

# PARCO EOLICO BRIC CIAN DE VACHE'

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:

VIABILITA' DI ACCESSO AL SITO  
ED INTRA SITO



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
23016	EO	DE	GE	R	09	0003	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:

---

**INDICE**

<b>0. SOMMARIO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. OGGETTO DELL'INCARICO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.: .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INTERVENTO IN PROGETTO – STRADE DI COLLEGAMENTO INTRA ED EXTRA PARCO EOLICO ..</b>	<b>5</b>
<b>4. QUADRO CONOSCITIVO – STRADE DI COLLEGAMENTO .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 ASSETTO MORFOLOGICO .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2 GEOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
<b>4.3 GEOMORFOLOGIA .....</b>	<b>16</b>
<b>4.4 IDROGEOLOGIA .....</b>	<b>16</b>
<b>4.5 DISSESTI .....</b>	<b>17</b>
<b>4.6 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO .....</b>	<b>19</b>
<b>5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>20</b>
<b>6. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI .....</b>	<b>21</b>

## 0. SOMMARIO

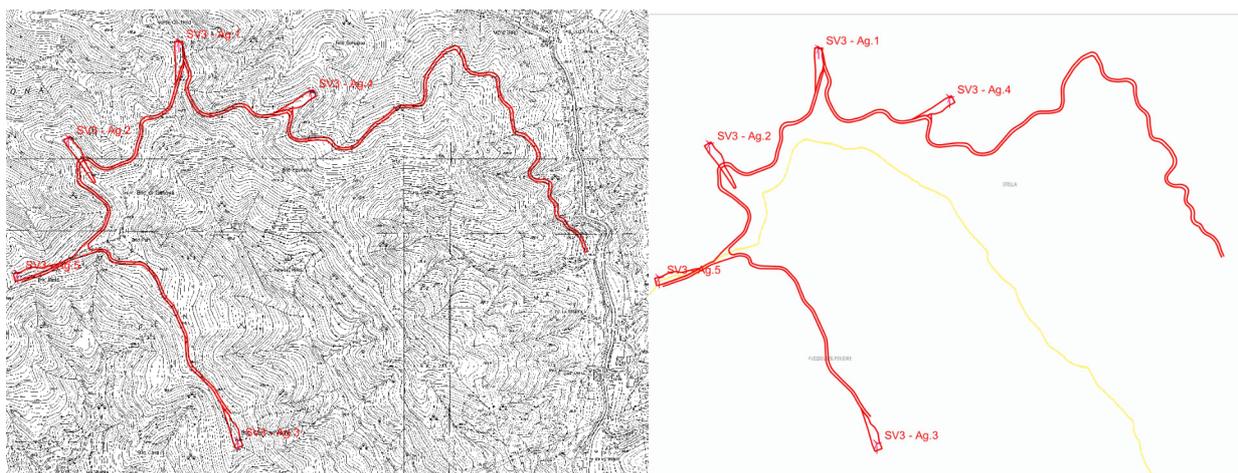
Gli Scriventi, Dott.ssa Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato 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 Duferco Sviluppo S.p.A.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico composto da 5 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2 MW, per una potenza globale di 31 MW, da collocare sotto i crinali montani che dal Bric Cian de Vache raggiungono Bric Schiapao passando per Monte Casella, Bric Pein, Bric di Genova e Monte Ciri Nord nel territorio Comunale di Albisola Superiore e Stella (SV).

## 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 Cian de Vache 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, PdB, 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 elaborato è stato specificatamente redatto per la viabilità di accesso al sito ed intrasito che attraversa i comuni di Albisola Superiore e Stella (SV).



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

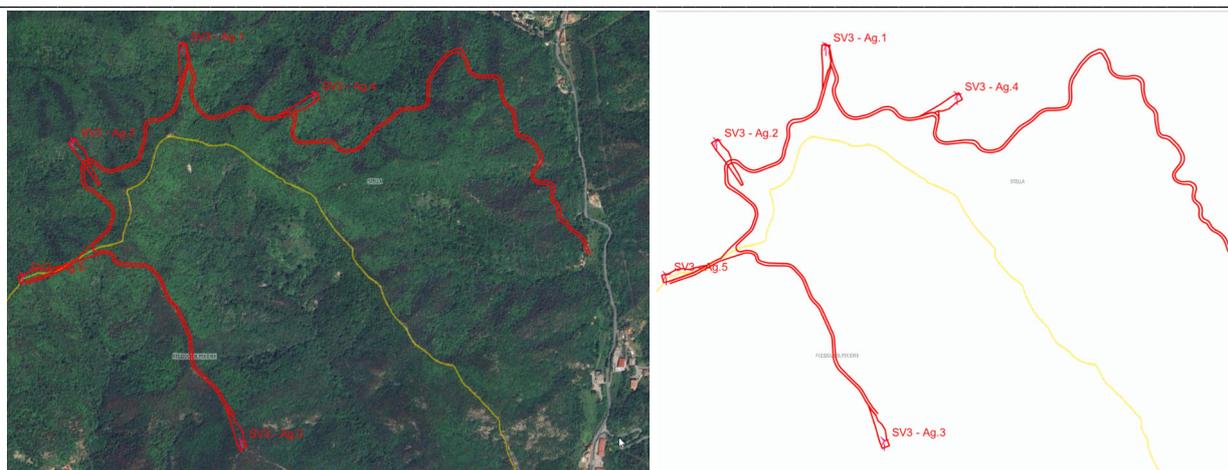


Figura 1.2: Inquadramento dell'area di intervento su base satellite Google Maps (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico, strada di accesso al sito), e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.

## 2. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.:

La presente indagine geologica è stata redatta in conformità al dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019: di seguito, in particolare, si pone in evidenza quanto indicato dalla normativa in merito alle finalità e ai contenuti della relazione geologica.

D.M. 17/01/2018	Circolare C.S. LL.PP n° 7/2019
<p><b>Paragrafo 3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE</b> <b>Categorie di sottosuolo</b> Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un 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 <math>V_S</math> per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.</p>	<p><b>Paragrafo C3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE</b> Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati oppure eseguendo specifiche analisi. I metodi semplificati possono essere adoperati solo se l'azione sismica in superficie è descritta dall'accelerazione massima o dallo spettro elastico di risposta; non possono cioè essere adoperati se l'azione sismica in superficie è descritta mediante storie temporali del moto del terreno. 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 ... (omissis)</b></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></p>	<p><b>Paragrafo C6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO</b></p>

<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p> <p><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></p> <p>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>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.</p> <p>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.</p> <p>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 essere finalizzati alla definizione della compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare.</p>
---	--

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 – STRADE DI COLLEGAMENTO INTRA ED EXTRA PARCO EOLICO**

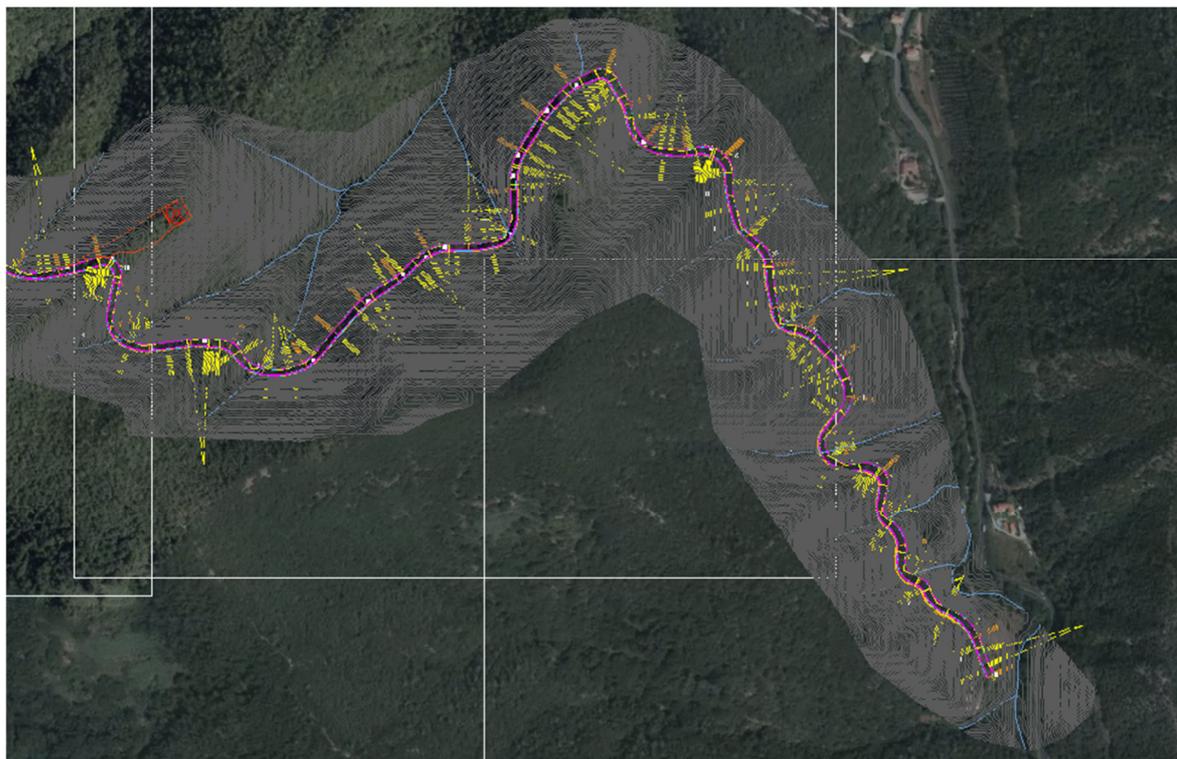
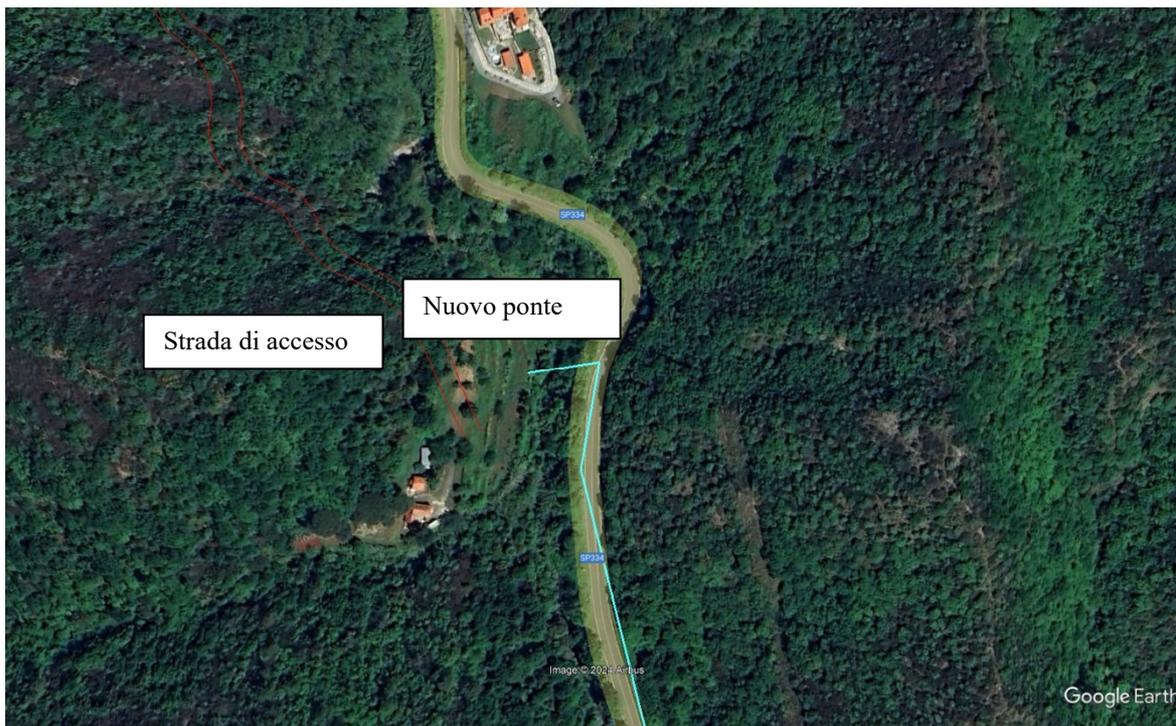
Nella definizione del layout di progetto si è tenuto conto sia della viabilità esistente (sentieri) sia della necessità di realizzare nuovi tratti stradali laddove non siano presenti tracciati di alcun genere o dove non siano idonei quelli presenti.

