontrate coltri eluvio colluviali di elevato spessore), il sottostante ammasso roccioso appartenente al Gruppo di Voltri, all'Unità di Montenotte e/o al BTP appare generalmente competente ed in medie condizioni di conservazione anche se localmente possono essere riscontrati, entrambe, fortemente tettonizzati ed alterati.*”**

## **8. MODELLO IDROGEOLOGICO DEL SITO**

In base alle ricerche svolte nonché ai rilievi esperiti direttamente in sito, per il sottosuolo dell'area d'intervento è possibile individuare il seguente modello idrogeologico preliminare:

***“Il sito è interessato dalla presenza di coperture sottili, ma localmente plurimetriche a media capacità di drenaggio, l'ammasso roccioso risulta generalmente asciutto e solo in corrispondenza di intensi fenomeni meteorici risulta interessato da permeabilità in grande per fratturazione e subordinatamente per porosità, specie nelle litologie afferenti al BTP, più o meno accentuata in base al tipo litologico presente in sito. All'epoca del rilevamento sono risultate evidenti, in diversi settori dell'area di intervento diverse zone di ristagno idrico tipicamente per contatto”.*”**

## **9. INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO**

Le opere accessorie al Parco Eolico Bric dei Mori, vista la conformazione del territorio entro il quale si inseriscono, inevitabilmente interseca il reticolo idrografico in prossimità di strade di collegamento e piazzole, come si può evincere dalla seguente figura 9.1



