

PARCO EOLICO MONTE GIAROLO

Il Committente:



Sede Legale:

via Aldo Moro n. 28
25043, Breno (BS)
P.IVA e C.F. 04324160987

Oggetto:

**RELAZIONE GEOLOGICA E DI
PERICOLOSITA' SISMICA**

Titolo:

VIABILITA' DI ACCESSO ED INTRA PARCO EOLICO



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

Formato A4

APRILE 2024

Commessa

Tip. impianto

Fase Progetto

Disciplina

Tip. Doc

Titolo

N. Elab

REV

22100

EO

DE

GE

R

01

0009

A

CONSULENZA GEOLOGICA A CURA DI:

I Tecnici:

Dott. Geol. Alessandro Canavero
Dott.ssa Geol. Sabrina Santini

Studio Associato
di Geologia Tecnica



Sede: Piazza Armando Diaz 11/5, 17100 Savona (SV)
tel 019.813843 - 019.2051420 e-mail: geolab@studiogeolab.it

File: Monte_Giarolo_AL01_2022_Geologica_finale_Cabina Elettrica.doc

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

INDICE

0. SOMMARIO	3
1. OGGETTO DELL'INCARICO	3
2. PREMESSE E RIFERIMENTI ALLE N.T.C.:	4
3. INTERVENTO IN PROGETTO – COLLEGAMENTO VIARIO INTRA ED EXTRA PARCO EOLICO	5
4. QUADRO GEOLOGICO LOCALE – COLLEGAMENTO VIARIO INTRA ED EXTRA PARCO EOLICO	6
4.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	6
4.2 DISSESTI	11
5. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO	33
6. SINTESI DEI DATI PER L'INQUADRAMENTO DEI PROBLEMI GEOTECNICI E PRESCRIZIONI	33

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 3R Energia S.r.l.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico del proponente 15 più Energia S.r.l. composto da 20 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2MW da collocare sotto i crinali montani che da Monte Chiappo raggiungono Monte Bogleglio e da Monte Roncasso a Monte Giarolo, nei territori comunali di Albera Ligure, Cabella Ligure e Fabbrica Curone.

1. OGGETTO DELL'INCARICO

Su incarico conferito dalla 3R Energia S.R.L., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Monte Giarolo 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 Piemonte, ARPAP, ISPRA, ecc., al fine di reperire il maggior numero di informazioni possibili sull'areale d'interesse e programmare il piano delle attività previste.

In sintesi, nell'ambito della stesura di questo elaborato, per quanto riguarda gli aspetti geologici, sono state eseguite le attività di rilevamento geomorfologico, geologico e sismico da cui sono emerse le principali caratteristiche del sito. Il presente lavoro è atto a definire le caratteristiche geologiche del sedime interessato dal nuovo progetto di costruzione del Parco Eolico Monte Giarolo. L'incarico consta nella stesura della relazione geologica e sismica propedeutica alla progettazione delle opere.

Il presente elaborato è stato specificatamente redatto per il collegamento viario intra ed extra parco eolico, a seguito di richieste relative ad approfondimenti sull'interferenza tra dissesti e viabilità contenute nei documenti MASE_2023-0208227.pdf – Comune di Albera Ligure, MASE_2023-0207440.pdf – Comune di Fabbrica Curone, MASE-2023-0203839.pdf – Legambiente.

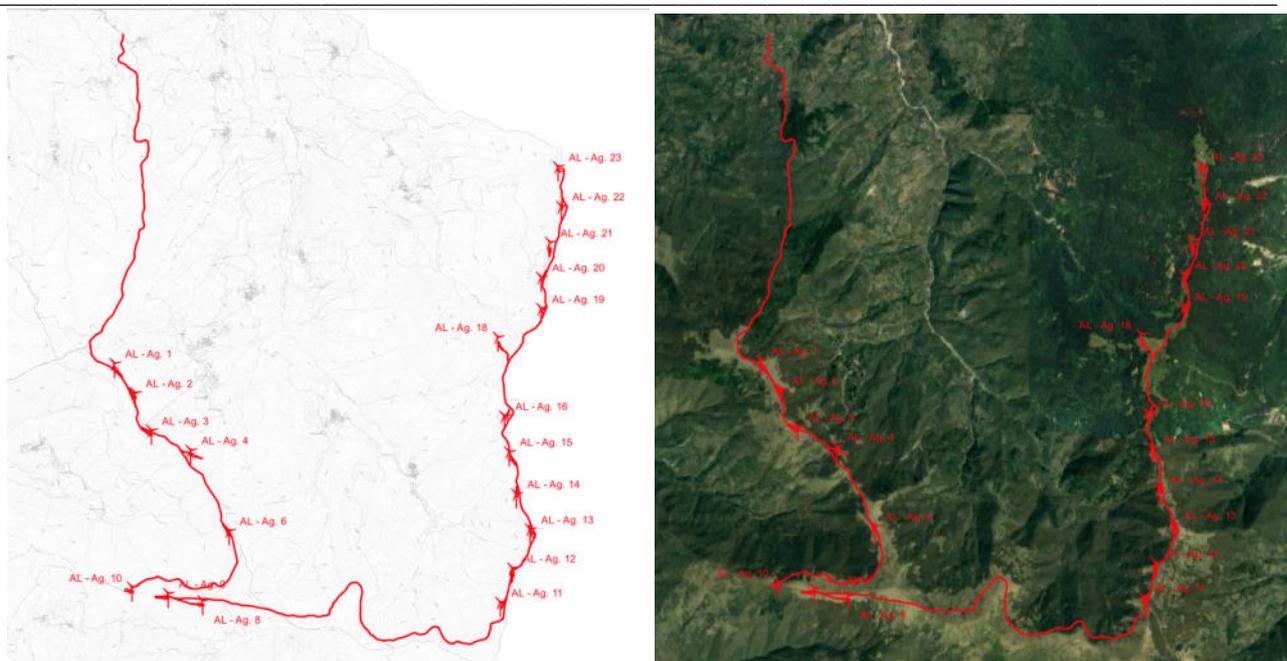


Figura 1.1 e 2: Inquadramento dell'intervento su CTR e su ortofoto

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.

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 1. caratterizzazione e modellazione geologica del sito; 2. scelta del tipo di opera o d'intervento e programmazione delle indagini geotecniche;</p>	

<p>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>	
<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 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.</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; - assetti geologici finalizzati alla valutazione degli effetti di sito sismoindotti. <p>La relazione geologica sarà corredata dai relativi elaborati grafici quali: carte geologiche, idrogeologiche (con eventuale schema di circolazione idrica sotterranea) e geomorfologiche, sezioni geologiche, planimetrie e profili utili a rappresentare in dettaglio aspetti significativi, schema geologico di dettaglio alla scala dell'opera, carte dei vincoli geologico-ambientali e rapporto tecnico sulle indagini pregresse ed eseguite corredate da una planimetria con la loro ubicazione. Il piano delle indagini nell'area di interesse deve essere definito ed attuato sulla base dell'inquadramento geologico della zona e dei dati che è necessario acquisire per pervenire ad una ricostruzione geologica adeguata ed utile per la caratterizzazione e la modellazione geotecnica del sottosuolo. Gli studi svolti devono condurre ad una valutazione delle pericolosità geologiche presenti e devono essere finalizzati alla definizione della compatibilità geologica con le peculiarità dell'opera da realizzare.</p>

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

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

3. INTERVENTO IN PROGETTO – COLLEGAMENTO VIARIO INTRA ED EXTRA PARCO EOLICO

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

Per questa categoria le strade definite esistenti sono in realtà delle strade sterrate in parte classificate come "strade forestali" e in parte come "strade interpoderali", tuttavia vista l'esistenza di questi tracciati si è optato di mantenerne inalterato il sedime originario provvedendo alla realizzazione di piste di cantiere rinforzate e in grado di sopportare il carico del transito dei mezzi.

La larghezza della strada di collegamento sarà pari a circa 6/7 metri, avrà una lunghezza complessiva di circa 21 km, di cui 8 km su nuovo tracciato e una pendenza massima del 20%; la scelta

di mantenere il tracciato della strada esistente, dove possibile, è stata effettuata al fine di contenere il volume delle opere di sbancamento e riporto ottimizzandone gli impatti sul territorio.

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. Localmente tale viabilità interferirà con zone di dissesto segnalate in cartografia ed evidenti sul terreno, pertanto, è stato previsto di utilizzare una soluzione costruttiva caratterizzata da un basamento in cls impostato su micropali. Al di sotto di tale viabilità di collegamento tra le turbine sarà posto un cavo interrato che le collegherà tra di loro per poi convogliare l'energia prodotta alla rete Nazionale.

4. QUADRO GEOLOGICO LOCALE – COLLEGAMENTO VIARIO INTRA ED EXTRA PARCO EOLICO

La larghezza della strada di collegamento sarà pari a circa 6/7 metri, avrà una lunghezza complessiva di circa 21 km, di cui 8 km su nuovo tracciato e una pendenza massima del 20%; la scelta di mantenere il tracciato della strada esistente, dove possibile, è stata effettuata al fine di cercare di contenere il volume delle opere di sbancamento e riporto ottimizzandone gli impatti sul territorio.

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. Localmente tale viabilità interferirà con zone di dissesto segnalate in cartografia ed evidenti sul terreno, pertanto, in tali zone dovrà essere previsto l'uso di una soluzione costruttiva caratterizzata da un basamento in cls impostato su micropali. Al di sotto di tale viabilità di collegamento tra le turbine sarà posto un cavo interrato che le collegherà tra di loro per poi convogliare l'energia prodotta alla rete Nazionale. Relativamente alla geologia si è fatto riferimento a quanto contenuto nella carta geologica d'Italia CARG alla scala 1:50.000 mentre relativamente ai dissesti si è fatto riferimento alle cartografie derivante da PAI, PRG, SIFRAP e DBGeo100 dove è evidente l'interferenza tra tracciato della viabilità e fenomeni censiti.

4.1 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

Gli studi geologici sono stati redatti mediante controlli diretti sul terreno e usando come base le Carte Geologiche d'Italia F.o 196 Cabella Ligure 1:50.000, riportando con sufficiente approssimazione, la distribuzione areale delle successioni litologiche affioranti nell'areale di intervento che sono sempre risultate ascrivibili all'Unità Tettonica del Monte Antola ed in particolare ai "Calcari del Monte Antola" (ad eccezione dell'imbocco settentrionale della strada di accesso al parco eolico ove sono evidenti sia le "Argilliti di Pagliaro" sia la "Formazione di Bruggi - Selvapiana), che risultano essenzialmente costituiti da alternanze ritmiche di strati e banchi calcareo marnosi, calcarenitici e arenacei con intercalazioni di marne argillose.

Oltre ai depositi di versante, lungo il tracciato della connessione affiorano pertanto, saltuariamente, le seguenti litologie evidenti nello stralcio cartografico allegato:

- **Formazione di Monte Antola** rappresentata con la sigla **FAN**, è formata da una potente e monotona successione (almeno 1000 m) di torbiditi carbonatiche calcareo-marnose. Si tratta, in prevalenza di strati torbiditici di spessore da medio a molto spesso e in modo subordinato da strati sottili e megastrati piano paralleli e molto continui lateralmente. Gli strati mostrano un rapporto arenite/pelite $\ll 1$ e sono generalmente caratterizzati da una parte basale con areniti da medio-fini a fini a composizione mista interessata da laminazioni debolmente convolute e ripple di spessore variabile da pochi cm fino a 1 m a cui fa seguito una parte massiva dello strato costituita da calcareniti fini, calcisiltiti e calcilutiti che può raggiungere spessori fino a 3 m, ma che mediamente varia da 50 cm a 1 m. Segue una parte fine costituita da marne e marne calcaree massive che può raggiungere lo spessore di 4 m. La Formazione di Monte Antola è costituita da torbiditi e megatorbiditi calcareo- marnose di mare profondo probabilmente al di sotto del livello di compensazione dei carbonati. I grandi volumi di sedimento e soprattutto gli enormi spessori di alcuni strati, inducono a pensare ad un bacino non molto grande in cui i flussi torbiditici, alimentati da grandi volumi di fango carbonatico a coccoliti, raccolto dai flussi nelle coeve rampe carbonatiche, viaggiavano confinati e si sedimentavano in massa. L'età della Formazione di Monte Antola è complessivamente riferibile al Campaniano.
- **Formazione di Bruggi-Selvapiana** rappresentata con la sigla **BVP**, è formata da una monotona successione spessa almeno 500 m, di torbiditi carbonatiche calcareo-marnose. Caratteristica principale di questa formazione è quella di essere organizzata in una successione di potenti megastrati con spessori fino a 12 m alternati a successioni di torbiditi calcareo-marnose da medie a spesse. Questa caratteristica differenzia la Formazione di Bruggi-Selvapiana dalla sottostante Formazione di Monte Antola e la rende particolarmente visibile nel paesaggio. I megastrati sono strati piano paralleli caratterizzati da una base centimetrica massiva o debolmente laminata di areniti ibride a grana da media a medio-grossolana. La parte superiore dei megastrati è, invece, formata da un potente livello di marne e marne-argillose massive spesse fino a 8 m talvolta caratterizzate da un livello pelitico scuro centimetrico privo di carbonati. I rapporti fra la Formazione di Monte Antola e la Formazione di Bruggi-Selvapiana sono di tipo stratigrafico per alternanze così come quelli con le sovrastanti Argilliti di Pagliaro. Nel complesso la Formazione di Bruggi-Selvapiana è il risultato di una sedimentazione torbiditica di mare profondo realizzata in un contesto non molto differente da quello descritto per la Formazione di Monte Antola dove si cominciano ad osservare differenze nell'area sorgente che preludono a quelle osservabili nella sovrastante formazione delle Argilliti di Pagliaro. La Formazione di Bruggi-Selvapiana è di età attribuibile tra il Maastrichtiano inferiore-Maastrichtiano superiore basale.
- **Argilliti di Pagliaro** rappresentate con la sigla **PAG**, sono caratterizzate da una successione torbiditica pelitico-arenacea potente almeno 600 m data dall'alternanza di argilliti e torbiditi calcareo-marnose che mostrano strati piano paralleli e una buona continuità laterale. Nella parte bassa della formazione sono ancora presenti strati e megastrati di torbiditi carbonatiche analoghe a quelle descritte nella sottostante Formazione di Bruggi - Selvapiana alternate a strati spessi e molto spessi di argilliti e argilliti-marnose e a strati da medi a spessi di torbiditi carbonatiche

caratterizzate da una base calcisiltifica di spessore decimetrico laminata associata ad argilliti marnose di spessore variabile da pochi cm a 1 m. Caratteristici di questa formazione sono gli strati da sottili a medi di calcilutiti di colore rosa intensamente bioturbati. I rapporti con la sottostante Formazione di Bruggi-Selvapiana sono di tipo stratigrafico per alternanza. L'ambiente deposizionale che caratterizza le Argilliti di Pagliaro è marino profondo e dominato da una sedimentazione torbiditica in cui prevalevano flussi diluiti ricchi nella frazione fine di sedimento. L'enorme volume di sedimenti fini argillitici e argillitico-marnosi sembra testimoniare la presenza di un bacino dove i flussi torbiditici viaggiavano confinati e sedimentavano in massa, nella parte finale della loro evoluzione, la frazione fine del proprio carico solido. L'età della formazione è compresa tra il Maastrichtiano superiore ed il Selandiano



