

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:

INQUADRAMENTO GENERALE



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	0001	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

0. SOMMARIO	3
1. OGGETTO DELL'INCARICO	3
2. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.:	4
3. INTERVENTO IN PROGETTO	5
4. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI	13
5. CAMPAGNA DI INDAGINI IN SITO	14
5.1 RILEVAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI DETTAGLIO	14
6. QUADRO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO REGIONALE.....	15
7. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO	24
8. MODELLO IDROGEOLOGICO DEL SITO	24
9. MODELLAZIONE SISMICA ED EFFETTI DI SITO	24
9.1 ZONAZIONE SISMOGENETICA.....	24
9.2 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LIGURIA.	29
10. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI	32

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 lavoro è atto a definire le caratteristiche geologiche del sedime interessato dal nuovo progetto di costruzione del Parco Eolico Cian De Vache. L'incarico consta nella stesura della relazione geologica e sismica propedeutica alla progettazione globale delle opere.

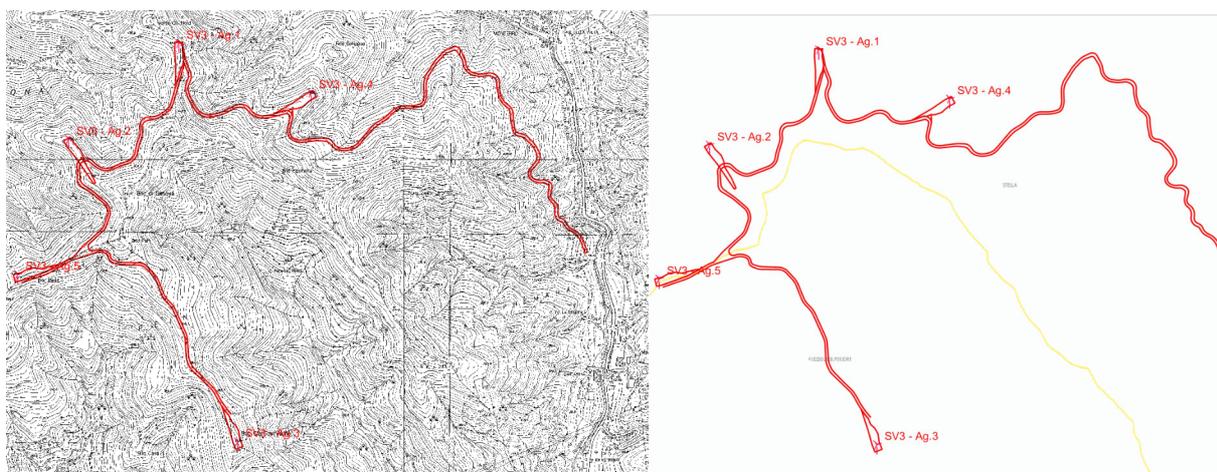


Figura 1.1: Inquadramento dell'area di intervento su base CTR Regione Liguria (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico strada di accesso al sito) e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.

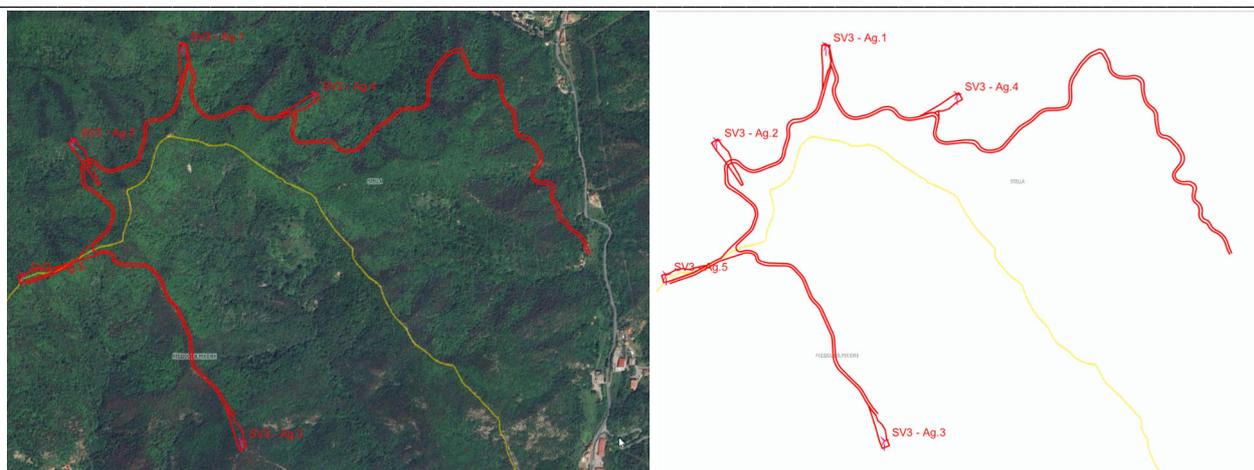


Figura 1.2: Inquadramento dell'area di intervento su base satellite Google Maps (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico, strada di accesso al sito), e successivo inquadramento nell'abito amministrativo/territoriale.

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>Paragrafo 3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE Categorie di sottosuolo 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, V_s. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.</p>	<p>Paragrafo C3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE 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>Paragrafo C6: PROGETTAZIONE GEOTECNICA. ... (omissis) La caratterizzazione e modellazione geologica del sito, è propedeutica all'impostazione della progettazione geotecnica ... (omissis)</p>
<p>Paragrafo 6.1.2: PRESCRIZIONI GENERALI. 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, devono essere esposti in una specifica relazione geologica di cui al § 6.2.1.</p>	
<p>Paragrafo 6.2: ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO. Il progetto delle opere e degli interventi si articola nelle seguenti fasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito; 2. scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche; 3. caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce presenti nel volume significativo e definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo (cfr. § 3.2.2); 4. definizione delle fasi e delle modalità costruttive; 5. verifiche della sicurezza e delle prestazioni; 6. programmazione delle attività di controllo e monitoraggio. 	

Paragrafo 6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Il modello geologico di riferimento è la ricostruzione concettuale della storia evolutiva dell'area di studio, attraverso la descrizione delle peculiarità genetiche dei diversi terreni presenti, delle dinamiche dei diversi termini litologici, dei rapporti di giustapposizione reciproca, delle vicende tettoniche subite e dell'azione dei diversi agenti morfogenetici.

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve comprendere la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati dal modello geologico di riferimento.

In funzione del tipo di opera, di intervento e della complessità del contesto geologico nel quale si inserisce l'opera, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Il modello geologico deve essere sviluppato in modo da costituire elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche

La caratterizzazione e la modellazione geologica del sito devono essere esaurientemente esposte e commentate in una relazione geologica, che è parte integrante del progetto. 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.

Paragrafo C6.2.1: CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

La relazione geologica, estesa ad un ambito significativo e modulata in relazione al livello progettuale, alle caratteristiche dell'opera e del contesto in cui questa si inserisce, descrive il modello geologico, definito sulla base di specifiche indagini e prove.

Tale relazione, che comprende quanto previsto al § 6.2.1 delle NTC, tiene conto dei seguenti aspetti:

- caratteristiche geologiche e successione stratigrafica locale (aspetti litostrutturali e stratigrafici, stato di alterazione e fessurazione, distribuzione spaziale e rapporti tra i vari corpi geologici);
- caratteristiche geo-strutturali dell'area di studio e principali elementi tettonici presenti;
- 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;
- caratteristiche idrogeologiche del sito e schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea;
- risultati dello studio sismotettonico;
- aspetti geologici finalizzati alla valutazione degli effetti di sito sismoindotti.

La relazione geologica sarà corredata dai relativi elaborati grafici quali: carte geologiche, idrogeologiche (con eventuale schema di circolazione idrica sotterranea) e geomorfologiche, sezioni geologiche, planimetrie e profili utili a rappresentare in dettaglio aspetti significativi, schema geologico di dettaglio alla scala dell'opera, carte dei vincoli geologico-ambientali e rapporto tecnico sulle indagini pregresse ed eseguite corredate da una planimetria con la loro ubicazione.

Il piano delle indagini nell'area di interesse deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo. Gli studi svolti devono condurre ad una valutazione delle pericolosità geologiche presenti e devono essere finalizzati alla definizione della compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare.

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

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

3. INTERVENTO IN PROGETTO

PARCO BRIC CIAN DE VACHE

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 che dipartendosi dal Monte Cian de Vache (metri 380 s.l.m.) raggiunge le pendici del Bric Schiapao (metri 330 s.l.m.) passando per Bric di Genova (metri 483 s.l.m.) e Monte Ciri Nord (metri 450 s.l.m.)

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

Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N			
AEROGENERATORE	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z

AG01	459129	4914202	433.5
AG02	458744	4913862	439.5
AG03	459337	4912794	380.3
AG04	459594	4914027	329
AG05	458565	4913384	416.5

I principali elementi in progetto sono i seguenti.

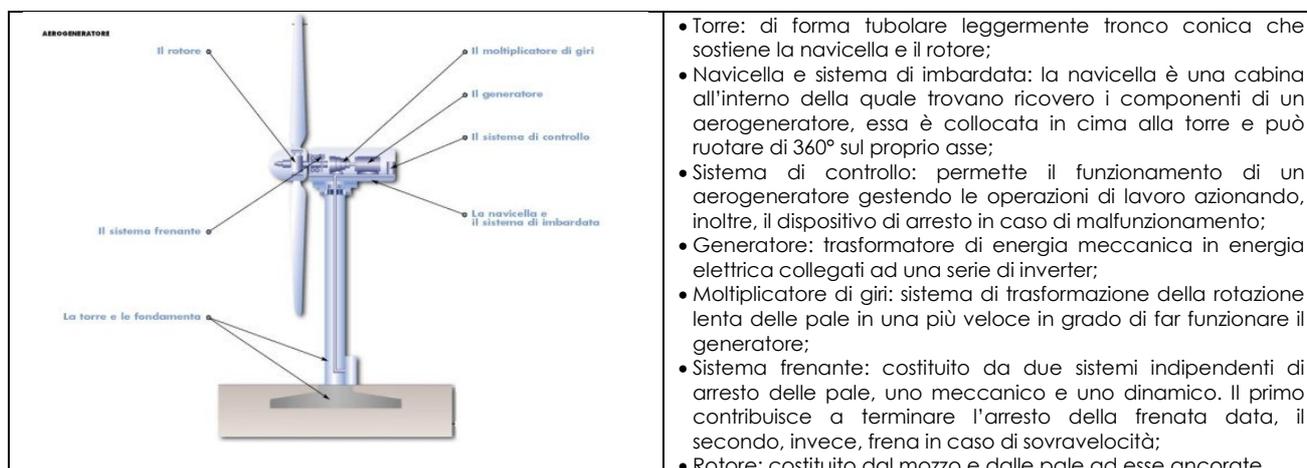
PIAZZOLA DI MONTAGGIO

Per ogni aerogeneratore si prevede la realizzazione di una piazzola dalla forma variabile, e avente una superficie totale media di circa 4600 mq, tale superficie, una volta terminata la fase di cantiere, verrà in parte ripristinata ed in parte trasformata in strada di accesso al sito, lasciando un'area effettiva permanente ridotta rispetto a quella necessaria per il montaggio degli aerogeneratori. Com'è possibile vedere nelle tavole specifiche la posizione delle piazzole sul territorio segue a grandi linee l'orografia del terreno andandosi a incastrare all'interno delle forti pendenze che caratterizzano l'areale. La piazzola di montaggio di ciascun aerogeneratore costituisce lo spazio di montaggio e successivamente manovra delle gru che permetteranno l'assemblaggio dei vari componenti degli aerogeneratori

AEROGENERATORI

Gli aerogeneratori, tipo Vestas V162 che verranno utilizzati saranno di potenza nominale di 6,20 MW, altezza al mozzo del rotore pari a 125 m per una altezza complessiva di 206 metri. Il montaggio di dette strutture avverrà secondo schemi prestabiliti e collaudati da imprese specializzate. I mezzi principali utilizzati saranno le gru collocate nella piazzola riservata all'assemblaggio; nello specifico due saranno le gru necessarie, la prima, di dimensioni contenute, utilizzata principalmente per la fase di scarico dei componenti dai mezzi di trasporto mentre la seconda verrà utilizzata per il loro sollevamento e montaggio. Questa seconda gru ha come vincolo operativo la necessità di essere collocata alla minore distanza possibile rispetto al centro del posizionamento del pilone principale.