Il trasporto delle pale e dei conci, ma anche dei mezzi necessari per il loro montaggio e la realizzazione delle opere, avviene mediante utilizzo di mezzi di trasporto eccezionale le cui dimensioni possono superare i trenta metri di lunghezza. Per tale motivo le strade da percorrere devono rispettare delle specifiche caratteristiche dimensionali e costruttive (per esempio la pendenza o la stratificazione del pacchetto stradale) solitamente indicati dai trasportatori. Nel complesso si possono classificare due tipologie di viabilità: la strada di collegamento interna e la strada di accesso all'impianto eolico.

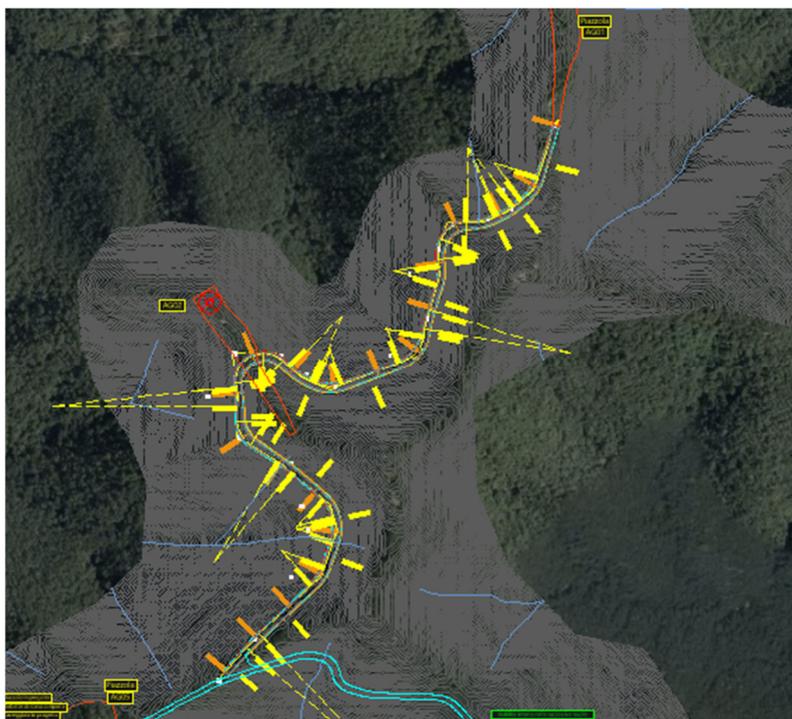
#### **STRADA DI ACCESSO**

Come da relazione di progetto 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.

Il progetto prevede la realizzazione di una strada di accesso al parco eolico che dalla Strada Provinciale 334, dopo la località Vetriera, sale a ovest fino a raggiungere il versante interessato dal parco eolico, per una lunghezza complessiva di circa 2,5 km. Gli interventi di realizzazione della strada si rendono necessari in quanto per la quasi totalità dell'area non risulta presente nessuna struttura viaria, e laddove siano presenti linee di collegamento, queste ultime non sono idonee: infatti, appaiono prevalentemente presenti solo sentieri pedonali o per biker che non rispondono assolutamente alle necessità di transito dei mezzi previsti. Tra gli interventi necessari per garantire l'accesso dei mezzi da cantiere pesanti è presente la realizzazione di nuovo ponte di attraversamento del torrente Riobasco.







La larghezza media della strada di collegamento sarà pari a circa 7 metri, salvo alcuni tratti stradali dove potrà arrivare anche a 10 metri per permettere di ottenere idonei raggi di curvatura. Nel complesso la strada di collegamento tra le aree di installazione e le piste necessarie al raggiungimento delle singole piazzole avrà una lunghezza complessiva di circa 2,5 km. La pendenza massima progettata per queste strade varia tra il 10% e il 18% oltre al quale i mezzi di trasporto e lavoro non riuscirebbero a transitare. Così come per le piazzole, anche la viabilità di collegamento verrà realizzata con sottofondo in misto naturale ed ulteriore strato di misto stabilizzato, mentre la formazione dei rilevati avverrà anche mediante l'impiego di materiale proveniente dagli scavi (se a seguito di analisi verrà classificato come idoneo) per la realizzazione delle sezioni in trincea.

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.

#### **4. QUADRO CONOSCITIVO – STRADE DI COLLEGAMENTO**

I diversi aerogeneratori saranno collegati tra loro da un collegamento viario intra parco eolico secondo la seguente disposizione spaziale:

<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>	459129	4914202	433.5
<b>AG02</b>	458744	4913862	439.5
<b>AG03</b>	459337	4912794	380.3
<b>AG04</b>	459594	4914027	329
<b>AG05</b>	458565	4913384	416.5

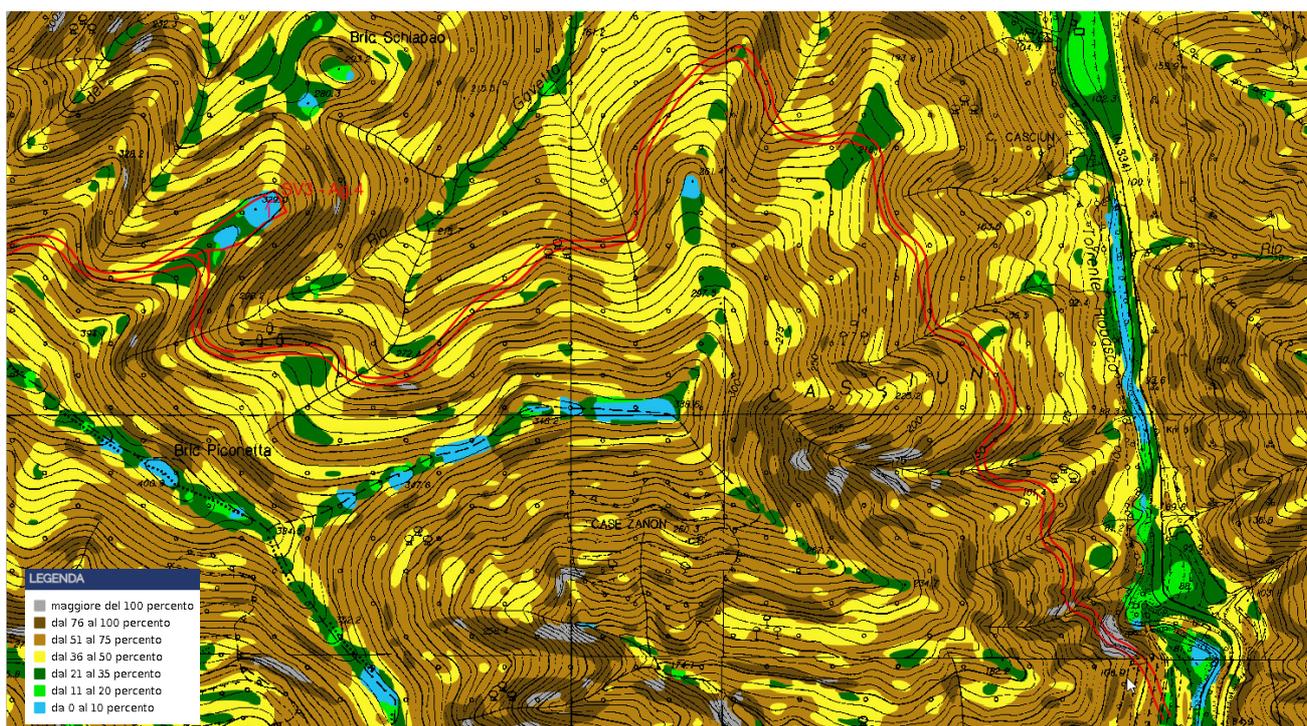
Relativamente alla geologia si è fatto riferimento a quanto contenuto nella carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000 mentre relativamente ai dissesti si è fatto riferimento alle cartografie

derivanti da PAI, IFFI, ecc. dove è evidente l'interferenza tra tracciato della connessione e fenomeni censiti.