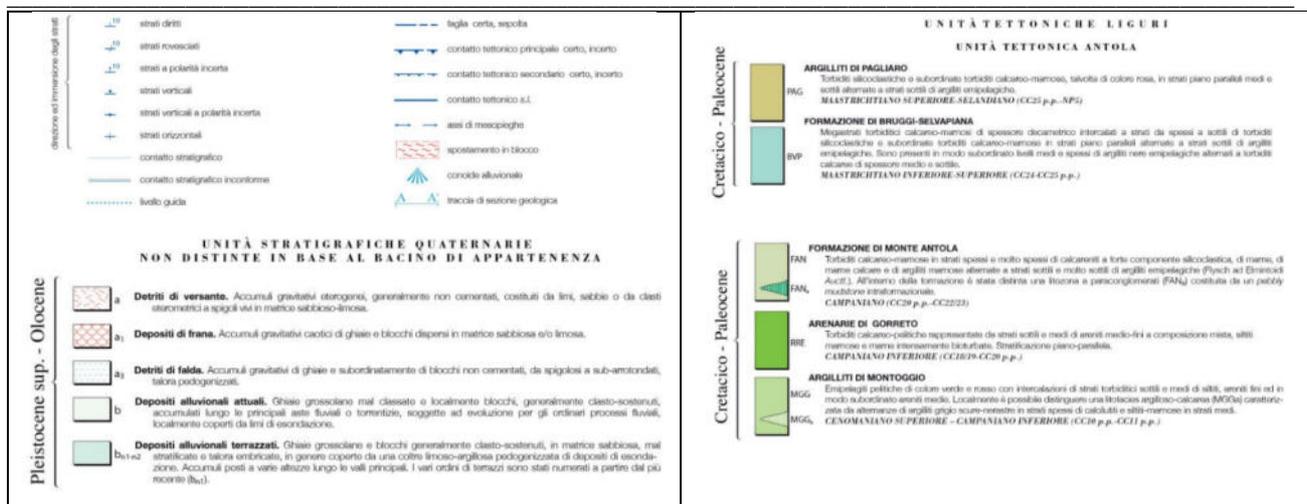


Figura 4.1.1: Carta geologica estratto CGR Cabella Ligure – Ubicazione totalità areogeneratori

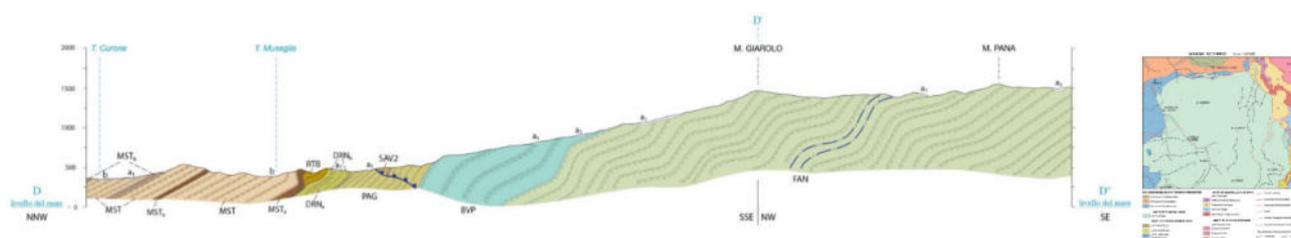


Figura 4.1.2: Sezione geologica estratto CGR Cabella Ligure – Schema tettonico

Nell'ambito del settore collinare dei bacini Borbera, Curone e Scrivia i fenomeni d'instabilità di versante rappresentano un aspetto distintivo del paesaggio e probabilmente la tipologia di processo più determinante nei riguardi dell'evoluzione geomorfologica.

In tale contesto i processi di versante più frequenti e arealmente più rappresentati consistono in colamenti lenti ed in frane complesse, intendendo con questa definizione frane analoghe alle precedenti, ma con meccanismo di distacco per scivolamento roto-traslazionale.

La distribuzione territoriale di questi fenomeni è legata in modo preponderante alle caratteristiche lito-strutturali del substrato ed in particolare è ascrivibile ai litotipi argillosi o argillitici. I terreni ricchi di argilla, a contatto con l'acqua, subiscono un rapido deterioramento delle caratteristiche meccaniche, deformandosi plasticamente, tanto da determinare la mobilitazione di interi versanti o di porzioni di essi, provocando anche instabilità in zone adiacenti non necessariamente costituite da materiali argillosi.

Secondo quanto definito dal progetto nazionale IFFI (Inventario Fenomeni Franosi Italiani) i colamenti lenti sono movimenti spazialmente continui che interessano terreni ad elevato contenuto argilloso, caratterizzati da bassa velocità; le superficie di taglio hanno breve durata, sono molto ravvicinate e generalmente non si conservano.

Nonostante una discreta variabilità delle caratteristiche associate a tali fenomeni, si può asserire che i colamenti lenti si esplicano con movimenti simili a quelli dei fluidi viscosi; lo spostamento della massa in frana sul materiale in posto si sviluppa per movimenti differenziali molto lenti, preferibilmente lungo più superfici di taglio in apparenza non collegate tra loro, e tende ad esaurirsi gradualmente all'aumentare della profondità; il materiale che viene movimentato da tali fenomeni è rappresentato dalle coperture sciolte e talvolta dall'orizzonte più superficiale del substrato roccioso, disarticolato e fratturato. La bassa velocità di movimento, carattere distintivo per questi fenomeni, può essere

collocata tra le classi estremamente lento e molto lento della classificazione IUGS/WGL. La dinamica di movimento implica però che la velocità, soprattutto in riferimento ai fenomeni più estesi, non sia omogenea né spazialmente né tanto meno a livello temporale.

Arealmente, l'evoluzione cinematica di questi versanti è spesso non omogenea, infatti, accanto a settori a dinamica relativamente rapida si trovano affiancate zone in cui il fenomeno procede in modo più lento. Analoga variabilità cinematica si riscontra in senso verticale, con una diminuzione della velocità di movimento dall'alto verso il basso.

Dal punto di vista temporale, considerata la spiccata stagionalità che caratterizza questo tipo di frane, i tassi di movimento maggiori si riscontrano nei periodi umidi e piovosi mentre, per contro, le fasi di rallentamento o quiescenza sono correlabili alle stagioni più asciutte.

Nel territorio in esame, in conseguenza delle caratteristiche lito-strutturali relativamente omogenee, i fenomeni di colamento spesso interessano interi versanti tanto da rendere calzante il concetto di deformazioni plastiche di versante. I versanti interessati dai movimenti, sebbene in modo più o meno marcato, si presentano completamente deformati e contraddistinti da contropendenze, a tergo delle quali spesso ristagna acqua; le forme sono in generale dolcemente ondulate e rigonfiate.

La lentezza, che contraddistingue questi fenomeni e l'ambiente collinare in cui si sviluppano implicano che i segnali morfologici distintivi del movimento risultino spesso sfumati e poco definiti e, per conseguenza, i limiti di frana sovente non possono essere precisamente determinati.

Come di seguito rappresentato quasi la totalità delle opere descritte nel progetto in narrativa ricadono in zone soggetta a Tutela per scopi Idrogeologici ex R.D.L. 3267/1923, L.R. 9 agosto 1989 n. 45, ad eccezione del tratto posto più a Nord della strada di collegamento, unica parte esclusa.



Figura 4.1.3: Sovrapposizione opere in progetto, in rosso, con la cartografia di Vincolo Idrogeologico



4.2 DISSESTI

Il tracciato della viabilità interferisce localmente con una serie di dissesti censiti entro la cartografia specializzata SIFRAP, PAI, ecc. (DBGeo 100 risulta essere affetto da forte approssimazione è stato messo sulla cartografia generale ma nel dettaglio riportato a scopo indicativo), è stata inoltre effettuata una analisi preliminare con i dati derivanti anche dalle cartografie dei dissesti da Banca Dati Eventi, dalla ReRCOMF (REte Regionale di Controllo Movimenti Franosi) e dalle Aree Anomale PSInSar dalle quali non è risultata alcuna sovrapposizione. Per semplicità la rete viabilistica è stata suddivisa in quattro zone principali:

- Tratto di collegamento tra la Località Serra e l'AG01 ubicato presso il versante Ovest;
- tratto interessante il versante Ovest;
- tratto di collegamento tra le tratte Ovest ed Est;
- tratto interessante il versante est.

Nel seguente stralcio cartografico sono riportate le interferenze dirette del sistema viario con tutti i dissesti riportati sulla cartografia specializzata.

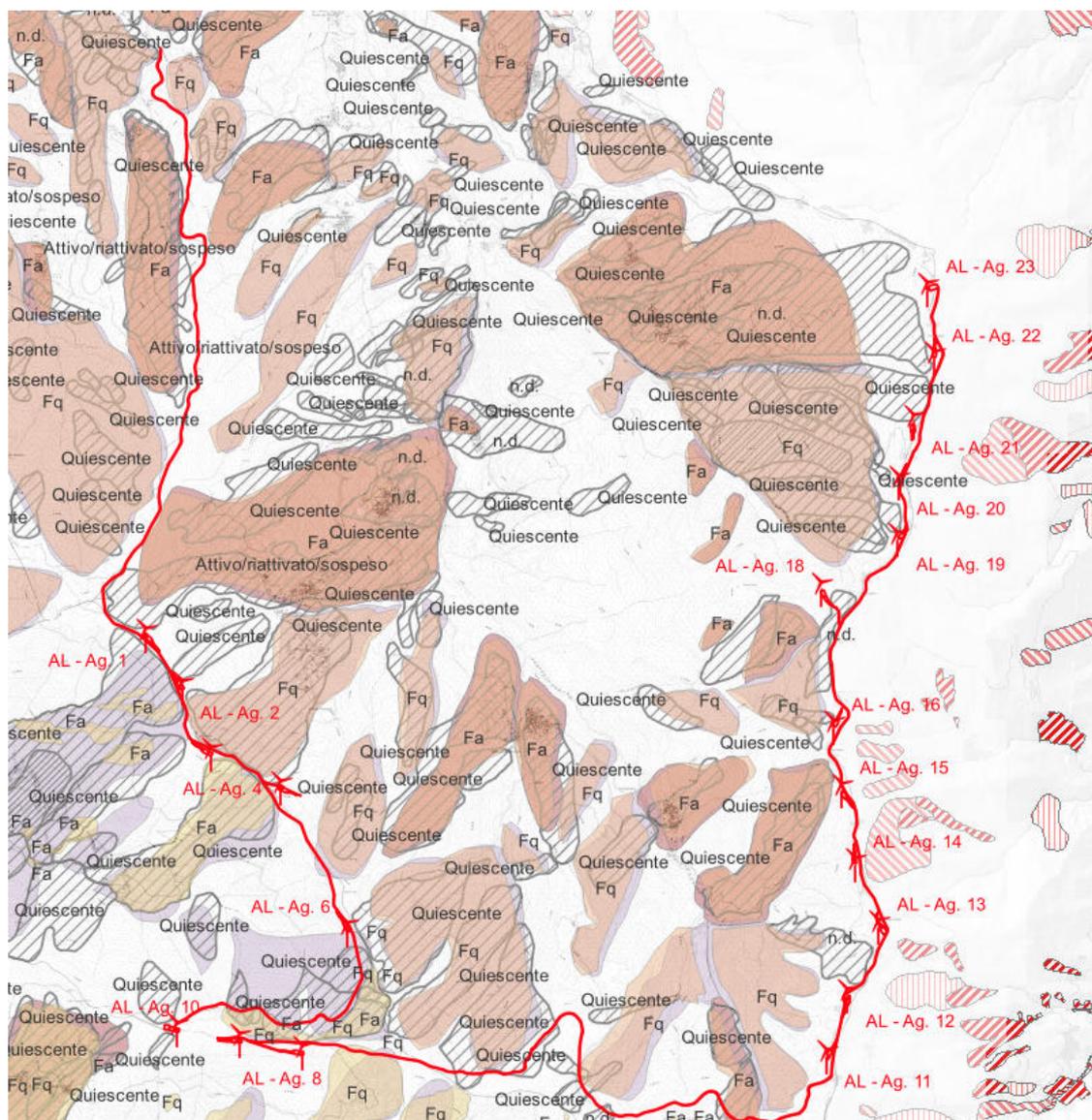


Figura 4.2.1: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI, PRG e DBGeo 100 (rigato SIFRAP, violetto DBGeo 100 frane quiescenti, marrone DBGeo 100 aree instabili intese come settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale. SI

tratta di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali. Sono frane generalmente di modeste dimensioni e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale)

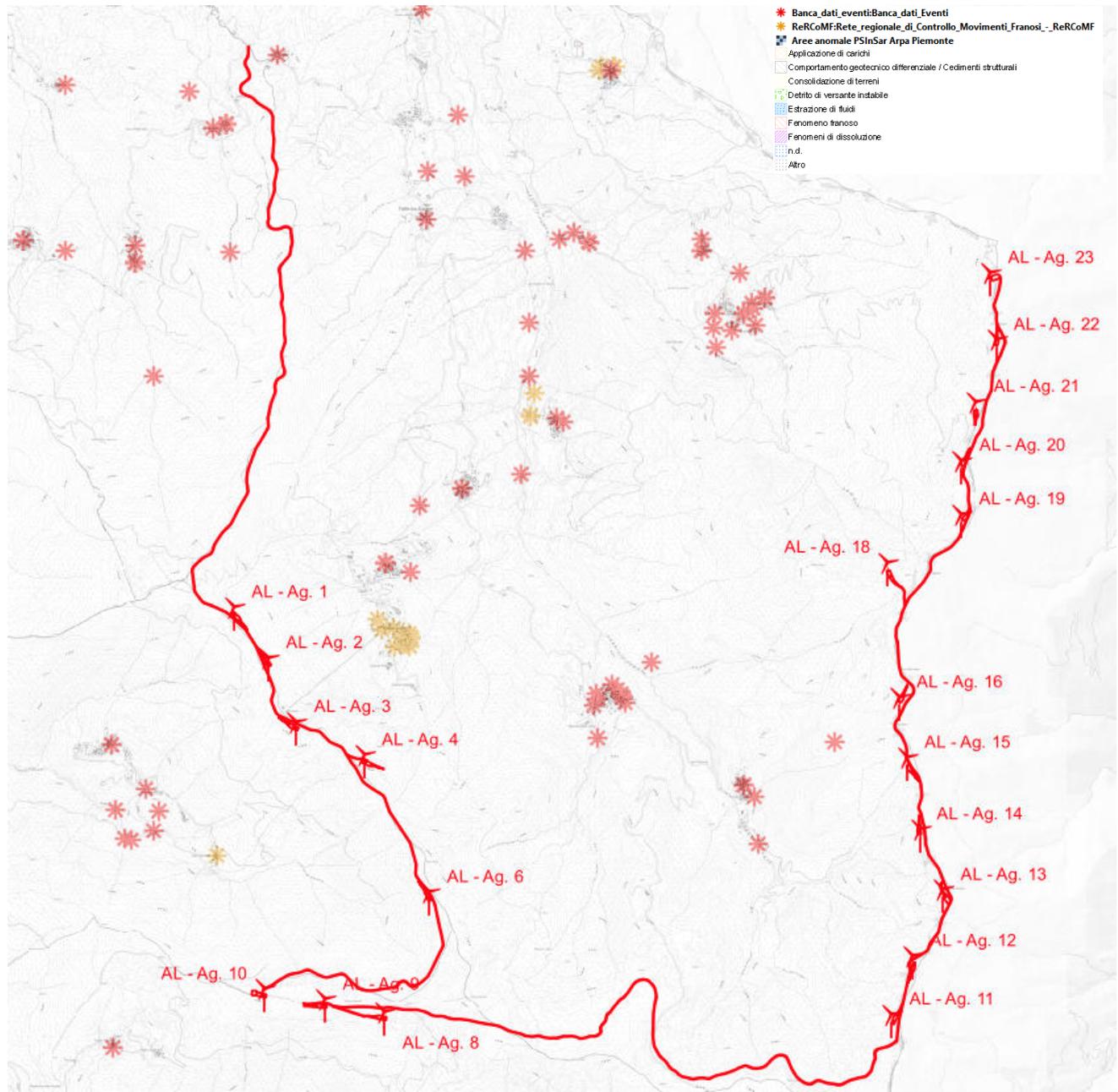


Figura 4.2.1: - Estratto Cartografie dei dissesti da Banca Dati Eventi, ReRCoMF (REte Regionale di Controllo Movimenti Franosi) e Aree Anomale PSInSar.

