REGIONE LIGURIA

Provincia di Savona

COMUNE DI QUILIANO - COMUNE DI SAVONA



VALORIZZAZIONE DELLE FONTI ALTERNATIVE
PER SCOPI ENERGETICI

IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Fattoria Eolica CIMA MONTA'

PROGETTISTI		PROPONENTE
STRUTTURE	**Ing. BONINO Ingrid** Via A.Diaz 1 - 17047 Vado ligure (SV) c.f. BNNNRD74C63I480S - p. IVA 01319220099 tel. 339.3373268 - email ingridbonino@libero.it	**LA FATTORIA DEL VENTO S.r.l.** Via Gramsci 38 r - 17100 Savona - c.f. 01456080090 - REA 147779 - tel. 019 821335 - PEC lafattoriadelvento@pec.it SIRITO Fabrizio amministratore delegato
TOPOG./ARCH.	**Geom. LUCON Stefano** Via Madonna della neve 6 - 17047 Quiliano (SV) c.f. LCNSFN70P29I480J - p. IVA 01099260091 tel. 393.9678644 - email lucon.stefano@gmail.com	
ELETTRICO ACUSTICA	**Ing. MASSA Enrico** Via Nazario Sauro 4/5A - 17100 Savona (SV) - c.f. MSSNRC73E09D969Q - p. IVA 002832290049 tel. 328.4503069 - email enrico.massa@tecgeo.net	
ARCHITETTURA	**Arch. MORAS Alberto** Via Quarda Sup. 4/5 - 17100 Savona (SV) c.f. MRS LRT 72L07 I480V - p. IVA 01257250090 tel. 347.2324222 - email alb.moras@awn.it	
GEOLOGIA	**Dott . Geol. PEIRONE Paolo** Via Barrili 4/1 - 1700 Savona (SV) c.f. PRNPLA63M28I480M - p. IVA 1052320098 tel. 347.2764854 - email paolopeirone.studio@gmail.com	
AMBIENTE	**Dott. For. Andrea Sambado** Via Scatti 7/7 - 17100 Savona (SV) c.f. SMBNDR84A17I480Z - p. IVA 01666630098 tel. 349.0721869 - email a.sambado@gmail.com	

01_108_RG

IMPIANTI ELETTRICI

ELABORATO	RELAZIONE GEOLOGICA POSA ELETTRODOTTI		
revisione	data	emissione	scala
0 1 2 3 4	15 novembre 2021	PRIMA EMISSIONE	-

s.a.G.A. studio associato di Geologia Applicata - via Montevideo 2A int. A 16129 Genova
tel. e fax +390103629775 p.iva 01220820052 email: s.a.g.a@libero.it

SOMMARIO

•0. PREMESSE 1

•Fig. 1: Corografia dell'area in esame (Loc. Cima Montà) - Scala 1:5.000 (stralcio CTR R.L. Fg.229050) 1

•Fig. 2: Corografia dell'area in esame (Loc. Montemoro)- Scala 1:5.000 (stralcio CTR R.L. Fg.229050) 2

•Fig. 3: Vista aerea della zona d'intervento Loc. Cima Montà - (fonte Bing Maps) 3

•Fig. 4: Vista aerea della zona d'intervento Loc. Monte Moro - (fonte Bing Maps) 3

•1. INQUADRAMENTO DELL'AREA AI SENSI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI DI ASSETTO DEL TERRITORIO 5

•1.1.1 Inquadramento dell'area ai sensi del PUC del Comune di Savona - Loc. Cima Montà ... 5

•Fig. 5: Estratto Carta di Struttura del piano Tav.SP 1a - non in scala 5

•1.1.2 Inquadramento dell'area ai sensi del Piano di Bacino - Loc. Cima Montà 6

•Fig. 6: Estratto P. di B. Ambito 16 - Carta della Suscettività al Dissesto Tav. 229050 - scala 1:10.000 6

•Fig. 7: Estratto P.di B. Ambito 16 - Carta del Reticolo Idrografico e della Rete Idrografica Significativa Tav. 229050 - scala 1:10.000 7

•1.2.1 Inquadramento dell'area ai sensi del PUC del Comune di Savona - Loc. Monte Moro ... 8

•Fig. 8: Estratto Carta di Struttura del piano Tav.SP 1a - non in scala 8

•1.2.2 Inquadramento dell'area ai sensi del Piano di Bacino - Loc. Monte Moro 9

•Fig. 9: Estratto P. di B. Ambito 16 - Carta della Suscettività al Dissesto Tav. 229050 - scala 1:10.000 9

•Fig. 10: Estratto P.di B. Ambito 16 - Carta del Reticolo Idrografico e della Rete Idrografica Significativa Tav. 229050 - scala 1:10.000 10

•2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, geomorfologico ed idrogeologico 12

•2.1 Situazione geologica generale 12

•Fig. 11: Estratto CGR 229.4 Savona scala 1:25000 13

•2.2 Situazione geomorfologica ed idrogeologica 14

Assetto geomorfologico 14

•Fig. 12: Estratto PUC Savona TAV. DF G.2.5 scala 1:10000 15

•Fig. 13: Estratto PUC Savona TAV. DF G.2.5 scala 1:10000 16

•Fig. 14: Estratto PUC Savona Zonizzazione Geologica Loc. Montà - TAV. ST G.4.a1 scala 1:10000 17

•Fig. 15: Estratto PUC Savona Zonizzazione Geologica Loc. Monte Moro - TAV. ST G.4.a1 scala 1:10000.....17

b) Assetto idrogeologico 18

•3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI E DEL BED ROCK.....20

•Tab. 1: Stratigrafia "media" lungo il tracciato di progetto 20

•3.1 Parametri geotecnici dei terreni.....20

•Tab. 2: Parametri geotecnici medi dei terreni.....21

•4.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI 22

•4.1 Parametri sismici.....22

•Tab. 3: Valori di riferimento 23

•Tab. 4: Coefficienti sismici 24

•4.2 Probabilità di liquefazione dei terreni.....24

•5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....25

•Indicazioni Progettuali: 26

a) Posa dell'elettrodotto 26

b) Fondazione dei pali di sostegno 27

c) Approntamento del sito 27

d) Sistema di drenaggio delle acque 28

ALLEGATI

•Tavola 1:

- Figura 1 - Carta Geologica Schematica con ubicazione dell'intervento in Loc. Cima Montà .....scala 1:2000
- Figura 2 - Sezione Geologica Interpretativa 1-1 .....scala 1:100
- Figura 3 - Sezione Geologica Interpretativa 2-2 .....scala 1:100

•Tavola 2:

- - Figura 1 - Carta Geologica Schematica con ubicazione dell'intervento in Loc. Montemoro .....scala 1:2000
- Figura 2 - Sezione Geologica Interpretativa 11-11 .....scala 1:100
- Figura 3 - Sezione Geologica Interpretativa 14-14 .....scala 1:100

0. PREMESSE

Nell'ambito del progetto per la realizzazione di un elettrodotto da mettere in opera nelle località di *Cima Montà* e *Monte Moro*, Comune di Savona (SV) - vedi Figg. 1 e 2 seguenti "Corografie" -, ***lo studio associato di geologia applicata s.a.G.A.***, è stato incaricato dal progettista *Geom. Giorgio Corio* per conto di *Enel spa Divisione Infrastrutture e Reti*, di svolgere le indagini geologiche connesse alla vigente normativa tecnica, per la realizzazione delle infrastrutture di rete (linea elettrica) per la connessione di un impianto di produzione da fonti rinnovabili. La relazione Geologica è stata redatta in base a quanto stabilito dalla normativa vigente (D.M. 14-01-08, D.G.R. Regione Liguria n°. 1362 del 19.11.10, L.R. 4/99, nonché in base alle N. di A. del Piano di Bacino Ambito 16 *Torrente Letimbro*).

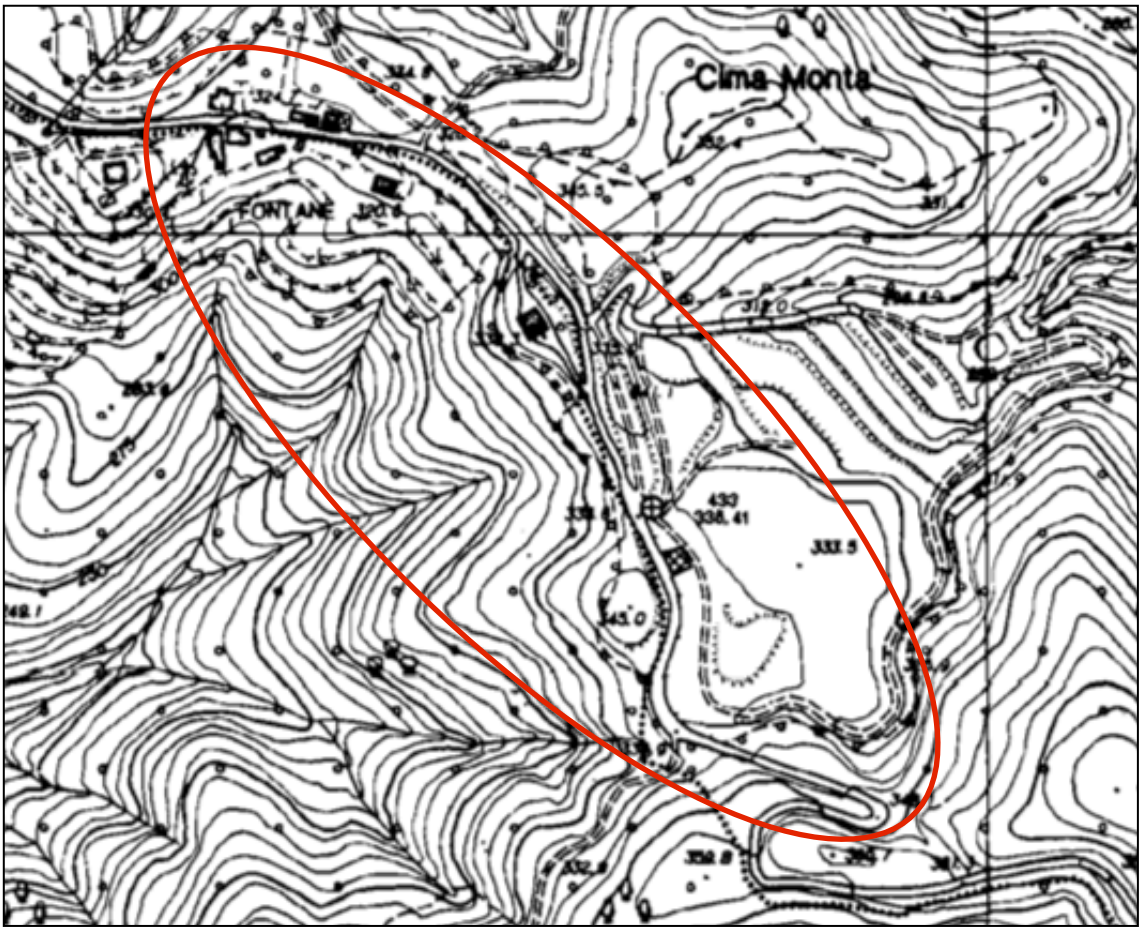


Fig. 1: Corografia dell'area in esame (*Loc. Cima Montà*) - Scala 1:5.000 (stralcio CTR R.L. Fg.229050)

