

PARCO EOLICO SV6 - BRIC DEI MORI

Il Committente:

Duferco
Sviluppo

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

Oggetto:

RELAZIONE GEOLOGICA E DI
PERICOLOSITA' SISMICA

Titolo:

RELAZIONE GEOLOGICA: COLLEGAMENTO
DA CABINE A PUNTO DI CONSEGNA



Dott.ssa Geologo Sabrina Santini
Dott. Geologo Alessandro Canavero

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

SCALA: N.A.

FORMATO: A4

GIUGNO 2024

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
23016	EO	DE	GE	R	09	0002	A

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



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

Geom. Domenico Bresciano

ANALISI GEOLOGICA A CURA DI:

Studio Associato
di Geologia Tecnica



Sede Legale: Piazza Diaz n. 11/5 - 17100 SAVONA (SV)
TEL. 331.2334884/393.5172231, email geolab@studiogeolab.it
Website: geolab@studiogeolab.it

I Tecnici:

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini
Dott. Geologo Alessandro Canavero

File: testalino relazione geologo 2010.dwg

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

INDICE

0. SOMMARIO	3
1. OGGETTO DELL'INCARICO	3
2. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.:	5
3. INTERVENTO IN PROGETTO – COLLEGAMENTO ELETTRICO TRA SOTTOSTAZIONE UTENTE E PUNTO DI CONSEGNA	6
4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE – COLLEGAMENTO ELETTRICO SOTTOSTAZIONE/PUNTO DI CONSEGNA	6
4.1 GEOLOGIA	8
4.2 DISSESTI	14
4.3 AREE ESONDABILI	16
4.3 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO	18
5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	22
6. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI	22

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 7 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2 MW, per una potenza globale di 43.4 MW, da collocare sotto i crinali montani che dal Bric dei Mori raggiungono Bric Bombarda passando per Bric Ciassa, Fossa Lavagnin, Pian dei Buschi e Bric Bossarina nel territorio dei comuni di Cairo Montenotte e Pontinvrea.

1. OGGETTO DELL'INCARICO

Su incarico conferito dalla Duferco Sviluppo S.p.A., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Bric dei Mori e di tutte le opere accessorie e connesse.

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

In sintesi, nell'ambito della stesura di questo elaborato, per quanto riguarda gli aspetti geologici, sono state eseguite le attività di rilevamento geomorfologico, geologico e sismico da cui sono emerse le principali caratteristiche del sito. Il presente elaborato è stato specificatamente redatto per il collegamento elettrico tra la sottostazione utente in Comune di Pontinvrea ed il punto di consegna nel Comune di Altare, opera che attraversa i comuni di Pontinvrea, Cairo Montenotte, Savona e Altare.

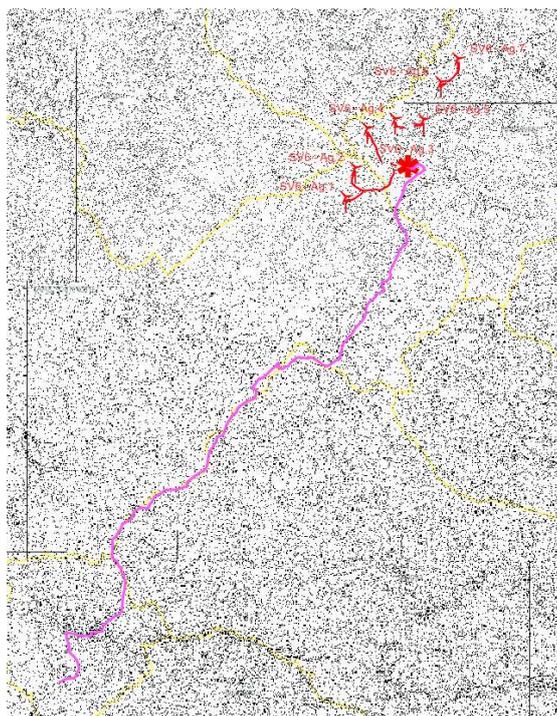


Figura 1.1: Inquadramento dell'intervento su limiti amministrativi

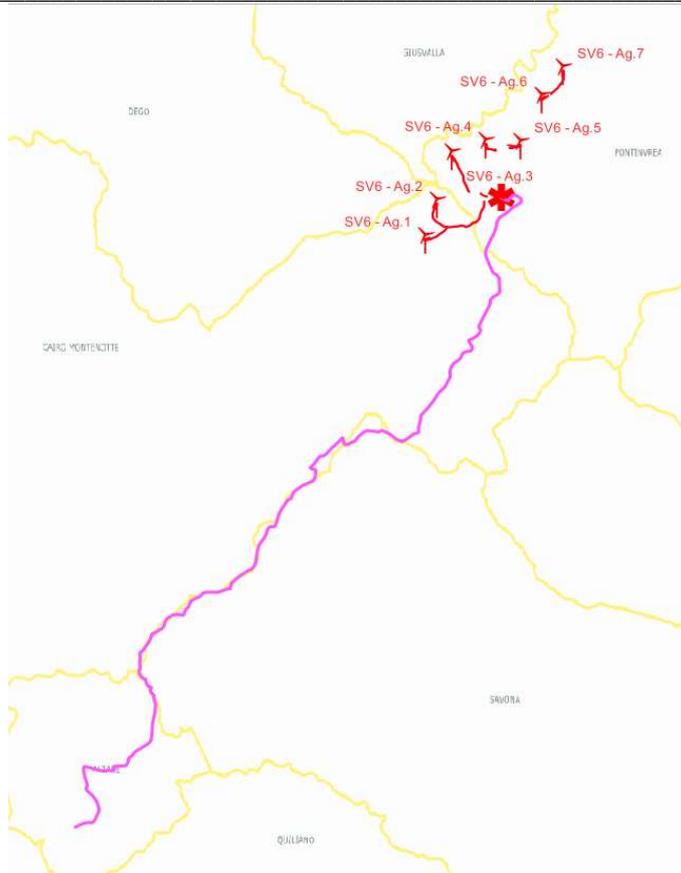


Figura 1.2: Inquadramento dell'intervento su CTR

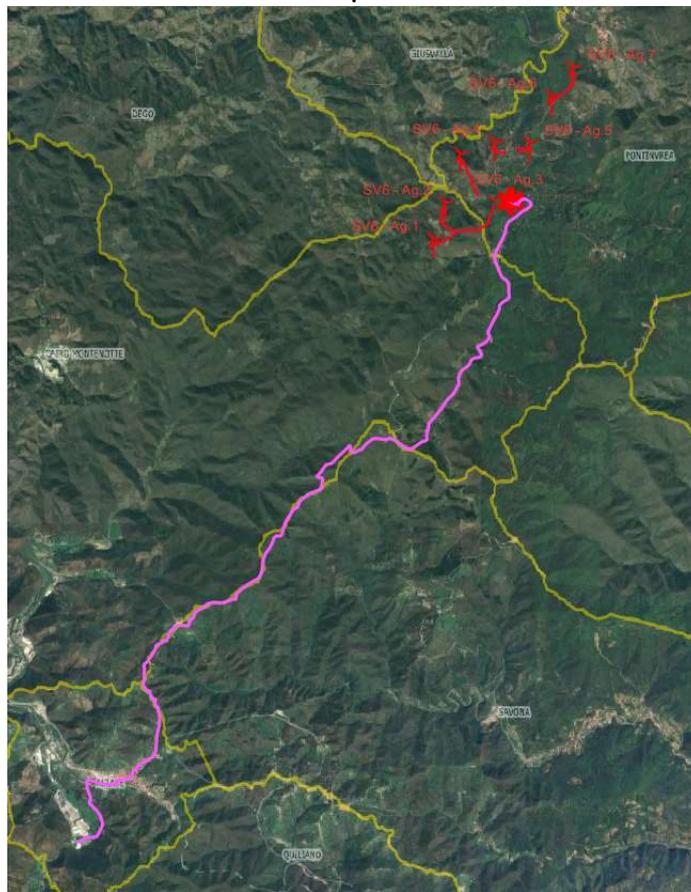


Figura 1.3: Inquadramento dell'intervento su ortofoto

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.

<u>D.M. 17/01/2018</u>	<u>Circolare C.S. LL.PP n° 7/2019</u>
<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. 	
<p>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</p>	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - caratteristiche geologiche e successione stratigrafica locale (assetto litostrutturale e stratigrafico, stato di alterazione e fessurazione, distribuzione spaziale e rapporti tra 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;

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.

- assetti 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.

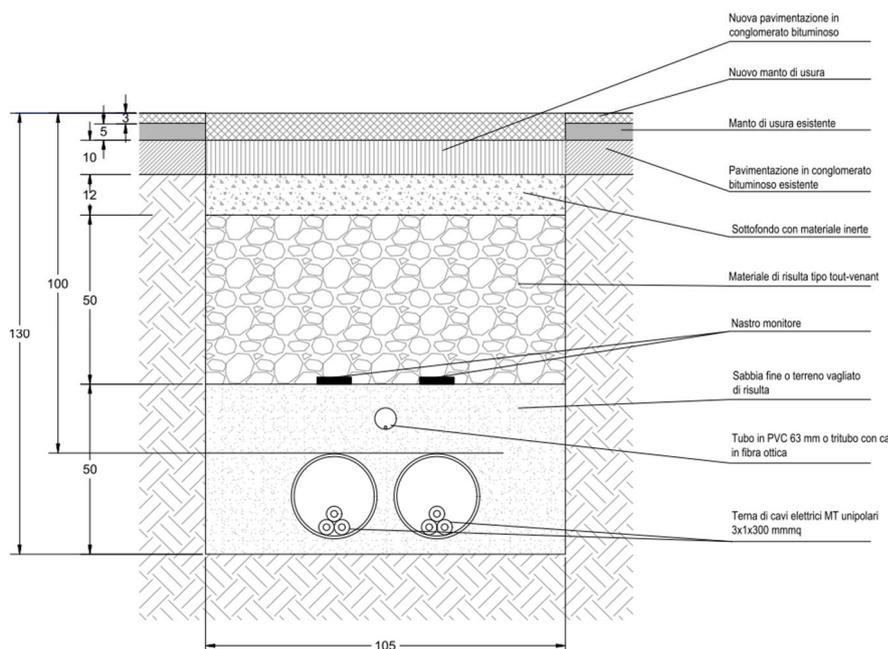
Alla luce degli elementi emersi dalle indagini e dai rilievi svolti, si ritiene di poter esporre quanto segue.