#### **4.1 ASSETTO MORFOLOGICO**

##### **Tratto punto di accesso – AG04**

L'area sottesa dal tracciato della strada di accesso appare caratterizzata da pendenze quasi costantemente superiori al 50% con punte superiori al 100% e/o prossime alla verticalità. La sottostante figura permette di evidenziare come le aree a più elevata acclività siano spesso presenti in corrispondenza delle incisioni afferenti al reticolo idrografico, in particolare sui fianchi delle strette valli dove l'azione erosiva delle acque ruscellanti su aree tettonicamente fragili ha permesso l'intenso approfondimento degli alvei.



**Figura 4.1.1: Estratto Carta dell'acclività – Regione Liguria**

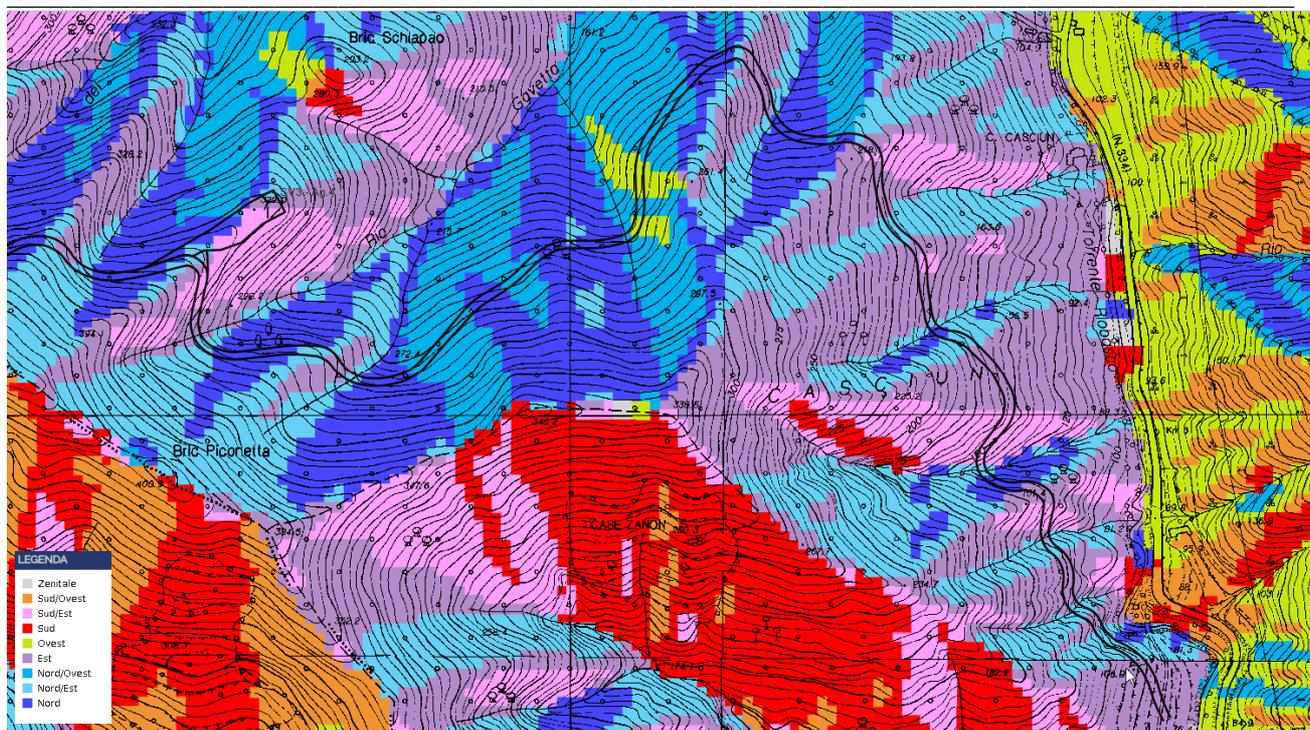


Figura 4.1.2: Estratto Carta dell'esposizione dei versanti – Regione Liguria

**Tratto AG04 – AG01 – AG02**

L'area sottesa dal tracciato della strada di accesso appare caratterizzata da pendenze quasi costantemente superiori al 50% con punte superiori al 100% e/o prossime alla verticalità. Solo in prossimità dei crinali le pendenze diminuiscono restando, comunque, sempre entro valori di acclività medio/alta, ma con zone subpianeggianti. La sottostante figura permette di evidenziare come le aree a più elevata acclività siano spesso presenti in corrispondenza delle incisioni afferenti al reticolo idrografico, in particolare sui fianchi delle strette valli dove l'azione erosiva delle acque ruscellanti su aree tettonicamente fragili ha permesso l'intenso approfondimento degli alvei.