**TRATTO DI COLLEGAMENTO TRA LA LOCALITÀ SERRA E L'AG01 UBICATO PRESSO IL VERSANTE OVEST.
LOCALITA' MONTE GIAROLO QUOTA 1400**

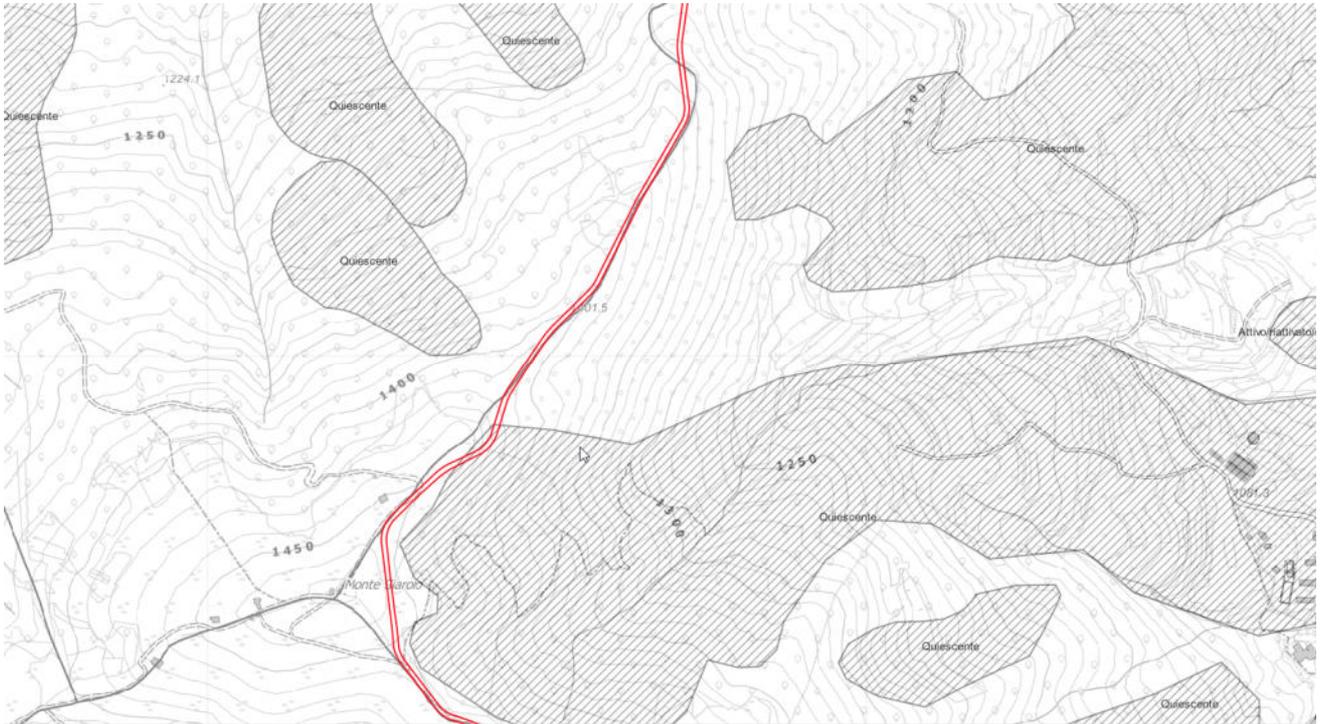


Figura 4.2.2: - Estratto Cartografie dei dissesti da SIFRAP

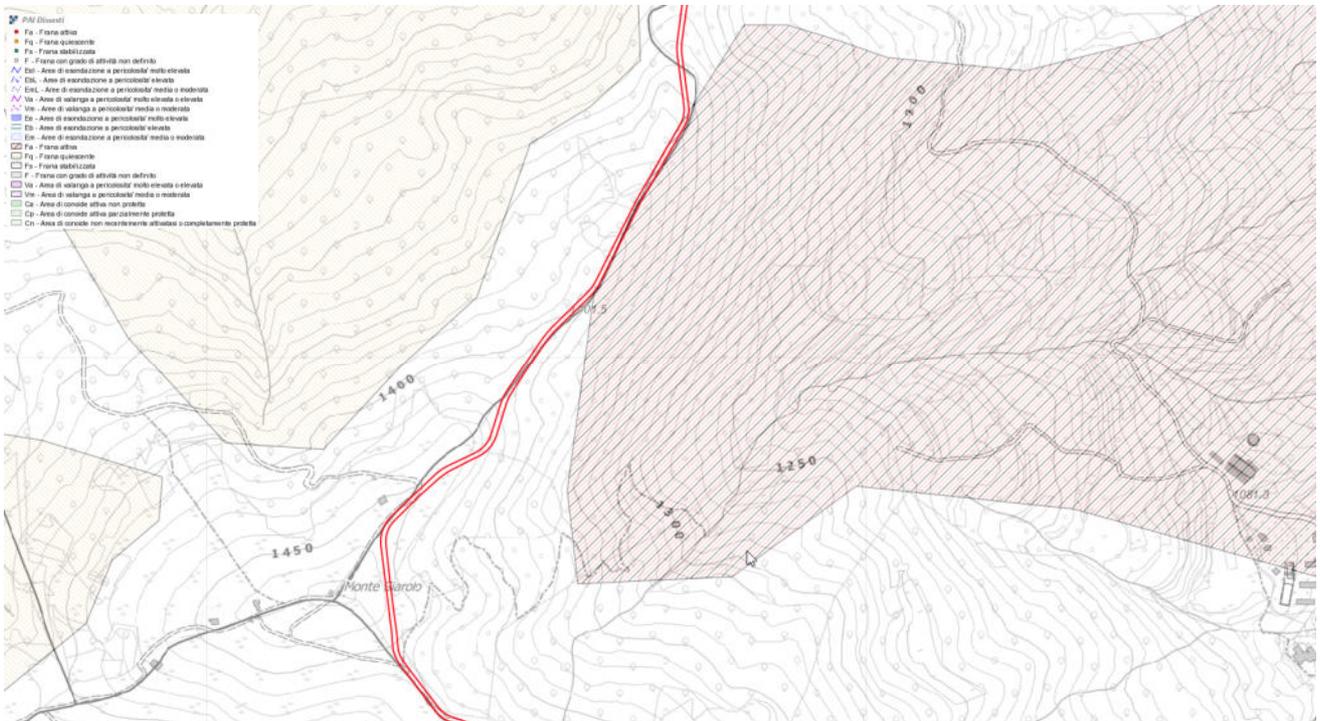


Figura 4.2.3: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI

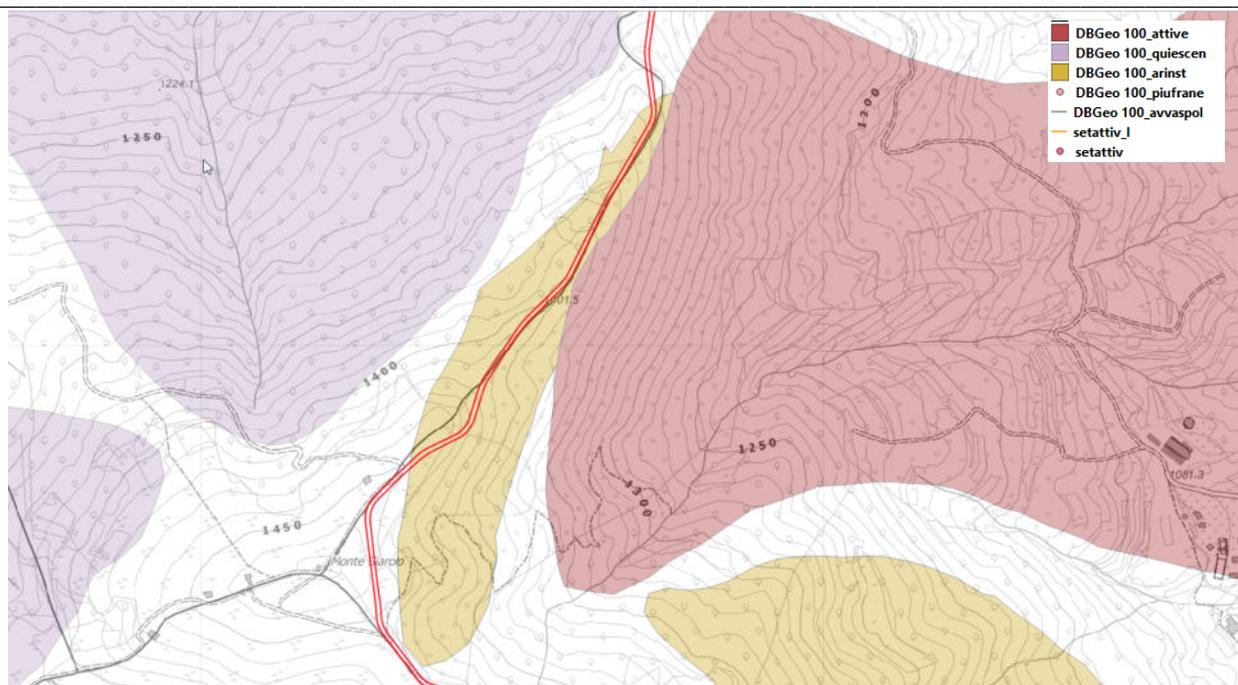


Figura 4.2.4: - Estratto Cartografie DBGeo 100

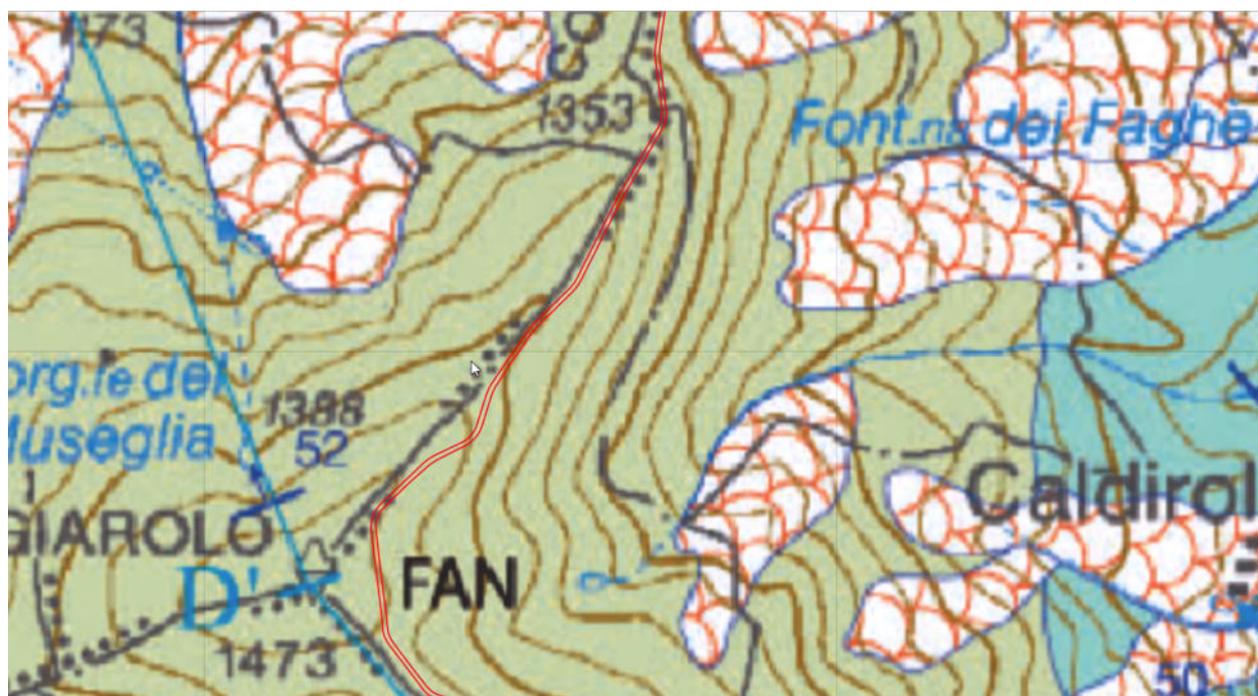


Figura 4.2.5: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo SIFRAP intercetta direttamente il lembo superiore di una frana quiescente mentre secondo la cartografia PAI lambisce il margine di una frana attiva. La sovrapposizione con le perimetrazioni ripostate entro la DB GEO100 risulta interessato da settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale. Quest'ultima perimetrazione evidenzia la possibile presenza di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali: sono frane generalmente di modeste dimensioni e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale). Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione del Monte Antola ed alle loro coperture.