3. INTERVENTO IN PROGETTO – COLLEGAMENTO ELETTRICO TRA SOTTOSTAZIONE UTENTE E PUNTO DI CONSEGNA

Posa cavidotto interrato AT di collegamento tra la sottostazione ed il punto di consegna

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

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



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

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

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

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

4. QUADRO GEOLOGICO E SISMICO LOCALE – COLLEGAMENTO ELETTRICO SOTTOSTAZIONE/PUNTO DI CONSEGNA

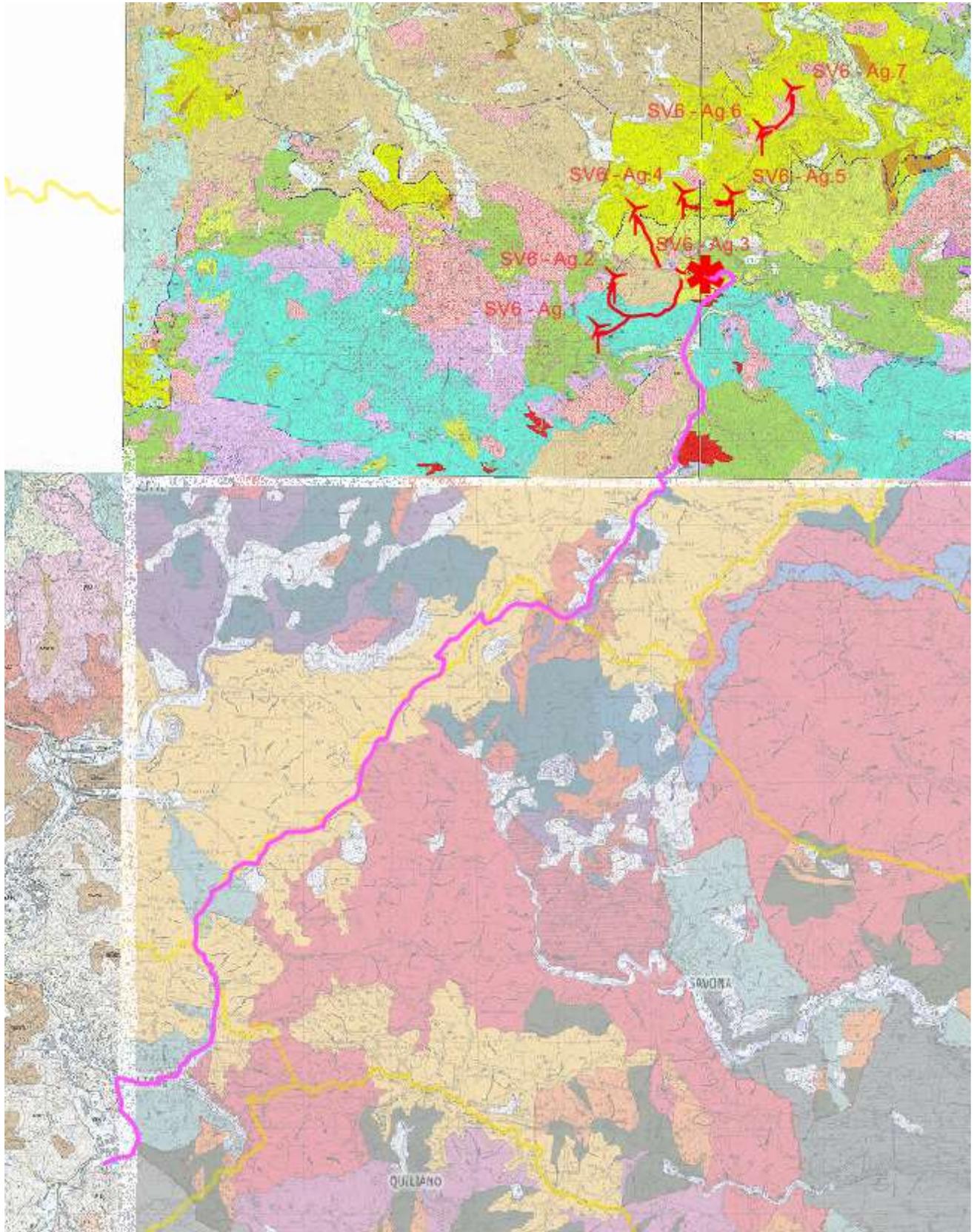
Il collegamento si diparte dalla sottostazione utente ubicata in Comune di Pontinvrea per giungere al punto di consegna ubicato in Comune di Mallare per uno sviluppo di circa 24 Km per la quasi totalità al di sotto di manto stradale.

Coordinate piane: EPSG 3003			
----	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
Sottostazione Utente	1453565	4918736	595
Punto di consegna	1446636	4809384	399

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

4.1 GEOLOGIA

Oltre a depositi fluviali recenti ed attuali, lungo il tracciato della connessione affiorano le seguenti litologie evidenti nello stralcio cartografico allegato:



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

UNITA' DI CALIZZANO-SAVONA

- **Ortogneiss metagranitoidi II (Γ)** metagranitoidi con impronta metamorfica alpina di età attribuibile al *Carbonifero inferiore*.
- **Miloniti (m)** cataclasiti, miloniti e blastomiloniti indifferenziate di rocce del basamento con intensa sovrainpronta metamorfica alpina deformativa, spesso polifasica.

UNITA' TETTONOMETAMORFICA DI VOLTRI

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

UNITA' TETTONOMETAMORFICA DI MONTENOTTE

- **metasedimenti silicei di Isola (QRA)** Affiorano in affioramenti non molto estesi e sono costituiti da scisti silicei, fortemente ricristallizzati, di colore generalmente rosso, con contenuto variabile di fillosilicati e carbonati, e metasedimenti silicei ematitici più o meno pelitici (ftaniti) a colorazione rosso-bruna, talvolta con livelli verdastri o grigi. Età presunta *Giurassico Superiore*.
- **Metagabbri di Rocca Ghingherina (MGH)** Affiorano in corpi estesi, grossolanamente allungati, sono costituiti da metagabbri ad ossidi di Fe e Ti, meta-quarzodioriti e plagiograniti in giacitura filoniana. La grana è variabile da centimetrica a millimetrica e le tessiture variano da isotrope, a occhiate, a listate. Queste ultime tessiture (talora a relitti di diopside e orneblenda bruna) sono localmente ben sviluppate e attraversate da filoni basaltici associati a vene ad orneblenda bruna, ciò che indica una genesi probabilmente legata a deformazioni e metamorfismo di fondo oceanico. In alcuni casi, corpi di dimensioni decametriche di metagabbri e metadioriti a ossidi di Fe e Ti, plagiograniti, metadoleriti e metabrecce ofiolitiche, sono intimamente associati e non cartografabili separatamente. L'età presunta è il Giurassico superiore.

- **Metagabbri del Bric Sportiole (MBS)** Affiorano in corpi estesi, grossolanamente allungati in direzione est - ovest in corpi e lenti meno estese associati alle serpentiniti e ai metagabbri di Rocca Ghingherina. Sono prevalenti metagabbri chiari a grana da media e medio-grande, e tessiture primarie da isotrope a milonitiche, generalmente ben conservate, localmente attraversati da dicchi basaltici. L'età presunta è compresa tra il *Giurassico medio e superiore*.
- **Serpentiniti di Bric Autzè (TIG)** Consistono in serpentiniti a crisotilo \pm lizardite \pm antigorite, frequentemente a relitti mineralogici e tessiture di lherzolite, spesso cataclastiche. Il crisotilo è presente anche in vene. Affiorano in grossi corpi allungati in direzione est - ovest, al limite settentrionale dell'unità e in lenti sottili interdigitate con i metagabbri. L'età presunta è compresa tra il *Giurassico medio e superiore*.
- **Calcari cristallini (CC)** calcari cristallini grigi, quarzo micacei, caratterizzati da fissilità grossolana localmente marmorei con picchiettature di quarzo (Giurassico – Cretaceo inferiore).
- **Filladi (f)** metapeliti scistose generalmente molto fissili caratterizzati da lucentezza dei letti micacei (Cretaceo inferiore).

BACINO TERZIARIO PIEMONTESE

La successione del Bacino Terziario Piemontese o (BTP) si sviluppa prevalentemente lungo il confine Piemonte-Liguria e subordinatamente come lembi isolati nella porzione mediana e sul versante meridionale dell'insieme di catena Alpi Liguri - Appennino Ligure-Emiliano. Il BTP può essere interpretato come un bacino da tardo- a post-orogeno poiché coinvolto nelle fasi deformative tardo-orogeniche e successivamente alimentato dall'erosione dell'orogene stesso; è altresì un bacino episuturale, in quanto viene a svilupparsi al di sopra della giunzione tra la catena alpina e quella appenninica, mascherandola almeno in parte ed è, infine, un bacino epi-mesoalpino dato che si imposta sui vari domini alpini strutturati dalla fase Mesoalpina. La storia deposizionale del BTP è strettamente controllata dalle fasi tettoniche cenozoiche dell'orogenesi alpino-appenninica, ma anche da variazioni eustatiche, che determinano una successione sedimentaria di ambiente da continentale a marino, che copre l'intervallo di tempo compreso fra l'Eocene superiore ed il Miocene superiore e che riposa in discordanza sulle Alpi Liguri e sul settore nord-occidentale dell'Appennino settentrionale.