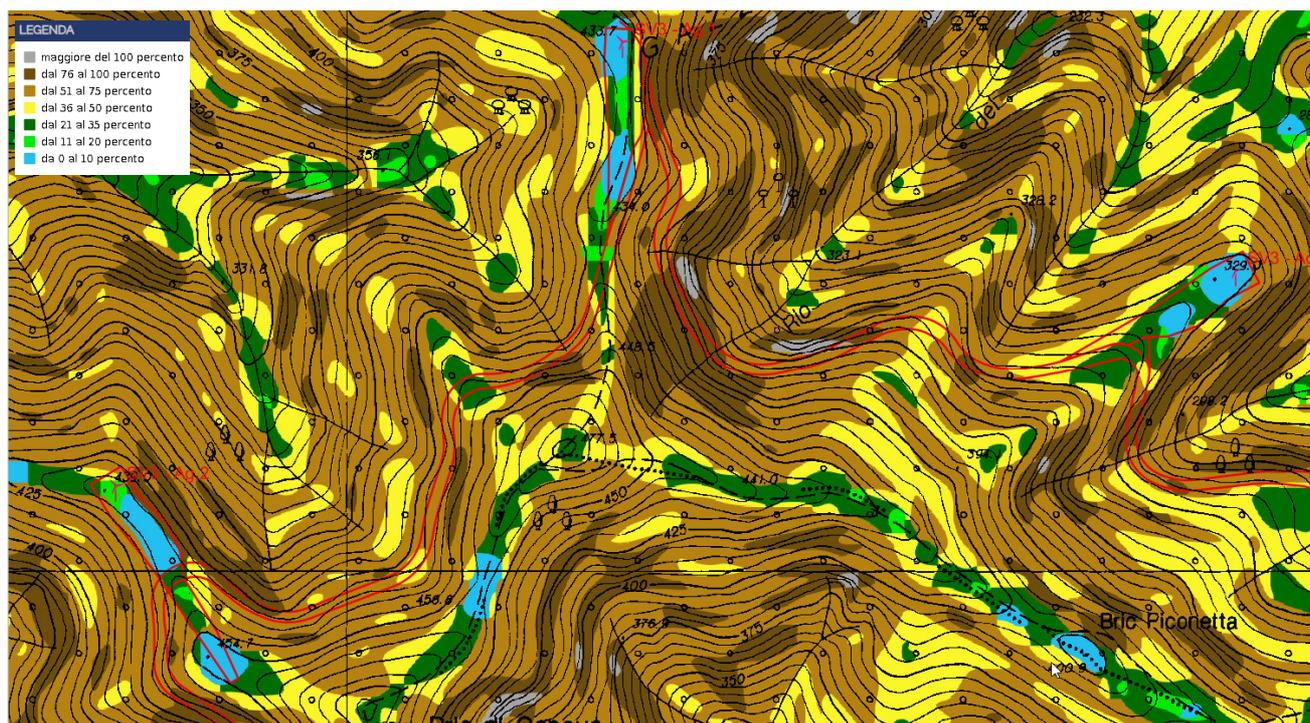


Figura 4.1.3: Estratto Carta dell'acclività – Regione Liguria

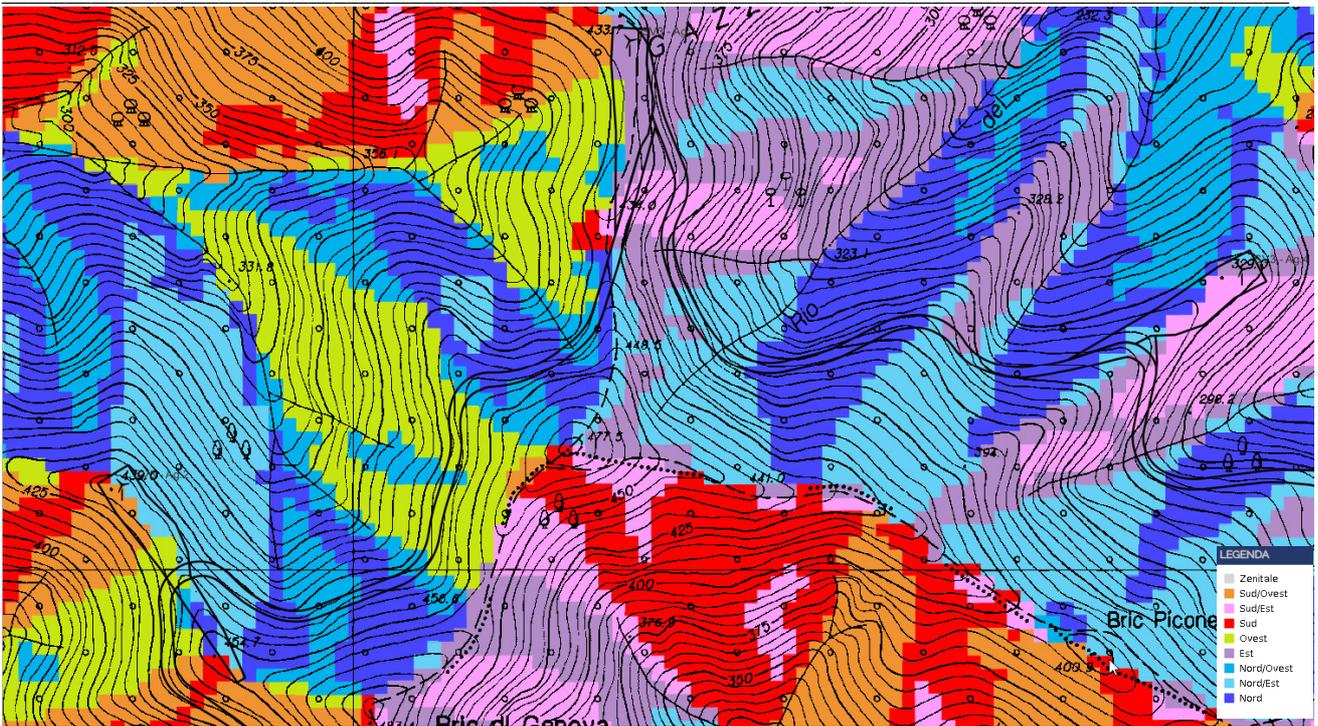


Figura 4.1.4: Estratto Carta dell'esposizione dei versanti – Regione Liguria

#### Tratto AG02 – AG05

L'area sottesa dal tracciato della strada di accesso appare caratterizzata da pendenze quasi costantemente superiori al 50% con punte superiori al 100% e/o prossime alla verticalità. Solo in prossimità dei crinali le pendenze diminuiscono seppur questi risultino sostanzialmente sottili. La sottostante figura permette di evidenziare come le aree a più elevata acclività siano spesso presenti in corrispondenza delle incisioni afferenti al reticolo idrografico, in particolare sui fianchi delle strette valli dove l'azione erosiva delle acque ruscellanti su aree tettonicamente fragili ha permesso l'intenso approfondimento degli alvei.

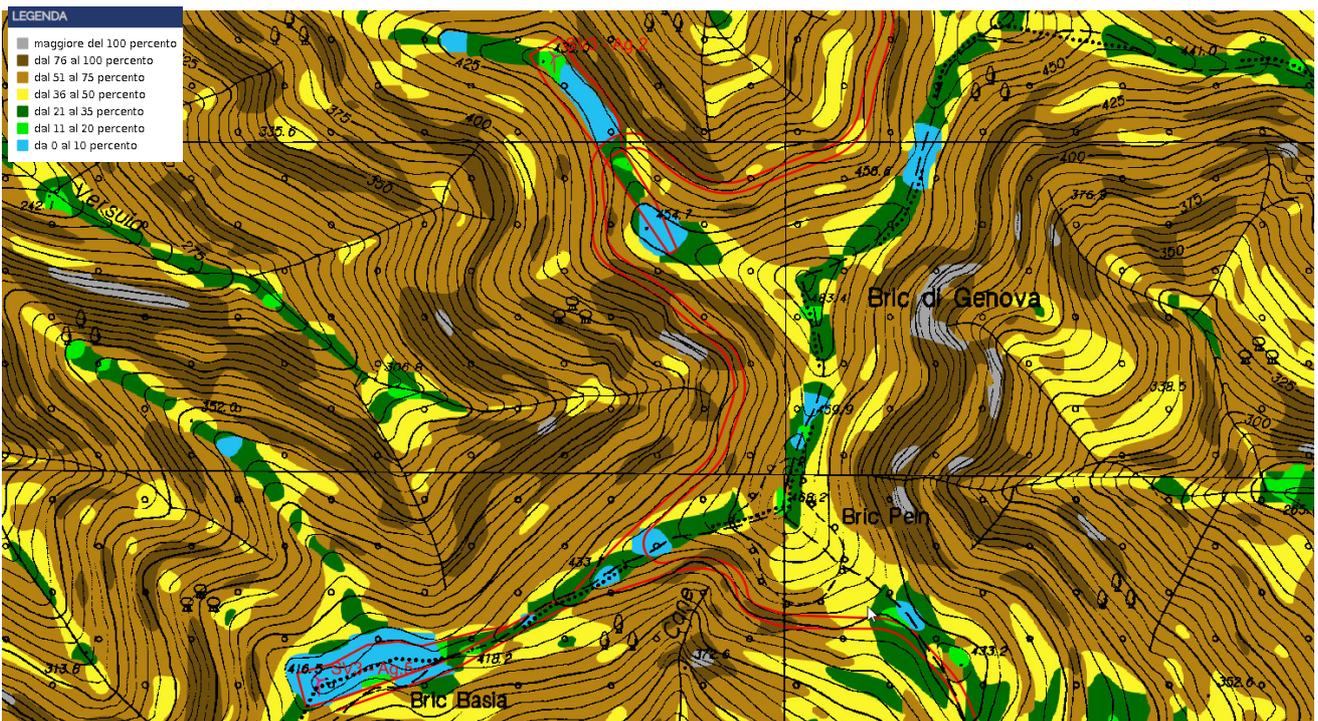


Figura 4.1.3: Estratto Carta dell'acclività – Regione Liguria

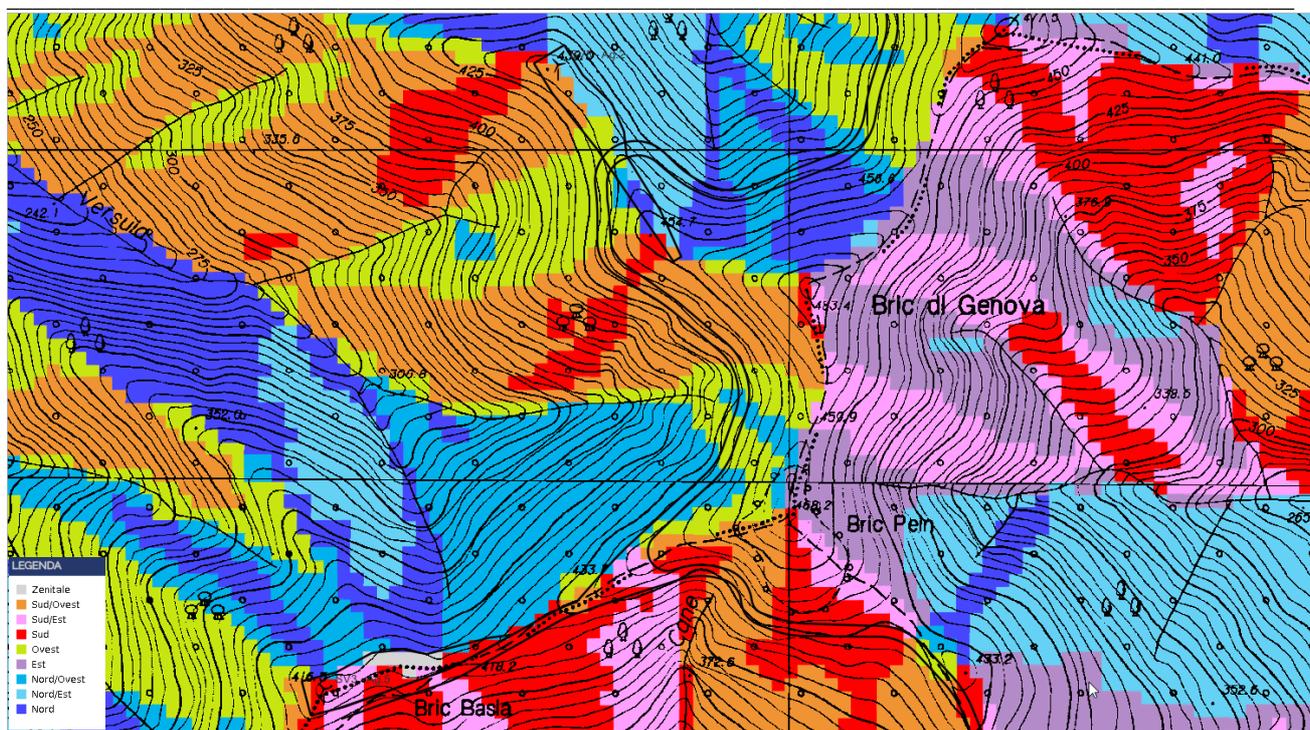


Figura 4.1.4: Estratto Carta dell'esposizione dei versanti – Regione Liguria

#### Tratto AG02 – AG05

L'area sottesa dal tracciato della strada di accesso sui versanti appare caratterizzata da pendenze quasi costantemente superiori al 50% con punte superiori al 100% e/o prossime alla verticalità. In prossimità dei crinali le pendenze, invece, diminuiscono seppur questi risultino sostanzialmente sottili. La sottostante figura permette di evidenziare come le aree a più elevata acclività siano spesso presenti in corrispondenza delle incisioni afferenti al reticolo idrografico, in particolare sui fianchi delle strette valli dove l'azione erosiva delle acque ruscellanti su aree tettonicamente fragili ha permesso l'intenso approfondimento degli alvei.

