

REGIONE PIEMONTE



COMUNE DI RASSA



PROVINCIA DI VERCELLI

IMPIANTO IDROELETTRICO "SORBA"

DOMANDA DI NUOVA CONCESSIONE DI DERIVAZIONE AD USO ENERGETICO

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO

E3

DATA

REVISIONE
10-2017

RELAZIONE GEOLOGICA

RAPPORTO DI INDAGINE

ASPETTI GEOLOGICI

CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI

DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO



GEOENGINEERING

dott.geol. Renata De Vecchi Pellati
dott.geol. Alberto Strona

*GEOLOGIA IDROGEOLOGIA GEOTECNICA
STUDI TERRITORIALI E AMBIENTALI*

Torino, via Cibrario 68 - tel. 011 4814122
e-mail posta@geoengineeringstudio.it

dott. geol. Alberto Strona

INDICE

1.0	AMBITO TERRITORIALE E NATURA DELL'INTERVENTO	5
2.0	METODO DI INDAGINE E DOCUMENTAZIONE CONSULTATA	6
3.0	QUADRO GEOLOGICO	7
3.1.	CARATTERI DEL SUBSTRATO ROCCIOSO	9
3.2.	CAMPO DI DISCONTINUITA'	10
3.3.	UNITA' DI COPERTURA	10
3.3.1.	COLTRI DETRITICHE MISTE.....	10
3.3.2.	DEPOSITI DETRITICI A BLOCCHI E MASSI	11
3.3.3.	DEPOSITI TORRENTIZI.....	11
4.0	QUADRO DEL DISSESTO	12
4.1.	DOCUMENTAZIONE	12
4.2.	CARATTERI DEL DISSESTO IN ATTO O POTENZIALE.....	17
4.2.1.	TORRENTE SORBA	17
4.2.2.	TRIBUTARI MINORI.....	17
4.2.3.	PROCESSI DI FRANA PER DISTACCHI ISOLATI E CROLLI IN MASSA	18
4.2.4.	FRANE PER SCIVOLAMENTO E SCOSCENDIMENTI PUNTUALI	18
5.0	GEOIDROLOGIA	19
5.1.	UNITA' GEOIDROLOGICHE	19
5.1.1.	DEPOSITI DETRITICI.....	19
5.1.2.	AMMASSO LITOIDE	19
5.2.	POZZI E SORGENTI	20
6.0	INDAGINE GEOFISICA.....	21
7.0	VINCOLI A CARATTERE GEOLOGICO	23
8.0	MODELLO GEOLOGICO CONCETTUALE	23
9.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-TECNICO DELL'OPERA	24
9.1.	TRATTO A - TRAVERSA SFIORANTE (PROGR. 0,00 - 18,00 M)	25
9.2.	TRATTO B - CANALE DI DERIVAZIONE E OPERA DI PRESA (PROGR. 18,00-67,00 M)	26
9.3.	TRATTO C - CONDOTTA FORZATA CON SCAVO "MICROTUNNELLING" (PROGR. 67,00-320,00).....	27
9.4.	TRATTO D - CONDOTTA FORZATA CON SCAVO "IN TRINCEA" (PROGR. 67,00-320,00).....	28
9.5.	TRATTO E - CONDOTTA FORZATA CON SCAVO "MICROTUNNELLING" (PROGR. 1080,00-1180,00)	29
9.6.	TRATTO F - CENTRALE DI PRODUZIONE.....	30
9.7.	CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE ATTIVITA' DI SCAVO.....	31
10.0	CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI GRANULARI SCIOLTI	32
11.0	CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO.....	34
11.1.	CARATTERISTICHE DELLA ROCCIA INTATTA	34
11.2.	CARATTERISTICHE DELLE DISCONTINUITA'.....	34
12.0	CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO	38
12.1.	CLASSIFICAZIONE - METODO GSI	38
12.2.	PARAMETRI DI RESISTENZA DELL'AMMASSO ROCCIOSO	40
12.3.	PARAMETRI DI RESISTENZA DELLE DISCONTINUITA'	42
13.0	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	43
14.0	PERICOLOSITA' SISMICA.....	44
14.1.	AZIONE SISMICA DI BASE	46
14.1.1.	VALORE DEI PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA DI BASE	46
14.1.2.	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO.....	46
14.1.3.	CONDIZIONI TOPOGRAFICHE.....	47
14.2.	AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO.....	47

APPENDICE

- MORFOLOGIA E TENDENZE DELL'ALVEO DEL TORRENTE SORBA
- EVENTI METEOROLOGICI DAL 3 AL 17 NOVEMBRE 2014
 - ANALISI DEGLI EVENTI
 - CONSEGUENZE DEGLI EVENTI NELL'AREA DI PROGETTO

PREMESSA A QUESTA REVISIONE (10-2017)

Questa relazione rappresenta la revisione del rapporto tecnico originale, redatto nel Maggio 2014 e integrato nel Giugno 2016, al fine di:

- adeguare la descrizione dell'opera di derivazione idroelettrica "Sorba" alle sopravvenute modifiche progettuali;
- recepire i risultati dell'indagine geofisica con tecnica sismica a rifrazione con onde di compressione nel frattempo eseguita.

Contestualmente, si è provveduto all'aggiornamento dell'elaborato 3,2 "Profili geologico-tecnici", mentre rimane invariata Tav. 3.1 "Carta geologica, geomorfologica del dissesto" poichè tutt'ora valida, non essendo intervenuta alcuna modificazione del quadro riportato.

PREMESSA ALLA PRIMA STESURA (MAGGIO 2014)

La memoria tecnica ed i relativi elaborati grafici espongono i risultati dell'indagine geologica per il progetto definitivo di un impianto di derivazione a fini energetici previsto nel tratto terminale della valle del Torrente Sorba, con opera presa in località Campello e centrale di produzione e restituzione presso il nucleo principale di Rassa.

Lo studio ha avuto come scopo l'accertamento del quadro geologico e di pericolosità geologica del settore in cui è previsto l'inserimento dell'opera e del relativo ambito esteso significativo.

Sono state quindi individuate le potenziali interferenze tra il contesto geologico-idrogeologico e l'opera, allo scopo di fornire elementi per l'adozione di soluzioni progettuali adeguate.

E' stata inoltre fornita una caratterizzazione geotecnica qualitativa dei materiali detritici e litoidi costituenti il mezzo in cui sarà collocata l'opera, ed è stata definita l'azione sismica di riferimento.

La relazione tecnica affianca ed integra i seguenti elaborati:

- Tavola 3/1 - Carta geologica, geomorfologica e del dissesto
- Tavola 3/2 - Profili geologico-tecnici

- - - -

Il dott. geol. Dario Rizzolo ha collaborato al rilievo geologico.

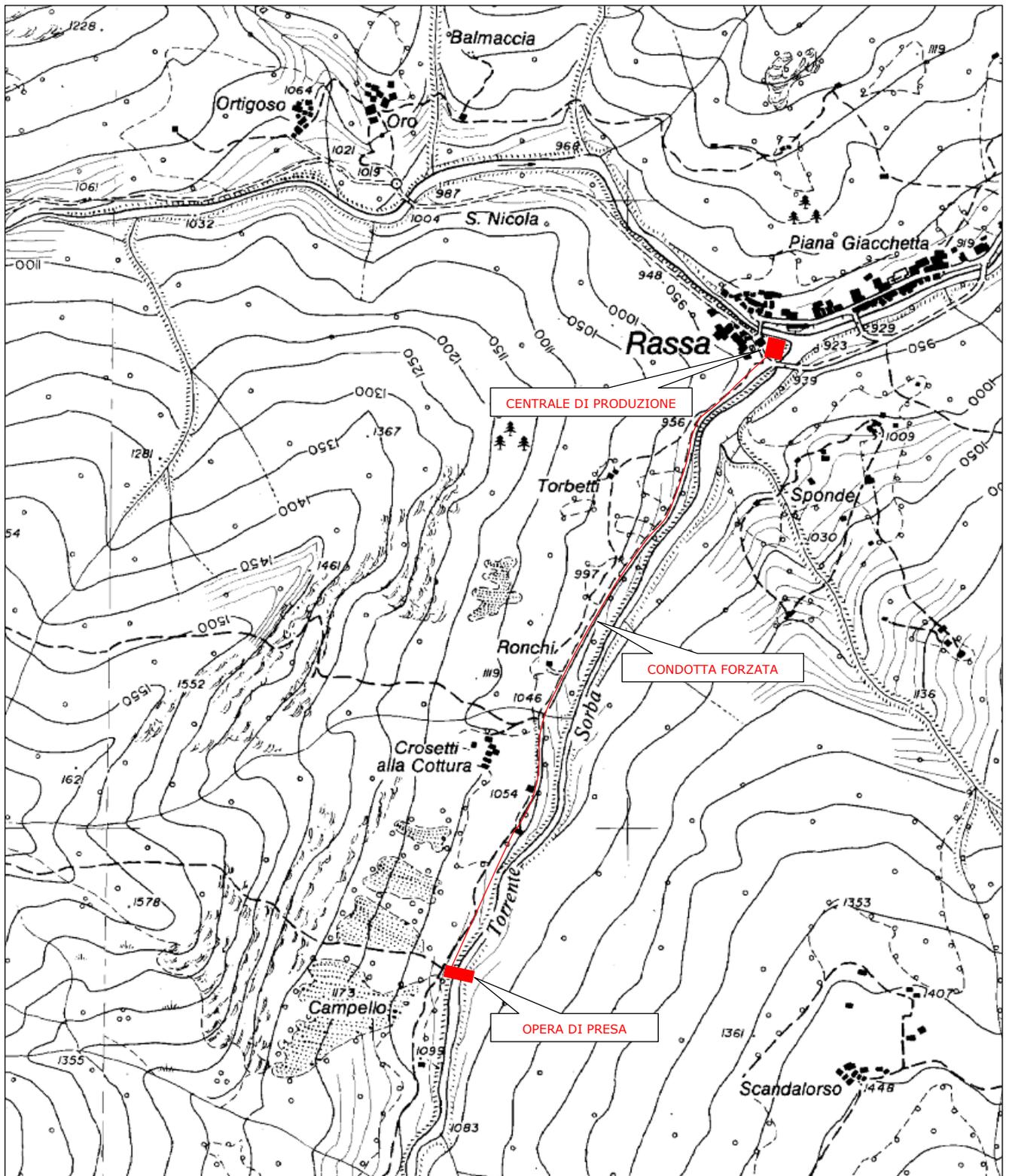


Fig.1 - Inquadramento geografico dell'ambito di progetto e tracciato dell'opera
(estratto dalla Carta Tecnica Regionale - Sezione 093010)

1.0 AMBITO TERRITORIALE E NATURA DELL'INTERVENTO

Ha costituito oggetto di indagine un tratto della valle del Torrente Sorba esteso nel Comune di Rassa (VC) compreso tra la località Campello e la confluenza con il T.Gronda, in cui viene proposta la realizzazione di un impianto idroelettrico che comprenderà i seguenti elementi:

- *TRAVERSA DI DERIVAZIONE SFIORANTE* e presa di captazione del tipo "a trappola", situata in località Campello a quota 1063 m;
- *OPERA DI PRESA* composta da: canale di derivazione, paratoia di intercettazione, canale sghiaiatore e paratoia sghiaiatrice, canale dissabbiatore e paratoia dissabbiatrice/scarico, sfioratore laterale, vasca di carico/imbocco condotta;
- *CONDOTTA FORZATA* che si svilupperà per 1135 m, di cui 280 m iniziali con tecnica di scavo "microtunnelling"; circa circa 660 m con tecnica di scavo "in trincea" in rispondenza della Strada Comunale della Valle Sorba; 100 m terminali con tecnica di scavo "microtunnelling" sino alla centrale di produzione.
- *CENTRALE DI PRODUZIONE* situata in corrispondenza dell'abitato di Rassa, a circa 939 m s.l.m. (piano copertura);
- *CANALE DI SCARICO*, con punto di restituzione nel T.Sorba a quota 928 m s.l.m.

Denominazione	"Impianto idroelettrico Sorba"
Opera di presa	T.Sorba : traversa in loc. Campello
Quota di presa – traversa	1063 m.s.l.m.
Restituzione	T.Sorba: presso Rassa
Quota di restituzione in alveo	928 m.s.l.m.
Bacino sotteso dalla sezione di presa	18,90 km ²
Portata media (S = 18,90 km ²)	745,00 l/s
Portata media derivata	171,00 l/s
Portata massima derivata	600,00 l/s
Lunghezza condotta forzata	1010,00 m
Diametro nominale condotta forzata	920 mm
Lunghezza dell'alveo sotteso	1195 m
Salto nominale	135,00 m
Potenza media nominale (salto nominale)	226 kW
Potenza massima nominale	738 KW
Produzione media annua	1.650.000 kWh/anno

Tab. 1 – Elementi caratteristici del progetto

2.0 METODO DI INDAGINE E DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

E' stato condotto un rilievo geologico-tecnico di dettaglio indirizzato ad accertare la natura dei terreni e di individuare le locali condizioni di dissesto idrogeologico in atto e potenziale . Sono stati inoltre caratterizzati in senso geotecnico i materiali costituenti il substrato; a tale fine, *in assenza di specifiche indagini geognostiche in sito o di laboratorio, non previste in questa fase progettuale*, si è adottato un criterio qualitativo, basato anche sull'esperienza sviluppata in contesti confrontabili.

Con il medesimo criterio è stata definita la "Categoria di sottosuolo" ex NTC 2008, parametro necessario all'elaborazione delle analisi sismiche di progetto.

Sono stati esaminati i seguenti documenti di base:

- GEOLOGIA DI BASE E BANCHE-DATI GEOLOGICHE
Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100000 – Foglio 30 "Varallo"
Letteratura e cartografia geologica recente pertinente all'ambito.
Banca Dati Geologica e Geotecnica: Arpa Piemonte.
Documentazione IFFI/SIFRAP: Arpa Piemonte.
Cartografia DISUW : Regione Piemonte, Difesa del Suolo.

- DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO
Dott. Ing. Rossana Appendino – "Impianto idroelettrico Sorba – Domanda di nuova concessione di derivazione ad uso energetico". Planimetria, tracciato e opere di presa, di derivazione, di produzione e restituzione.

- DOCUMENTAZIONE DI PIANO REGOLATORE GENERALE
Comune di Rassa – Piano Regolatore Generale Comunale - Variante Strutturale 1/03.
Comune di Rassa - "Verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica sulla base di indagini conformi alla Circ. 7/LAP (DGR 1-819 del 15/09/00) ai sensi dell'Art.18/2 della Delib. 1/99 dell'Autorità di Bacino del F.Po"

- VINCOLI DI ORDINE GEOLOGICO E NORMATIVA TECNICA PROGETTUALE
R.D.L. 30/12/1923, n. 3267, normato attraverso la L.R. 9/8/1989, n. 45 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici"
D.M. LL.PP. del 11/03/1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni", integrate dalla C.M. 617 del 2/02/09 contenente "Istruzioni per l'applicazione delle NTC".
D.G.R. 12 Dicembre 2011, n. 4-3084 "Recepimento della D.G.R. 19/01/2010 n.11-13058 e approvazione delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico attuative della nuova classificazione sismica del territorio piemontese".