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

- **Formazione di Molare (O, MOR, MORt, MORm)** affiora diffusamente entro l'area di intervento. La formazione di Molare è una unità litostratigrafica prevalentemente clastico-terrigena e subordinatamente carbonatica, attribuita all'Oligocene. I litotipi più frequenti sono rappresentati da conglomerati poligenici, eterometrici, a tessitura grano-sostenuta, con clasti arrotondati di dimensioni variabili da qualche millimetro a diversi metri, localmente fino alla

decina di metri. La stratificazione è spesso poco distinta o assente; ove sia osservabile, la potenza degli strati varia da metrica a plurimetrica, con frequenti fenomeni di clinostratificazione. Nel complesso le caratteristiche suggeriscono un apparato deposizionale di fan-delta contigui e coalescenti, con associazioni di facies da prossimali a intermedie. Procedendo verso l'alto stratigrafico, la successione comprende livelli arenacei e marnoso-siltosi, il cui contenuto paleontologico ne permette l'attribuzione all'Oligocene. Nell'area di interesse i tipi litologici rappresentati nei clasti sono principalmente quelli dell'Unità Voltri e dell'Unità Montenotte, anche se localmente ricorrono termini alimentati dalle unità di margine continentale. Soprattutto per gli orizzonti basali, la deposizione avveniva su di un substrato dalla morfologia irregolare, con riempimenti di depressioni preesistenti; la superficie di appoggio sul substrato pre-oligocenico è quindi geometricamente irregolare e spesso non è congruente con le giaciture della stratificazione. Nell'ambito di questa formazione sono state riconosciute litofacies di ambiente continentale o transizionale (**MOR**), litorale e sublitorale molto superficiale (**MORt**) e marino sublitorale relativamente profondo (**MORm**), che verranno descritte qui di seguito dalla più bassa alla più alta stratigraficamente.

- o **MOR**: la facies **MOR** è rappresentata da conglomerati da fini a grossolani, poligenici, mal classati, con matrici arenaceo-sabbiose, organizzati in corpi a geometria lenticolare di potenza ed estensione laterale molto variabile, da arenarie da fini a grossolane, poligeniche, da moderatamente a mal classate, con matrice pelitica e subordinato cemento carbonatico, in strati lenticolari di potenza ed estensione laterale molto variabile e subordinatamente da peliti (essenzialmente siltiti a cemento carbonatico) e da brecce analoghe alle brecce della Costa di Cravara. Questa facies rappresenta condizioni pre-trasgressive con sedimentazione in ambiente di conoide e piana alluvionale, di palude e lacustre, lagunare e paralico, in un quadro climatico di tipo tropicale. Localmente (ad es. Santa Giustina) nella parte sommitale della successione si intercalano depositi di ambiente di spiaggia sommersa e sublitorale molto superficiale, costituiti da siltiti, arenarie e conglomerati, nei quali occasionalmente si incontrano livelli di biocostruzione a coralli ramosi. Il contenuto fossilifero delle facies continentali, in alcuni casi estremamente abbondante e ben conservato, in altri del tutto assente, comprende abbondanti resti di vegetali superiori carbonificati (foglie, rami e tronchi di felci, conifere e angiosperme) e malacofaune dulcicole o salmastre (*Polymesoda* sp., *Ampullinopsis* sp. e *Potamididae*) e più raramente girogoniti di *Characeae*, resti di tartarughe (*Trionyx* sp.) e piccoli coccodrilli
- o **MORm**: la facies **MORm** è rappresentata da litareniti e areniti ibride da grossolane a fini, poco o mal classate, con matrice siltosa e cemento calcareo, più o meno intensamente bioturbate, organizzate in strati mal distinguibili e con laminazione pian parallela poco riconoscibile; localmente sono interessate da diffusi fenomeni di riprecipitazione del CaCO_3 che portano alla formazione di blocchi fortemente cementati, che simulano una stratificazione. Seguono e localmente si intercalano nelle areniti sopra descritte, siltiti grossolane e siltiti marnose con prevalente cemento calcareo, più o meno intensamente bioturbate, in strati mal distinguibili e con frequente laminazione pian parallela, spessa,

ondulata e discontinua. Il contenuto paleontologico comprende malacofaune (frequenti pettinidi ed ostriche), anellidi, rari foraminiferi planctonici e più frequenti bentonici (tra cui Operculina spp., Amphistegina sp., e rara Nephrolepidina sp.), Alghe calcaree rosse. L'ambiente deposizionale che si deduce dalle caratteristiche di questa litofacies è marino di piattaforma interna distale. L'età indicata dal contenuto paleontologico è l'Oligocene superiore.

Nell'area tra il forte Lodrino inferiore e il Bric Riondo, i rapporti tra le formazioni del Gruppo di Voltri e quelle del Bacino Terziario Piemontese ed interni allo stesso BTP sono tali da permettere di ipotizzare il thrust di una scaglia di rocce sedimentarie al di sopra di altre rocce sedimentarie con senso di taglio analogo a quanto già evidente anche in altri siti limitrofi dove le litologie del Gruppo di Voltri sovrascorrono quelle del BTP top-to E-NE: tale attività tettonica sembra riconducibile alla fase di età basso miocenica.

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

Nel dettaglio nell'area di intervento sono presenti:

- **Depositi alluvionali terrazzati (bn1-2);** Depositi da ghiaiosi a sabbiosi, talora debolmente limosi, di spessore variabile, generalmente poligenici, posti a quote più elevate rispetto agli alvei attuali. Spesso si presentano pedogenizzati e parzialmente coperti da depositi colluviali. Talvolta estesi depositi alluvionali antichi, talora terrazzati, sono cartografati lungo i corsi d'acqua principali, localmente frammisti a materiali di origine mista della frangia pedemontana. Nei depositi alluvionali antichi più estesi sono stati individuati almeno due ordini di terrazzi: più basso e recente il primo (**bn1**), più alto e antico il secondo (**bn2**).
- **Alluvioni (A1);** alluvioni fluviali attuali e recenti;
- **Coltri eluvio-colluviali (b2),** qui costituite da coperture detritiche di spessore da medio ad elevato, dovute ad alterazione in situ e, in seguito, mobilizzate da processi di versante ad opera di gravità e acque correnti e superficiali, costituite da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e/o sabbiosa. Talvolta tali accumuli risultano pedogenizzati e frammisti a materiali di diversa origine (detritica o fluviale), in particolare nell'ambito della frangia pedemontana lungo i principali corsi d'acqua. Tali materiali presentano caratteristiche composizionali, geotecniche e idrogeologiche assai variabili. Sotto il profilo dell'equilibrio di versante, mostrano condizioni in molti casi al limite di stabilità: sono, quindi, soggette a lenti fenomeni di reptazione o improvvisi e repentini fenomeni di scoscendimento per azione di gravità e acque meteoriche e ruscellanti.
- **Depositi di frana (a1),** in generale, si tratta di accumuli caotici di origine gravitativa di materiali eterogenei ed eterometrici, costituiti da clasti di dimensioni da centimetriche a decimetriche, fino a blocchi, immersi in una matrice prevalentemente argillosa, più o meno abbondante, e con contenuto d'acqua variabile fino alla condizione di saturazione. In questa voce sono compresi sia i fenomeni recenti attivi o quiescenti sia quelli antichi inattivi o relitti.

Considerazioni relative alla presenza di amianto.

Le summenzionate rocce ofiolitiche affioranti possono contenere amianto naturale talvolta in concentrazioni superiori ai limiti di legge (1000 mg/kg; D.L.152 del 03/04/2006).

La presenza, la distribuzione e la concentrazione di minerali classificabili come amianto (crisotilo e in misura nettamente subordinata tremolite) in questi litotipi non è ubiquitaria e risulta estremamente variabile, essendo principalmente controllata dalle strutture legate alle deformazioni fragili locali e regionali. In queste rocce, infatti, il minerale del gruppo del serpentino nettamente più diffuso è rappresentato dall'antigorite; il crisotilo è presente in concentrazioni generalmente inferiori ai limiti di legge ed è intrinsecamente connesso alla tessitura della roccia, risultando difficilmente liberabile a meno di una comminuzione meccanica fine. Al contrario, nelle zone deformate, il crisotilo tende a concentrarsi entro sistemi di fratture e microfratture sia estensionali che di taglio, fino a rappresentare il serpentino prevalente e talvolta esclusivo. In questo caso, queste superfici di debolezza meccanica possono determinare il rilascio di fibre e una loro dispersione nell'ambiente, sia durante eventuali attività di scavo sia a seguito di processi erosivi naturali.