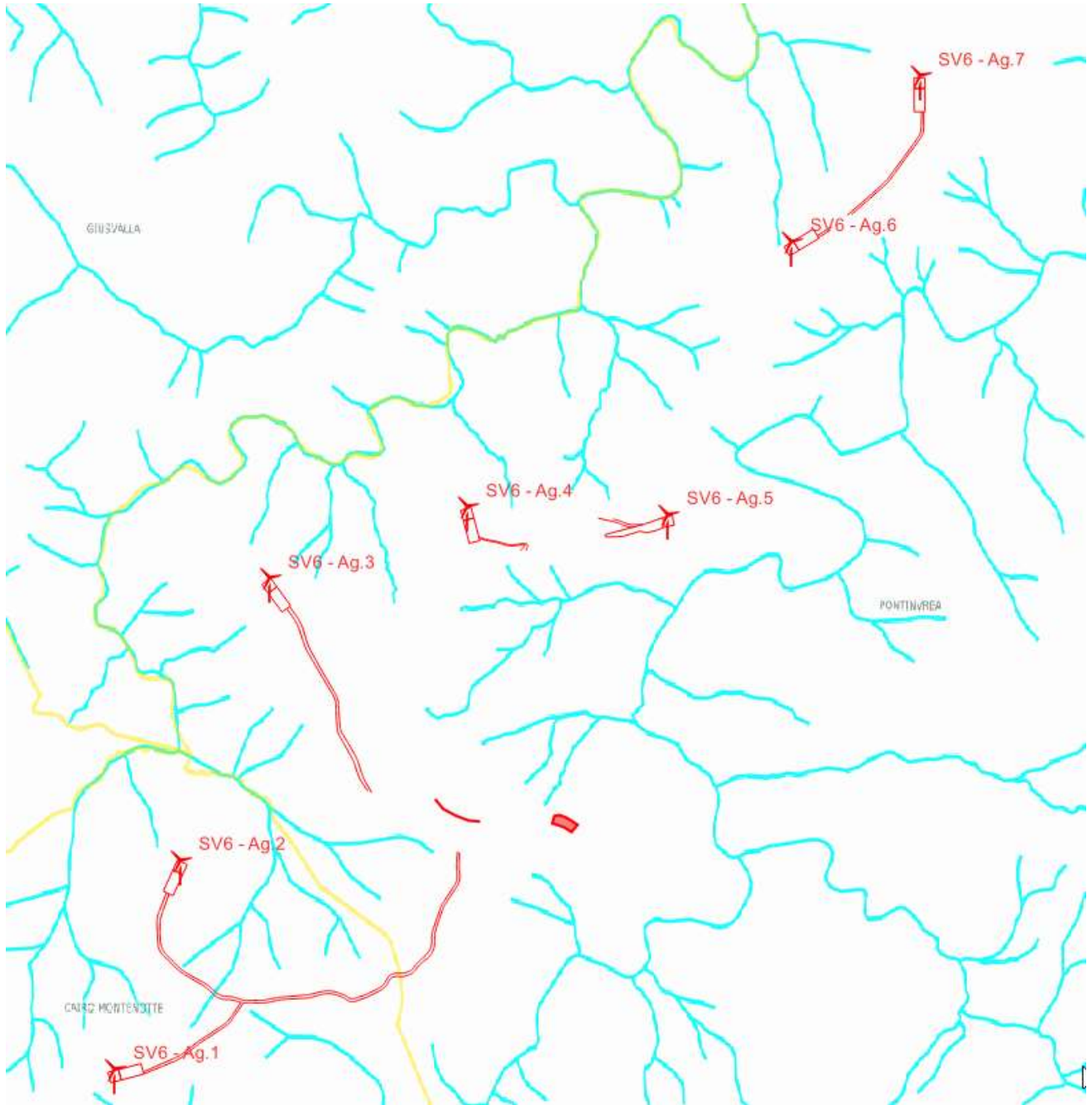


Figura 9.1: Materializzazione intervento in progetto su reticolo idrografico – fonte dato Geoportale Regione Liguria