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



STRUTTURE DI FONDAZIONE

Le torri degli aerogeneratori verranno fissate al terreno attraverso un sistema fondale costituito da un plinto di fondazione di 22 metri di diametro per una altezza variabile di circa 4.00 metri dotato di pali di fondazione di tipo trivellati opportunamente calcolati ed immorsati nelle porzioni più sane ed inalterate del substrato roccioso. Sebbene per tutti gli aerogeneratori sia stata effettuata una campagna di rilevamenti geomeccanici in sito, la necessità d'uso e l'esatta lunghezza di tali fondazioni indirette dovrà essere calcolata turbina per turbina a seguito di indagini a carotaggio con recupero di campione, indagini geotecniche e geomeccaniche di laboratorio ed indagini geofisiche specifiche quali downhole e crosshole. Tali strutture di fondazione saranno opportunamente strumentate al fine di monitorarle in corso di edificazione e di funzionamento. La parte superiore delle fondazioni sarà di circa 20 cm sopra al piano campagna, mentre, il resto della fondazione verrà interrato ed il terreno sovrastante la stessa, rinverdito per una migliore mitigazione. Al pari dell'interramento della fondazione anche le scarpate generate dai fronti di scavo per la loro realizzazione verranno adeguatamente stabilizzate per mezzo di opere di ingegneria naturalistica e inerbite, allo scopo di ridurre l'effetto erosivo delle acque meteoriche che verranno comunque raccolte in canalette posate a terra e convogliate in impluvi naturali.

ADEGUAMENTO E REALIZZAZIONE VIABILITA'

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.

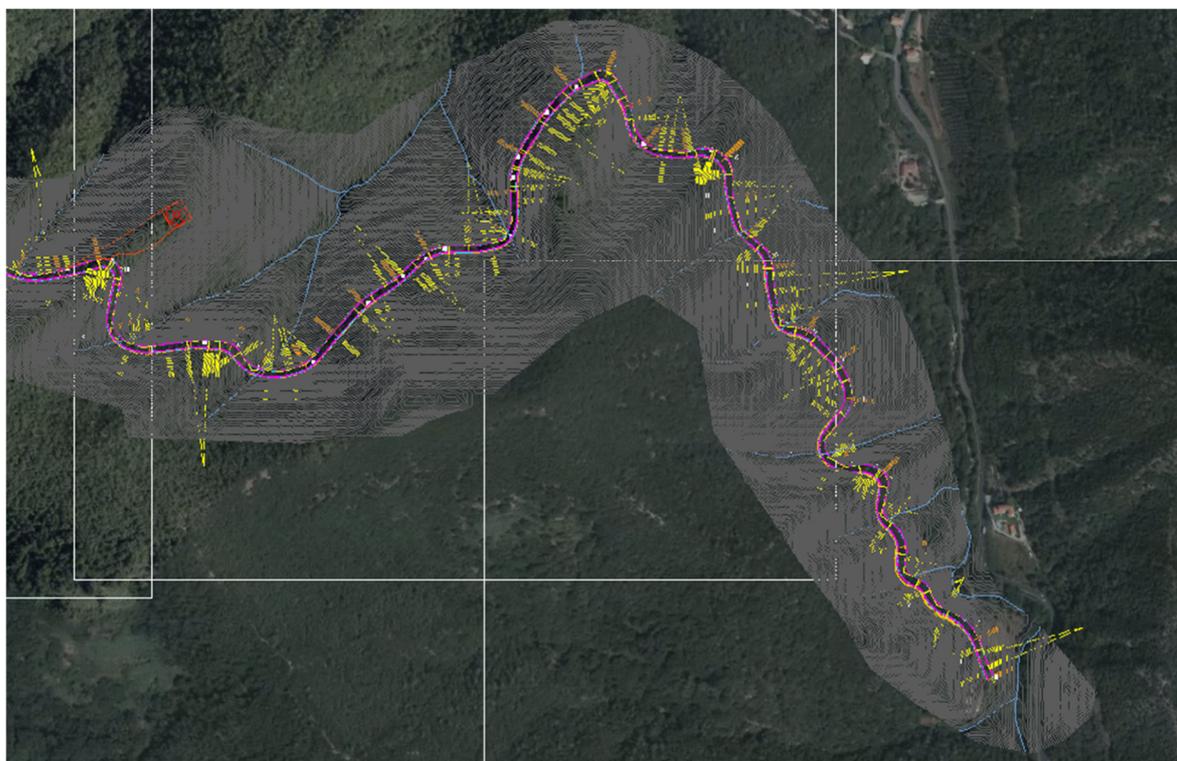
STRADA DI ACCESSO

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.

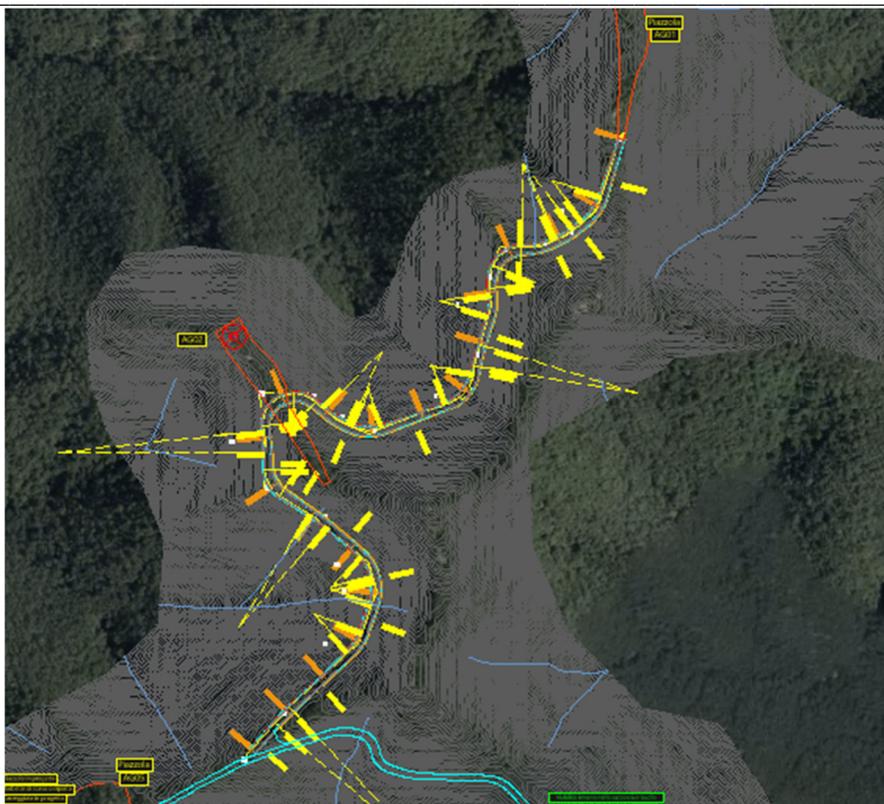
Gli interventi di realizzazione della strada si rendono necessari in quanto in sito o non risulta presente nessuna struttura viaria, seppur minima, oppure appaiono presenti solo sentieri pedonali o per biker che non rispondono assolutamente ai requisiti necessari per consentire il transito dei mezzi previsti per i trasporti degli aerogeneratori.

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 nuova carreggiata avrà una larghezza di circa 7 metri e, poiché non sono presenti 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, la situazione orografica e la necessità di mettere in sicurezza il versante a monte ed a valle della nuova strada di accesso si prevedono disgaggi, opere di



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.

Di seguito sono riportate delle sezioni indicative della conformazione di progetto estratte dal progetto della strada di collegamento.

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 n. 4 cavi XLPE e un tritubo da 50 mm; lo scavo avrà, inoltre, una larghezza di circa 50 cm per tutta la tratta di connessione.

Le tubazioni saranno segnalate nello scavo con un nastro monitor in PVC.

La connessione alla RTN sarà costituita da una sezione di cavi a 36 kV atta a costituire 2 dorsali di collegamento dei gruppi di generatori (aerogeneratori eolici suddivisi per gruppi) con montanti di collegamento e risalite di cavi, dalla protezione generale (DG) avente anche funzione di ricalzo, di interfaccia (DDI) e servizi ausiliari (SA), nonché dai necessari alloggiamenti misure e sezionamento. 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.

CABINE ELETTRICHE

Le cabine elettriche sono previste nei pressi dell'AG04 all'interno di una area appendice della piazzola di montaggio. 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 come di seguito rappresentato.



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.

La nuova area contenete le cabine elettriche sarà raggiungibile dal medesimo nuovo tratto di strada che dalla viabilità di collegamento interna raggiungerà l'aerogeneratore 04.

OPERE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Scopo del progetto è stato anche quello di limitare quanto più possibile la realizzazione di opere civili che possano creare forti impatti ambientali sul contesto in cui vengono inserite pertanto, laddove non sarà possibile limitare gli scavi ed i riporti si provvederà, attraverso opere di ingegneria naturalistica, al ripristino delle scarpate ed alla mitigazione degli impatti visivi 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 vimate e/o palizzate

4. PROGRAMMA DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI

Il programma di realizzazione dei lavori, come da descrizione contenuta nel progetto, sarà articolato in una serie di fasi lavorative che si svilupperanno nella sequenza di seguito descritta, che può risultare non esaustiva, desunta dalla relazione progettuale relativa alla cantierizzazione alla quale, pertanto, si rimanda per ulteriori dettagli.

Le macro-attività che si prevedono sono:

- Tracciamento nuove opere;
- Allestimento cantiere;
- Spostamento dei sovraservizi esistenti interferenti;
- Realizzazione strada tra turbina 01 turbina 05 con cavidotto elettrico;
- Realizzazione connessione tra cabine elettriche e punto di consegna;
- Realizzazione cabine elettriche;
- Realizzazione strada di accesso, scavo, fondazione indiretta (dove necessaria), plinto, piazzole;
- Trasporto aerogeneratori fino all'area di cantiere;
- Trasporto e montaggio aerogeneratori;
- Sistemazione piazzole aerogeneratori;
- Sistemazione strada di accesso agli aerogeneratori e riduzione sezioni dove necessario;
- Completamenti vari.