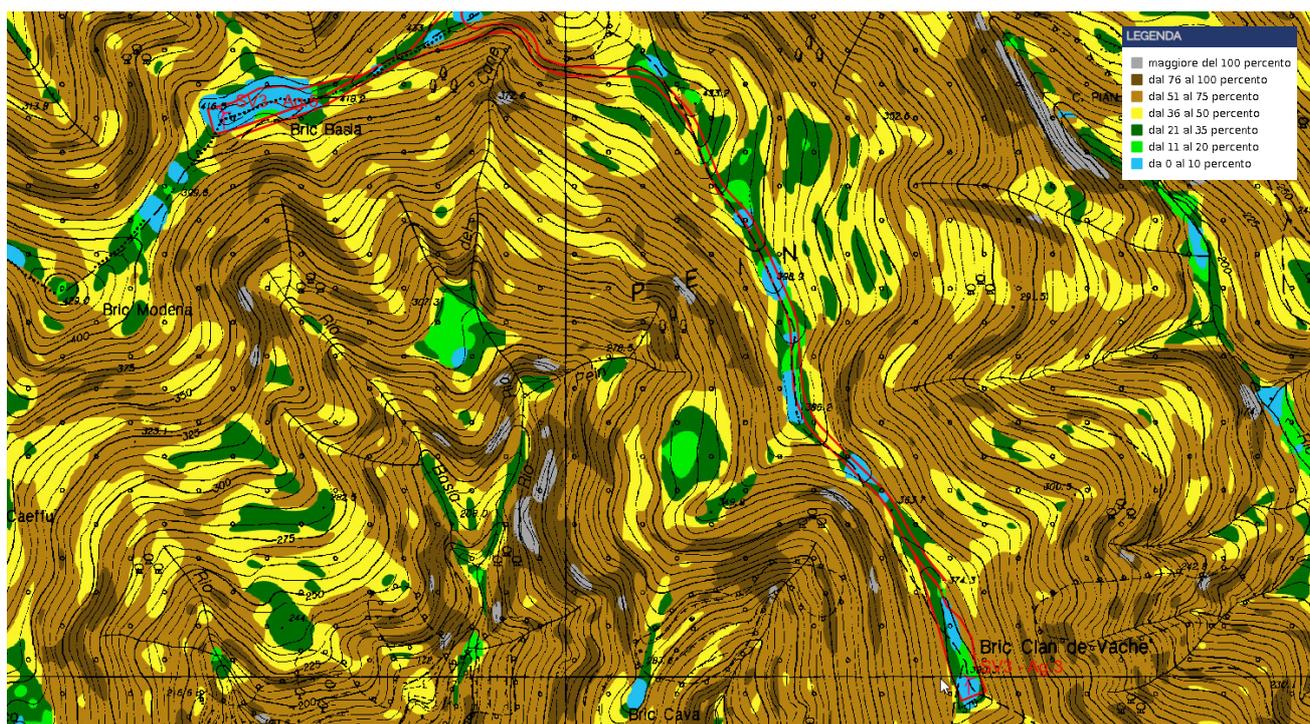


Figura 4.1.4: Estratto Carta dell'acclività – Regione Liguria

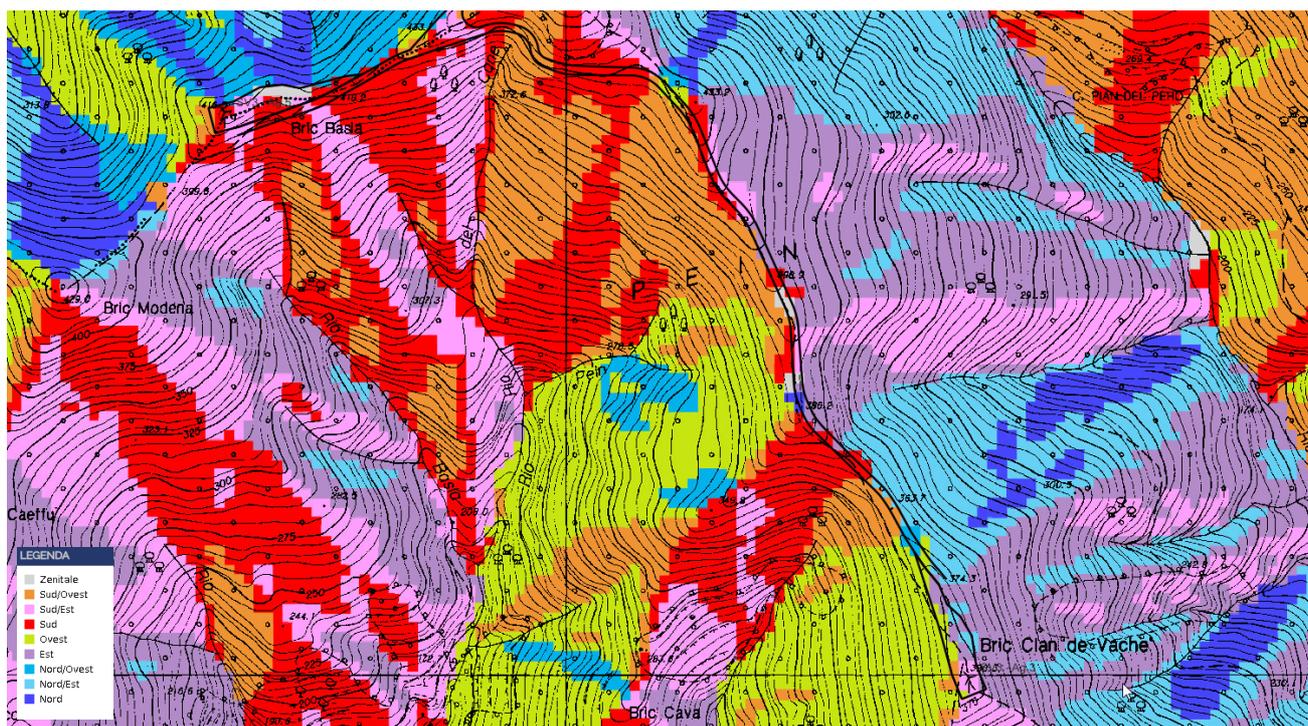


Figura 4.1.4: Estratto Carta dell'esposizione dei versanti – Regione Liguria

#### 4.2 GEOLOGIA

In sito sono presenti diverse litologie, di seguito analizzate nel dettaglio:

- **Ortogneiss Metagranitoidi II ( $\Gamma$ )**, ascrivibili al Carbonifero inferiore, metagranitoidi con sovraimpronta metamorfica prealpina in facies anfibolitica; granitoidi a grana da media a grossolana, generalmente porfitici per grandi megacristalli di K-feldspato (fino a 8-10 cm); metagranitoidi con forte sovraimpronta metamorfica a carattere milonitico ( **$\Gamma_m$** ). Sono costituiti da metagranitoidi con sovraimpronta metamorfica in facies anfibolitica prealpina. Si tratta di rocce derivanti da graniti e granodioriti fortemente metamorfosati da eventi metamorfici sia ercinici che alpini, i primi in facies di alta temperatura, i secondi di grado più basso. Le strutture originarie sono localmente conservate. Possono presentarsi in facies di ortogneiss granitoidi o di granito tipico, ambedue comunque originatesi da cristallizzazione di magmi derivati da processi di anatessi o di anatessi avanzata. Nella facies ad ortogneiss le fasi deformative sono state intense ed hanno condotto l'ammasso ad assumere un aspetto lamellare ed una scistosità più o meno evidente, con tuttavia ancora chiari i caratteri primari magmatici. I minerali costituenti sono essenzialmente quarzo, feldspati, mica bianca, clorite ed epidoto, con, localmente, una tessitura occhiadina per la presenza di grossi individui di quarzo e K-feldspato. Nella facies a granito tipico le fasi deformative sono state poco intense, per cui la struttura è generalmente granulare, con grana da media a grossolana; solo localmente sono presenti tessiture scistose. I minerali fondamentali sono il quarzo, i feldspati, la mica bianca e la biotite, spesso trasformata in clorite. Al metamorfismo ed alle deformazioni erciniche e preerciniche si sovrappongono i fenomeni dovuti all'orogenesi della catena alpina, formata da un insieme di unità tettoniche trasportate ed appilate verso l'esterno dell'arco alpino, successivamente dapprima retroflesse, poi coinvolte nelle deformazioni di età

e direzione appenninica. Queste litologie, in affioramento, in generale si presentano in facies massiva, dove si riconosce il fabric primario, rappresentato da rocce anequigranulari, con grossi feldspati euedrali, contenenti plagioclasio, mica bianca e biotite, più raramente si osservano affioramenti scistosi, con litotipi a grana fine in genere equigranulari con plagioclasio, mica bianca e biotite idiomorfa rispetto a K-feldspato e quarzo. In generale l'assetto strutturale dell'ammasso roccioso è caratterizzato dall'esistenza di diverse famiglie di giunti di discontinuità, l'intersezione delle quali provoca una suddivisione della roccia massiva in blocchi di dimensioni variabili da centimetriche a metriche in funzione della spaziatura fra le diverse famiglie di giunti. Le meso-strutture pertinenti al fabric primario sono rielaborate e trasposte dal fabric tettonico secondario che mostra strutture sia di tipo duttile, sia di tipo fragile. Mentre generalmente nell'area di intervento gli ortogneiss metagranitoidi appaiono intensamente metamorfosati e deformati con scistosità anche molto intensa, nell'area interessata dalla strada di accesso al sito dalla sua partenza fino al sito di installazione di AG04 il substrato roccioso appare fortemente tettonizzato e gli ortogneiss presenti hanno caratteristiche di miloniti assumendo pertanto le caratteristiche di rocce intensamente fratturate dove le l'intersezione delle diverse famiglie di giunti di discontinuità provocano una suddivisione della roccia massiva in blocchi di dimensioni variabili da centimetriche a metriche in funzione della spaziatura fra le diverse famiglie di giunti.