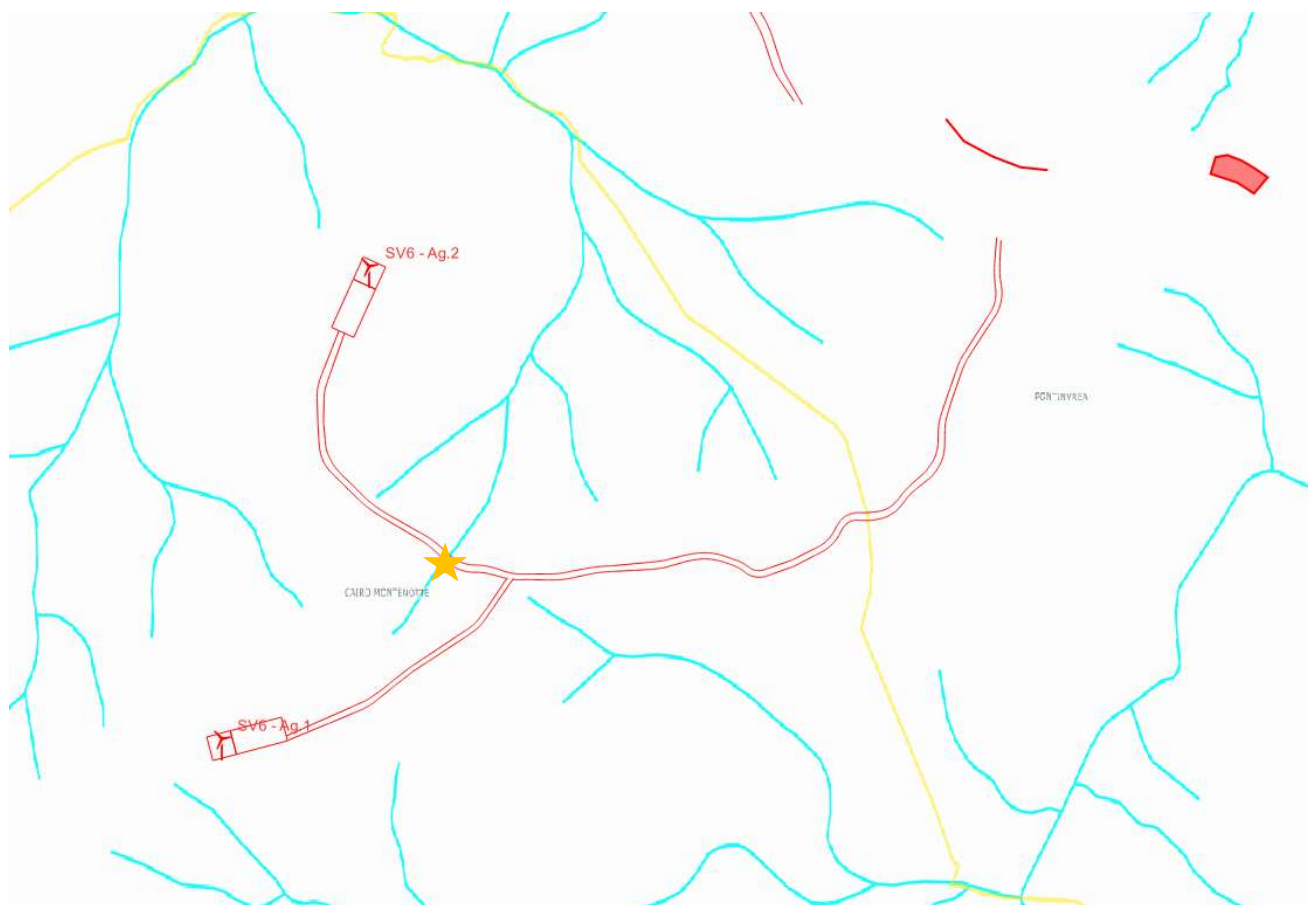


Figura 9.2: Materializzazione zona settentrionale intervento in progetto su reticolo idrografico – fonte dato Geoportale Regione Liguria. Con stella gialla sono evidenziate le interferenze tra reticolo idrografico ed opere viarie e piazzole di montaggio.

### **10. INTERFERENZA CON OPERE DI DERIVAZIONE IDRICA-POZZI, SORGENTI E OPERE DI PRESA.