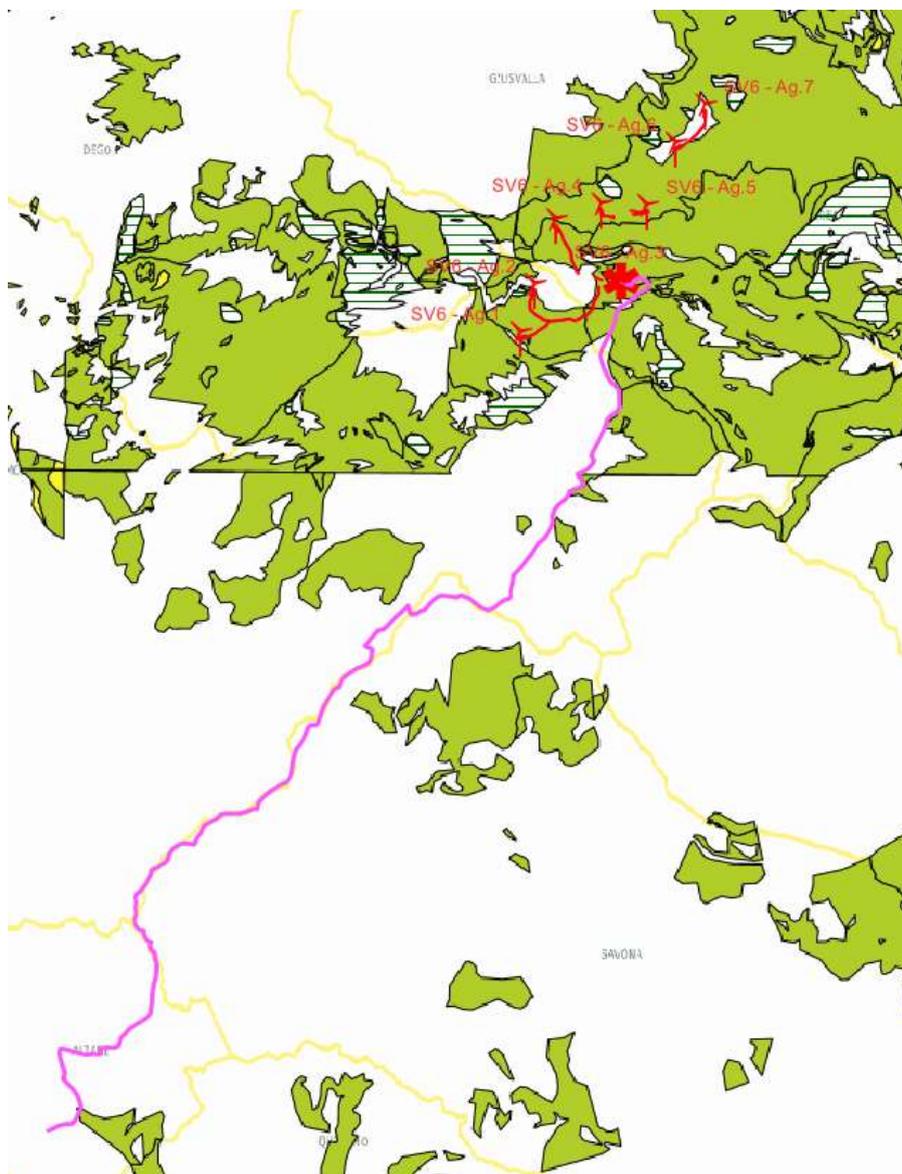


Figura 4.1.1: Regione Liguria- Cartografia Pietre Verdi – Ubicazione totalità aereogeneratori, viabilità e opere di connessione

4.2 DISSESTI

Il tracciato viario intra ed extra parco eolico lambisce, senza interferire direttamente con una serie di dissesti censiti entro la cartografia specializzata IFFI e/o con aree ad elevata suscettività al dissesto riportata nei PDB oppure riportate nelle cartografie della DGR Liguria 428/2021 "Disciplina di tutela per aree a pericolosità idraulica e geomorfologica da frana sui bacini padani - Provincia di Savona e di Imperia" nonché con aree ad elevata suscettività al dissesto riportata nei PDB ed in particolare presso le seguenti località:

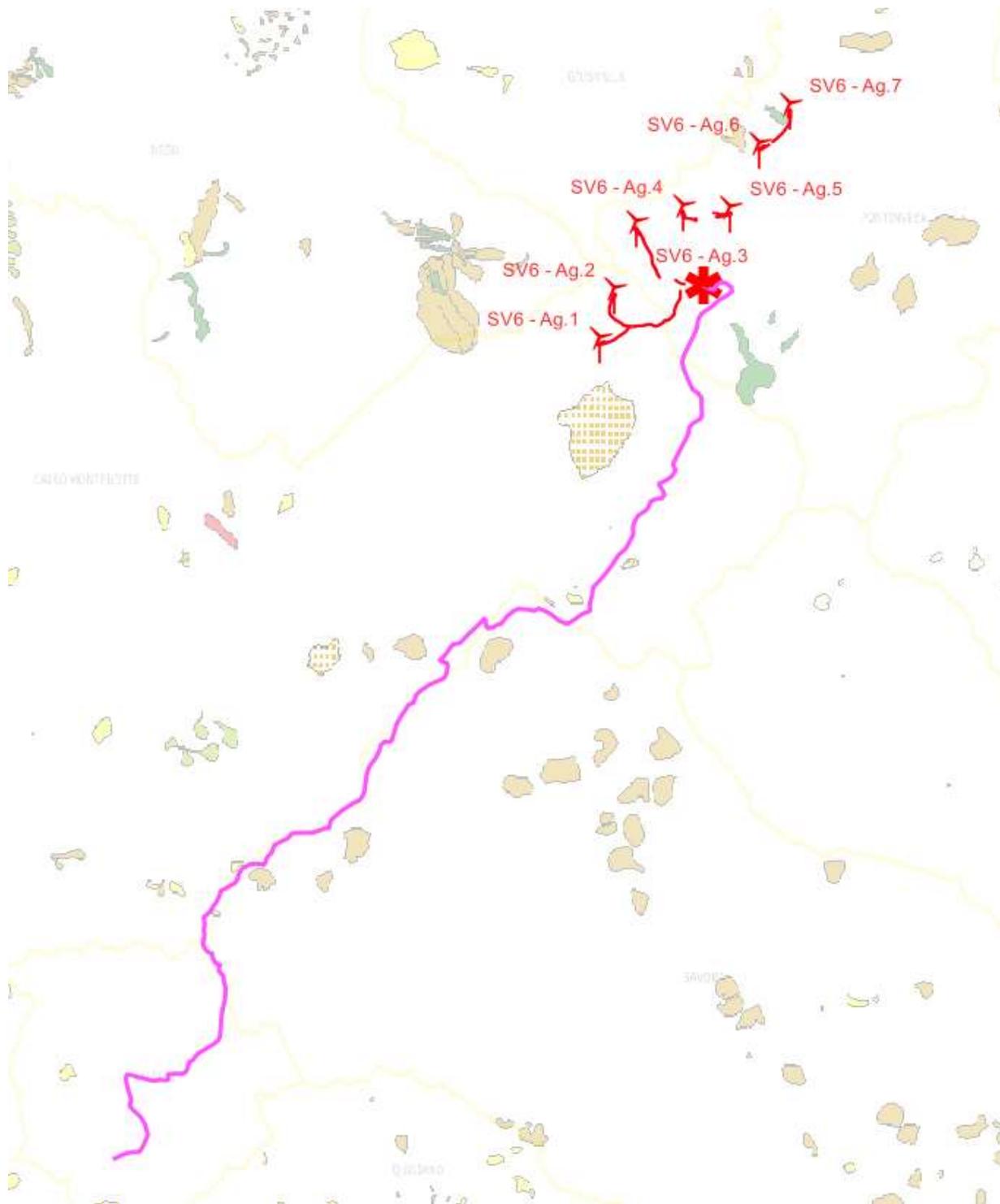


Figura 4.2.1: - Estratto Cartografie dei dissesti IFFI

• LOCALITA' CASE CERRIERA - Comune di Savona (SV)

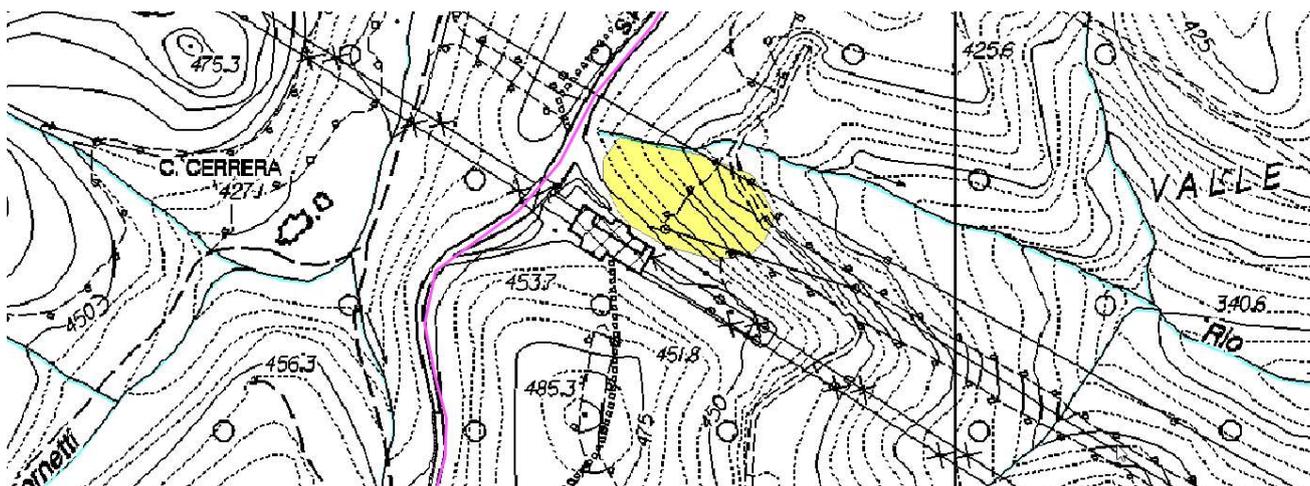


Figura 4.2.2: - Estratto Cartografie dei dissesti IFFI – Località Case Cerriera

Il tracciato risulta interessato da settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi entro 25 metri di distanza dal tracciato della connessione da scivolamenti traslazionali/traslattivi censiti con id fraa 0090246300 il cui stato di attività risulta variabile da attivo a sospeso.