- **Anfiboliti (a), ascrivibili all' Ordoviciano-Siluriano**, metabasiti massicce polimetamorfiche in facies anfibolitiche, localmente granatifere; metabasiti polimetamorfiche a grana generalmente da fine a media, con relitti di paragenesi eclogitiche a granato. È una litologia derivante da metamorfismo di alto grado, a chimismo essenzialmente basico, costituito prevalentemente da associazioni di anfiboli e plagioclasio e localmente costituiscono inclusi basici nei graniti o negli gneiss. Si presentano in genere con aspetto massiccio, anche se fratturato, a grana molto fine, localmente interessate da bande o listature chiare per particolari arricchimenti in feldspati, o banderelle meno evidenti, di colore verde cupo, costituiti da aggregati di orneblenda. Su di esse insistono numerosi sistemi di fratturazione che, nei livelli più superficiali, la disarticolano spesso in prismi isolati di roccia, talvolta è presente una foliazione molto fitta. L'alterazione chimica è genericamente limitata e dà per lo più prodotti a prevalenza di minerali argillosi. Localmente le anfiboliti affiorano sia in plaghe isolate all'interno degli gneiss (anche fortemente scistose) sia in masse più estese con uno stato di conservazione che è mediamente buono; in vicinanza dei contatti (il passaggio anfiboliti-gneiss è graduale, con fasce di transizione da anfiboliti gneissiche a gneiss anfibolici, fasce che tendono a rappresentare anche bande di maggior debolezza del litotipo), l'ammasso roccioso si presenta intensamente fogliettato, con i piani di foliazione paralleli al contatto, generalmente verticale. Quest'ultima condizione è riscontrabile presso il sito di installazione di AG03.

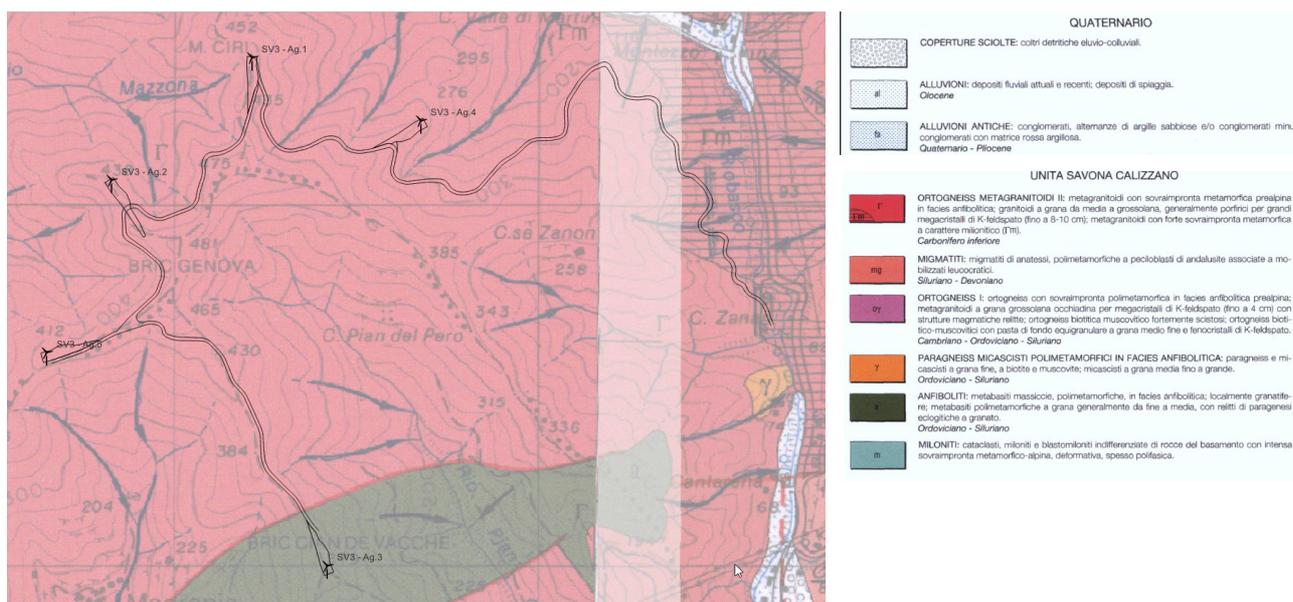
### Coperture quaternarie

La presenza di estese zone di accumulo detritico lungo i pendii è da imputare, oltreché all'acclività, al carattere litologico e strutturale delle formazioni di substrato, interessate da intensa laminazione e fratturazione che produce il crollo di blocchi di dimensioni variabili.

Le coltri eluvio-colluviali sono ampiamente diffuse in tutta l'area e derivano dall'alterazione e disfacimento dei vari litotipi. Queste litologie, quando sono particolarmente alterate, come nei pressi di lineazioni tettoniche o contatti, assumono di fatto le caratteristiche di una copertura per cui la distinzione fra roccia e coltre non è sempre agevole ed il passaggio fra l'una e l'altra risulta sfumato. In talune zone, queste coltri raggiungono anche potenze superiori ai tre metri.

Nel corso dei secoli, dove possibile, tali coperture sono state regolarizzate con terrazzamenti agricoli che per lo più appaiono ancora in discrete condizioni anche se in genere abbandonati.

Nelle aree in cui il substrato è costituito da termini granitici, da gneiss o da anfiboliti, le coltri sono di natura prevalentemente granulare, con resistenza al taglio per attrito interno o per leggera cementazione. Su tali litotipi, comunque, fatte salve le fasce pedemontane dei versanti o zone a bande cataclamate, le coltri sono in genere di spessore modesto.



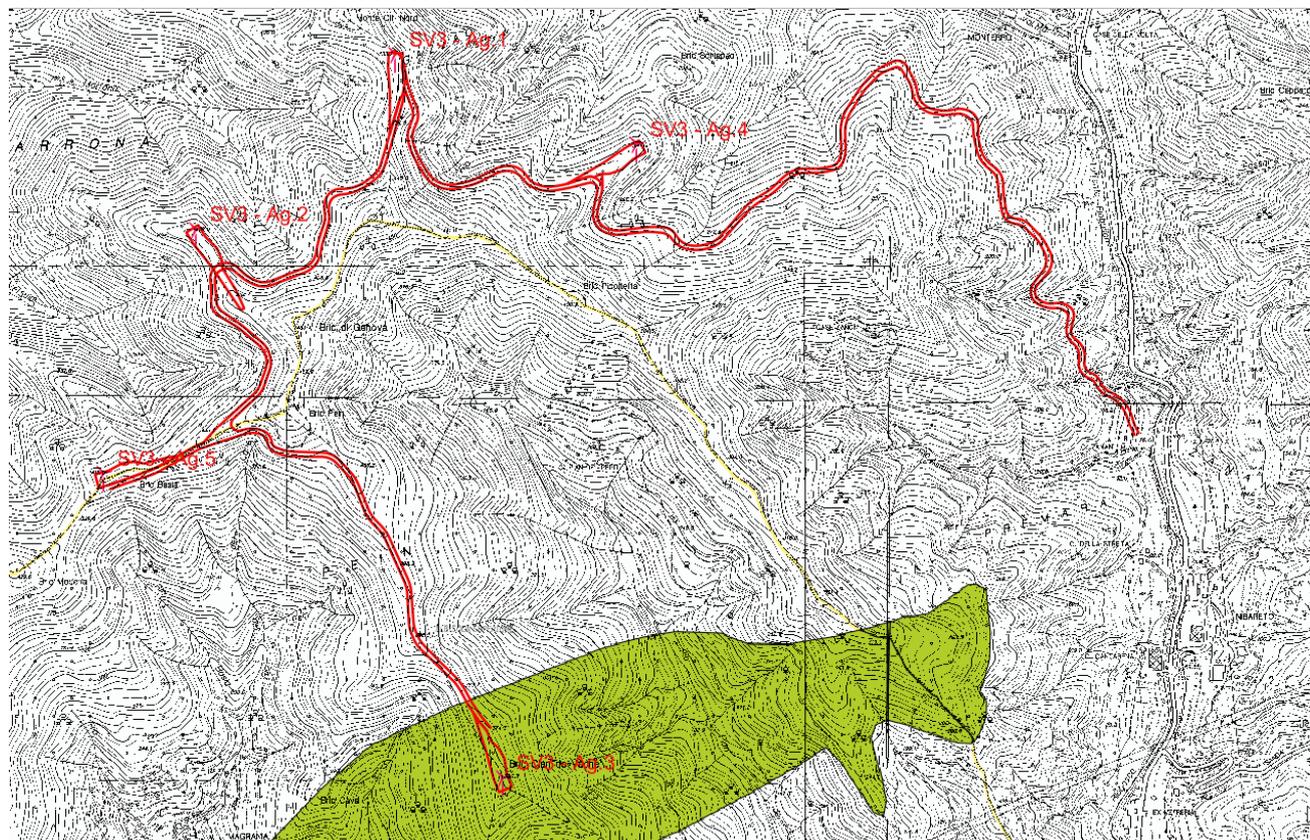
**Figura 4.2.1: Estratti CGR Savona e Varazze – Regione Liguria**

Le summenzionate rocce affioranti (anfiboliti) 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 (non tanto quanto crisotilo, tipico delle rocce serpentinitiche qui assenti, quanto della crocidolite, della amosite e di altri silicati a doppia catena tipici degli anfiboli) in questi litotipi non è ubiquitaria e risulta estremamente variabile, essendo principalmente controllata dalle strutture legate alle deformazioni fragili locali e regionali. Analogamente a quanto succede per le rocce serpentinitiche anche in quelle anfibolitiche "l'amianto naturale", nelle zone deformate, tende a concentrarsi entro sistemi di fratture e microfrazture sia estensionali che di taglio, fino a rappresentare il serpentinito 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.

Le stesse considerazioni relative alla possibile presenza di "amianto naturale" possono essere effettuate anche per i sedimenti e per le coltri di copertura direttamente derivanti da litologie anfibolitiche.



**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 4.2.2: Estratto Cartografia delle Pietre Verdi – Regione Liguria**

### **4.3 GEOMORFOLOGIA**

Il modellamento dei versanti dipende oltre che dalla tettonica, dall'assetto strutturale, dalle litologie, e, in particolare, dall'erosibilità di queste ultime e delle coltri detritiche. Sui versanti interessati dall'intervento sono, pertanto, frequentemente rilevabili, oltre ai classici e localizzati fenomeni di erosione superficiale e incanalata, forme di erosione laterale di sponda, intesa come attività erosiva che i corsi d'acqua, anche minori, esercitano sulle sponde soprattutto in corrispondenza delle anse e può dar luogo a localizzati fenomeni di frana di crollo anche in aree ad alta stabilità. Presso i siti di installazione e il tracciato della strada di accesso le pendenze sono rilevanti mentre il reticolo idrografico secondario, seppur scarsamente sviluppato interferisce spesso con la viabilità in progetto.