**

Dall'esame dei dati relativi alle derivazioni idriche reperibili presso il geoportale regionale si evince che non sussistono interferenze tra derivazioni e le opere in progetto, come si può evincere dalla seguente figura 10.1.

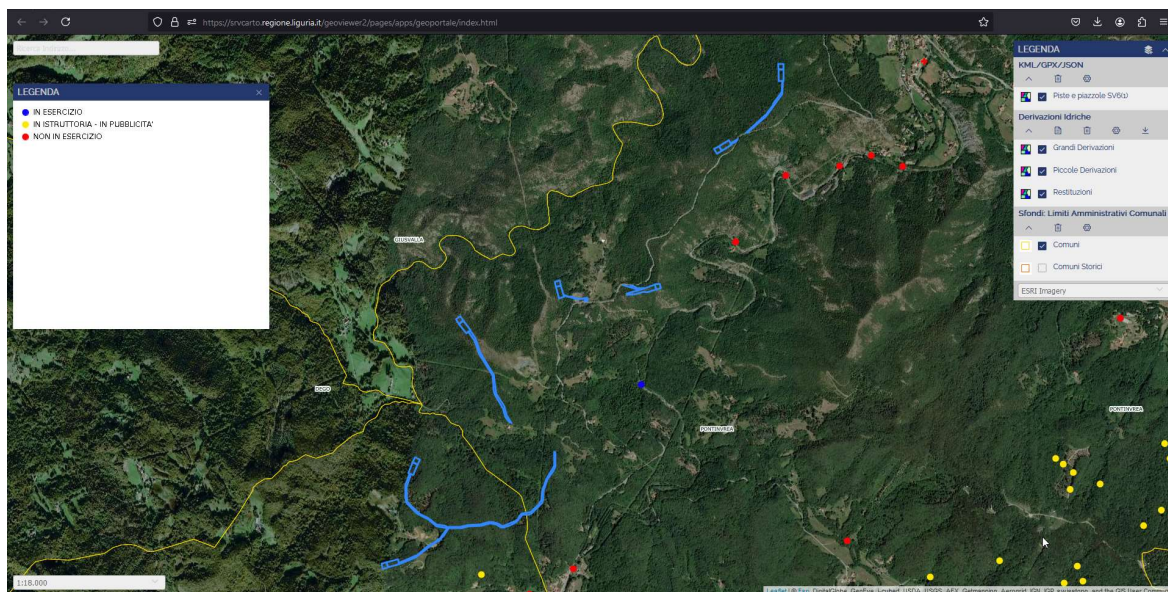


Figura 10.1: Materializzazione intervento in progetto punti di prelievo risorsa idrica (pozzi, sorgenti, opere di presa, ecc) – fonte dato GeoPortale Regione Liguria