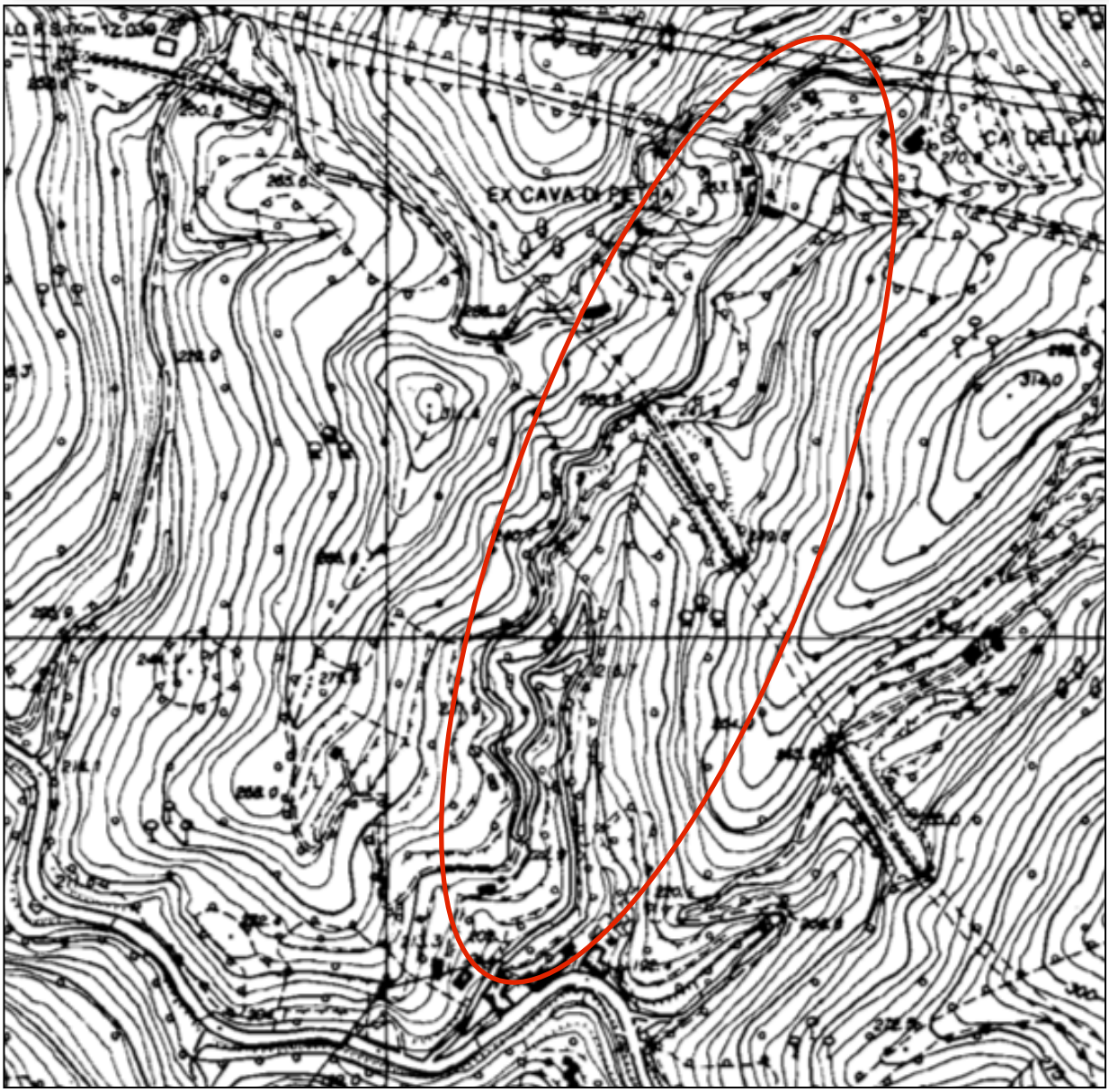


Fig. 2: Corografia dell'area in esame (*Loc. Montemoro*)- Scala 1:5.000 (stralcio CTR R.L. Fg.229050)

Le aree interessate si trovano entrambe nell'ambito del territorio Comunale di **Savona** (Sv): la prima, situata nelle vicinanze di Cima Montà e della località Fontane (vedi Fig. 1 Pag.1 e Fig 3 Pag 3), è in prossimità dello spartiacque tra il torrente *Quiliano* e il torrente *Letimbro* che definisce anche il confine tra il comune di Savona, nel quale verranno effettuate le opere in progetto, e il territorio comunale di Quiliano; la seconda area si colloca tra le località Monte Moro e l'ex Cava di Pietra (vedi Fig. 2 soprastante e la Fig. 4 Pag.3) all'interno del bacino del torrente *Letimbro*.



Fig. 3: Vista aerea della zona d'intervento Loc. Cima Montà - (*fonte Bing Maps*)



Fig. 4: Vista aerea della zona d'intervento Loc. Monte Moro - (*fonte Bing Maps*)

La vocazione delle arre su cui verranno eseguiti i lavori si scavo è principalmente boschiva e rurale, con una scarsa presenza di manufatti ad uso abitativo/agricolo, (vedi Fig.3 e 4 a pag 3), con limitate aree insediative.

L'indagine geologica si è concentrata ovviamente nell'area sulla quale è prevista la posa dell'elettrodotto e per un congruo intorno.

Lo studio geologico si prefigge i seguenti obiettivi:

- identificare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche e geotecniche del sito, con riferimento alla stratigrafia del sottosuolo e ai principali parametri geotecnici medi degli orizzonti di terreno e di roccia che lo costituiscono (ricostruzione del modello geologico del sottosuolo interessato dalle opere in progetto - con riferimento alle NTC 2008);
- accertare l'idoneità del terreno in rapporto alle opere in progetto.

Considerati gli obiettivi suddetti, è stato eseguito un rilievo dettagliato per un congruo intorno all'area in esame, non ritenendo necessario l'esecuzioni di indagini geognostiche data anche l'esiguità degli scavi in progetto. Per la caratterizzazione dei parametri geotecnici del sottosuolo sono stati raccolti dati geotecnici e geologici di letteratura e frutto di indagini svolte dagli scriventi in analoghe situazioni geologiche.

In questo modo si è giunti ad una sufficiente caratterizzazione dei fattori che determinano le condizioni geologiche dei terreni presenti nell'area in esame, per fornire ai Tecnici Progettisti le informazioni necessarie alla stesura del progetto.

1. INQUADRAMENTO DELL'AREA AI SENSI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI DI ASSETTO DEL TERRITORIO

1.1.1 Inquadramento dell'area ai sensi del PUC del Comune di Savona - Loc. Cima Montà

Nella "Carta di Struttura del piano" Tav. ST 0.4 a del P.U.C. del Comune di Savona, l'area si trova suddivisa nelle zone "**E**": ***Territorio extraurbano***, e "**An**": ***Insediamenti del territorio extraurbano e in Servizi e standards urbanistici*** (vedi Fig. 5 sottostante).

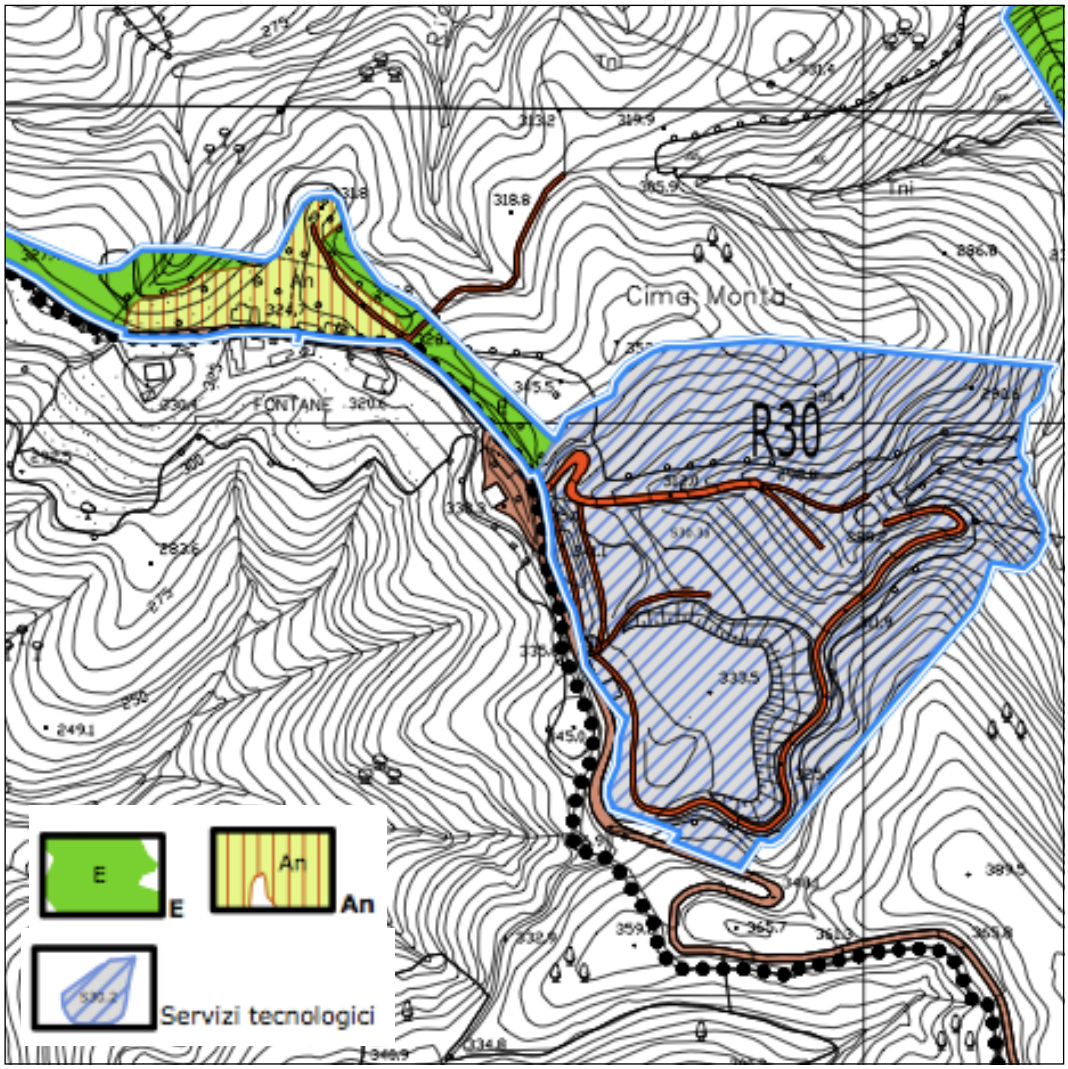


Fig. 5: Estratto Carta di Struttura del piano Tav.SP 1a - non in scala

1.1.2 Inquadramento dell'area ai sensi del Piano di Bacino - Loc. Cima Montà

Il sito in esame ricade nell'area coperta dal *Piano di Bacino Stralcio* **Ambito 16 Torrente Letimbro**.

Nella carta allegata al medesimo, **Tavola 229050 "Carta della Suscettività al dissesto"**, il sito in esame risulta ricadere nelle classi "**Classe di Suscettività Bassa Pg1** e **Molto Bassa Pg0**" cioè *aree con una scarsa predisposizione al dissesto.*(vedi Fig. 6 sottostante).

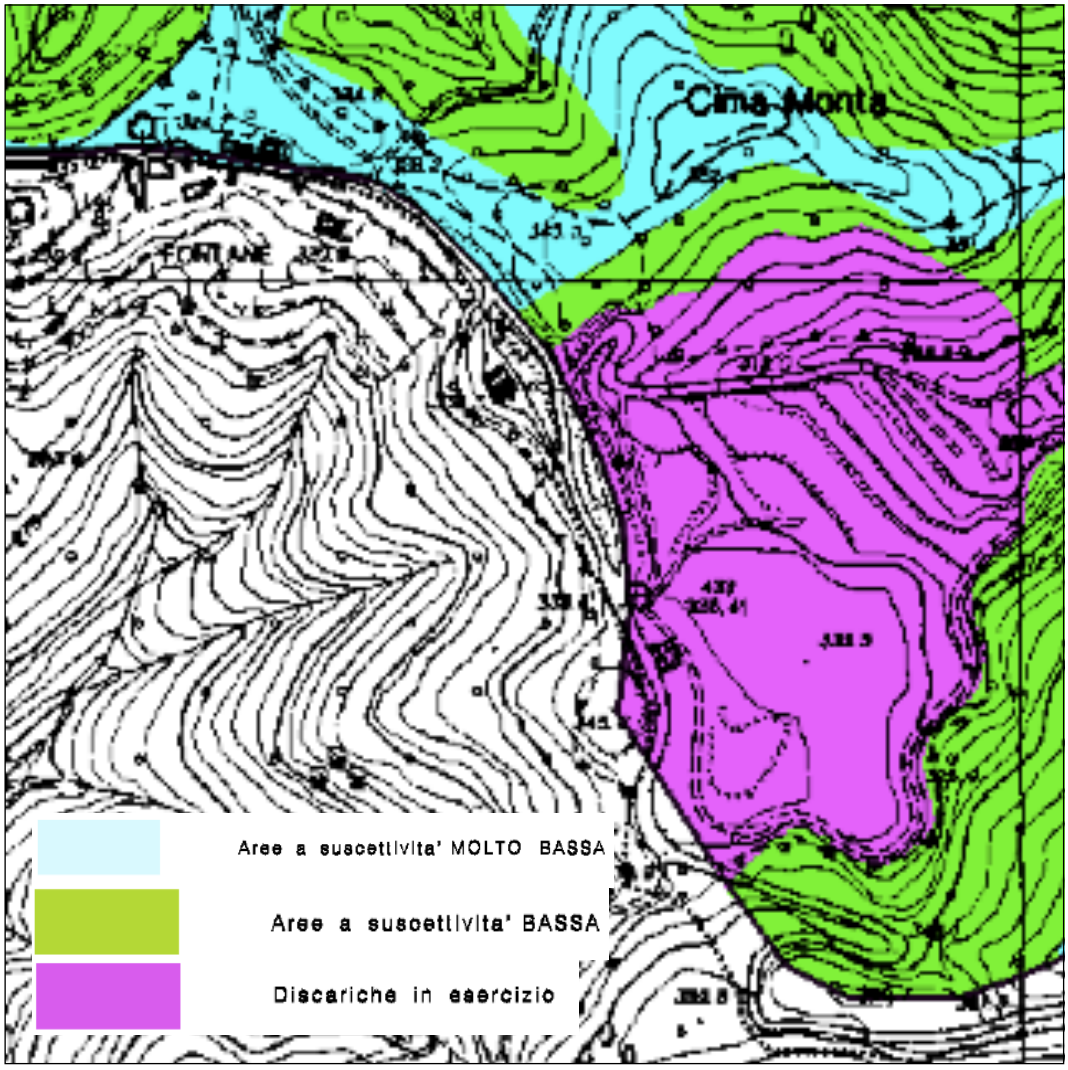


Fig. 6: Estratto P. di B. Ambito 16 - Carta della Suscettività al Dissesto Tav. 229050 - scala 1:10.000