SEZIONE I

RELAZIONE GEOLOGICA

3.0 QUADRO GEOLOGICO

Nell'ambito della letteratura geologica sono pressoché assenti lavori di dettaglio relativi alla valle del T.Sorba. Per l'area, la documentazione cartografica ufficiale è rappresentata dalla prima edizione del F°30 "Varallo" della Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000, eccellente strumento che però risulta almeno in parte superato alla luce delle conoscenze.

Il settore di indagine è compreso nell'ambito della Zona Sesia-Lanzo (sinteticamente: Zona Sesia), che rappresenta l'unità più esterna del settore centrale delle Alpi Occidentali ed uno tra i principali elementi tettono-metamorfici del dominio Australpino.

E' delimitata verso Est dalla Linea Insubrica (localmente: Linea del Canavese), che la separa dalla Zona Ivrea-Verbanese; ad Ovest, è in rapporto di sovrapposizione con le unità pertinenti alla Zona dei Calcescisti con Pietre Verdi.

La Zona Sesia è un elemento composito, caratterizzato da un basamento continentale di età paleozoica analogo a quello dell'adiacente Zona Ivrea ma che, al contrario di questo, è stato soggetto a importanti processi metamorfico-deformazionali connessi all'orogenesi alpina.

In base al grado metamorfico ed alle associazioni litologiche predominanti è classicamente suddivisa in tre sub-unità (Compagnoni *et alii*, 1977): il "Complesso degli Gneiss Minuti" in posizione strutturalmente esterna; il "Complesso dei Micascisti Eclogitici" in posizione interna; la "II Zona Diorito-kinzigitica", rappresentata da lembi isolati ubicati in posizione tettonicamente sommitale, all'incirca al limite tra i due complessi precedenti (Dal Piaz *et al.*, 1972; Rebay e Spalla, 2001).

L'area in esame si estende nell'ambito del Complesso dei Micascisti Eclogitici, sub-unità che comprende un'associazione litologica a predominanti metapeliti (micascisti granatiferi pirossenico-anfibolici), con subordinate metabasiti (eclogiti ed anfiboliti) e masse e livelli di marmi e calcefiri. Sono inoltre presenti ortoderivati (ortogneiss e metagranitoidi), risultato della trasformazione metamorfica più o meno avanzata di protoliti granitico-granodioritici.

In particolare, gli ortoderivati rappresentano la litologia pressoché esclusiva del settore esaminato.

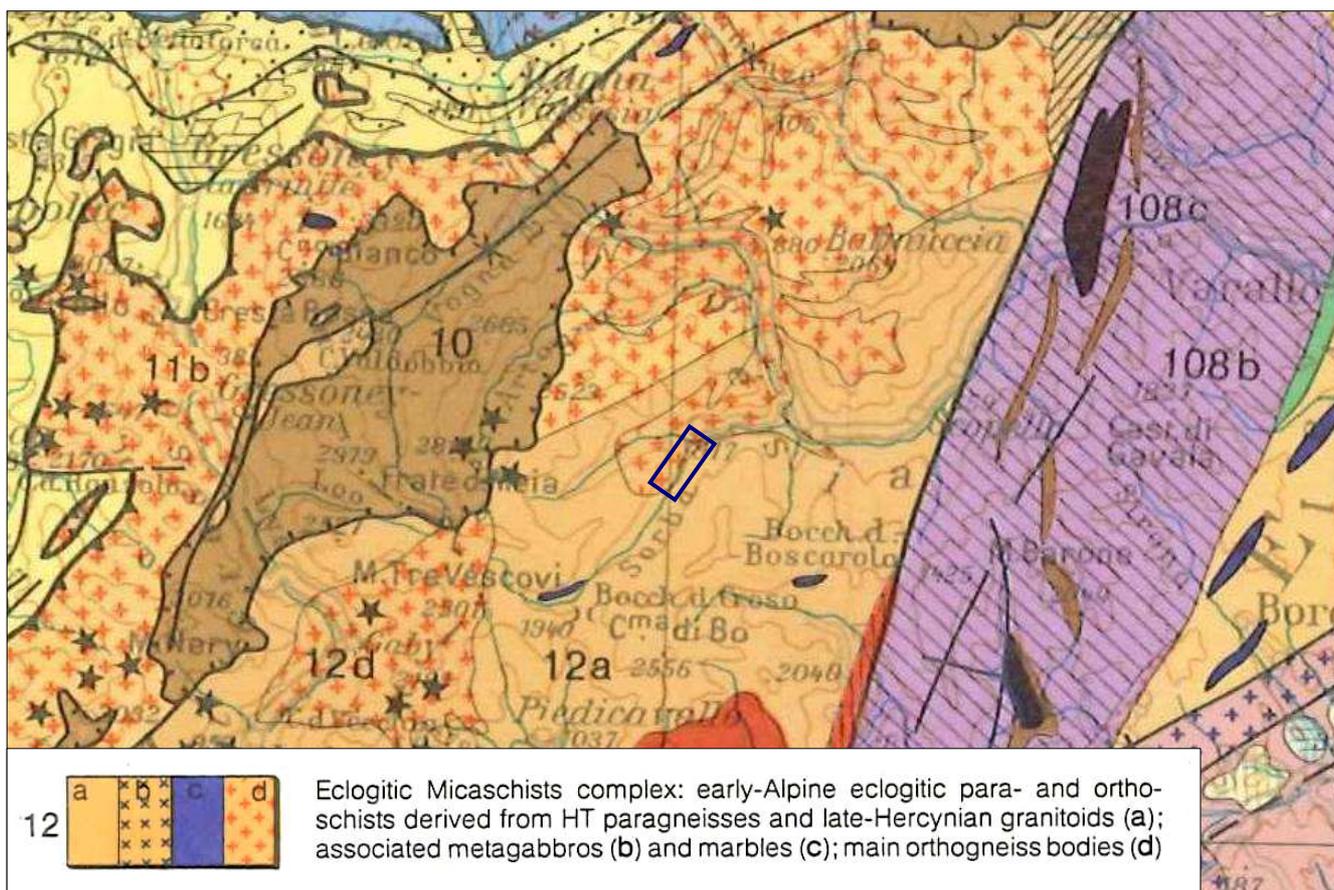
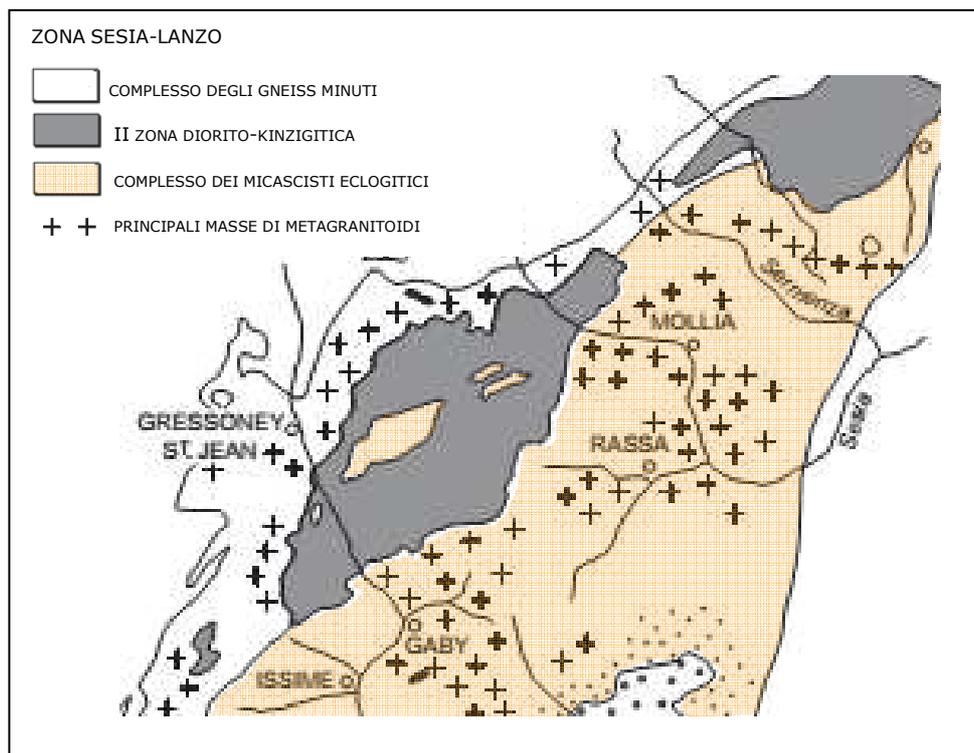


Fig. 2 – Quadro geologico
 (Sopra: da Gosso et alii, 2013, modificato. Sotto: stralcio dal Modello Strutturale d'Italia. CNR. 1985)

L'andamento della valle mostra un evidente condizionamento strutturale, legato alla presenza di un elemento di discontinuità primario con direzione NE-SW ed immersione verso SE, orientazione ereditata dall'asse vallivo.

Tale effetto di condizionamento è inoltre evidenziato dalla morfostruttura dell'aspro versante sud-orientale della dorsale P.zo del Loranzolo - Cimaron del Giura, che può essere interpretato come l'espressione morfologica di una scarpata di faglia esumata e rimodellata.

3.1. CARATTERI DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Il basamento roccioso in cui è modellato il fondovalle in sinistra orografica del T.Sorba è rappresentato da litotipi riconducibili a metagranitoidi, qui rappresentati da facies in cui l'originario fabric intrusivo risulta più o meno trasformato.

In particolare, all'altezza dell'opera di presa e lungo la condotta di derivazione si rilevano prevalenti metagraniti e metadioriti più o meno quarzifere, mentre in corrispondenza della confluenza tra i torrenti Gronda e Sorba prevalgono facies gneissiche, con ortogneiss chiari a grana minuta, da massicci a debolmente lineati a micro-occhadini per porfiroblasti feldspatici

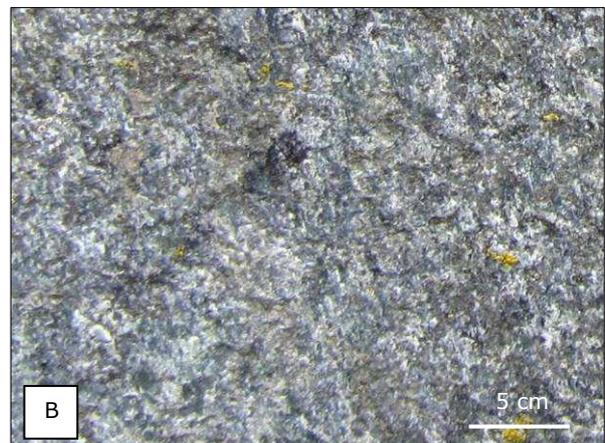


Fig. 3 – Litologie caratteristiche dell'area di indagine.

- A) Metagranitoide con tessitura magmatica preservata
- B) Metagranodiorite a grana medio-fine
- C) Ortogneiss quarzoso-feldspatico listato, da massiccio a debolmente foliato

3.2. CAMPO DI DISCONTINUITA'

L'ammasso roccioso è caratterizzato da una partizione metamorfica primaria in banchi tabulari irregolari, di spessore da decimetrico a metrico. A luoghi, a scala dell'affioramento le superfici di separazione sono blandamente ondulate.

Sono localmente rilevabili facies in cui la tessitura granulare olocristallina del protolite risulta ben preservata, con foliazione appena accennata .

L'elemento di partizione principale è rappresentato da un sistema continuo e pervasivo con direzione fondamentale NE-SW. A questo si associano ulteriori sistemi omogenei con direzione di immersione N-NE e media inclinazione (circa 60°) e con immersione a SW ed alta inclinazione (pari o superiore a 75°).

Almeno una parte delle discontinuità riscontrate è riconducibile a fratture di neoformazione, conseguenza dei processi di deformazione che interessano il localmente il basamento roccioso, resi evidenti dalla disarticolazione e decompressione dell'ammasso.

Tale aspetto è particolarmente significativo in corrispondenza degli affioramenti in località Crosetti, a valle della strada comunale, sebbene sia riscontrabile in più punti in lungo l'alveo del T.Sorba ove, ad ampie porzioni di ammasso poco fratturato o non fratturato, si intercalano domini a più intensa separazione e con indizi di mobilitazione.

3.3. UNITA' DI COPERTURA

3.3.1. COLTRI DETRITICHE MISTE

Con eccezione dei settori maggiormente acclivi (versante nord-orientale della dorsale P.zo del Loranzolo - Cimaron del Giura) in cui affiora in modo esteso, il substrato litoide è ordinariamente mascherato da una coltre detritica mista, rappresentata da un diamicton massivo con frazione clastica breccioide e matrice fine in più o meno significativa, costituita da un'associazione di limo, sabbia e frammenti rocciosi eterometrici.

Le scarse sezioni naturali rilevate nell'ambito di studio individuano materiali con facies diversa, riconducibili a prodotti di versante "indifferenziati", a depositi glaciali rimaneggiati, a prodotti eluvio-colluviali, a sedimenti alluvionali con carattere torrentizio associati alle incisioni dei tributari minori del T.Sorba.

Lo spessore della copertura detritica non è mai elevato (2-3 m): solo in corrispondenza di particolari configurazioni morfologiche (insellamenti o depressioni) si rilevano potenze dell'ordine massimo di 5-6 metri.

3.3.2. DEPOSITI DETRITICI A BLOCCHI E MASSI

Lungo il tracciato di progetto è caratteristica la presenza pressochè ubiquitaria di blocchi e massi litoidi, sia imballati nella frazione detritica più fine, sia distribuiti alla superficie.

In alcuni settori si rileva una particolare concentrazione degli elementi, sino a definire corpi detritici caratterizzati quasi esclusivamente da clasti a taglia molto elevata, con tessitura *open-work* priva di frazione fine.

Tale situazione è particolarmente evidente nel tratto compreso tra la frazione Crosetti sino alla località Campello, ove si rilevano coltri più o meno estese legate a ricorrenti processi di crollo puntuale che hanno interessato i fronti rocciosi esposti nella fascia medio-superiore del versante.

3.3.3. DEPOSITI TORRENTIZI

Il Torrente Sorba è qui caratterizzato da una sostanziale tendenza all'approfondimento dell'alveo, ovvero ad un comportamento globale di tipo erosionale.

A tale riguardo, nel tratto esaminato sono sostanzialmente assenti i depositi alluvionali, essendo limitati a depositi d'alveo fortemente eterometrici.

Le forme di terrazzamento latitanti l'incisione sono modellate nel substrato roccioso, mostrano una sottile copertura detritica e sono generalmente riferibili a processi di esarazione glaciale.

Blocchi e massi concentrati nell'alveo del T.Sorba e dei tributari minori che solcano il versante sono prevalentemente da ricondursi sia crolli incanalati lungo le incisioni, sia a processi di rimobilizzazione detritica in occasione di impulsi di piena.

In corrispondenza delle incisioni dei tributari di sinistra orografica si rileva la locale presenza di depositi torrentizi caratterizzati da un'estrema eterometria degli elementi clastici, con assenza di strutture di deposito significative o, qualora presenti, interpretabili come l'effetto di un trasporto in massa con caratteri di flusso detritico.