---

**11. INTERFERENZA CON I VINCOLI IMPOSTI DALLA PIANIFICAZIONE A SCALA DI BACINO.**

Dall'esame dei dati relativi alle derivazioni idriche reperibili presso il geoportale regionale si evince che non sussistono interferenze tra derivazioni e le opere in progetto, come si può evincere dalla seguente figura 11.1 e 11.2.

- **Regione Liguria - DGR 428 del 21 maggio 2021 - carta della pericolosità idraulica e geomorfologica da frana.**
  - **Disciplina di tutela per aree a pericolosità idraulica e geomorfologica da frana sui bacini padani - Provincia di Savona e di Imperia - DGR 428/2021 - Pericolosità da alluvione fluviale:** sia il tracciato viario di nuova apertura sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a qualsiasi perimetrazione.
  - **Disciplina di tutela per aree a pericolosità idraulica e geomorfologica da frana sui bacini padani - Provincia di Savona e di Imperia - DGR 428/2021 - "Dissesti Geomorfologici":** sia il tracciato viario di nuova apertura sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a perimetrazioni di frane, solo a lato dell'aerogeneratore AG7 ed a valle della strada di accesso allo stesso è presente un dissesto cartografato come quiescente.



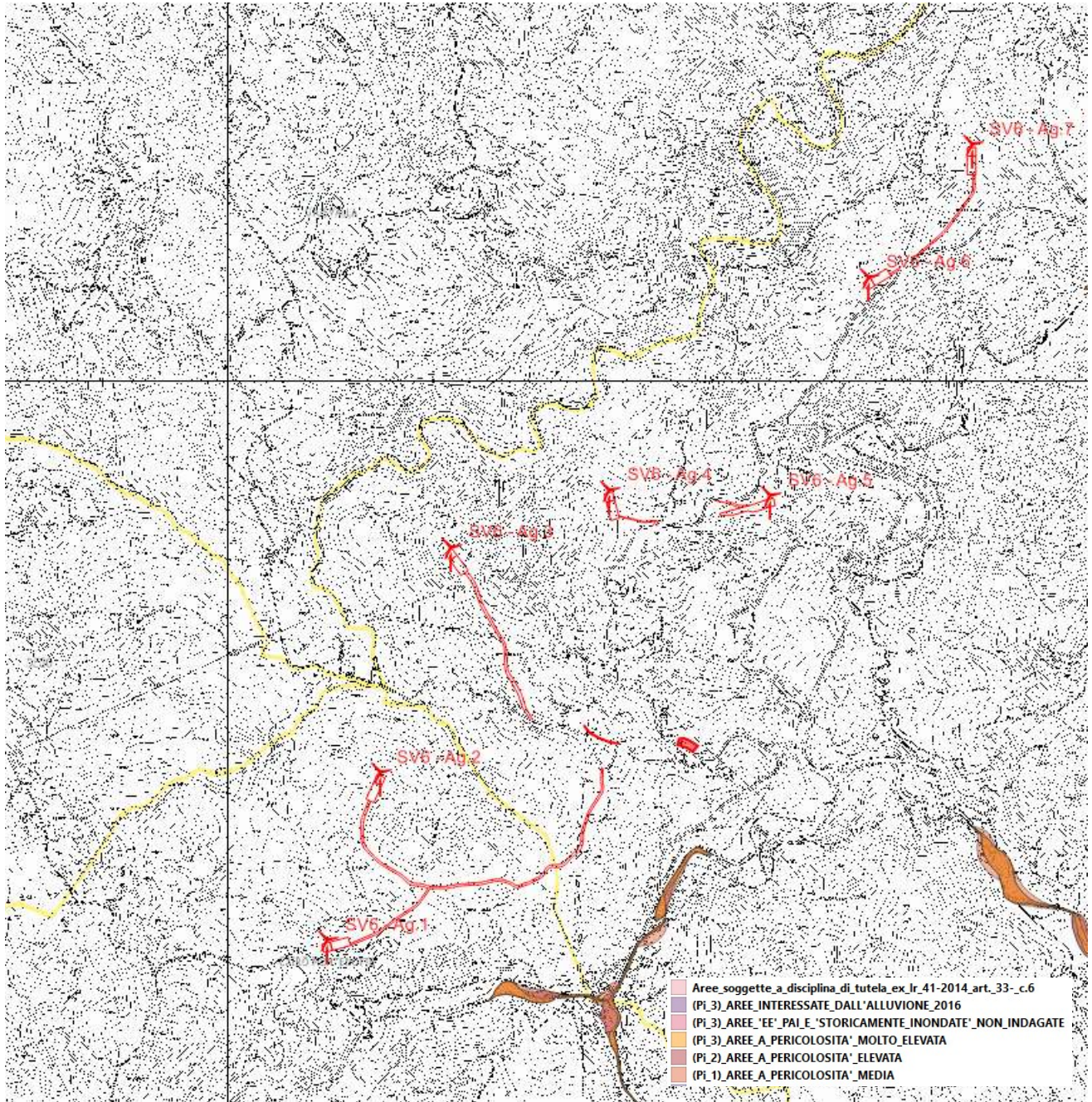


Figura 11.1: Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale - DGR 428/2021 "Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale"