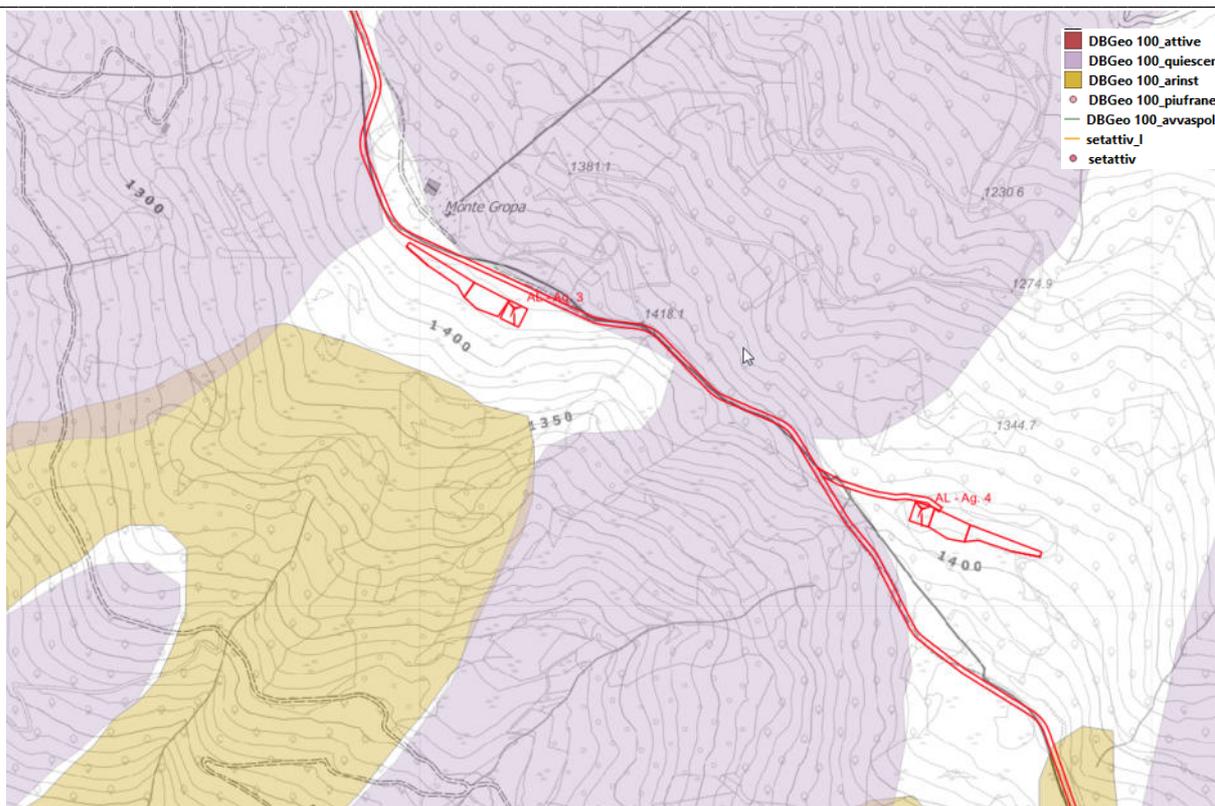


Figura 4.2.8: - Estratto Cartografie DBGeo 100

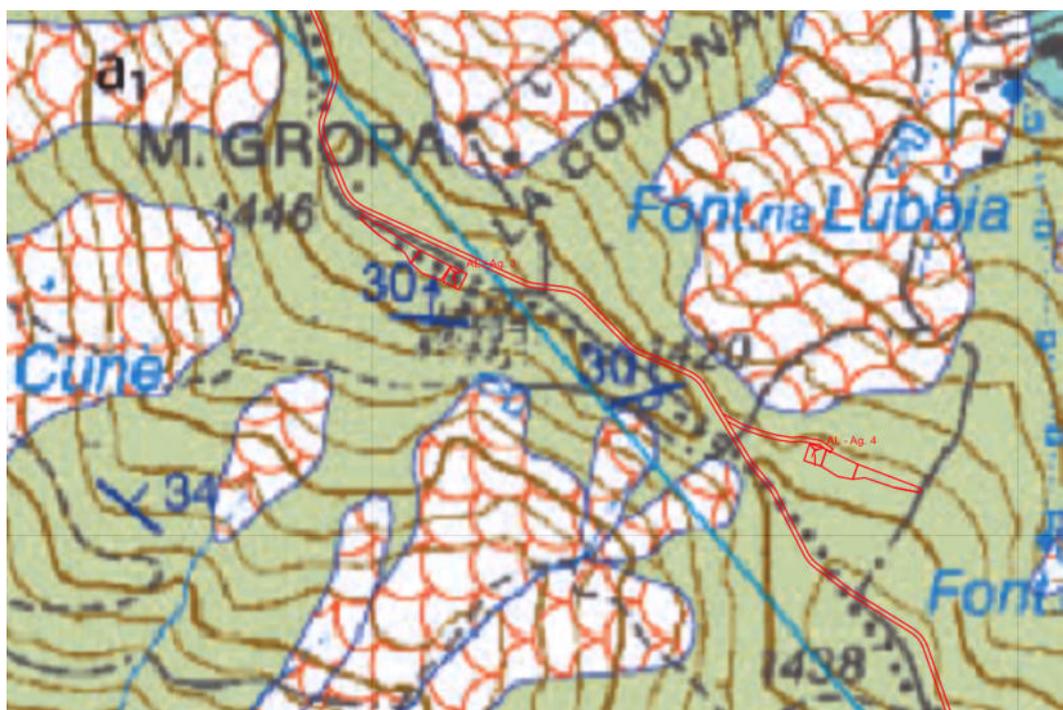


Figura 4.2.9: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo SIFRAP lambisce il perimetro superiore di una frana attiva/riattivata/sospesa presso la quota 1400, frana che nel medesimo posto è classificata secondo la cartografia PAI come quiescente e lambisce il margine di una frana attiva. Analogo accostamento per la cartografia PAI avviene anche in prossimità di una frana quiescente a termine dell'arrivo della seggiovia. La sovrapposizione con le perimetrazioni ripostate entro la DB GEO100 evidenziano numerose ed estese sovrapposizioni con dissesti classificati come quiescenti. Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione del Monte Antola ed alle loro coperture.

TRA AG5 e AG6 – MONTE PANA



Figura 4.2.10: - Estratto Cartografie dei dissesti da SIFRAP

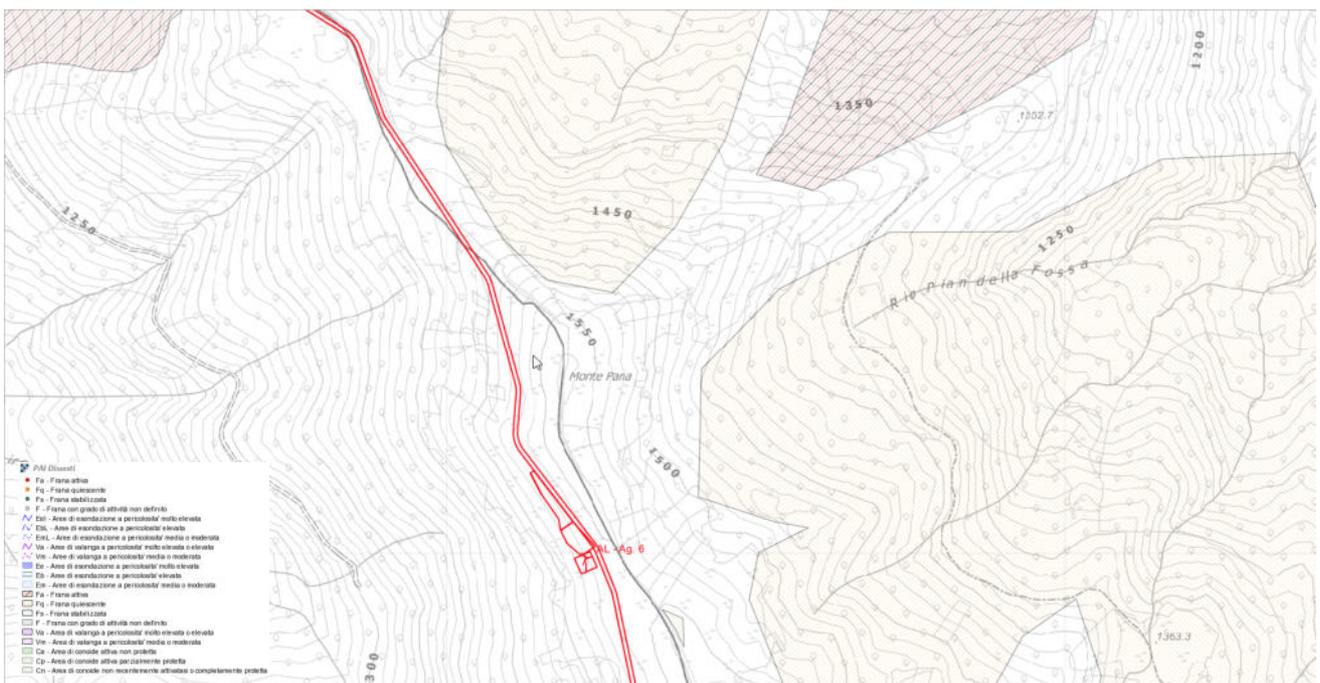


Figura 4.2.11: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI

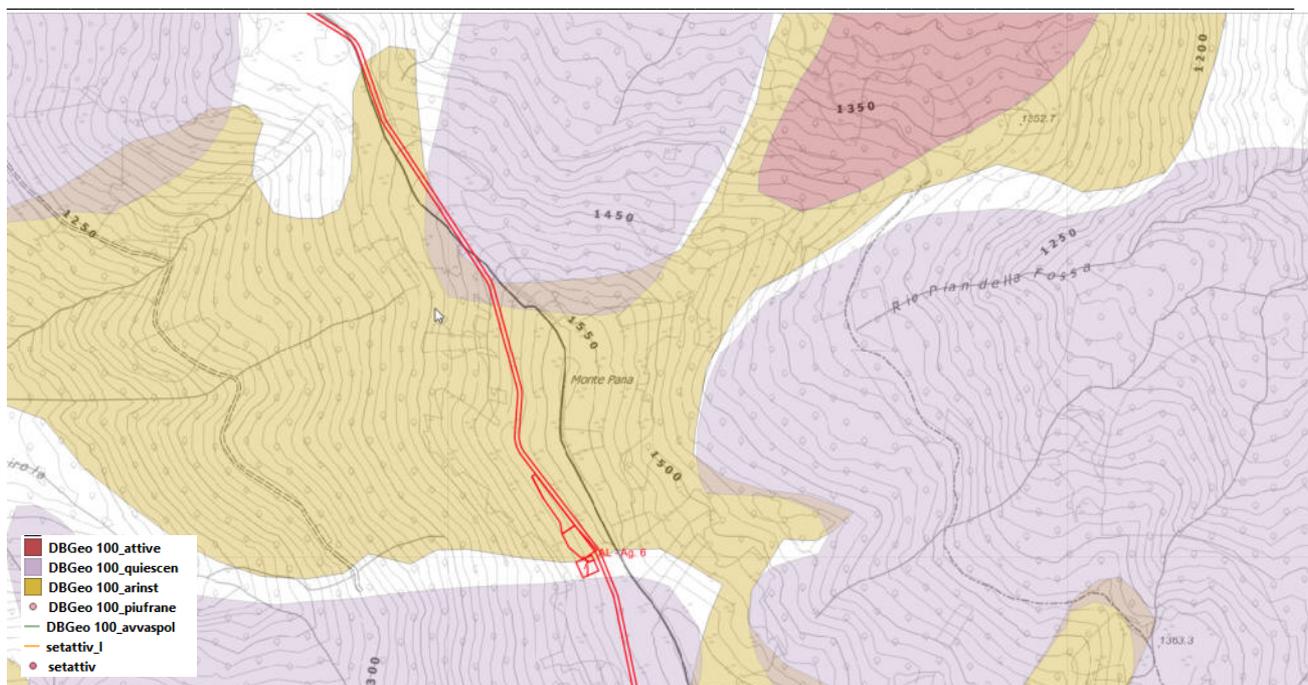


Figura 4.2.12: - Estratto Cartografie DBGeo 100

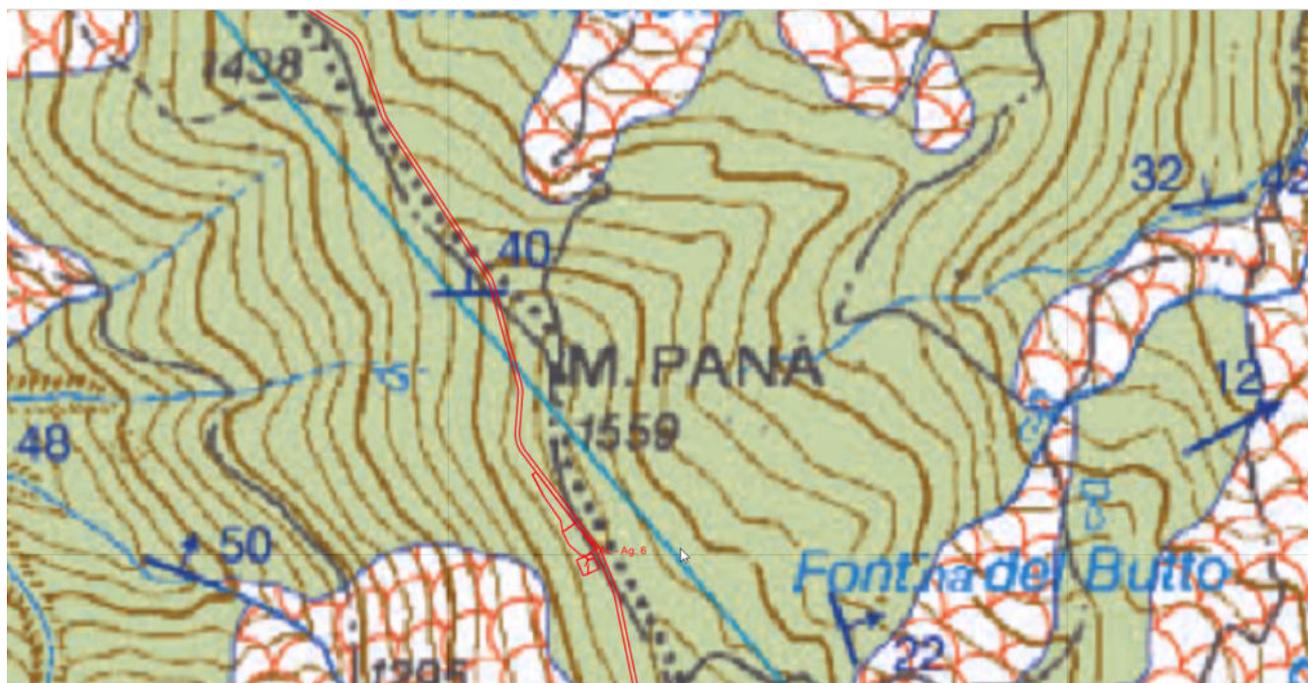


Figura 4.2.13: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo le cartografie SIFRAP e PAI è esterno a qualsiasi perimetrazione, l'interferenza con una frana quiescente censita nel SIFRAP è meglio evidenziato nel paragrafo successivo. La sovrapposizione con le perimetrazioni ripostate entro la DB GEO100 evidenziano sovrapposizioni sia con dissesti classificati come quiescenti sia con settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale. Quest'ultima perimetrazione evidenzia la possibile presenza di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali: sono frane generalmente di modeste dimensioni e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale). Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione del Monte Antola ed alle sue coperture.