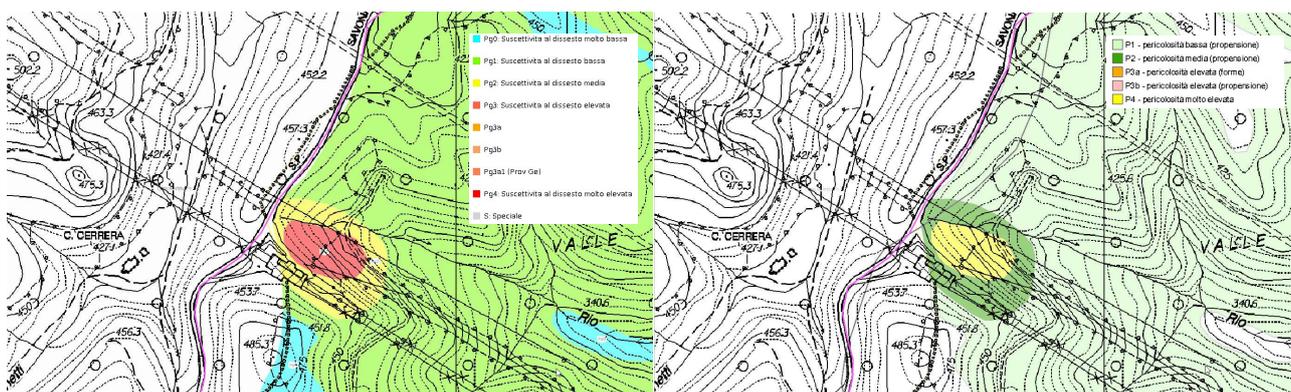


Figura 4.2.3: - Estratto Cartografie Piano di Bacino e PAI

In particolare, entro il PAI dell'Autorità di Bacino del distretto settentrionale il sito è stato inserito entro la perimetrazione P4, mentre nelle perimetrazioni della suscettività al dissesto del piano di bacino entro la zona a suscettività al dissesto molto alta Pg4.

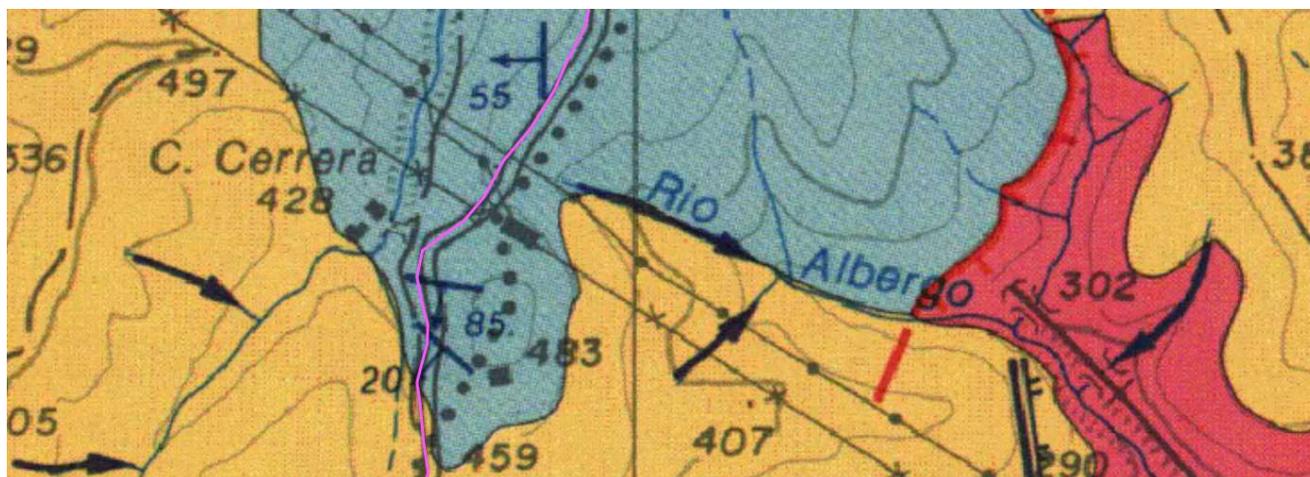


Figura 4.2.4: - Estratto Cartografie CARG

Le litologie presenti sono ascrivibili alle **Miloniti (m)** che localmente subaffiorano entro l'area di intervento e sono ascrivibili a cataclasiti, miloniti e blastomiloniti indifferenziate di rocce del basamento.

4.3 AREE ESONDABILI

Il tracciato della connessione interferisce localmente con una serie aree esondabili censite entro la cartografia specializzata Disciplina di tutela per aree a pericolosità idraulica e geomorfologica da frana sui bacini padani - Provincia di Savona e di Imperia - DGR 428/2021:

- **LOCALITA' FERRIERE - Comune di Cairo Montenotte/Pontinvrea**
- **LOCALITA' ALTARE - Comune di Altare**
- **LOCALITA' ACQUE MINERALI - Comune di Altare**