L'installazione del cantiere include l'uso di una superficie posta proprio all'inizio del cantiere stesso e a lato del nuovo ponte che si rende necessario per far accedere i mezzi all'area. Tale superficie può essere utile per stoccaggi temporanei di materiale e per la posa dei baraccamenti di cantiere.

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 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, geomorfologici e geomeccanici di dettaglio, avente lo scopo di individuare le peculiarità dei siti d'intervento.

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 meno competenti 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, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO 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 330 e i 480 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 l'ubiquitaria presenza, anche con presenza di vasti affioramenti, di litotipi appartenenti al basamento cristallino, o Massiccio Cristallino di Calizzano-Savona, che garantisce la presenza di versanti molto acclivi, spesso dirupati coperti da bosco, che alla base, in tempi passati erano coltivate. I versanti appaio localmente molto incisi dai corsi d'acqua che insistono su linee di debolezza tettonica e su contatti con un reticolo idrografico secondario che 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 AG05, su una zona collinare/montuosa con un reticolo idrografico, presente sui versanti, ancora in fase di sviluppo.

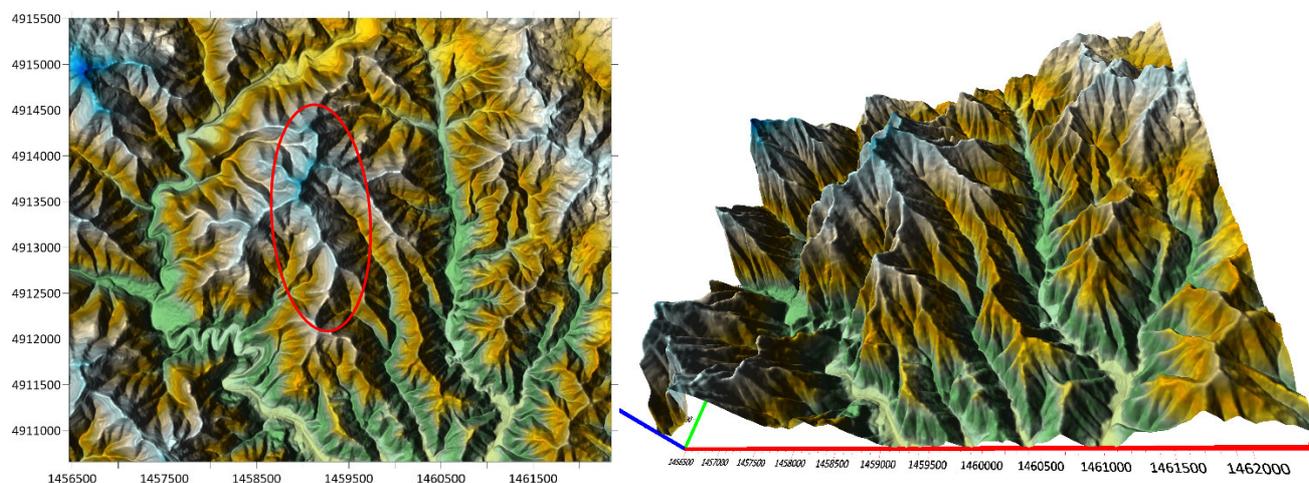


Figura 6.1: Modello 3D da DTM 10 m – Inquadramento di massima - presenza di esagerazione verticale.

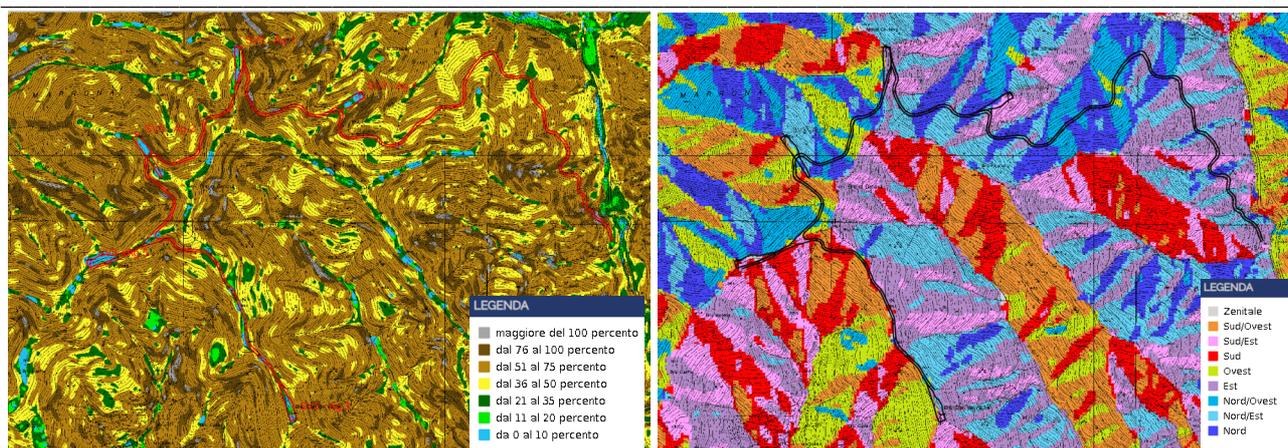


Figura 6.2: Carta dell'acclività 7 classi e Carta dell'esposizione dei versanti 9 classi – Regione Liguria.

Gli studi geologici sono stati redatti mediante controlli diretti sul terreno e usando come base le Carte Geologiche Regionali con elementi di Geomorfologia F.i CGR 229.4 SAVONA e 229.1 VARAZZE 1:25.000, riportando con sufficiente approssimazione, la distribuzione areale delle successioni litologiche affioranti nell'areale di intervento che sono sempre risultate ascrivibili all'Unità di Calizzano – Savona qui rappresentata da:

- **Ortogneiss Metagranitoidi II (Γ)**, ascrivibili al Carbonifero inferiore, metagranitoidi con sovraimpronta metamorfica prealpina in facies anfibolitica; granitoidi a grana da media a grossolana, generalmente porfiritici per grandi megacristalli di K-feldspato (fino a 8-10 cm); metagranitoidi con forte sovraimpronta metamorfica a carattere milonitico (**Γm**). 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 eudrali, contenenti plagioclasio, mica bianca e biotite, più raramente si osservano affioramenti scistososi, 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.

- **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 plagioclasii 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.

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 cataclasate, le coltri sono in genere di spessore modesto.

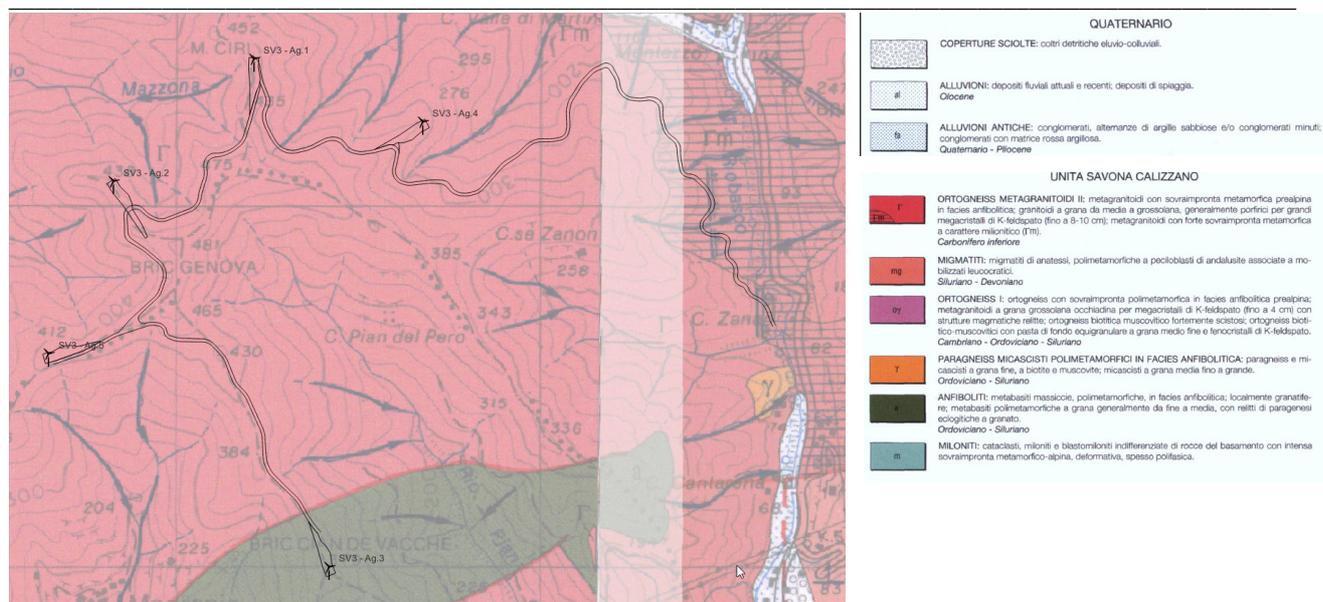
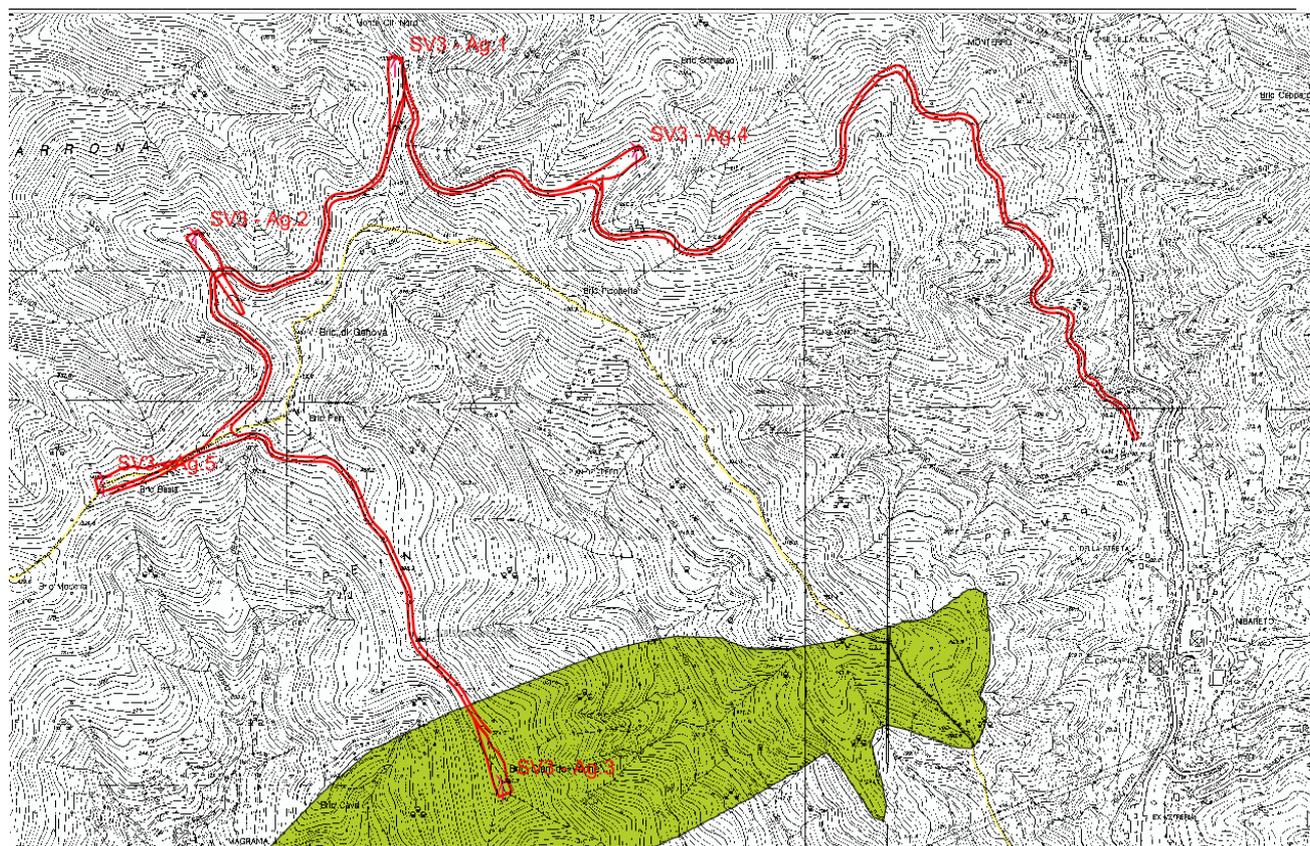