E' inoltre da sottolineare che alcune tra le incisioni in destra orografica sono sede di valanga canalizzata, i cui apporti detritici si assommano a quelli alluvionali, determinando corpi deposizionali con carattere "misto" (Rio Sponda, e rio anonimo in località Scandalorso, circa 250 m a monte dell'opera di presa).

4.0 QUADRO DEL DISSESTO

4.1. DOCUMENTAZIONE

In affiancamento alle osservazioni dirette, per l'individuazione del quadro generale del dissesto che interessa in tronco vallivo in cui si colloca l'opera sono stati consultati i seguenti documenti di base:

- ARPA Piemonte - Geoportale - SIFRAP (estensione del Progetto IFFI - Inventario Fenomeni Franosi in Italia)
- ARPA Piemonte RERCOMF (Rete Regionale Controllo Movimenti Franosi)
- ARPA Piemonte - Banca Dati geologica 1:100.000
- Regione Piemonte - DISUW- Sistema informativo online della Difesa del Suolo - Tematismi: Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Esondazioni; Conoidi; Frane; Valanghe
- Provincia di Vercelli-Settore pianificazione territoriale - Carta geomorfologica della Provincia di Vercelli - Tav. 8 "Scopello"
- Regione Piemonte-Direzione regionale dei Servizi tecnici di prevenzione -Banca dati geologica - *Alluvioni in Valsesia* (Quaderno n°14, 1999)
- ARPA Piemonte - Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e geologiche (SC22): Banca Dati geologica sui fenomeni di instabilità naturale, sugli effetti morfologici e sui danni da essi indotti

La normativa del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico prevede che i Comuni, in sede di formazione e adozione degli strumenti urbanistici generali e loro varianti, conformino le loro previsioni al quadro del dissesto rappresentato dalle cartografia PAI, eventualmente integrato o modificato. Si sono pertanto esaminati gli elaborati geologici di PRG del Comune di Rassa¹ e, in modo specifico:

- Carta geomorfologica e dei dissesti
- Carta della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica

¹ Redatti dallo Studio Tecnico di Geologia dott.geol.Roberto Bartolini - Alagna Valsesia, Marzo 2004

In sintesi, per quanto concerne il settore interessato dall'opera in progetto:

– BANCA DATI SIFRAP

La banca dati SIFRAP individua per il settore in esame manifestazioni di dissesto di tipo areale, riferibili ai seguenti processi:

- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi - Fronti rocciosi sul versante sinistro del T. Sorba -
- Processo di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante - Settore del versante destro in località Alpi sulle Piane -
- Aree soggette a frane superficiali diffuse - *Versante destro in località Sponde* -

– PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE

Gli elaborati segnalano:

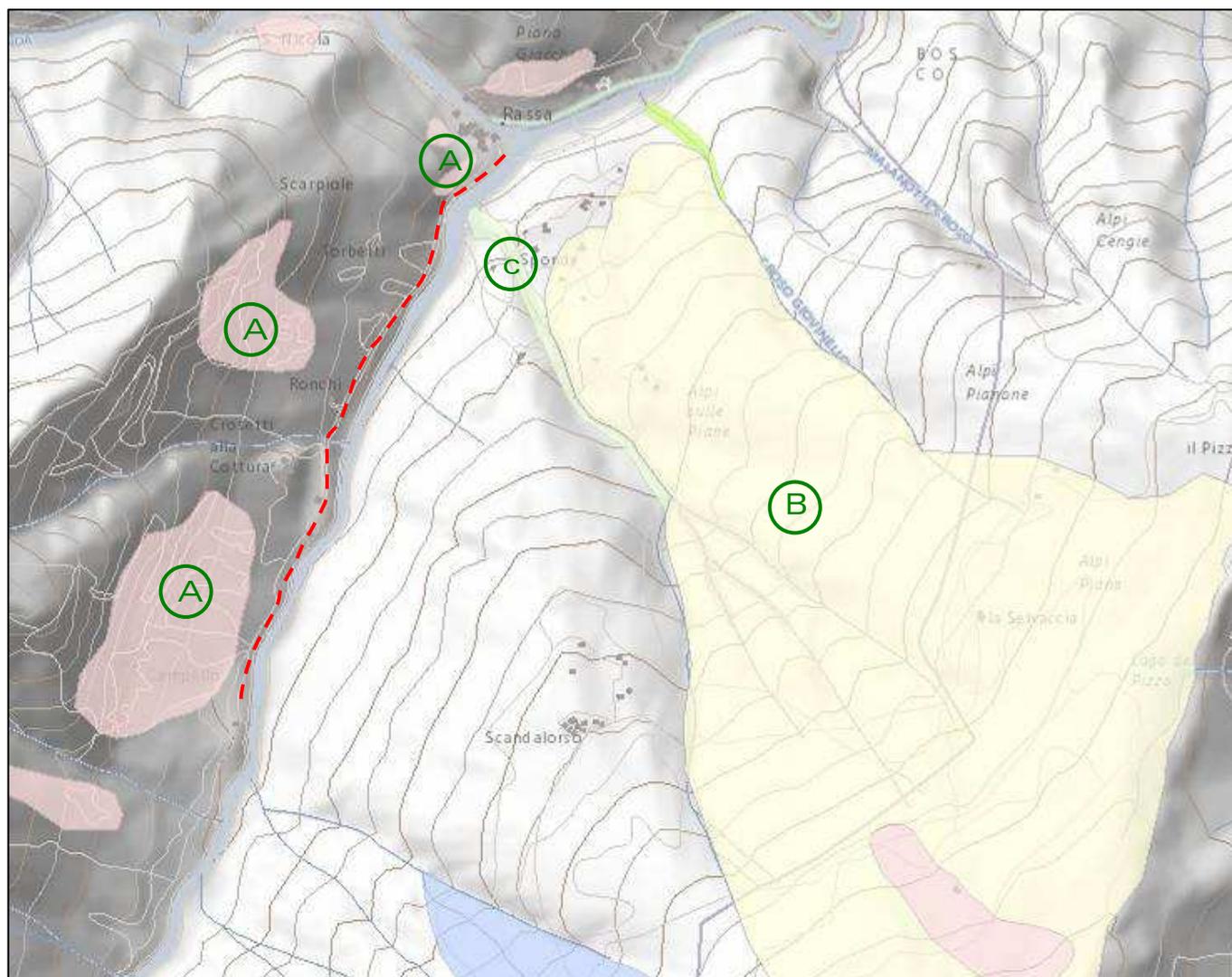
- Settori caratterizzati da roccia intensamente fratturata soggetti a processi di crollo - *Fronti rocciosi in località Campello* -
- Processo di Deformazione Gravitativa Profonda di Versante - *Settore del versante destro in località Alpi sulle Piane* -
- Dissesto per processi di frana attiva e stabilizzata per saturazione e fluidificazione della coltre detritica - *Versante sinistro tra Loc. Ronchi e l'abitato di Rassa* -
- Dissesto per processi di frana attiva per processi di scivolamento rotazionale - *Settore del versante destro in località Alpi sulle Piane* -
- Processi a carattere torrentizio prevalentemente di tipo lineare, a pericolosità molto elevata - *Incisioni lungo il versante destro* -
- Processi a carattere torrentizio prevalentemente di tipo areale, a pericolosità molto elevata - *Torrente Sorba e rii minori sul versante destro*-

– EVENTI ALLUVIONALI ²

Si riportano di seguito le notizie storiche dei principali eventi alluvionali e relativi danni che, in modo specifico, citano il T.Sorba e l'abitato di Rassa .

- Evento del 14/10/1755 - *Danni all'abitato e alla viabilità.*
- Evento del 10/09/1857 - *Danni all'abitato*
- Eventi del 17/08/ e 1-4/10/1868 - *Danni all'abitato e alla viabilità*
- Evento del 10/09/1948 - *Interruzione per frana della viabilità locale*
- Evento del 14/07/1961 - *Innesco di frane presso l'abitato*

² Regione Piemonte - Direzione regionale dei Servizi tecnici di prevenzione - Banca dati geologica, Quaderno n° 14,1999 - ARPA Piemonte: Analisi di evento alluvionale (rapporti dal 1997 al 2013).



Legenda

A = Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi

B = Deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV)

C = Aree soggette a frane superficiali diffuse

 Tracciato dell'impianto in progetto

Fig. 5 -Servizio SIFRAP - Manifestazioni per frana - Tratto dal geoportale Arpa Piemonte

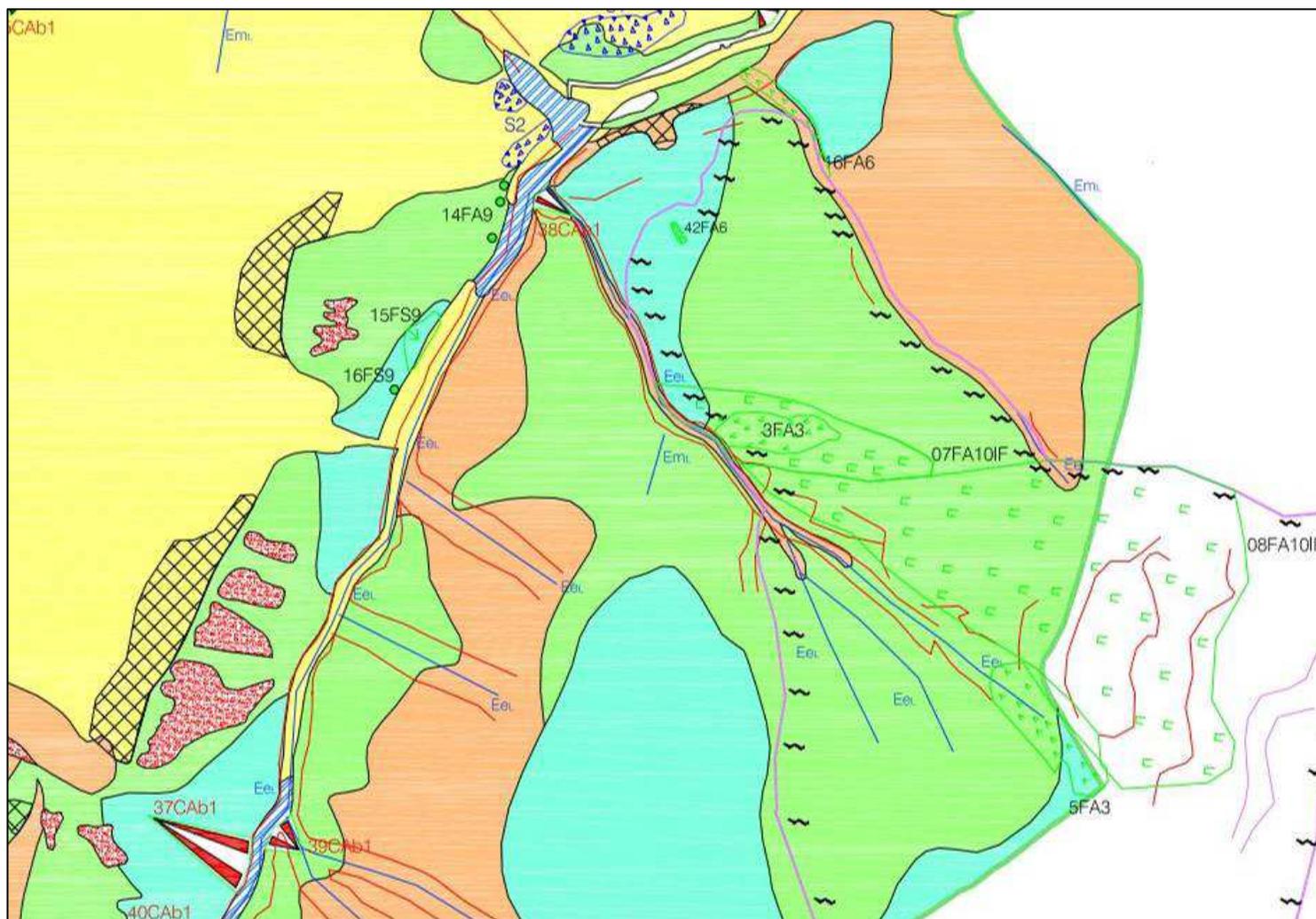
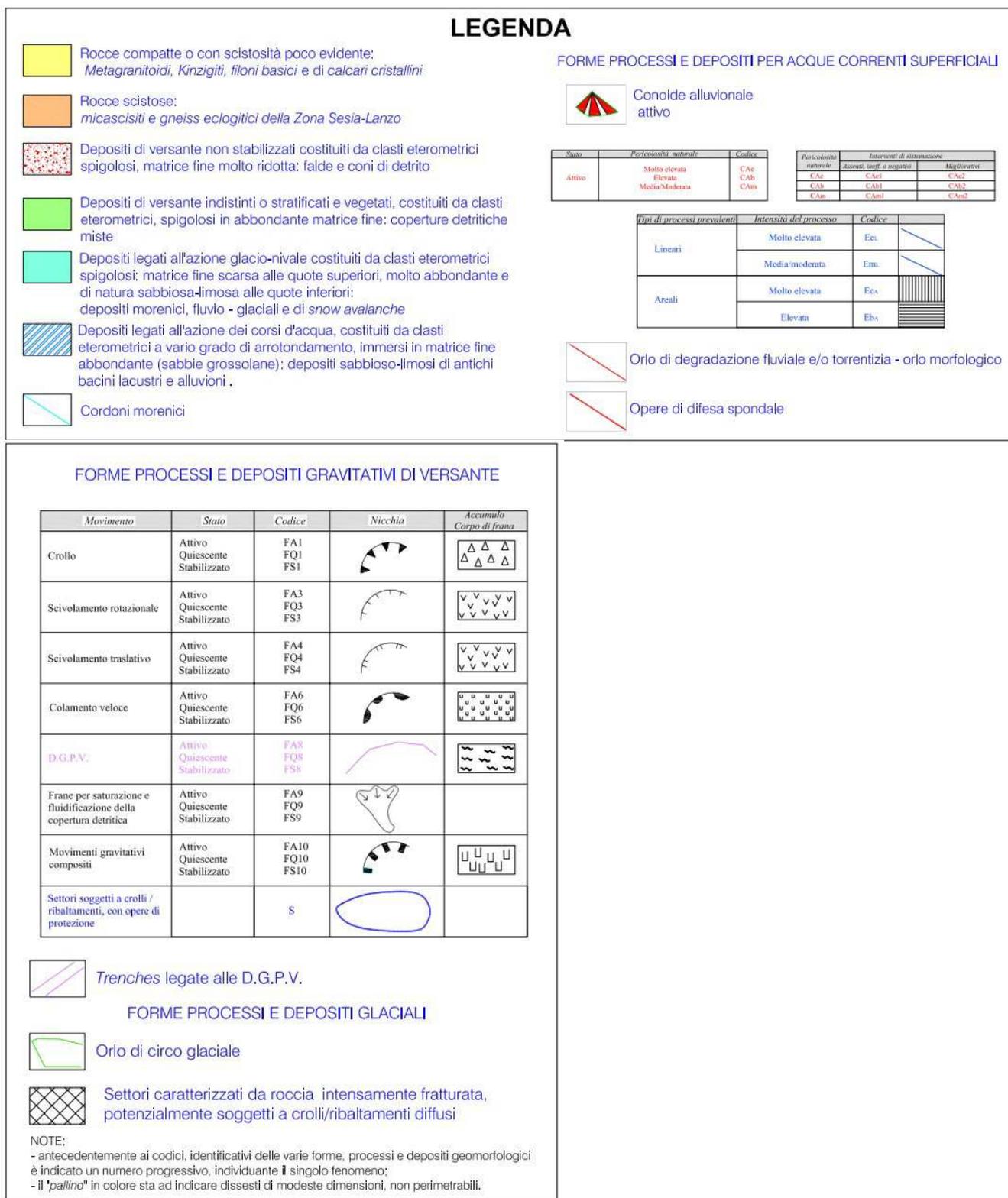


Fig. 6 – Stralcio dalla “Carta Geomorfologica e dei dissesti”
Piano Regolatore Generale del Comune di Rassa (legenda alla pagina successiva)



*Fig. 7 – Legenda della Fig. 6 - Dissesti
Stralcio dalla "Carta Geomorfologica e dei dissesti" di PRG*

4.2. CARATTERI DEL DISSESTO IN ATTO O POTENZIALE

Il quadro del dissesto è sostanzialmente caratterizzato da processi legati alla dinamica del T.Sorba e dei suoi tributari, da processi di mobilitazione di versante, da episodi di valanga. Qui di seguito vengono descritte le manifestazioni di dissesto di potenziale interesse per l'opera in progetto, così come evidenziate in occasione dei rilievi condotti.