### **4.4 IDROGEOLOGIA**

Analogamente a quanto accade in prossimità dei crinali, anche nelle altre porzioni di versante 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 dal crinale verso valle in un reticolo idrografico di tipo immaturo inizialmente con portate modeste, ma crescenti verso valle dove possono essere presenti anche portate importanti; il reticolo idrografico vero e proprio con portate di maggiore importanza si sviluppa a quote inferiori rispetto a quelle di crinale ed 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. I corsi d'acqua presenti sono 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 crinali 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. Nelle porzioni intermedie e basali dei versanti, a seguito di eventi meteorici, sono invece rilevabili limitate venute idriche per lo più dovute al contrasto di permeabilità tra rocce maggiormente e minormente fratturate.

#### **4.5 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 il localizzati eventi di crollo, entrambe dovuti all'elevata acclività. L'esame della cartografia IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani) avvalorata 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'imbocco vallivo della strada di accesso è presente una vasta area cartografata come soggetta a frane superficiali diffuse probabilmente dovute a localizzati fenomeni di imbibizione delle coltri.

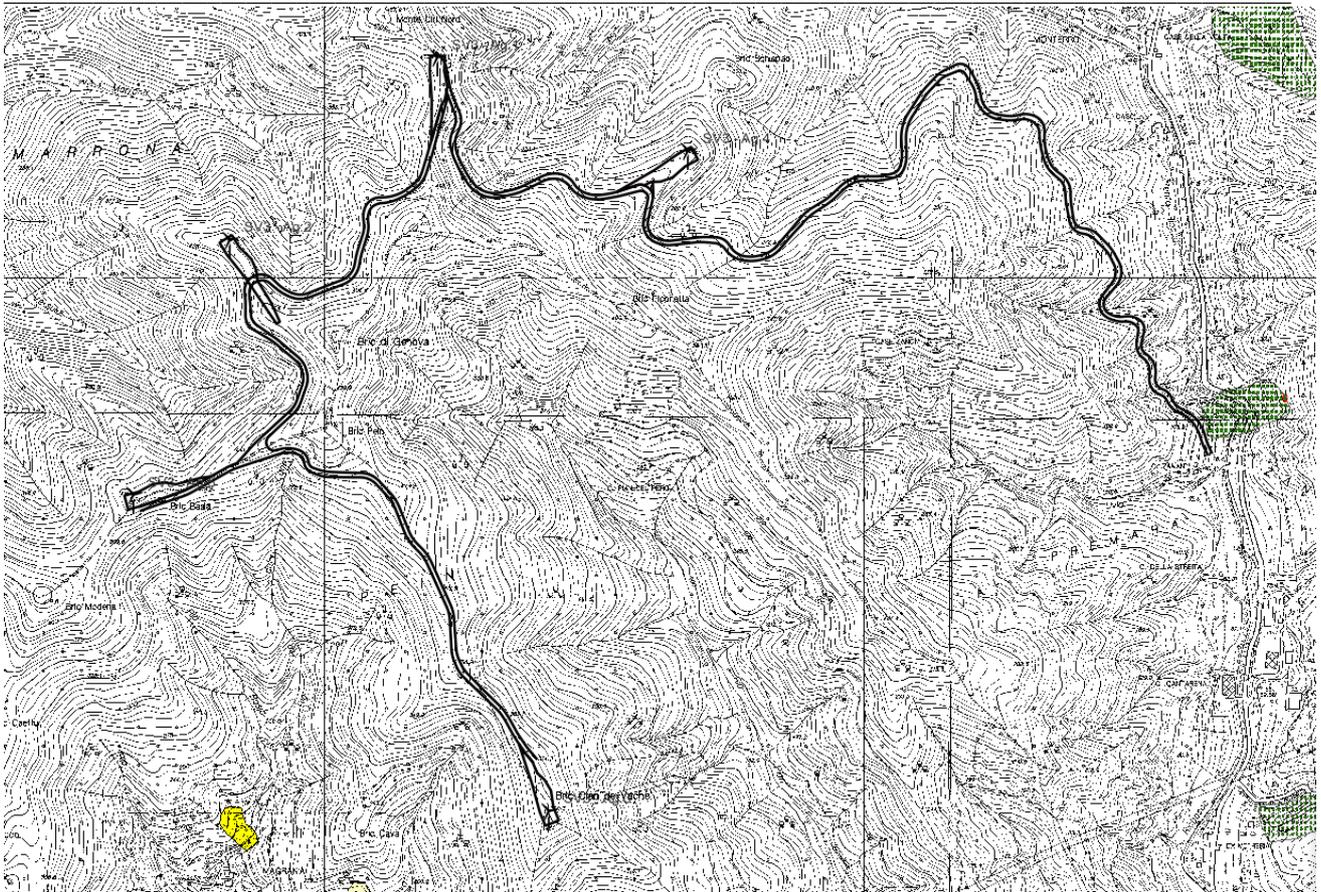


Figura 4.5.1: Estratto cartografia IFFI

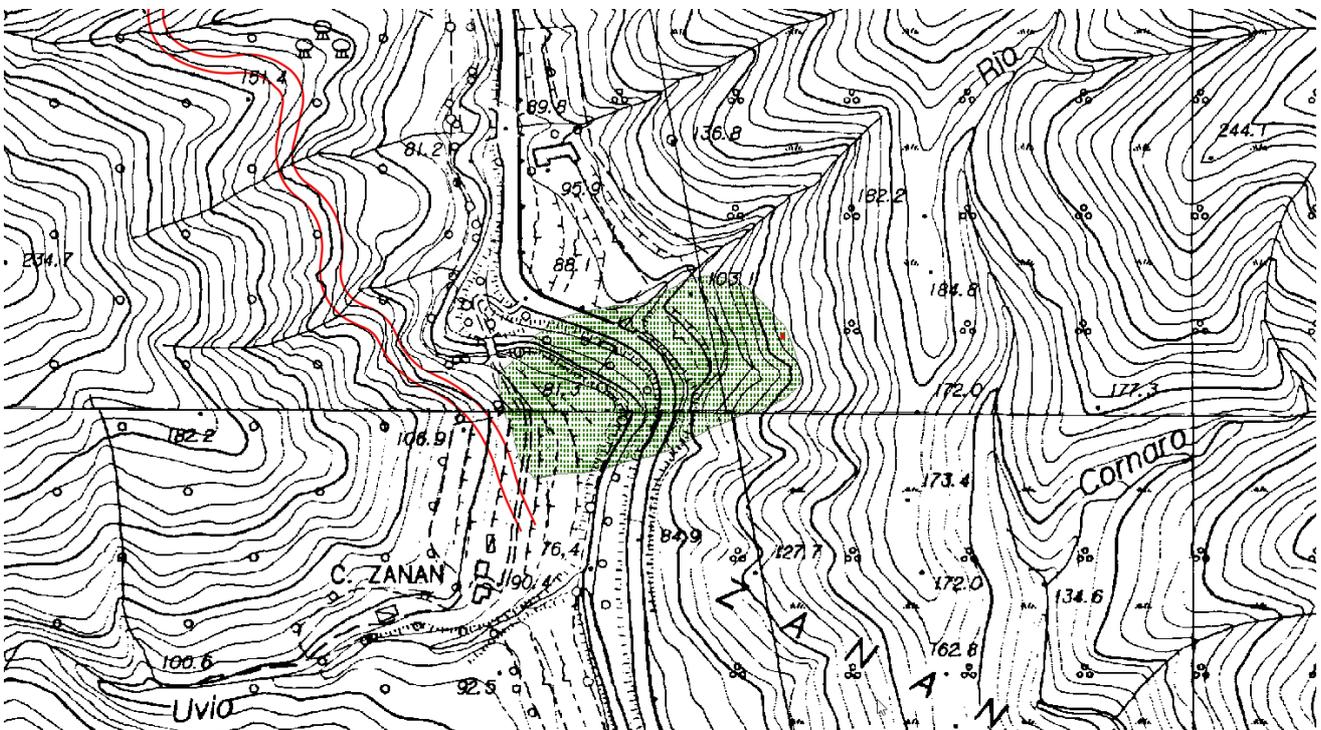


Figura 4.5.2: Dettaglio estratto cartografia IFFI

Il dettaglio della frana censita evidenzia come il tracciato della strada di accesso risulti esterno alla perimetrazione del dissesto censito con id 0090032300 che rappresenta un'area soggetta a frane superficiali diffuse.