Figura 6.3: Estratti CGR Savona e Varazze – Regione Liguria

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 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. 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 6.4: Estratto Cartografia delle Pietre Verdi – Regione Liguria

Dal punto di vista geomorfologico a valle dell'areale oggetto di studio, si riscontra la morfologia tipica della parte mediana della valle, stretta e acclive, dove l'andamento è controllato dai caratteristici Meandri di Ellera: qui la valle assume una configurazione abbastanza incassata con meandri a curvature anche molto accentuate, risentendo di lineazioni tettoniche minori, per poi ridivenire N-S fino alla rottura di pendio del tratto terminale. La forma del bacino ed il modellamento dei versanti risultano, pertanto, influenzati, oltre che dalla tettonica, dall'assetto strutturale, dalle litologie, e, in particolare, dall'erodibilità di queste ultime e delle coltri detritiche. Sui versanti 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 le pendenze sono rilevanti ed il reticolo idrografico secondario scarsamente sviluppato.

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 Fransi 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'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.

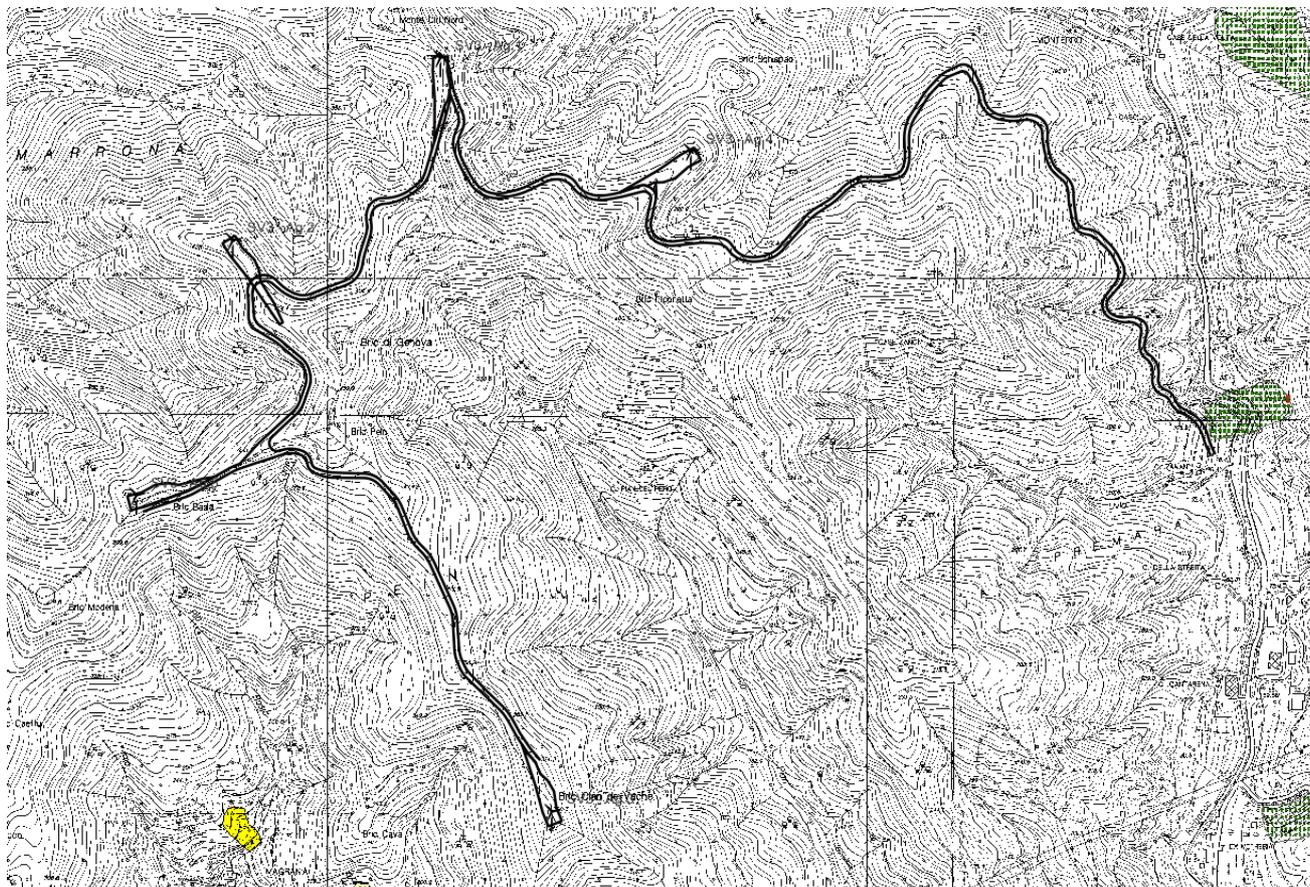


Figura 6.5: Estratto cartografia IFFI

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.

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

Dall'esame dei dati relativi agli strumenti di pianificazione generale si osserva quanto di seguito descritto.

- **Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.**
 - **PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale:** sia il tracciato viario sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a qualsiasi perimetrazione. Il ponte di nuova edificazione risulta invece inserito, entro aree interessate dalle fasce fluviali.
 - **Progetto di PAI "Dissesti Geomorfologici":** sia il tracciato viario sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a perimetrazioni di pericolosità elevata o molto elevata ricadendo unicamente in aree a pericolosità media e bassa P2 e P1.

- **Regione Liguria – Piano di Bacino di Rilievo Regionale.**
 - **P.d.B. rilievo regionale – Fasce fluviali:** sia il tracciato viario sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a qualsiasi perimetrazione. Il ponte di nuova edificazione risulta invece inserito entro una zona interessata dalla perimetrazione delle fasce fluviali.
 - **P.d.B. rilievo regionale - Suscettività al dissesto:** sia il tracciato viario sia le ubicazioni dei singoli aerogeneratori risultano esterni a perimetrazioni di suscettività al dissesto elevata o molto elevata ricadendo unicamente in aree a suscettività al dissesto media, bassa e molto bassa Pg2, Pg1 e Pg0.

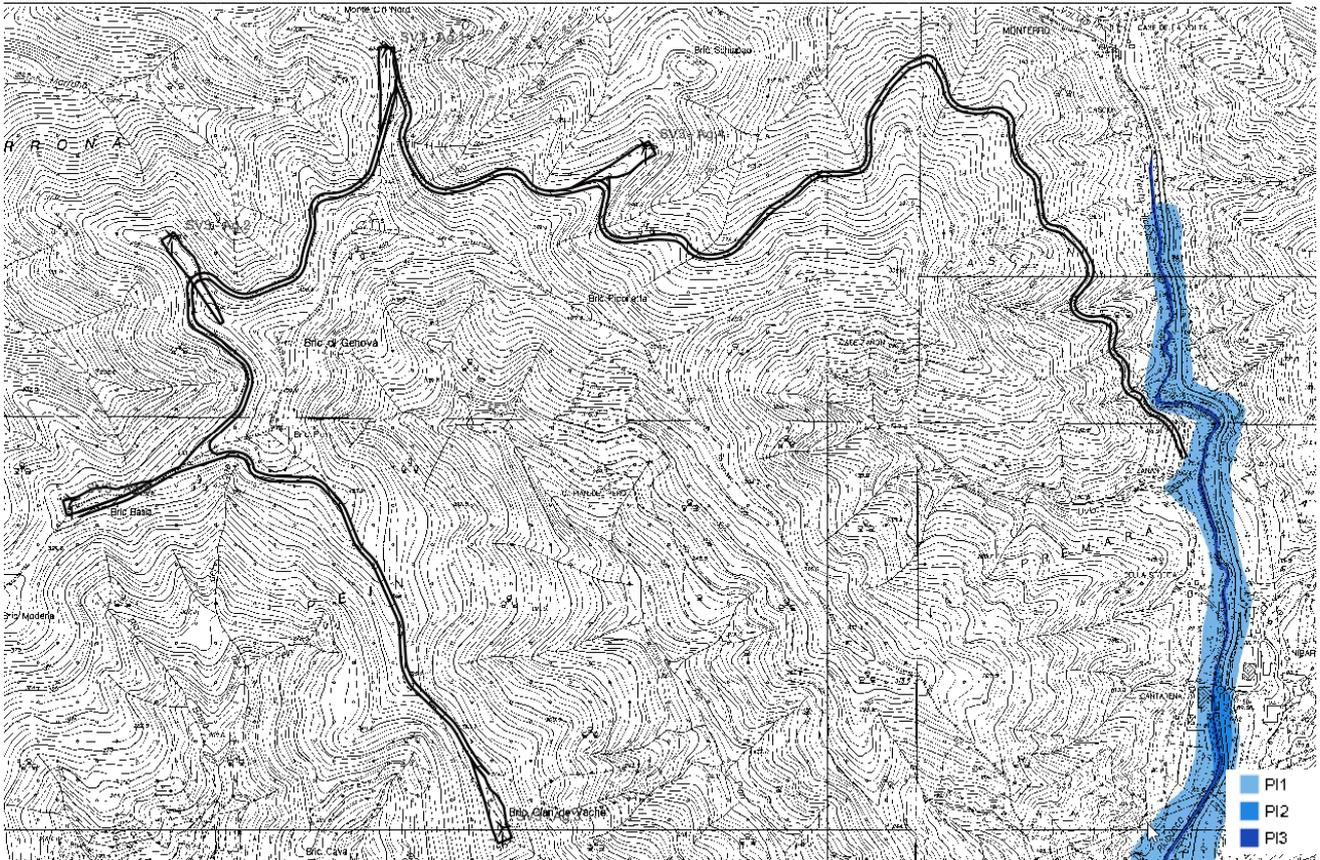


Figura 6.5: Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale - PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale

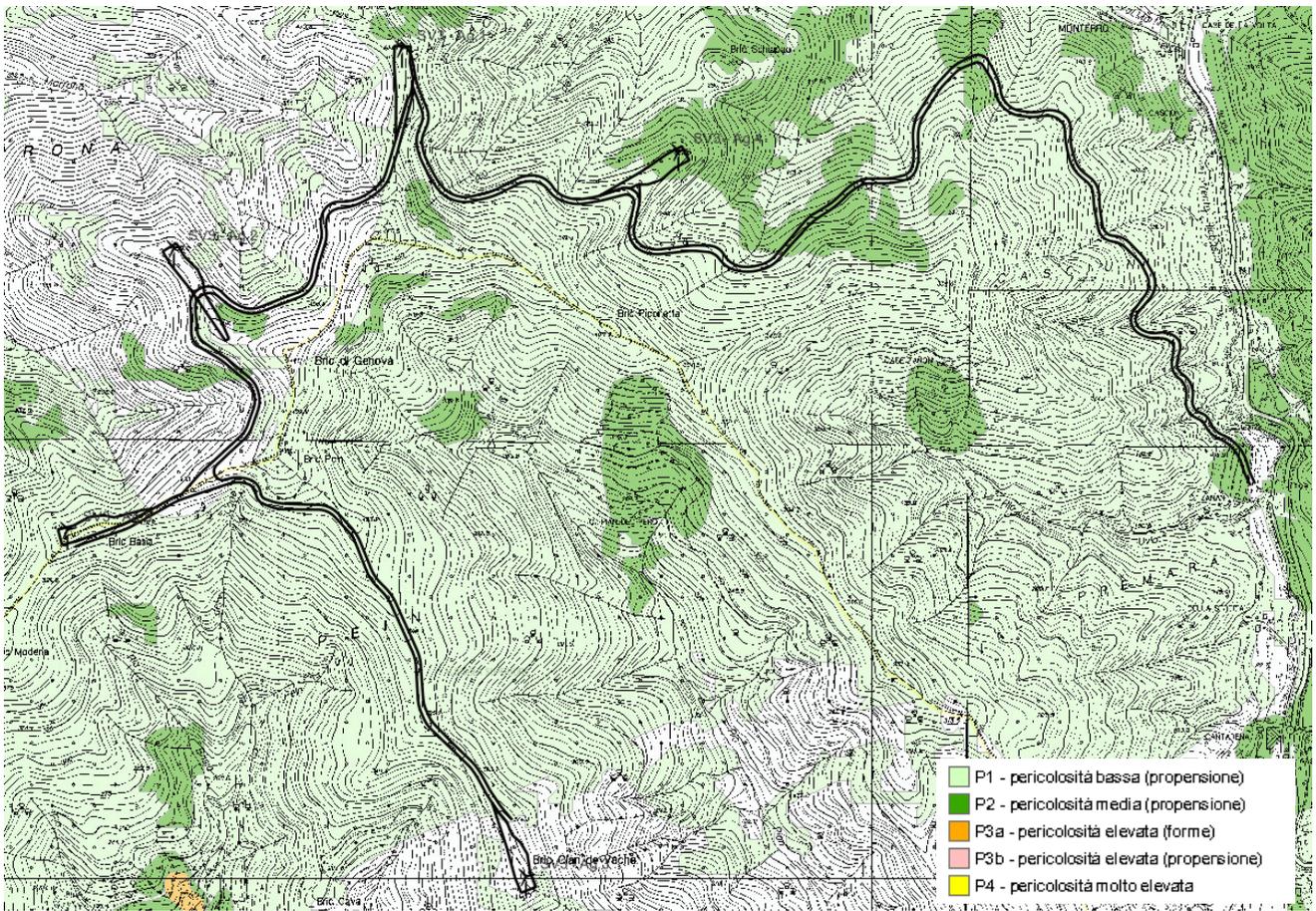


Figura 6.6: Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale - Progetto di PAI "Dissesti Geomorfologici"

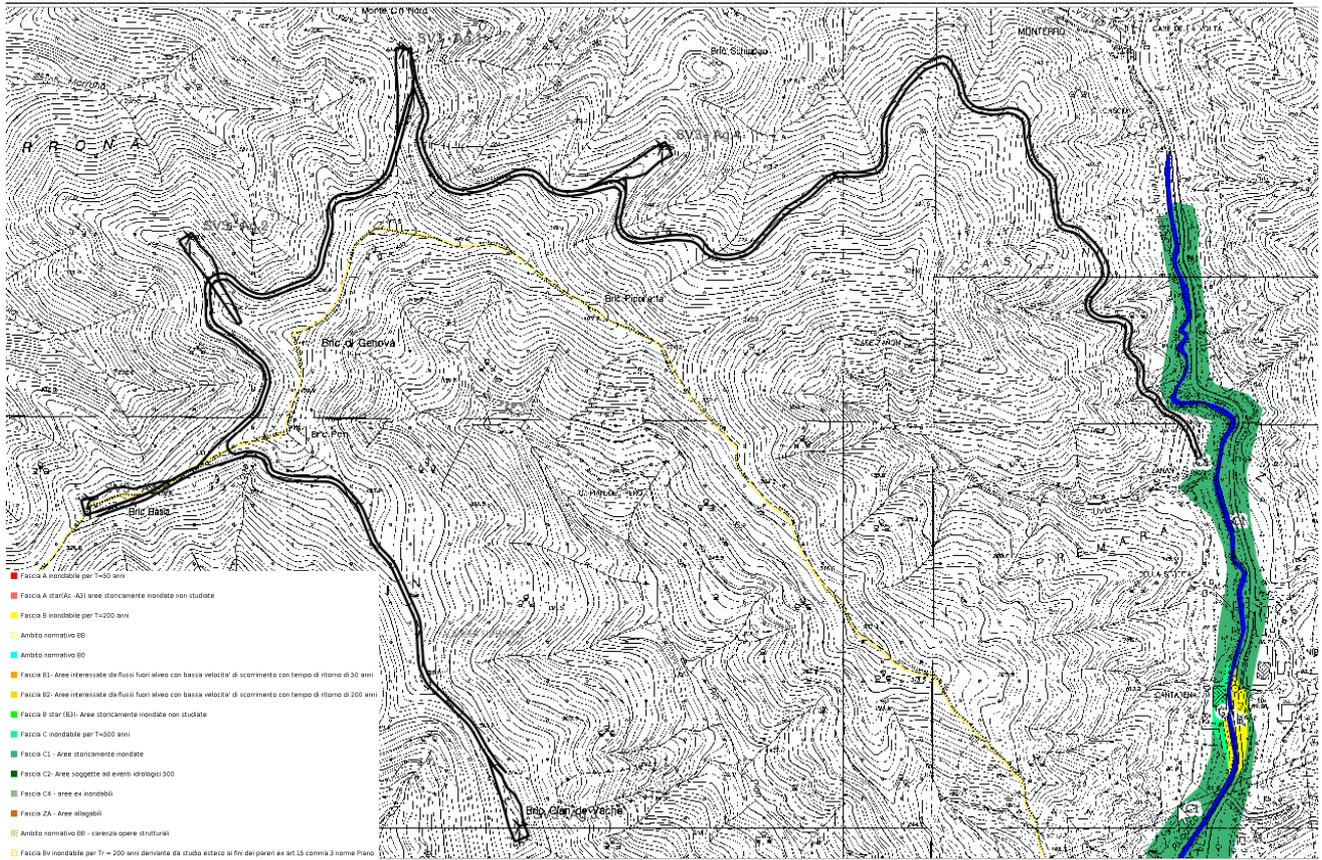


Figura 6.7: P.d.B. rilievo regionale – Fasce fluviali

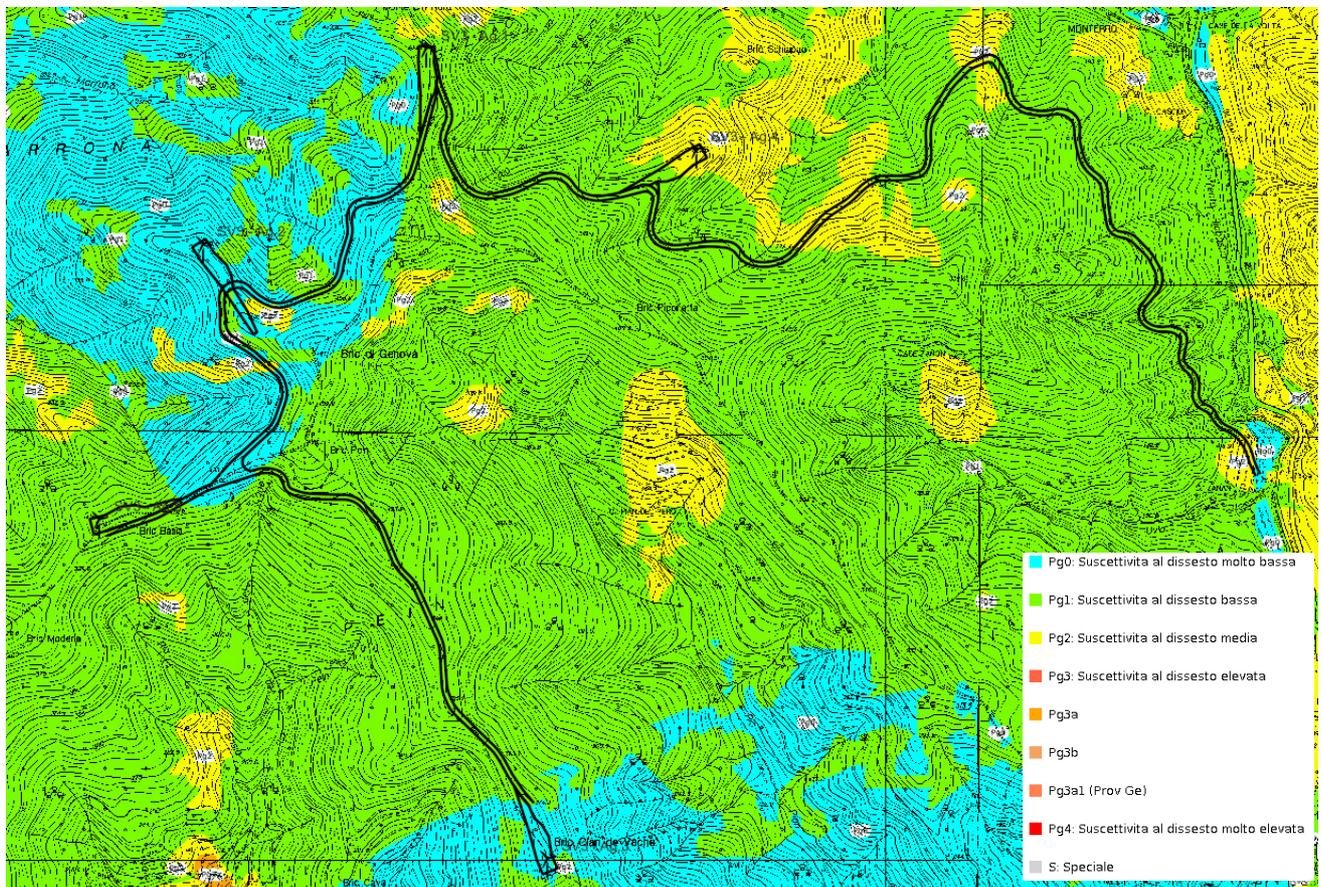


Figura 6.8: P.d.B. rilievo regionale - Suscettività al dissesto

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 da medie a sottili a granulometria grossolana/detritica e subordinata componente medio fine; il sottostante ammasso roccioso appartenente alle litologie metamorfiche del Massiccio Cristallino di Calizzano-Savona risulta scarsamente erodibile ad eccezione delle zone fortemente tettonizzate e milonitizzate, specie in prossimità dei passaggi litologici e delle faglie. La roccia esposta si presenta generalmente in buone condizioni, ma localmente fortemente alterata ed erodibile.*”**

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 da medie a sottili a granulometria grossolana/detritica e subordinata componente medio fine, il sottostante ammasso roccioso risulta generalmente asciutto e solo in corrispondenza di intensi fenomeni meteorici può risultare interessato da permeabilità in grande per fratturazione e subordinatamente per porosità più o meno accentuata in base al tipo litologico presente in sito.*”**

***All'epoca del rilevamento non sono risultate evidenti zone di impregnazione o di ristagno idrico.*”**

9. MODELLAZIONE SISMICA ED EFFETTI DI SITO

Nel presente lavoro, per completezza, si individua il modello sismico dell'area di intervento in relazione al progetto, alle tipologie di intervento ed alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale di riferimento.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione secondo quanto riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17/01/2018 ed alla Circolare C.S.LL.PP. n° 7/2019.