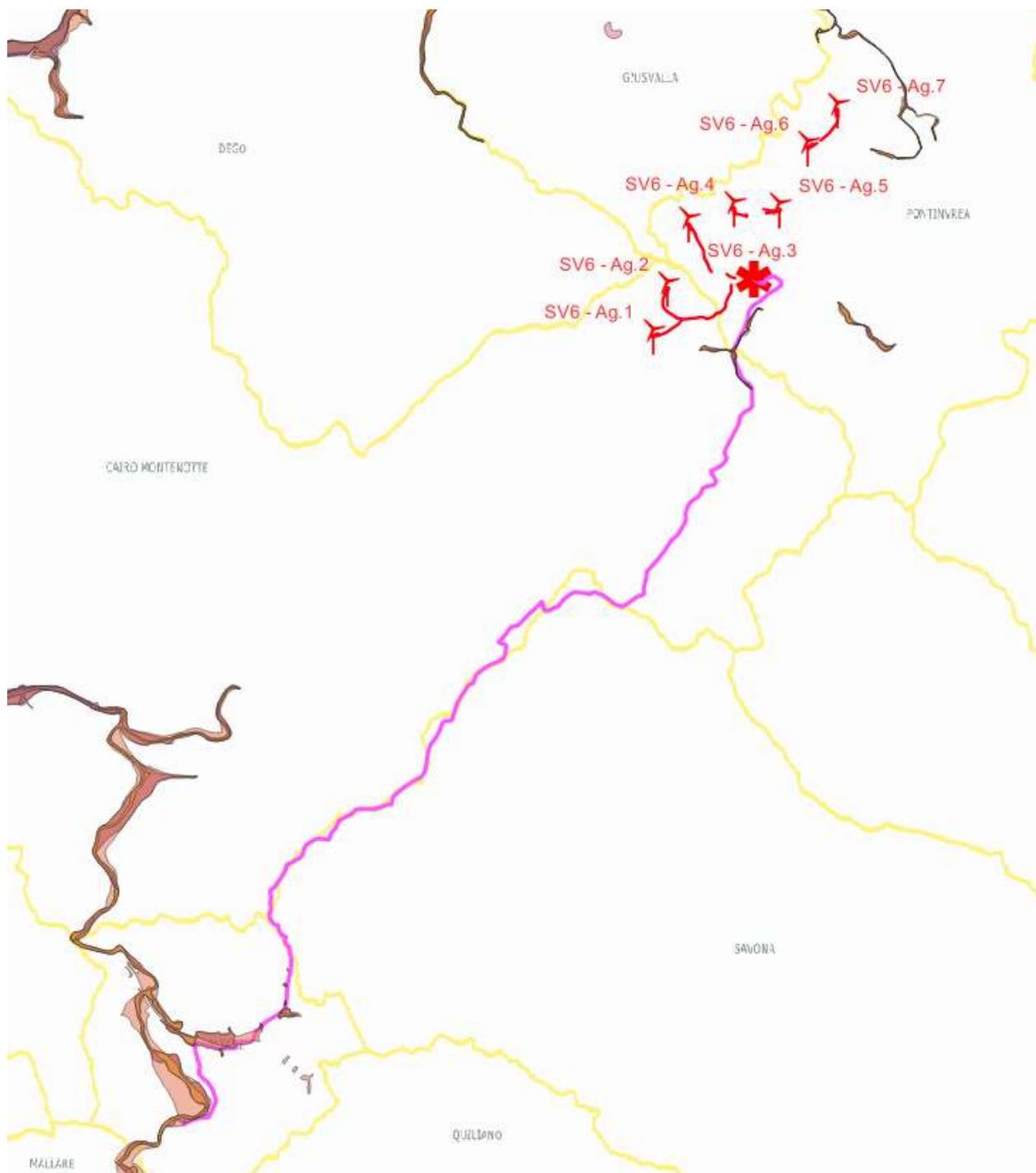


Figura 4.3.1: - Estratto Cartografie DGR 428/2021

LOCALITA' ACQUE MINERALI - Comune di Altare

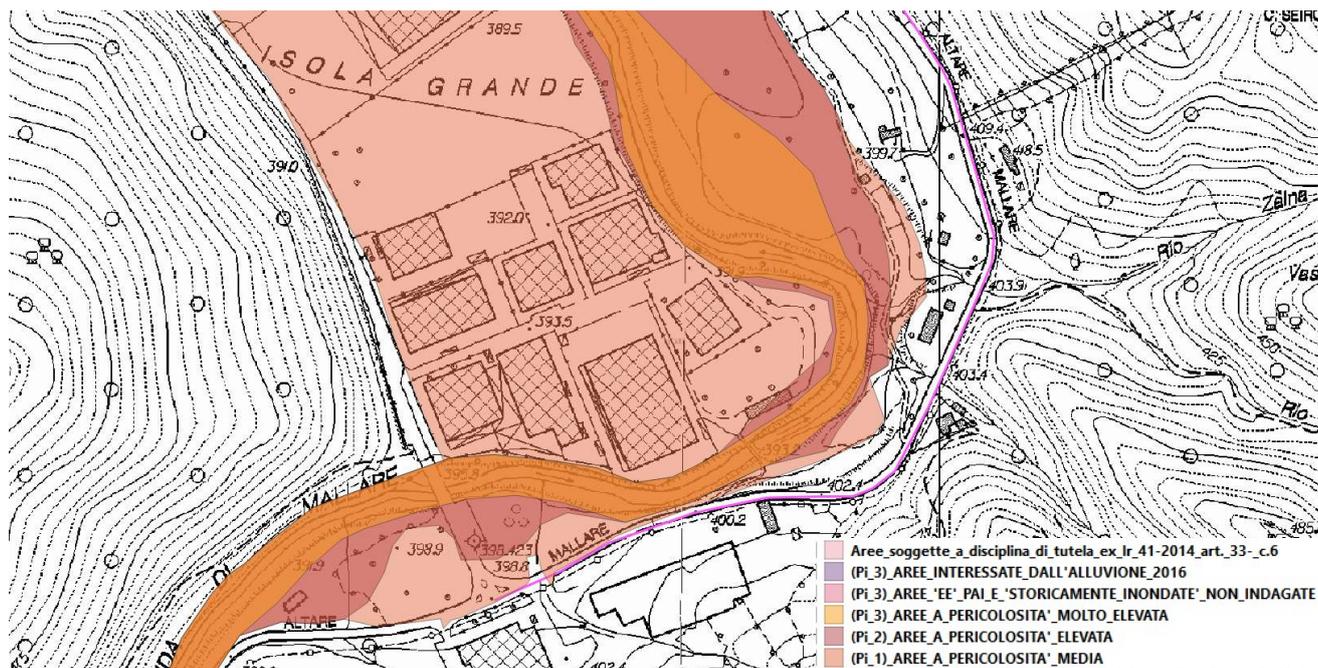
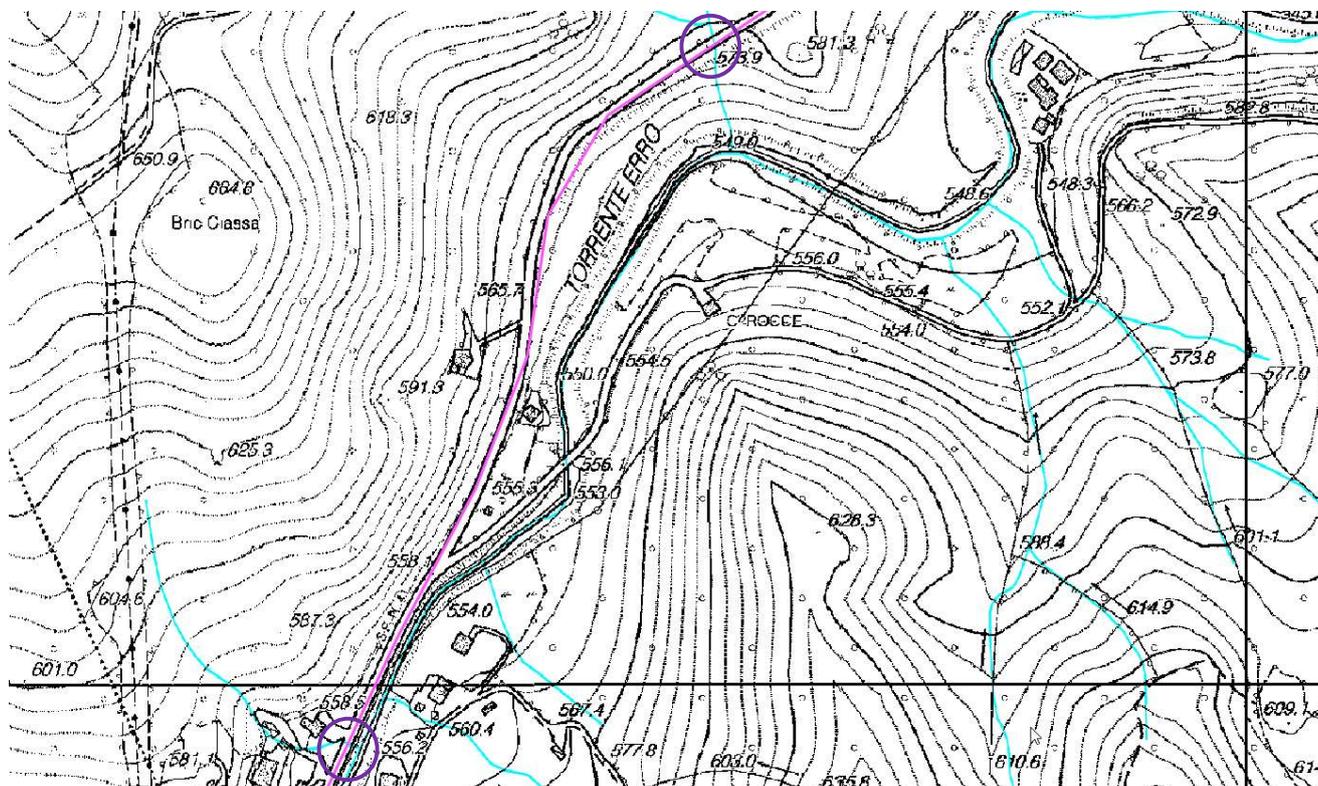


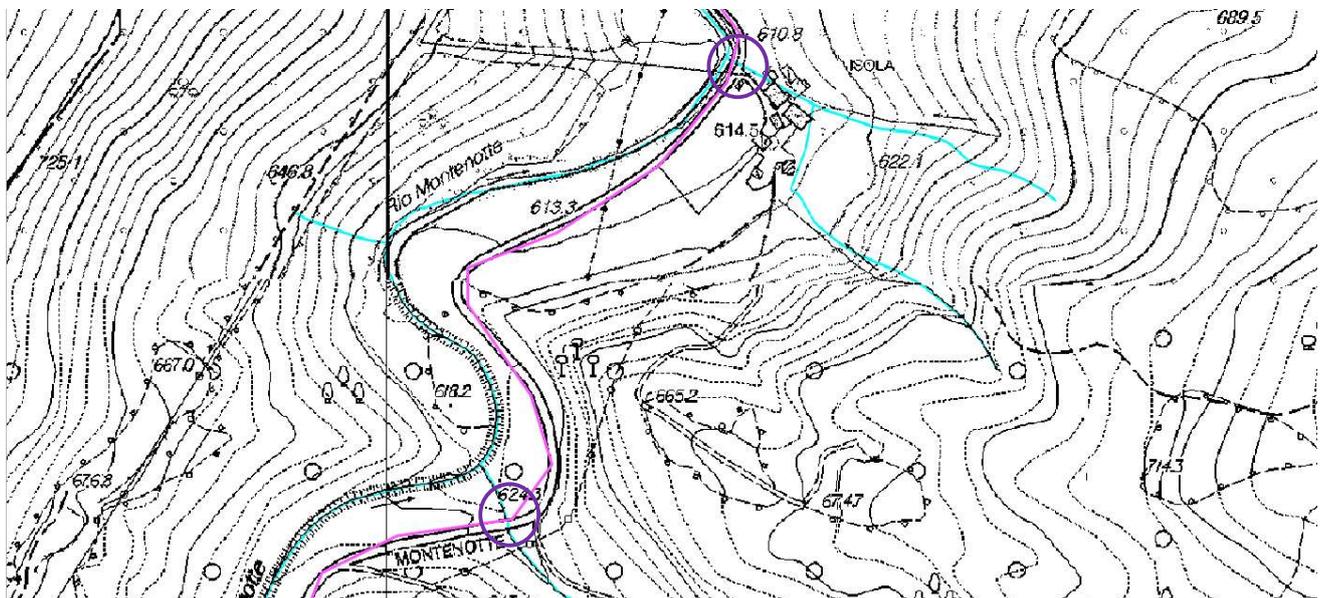
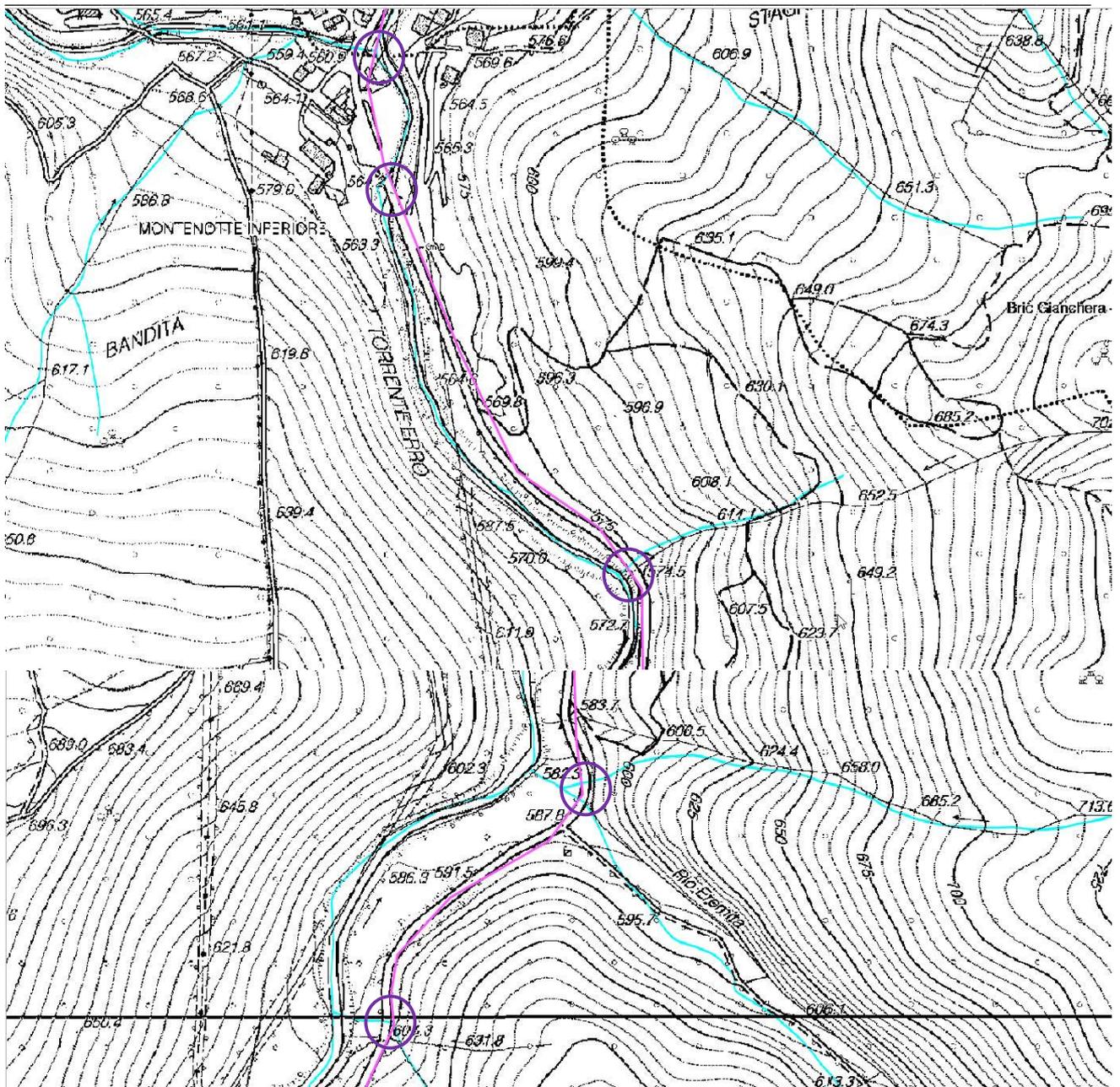
Figura 4.3.4: - Estratto Cartografie DGR 428/2021 Località Acque minerali