4.2.1. TORRENTE SORBA

E' un corso d'acqua dai caratteri tipicamente alpini, con bacino morfologicamente aspro ed articolato, elevate pendenze e tempo di corrivazione breve, bassa capacità di ritenzione e conseguente risposta rapida alle precipitazioni intense.

E' inoltre compreso in un settore caratterizzato da valori di precipitazione media e di intensità di pioggia tra i più elevati dell'arco alpino, in cui è possibile l'instaurarsi di "nuclei di pioggia" localizzati ed estremamente attivi.

Tali condizioni oro-pluviometriche rendono possibili repentini aumenti della portata idrica, a cui si somma un significativo contributo del trasporto solido, anche per l'attività dei tributari minori.

In effetti, la spinta eterometria dei sedimenti in alveo e la loro struttura caotica testimoniano di deflussi ad elevata energia con elevata frazione solida veicolata.

Nel tratto considerato il T. Sorba decorre in un alveo definito e non soggetto a potenziale diversione, con fondo e sponde per la massima parte incise nel substrato roccioso.

Sebbene la tendenza evolutiva generale del corso d'acqua sia indirizzata all'approfondimento, in condizioni di deflusso ordinario l'impostazione dell'alveo in roccia ne limita la capacità erosiva che, in pratica, si traduce nella locale ripresa del materiale sciolto disponibile e nel suo successivo rilascio poco più a valle.

In sintesi, nel tratto esaminato il comportamento del corso d'acqua è quello tipico di un corso d'acqua montano a dinamica spiccatamente torrentizia, e ciò dà ragione della connotazione di "pericolosità molto elevata" attribuitagli dal PAI e confermata dagli elaborati geologici di Piano Regolatore del Comune di Rassa.

4.2.2. TRIBUTARI MINORI

Per la quasi totalità si tratta di linee di deflusso di primo ordine gerarchico, caratterizzate da direttrici rettilinee ad elevata pendenza; fanno eccezione, in destra orografica, il Rio Sponda e il rio del vallone di Scaldalorso, poco a monte della località Campello che mostrano un bacino maggiormente articolato.

I tributari minori sono caratterizzati da una complessiva tendenza all'approfondimento, con

incisione del fondo-alveo ed erosione laterale. Tale comportamento è pressoché ubiquitario, sebbene discontinuo lungo la medesima asta, alternandosi tratti in prevalente erosione a tratti in cui prevale il deposito. Come considerato in precedenza, lo stile è caratteristico degli impluvi impostati lungo versanti acclivi, in cui le locali condizioni di pendenza dell'alveo e la natura del substrato risultano fattori preminenti nel governare l'evoluzione del corso d'acqua.

L'innesto al fondovalle non comporta la formazione di strutture di deposito significative, con eccezione per il conoide del Rio Sponda, alla cui edificazione concorrono anche apporti di valanga incanalata.

In sintesi, si tratta di elementi della rete idrografica in via di evoluzione, usualmente non stabilizzati, attivi, con elevata/molto elevata intensità di processo e conseguente elevata pericolosità.

4.2.3. PROCESSI DI FRANA PER DISTACCHI ISOLATI E CROLLI IN MASSA

Interessano ambiti di affioramento caratterizzati da elevata acclività e fronti subverticali. Conseguono a processi di destabilizzazione di porzioni del basamento roccioso fratturato, e comportano la formazione di coltri detritiche a grossi blocchi non stabilizzate e scarsamente vegetate.

Nell'area, risulta particolarmente soggetto a questa tipologia di dissesto il settore compreso tra la frazione Crosetti e la località Campello, come evidenziato dalla diffusa presenza di coltri di accumulo eterometriche e di segni di distacchi recenti in corrispondenza degli affioramenti rocciosi.

4.2.4. FRANE PER SCIVOLAMENTO E SCOSCENDIMENTI PUNTUALI

Indicativamente tra Ronchi e Torbetti si rilevano manifestazioni di frana puntuale e di dissesto areale (scoscendimenti), che hanno richiesto l'adozione di soluzioni di sostegno a difesa della strada comunale (muri di contenimento, palificate in legname, gabbionate)

Tali fenomeni rappresentano l'espressione locale di una generale condizione di instabilità della coltre detritica, per la quale sono fattori predisponenti lo spessore della coltre stessa, il grado di acclività e, soprattutto, la propensione a fenomeni di pseudosaturazione per apporti idrici diretti (acque di pioggia e fusione del manto nevoso) e indiretti (infiltrazione di subalveo della rete di drenaggio del versante).

In tali settori si rileva inoltre un grado di fratturazione del basamento significativamente maggiore che in altri contesti, soprattutto evidenziabile nelle sue porzioni corticali.

5.0 GEOIDROLOGIA

Per l'inquadramento geoidrologico del settore oggetto di intervento vengono identificate le unità che possono fungere da acquiferi e ne viene fornita una connotazione circa la produttività; si valuta inoltre la potenziale interferenza indotta dall'opera in progetto.

Va per altro specificato che nell'ambito esaminato tutti gli acquiferi presenti risultano in qualche modo tra loro collegati e le falde in essi contenute hanno frequenti scambi idrici reciproci, con la parziale eccezione per i circuiti profondi "per frattura", che interessano il basamento roccioso e alimentano le sorgenti.

5.1. UNITA' GEOIDROLOGICHE

5.1.1. DEPOSITI DETRITICI

Si tratta di materiali caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità, il cui grado conducibilità idraulica è variabile in funzione del tenore della frazione granulometricamente più fine e dello stato di addensamento: molto elevata in corrispondenza delle colti detritiche legate a processi di crollo, da media a medio-alta per quando concerne la coltre eluvio-colluviale ed i depositi di conoide, medio-bassa per i depositi glaciali di ablazione e di allogamento, questi ultimi caratterizzati da tenore particolarmente elevato di componente limosa (non riscontrati nel settore).

In ogni caso, si tratta di acquiferi complessivamente molto modesti e scarsamente produttivi, alimentati per infiltrazione meteorica diretta e dalle perdite di sub-alveo della rete idrica, sede di falde libere ubicate all'interfaccia tra la coltre ed il basamento roccioso, spesso a carattere temporaneo e legate all'andamento stagionale delle precipitazioni.

5.1.2. AMMASSO LITOIDE

E' caratterizzato da una permeabilità secondaria (per frattura) legata al grado di separazione dell'ammasso, nonché alla persistenza, apertura e tipo di riempimento delle fratture stesse.

In prossimità della superficie topografica i sistemi di fratture possono essere localmente allentati per fenomeni di rilascio, e ciò rende possibile la comunicazione con i depositi detritici di superficie; si possono pertanto determinare circuiti idrici locali, di solito poco produttivi e temporanei, che sostanzialmente ricalcano le potenzialità geoidrologiche delle coltri da cui traggono alimentazione.

Quando il campo di fratturazione è associato a fasce di deformazione fragile di notevole estensione e/o profondità, è possibile l'instaurarsi di circuiti idrici sotterranei complessi ed

articolati, il cui bacino di alimentazione è ordinariamente esteso e non necessariamente coincidente con quello idrografico locale.

In questi casi, l'emergenza dell'acquifero saturo per fattori topografici (intersezione della fascia di fratturazione con la superficie topografica) o strutturali (geometria dei limiti di permeabilità) si manifesta attraverso una sorgente, che ha di solito buone caratteristiche di portata, regime dei deflussi, qualità dell'acqua.

Come detto, nel tratto di progetto l'alveo del T.Sorba è per massima parte inciso nel basamento litoide. Alla luce dei dati disponibili nulla si può dire in termini quantitativi circa il contributo dell'infiltrazione di sub-alveo alla circolazione idrica "per frattura" all'interno dell'ammasso roccioso nè sugli eventuali riflessi legati alla derivazione idrica.

Peraltro, in senso qualitativo è ragionevole ritenere che, con riferimento alla lunghezza limitata del tratto interessato dal progetto ed alla portata fluente comunque garantita in alveo, il bilancio geoidrologico non risulti apprezzabilmente alterato.

Si sottolinea inoltre che a valle della centrale di produzione i volumi derivati saranno interamente rilasciati in alveo.

5.2. POZZI E SORGENTI

Nell' "area vasta" comprendente il settore di indagine non vi sono punti di prelievo tramite pozzo. Sono invece censite due captazioni sorgive per approvvigionamento idrico di interesse pubblico.

In particolare:

- sorgente alla quota 1070 m circa, in sinistra orografica del Rio Sponda, a circa 50 m ad Ovest del rio medesimo.
- sorgente alla quota 1090 m circa in destra orografica del T.Sorba, all'altezza della località Pianella.

A ciascuna di esse (fig. 8) è associata una Zona di Tutela Assoluta (ZTA) ed una Zona di Rispetto (ZR) definite con criterio geometrico e corrispondenti ad un'area circolare con centro sul punto di captazione e raggio rispettivamente pari a 10 m e 200 m .

Per quanto concerne i rapporti tra le aree di salvaguardia e l'opera in progetto di rileva che:

- Sorgente A) : il tracciato della condotta di derivazione decorre immediatamente all'esterno alla circonferenza che individua la Zona di rispetto³
- Sorgente B) : la Zona di rispetto comprende l'opera di presa ed un tratto della condotta di derivazione.

Con riferimento alla situazione B) si può affermare che la realizzazione delle opere e la

³ Dalle tavole di PRGC vigente.

successiva messa in esercizio non determineranno alcuna interferenza, qualitativa o quantitativa, diretta o indiretta, con l'idrostruttura sorgiva, poiché saranno collocate a valle dell'emergenza (circa 130 m di distanza) ed a una quota altimetrica significativamente inferiore (dislivello di 40 m circa).

Tale considerazione è suffragata da elementari considerazioni di tipo geoidrologico, che tengono conto del tipo di sorgente e della direzione di flusso sotterraneo alimentante (da monte o, eventualmente, laterale, ma non da valle).

A salvaguardia del contesto geoidrologico in fase di realizzazione dell'opera dovranno comunque essere poste in atto tutte le soluzioni utili ad impedire la dispersione o l'infiltrazione di sostanze potenzialmente inquinanti provenienti dai mezzi d'opera, da stoccaggi o depositi non governati, da prodotti d'uso.

6.0 INDAGINE GEOFISICA

Nel mese di Dicembre 2016 (rapporto di indagine del Gennaio 2017) è stata condotta una prospezione geofisica con metodologia sismica a rifrazione ad onde di compressione, per mezzo di quattro stendimenti geofonici ubicati lungo il tracciato dell'opera in corrispondenza di settori significativi⁴.

In via primaria l'indagine ha avuto lo scopo di individuare la presenza di sismostrati caratterizzati da diversa impedenza sismica, attraverso la stima della velocità di propagazione dell'impulso sismico (V_p in compressione).

Mediante le usuali correlazioni tra velocità rilevate e caratteristiche elastico-meccaniche del mezzo si è quindi interpretato ciascun sismostrato in termini di "materiale geologico".

In particolare, si sono evidenziati:

- un sismostrato superiore, caratterizzato da $V_p < \sim 1200 \text{ m s}^{-1}$, attribuito a materiali detritico indifferenziato;
- uno intermedio ($\sim 1200 < V_p < \sim 3000 \text{ m s}^{-1}$), attribuito ad un substrato roccioso fratturato;
- uno inferiore ($V_p > \sim 3000\text{-}3400 \text{ m s}^{-1}$) riferibile ad un substrato roccioso massiccio.

Il risultato della prospezione è stato recepito nella definizione del profilo geologico-tecnico (Tav. 3.2), fondato principalmente sui dati di rilevamento geologico di superficie.

Si rimanda al rapporto tecnico di indagine geofisica per più specifiche informazioni.