Nella carta allegata al Piano di Bacino Ambito16, **Tavola 229050 "Carta del Reticolo Idrografico e della Rete Idrografica Significativa"**, come si nota in Fig. 7 sottostante, l'area non interseca direttamente rivi, in virtù della posizione e dello sviluppo del tracciato lungo il crinale.

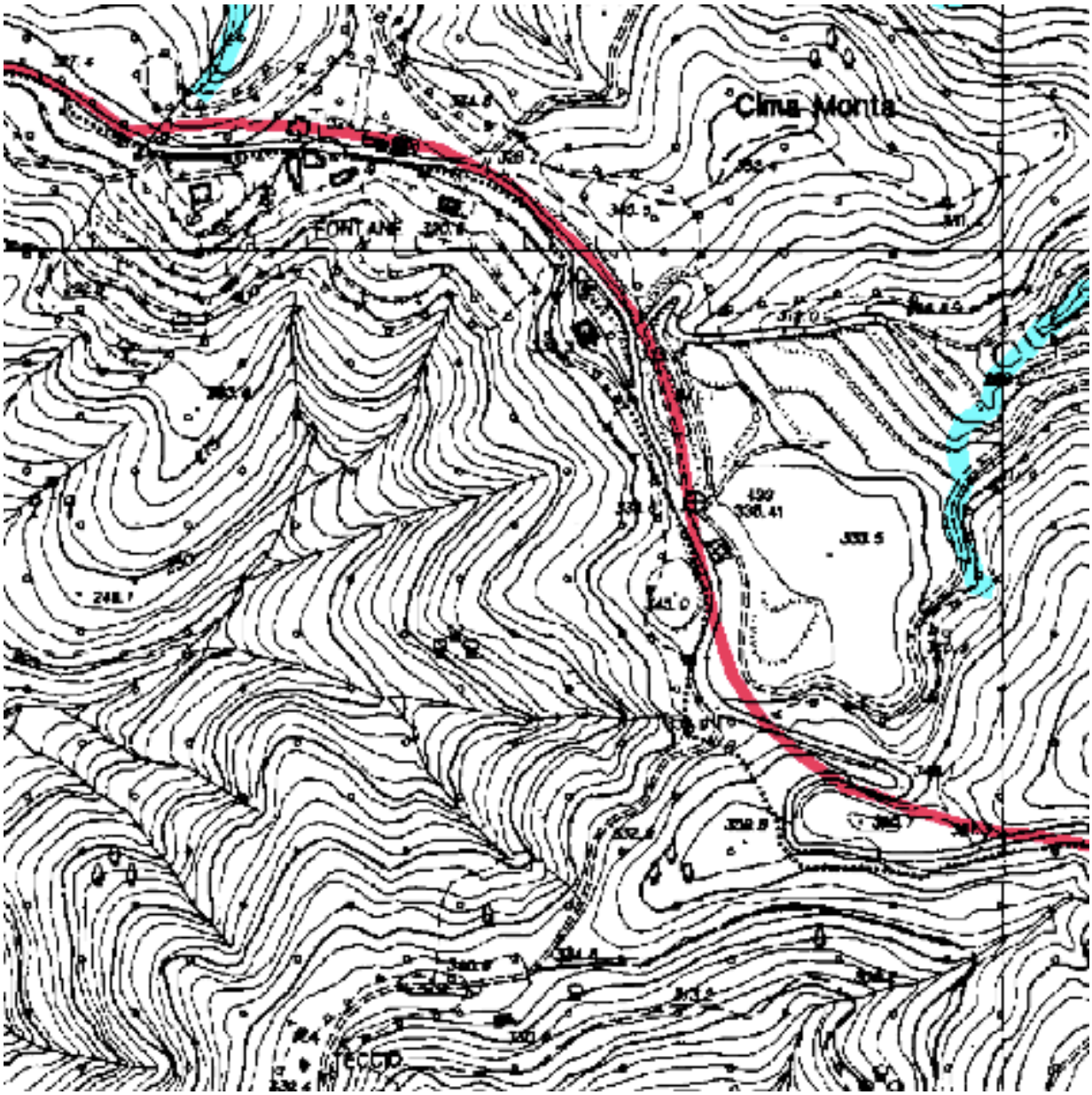


Fig. 7: Estratto P.di B. Ambito 16 - Carta del Reticolo Idrografico e della Rete Idrografica Significativa Tav. 229050 - scala 1:10.000

1.2.1 Inquadramento dell'area ai sensi del PUC del Comune di Savona - Loc. Monte Moro

Nella "Carta di Struttura del piano" Tav. ST 0.4 a del P.U.C. del Comune di Savona, l'area si trova suddivisa nelle zone "**E**": ***Territorio extraurbano***, e "**An**": ***Insediamenti del territorio extraurbano.***(vedi Fig. 8 sottostante).

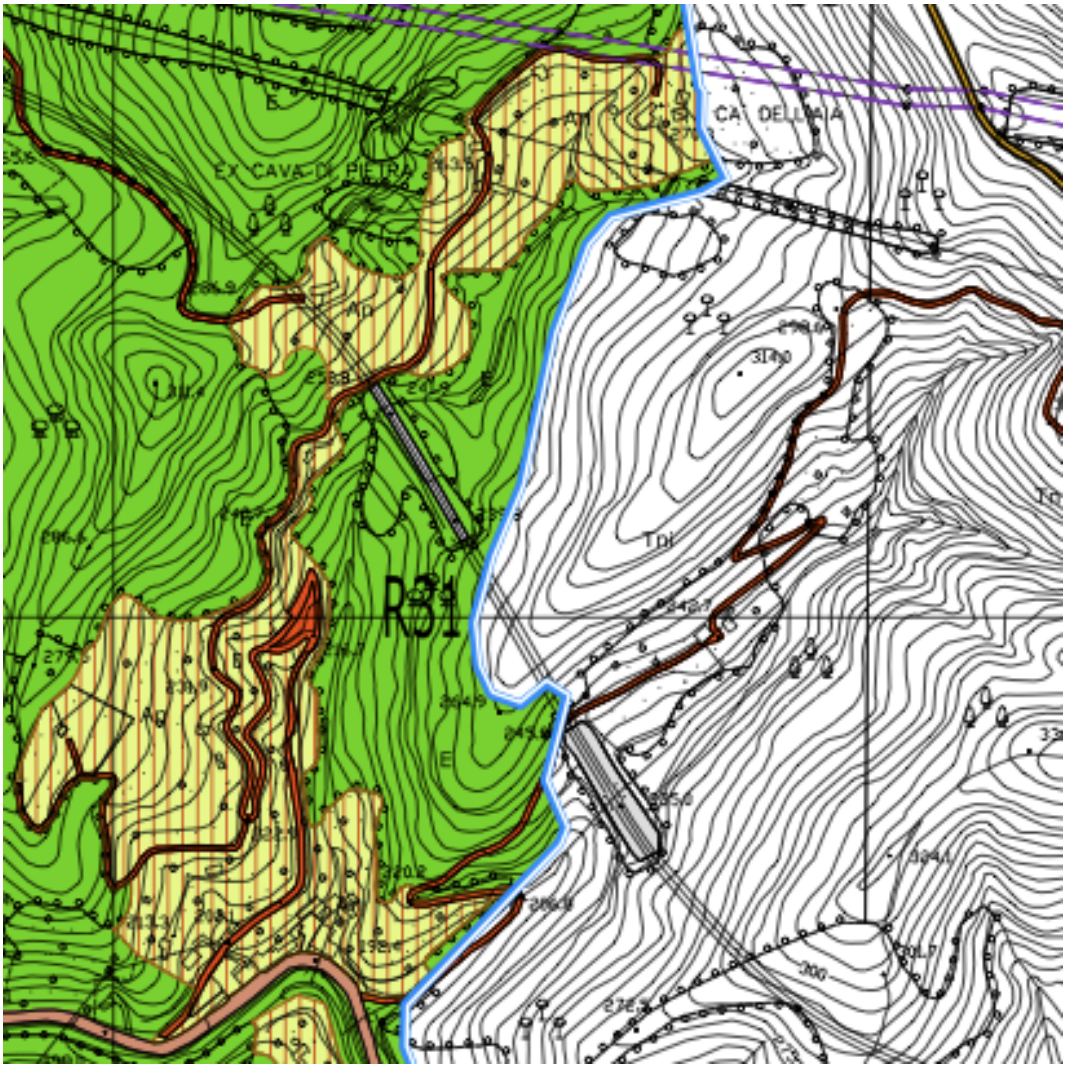


Fig. 8: Estratto Carta di Struttura del piano Tav.SP 1a - non in scala

1.2.2 Inquadramento dell'area ai sensi del Piano di Bacino - Loc. Monte Moro

Il sito in esame ricade nell'area coperta dal *Piano di Bacino Stralcio* **Ambito 16 Torrente Letimbro**.

Nella carta allegata al medesimo, **Tavola 229050 "Carta della Suscettività al dissesto"**, il sito in esame risulta ricadere principalmente in "**Classe di Suscettività Alta**" **Pg3B** e in minima parte in "**Classe di Suscettività Alta**" **Pg3A** cioè *aree con una alta predisposizione al dissesto con la presenza di frane quiescenti - Pg3A -* (vedi Fig. 9 sottostante).