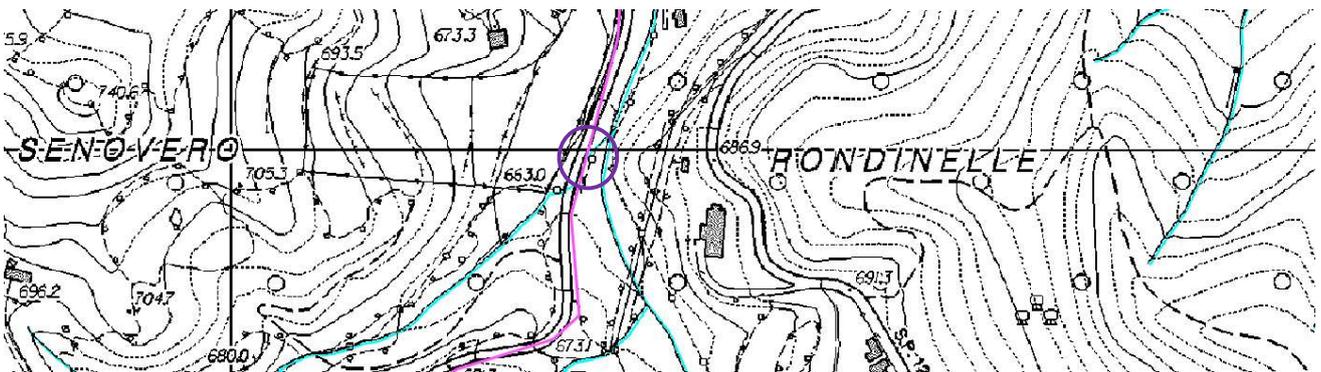
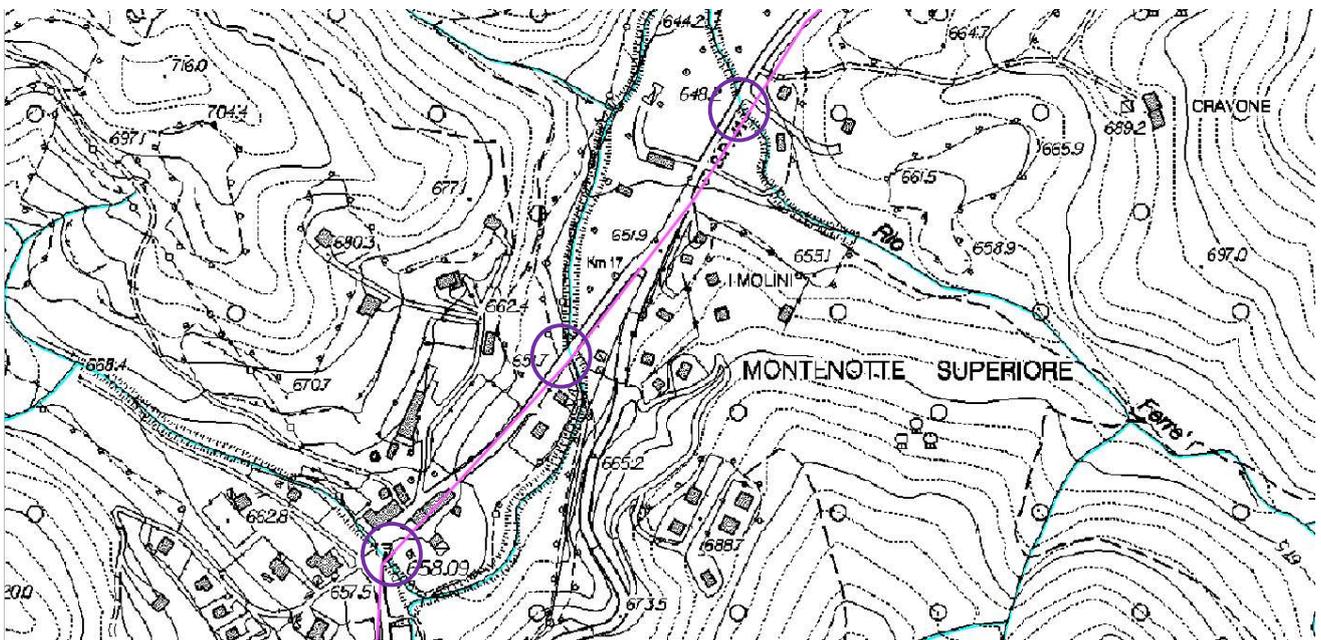
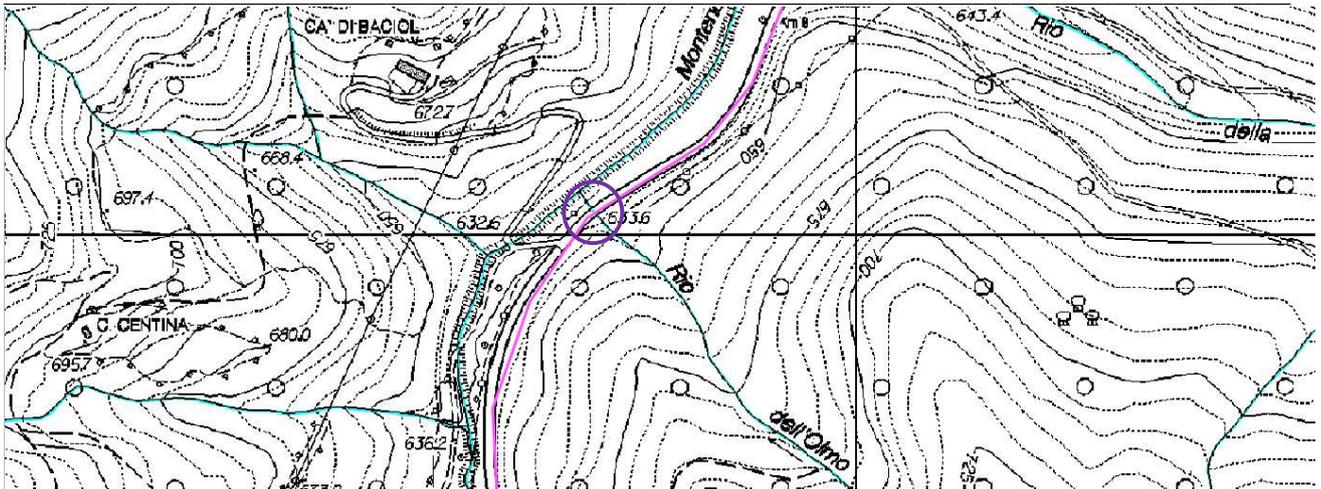
Il tracciato risulta interessato da aree esondabili censite entro la pericolosità media.