⁴ Techgea s.r.l. - Vallone del T.Sorba (Rassa) - Indagini geofisiche per la caratterizzazione stratigrafica - 01.2017

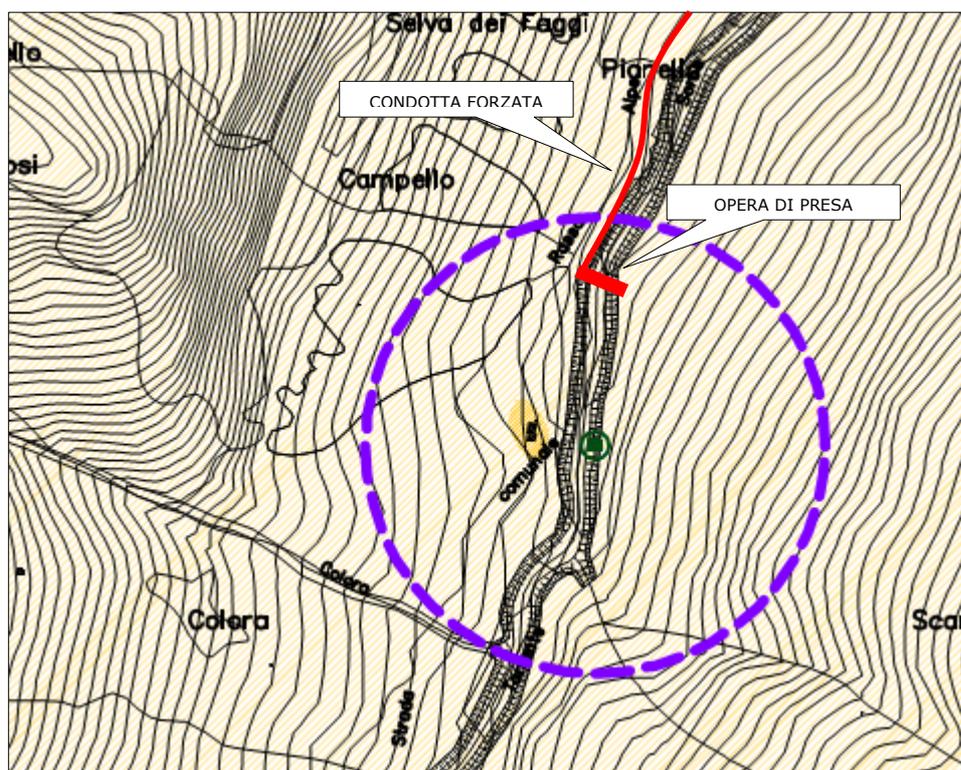
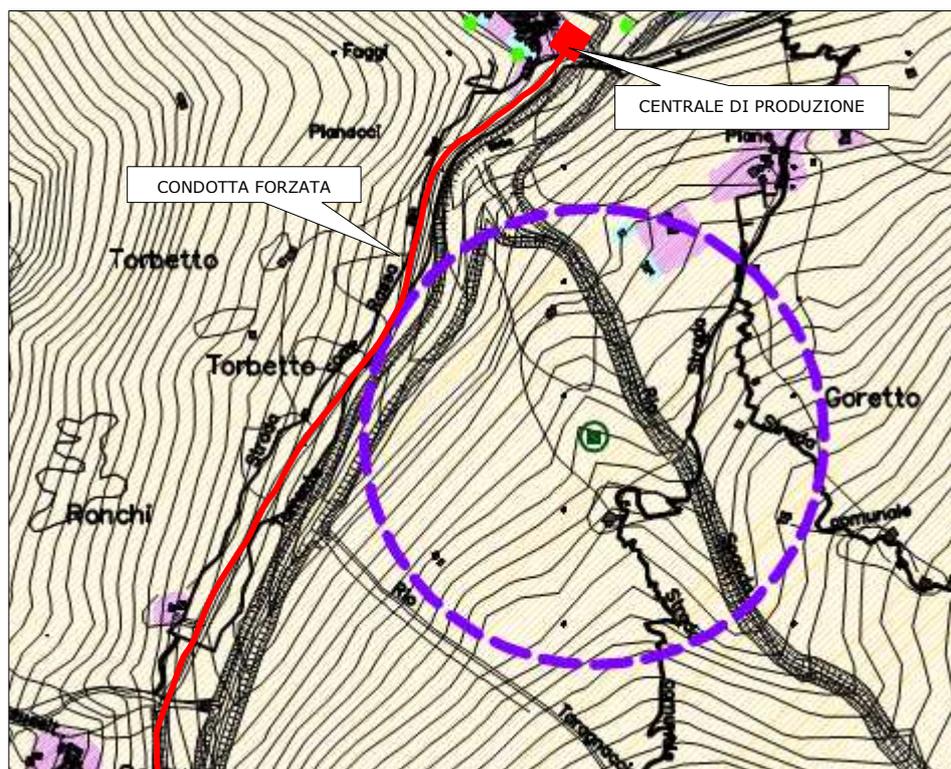


Fig. 8 - Individuazione delle sorgenti captate per uso pubblico e relative zone di rispetto (ZR: raggio=200 m). E' indicata l'opera in progetto Tratto dagli elaborati di PRGC vigente . Tav.n° 9 "Vincoli idrogeologici. Corografia"

7.0 VINCOLI A CARATTERE GEOLOGICO

Il sito di previsto intervento è soggetto a vincolo per scopi idrogeologici ai sensi del R.D.L. 30.XII.1923, n. 3267. Pertanto, in tale ambito gli interventi e le attività sono disciplinati dalla Legge regionale 9 agosto 1989, n. 45.

Come riportato in precedenza, in corrispondenza dell'opera di presa agisce un vincolo conformativo connesso alla zona di salvaguardia di una sorgente utilizzata per approvvigionamento idrico potabile.

8.0 MODELLO GEOLOGICO CONCETTUALE

Il quadro emerso dal rilievo geologico consente di definire il seguente modello geologico concettuale a due livelli, al quale ci si è riferiti per la caratterizzazione geotecnica e geomeccanica dei materiali:

- Livello superiore: depositi detritici indifferenziati (detrito di falda, prodotti glaciali rimaneggiati, materiali eluvio-colluviali) con granulometria eterometrica e tessitura variabile da *open work* sino a clastica con supporto di matrice, il cui spessore è dell'ordine medio di 2-3 m, con massimi rilevati (indagine geofisica) di 5-6 m.
Si tratta di materiali granulari da grossolani (massi e blocchi) a medio grossolani (sabbia-ghiaia-ciottoli) e granulari fini (sabbia-limo).
L'estrema eterogeneità dei depositi non consente suddivisioni significative a fini applicativi.
- Livello inferiore : roccia litoide (gneiss e ortoderivati), complessivamente a basso grado di separazione, ma localmente caratterizzato da un intervallo superiore a fratturazione da media ad elevata (sismostrato intermedio rilevato dalla prospezione geofisica).

9.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-TECNICO DELL'OPERA

Si riporta l'inquadramento geologico-tecnico dell'opera in progetto, suddivisa per tratti successivi con caratteristiche sostanzialmente omogenee per natura del substrato litoide, propensione al dissesto, requisiti operativi di base per l'inserimento della struttura.

Si rimanda alla tavola del profilo geologico-tecnico per l'individuazione dei tratti omogenei in cui è stata suddivisa l'opera.

E' necessario sottolineare che, per effetto dell'andamento tipicamente irregolare dell'interfaccia tra il basamento roccioso e la coltre detritica, in assenza di dati geognostici sistematici non è possibile definire ovunque in modo preciso lo spessore della coltre stessa. Quanto riportato in merito alla potenza della copertura e rappresentato nel profilo geologico deriva unicamente dalle possibilità offerte dal rilievo geologico di superficie, ed ha intrinsecamente un carattere orientativo. Per altro, il profilo recepisce i risultati dell'indagine geofisica ottenuti in corrispondenza degli stendimenti sismici.

- *TECNICA DI SCAVO CON SOLUZIONE "MICROTUNNELLING"*

In due tratti distinti della condotta di derivazione verrà utilizzata una tecnica di scavo mediante perforazione a spinta monitorata e direzionabile ("microtunneling")

Con tale metodologia l'installazione della condotta avviene mediante l'avanzamento di segmenti ("conci") della tubazione definitiva che costituirà la linea di adduzione lungo uno scavo con sezione circolare (*microtunnel*) realizzato da un'unità di perforazione frontale ("scudo" o "fresa"), comandata dall'esterno e caratterizzata da sofisticati sistemi di direzionamento.

L'unità è spinta in avanzamento da martinetti idraulici situati in una camera di partenza ed agenti per il tramite di un anello ripartitore (anello di spinta); al termine della tratta, una camera di arrivo permette il recupero della "testa" fresante.

Adeguando le tecniche operative all'ambiente geologico, lo scavo può avvenire indifferentemente in materiali sciolti, in roccia, in contesti misti, in presenza o meno della falda idrica. Opzionale l'uso di fanghi di perforazione (usualmente bentonitici) o di lubrificanti polimerici (di solito biodegradabili) per agevolare l'avanzamento dei conci.

In contesti rocciosi o di detrito a grossa pezzatura la perforazione porta ad uno sminuzzamento del materiale, agevolandone il successivo allontanamento.

Non si entra in merito sugli aspetti esecutivi e di cantierizzazione previsti dal progetto; si ritiene di rimarcare i seguenti punti, vantaggiosi per quanto concerne gli argomenti geologico-tecnici in generale e relativi al contesto particolare:

- le fasi di scavo, controllo, sostentamento del fronte di scavo e posizionamento della tubazione sono contemporanei;
- vi è controllo remoto di tutte le operazioni di scavo tramite una consolle ubicata all'esterno del tunnel;
- significativa minimizzazione degli scavi "a cielo aperto", sostanzialmente limitati alla formazione delle camere di spinta e di arrivo (ed, eventualmente, intermedia);
- eliminazione dei problemi di stabilità dello scavo della condotta in contesti difficili per natura dei materiali, acclività, propensione al dissesto, o di interferenza tra lo scavo e le generali condizioni di stabilità del versante;
- significativa riduzione delle necessità e dei vincoli di cantierizzazione;
- agevole gestione del materiale di perforazione ("smarino"), senza necessità di particolari trattamenti oltre alla raccolta in vasche temporanee di cantiere di contenimento e sedimentazione;
- minimo disturbo arrecato nei confronti dell'usuale utilizzo e destinazione d'uso del contesto (agricolo, urbano, turistico, ecc.)

Nel caso specifico, tali aspetti assumono particolare significato relativamente alla prima tratta della condotta di derivazione, impostata in un contesto geologicamente "difficile" per spinta eterogeneità delle coltri di superficie, grado di acclività e propensione al dissesto.

In tale ambito il sistema di perforazione con fresa porta a decisivi vantaggi in tema di operatività, cantierizzazione, sicurezza del cantiere e delle maestranze rispetto alla originaria soluzione di scavo "a cielo aperto".

Va per altro sottolineato che la buona riuscita di un sistema di perforazione "trenchless" dipende in modo fondamentale da un'adeguata conoscenza geologico-tecnica del contesto, supportata da indagini geognostiche sistematiche, al fine di anticipare a livello di progetto esecutivo la risoluzione di eventuali "singolarità geologiche" che si dovessero evidenziare.

9.1. TRATTO A - TRAVERSA SFIORANTE (progr. 0,00 - 18,00 m)

QUADRO GEOLOGICO - In corrispondenza della derivazione il substrato litoide affiora con evidenza e continuità in entrambe le sponde, ed è rappresentato da ortogneiss interessati da una partizione di tipo tabulare, con bassi valori inclinazione (30°-40°) ed intervallo di spaziatura maggiore di 60 cm. L'orientazione del vettore di immersione varia in relazione ad ampie e blande ondulazioni delle superfici di discontinuità.

Nell'alveo il substrato roccioso è celato da depositi alluvionali a grande taglia, che testimoniano dell'elevata energia di trasporto del corso d'acqua.

In sinistra orografica (settore di appoggio della traversa, dello spicco del canale di derivazione verso l'opera di presa) la riva è subverticale; l'ammasso roccioso ha una partizione primaria (giacitura media 300/45) in banchi irregolari di spessore

pluridecimetrico a cui si sovrappone un campo di fratturazione rappresentato da tre set principali continui e pervasivi, ai quali si affiancano sistemi minori.

Nei settori di versante latistanti la riva il substrato litoide è celato da una copertura sottile e discontinua di depositi "misti" (in senso ampio: detrito di falda, depositi glaciali, depositi eluvio-colluviali), con presenza di blocchi e massi dispersi, almeno in parte riconducibili a processi per crollo.

CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA –

L'alveo è inciso Tale ambito è potenzialmente interessato da processi con intensità molto elevata connessi alla dinamica del T.Sorba. Ne consegue un altrettanto elevato grado di pericolosità idrogeologica. Sebbene la tendenza evolutiva generale del corso d'acqua sia indirizzata all'approfondimento, l'impostazione dell'alveo in roccia ne limita fortemente la possibilità di attività erosiva per processi di fondo o spondali che, sostanzialmente, si traducono nella rielaborazione dei depositi alluvionali.

Con riferimento agli elaborati di progetto si rileva che l'opera non introduce sostanziali modificazioni della sezione di deflusso dell'alveo e non può determinare significative interferenze nell'evoluzione dei fenomeni idraulici che possono aver luogo nel tratto torrentizio di interesse. Per altro, stante la sua collocazione, l'opera è soggetta alla dinamica del corso d'acqua ed ai processi di erosione e deposito conseguenti a deflussi ad elevata energia.

9.2. TRATTO B - CANALE DI DERIVAZIONE E OPERA DI PRESA (progr. 18,00-38,35 m)

QUADRO GEOLOGICO – Il piede del versante in sinistra orografica del T.Sorba è caratterizzato da un grado di acclività medio-elevato. Il basamento roccioso (ortogneiss granitoide) affiora con discontinuità celato da depositi detritici fortemente eterometrici di origine mista, con presenza di blocchi e massi almeno in parte riconducibili a processi di crollo localizzati in corrispondenza delle pareti rocciose estese tra le frazioni di Campello e Crosetti. Pertanto, i fronti di avanzamento dei blocchi confermano che gli scendimenti possono raggiungere il piede del versante.

Il settore compreso tra l'alveo del torrente ed il sovrastante sentiero per l'Alpe Toso è caratterizzato da condizioni di instabilità corticale, con indizi di locale mobilitazione per soliflusso, in cui il fattore di innesco è riconducibile ad infiltrazione idrica.

Per collocazione altimetrica rispetto all'alveo del T.Sorba, l'opera di presa non è coinvolgibile in processi connessi alla dinamica torrentizia.

ASPETTI OPERATIVI – Ci si riferisce primariamente agli interventi al piede del versante per la collocazione della condotta di derivazione e delle opere accessorie.

Le operazioni di scavo e modellamento dovranno prevedere configurazioni dei profili tali da garantire condizioni di stabilità a lungo termine. A tale fine i fronti in materiali granulari sciolti dovranno avere inclinazione non superiore a 35° (rapporto H/L circa pari a 2/3), qualora non sostenuti artificialmente. Nella programmazione delle tecniche di scavo andrà inoltre considerata la presenza di un substrato roccioso subaffiorante, nonché la diffusa presenza di massi e blocchi dispersi.

Andranno inoltre gestite in modo adeguato le modalità di deflusso superficiale delle acque meteoriche e di fusione nivale (incanalato lungo le depressioni, per ruscellamento non organizzato, per deflusso ipodermico), evitandone l'interruzione in corrispondenza delle strutture artificiali.

Le situazioni di idromorfia e di ristagno, osservate durante il rilievo, potrebbero comportare infiltrazioni idriche in fase delle attività di scavo di cantiere.

La realizzazione dell'opera di presa, parzialmente in sotterraneo, comporterà la formazione di importanti opere di scavo e sbancamento, con successivo ripristino, per le quali è prevista la messa in opera di soluzioni permanenti di sostegno artificiale dei fronti, secondo modalità riportate nelle tavole di progetto architettonico/strutturale.

9.3. TRATTO C - CONDOTTA FORZATA CON SCAVO "MICROTUNNELLING" (progr. 38,35-319,30)

QUADRO GEOLOGICO - La condotta decorrerà in sinistra orografica dell'incisione del T.Sorba. Sarà posta in opera con soluzione di scavo "microtunnelling", con perforazione in sotterraneo suborizzontale a sezione piena mediante elemento fresante, e predisposizione di pozzi di partenza e di arrivo.

La massima profondità di scavo raggiungerà i 14 m circa dal piano di campagna.

Lungo la tratta gli ortogneiss e metagranitoidi del basamento affiorano con discontinuità, caratterizzati da un campo di discontinuità fragile pervasivo, connesso a partizione metamorfica e sovrainposta fratturazione, con indizi di decompressione dell'ammasso evidenziati dalle fratture beanti. Si vedano, come esempio, i fronti rocciosi in affioramento all'incirca al termine della tratta. Il substrato è quasi ovunque mascherato da una coltre detritica poligenica, fortemente eterometrica, comprendente blocchi e massi dispersi. A tale proposito, si segnala che il tracciato attraverserà il fronte più avanzato degli accumuli detritici per crollo estesi al piede del versante montuoso.

CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA - Sussistono le limitazioni connaturate ad un contesto di versante vallivo caratterizzato da acclività elevata, potenzialmente interessato da distacchi rocciosi, da processi di ruscellamento superficiale, localmente con elevata capacità erosiva, di possibile innesco di scoscendimenti per mobilizzazione della coltre

superficiale. Lungo il tracciato è possibile l'intercettazione di circuiti idrici localizzati, a bassa profondità, temporanei, particolarmente attivi in occasione di eventi meteorici intensi o durante il periodo di fusione del manto nevoso.

Per collocazione altimetrica rispetto all'alveo del T.Sorba l'opera non è coinvolgibile in processi connessi alla dinamica torrentizia.

ASPETTI OPERATIVI – Si rimanda a quanto riportato all'inizio della presente sezione in merito all'accertamento dello spessore della coltre detritica. Tale aspetto rappresenta una variabile importante nella programmazione delle operazioni di perforazione con tecnica "microtunnelling", e richiede un adeguato approfondimento di indagine geognostica.

Per i cantieri connessi all'installazione della stazione di spinta, di quella di arrivo e delle eventuali intermedie vale quanto riportato per il tratto precedente in merito alle geometrie dei fronti di scavo ed alla gestione delle acque superficiali.

9.4. TRATTO D - CONDOTTA FORZATA CON SCAVO "IN TRINCEA" (progr. 319,3-1065,00)

QUADRO GEOLOGICO - La condotta ribatte il tracciato della strada comunale Rassa-Alpe Toso, alla sinistra orografica.

Lungo la tratta il substrato roccioso affiora in modo discontinuo, pressoché esclusivamente in corrispondenza delle incisioni impluviali, ed è rappresentato da ortogneiss e granitoidi a grana medio-fine, a luoghi caratterizzati da una fratturazione medio-elevata (affioramenti tra Crosetti e Ronchi, a quota 1050 m circa).

Il substrato è celato da una coltre detritica continua, con spessore mediamente superiore a quello rilevato nei tratti precedenti (da qualche decimetro a pochi metri), con caratteristiche di *diamicton* con frazione clastica breccioide ben rappresentata. Diffusi i blocchi e massi litoidi, distribuiti alla superficie o imballati nella frazione detritica fine.

Tale configurazione consente l'instaurarsi di circuiti idrici ipodermici, sostenuti da un limite di permeabilità definito esteso all'interfaccia basamento-copertura, alimentati per infiltrazione diretta delle acque meteoriche o di fusione nivale e dall'infiltrazione di sub-alveo delle linee di drenaggio del versante.

Lo scavo della trincea, la cui profondità sarà compresa tra 1,5 e 2,5 m, interesserà il sia il basamento roccioso gneissico sia la sovrastante copertura detritica, rimaneggiata in seguito alla realizzazione del tracciato stradale "a mezza costa".

In assenza di riscontri diretti non è possibile alcuna indicazione più precisa che, eventualmente, potrà conseguire ad accertamenti geognostici specifici (in particolare: indagini sismiche di superficie).

CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA – Sussistono le limitazioni connaturate al

contesto di versante vallivo caratterizzato da acclività elevata, da processi di ruscellamento superficiale, localmente con elevata capacità erosiva, di potenziale innesco di scoscendimenti per mobilizzazione della coltre superficiale. A tale proposito, lungo la tratta si rilevano manifestazioni di frana puntuale e di dissesto areale (scoscendimenti), che hanno richiesto l'adozione di soluzioni di sostegno a difesa della strada comunale (muri di contenimento, palificate in legname, gabbionate)

ASPETTI OPERATIVI – L'estrema eterogeneità dei prodotti detritici di copertura del basamento richiede un'adeguata programmazione delle operazioni di scavo.

E' necessario che l'opera garantisca la funzionalità delle numerose linee di drenaggio intercettate dal tracciato stradale e governate attraverso caditoie e tombature di sottopasso, tenendo conto dell'elevata energia che caratterizza tali elementi del deflusso, potenzialmente soggetti a processi di tipo impulsivo con alta capacità erosiva e di trasporto. Poichè la massima parte del tracciato ribatte la sede stradale, si ritiene che l'opera non introdurrà elementi tali da incrementare la locale propensione al dissesto.

E' possibile che lo scavo della trincea sia interessato da infiltrazioni idriche, in seguito all'intercettazione di linee di deflusso sub-corticale, soprattutto qualora la sezione raggiunga l'interfaccia detrito-basamento roccioso.

Il versante, a monte ed a valle della strada comunale, è a tratti caratterizzato da una certa propensione al dissesto per frana; tale condizione si estende al tracciato stradale e, di conseguenza, a quello della condotta di derivazione.

L'ambito è stato oggetto di ulteriore controllo in fase della presente revisione progettuale.

Il rilievo non ha evidenziato alcuna modificazione rispetto al quadro originario, neppure per conseguenza degli elevati apporti di pioggia conseguenti alle intense precipitazioni del Novembre 2014 e, in particolare, non si sono osservate specifiche manifestazioni di instabilità. E' verosimile che tale situazione di "fragilità idrogeologica" abbia carattere superficiale, limitata alla porzione corticale della coltre detritica (in senso ampio) e risulti ampiamente mitigata, se non contrastata, dalle opere di contenimento già realizzate.

9.5. TRATTO E - CONDOTTA FORZATA CON SCAVO "MICROTUNNELLING" (progr. 1065,00-1174,00)

QUADRO GEOLOGICO – La condotta sarà posta in opera con soluzione di scavo "microtunnelling", e decorrerà lungo il tratto iniziale della strada comunale per l'Alpe Toso, in corrispondenza del piazzale che si estende alla confluenza dei torrenti Sorba e Gronda, ad una profondità via via crescente (verso valle), sino a raggiungere i 7,5 m circa all'altezza della centrale di produzione.

Il basamento gneissico affiora con buona continuità al margine controripa del tracciato

stradale e, in modo discontinuo, lungo l'alveo del T.Sorba.

Sulla verticale del tracciato il substrato è subaffiorante, mascherato da una coltre detritica poligenica, in eteropia con i depositi, fortemente eterometrici, della conoide alluvionale edificata alla confluenza dei corsi d'acqua. In assenza di riscontri diretti non è possibile alcuna indicazione precisa dell'andamento della superficie-limite lungo il tracciato poichè, in tali contesti, essa risulta usualmente ondulata. In via generale si attribuisce uno spessore minimo dei depositi verso monte (qualche decimetro), per raggiungere i 4-5 m in corrispondenza della confluenza.

CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA – Alla luce dei dati di rilevamento geologico di superficie e con riferimento alla profondità di scavo della condotta, si deve ritenere che in questo tratto la essa decorrerà pressochè per tutta la sua lunghezza in ambito del basamento roccioso. Non si evidenziano, per tale motivo, particolari vulnerabilità connesse a condizioni di pericolosità geologica.

Si segnala che, in corrispondenza del piazzale, la sponda sinistra del T.Sorba è protetta da una scogliera artificiale in pietrame, al fine di contrastare i processi di erosione laterale che si instaurano là ove la riva incisa è modellata nei depositi di conoide alluvionale.

ASPETTI OPERATIVI – Nella programmazione delle operazioni di perforazione con tecnica "microtunnelling" è richiesto un adeguato approfondimento di indagine geognostica, soprattutto per quanto concerne la definizione dei contesti di scavo.

9.6. TRATTO F – CENTRALE DI PRODUZIONE

QUADRO GEOLOGICO – Sarà collocata alla confluenza dei torrenti Sorba e Gronda, lungo i cui alvei il basamento roccioso affiora con eccellente continuità.

Il substrato è coperto da una sottile coltre (qualche metro) di depositi torrentizi di conoide alluvionale, caratterizzati da una spinta eterometria, con componente ghiaioso-ciottolosa e subordinata frazione sabbioso-limoso, in presenza di blocchi e massi dispersi.

CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA – Il principale elemento di pericolosità va ascritto alla dinamica dei torrenti Sorba e Gronda, caratterizzati da elevata energia, forte capacità erosiva/deposizionale, propensione ad eventi di piena di tipo impulsivo.

Sebbene l'edificio della centrale di produzione sia posto ad una quota di qualche metro superiore a quella di fondo-alveo, per esso permane comunque una certa vulnerabilità in caso di eventi torrentizi estremi.

Per quanto concerne gli effetti dell'inserimento della centrale, si ritiene che questa, date le sue caratteristiche, non modifichi in modo apprezzabile il quadro della potenziale dissestabilità locale.

ASPETTI OPERATIVI – L'edificio della centrale di produzione sarà in soluzione semi-interrata, con piano di fondazione collocato negli ortogneiss di basamento. Maggiori dettagli potranno derivare da accertamenti geognostici specifici (in particolare: indagini sismiche di superficie e/o sondaggi meccanici a carotaggio continuo).

9.7. CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE ATTIVITA' DI SCAVO

Per quanto attiene alla realizzazione degli scavi, si pone in evidenza quanto prescrive la normativa in termini di sicurezza:

- D.Lgs 81/2008, art. 118: Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete. Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazione, di gelo o disgelo, o per altri motivi, siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura o al consolidamento del terreno.
- D.Lgs 81/2008, art. 118: Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, alla applicazione delle necessarie armature di sostegno.
- D.Lgs 81/2008, art. 120: E' vietato costituire depositi di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature.
- DM 14 01 08 "Norme tecniche sulle costruzioni", § 6.8.6. (fronti di scavo): Per scavi trincea a fronte verticale di altezza superiore ai 2 m, nei quali sia prevista la permanenza di operai, e per scavi che ricadano in prossimità di manufatti esistenti, deve essere prevista una armatura di sostegno delle pareti di scavo.

SEZIONE II

CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA DEI MATERIALI

Si espone la caratterizzazione dei materiali interessati dal progetto attraverso un modello che è stato uniformato al modello geologico di cui sopra.

Si specifica che allo stato attuale del progetto non sono disponibili riscontri derivanti da prove geognostiche in sito o geotecniche di laboratorio.

Le considerazioni esposte hanno pertanto un carattere qualitativo e sono sviluppate con criterio conservativo.

10.0 CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI GRANULARI SCIOLTI

La spinta eterometria dei materiali che hanno interesse geotecnico-progettuale costituisce un limite decisivo alla loro caratterizzazione attraverso gli ordinari metodi in sito e di laboratorio.

In effetti, già una semplice prova di identificazione granulometrica secondo gli usuali standard (SU o HRB-AASHTO M 145-49) non può che riferirsi alle frazioni più minute (ghiaia-sabbia-limo) che, nel caso in esame, risultano quasi ovunque quantitativamente subordinate rispetto alla componente più rappresentata, la cui taglia spazia dai ciottoli, ai massi, ai blocchi.

Pertanto, data tale limitazione, già a priori ed in via qualitativa/osservazionale sarebbe possibile classificare la frazione granulometricamente più fine al Gruppo AASHTO A1 o A2-4, senza che ciò porti ad un'effettiva descrizione del deposito.

Il medesimo limite sussiste per la definizione del valore dei parametri meccanici caratteristici (resistenza al taglio e deformabilità) attraverso prove di laboratorio.

Ancora, test in sito commisurati alla tipologia del progetto, quali le prove penetrometriche dinamiche, trovano un limite decisivo nella presenza di elementi litoidi fortemente eterometrici, in grado di determinare condizioni di "rifiuto" non significative, non riflettendo uno stato di effettivo addensamento.

E' indirizzo recente quello di collocare tali materiali in una categoria a sé stante, che la letteratura tecnica definisce come *bimsoil*⁵, ovvero depositi di natura diversa il cui carattere comune è la presenza di blocchi litoidi eterometrici, con buone caratteristiche di resistenza, compresi in una "matrice" sciolta dal comportamento meccanico significativamente inferiore. Gli studi rintracciabili in letteratura permettono di evidenziare alcune importanti caratteristiche di questo tipo di materiale:

⁵ Si veda Barbero et alii, 2006; Lundqvist, 1994 e Medley, 1999 per i bimrock/bimsoil

- La resistenza attritiva cresce all'aumentare della percentuale dei blocchi (PV)
- L'eventuale resistenza coesiva decresce all'aumentare di PV
- I contatti blocchi-matrice governano la risposta meccanica del deposito e la superficie di rottura che si genera assume un andamento irregolare, dato che tende a seguire il contorno degli elementi litoidi

Con tali premesse, si riportano i seguenti valori dei parametri geotecnici fondamentali:

Peso di volume	γ	19 kN m ⁻³
Coesione	c'	0 kPa
Angolo di resistenza al taglio	ϕ'	35°
Modulo elastico	E	45 MPa

Tab. 2 – Valore dei parametri geotecnici fondamentali per materiali sciolti

che, tenendo conto del comportamento meccanico sopracitato, si ritengono adeguati a descrivere in termini conservativi i materiali granulari eterometrici sciolti.

Tali valori possono essere intesi come "caratteristici", prossimi a quelli medi, secondo una stima ragionata e cautelativa.

Si demanda al progettista la scelta dei valori maggiormente adeguati in relazione allo stato limite considerato.

11.0 CARATTERIZZAZIONE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

11.1. CARATTERISTICHE DELLA ROCCIA INTATTA

Peso di volume

Per quanto riguarda il peso di volume, grandezza con basso coefficiente di variazione, è stato assunto il valore nominale usualmente attribuito a tali materiali dai riferimenti bibliografici e consolidato dall'esperienza tecnica.

Pertanto si assegna ai litotipi di progetto (ortogneiss) un peso di volume $\gamma = 27 \text{ kN m}^{-3}$

Resistenza alla compressione semplice della roccia

Si è pervenuti ad una stima del valore di resistenza alla compressione della roccia attraverso l'uso del "martello di SCHMIDT" (sclerometro PROCEQ Tipo L), applicando le usuali correlazioni tra il valore dell'indice di rimbalzo R e la resistenza JCS (*Joint Compression Strength* - Miller, 1965; Deere & Miller, 1966; Aydin & Basu, 2005).

Va sottolineato che la prova è di tipo superficiale ed il risultato è influenzato da eventuali fenomeni di alterazione della porzione corticale dell'affioramento; ordinariamente il valore di JCS così ottenuto è minore di quello (σ_c) derivante da prove di compressione monoassiale su campioni in laboratorio (rapporto $\sigma_c / \text{JCS} \approx 1,2 \div 1,4$).

Con riferimento ad un valore medio dell'indice $R=53$, a cui corrisponde un valore di JCS $\approx 150 \text{ MPa}$, agli gneiss granitoidi in esame si attribuisce un valore di $\sigma_c \approx 180 \text{ MPa}$.

Costante m_i

Il parametro m_i compare nell'equazione di Hoek e Brown indirizzata a valutare la resistenza della matrice rocciosa isotropa in condizioni triassiali, ed è stato definito alla luce del valore minimo proposto dalla letteratura per rocce gneissiche (Hoek et al, 2002). Pertanto: $m_i=23$.

11.2. CARATTERISTICHE DELLE DISCONTINUITA'

Lo studio delle caratteristiche geotecniche delle discontinuità è stato sviluppato con i seguenti obiettivi principali:

- quantificazione dei parametri relativi delle classificazioni geomeccaniche per la derivazione degli indici di qualità dell'ammasso;
- definizione dei parametri di ingresso per verifiche basate su modellazione discontinua, ad esempio analisi dei cunei instabili con metodo dell'equilibrio limite e metodi numerici agli elementi distinti, con riferimento particolare al criterio di rottura di Barton (1974 e segg.) e Barton-Bandis (1990).