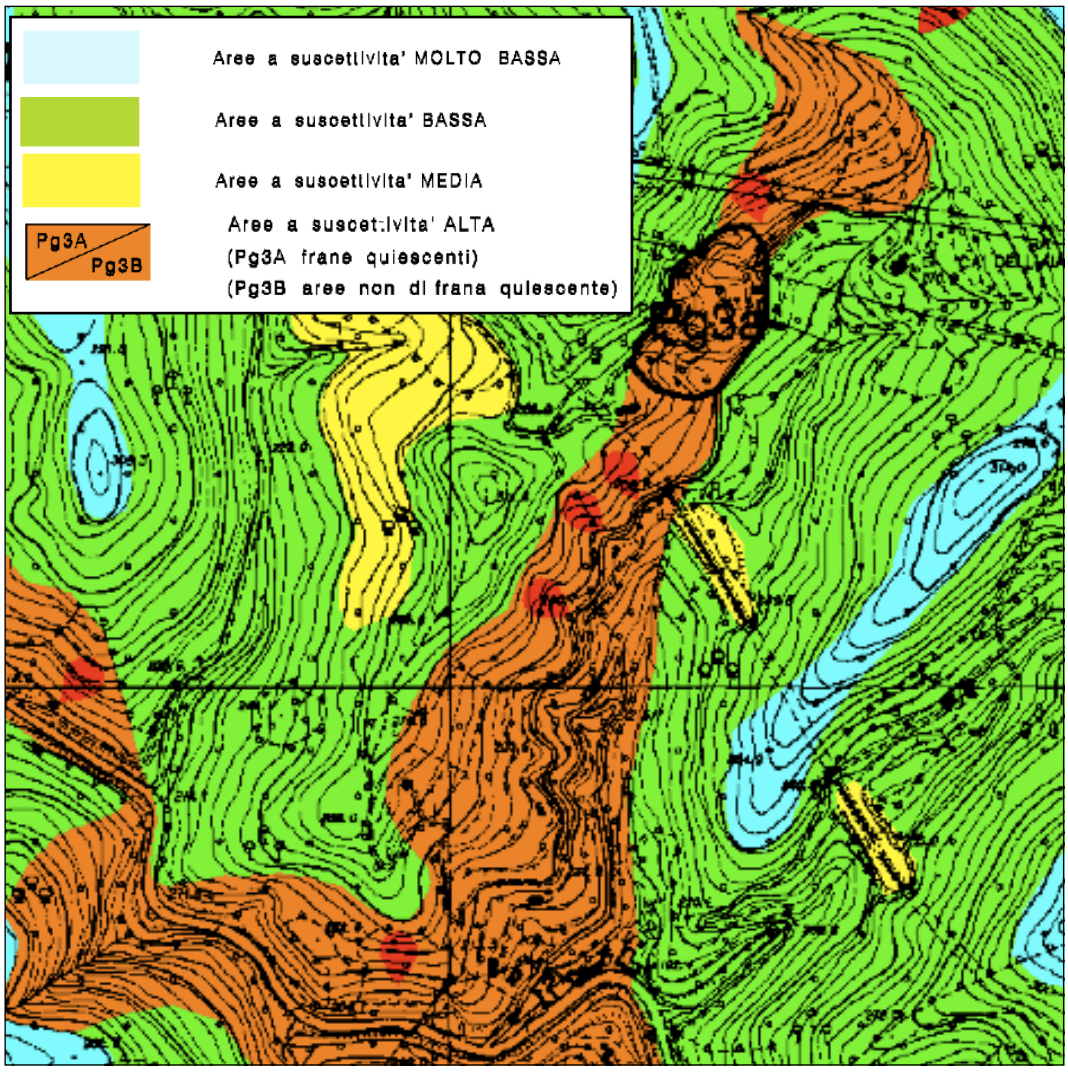


Fig. 9: Estratto P. di B. Ambito 16 - Carta della Suscettività al Dissesto Tav. 229050 - scala 1:10.000

Nella carta allegata al Piano di Bacino Ambito16, **Tavola 229050 "Carta del Reticolo Idrografico e della Rete Idrografica Significativa"**, si può notare come la zone in cui verranno effettuati gli scavi per la posa dell'elettrodotto rientrino all'interno del bacino di un rivo secondario (vedi Fig. 10 sottostante).

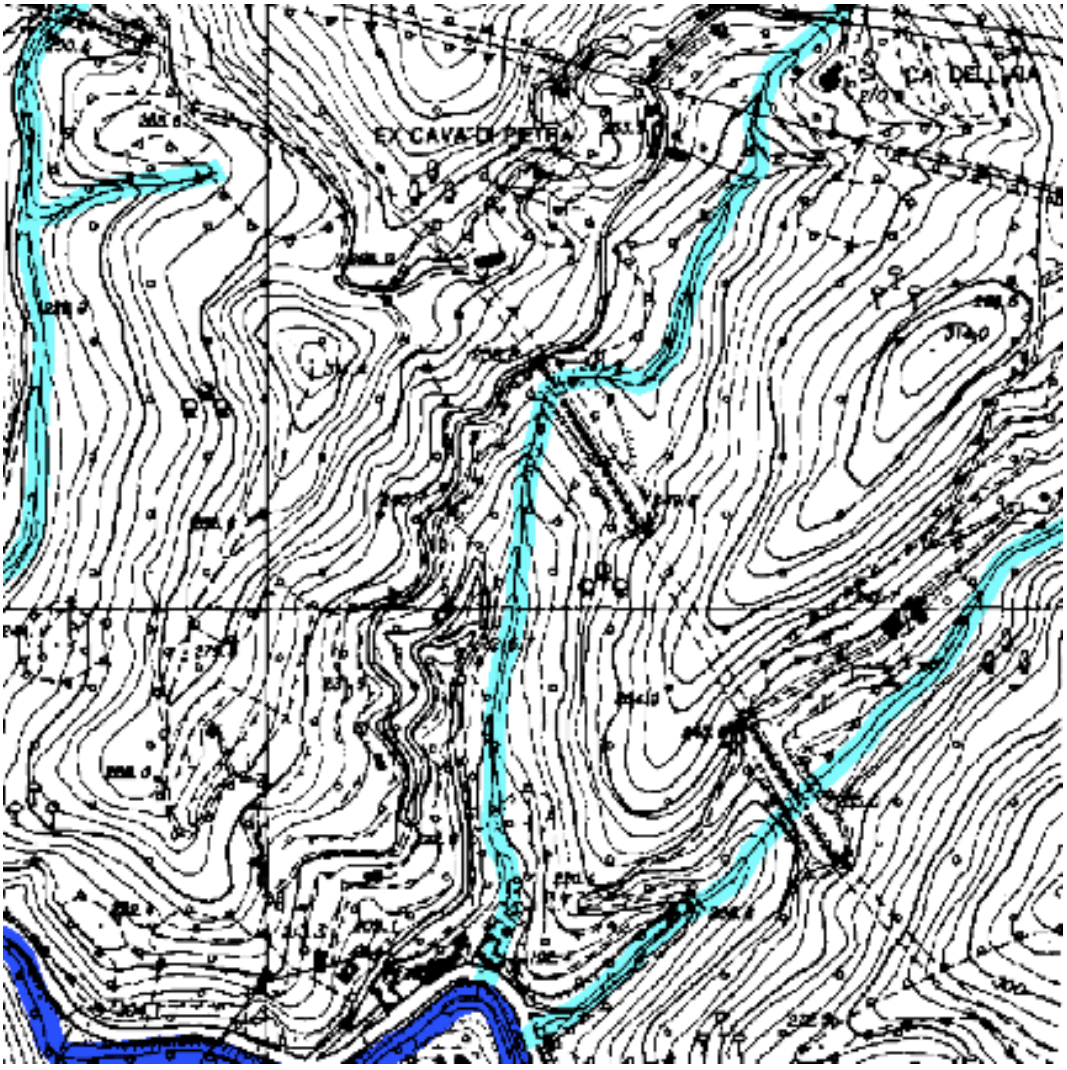


Fig. 10: Estratto P.di B. Ambito 16 - Carta del Reticolo Idrografico e della Rete Idrografica Significativa Tav. 229050 - scala 1:10.000

In questa situazione normativa, nel "*Piano di Bacino Ambito 16 Torrente Letimbro* ", nelle aree a **suscettività al dissesto alta Pg3a** non sono consentiti:

- gli interventi di nuova edificazione;
- gli interventi eccedenti la ristrutturazione edilizia degli edifici, come definita dalla lett. d), comma 1, dell'articolo 31 l. 457/1978, fatti salvi gli interventi pertinenziali, che le norme tecniche degli strumenti urbanistici, in relazione alla zonizzazione ed al pregio ambientale e paesaggistico delle aree, non qualifichino come interventi di nuova costruzione, fermo restando che gli interventi ammessi non devono aumentare la vulnerabilità degli edifici e le condizioni di rischio rispetto a fenomeni di dissesto; nel caso di interventi di demolizione con ricostruzione deve essere assicurata la riduzione della vulnerabilità dell'edificio, rendendola maggiormente compatibile con la condizione di elevata pericolosità dell'area anche attraverso la messa in opera di tutti gli accorgimenti tecnici e le misure finalizzate a tutelare la pubblica incolumità. Sono fatti salvi gli interventi di viabilità, servizi tecnologici ed aree a verde attrezzato, corredati di progetti supportati dal parere vincolante della Provincia e basati su studi che dettaglino le caratteristiche geologiche, geomorfologiche e geotecniche che determinano la suscettività elevata e che verifichino che la realizzazione dell'opera non interferisca negativamente con le condizioni di stabilità dell'intera area.

Nelle aree a **suscettività al dissesto alta Pg3b** non sono consentiti:

- interventi di nuova edificazione ed esecuzione di opere ed infrastrutture fatti salvi gli interventi corredati da indagini di maggior dettaglio.... *omissis* ..... .

Nelle aree a **suscettività al dissesto media Pg2, bassa Pg1 e molto bassa Pg0**:

- ..... si demanda ai Comuni, nell'ambito della normativa geologica di attuazione degli strumenti urbanistici o in occasione dell'approvazione sotto il profilo urbanistico-edilizio di nuovi interventi insediativi e infrastrutturali, la definizione della disciplina specifica di dette aree, attraverso indagini specifiche, che tengano conto del relativo grado di suscettività al dissesto. Tali indagini devono essere volte a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità, ad individuare le modalità tecnico-esecutive dell'intervento, nonché ad attestare che gli stessi non aggravino le condizioni di stabilità del versante.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Per definire l'inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico generale dell'area su cui verranno eseguite le opere in progetto (scavo lungo la strada a sezione rettangolare ≈ 30x40 cm, prof. 1,20 m e fondazione per palo elettrico dim. 2,10 x 2,10 x 1,70 m), sono state svolte le seguenti indagini:

- Esame dei dati e delle pubblicazioni in letteratura relative alla zona dell'intervento;
- Rilievo esteso per un congruo intorno;
- Recupero dei dati di penetrometrie dinamiche, ottenuti da una pregressa campagna di indagini in situ svolte dagli scriventi su terreni analoghi.

2.1 Situazione geologica generale

Dal punto di vista geologico-strutturale, l'area studiata si trova nelle **Alpi Liguri**, in particolare, la zona in esame si trova compresa all'interno di tre unità: l'**Unità Savona Calizzano, L'unità Triassico Liassica** e le **Coperture Pre-Quaternarie,** mentre le formazioni che verranno attraversate sono Gneiss, Migmatiti, Anfiboliti e Miloniti e Dolomie.

Secondo la Cartografia Geologica Ufficiale (vedi Fig. 11 a Pagina 13 - *CGR 229.4 SAVONA* -),lo scavo coinvolgerà esclusivamente formazioni appartenenti alle *Unità Savona Calizzano* e all'*Unità Triassico-Liassica*, e precisamente:

- **Dolomie (dTL):** dolomie, brecce di dolomie, livelli argillo-marnosi; calcari scistosi nerastri a spalmature grigio giallastre
- **Ortogneiss (O_{γ}):** Ortogneiss con sovraimpronta polimetamorfica in facies anfibolitica prealpina; metagranitoidi a grana grossolana occhiadina per megacristalli di K feldspato con strutture magmatiche relitte; ortogneiss biottica mouscovitico fortemente scistodi; ortogneiss biotitico-muscovitici con pasta di fondo equigranulare a grana medio fine e fenocristalli di K-feldspato, di età *Cambriano - Ordoviciano - Siluriano*.

- **Paragneiss (γ):** Paragneiss e Micascisti polimetamorfici a grana fine in facies anfibolitica: a biotite e muscovite; micascisti a grana media fino a grande, di età *Ordoviciano Siluriano*.
- **Anfiboliti (a):** Metabasiti massiccie, polimetamorfiche, in facies anfibolitica; localmente granatifere; metabasiti polimetamorfiche a grana generalmente da fine a media, con relitti di paragenesi eclogitiche a granato, di età *Ordoviciano Siluriano*.

Localmente lungo i tratti di pendio in esame ove passerà l'elettrodotto, in base alle osservazioni eseguite su alcuni spaccati naturali e/o stradali lungo il percorso, i terreni costituenti i depositi detritico-colluviali sovrapposti al bed rock, dovrebbero avere uno spessore "valutato" inferiore a 3 m, in prevalenza dovuto anche alla posizione orografica di crinale delle aree di intervento.