9.1 Zonazione sismogenetica.

Per determinare il carattere sismogenetico dell'area dei Comuni di Albisola Superiore e Stella (SV), si è presa in considerazione la pubblicazione dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nella quale è stato mappato il territorio nazionale in zone sismogenetiche: tale zonazione è chiamata ufficialmente ZS9. La zonazione sismogenetica è basata sul precedente background informativo di ZS4 e recepisce le informazioni delle sorgenti sismogenetiche italiane messe a disposizione da DISS 3.2.1 e da studi inerenti le faglie attive regionali. Tale studio considera, inoltre, le indicazioni che derivano dall'analisi dei dati relativi ai terremoti più importanti verificatesi anche lontani dalla zona in oggetto. Osservando la carta di zonazione ZS9 si osserva che la sismicità può essere distribuita in zone, ciascuna delle quali è associata una magnitudo massima $M_{WMAX 50}$, che si assume come magnitudo attesa M.

La ZS9 può essere utilizzata, insieme al catalogo di CPTI15 per stimare la “profondità efficace”, cioè l'intervallo di profondità nel quale è rilasciato il maggior numero di terremoti in una zona

sorgente. Osservando la figura seguente, si nota che tutti i comuni ricadono all'esterno delle zone denominate 910 e 911 che indicano zone utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. I limiti tra le zone sono distinti con il colore nero e il blu: quelli neri ridefiniscono i limiti il cui tracciamento dipende esclusivamente da informazioni tettoniche e geologico-strutturali, mentre quelli blu definiscono suddivisioni di zone con uno stesso stile deformativo, ma con differenti caratteristiche di sismicità.

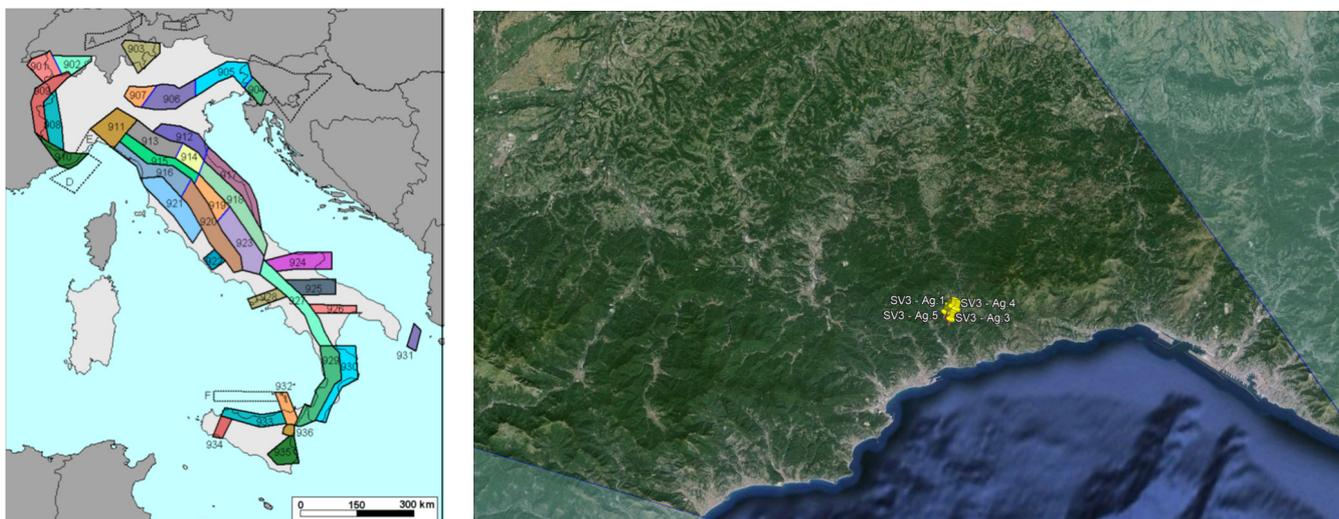


Figura 9.1.1 e 9.1.2: Zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti & Valensise, 2004). Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo - particolare dell'area in studio – su base Google Earth

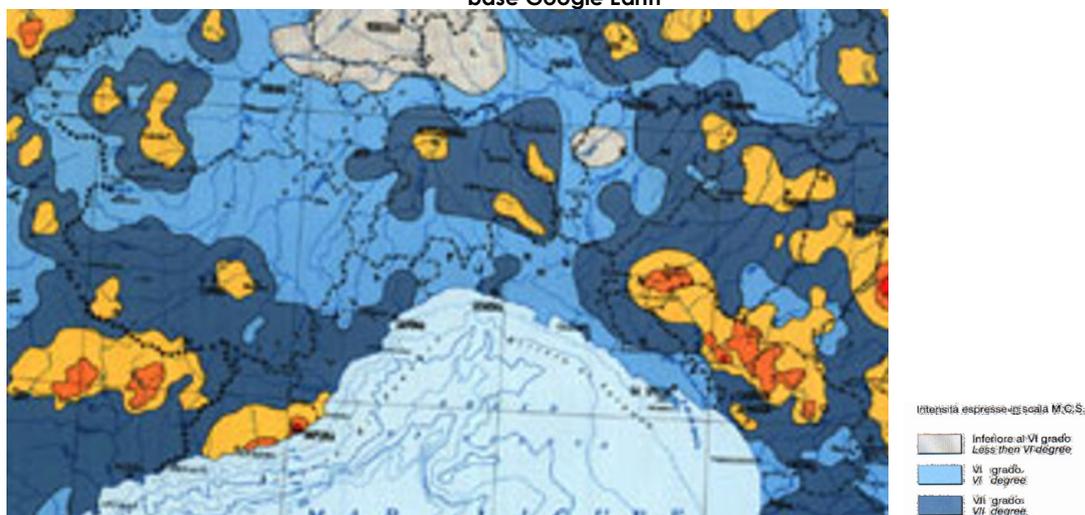


Figura 9.1.3: "MASSIMA INTENSITÀ RISENTITA IN ITALIA" 1995 (Scala 1:1.500.000) a cura di: C.N.R. ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA

Nella sottostante figura ("Massime Intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Liguria", Molin, Stucchi, Valensise) quest'ultime valutate a partire dalla banca dati macrosismici del GNDT e dai dati del Catalogo dei Forti Terremoti in Italia di ING/SGA.

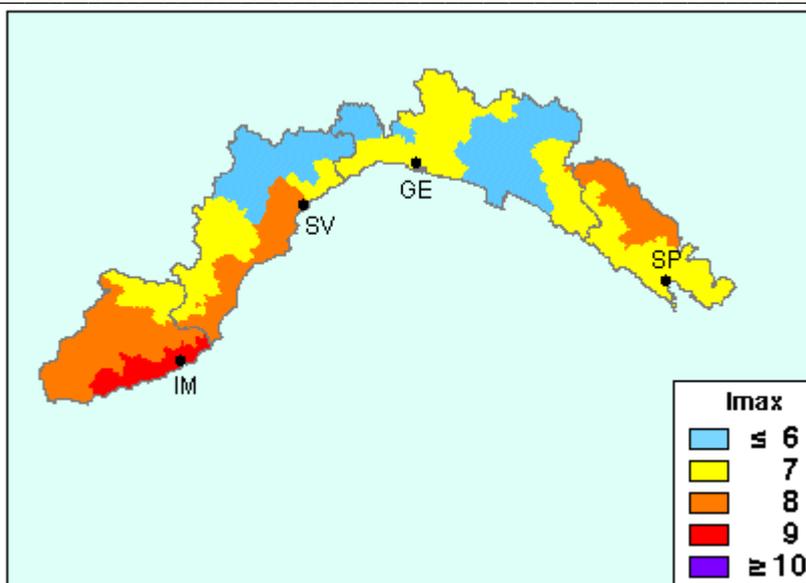


Figura 9.1.4: "Massime Intensità macrosismiche osservate nei comuni della Regione Liguria" (Molin, Stucchi, Valensise)

L'analisi storica della sismicità locale dei Comuni di Albisola Superiore e Stella è riportata entro i database dell'INGV:

Albisola Superiore

PlaceID IT_32446
Coordinate (lat, lon) 44.334, 8.513
Comune (ISTAT 2015) Albisola Superiore
Provincia Savona
Regione Liguria
Numero di eventi riportati 9

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3-4	1808	04	02	16	43		Val Pellice	105	8	5.64
F	1808	04	02	20	15		Val Pellice	15	7	5.02
7	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
F	1968	04	18	19	38	1	Liguria occidentale	51	7-8	4.93
4	1968	09	07	16	49	5	Savonese	12	5	4.39
5	1970	12	31	22	04	4	Liguria occidentale	79	6	4.62
2-3	1989	12	26	19	59	5	Mar Ligure	290		4.46
4-5	1993	07	17	10	34	5	Liguria occidentale	336	5	4.34
2-3	1996	11	25	19	47	2	Liguria occidentale	18		4.01

Stella (San Giovanni)

PlaceID IT_32928
Coordinate (lat, lon) 44.392, 8.497
Comune (ISTAT 2015) Stella
Provincia Savona
Regione Liguria
Numero di eventi riportati 4

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
4-5	1963	07	19	05	46	0	Mar Ligure	412		5.95
3-4	1989	12	26	19	59	5	Mar Ligure	290		4.46
4	1993	07	17	10	34	5	Liguria occidentale	336	5	4.34
4	2001	02	06	22	28	4	Mar Ligure	47	4-5	4.17