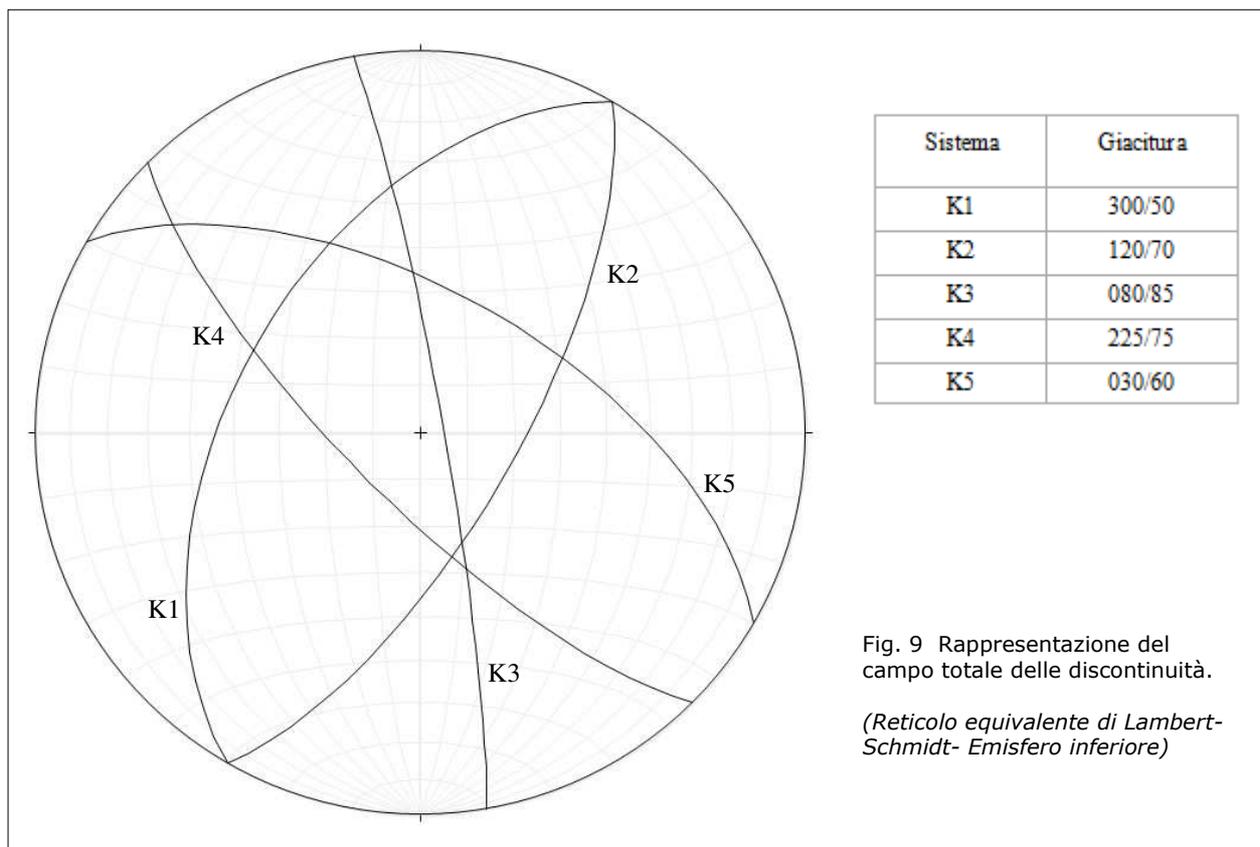


Fig. 9 Rappresentazione del campo totale delle discontinuità.

(Reticolo equivalente di Lambert-Schmidt- Emisfero inferiore)

Campo di discontinuità

Si sono definiti caratteri del campo delle discontinuità fondamentali che interessano l'ammasso roccioso attraverso un rilievo strutturale di base che ha riguardato gli affioramenti in corrispondenza dell'opera di presa idraulica e distribuiti lungo il tracciato della condotta di derivazione.

Il campo principale è caratterizzato da una partizione metamorfica di tipo gneissico, definita da superfici planari o debolmente ondulate, con spaziatura di ordine pluridecimetrico che, localmente, separano elementi rocciosi a contorni ellittici (forma amigdaloide).

A tale partizione principale si sovrappone un campo di discontinuità fragile rappresentato da ulteriori set principali continui e pervasivi, ai quali si affiancano sistemi minori a bassa persistenza e continuità, con giacitura statisticamente dispersa, talora connessi a locali processi di decompressione dell'ammasso.

Joint Roughness Coefficient

Il parametro JRC (Joint Roughness Coefficient) che quantifica il grado di scabrezza della superficie di discontinuità è stato ricavato per rilievo diretto attraverso l'uso di profilometro ("Pettine di Barton") lungo la direzione di potenziale scorrimento (base di rilievo: 10 cm).

Il profilo è stato quindi confrontato con quelli di riferimento proposti da Barton & Choubey

(1977), a ciascuno dei quali è assegnato un intervallo numerico.

La fig. 10 rappresenta alcuni tra i profili rilevati; nel complesso ad essi è stato assegnato un valore di JRC compreso tra 6 e 8.

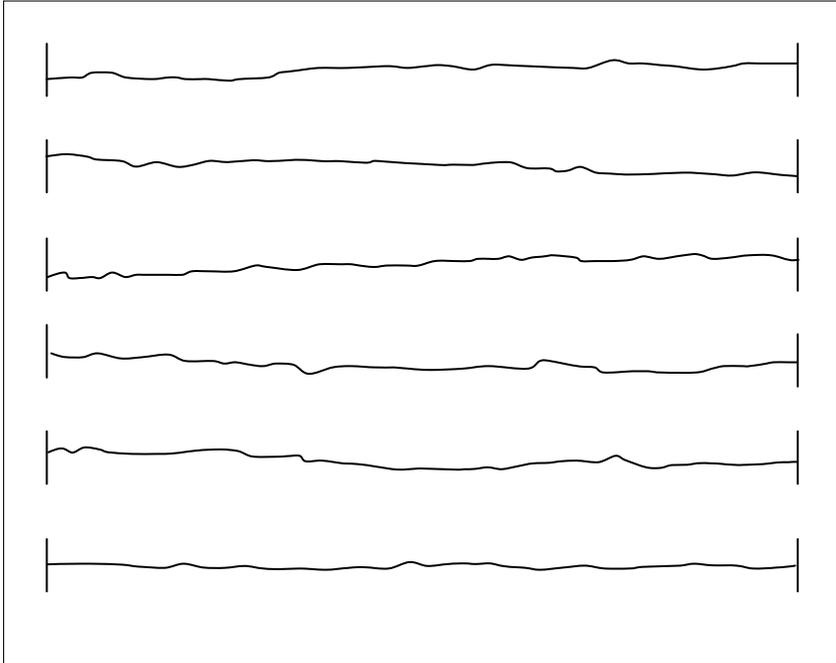
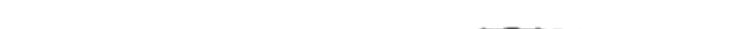


Fig.10 - Esempio dei profili di scabrezza rilevati lungo le superfici di discontinuità principali.

Fig.11 - Standard di riferimento per la determinazione del Joint Roughness Coefficient (Barton e Choubey, 1977)

	JRC = 0 - 2
	JRC = 2 - 4
	JRC = 4 - 6
	JRC = 6 - 8
	JRC = 8 - 10
	JRC = 10 - 12
	JRC = 12 - 14

Persistenza – Spaziatura – Apertura – Riempimento delle discontinuità

In senso stretto il parametro “*Persistenza*” definisce l'estensione areale percentuale di una discontinuità, e consente di individuare il tipo di comportamento deformativo dell'ammasso. Per bassi valori di persistenza (indicativamente minori del 25%) la resistenza mobilitabile dipende esclusivamente dalle caratteristiche meccaniche della roccia; per valori più elevati sarà invece la resistenza mobilitabile lungo le superfici dei giunti a caratterizzare il comportamento meccanico di un ammasso roccioso.

Tale parametro è usualmente di difficile acquisizione, richiedendo condizioni di affioramento ordinariamente non riscontrabili; più agevole la determinazione della “persistenza lineare”, che individua la lunghezza percentuale della discontinuità in relazione alle dimensioni dell'affioramento o, ancora, la lunghezza metrica esposta all'affioramento. Nel presente studio è stata adottata quest'ultima convenzione, attribuendo la discontinuità a campi di lunghezza predefiniti.

Il parametro “*Spaziatura*” descrive la distanza media intercorrente tra piani appartenenti al medesimo sistema di discontinuità. Convenzionalmente si adotta una suddivisione in classi, in cui la spaziatura è compresa tra : 2 e 6 cm; 20 e 60 cm; 60 e 200 cm; > 200 cm.

Il valore è stato determinato come valore medio di più misure condotte perpendicolarmente alle discontinuità appartenenti alla medesima famiglia.

Il parametro “*Apertura*” descrive le condizioni geometriche tra le superfici affacciate di una frattura. Qualora le superfici affacciate non siano in contatto, la condizione di apertura viene definita attraverso la misura della distanza tra le due superfici, misurata perpendicolarmente a queste. Poiché le fratture sono ordinariamente “serrate”, un valore di apertura individua una condizione di dilatanza, indice di decompressione dell'ammasso.

Il dato di “*Riempimento*” individua l'esistenza di materiale di riempimento tra le superfici di frattura affacciate e beanti, e ne descrive le caratteristiche (giunto cataclastico, milonitico, argilloso, ecc.).

Nel caso specifico non si è mai rilevata la presenza di riempimenti significativi.

Sintesi delle caratteristiche del campo di discontinuità

La tabella riassume le caratteristiche medie del campo di discontinuità dell'ammasso.

Il sistema K1 individua la partizione gneissica metamorfica; i sistemi K2 e K3 individuano elementi primari che, con K1, caratterizzano la partizione principale dell'ammasso, mentre K4 e K5 risultano di ordine gerarchico inferiore.

Sistema	Giacitura	Caratteristiche medie del campo di discontinuità					
		Spaziatura	Persistenza	Condizione	Riempimento	Apertura ⁶	JRC
K1	300/50	20-60 cm	3-10 m	Patina di alterazione	Assente	0 – 5 mm	6-8
K2	120/70	60-200 cm	3-10 m	Patina di alterazione	Assente	0 – 5 mm	6-8
K3	080/85	20-60 cm	1-3 m	Patina di alterazione	Assente	0 – 5 mm	6-8
K4	225/75	20-60 cm	< 1m	Patina di alterazione	Assente	0 – 5 mm	6-8
K5	030/60	20-60 cm	< 1m	Patina di alterazione	Assente	0 – 5 mm	6-8

Tab. 3 – Caratteristiche del campo di discontinuità dell'ammasso

12.0 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO

12.1. CLASSIFICAZIONE - METODO GSI

Per la classificazione geomeccanica dell'ammasso roccioso si è fatto riferimento al metodo del *Geological Strength Index* (GSI), quale indice di riduzione delle proprietà della roccia intatta alla scala di ammasso.

Tale criterio, proposto da HOEK (1994) e da HOEK et alii (1995 e segg.), è di tipo sostanzialmente qualitativo e comporta la definizione di un indice numerico correlato al quadro di separazione della roccia e delle condizioni delle discontinuità, attraverso l'osservazione diretta degli affioramenti naturali o dei fronti di scavo artificiali.

Il metodo presenta una capacità di generalizzazione molto ampia, potendo spaziare dalle rocce lapidee a quelle tenere, a quelle in facies di flysch (Marinos & Hoek, 2001).

Il GSI è fondato sulla definizione di aspetti riguardanti la litologia, la struttura e le condizioni delle superfici di discontinuità nell'ammasso. La stima viene condotta per via osservazionale e qualitativa, ovvero attraverso l'esame visuale della roccia in affioramento o esposta su fronti di scavo, pareti in sotterraneo, campioni di sondaggio.

Più di recente, diversi Autori hanno proposto nuovi criteri per una determinazione meno soggettiva del parametro GSI, proponendo una quantificazione dei parametri di ingresso (Sonmez e Ulusay, 1999; Cai et al., 2004), in funzione delle dimensioni dei blocchi rocciosi unitari e delle caratteristiche delle discontinuità che in questa sede, stante la natura dell'intervento in progetto, non vengono approfonditi.

⁶ Le superfici di discontinuità affacciate sono usualmente serrate. A luoghi si rilevano aperture di ordine millimetrico (5-10 mm) per fenomeni di decompressione dell'ammasso.

Il GSI, associato ad ulteriori parametri di caratterizzazione della roccia, è ordinariamente utilizzato al fine di ottenere il valore dei parametri geomeccanici fondamentali di un ammasso a cui è attribuibile un comportamento "continuo-equivalente" attraverso il criterio di Hoek e Brown (1977 e segg).

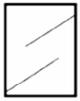
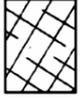
GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)		SURFACE CONDITIONS				
STRUCTURE		VERY GOOD Very rough, fresh unweathered surfaces	GOOD Rough, slightly weathered, iron stained surfaces	FAIR Smooth, moderately weathered and altered surfaces	POOR Slickensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments	VERY POOR Slickensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings
		DECREASING SURFACE QUALITY →				
	INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
	BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80				
	VERY BLOCKY- interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets					
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			50		
	DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces			40		
	LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes			30		
				20		
		N/A	N/A			10

Fig.12 Classificazione GSI per corpi rocciosi a differente stato di fratturazione, interconnessione dei blocchi e qualità delle superfici di frattura. E' indicato il campo di appartenenza dell'ammasso in studio.

Nel caso specifico si osserva quanto segue:

- La matrice rocciosa ("roccia intatta") è caratterizzata da un'elevata resistenza alla compressione;
- il campo di partizione vede il concorrere di pochi sistemi principali, ben caratterizzati;
- le superfici di discontinuità mostrano un grado di scabrezza medio-basso, in assenza di alterazione significativa.

In funzione della natura della roccia e delle caratteristiche del campo di suddivisione all'ammasso può essere assegnato un valore di GSI compreso tra 55 e 75; cautelativamente qui si assume un indice GSI pari a 65.

12.2. PARAMETRI DI RESISTENZA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Per la definizione dei parametri di resistenza dell'ammasso roccioso (continuo-equivalente) si è utilizzato il criterio di Hoek e Brown (1980 e segg), che attualmente rappresenta il più significativo tra i criteri di rottura non lineare per ammassi rocciosi e sistemi complessi

Il metodo associa l'indice GSI al valore di resistenza alla compressione monoassiale σ_c della matrice rocciosa, ad una costante di carattere petrografico m_i al fine di pervenire alle caratteristiche geomeccaniche di ammasso fondamentali.

Attraverso un procedimento di linearizzazione è possibile ricondursi al criterio di rottura di Mohr - Coulomb, che implica appunto una correlazione di tipo lineare fra resistenza al taglio del materiale e pressione di confinamento.