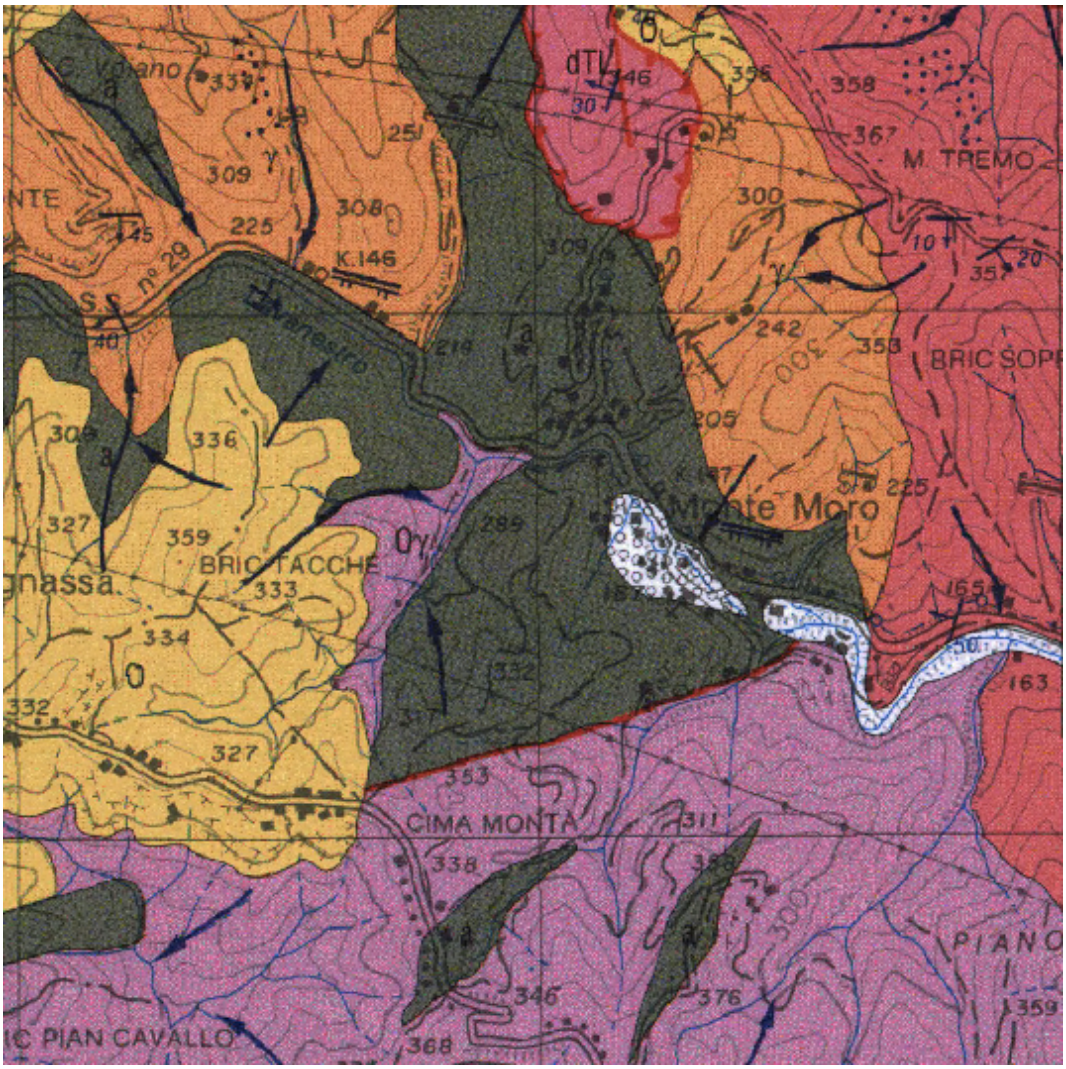


Fig. 11: Estratto CGR 229.4 Savona scala 1:25000

2.2 Situazione geomorfologica ed idrogeologica

a) Assetto geomorfologico

Per cogliere gli aspetti geomorfologici dell'area, è stato eseguito un rilevamento di dettaglio in sito, esteso ad un congruo intorno.

Dal punto di vista geomorfologico, le aree investigate nella presente relazione rientano entrambe nel bacino del torrente Letimbro, seppur l'area sita in loc. Cima Montà è localizzata sullo spartiacque tra il torrente Letimbro e il torrente Quiliano.

Il sito studiato si colloca su pendii collinari a medi gradienti morfologici, scarsamente urbanizzati.

Nell'area interessata della stesa dell'elettrodotto non sono stati individuati affioramenti diretti del substrato roccioso, presenti a limitate distanze lungo spaccati naturali e artificiali.

Nel tratto in ***Loc. Cima Montà*** gli scriventi **non** hanno rilevato nessuna evidenza morfologica che, nell'attuale sistema morfoclimatico, indichi la presenza di dissesti **attivi** così come indicato anche nella Carta Geomorfologica del PUC del Comune di Savona (vedi Fig 12 a pagina 15 seguente e Fig. 14 a pag. 17).

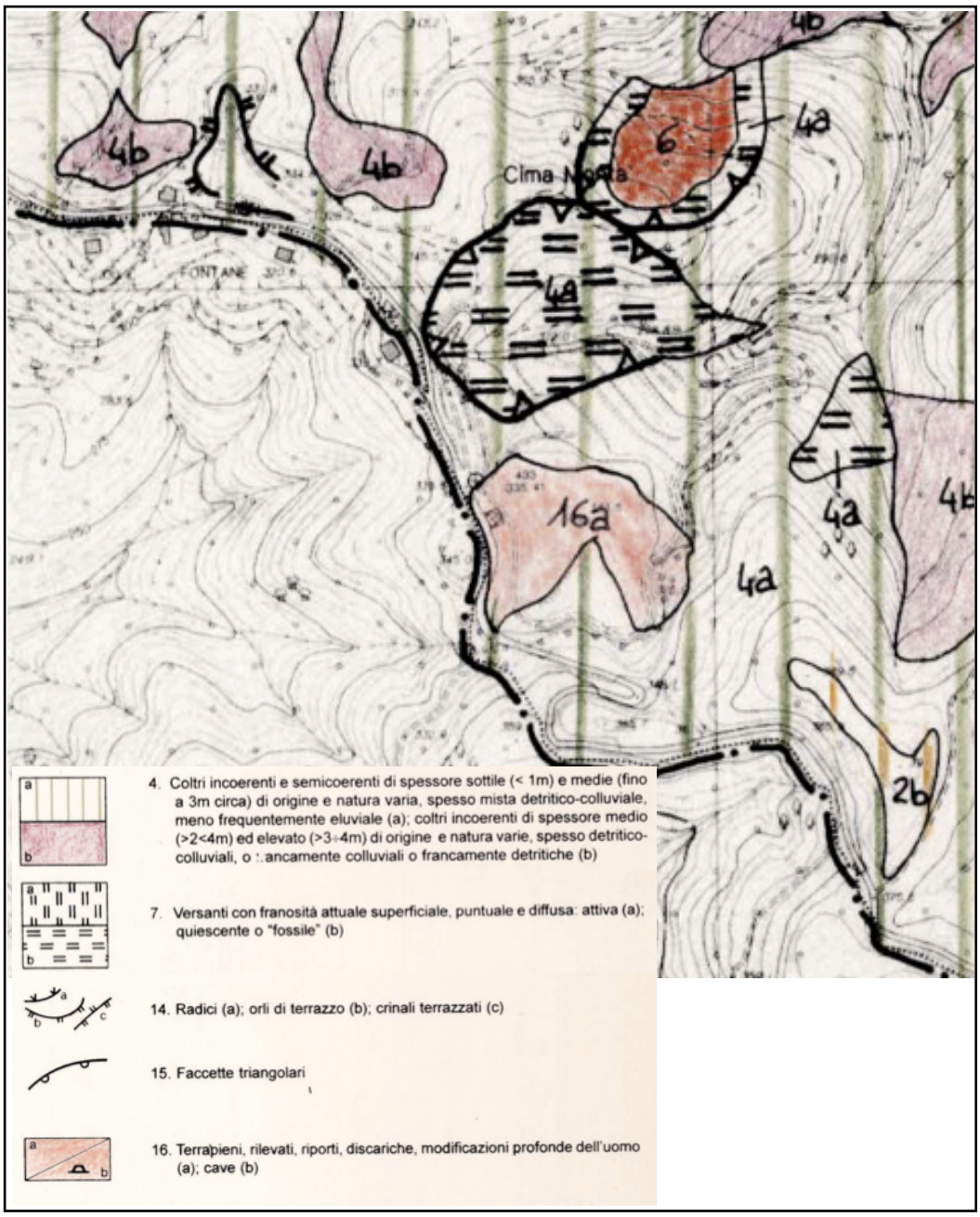


Fig. 12: Estratto PUC Savona TAV. DF G.2.5 scala 1:10.000

Nel secondo tratto interessato dal progetto di passaggio dell'elettrodotto (lungo la strada Comunale) in ***Loc. Monte Moro***, sono presenti coltri di copertura di spessore elevato (indicati con la sigla 4b nella Carta geomorfologica del PUC - vedi Fig 13 sottostante -), che nel P. di B. e nella Carta di Zonizzazione Geologica e Suscettività d'uso del PUC sono stati cartografati come Pg3b e per un brevissimo tratto Pg3a (Frane in **stato di quiescenza**, vedi Tav. 15 a pag. 17), tuttavia i modestissimi scavi previsti per il passaggio del cavo non andranno a influire sulla stabilità globale dell'areale interessato.