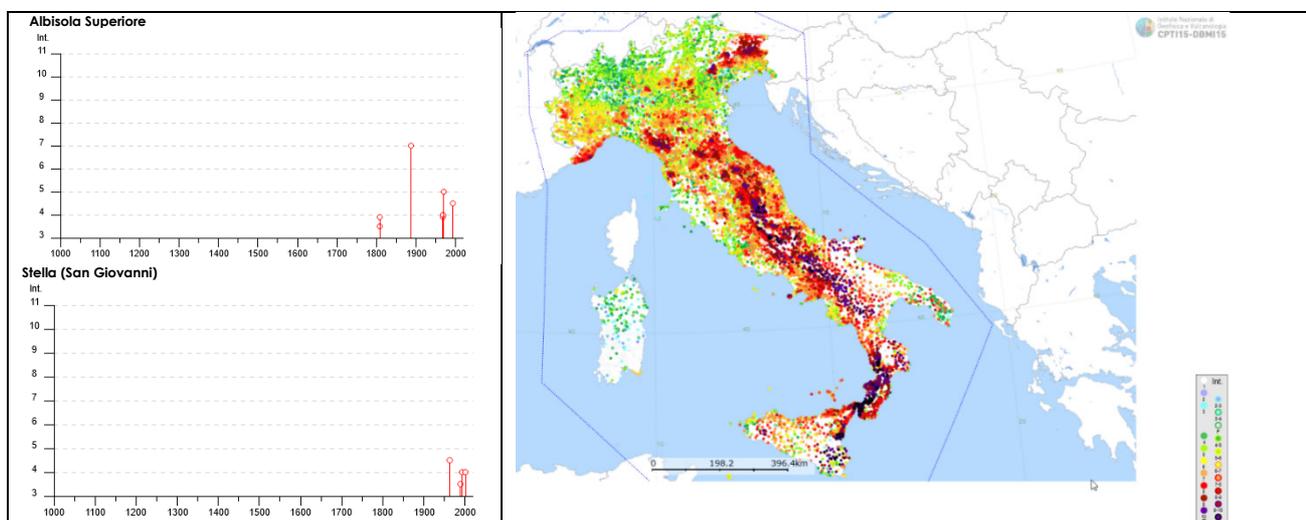
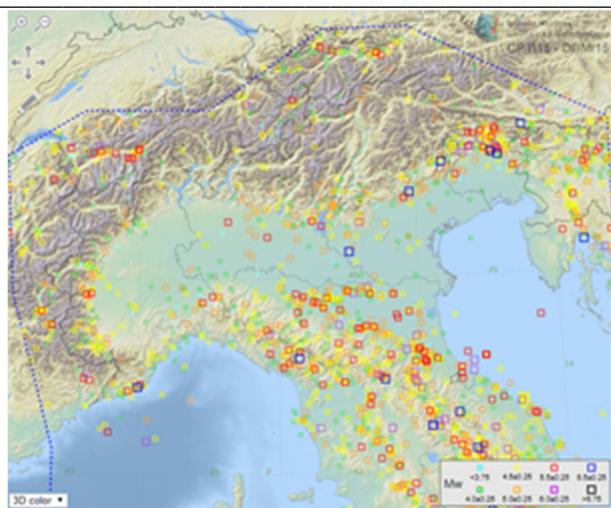
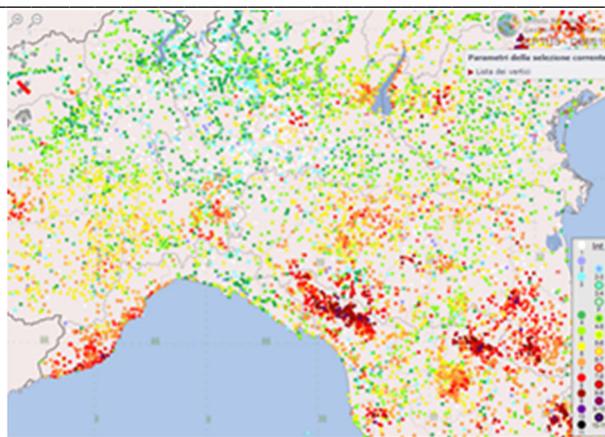


Figura 9.1.5: sismicità storica di Comuni di Albisola Superiore e Stella



**Estratto CPTI15 (catalogo parametrico dei terremoti italiani)
- dall'anno 1000 al 2014**



Estratto DBMI15 - Database macrosismico dei terremoti italiani.

Il principale terremoto storico verificatosi in quest'area di Liguria è pertanto rappresentato dall'evento del 23 febbraio 1887 ($M_w=6.27$, catalogo parametrico NT4.1) la cui ubicazione epicentrale è ubicata nella Liguria Occidentale. La bassa pericolosità sismica del territorio in esame, nonostante le numerose testimonianze storiche, si evince dall'esame di quella nazionale riportata nella seguente mappa:

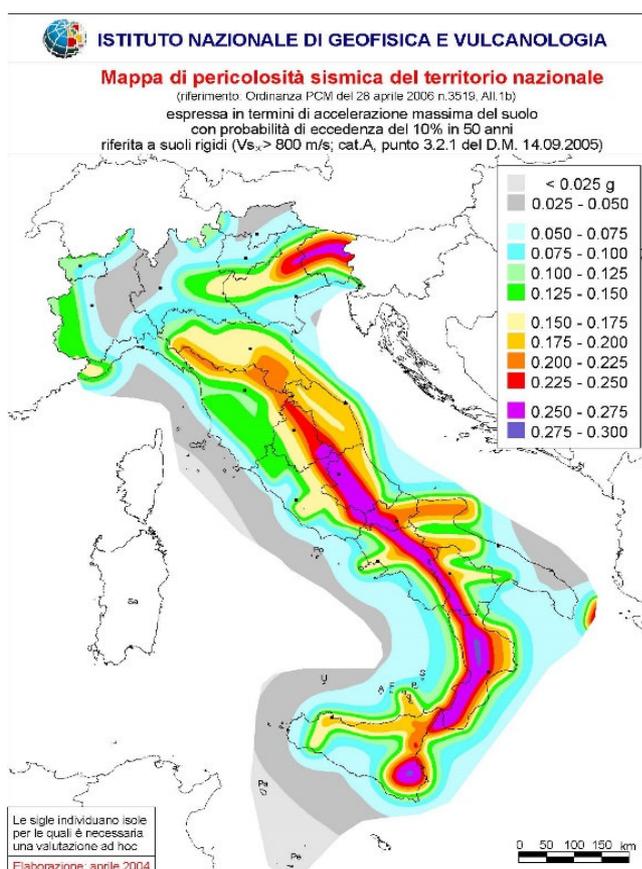


Figura 9.1.6: Mappa di pericolosità sismica MPS04

Il grado di sismicità attesa nella zona di Comuni Albisola Superiore e Stella è dato da diverse strutture sismogenetiche, le più vicine delle quali sono la ITCS130 - Imperia Promontory e la ITCS022 - Imperia Promontory com'è visibile nella seguente rappresentazione.

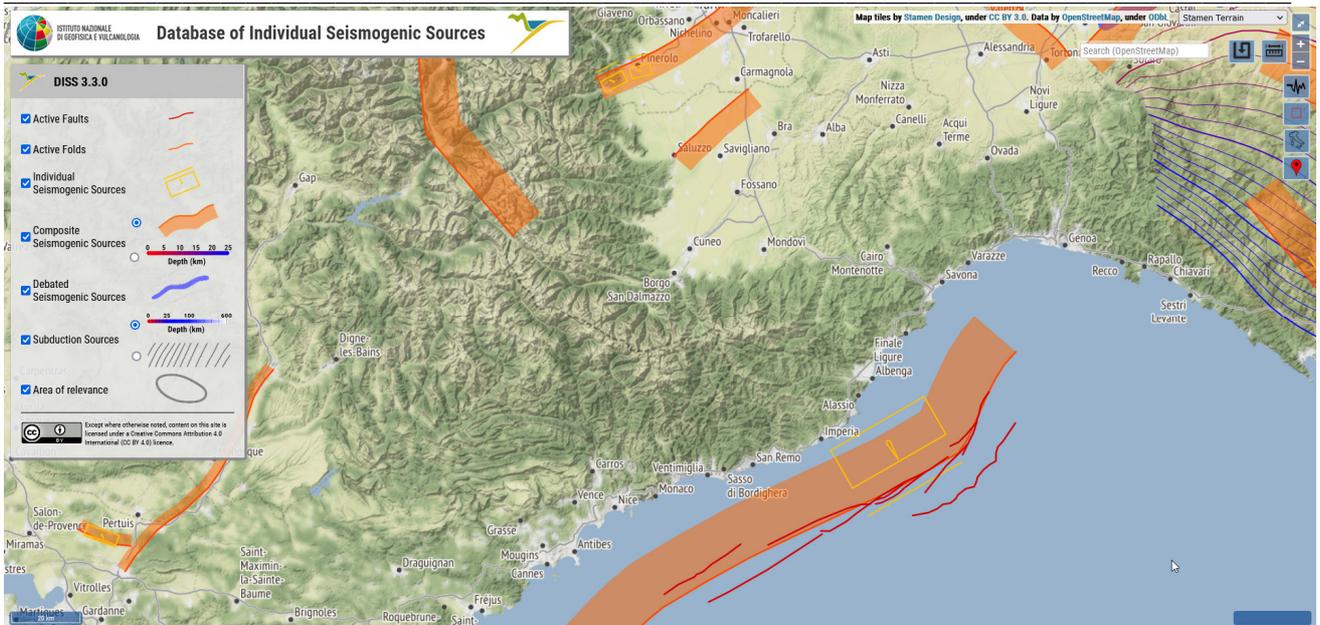


Figura 9.1.7: Schermata del Database DISS dell'INGV.



Figura 9.1.8: Particolare della Neotectonic Map of Italy pubblicata dal CNR.

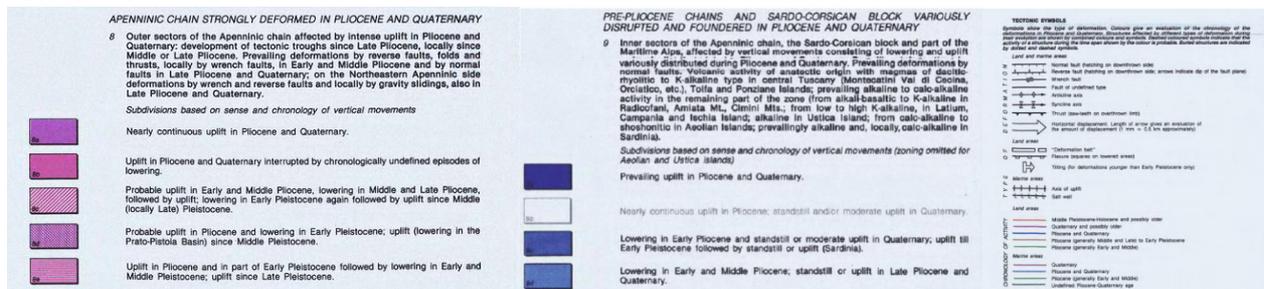


Figura 9.1.10: Legenda

9.2 Classificazione sismica della Regione Liguria.

L'area ricade nei comuni di Albisola Superiore e Stella ed ai sensi delle DGR Liguria 216/2017 e 962/2018 risultano inseriti nelle seguenti Zone sismiche:

Comune	Zona Sismica
Albisola Superiore	4
Stella	4

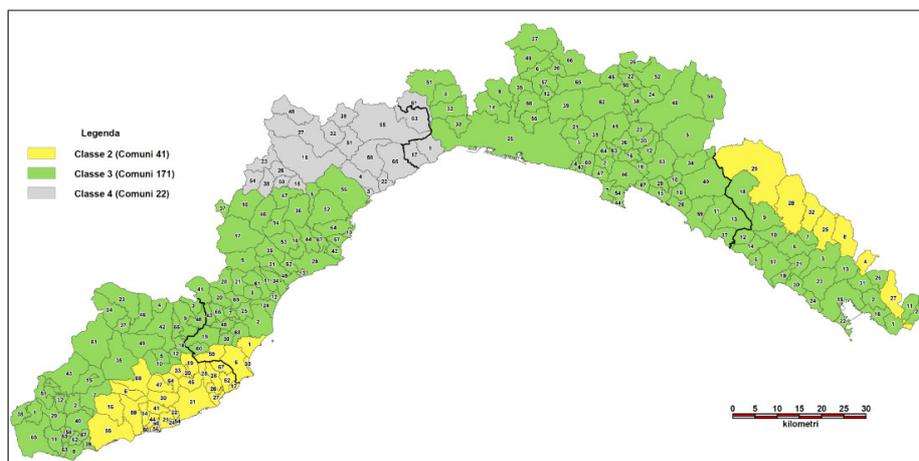


Figura 9.2.1: Cartografia Regionale della Regione Liguria

INQUADRAMENTO DELL'AREA NELL'AMBITO DEGLI STUDI E DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DELLA REGIONE LIGURIA.