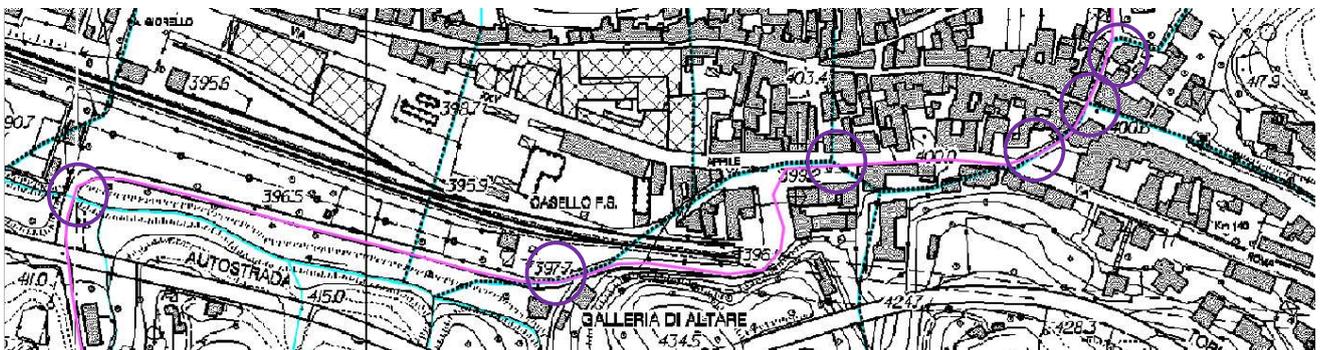
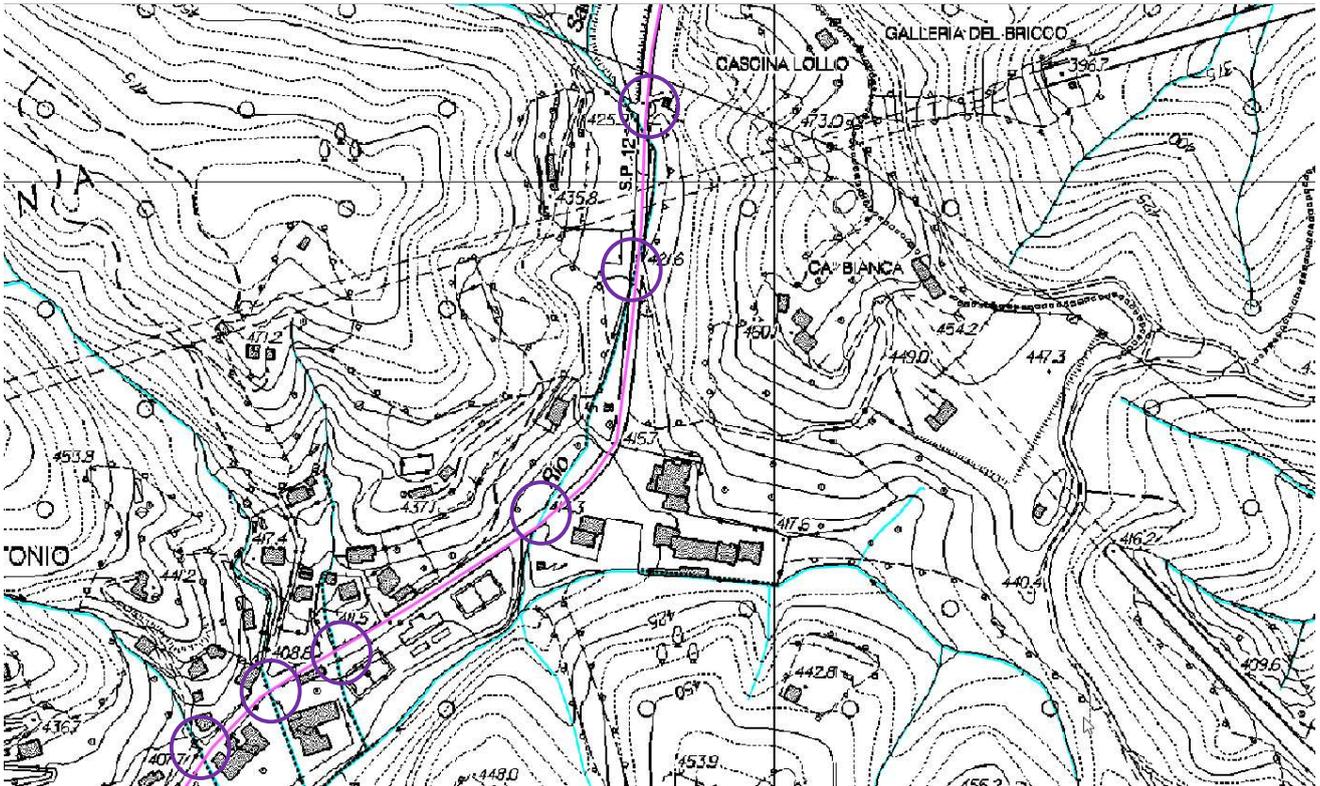
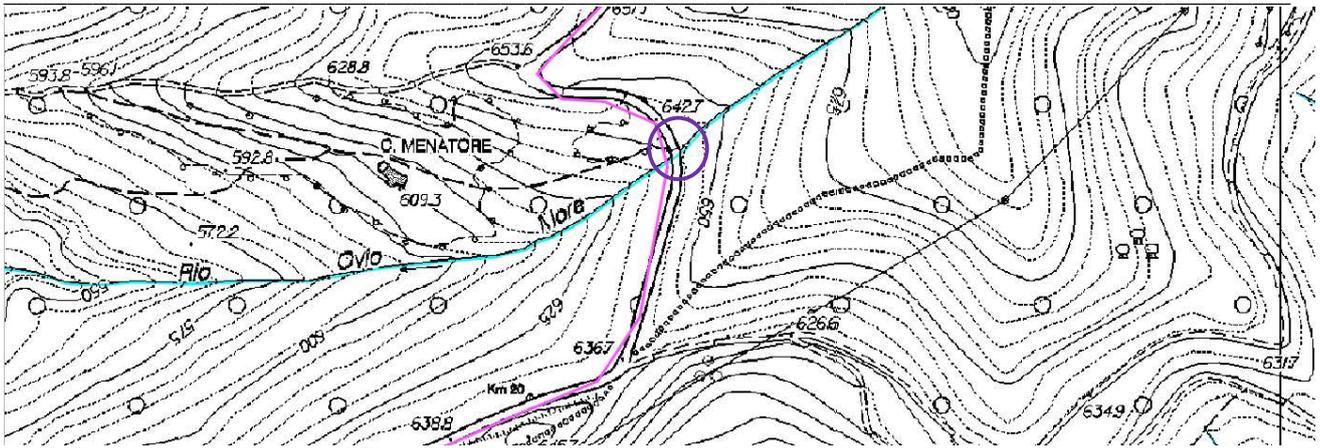
4.4 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Il tracciato della strada di accesso al sito interferisce localmente con elementi del reticolo idrografico regionale individuato con DGR n.507/2019.









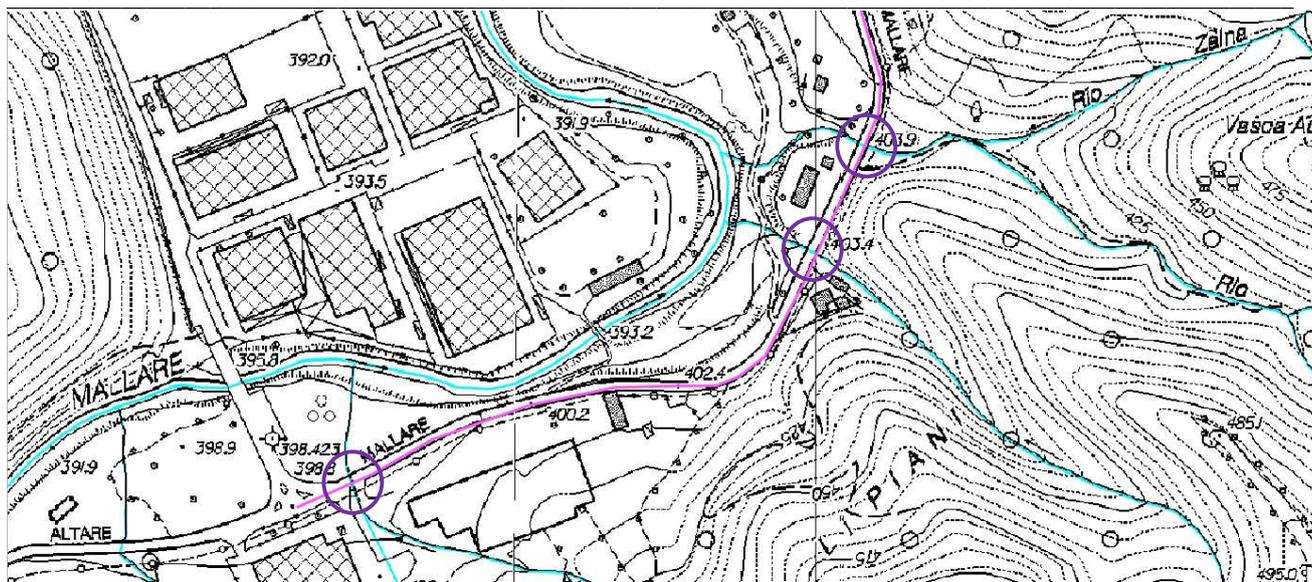


Figura 4.4.1: - Estratto Cartografie reticolo idrografico regionale individuato con DGR n.507/2019, I cerchi viola indicano i punti di interferenza

5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

L'intervento prevede l'adeguamento delle sezioni stradali già presenti nonché l'edificazione di nuovi tratti stradali, tale intervento si completerà con l'asportazione del manto asfaltico e la successiva 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 $M_w > 6.7$.**
 - 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 Bric dei Mori, 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;

- 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;
- preliminarmente ad ogni operazione prevista si dovranno eseguire delle attività di ispezione e controllo del sito e delle porzioni limitrofe allo stesso al fine di evidenziare e risolvere qualsiasi criticità;
- in sito dovrà essere sviluppata una corretta rete di regimazione delle acque meteoriche tale da permettere la laminazione dei deflussi e la parziale infiltrazione nei piazzali, 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 superfici geotecnicamente consolidate che dovranno puntualmente essere calcolate al termine di idonea caratterizzazione geotecnica dei materiali e dei sedimi 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 locale necessità di mettere in sicurezza il versante a monte ed a valle dei nuovi tratti di 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.
- tutte le opere che localmente interferiranno con le aree interessate da fasce fluviali dovranno essere adottati tutti i presidi necessari ad una corretta esecuzione dell'opera di collegamento.

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, condizione necessaria per il mantenimento dei fattori di sicurezza qui considerati.

Savona, li giugno 2024

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

Documento firmato digitalmente da Sabrina Santini

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

Documento firmato digitalmente da Alessandro Canavero