TRA AG6 e AG10

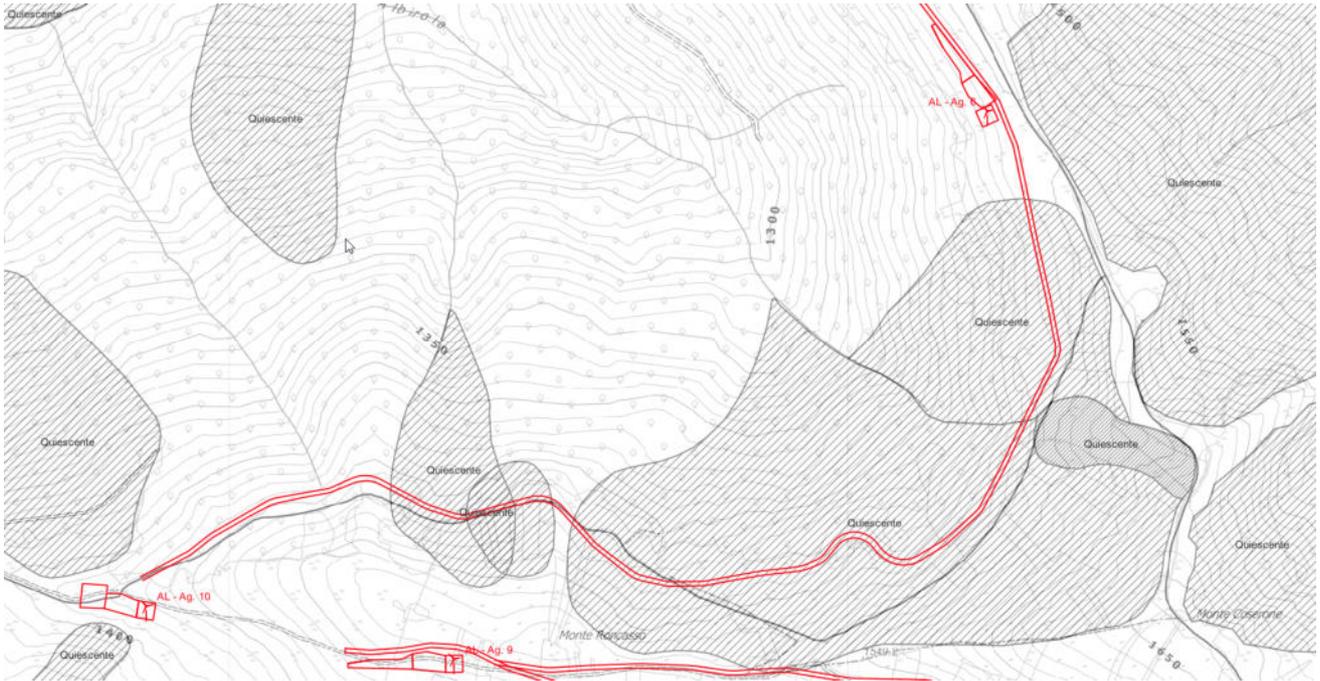


Figura 4.2.14: - Estratto Cartografie dei dissesti da SIFRAP

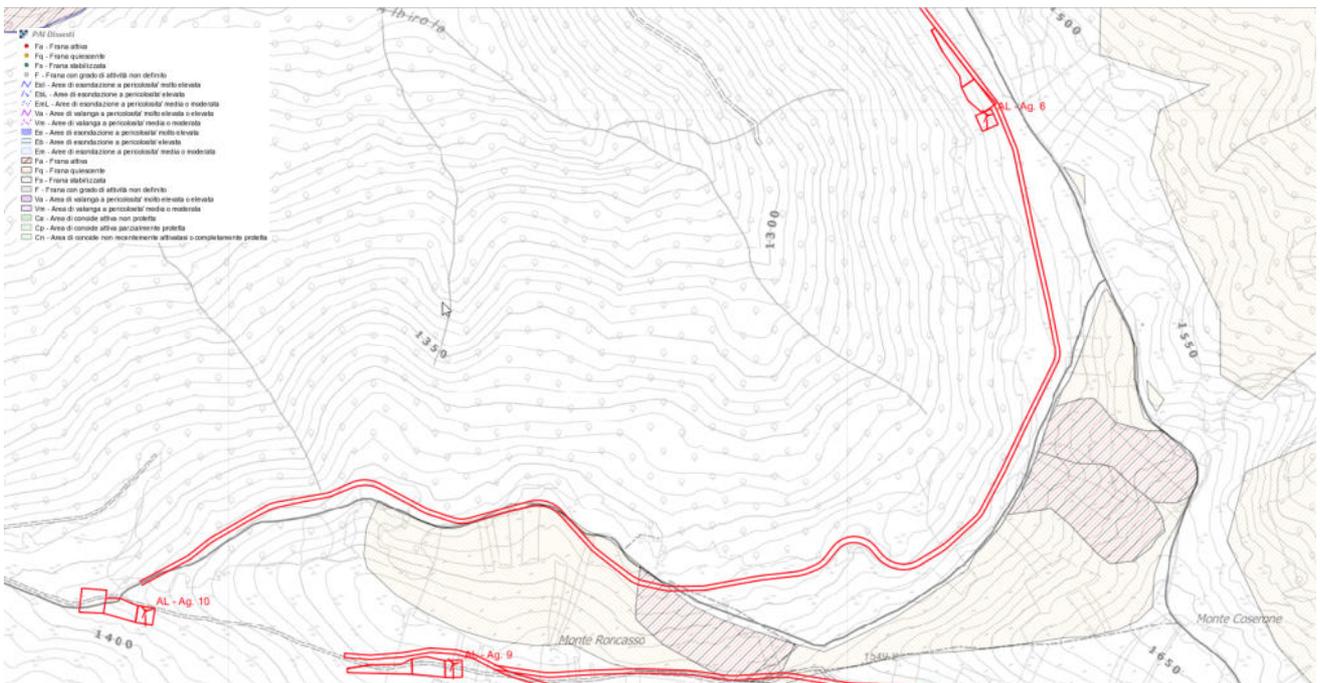


Figura 4.2.15: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI

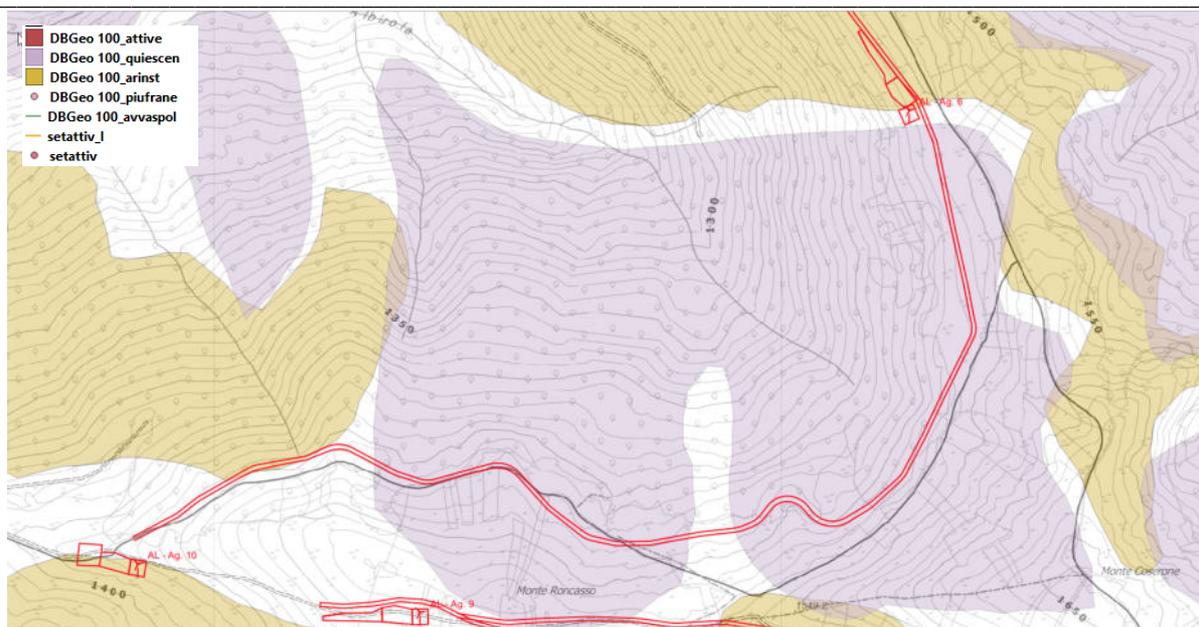


Figura 4.2.16: - Estratto Cartografie DBGeo 100

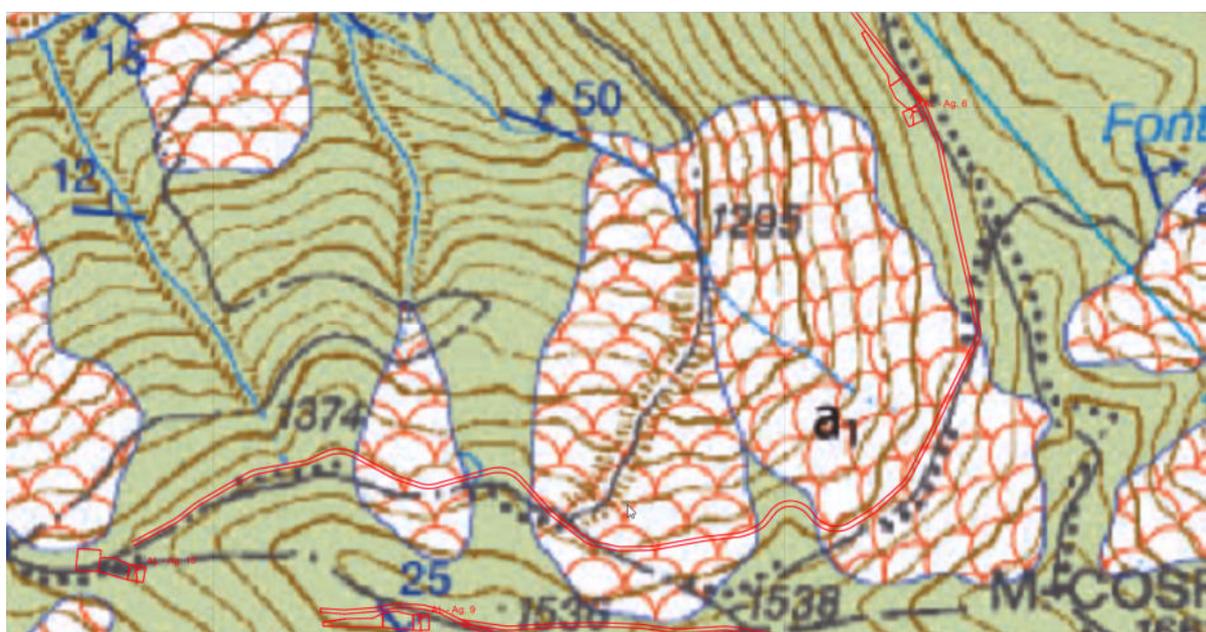


Figura 4.2.17: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo le cartografie SIFRAP ricade entro perimetrazioni di frane quiescenti così come per il PAI dove il tracciato appare sovrapposto alla perimetrazione di una frana quiescente e per una piccola parte anche ad una frana attiva. La sovrapposizione con le perimetrazioni ripostate entro la DB GEO100 evidenziano sovrapposizioni con dissesti classificati come quiescenti; in prossimità dell'AG10 il tracciato appare lambire settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale. Quest'ultima perimetrazione evidenzia la possibile presenza di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali: sono frane generalmente di modeste dimensioni e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale). Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione del Monte Antola ed alle sue coperture, sono inoltre cartografati in sovrapposizione dei depositi di frana.

**TRATTO DI COLLEGAMENTO TRA LE TRATTE OVEST ED EST.
TRA AG10 E MONTE RONCASSO E MONTE COSERONE**

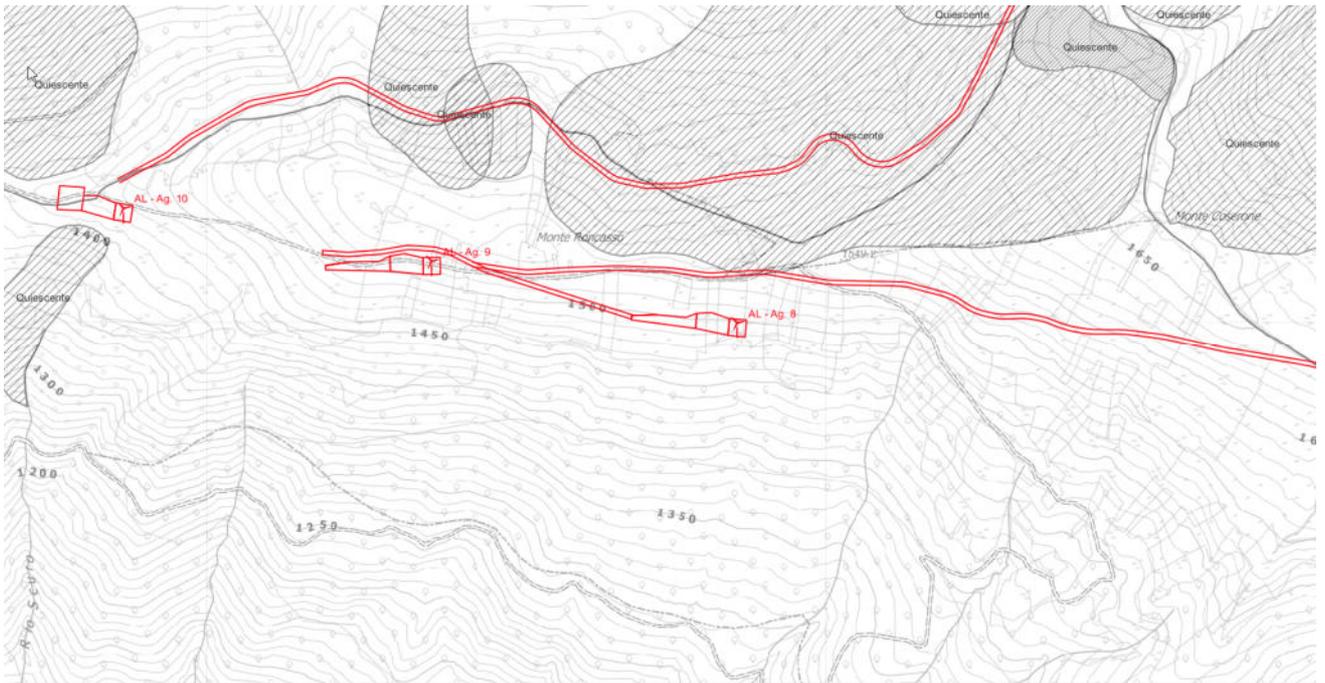


Figura 4.2.18: - Estratto Cartografie dei dissesti da SIFRAP

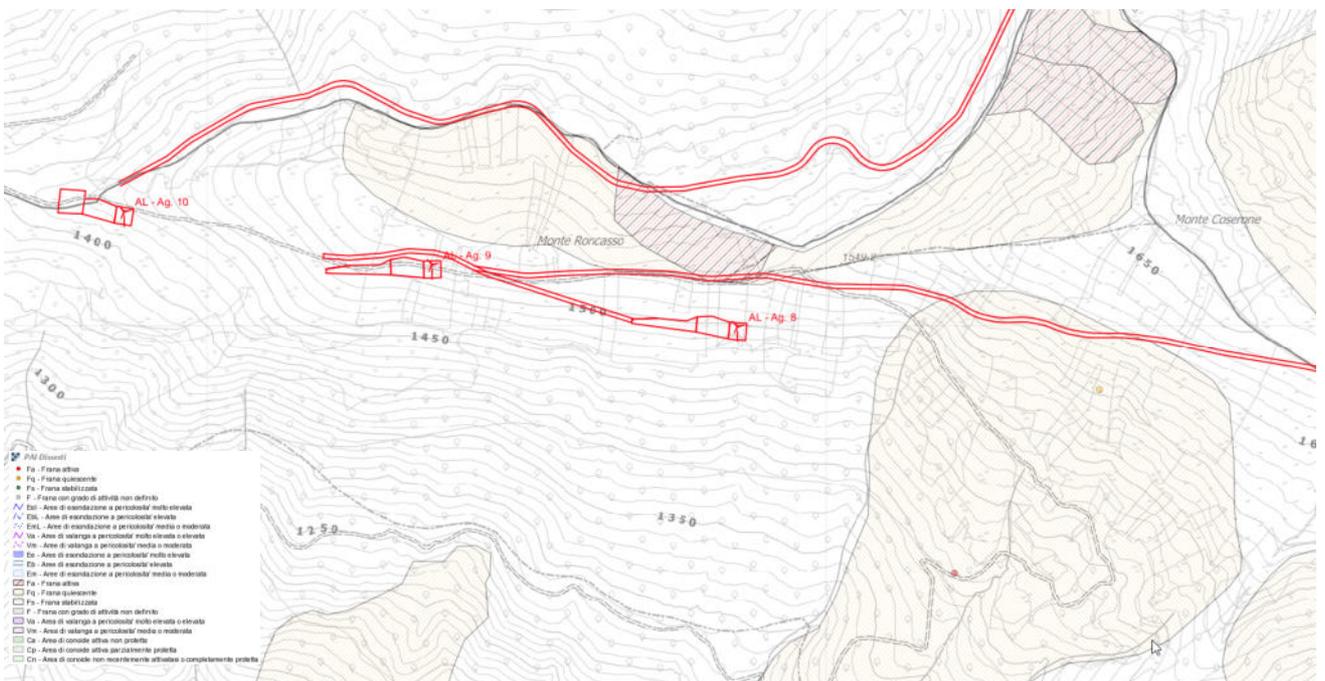


Figura 4.2.19: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI

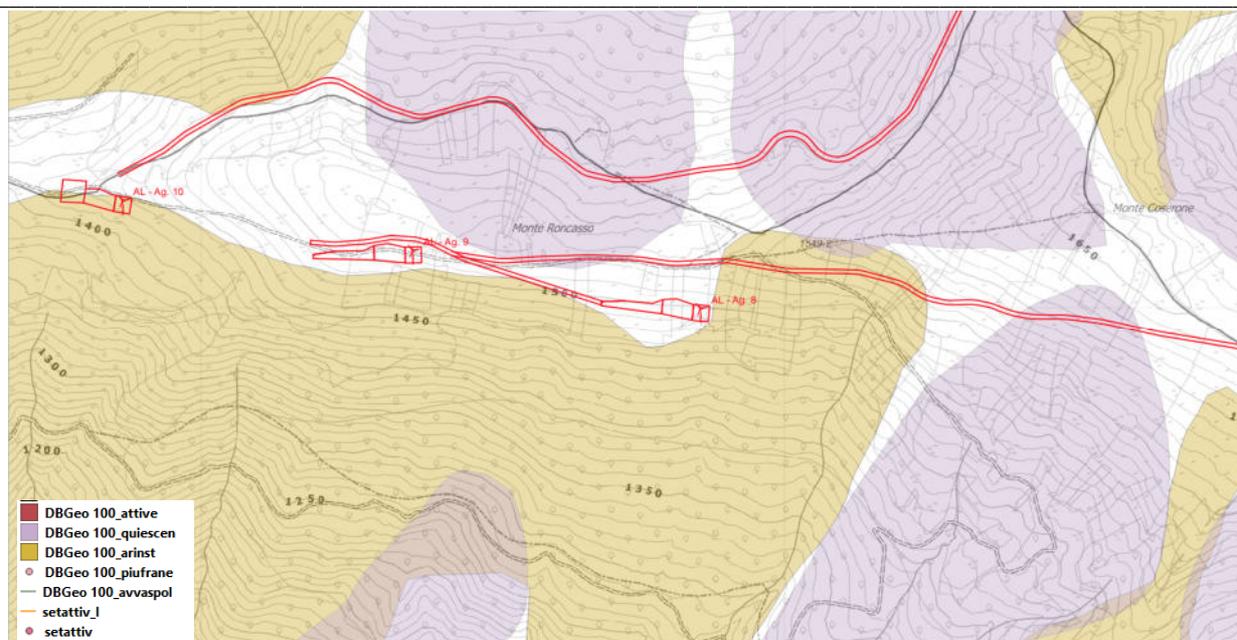


Figura 4.2.20: - Estratto Cartografie DBGeo 100



Figura 4.2.21: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo le cartografie SIFRAP lambisce la perimetrazione di una frana quiescente così come per il PAI dove il tracciato appare sovrapposto alla perimetrazione di due frane quiescenti e per una piccola parte anche ad una frana attiva. La sovrapposizione con le perimetrazioni ripostate entro la DB GEO100 evidenziano sovrapposizioni sia con dissesti classificati come quiescenti sia con settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale. Quest'ultima perimetrazione evidenzia la possibile presenza di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali: sono frane generalmente di modeste dimensioni e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale). Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione del Monte Antola ed alle sue coperture.