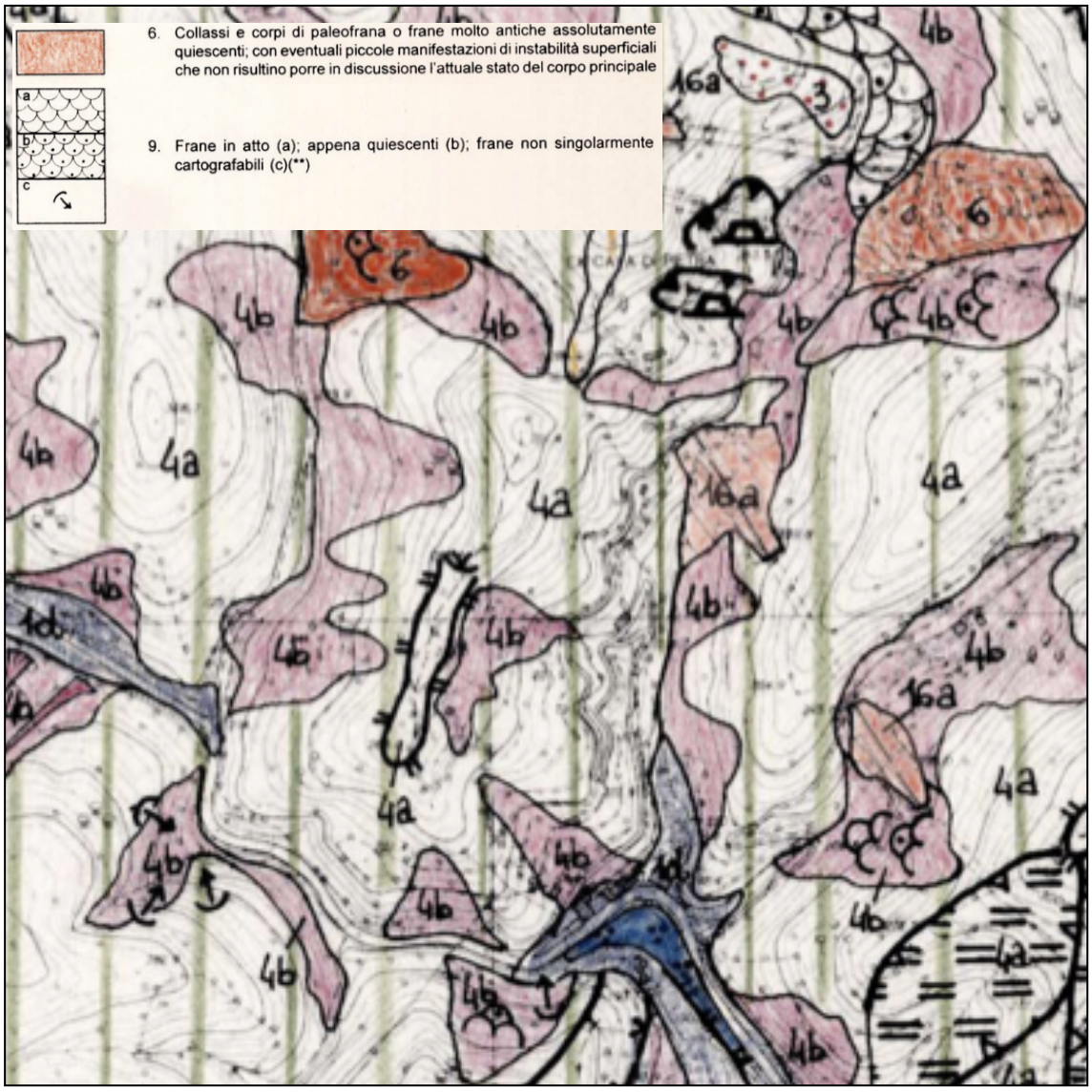


Fig. 13: Estratto PUC Savona TAV. DF G.2.5 scala 1:10.000

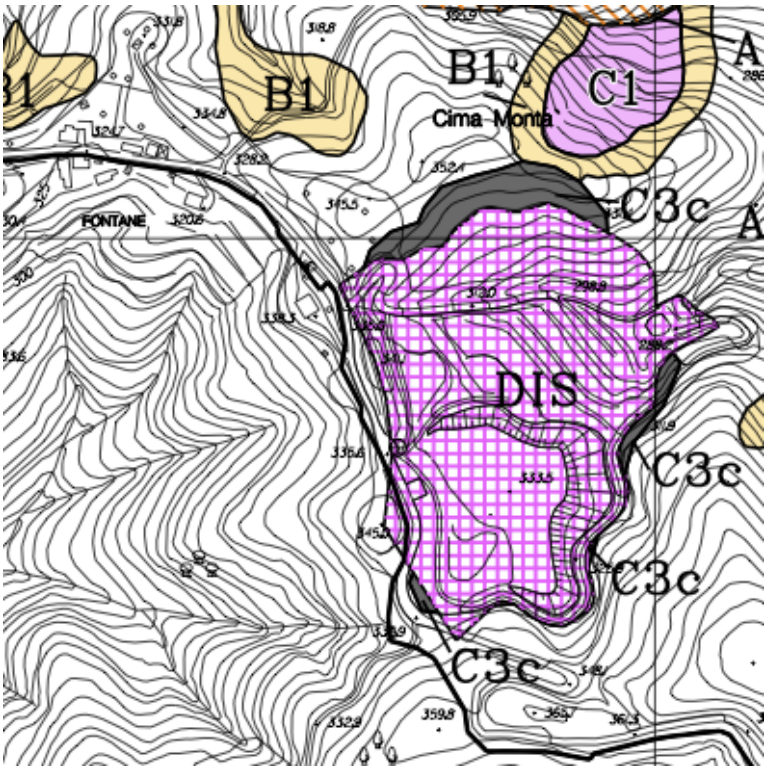


Fig. 14: Estratto PUC Savona Zonizzazione Geologica Loc. Montà - TAV. ST G.4.a1 scala 1:1.0000

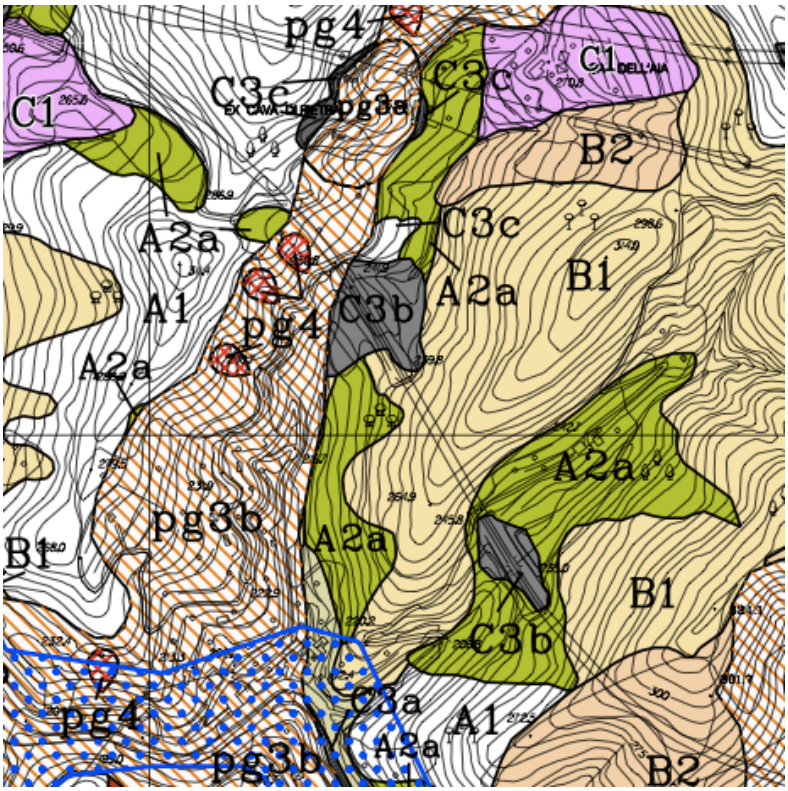


Fig. 15: Estratto PUC Savona Zonizzazione Geologica Loc. Monte Moro - TAV. ST G.4.a1 scala 1:10.000

Escludendo il corpo di frana quiescente presente (Pg3a) che verrà lambito perimetralmente e comunque di dimensioni assolutamente modeste (vedi Fig. 15), il terreno a copertura del bed rock, risulta provenire direttamente dall'erosione e accumulo dovuti alla naturale disgregazione chimico-fisica del substrato roccioso e le opere in progetto interesseranno i terreni per profondità assolutamente non rilevanti in ordine alla stabilità dei terreni (max circa 1 m).

b) Assetto idrogeologico

La conduttività idraulica del sottosuolo dipende in modo diretto dalla caratteristiche granulometriche, dal grado di addensamento dei materiali che costituiscono i terreni sciolti e dal grado di alterazione e di fratturazione del substrato geologico profondo.

Dal punto di vista idrogeologico, la natura e le caratteristiche litologiche del substrato roccioso (Ortogneiss, Paragneiss), danno come risultato una circolazione idrica profonda poco sviluppata (permeabilità di tipo primario), per l'intrinseca permeabilità dei litotipi che costituiscono le formazioni (principalmente scistosa).

Di conseguenza, le formazioni attraversate, nel loro complesso, mostrano caratteristiche di **bassa permeabilità**, è tuttavia possibile che la presenza di discontinuità strutturali e la presenza di fratturazione conferiscano all'ammasso roccioso una permeabilità di tipo secondario subordinata.

La natura e le caratteristiche idrogeologiche delle Dolomie e delle Anfiboliti conferiscono all'ammasso roccioso un **permeabilità** prevalentemente **medio-bassa** di tipo secondario per fratturazione-fessurazione ed esclusivamente per le Dolomie blandamente di tipo primario con limitati fenomeni di pseudocarsismo.

Nonostante la buona permeabilità della coltre superficiale comporti una circolazione idrica sub-superficiale legata essenzialmente agli eventi piovosi, nella zona in cui sono presenti gli accumuli di frana quiescente, la circolazione idrica sotterranea risulta concentrata prevalentemente per percolazione all'interfaccia con il bed rock.

Nel caso dei terreni in esame, l'assenza di rilevanti insediamenti urbani fa si che il grado di impermeabilizzazione dell'area circostante sia limitato alle opere di urbanizzazione; in caso di intense precipitazioni la maggior parte delle acque superficiali di ruscellamento vengono raccolte dagli impluvi naturali e convogliate verso le aste principali seguendo la linea di massima pendenza.

Si può dunque prevedere che, in corrispondenza dell'interfaccia coltre-substrato, si instauri una circolazione idrica attiva con venute d'acqua d'infiltrazione esclusivamente durante i periodi di intense precipitazioni. Dunque si ci attende una circolazione idrica al contatto coltre-substrato, anche abbondante ma sporadica.

Specificatamente al percorso del cavo interrato al di sotto del manto stradale asfaltato, è da escludere una infiltrazione per piovosità diretta, ma solo per infiltrazioni profonde provenienti da monte.

3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI E DEL BED ROCK

Per realizzare il "*modello stratigrafico*" del sottosuolo dove si poseranno le fondazioni dei pali per il passaggio del cavo aereo e nella la "trincea" che verrà scavata lungo la strada per la posa del cavo, gli scriventi hanno eseguito un rilevamento dell'areale, e visionato alcuni spaccati naturali ed antropici dai quali inoltre è stato possibile verificare potenzialmente l'assenza del *bedrock* alle profondità di scavo previste. Si ipotizza quindi uno spessore della coltre sovrapposta al substrato, di spessore medio ≤ 3,0 m, con locali aumenti fino a 4÷5 m in corrispondenza dell'area cartografata come Pg3a (vedi Figg. 9 e 15).

L'analisi comparata di tali osservazioni ha quindi permesso di individuare il **modello stratigrafico** "medio", riassunto nella sottostante Tabella 1.

	Tabella 1: Modello stratigrafico in corrispondenza del sedime di progetto			
	Terreno riportato (Livello Tr)	**Coltre (Livello T1)**	**Cappellaccio d'alterazione (Livello R1)**	**Substrato (Livello R2)**
	(m)	*(m)*	*(m)*	*(m)*
Profondità	0÷0,5	0,5÷3	3÷7	Oltre 7,0 m

Tab. 1: Stratigrafia "media" lungo il tracciato di progetto

3.1 Parametri geotecnici dei terreni

In questo paragrafo sono riassunti ed esposti i parametri geotecnici caratteristici dei vari orizzonti stratigrafici identificati (vedi Tab. 1 soprastante). L'elaborazione dei dati è stata eseguita attuando la media aritmetica dei parametri desunti da indagini geologiche pregresse effettuate dagli scriventi su terreni analoghi a quelli presenti lungo il tracciato previsto dal progetto (vedi Tab. 2 a pag. 21)

	γ	φ	CU
Livello	*(T/m³)*	°	*(kg/cm²)*
Tr	1,75	30	0,10
T1	1,80	28	0,7
R1	1,90	38	1,43

Tab. 2: Parametri geotecnici medi dei terreni

ove:

- **γ:** peso di volume
- **φ:** angolo di attrito
- **Cu:** coesione non drenata

Per quanto riguarda i valori di coesione non drenata (Cu), vi è da osservare che tali valori devono essere considerati indicativi, poiché questi parametri sono stati ottenuti con prove di tipo "impulsivo" (prove penetrometriche dinamiche), poco adatte a caratterizzare il comportamento coesivo di una coltre e tantomeno di un riporto, che d'altra parte, per terreni normalconsolidati, impongono una **coesione non drenata a lungo termine ≈ 0**.

4.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI

4.1 Parametri sismici

Amministrativamente, in base alla **vigente classificazione sismica** del territorio della **Regione Liguria**, introdotta dalla **D.G.R. n. 1362** del ***19/11/10*** entrata in vigore in data 01/01/11, il Comune di **Savona**, ove ricade l'area in esame, risulta compreso in "**Zona 4**".

Secondo quanto indicato nelle NTC 2008, in base alla stratigrafia dei terreni desumibile dalla caratterizzazione geologica del sito (vedi Capitoli precedenti e la Tav. 1 allegata), sulla scorta delle Categorie di Sottosuolo stabilite dalle NTC 2008 nella Tab. 3.2.II, **in condizione di progetto**, i terreni che saranno a "letto" delle opere in oggetto, ricadono mediamente nel **profilo stratigrafico "A"** (Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.).

Per quanto riguarda le **Categorie Topografiche** stabilite nella Tab. 3.2.IV delle NTC 2008, i terreni in esame rientrano nella **Categoria T2**.

Per la stima della pericolosità sismica, si sono considerati i seguenti parametri d'ingresso:

Sito:

Lat.: 44,323405

Long.: 8,405361

Classe d'Uso: 1

Vita Nominale: 50

Siti Riferimento:

Sito 1	ID: 17132	Lat: 44,3251	Lon: 8,3880	Distanza: 1395,249
Sito 2	ID: 17133	Lat: 44,3281	Lon: 8,4577	Distanza: 4192,041
Sito 3	ID: 17355	Lat: 44,2782	Lon: 8,4618	Distanza: 6739,580
Sito 4	ID: 17354	Lat: 44,2752	Lon: 8,3921	Distanza: 5461,520

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo:	A
Categoria topografica:	T2
Periodo di riferimento:	35 anni
Coefficiente cu:	0,7

ottenendo i valori di riferimento riassunti in Tabella 3.