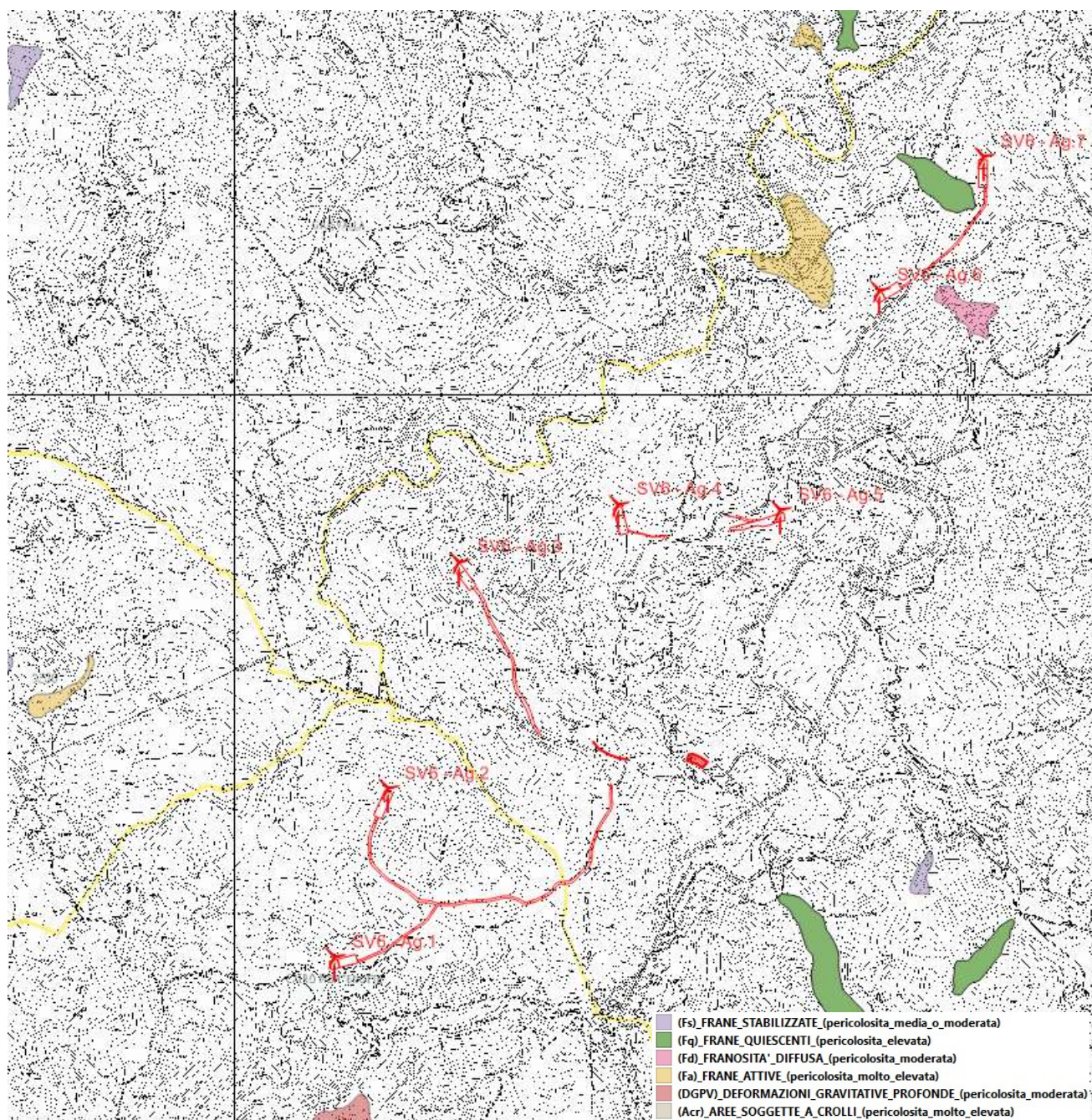


Figura 11.2: Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale - DGR 428/2021 "Dissesti Geomorfologici"

## 12. CONSIDERAZIONI FINALI.

La presente relazione riferisce sulla situazione idrogeologica riscontrata direttamente in situ e basata sugli elementi osservati durante i sopralluoghi condotti per l'espletamento dell'incarico ricevuto, relativamente al sito sul quale è prevista la costruzione del Parco Eolico Bric dei Mori, da realizzarsi per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, delle relative opere di connessione e distribuzione.

**Nessun aerogeneratore ricade direttamente in aree caratterizzate da pericolosità geomorfologica, idraulica e/o rischio.**

Dal punto di vista idrologico, è il caso di raccomandare, in fase di progettazione e realizzazione delle opere di drenaggio delle acque piovane, asservite alle strutture, di rispettare il naturale deflusso

del reticolo esistente; tale accorgimento, peraltro giustificato da una preliminare valutazione del rapporto costi-efficacia dei sistemi drenanti da realizzare, risulta a favore del mantenimento della stabilità generale dei processi morfologici in atto.

L'unica valutazione da considerare riguarda l'eventuale determinazione preliminare della portata di deflusso sostenibile dagli attuali impluvi superficiali. Tale valutazione non può prescindere dal progetto esecutivo delle opere drenanti; in fase di progettazione; si rimanda quindi al tecnico incaricato.

Per ciò che concerne l'aspetto idrologico, non si evidenziano problematiche legate a fenomeni di affioramento di falda in quanto le caratteristiche litostratigrafiche delle unità litologiche presenti conferiscono alle stesse alta permeabilità tanto che le acque si infiltrano e permeano sino a collocarsi nella falda freatica per cui non si ravvisano problematiche d'interferenza tra il programma di progetto proposto e le acque di scorrimento sotterranee.

Per quanto attiene agli aspetti idrogeologici, è possibile ipotizzare diverse, ma ridotte, falde idriche superficiali che circolano all'interfaccia coltre/ammasso roccioso e/o nelle fratture dell'ammasso roccioso, tutte di modesta potenzialità e spessore, le cui piezometriche dovranno essere verificate per mezzo di indagini dirette (sondaggi) da eseguirsi in sito.

Savona, li giugno 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)*