L'area oggetto di intervento ubicata nei Comuni di Albisola Superiore e Stella non risulta essere inserita entro le aree soggette a liquefazione ai sensi della DGR. n. 535 del 18.06.2021, e non ostante ciò non ricade in ambiti urbanistici riconducibili ad ambienti geomorfologici riconducibili ai tipi A e B della tabella B del §.1 - Condizioni e Contesti territoriali di applicazione dell'Allegato 1 della DGR, pertanto, l'intervento è fattibile nel rispetto degli accertamenti ordinari attesi dalle vigenti Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC2018) sulla base di opportuni approfondimenti geologico-geotecnici.

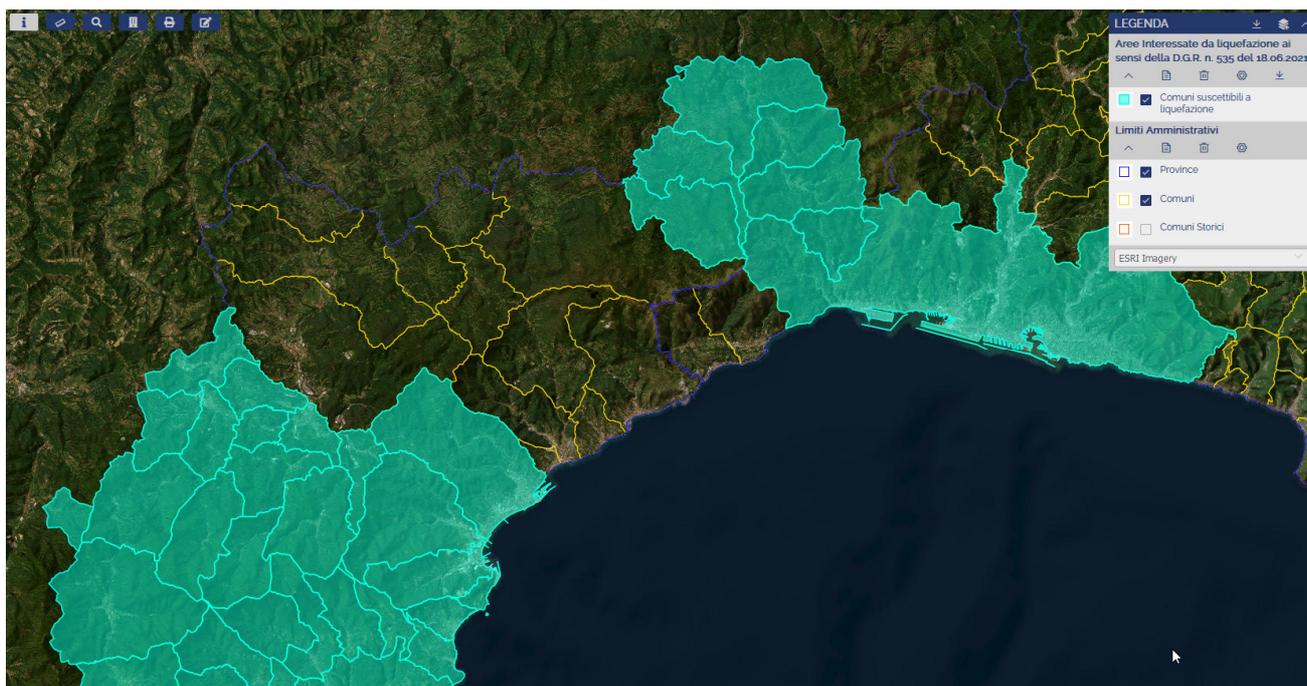


Figura 9.2.2: Cartografia Regionale della Regione Liguria – Comuni soggetti a liquefazione

In riferimento alle MS1: Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (M.O.P.S.) della Regione Liguria l'area globale di intervento risulta sempre esterna alle perimetrazioni effettuate oppure interessata da aree stabili o in corso di approfondimento (studi effettuati su altri Comuni).

Infine, relativamente alle Zone Sismogenetiche della Liguria individuate dalla D.G.R. 534 del 18.06.2021 l'area oggetto di intervento non risulta interessata da faglie Attive Capaci (FAC) e neppure da Faglie Attive Potenzialmente Capaci (FPAC).

Azione sismica

Con l'entrata in vigore delle summenzionate NTC la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio legato al sito di costruzione e le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, "periodo di riferimento", espresso in anni e denominato V_R , in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento del periodo di riferimento" è denominata P_{VR} .

La pericolosità sismica è definita in termini di:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale;
- T^*c periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale.

Nelle NTC la stima della pericolosità sismica si basa su una griglia di 10.751 punti ove vien fornita la terna di valori a_g , F_0 e T^*c per nove distinti periodi e tale calcolo viene determinato via software conosciute le coordinate geografiche in gradi decimali.

VITA NOMINALE DELL'OPERA STRUTTURALE.

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è stata destinata e per le diverse opere è riportata nella seguente Tabella 2.4.I tratta dalle NTC.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPICI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Sulla base dei dati di progetto la V_N del nostro caso è definibile come ≥ 100 anni a causa dei livelli di prestazioni elevati della struttura.

CLASSI D'USO.

Alla presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono definite in classi d'uso come di seguito definite.

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV,

reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

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

Sulla base dei contenuti sopra richiamati il progetto in parola ricade in una tipologia di Classe d'uso IV.

PERIODO DI RIFERIMENTO.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di osservazione V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N * C_U$$

Dove il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe, come mostrato nella seguente Tabella 2.4.II delle NTC.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Nel caso in esame l'interpolazione dei dati consente di definire $V_R = 200$ anni.

CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO.

Al fine di pervenire ad una corretta modellazione sismica è necessario tenere conto sia delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera sia delle condizioni topografiche poiché entrambi i fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale: tali modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza sono il risultato della risposta sismica locale.

In particolare, si definiscono:

- **effetti stratigrafici** – quelli legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- **effetti topografici** – quelli legati alla configurazione topografica del piano di campagna.

Gli effetti della risposta sismica locale sono valutati con metodi semplificati ed è attribuita al sito la pertinente categoria di sottosuolo come definita nella seguente Tabella 3.2.II e ad una delle categorie topografiche tratte dalla seguente Tabella 3.2.III entrambe riportate nelle NTC. Dove le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali quali creste e dorsali allungate e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore a 30 metri.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grava grossa molto addensati o terreni a grava fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grava grossa mediamente addensati o terreni a grava fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grava grossa scarsamente addensati o di terreni a grava fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI.

La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta; specificatamente l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente $S = S_s \cdot S_T$ dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tabella 3.2.V – NTC)

S_T = coefficiente amplificazione topografica (vedi Tabella 3.2.VI NCT)

Per le varie categorie di sottosuolo i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati in funzione dei valori F_0 e T^*c relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tabella 3.2.V, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi. Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati in tabella 3.2.VI in funzione delle categorie topografiche precedentemente definite in relazione all'ubicazione dell'intervento.

Tabella 3.2.V – *Espressioni di S_s e di C_c*

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.VI – *Valori del coefficiente di amplificazione topografica S_T*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza del bordo superiore	1,0÷1,2
T3	In prossimità della cresta	1,0÷1,2
T4	In prossimità della cresta	1,2÷1,4

10. 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: localizzato
 - Rischio frana potenziale: localizzato
 - 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: localizzato come distacchi
 - Rischio di crollo massi potenziale: localizzato come distacchi.
- **Rischio sismico: medio, con un sisma "storico" con Mw > a 6.27.**
 - Rischio liquefazione attuale: da valutare a seguito di indagini geognostica
 - Rischio liquefazione potenziale: da valutare a seguito di indagine geognostica
- **Rischio cavità: assente.**

PRESCRIZIONI GENERALI

L'intervento in progetto è un intervento di nuova edificazione degli aerogeneratori afferenti il Parco Eolico Bric Cian de Vache, per l'esecuzione del quale si forniscono qui le seguenti prescrizioni operative minime, da considerarsi per tutte le opere previste nel progetto, e che dovranno essere soggette a revisione in fase esecutiva:

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

- i distacchi di elementi lapidei e porzioni di coltre dalle superficie definitive di rimodellamento del versante, intrinseci nell'esposizione delle stesse agli atmosferici, potranno essere contenuti tramite opportune opere di contenimento (reti o altro) oppure essere evitati tramite un opportuno programma di manutenzione comprendente consolidamenti locali e disgaggi da effettuarsi con cadenza temporale prefissata e ravvicinata. Tale programma di manutenzione, seppur scadenziato diversamente, dovrà essere previsto anche in caso di posa di opere di contenimento;
- le strutture di fondazione dovranno essere dotate di monitoraggio tale da verificare le previsioni progettuali e gli standard di esercizio;
- per tutte quelle opere da eseguirsi in rilevato sarà necessario provvedere ad una bonifica del sottofondo ed a costituire rilevati strutturati atti a sopportare le sollecitazioni indotte dalle strutture;
- per tutte le opere lineari e non lineari che localmente interferiranno con zone di dissesto segnalate in cartografia ed evidenti sul terreno, sarà necessario provvedere con soluzioni progettuali idonee; particolarmente tali soluzioni dovranno ridurre l'azione ipogea di eventuali deflussi di circolazione;
- le opere di rimodellamento necessarie agli adeguamenti delle sezioni stradali dovranno avere scarpate contenute entro i 45° e stabilizzate per mezzo di opere di ingegneria naturalistica (inerbimenti, palizzate, viminate ecc.). Qualora necessario per adeguamento ai carichi stradali previsti potranno essere utilizzate opere decisamente più impattanti, ma che permetteranno di assumere angoli di imposta più ripidi quali terre armate e gabbioni che dovranno puntualmente essere calcolate al termine di idonea caratterizzazione geotecnica dei materiali e dei sedimenti di imposta delle strutture. Qualora si rendessero necessarie riprofilature in roccia, la scarpata finale, ove interessata da fenomeni di instabilità dovrà essere opportunamente consolidata per mezzo di reti e/o chiodature/tirantature.
- 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)