Valori di Riferimento				
Valori	**Operatività (SLO)**	**Danno (SLD)**	**Salvaguardia della vita (SLV)**	**Prevenzione dal Collasso (SLC)**
Prob. Superamento (%)	81	63	10	5
Tr (anni)	30	35	332	682
ag (g)	0,019	0,020	0,050	0,064
Fo	2,578	2,567	2,598	2,634
Tc* (s)	0,159	0,167	0,289	0,316

Tab. 3: Valori di riferimento

Con i valori di riferimento di Tab. 3, si sono calcolati i seguenti coefficienti sismici riassunti in Tabella 4 a pagina 24 seguente .

Coefficienti sismici				
Coefficiente	**SLO**	**SLD**	**SLV**	**SLC**
Ss	1,000	1,000	1,000	1,000
Cc	1,000	1,000	1,000	1,000
St	1,200	1,200	1,200	1,200
Kh	0,004	0,005	0,012	0,015
Kv	0,002	0,002	0,006	0,008
A_{max}	0,219	0,238	0,584	0,749
Beta	0,200	0,200	0,200	0,200

Tab. 4: Coefficienti sismici

4.2 Probabilità di liquefazione dei terreni

I terreni in oggetto, sono costituiti superficialmente da un livello di terreno riportato/rimaneggiato a granulometria da media a grossolana messo in opera per la realizzazione della massicciata stradale, sovrapposto alla coltre detritica (Livello T1) a granulometria medio/fine, con presenza comunque di clasti lapidei da millimetrici a centimetrici (granulometria medio/grossolana).

Una delle **condizioni essenziali** per rendere possibile la liquefazione dei terreni in caso di sisma, è che i terreni interessati devono avere una granulometria variabile tra i limi non plastici e le sabbie da fini a medie con un contenuto in fine variabile da 0÷25 %. Essendo i terreni a granulometria da medio-fine fino a grossolana, i fattori geologico-tecnici di predisposizione **non sono presenti**.

Oltre alla curva granulometrica dei terreni non predisponente, si deve sottolineare che dovrebbe essere presente una falda permanente (condizione essenziale perché possa avvenire la liquefazione dei terreni), non evidenziata durante il rilevamento eseguito e sulla scorta di indagini pregresse eseguite su terreni analoghi a quelli in esame e comunque presente eventualmente solo occasionalmente in caso di intensa piovosità all'interfaccia terreno-substrato.

Con queste condizioni geologiche e idrogeologiche di base, si può considerare che i terreni presenti in condizioni di progetto, mediamente **non sono suscettibili al fenomeno della liquefazione in caso di sisma**.

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In base a quanto riassunto nei precedenti capitoli, le condizioni geologiche del sito sono le seguenti:

- L'area in esame si colloca in ambito collinare tra i bacini dei *Torrenti Quiliano* e *Letimbro*, su terreni a gradienti morfologici medi.
- Il bed rock presente lungo il tracciato appartiene all'Unità Savona-Calizzano e all'unità Trias-Lias. In particolare le formazioni che verranno interessate dagli scavi sono costituire da Ortogeniss, Paragneiss, Anfiboliti e Dolomie (vedi Fig. 11).
- Le caratteristiche idrogeologiche del sito, comportano l'assenza di una falda permanente, almeno fino alle profondità che verranno scavate (≈ 1 m per la trincea e ≈ 2,0 m per il plinto di fondazione del palo), e la *possibilità* di una discreta circolazione idrica

subsuperficiale limitata al livello dei terreni sciolti, solo in concomitanza di eventi metereologici intensi. Si prevede un ruscellamento selvaggio intenso in caso di forte piovosità, limitato dalla posizione di crinale.

- Come evidenziato dalla cartografia ufficiale allegata (vedi Fig. 9), lungo il tracciato degli scavi (che seguiranno la strada Comunale a parte un tratto in aereo), è presente solo 1 dissesto di piccola entità in stato di quiescenza (Pg3a) che verrà solo lambito dal tracciato; tuttavia le opere in progetto, sia per dimensioni che tipologia d'intervento non andranno ad inficiare in maniera significativa sulle condizioni di stabilità del sito, mantenendo pressoché inalterato l'equilibrio idrogeologico del pendio.
- Dal punto di vista Sismico "amministrativamente" (in base alla vigente classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, introdotta dalla **D.G.R. n. 1362** del ***19/11/10*** entrata in vigore in data 01/01/11), il **Comune di Savona**, ove ricade l'area in esame, risulta compreso in "**Zona 4**". In base alle NTC 2008 il profilo stratigrafico prevalente dei terreni in esame ricade nel "**Profilo Stratigrafico A**" mentre la **Categoria Topografica** rientra nella **Categoria T2**. I "**Valori di Riferimento**" e i "**Coefficienti Sismici**" (calcolati in base alle N.T.C. 2008), sono riassunti rispettivamente nelle Tabb. 3 e 4.
- I parametri geotecnici "medi" dei terreni, sono visibili nelle **Tabella 2**, con il **modello stratigrafico indicato in Tabella 1** e riportato graficamente nelle Tavv. 1 e 2 allegate.

Indicazioni Progettuali:

a) Posa dell'elettrodotto

I risultati del rilevamento in sito e le successive elaborazioni, indicano la presenza di terreni eluvio-colluviali e/o rimaneggiati dall'attività antropica, con spessore mediamente ≤ 3 m. Sono caratterizzati da un primo livello a comportamento geotecnico mediocre(**Livello Tr** Ripor-

ti) a cui segue un orizzonte, costituito dalla coltre detritica naturale (**Livello T1**), sovrapposta alla roccia in posto in facies di cappellaccio d'alterazione (**Livello R1**).

Il letto di posa della trincea entro la quale passerà l'elettrodotto alle quote in progetto è previsto ad una profondità di circa 1 m dal p.c. . Il piano di scavo quindi interesserà esclusivamente il terreno di riporto (Tr) ed in parte la coltre (T1), senza la possibilità di pervenire al bed rock.

b) Fondazione dei pali di sostegno

I dadi di fondazione dei pali di sostegno trasferiranno il loro carico fondazionale alla copertura detritica indicata con la sigla "**Livello T1**" (vedi Tab. 2). La profondità di scavo prevista è di circa 2,00 m (dado di fondazione come da relazione tecnica di 2,10 x 2,10 x 1,70 m). In base alle osservazioni di superficie il bed rock dovrebbe trovarsi ad una profondità ≤ 3,0 m, raggiungibile con fondazioni di tipo diretto. In fase di realizzazione degli scavi è consigliabile spingere lo sbancamento fino a tale quota, in modo che se possibile il carico fondazionale sia trasferito direttamente al substrato roccioso pur se in facies di cappellaccio (**Livello R1**). In caso contrario (bed rock in fase esecutiva non raggiungibile entro 3,0 m di profondità), il livello T1 risulta comunque sufficiente a sostenere il carico fondazionale del plinto, anche se con minori garanzie sulla stabilità a lungo termine. I parametri geotecnici per il calcolo e la verifica delle fondazioni sono indicati nella Tab. 2 a pagina 21.

c) Approntamento del sito

In considerazione della bassa urbanizzazione dell'area, della natura e dei limitati volumi di terreno localmente coinvolti dalle operazioni di scavo previste per la posa dell'elettrodotto (nonostante l'ultimo breve tratto coinvolga in maniera superficiale e perimetrale un piccolo dissesto quiescente - vedi Cap. precedenti -), non sono presenti particolari problemati-

che relative alla stabilità del sito in relazione allo sviluppo del cantiere. In ogni caso gli scavi per l'approntamento della trincea dovranno essere realizzati a campioni per brevi tratti di lunghezza max ≤ 20 m nel più breve tempo possibile e immediatamente richiusi dopo la posa del cavo. In caso di piovosità, nel lasso di tempo che intercorre tra lo scavo, la posa del cavo e il riempimento, la trincea dovrà essere protetta con teli impermeabili per evitare l'imbibizione diretta dei terreni che potrebbe generare instabilità locali. Anche per la posa della fondazione del palo lo scavo dovrà essere condotto nel più breve tempo possibile, in periodo non piovoso e protetto dalla piovosità e dal ruscellamento diretto, fino al completamento del getto di fondazione.

d) Sistema di drenaggio delle acque

Gli interventi in progetto non prevedono la realizzazione di nuove superfici impermeabilizzate (se si esclude il plinto, comunque interrato, del palo), né andranno ad interagire pesantemente con la circolazione idrica sotterranea, per altro presente sub-superficialmente soltanto in caso di persistenti precipitazioni. E` opportuno comunque che i materiali di riporto che andranno a ricoprire il tubo in PVC dell'elettrodotto e a colmare lo scavo effettuato per la sua posa siano a granulometria medio/grossolana, in modo tale da garantire la naturale circolazione sotterranea e lo smaltimento delle acque di infiltrazione profonda che potrebbero filtrare a monte lungo il pendio, fino ad intersecare la trincea, evitando così la possibilità che si creino accumuli e ristagni d'acqua a letto dello scavo con la possibilità dell'innesco di instabilità locali.

In questa situazione geologica e normativa, non sussistono elementi geologici tali da sconsigliare le opere in progetto, poiché l'esame dell'intervento dal punto di vista geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico, dà come risultato una **buona compatibilità**

geologica dello stesso ai **termini di legge**, compatibile con il localmente "delicato" assetto idrogeologico dell'area, anche a salvaguardia del Vincolo Idrogeologico presente nel tratto in Loc. Montemoro, sempre che si proceda tenendo **ben presente le caratteristiche geologiche geomorfologiche e geotecniche dei terreni descritte** nei capitoli precedenti.

Si deve comunque sottolineare che in fase di realizzazione degli scavi, la situazione complessiva geologica, "**potrebbe**" **risultare difforme** da quanto indicato nella presente, redatta in base a rilevamenti di superficie e sulla base di indagini in sito eseguite sulla stessa situazione geologica ma non specificatamente nelle aree che verranno scavate; pertanto non si esclude che durante la realizzazione dei lavori, le soluzioni esecutive, potrebbero risultare diverse e suscettibili pertanto di modifiche e varianti rispetto a quanto previsto nella presente relazione, senza peraltro inficiarne la validità.

Genova, marzo 2013



(dott. geol. Gianni Santus)

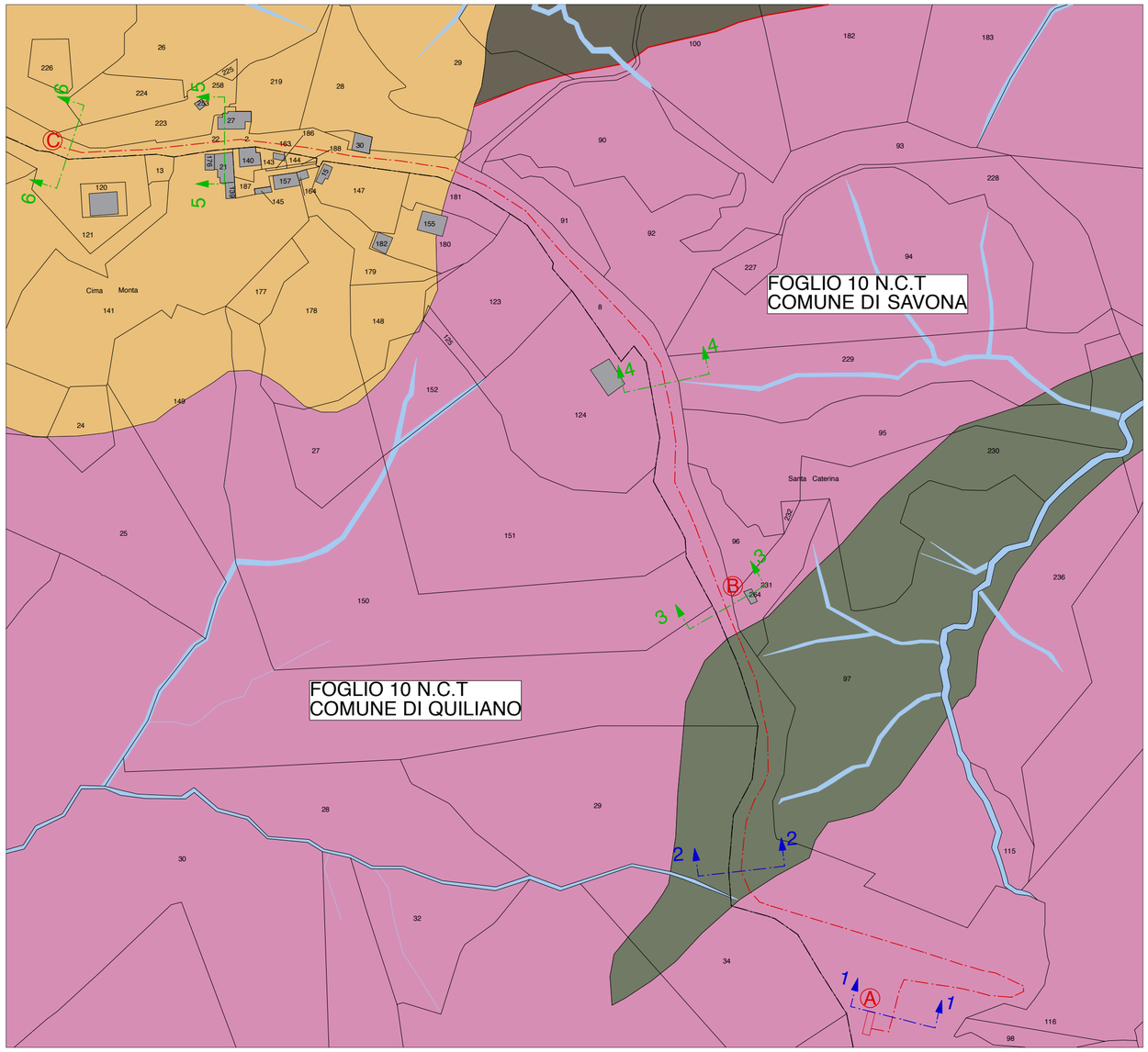


Figura 1: Carta Geologica Schematica con ubicazione dell'intervento in Loc. Cima Montà - scala 1:2000