TRA MONTE COSERONE E MONTE EBRO

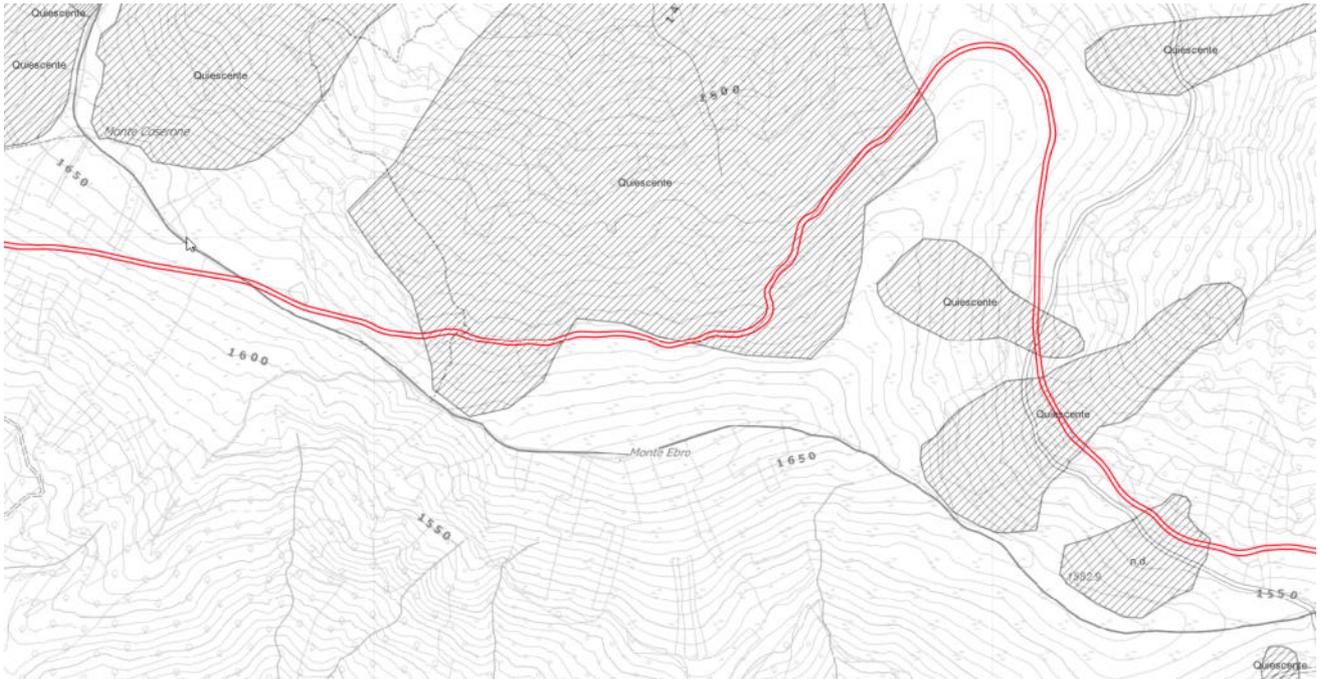


Figura 4.2.22: - Estratto Cartografie dei dissesti da SIFRAP

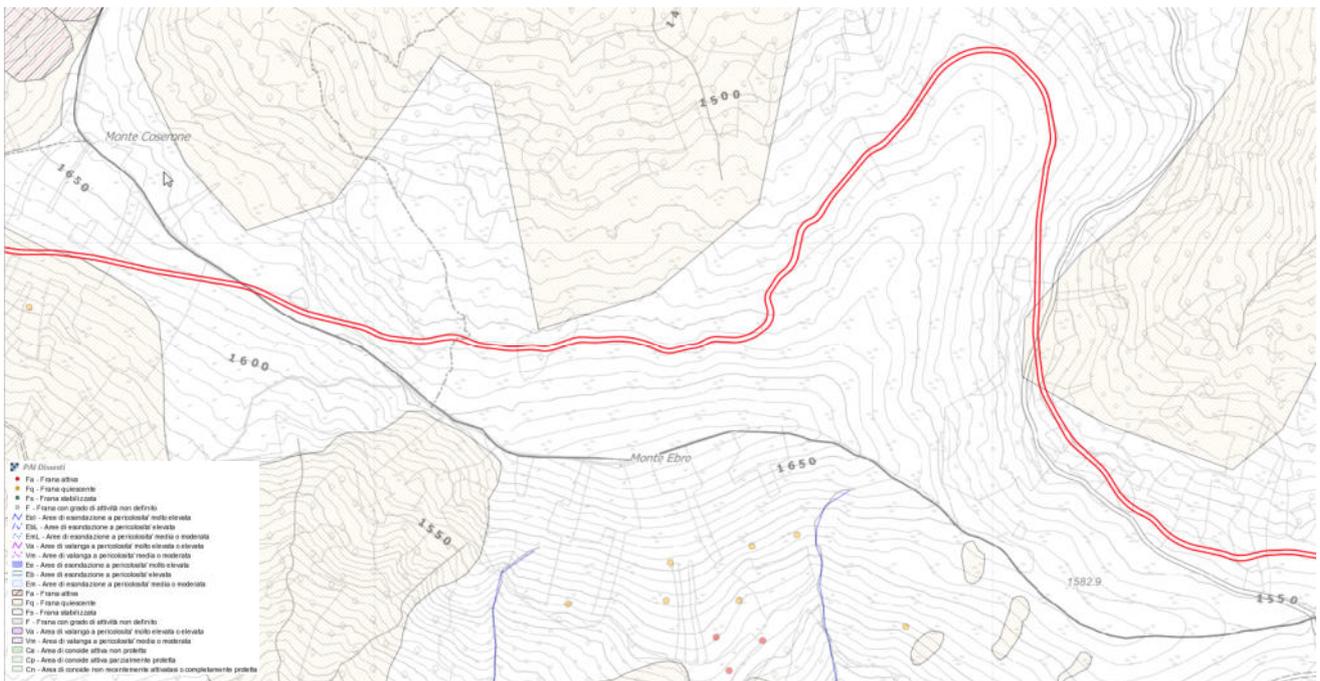


Figura 4.2.23: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI

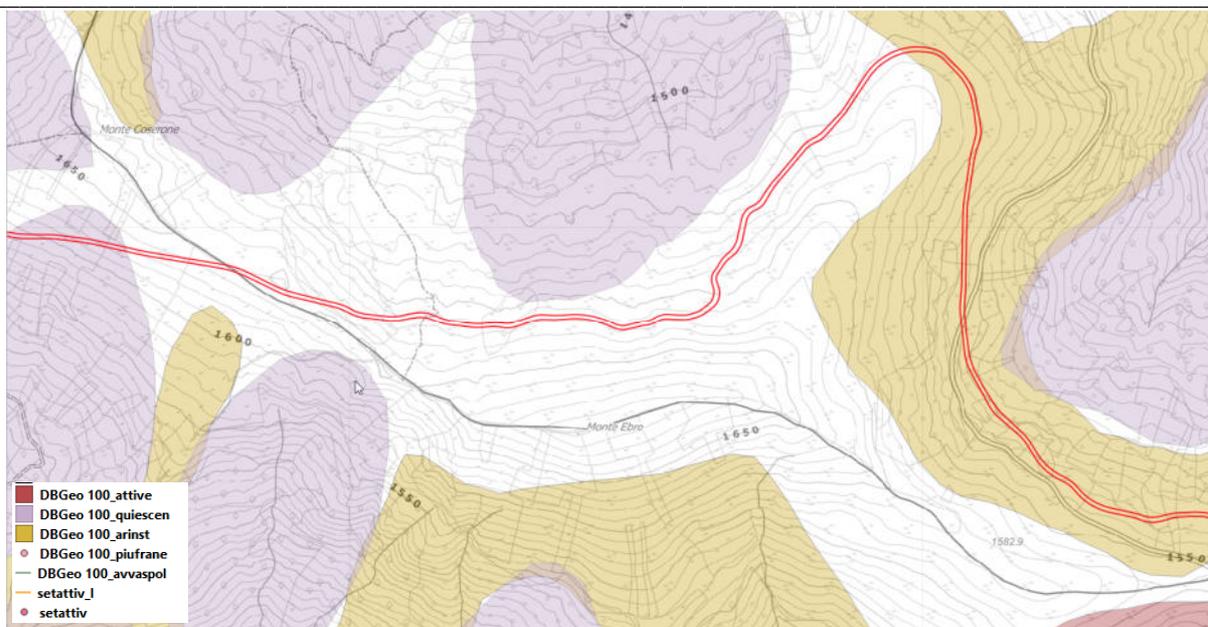


Figura 4.2.24: - Estratto Cartografie DBGeo 100

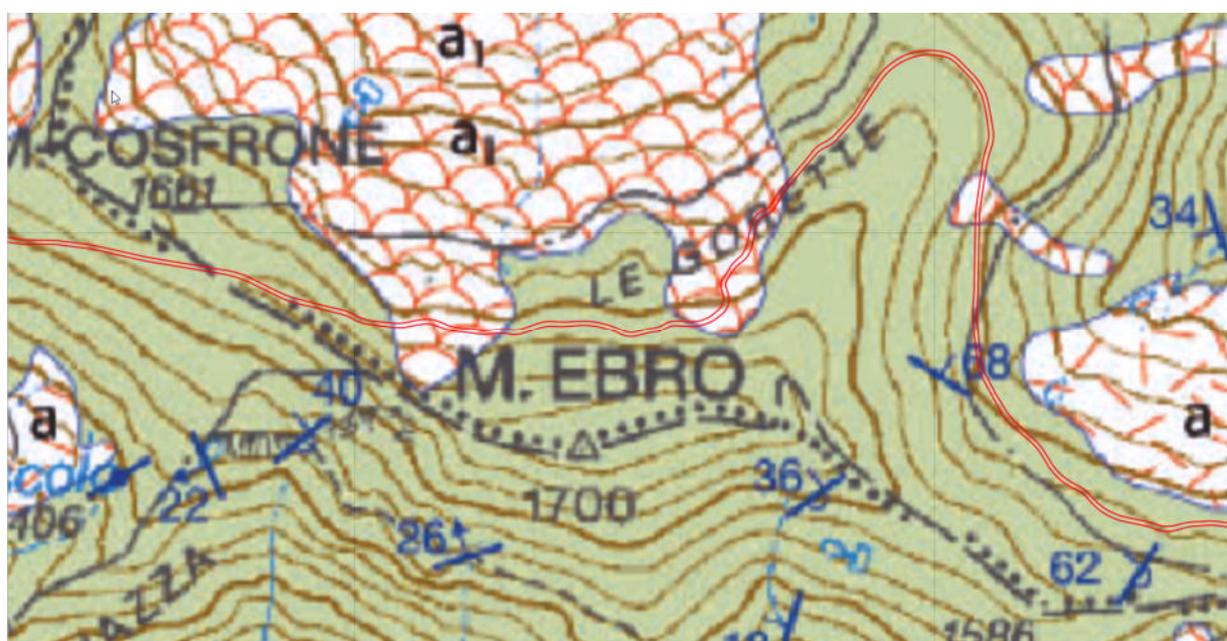


Figura 4.2.25: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo le cartografie SIFRAP interseca le perimetrazioni di più frane quiescenti così come per il PAI dove il tracciato appare sovrapposto alla perimetrazione di una frana quiescente e lambirne il perimetro di una seconda. La sovrapposizione con le perimetrazioni riportate entro la DB GEO100 evidenziano sovrapposizioni sia con dissesti classificati come quiescenti sia con settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale. Quest'ultima perimetrazione evidenzia la possibile presenza di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali: sono frane generalmente di modeste dimensioni e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale). Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione del Monte Antola ed alle sue coperture, sono inoltre cartografati in sovrapposizione dei depositi di frana.