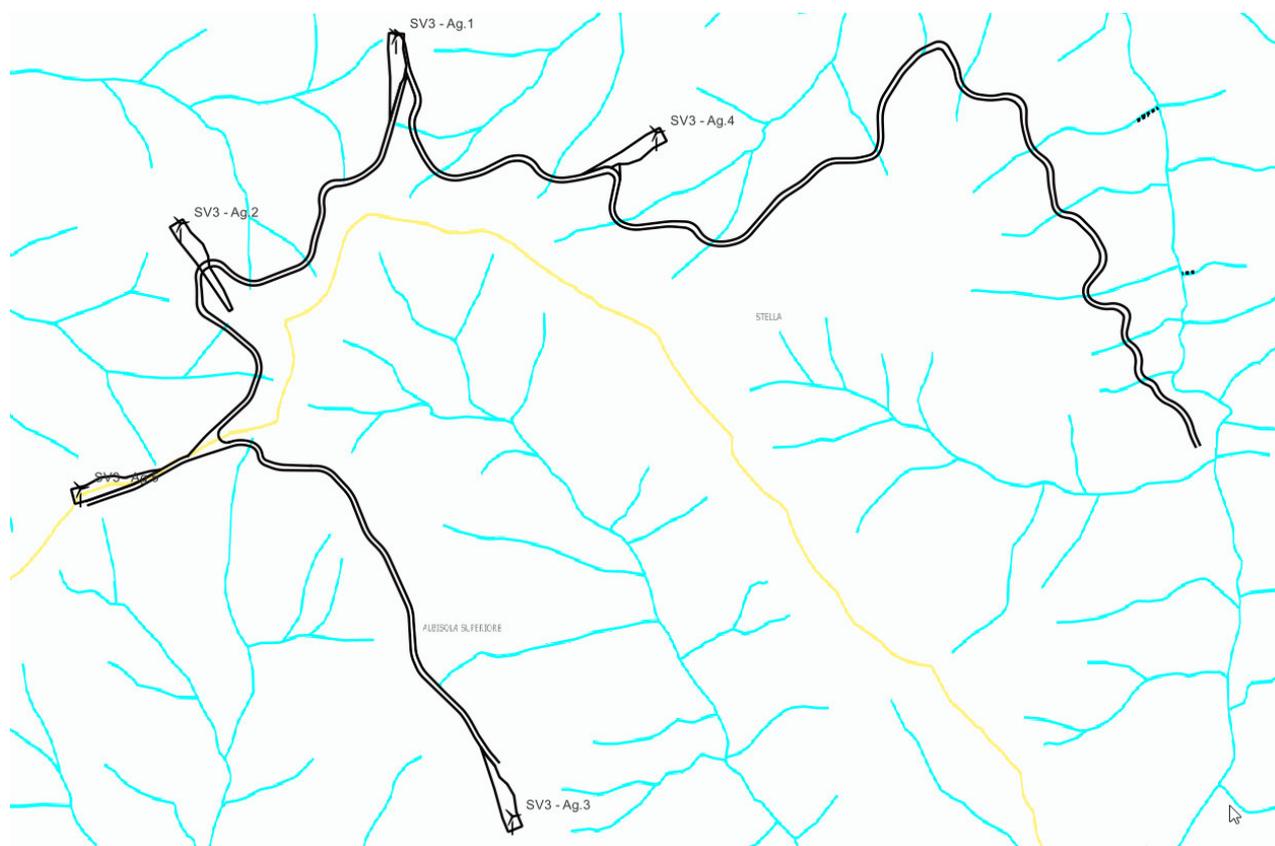
La totale assenza di dissesti entro l'area in esame risulta comunque non rappresentativa delle condizioni geologiche, idrogeologiche e geomorfologiche presenti in sito in quanto sui versanti, anche se non interferenti con le opere in progetto, dove l'acclività è molto elevata in concomitanza di erosione superficiale ed incanalata è possibile rilevare zone puntuali dove è possibile la mobilitazione di limitati lembi di coltre detritica lungo i versanti.



**Figura 4.5.3: Locali scoscientamenti della coltre superficiale in zone di elevata acclività**

#### **4.6 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO**

Il tracciato della strada di accesso al Parco Eolico Bric Cian de le Vache, vista la conformazione del territorio entro il quale si inserisce, inevitabilmente interseca il reticolo idrografico in prossimità di strade di collegamento e piazzole, come si può evincere dalla seguente figura.



**Figura 4.6.1: materializzazione intervento in progetto su reticolo idrografico – fonte dato Geoportale Regione Liguria**

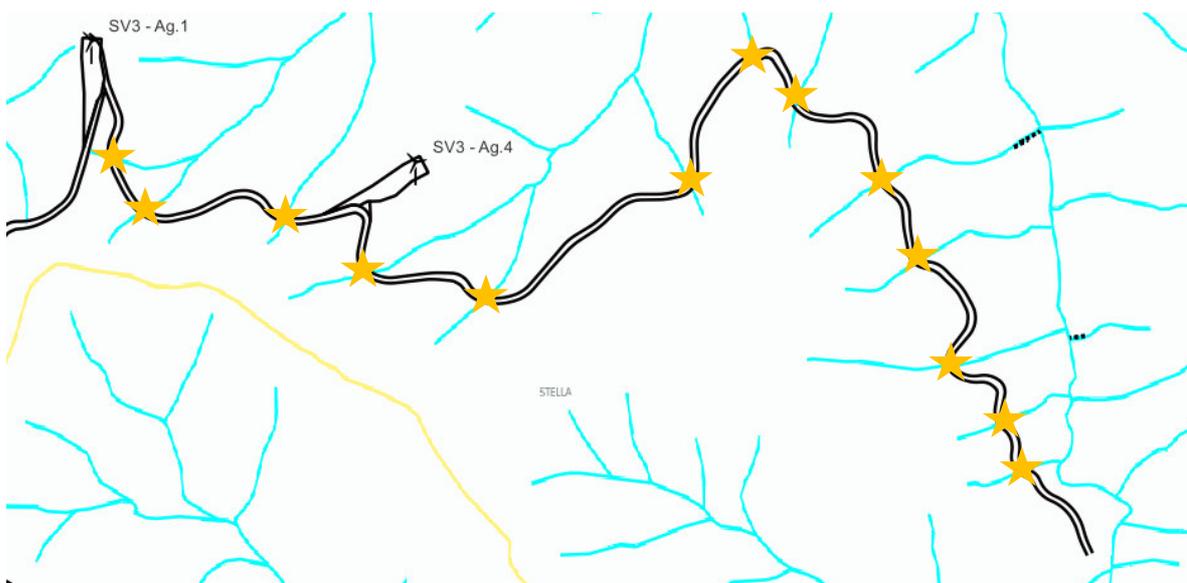


Figura 4.6.2: materializzazione zona settentrionale intervento in progetto su reticolo idrografico – fonte dato Geoportale Regione Liguria. Con stella gialla sono evidenziate le interferenze tra reticolo idrografico ed opere viarie e piazzole di montaggio.

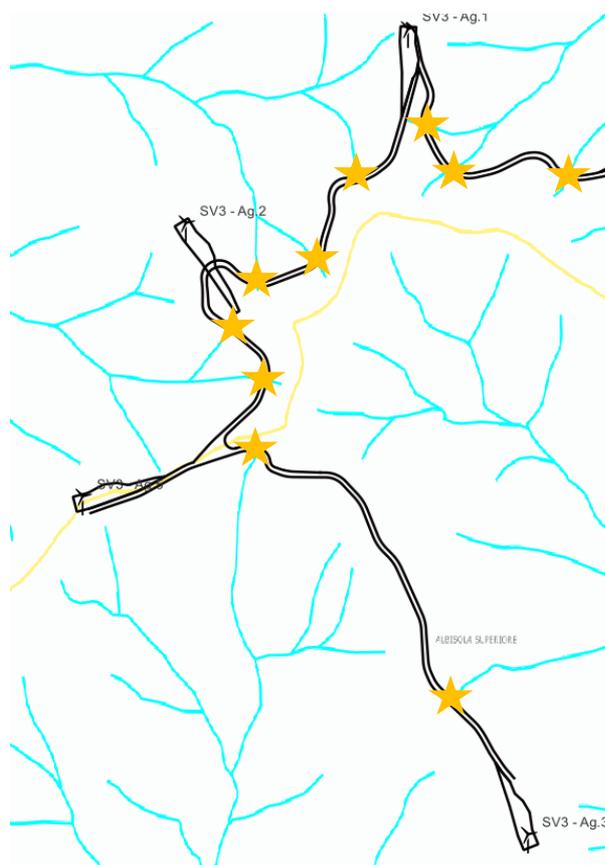


Figura 4.6.3: materializzazione zona settentrionale intervento in progetto su reticolo idrografico – fonte dato Geoportale Regione Liguria. Con stella gialla sono evidenziate le interferenze tra reticolo idrografico ed opere viarie e piazzole di montaggio

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

L'intervento prevede l'edificazione di nuovi tratti stradali, tale intervento si completerà con l'incisione a mezzo di trencher per la posa dell'infrastruttura di connessione elettrica, tutti i materiali non definibili quali rifiuti 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.

## **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**

L'intervento in progetto è un intervento accessorio al Parco Eolico Cian de Vache, per l'esecuzione del quale si forniscono qui le seguenti prescrizioni operative minime 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 e relativa normativa regionale e di bacino; in caso di attraversamento di corsi d'acqua, le opere dovranno essere adeguatamente dimensionate e progettate in sintonia con la normativa di settore,
- preliminarmente a qualsiasi operazione dovranno essere effettuate, a monte ed a valle del tracciato stradale una approfondita ricognizione con il disaggio di tutti gli elementi rocciosi instabili o potenzialmente instabili, contemporaneamente dovranno essere sviluppate tutte le opere di regimazione idraulica e di consolidamento superficiale delle coltri e delle pareti rocciose in modo tale da permettere lo svolgimento delle lavorazioni legate allo sviluppo della viabilità in sicurezza;
- 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;
- 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;
- dovranno essere intrapresi tutti gli accorgimenti possibili per evitare cedimenti ed affossamenti del manto stradale in prossimità del sedime di posa della linea di collegamento;

- per tutte le opere che localmente possono interferire con zone di dissesto segnalate in cartografia e/o evidenti sul terreno, è 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.) oppure più ripide, ma dotate di opere di stabilizzazione e sostegno quali berlinesi, palificazioni o quanto ritenuto idoneo dal progettista strutturale. Qualora necessario per adeguamento ai carichi stradali previsti potranno anche qui essere utilizzate opere decisamente più impattanti, ma che permetteranno di assumere angoli di imposta più ripidi quali terre armate e gabbioni entrambe su superficie geotecnicamente consolidate 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 o altre strutture in c.a.;
- vista la natura degli interventi, la situazione orografica e la necessità di mettere in sicurezza il versante a monte ed a valle della nuova strada di accesso si dovranno prevedere disaggi, opere di consolidamento (pali, tiranti, ecc), e la messa in opera di opere di protezione dei versanti di tipo attivo e passivo, a seconda delle singole necessità locali;
- le terre e rocce da scavo dovranno essere gestite ai sensi del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e con particolare riferimento alle aree a rocce verdi, provvedere in fase di scavo, all'applicazione di tutte le misure necessarie per impedire la diffusione di minerali amiantiferi nell'atmosfera.

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