Legenda Fig. 1:

- Traccia sezioni geologiche interpretative
- Traccia sezioni tecniche
- Corso d'Acqua
- Formazione di Molare
- Formazione delle Anfiboliti
- Formazione degli Ortogneiss
- Andamento linea interrata in progetto
- Faglia

Legenda Figg. 2-3:

- **Livello Tr:** terreno riportato e/o rimaneggiato per la realizzazione della strada, a granulometria medio/grossolana
- **Livello T1:** coltre detritica eluvio colluviale a granulometria da medio/fine a medio/grossolana
- **Livello R1:** cappellaccio d'alterazione della fomazione degli ***Ortogneiss*** appartenenti all'unità *Savona Calizzano*
- **Livello R1:** cappellaccio d'alterazione della formazione geologica delle ***Anfiboliti*** appartenenti all'Unità *Savona Calizzano*

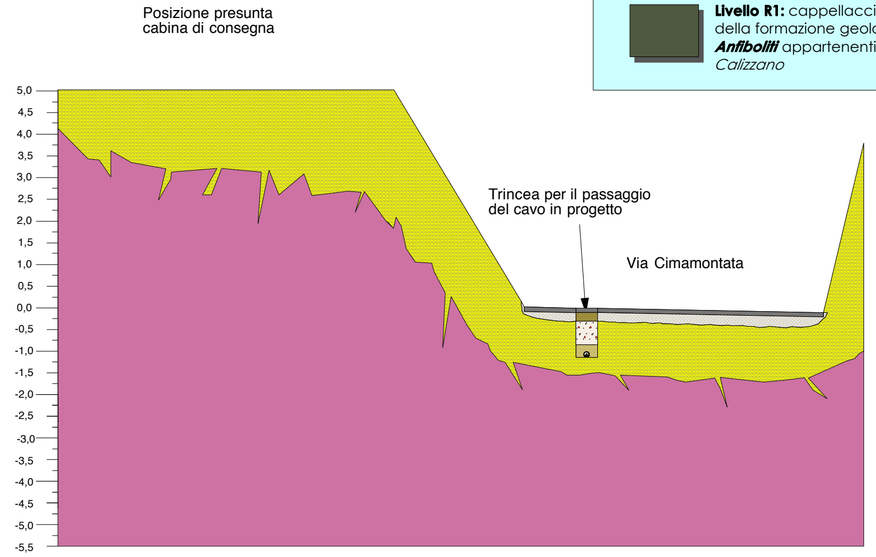


Figura 2: Sezione geologica interpretativa 2-2 scala 1:100

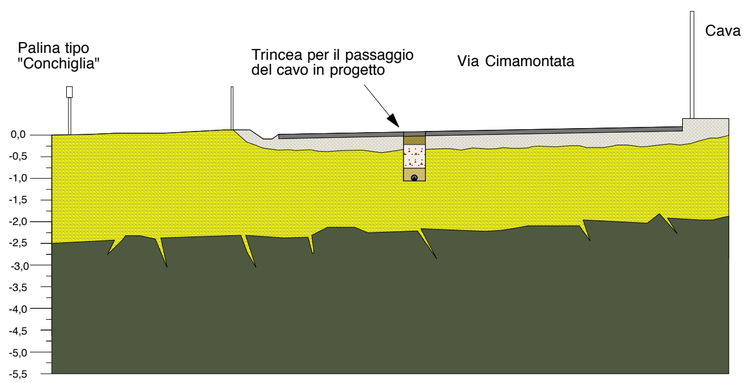


Figura 3: Sezione geologica interpretativa 2-2 scala 1:100

s.a.G.A.
studio associato di geologia applicata
via Montevideo 2A int. A - 16129 Genova
Tel & Fax +390103629775 - Cell. +393356062106

Preg.mo Geom. Giorgio Corio

Realizzazione di infrastrutture di rete per la connessione di un impianto di produzione da fonti rinnovabili in comune di Savona (SV)

TAV. 1

Fig. 1
SCALA 1 : 2000

Figg. 2, 3
SCALA 1 : 100

CLASSIFICAZIONE
GI 476

DATA
marzo 2013

- Fig. 1 Carta Geologica Schematica con ubicazione dell'intervento
- Figg. 2 e 3 Sezioni geologiche interpretative

Questo disegno non può essere riprodotto nè comunicato a terzi senza specifica autorizzazione

OPERATORI GEOLOGI

Revisione

DISEGNATORE

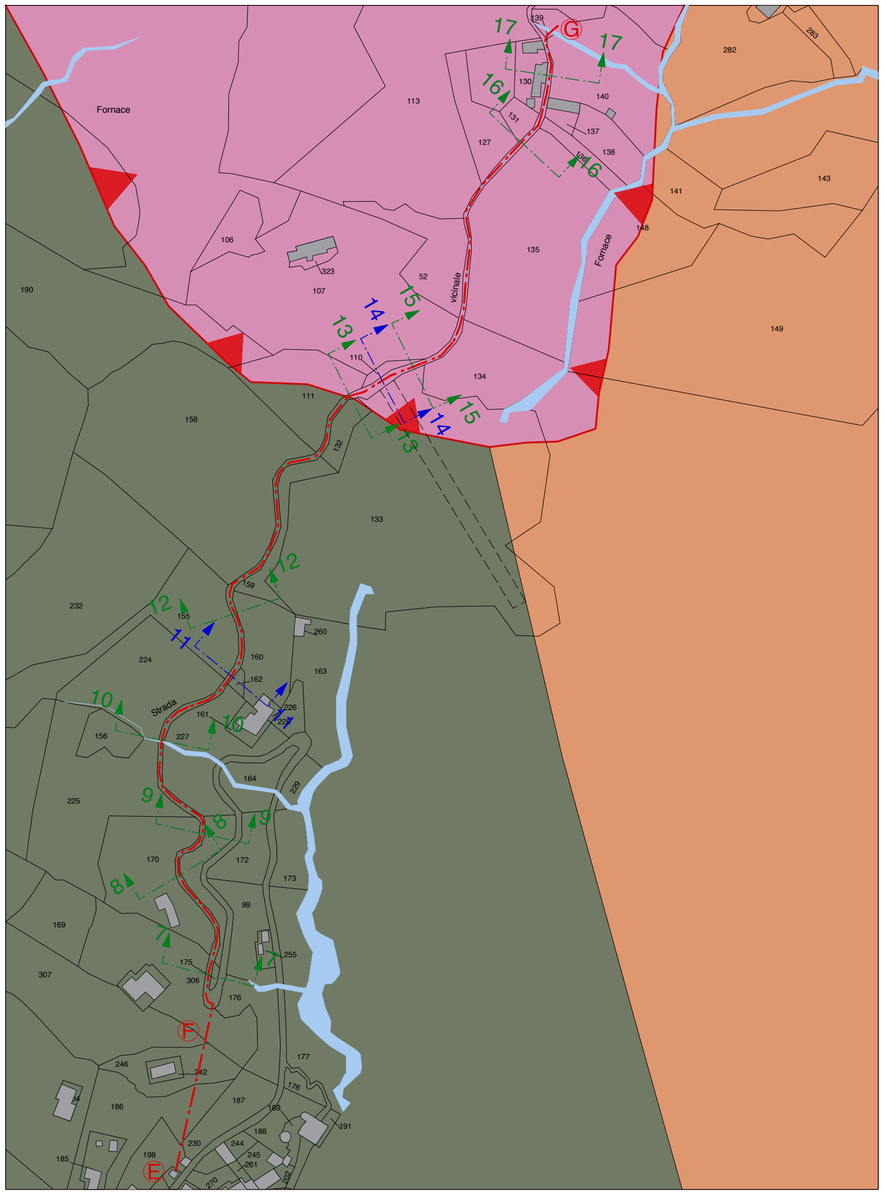


Figura 1: Carta Geologica Schematica con ubicazione dell'intervento in Loc. Montemoro - scala 1:2.000

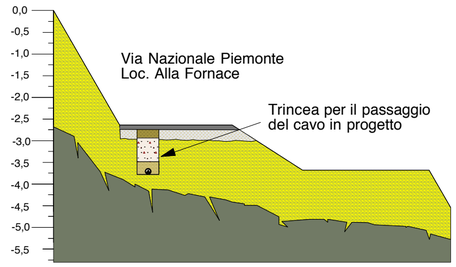


Figura 2: Sezione geologico interpretativa 11-11 scala 1:100

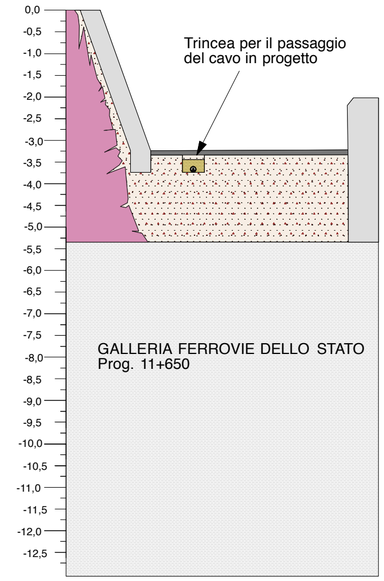


Figura 3: Sezione geologico interpretativa 14-14 scala 1:100

Legenda Figg. 2-3:

- **Livello Tr:** terreno riportato e/o rimaneggiato per la realizzazione della strada, a granulometria medio/grossolana
- **Livello T1:** coltre detritica eluvio colluviale a granulometria da medio/fine a medio/grossolana
- **Livello R1:** cappellaccio d'alterazione della fomazione geologica delle **Dolomie** dell'*Unità Trias Lias*
- **Livello R1:** cappellaccio d'alterazione della formazione geologica delle **Anfiboliti** appartenenti all'*Unità Savona Calizzano*

Legenda Fig. 4:

- Traccia sezioni geologiche interpretative
- Traccia sezioni tecniche
- Corso d'Acqua
- Paragneiss
- Anfiboliti
- Dolomie
- Andamento linea interrata in progetto
- Contatto tettonico

s.a.G.A.
studio associato di geologia applicata
via Montevideo 2A int. A - 16129 Genova
Tel & Fax +390103629775 - Cell. +393356062106

Preg.mo Geom. Giorgio Corio

realizzazione di infrastrutture di rete per la connessione di un impianto di produzione da fonti rinnovabili in comune di Savona (SV)

TAV. 2

Fig. 4
SCALA 1 : 2000

Figg. 5/6
SCALA 1 : 100

CLASSIFICAZIONE
GI 476

DATA
marzo 2013

- **Fig. 1 Carta Geologica Schematica con ubicazione dell'intervento**
- **Figg. 2 e 3 Sezioni geologiche interpretative**

Questo disegno non può essere riprodotto nè comunicato a terzi senza specifica autorizzazione

OPERATORI GEOLOGI

Revisione

DISEGNATORE