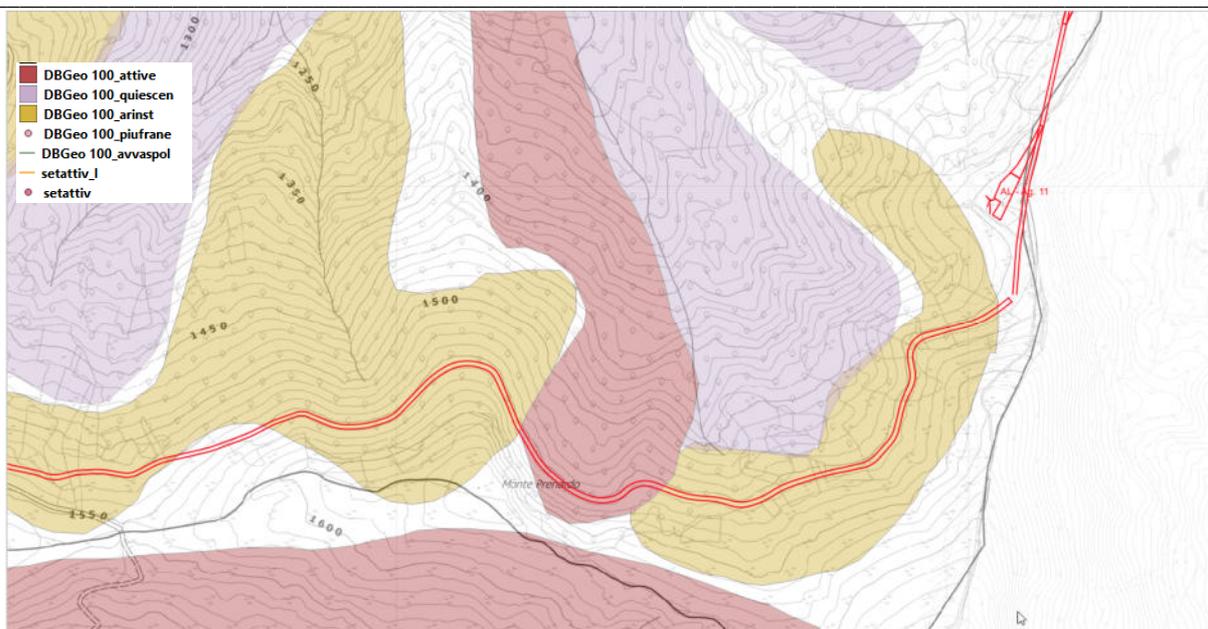


Figura 4.2.28: - Estratto Cartografie DBGeo 100

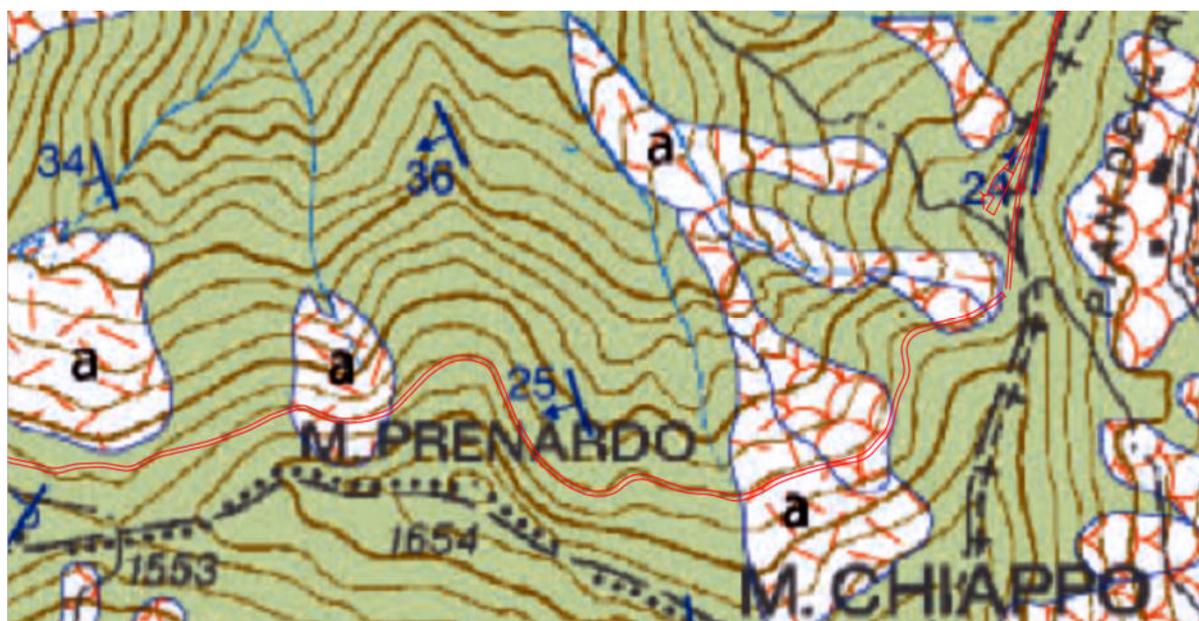


Figura 4.2.29: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo le cartografie SIFRAP interseca la perimetrazione di una frana quiescente così come per il PAI dove il tracciato appare sovrapposto alla perimetrazione di una frana attiva con perimetrazione parzialmente sovrapposta a quella quiescente riportata nel SIFRAP. La sovrapposizione con le perimetrazioni ripostate entro la DB GEO100 evidenziano sovrapposizioni sia con un dissesto classificato come attivo sia con settori di versante vulnerabili per fenomeni franosi da fluidificazione della coltre superficiale. Quest'ultima perimetrazione evidenzia la possibile presenza di fenomeni franosi che si innescano durante eventi di pioggia di forte intensità per saturazione e successiva fluidificazione dei materiali sciolti costituenti i terreni superficiali: sono frane generalmente di modeste dimensioni e limitato spessore, caratterizzate da estrema rapidità che si verificano, durante il medesimo evento, con grande diffusione areale). Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione

del Monte Antola ed alle sue coperture, sono inoltre cartografati in sovrapposizione con accumuli detritici.

TRATTO EST.

TRA AG11 A AG13



Figura 4.2.30: - Estratto Cartografie dei dissesti da SIFRAP

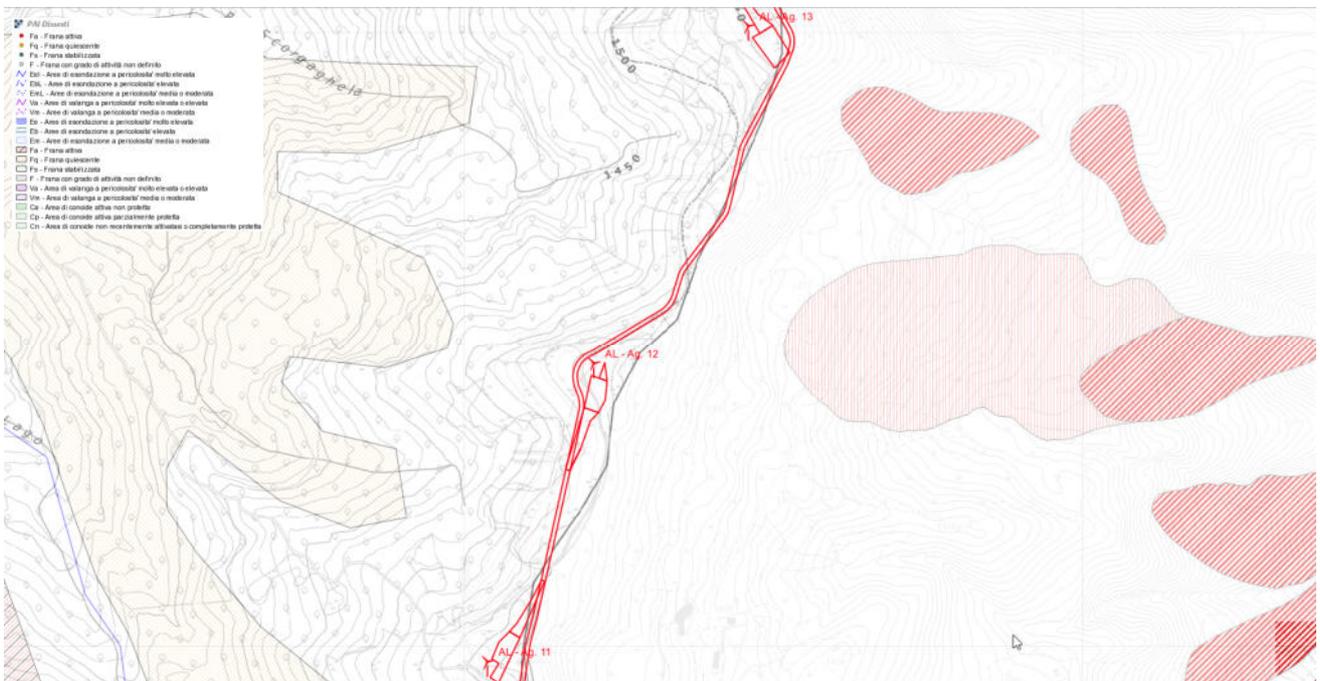


Figura 4.2.31: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI

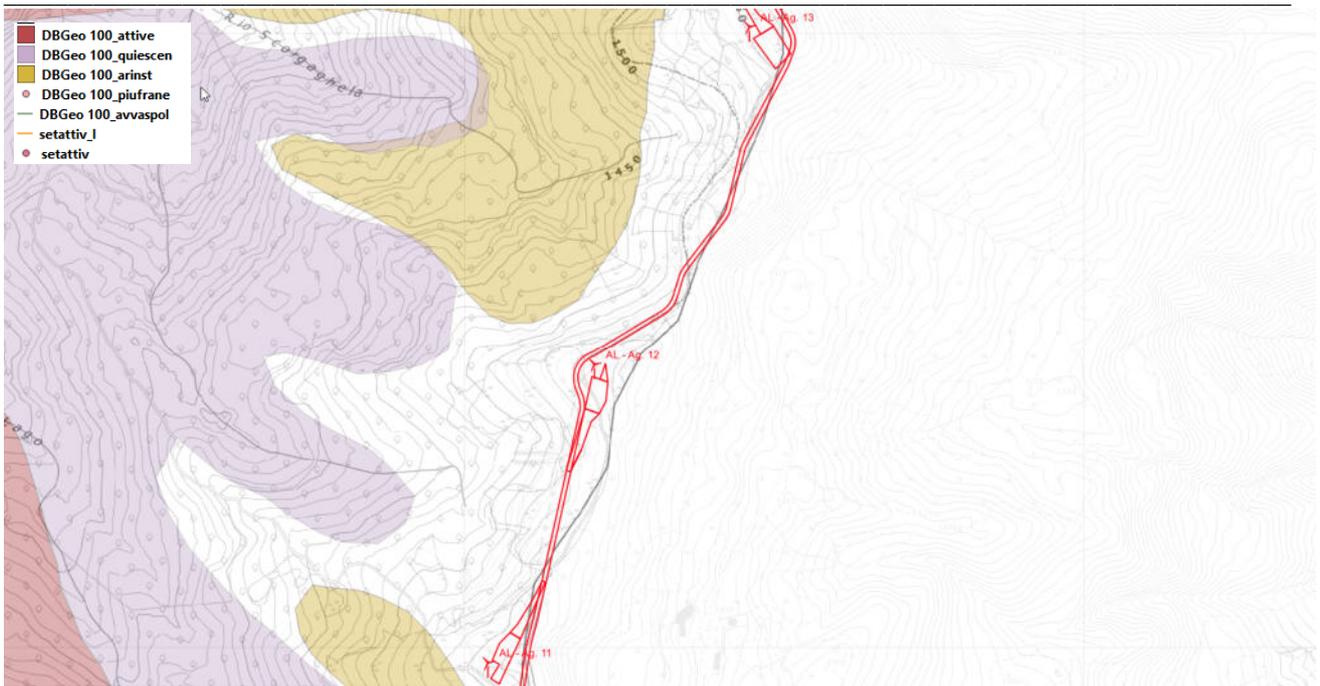


Figura 4.2.32: - Estratto Cartografie DBGeo 100

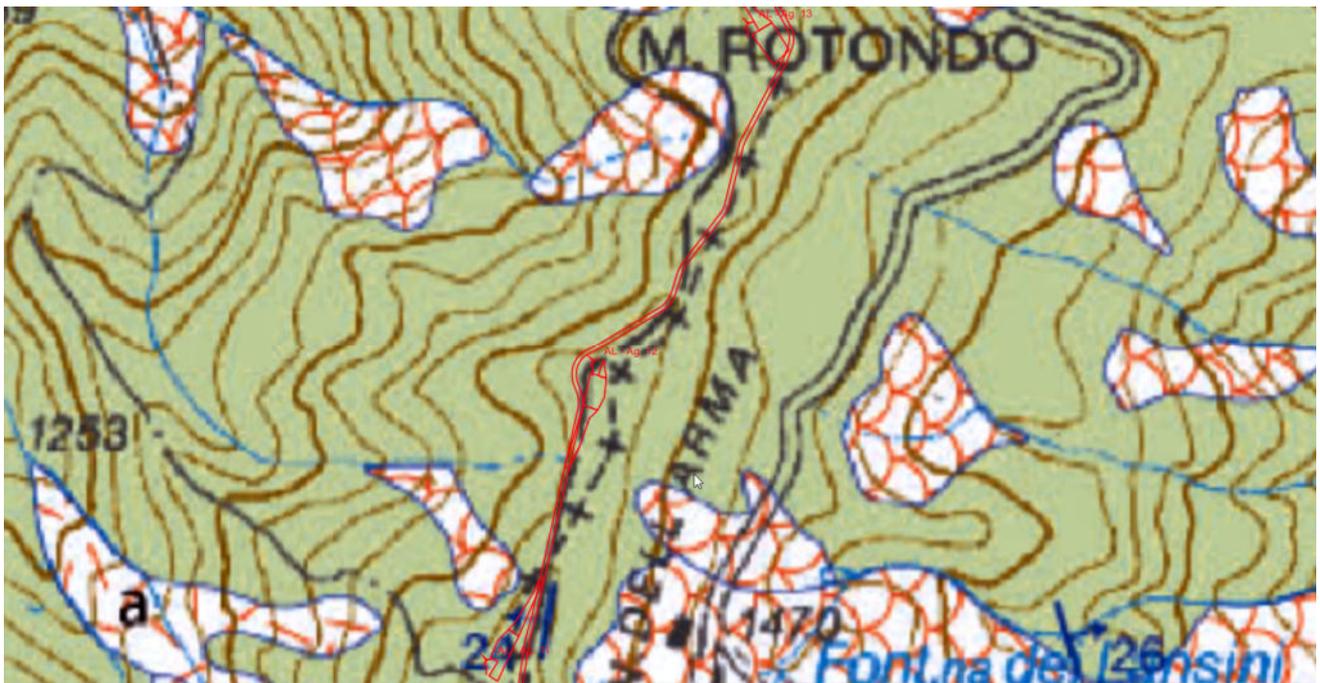


Figura 4.2.33: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo le cartografie SIFRAP lambisce la perimetrazione di una frana il cui stato non è definito mentre sia il PAI sia la DB GEO100 non evidenziano sovrapposizioni con dissesti cartografati.

Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione del Monte Antola ed alle sue coperture.

TRA IL COLLE DELLA SEPPA E MONTE BAGNOLO

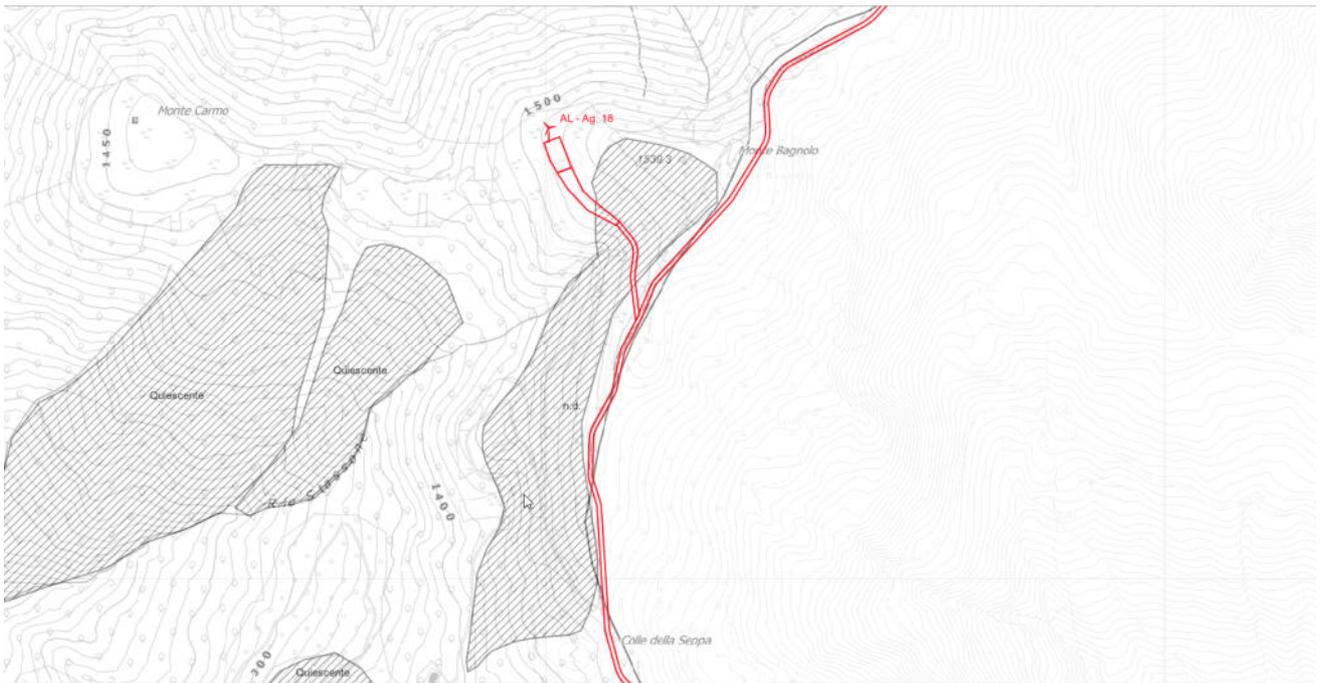


Figura 4.2.34: - Estratto Cartografie dei dissesti da SIFRAP

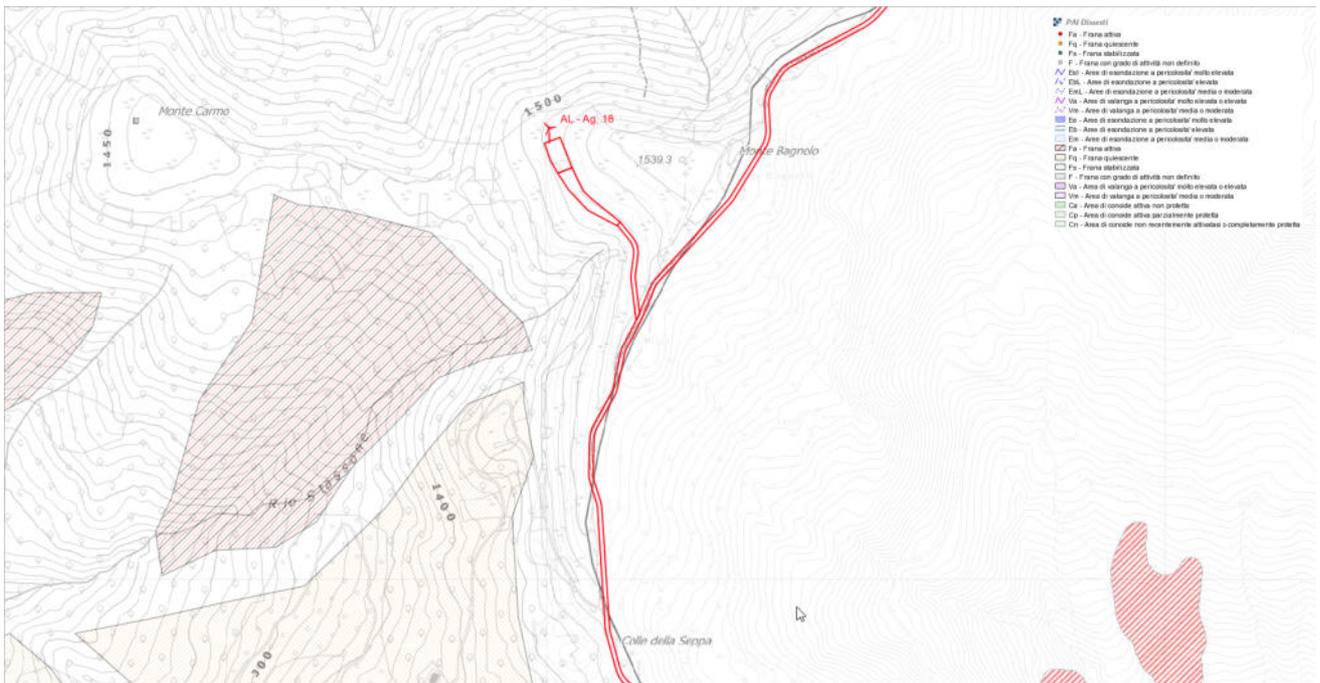


Figura 4.2.35: - Estratto Cartografie dei dissesti da PAI

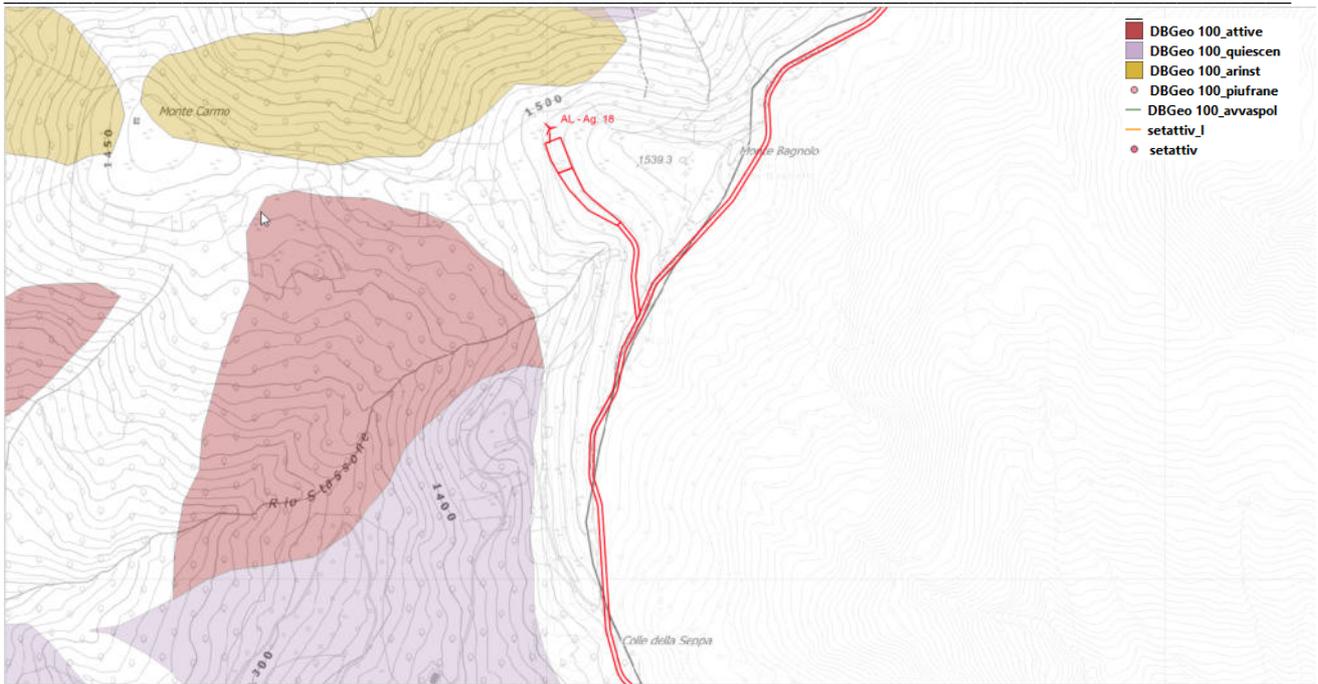


Figura 4.2.36: - Estratto Cartografie DBGeo 100

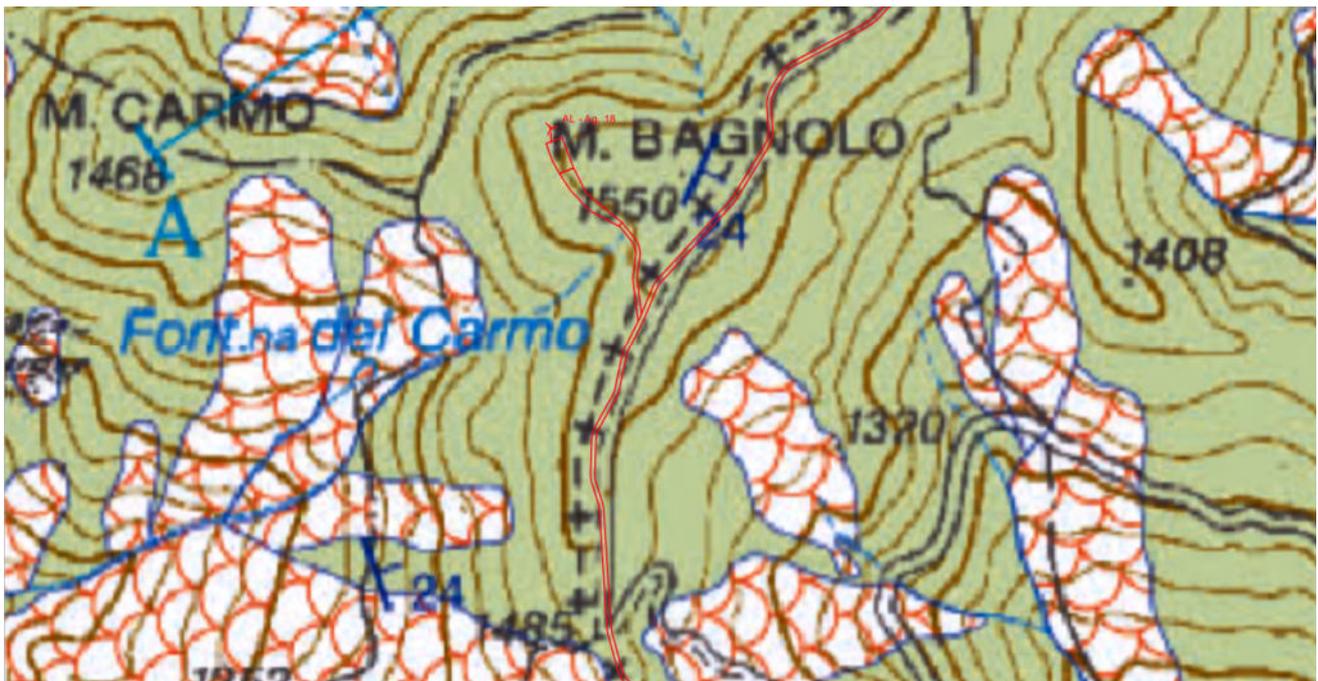


Figura 4.2.37: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo le cartografie SIFRAP interseca, con il ramo che conduce all'aerogeneratore 18 la perimetrazione di una frana il cui stato non è definito mentre sia il PAI sia la DB GEO100 non evidenziano sovrapposizioni con dissesti cartografati.

Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione del Monte Antola ed alle sue coperture.

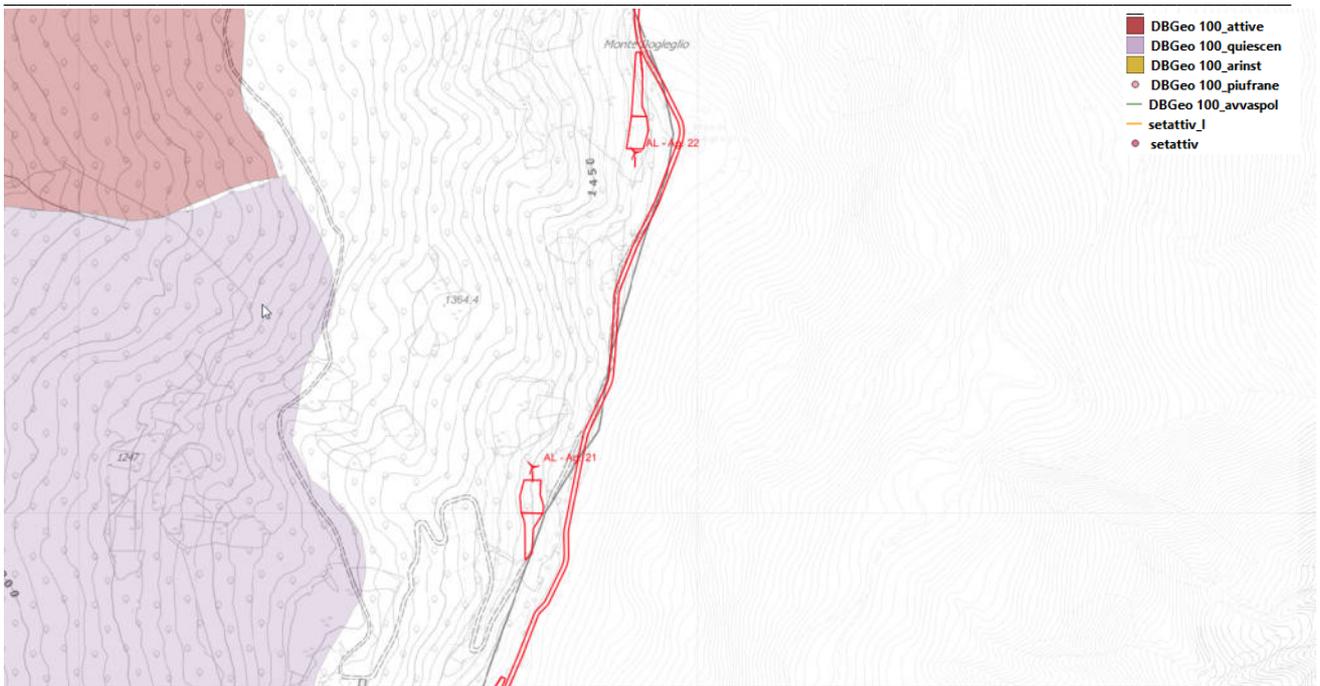


Figura 4.2.40: - Estratto Cartografie DBGeo 100

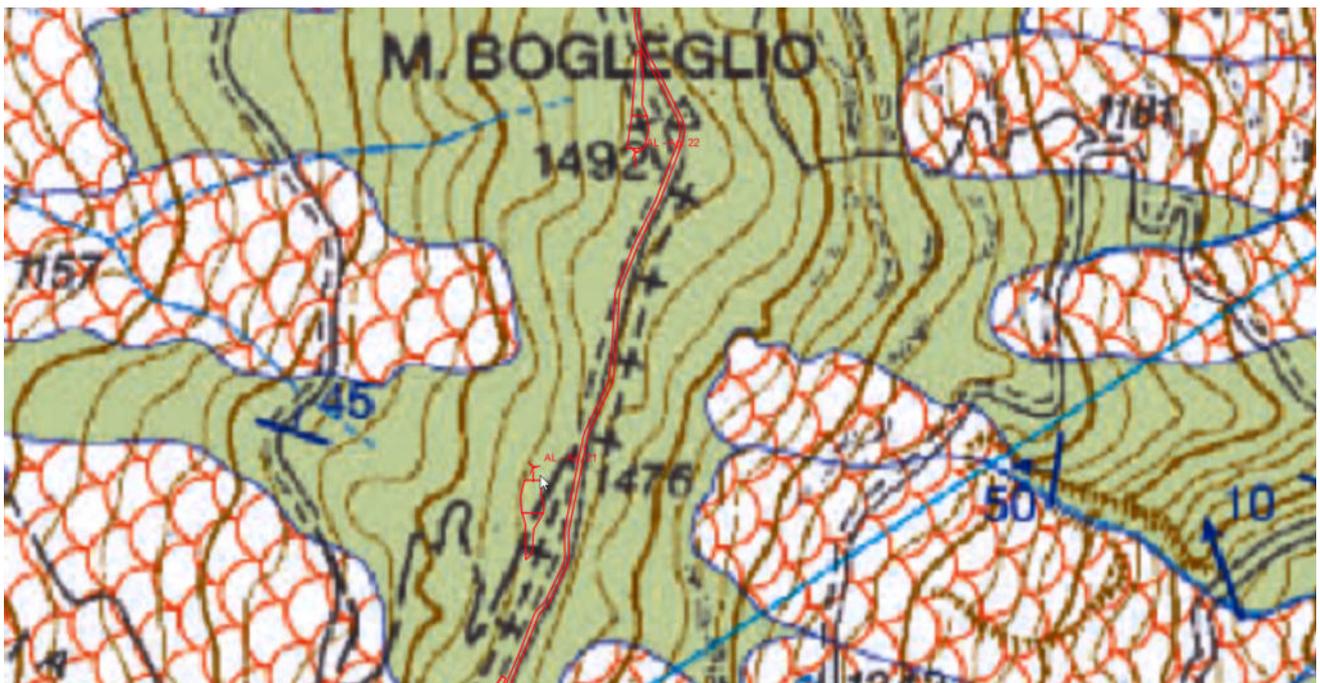


Figura 4.2.41: - Estratto Cartografie CARG

Il tracciato secondo le cartografie SIFRAP interseca, la perimetrazione di una frana quiescente mentre sia il PAI sia la DB GEO100 non evidenziano sovrapposizioni con dissesti cartografati.

Le litologie presenti sono ascrivibili alla Formazione del Monte Antola ed alle sue coperture.

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, e si completerà con la successiva incisione a mezzo di trencher o altra attrezzatura idonea 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/presente
 - 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 Monte Giarolo, per l'esecuzione del quale si forniscono qui le seguenti prescrizioni operative minime e che dovranno essere soggette a revisione in fase esecutiva:

- tutte le opere in progetto dovranno rispettare le distanze dai corsi d'acqua come previsto dalla normativa vigente con particolare riferimento al R. D. 523/1904 e relativa normativa regionale e di bacino;
- in sito dovrà essere sviluppata una corretta rete di regimazione delle acque meteoriche tale da permettere la laminazione e il corretto smaltimento dei deflussi. 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 ed 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.). 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;
- per tutte le opere 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 essere tali da consolidare non solo il sedime stradale (tramite opere geotecniche quali palificazioni e consolidamenti), ma anche le porzioni di versante immediatamente a monte ed a valle dello stesso nonché ridurre l'azione ipogea di eventuali deflussi di circolazione.

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)

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