Il criterio di rottura di Hoek e Brown, definito dall'equazione:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci} \left(m_b \frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s \right)^a$$

che generalizza la relazione per roccia integra:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci} \left(m_i \frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + 1 \right)^{0,5}$$

dove:

- σ_1 σ_3 sforzo principale massimo e minimo
- σ_{ci} resistenza alla compressione monoassiale della roccia
- m_b m_i s a costanti di ammasso

Il valore dei parametri "a" e "s" viene determinato in funzione della qualità dell'ammasso roccioso, espressa numericamente dall'indice GSI; "m_b" viene ricavato da dati di laboratorio o calcolato in funzione dei parametri di ammasso (Hoek, Kaiser & Badwen, 1995); agisce inoltre un coefficiente di disturbo di ammasso "D" variabile da 0 e 1 in funzione del grado di fratturazione indotta e di rilascio tensionale.

Nel caso specifico si sono poste le seguenti condizioni:

- Il valore dell'indice GSI è quello attribuito secondo la procedura sopra esposta.
- Il valore di σ_{ci} è quello della resistenza alla compressione monoassiale della roccia ricavato in funzione delle prove JCS, la cui congruità è stata verificata alla luce dei dati assegnati dalla letteratura tecnica alle rocce gneissiche.
- Il valore della costante di materiale m_i è stata attribuita per via qualitativa, in base a riscontri forniti dagli Autori, con riferimento al valore minimo proposto per rocce gneissiche.
- Il valore appropriato del parametro σ_{3max} è stato attribuito in relazione alla geometria di progetto (fronti di altezza metrica), secondo gli involucri di rottura che l'applicativo prevede per "versanti e fronti di scavo".
- Cautelativamente il parametro "disturbo" D è stato posto pari a 0,7 .

L'analisi è stata condotta mediante l'applicativo Rocklab ver. 1.033 reso disponibile da Rockscience Inc. Toronto.

Pertanto:

Valore dei parametri di calcolo

σ_{ci}	=	180 MPa	resistenza alla compressione monoassiale della roccia
GSI	=	65	indice di classificazione dell'ammasso
m _i	=	23	parametro di resistenza in condizioni triassiali
D	=	0,7	fattore di disturbo dell'ammasso
γ	=	27 kN m ⁻³	peso di volume della roccia

Valore delle costanti di ammasso per il criterio di Hoek-Brown

m _b	=	3,36
s	=	0,0063
a	=	0,502

Linearizzazione secondo il criterio di Mohr-Coulomb⁷

c'	=	1,3 MPa	coesione
φ'	=	68,8°	resistenza al taglio

Valore dei parametri di resistenza di ammasso

σ_{gc}	=	14,11 MPa	resistenza alla compressione monoassiale
σ_{gcm}	=	44,87 MPa	resistenza "globale"
E_m	=	25080 MPa	modulo di deformabilità

12.3. PARAMETRI DI RESISTENZA DELLE DISCONTINUITA'

Rappresentando l'ammasso roccioso come un mezzo discontinuo, ossia come un insieme di blocchi mutuamente interagenti attraverso le superfici di partizione che lo separano, è necessario caratterizzare le superfici stesse in termini di geometria, distribuzione spaziale, resistenza mobilizzabile lungo le discontinuità.

Ciò in quanto la rottura per taglio (o per trazione) ordinariamente avviene lungo tali superfici, mentre la matrice rocciosa permane nello stato originario (anche in relazione ai minimi valori tensionali agenti a bassa profondità).

Barton (1973,1976) ha sviluppato il criterio espresso da Patton (1966), che introdusse nella relazione di Mohr-Coulomb l'effetto delle asperità presenti sulla superficie della discontinuità attraverso la relazione (criterio di Barton-Bandis, 1999):

$$\tau = \sigma_n \tan \left(\phi_r + JRC \log_{10} \left(\frac{JCS}{\sigma_n} \right) \right)$$

con JRC e JCS come definiti in precedenza e ϕ_r che rappresenta l'angolo di attrito residuo; in casi ordinari è lecito assumere $\phi_r \approx \phi_b$ (attrito di base).

La relazione non è valida per $\sigma_n=0$ e perde di significato pratico per valori della componente angolare maggiori di 70°. Questa condizione può essere utilizzata per determinare il valore limite inferiore di σ_n , mentre quello superiore è dato da $\sigma_n = JCS$.

Con riferimento alla relazione di cui sopra, viene calcolato il valore dell'angolo di resistenza al taglio ed il valore di "resistenza coesiva" lungo una discontinuità-tipo rappresentativa dell'insieme che suddivide l'ammasso roccioso di progetto.

⁷ Gli Autori suggeriscono di utilizzare direttamente i valori ottenuti secondo il criterio di Hoek e Brown, piuttosto che quelli di Mohr-Coulomb ricavati dal processo di linearizzazione, soprattutto per le approssimazioni introdotte con la determinazione dell'entità delle tensioni agenti.

Il valore dei dati di ingresso deriva da quanto esposto nella sezione di caratterizzazione dell'ammasso roccioso. L'angolo di attrito di base è tratto dalla letteratura di riferimento per rocce gneissiche.

<i>DATI</i>				
Densità della matrice rocciosa				27 kNm ⁻³
Scabrezza della superficie (JRC)				6
Resistenza alla compressione (JCS)				150 MPa
Angolo di attrito di base				30°

<i>RISULTATI</i>				
Profondità	σ_n	τ	φ	c
m	MPa	MPa		kPa
1	0,027	0,035	49,7°	3,3
2	0,054	0,066	47,9°	6,1
4	0,108	0,124	46,1°	11,3
6	0,162	0,179	45,1°	16,3
8	0,216	0,232	44,3°	21,1
10	0,270	0,284	43,7°	25,9

Tab. 4 – Valore dei parametri di resistenza in corrispondenza di superfici di potenziale scorrimento in funzione di σ_n

13.0 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In sintesi, si rileva che le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei materiali di progetto non determinano particolari limitazioni alla fattibilità dell'opera, anche in relazione ai limitati requisiti richiesti dalle strutture.

Si sottolinea che in fase operativa debba esserci una verifica diretta della rispondenza della situazione reale con la ricostruzione geognostica.

Eventuali situazioni anomale, non prevedibili alla luce dei dati attualmente disponibili, potranno essere affrontate attraverso specifici approfondimenti di indagine.

SEZIONE III

DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

14.0 PERICOLOSITA' SISMICA

Con la deliberazione 19/01/10, n.11-13058 e la successiva D.G.R. n. 4-3084 del 12.12.2011 B.U. n.50 del 15.12.2011, contestualmente all'aggiornamento e adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico la Giunta della Regione Piemonte ha provveduto all'aggiornamento ed adeguamento dell'elenco delle zone sismiche in virtù delle disposizioni dell'O.P.C.M. 3519/06.

Secondo tale documento, il Comune di Rassa è classificato in Zona 4.

Il grado di pericolosità sismica viene correlato alla risposta sismica di sito a_g , valore di accelerazione orizzontale massima attesa per eventi con differente tempo di ritorno T_R , espresso in termini di g (accelerazione di gravità), definita per ciascun punto del reticolo di riferimento nazionale rappresentato da una maglia regolare i cui nodi sono situati ad una distanza non superiore a 10 km.

La figura 1 rappresenta la porzione del reticolo che comprende il sito di progetto, con valori di a_g riferiti ad una probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, equivalente a $T_R=475$ anni, e corrispondente frequenza annuale di superamento pari a 0,0021.

Si è infatti assunto, in prima istanza:

- Vita nominale $V_N=50$ (opere ordinarie)
- Classe d'uso II a cui compete un valore del coefficiente d'uso $C_U=1,0$
- Condizione prestazionale SLV (Stato limite di salvaguardia della vita), a cui compete una probabilità di eccedenza $P_{VR}=10\%$

Pertanto , il periodo di riferimento V_R sarà :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1 = 50 \text{ anni}$$

ed il tempo di ritorno T_R :

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = 475 \text{ anni}$$

Per tali condizioni, la maglia elementare del reticolo che comprende il sito di progetto è caratterizzata da un valore di a_g di picco compreso tra 0,050 e 0,075 g.

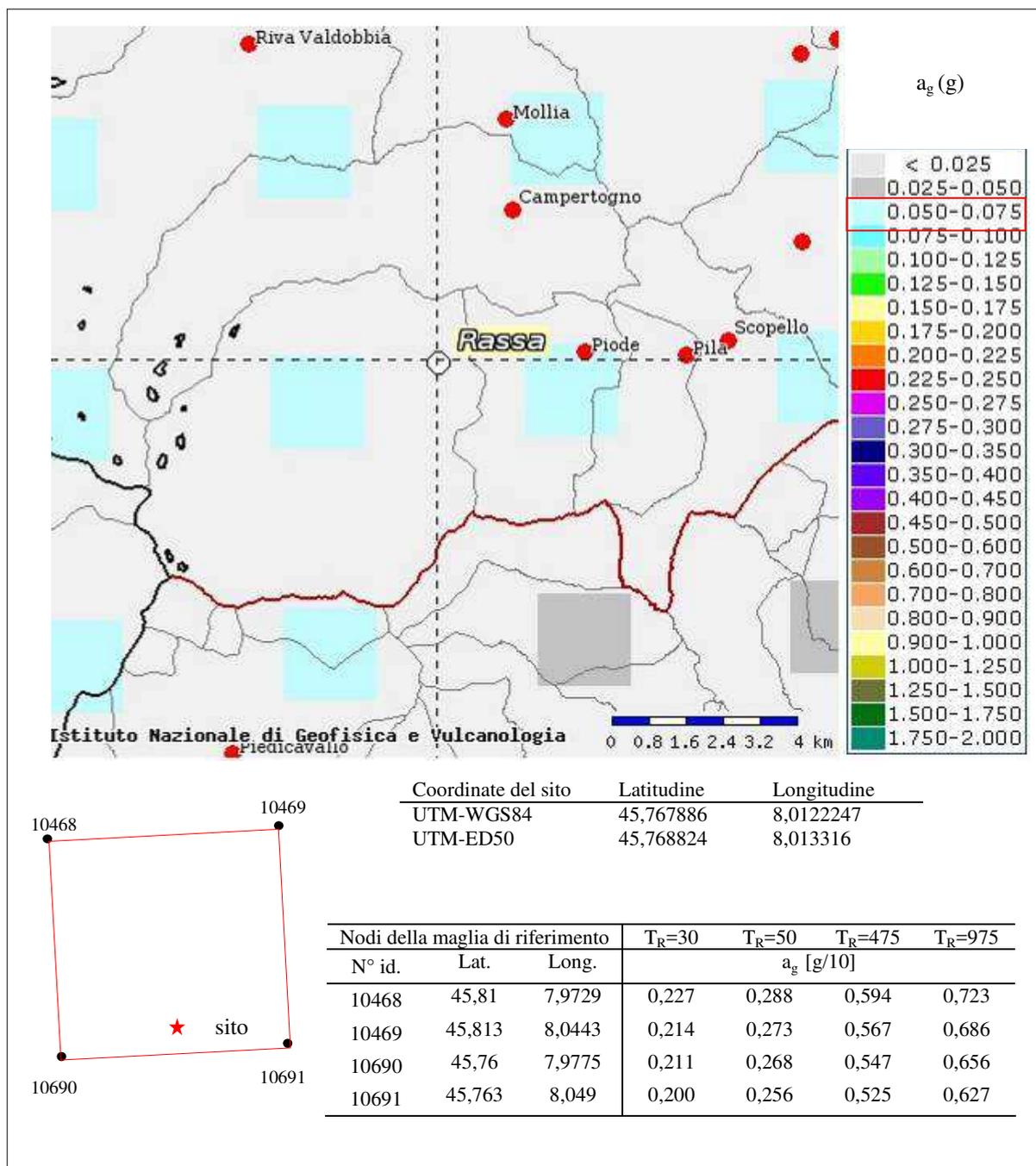


Fig. 13 - Reticolo di riferimento della pericolosità sismica $T_R=475$ anni ed individuazione dei nodi della maglia elementare con i relativi valori di a_g per differenti tempi di ritorno T_R (da INGV)

La tabella in figura 13, elaborata dall'Allegato B delle NTC 2008, fornisce i valori di a_g (g/10) per ciascuno dei quattro nodi del reticolo sismico che sottendono il sito di progetto e per i tempi di ritorno dati. Per T_R intermedi è possibile ottenere il relativo valore di a_g tramite interpolazione (cfr Allegato A alla NTC/08).

14.1. AZIONE SISMICA DI BASE

14.1.1. VALORE DEI PARAMETRI DELL'AZIONE SISMICA DI BASE

Viene definita l'azione sismica di base (substrato rigido e superficie topografica orizzontale) per il sito di progetto, per differenti condizioni prestazionali (SLO, SLD,SLV,SLC), diversi tempi di ritorno T_R e relative probabilità di eccedenza P_{VR} , con riferimento ad una vita nominale dell'opera $V_N=50$ anni, classe dell'opera = II e coefficiente d'uso $C_U=1,0$.

La tabella riporta il valore dei seguenti parametri spettrali:

- a_g accelerazione orizzontale massima attesa su riferimento rigido
- F_O valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

SITO DI PROGETTO – Rassa (VC)					
Coordinate UTM-ED50 Lat 45,768824 Long 8,013316					
	T_R	P_{VR50}	a_g	F_O	T_C^*
	[anni]	(%)	[g]	[-]	[s]
SLO	30	81	0,021	2,568	0,169
SLD	50	63	0,026	2,560	0,195
SLV	475	10	0,054	2,691	0,291
SLC	975	5	0,065	2,773	0,305

Tab.5 – Parametri di pericolosità sismica per il sito di progetto

14.1.2. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Nella fase di indagine di progetto non è stata condotta alcuna prova diretta o indiretta per la definizione della categoria sismica di sottosuolo.

Per altro, con approccio qualitativo ed alla luce dei rilievi condotti è possibile attribuire il substrato del sito alla Categoria A, ovvero a: "Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m."

Nel caso specifico si è infatti estesa la qualifica di "strato di alterazione" alla coltre detritica di copertura, e si assunto uno spessore di 3 m come medio rappresentativo per l'intero tracciato dell'opera.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tab.6 – *Categorie di sottosuolo ex NTC08; è evidenziata la categoria di progetto*

14.1.3. CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

La configurazione plano-altimetrica locale è compatibile con la Categoria T2 "Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$ "

14.2. AZIONE SISMICA DI RIFERIMENTO

Secondo le NTC08 l'azione sismica di riferimento può essere descritta per mezzo del valore di accelerazione orizzontale di picco attesa in superficie, definita dall'azione sismica di base, modificata per tener conto degli effetti litologici e topografici di sito.

Convenzionalmente, in assenza di valutazioni più specifiche, viene assunto un valore dello smorzamento pari al 5% .

La tabella seguente caratterizza la risposta sismica locale con riferimento ai valori dei parametri spettrali di base, alla categoria di sottosuolo ed alle condizioni topografiche esposte in precedenza.

	S_s	S_t	S	C_c	η	T_B	T_C	T_D	a_{max}	a_{max}
	[-]	[-]	[-]	[-]		[s]	[s]	[s]	[g]	[m s ⁻¹]
SLO	1,000	1,200	1,200	1,000	1,000	0,056	0,169	1,683	0,025	0,247
SLD	1,000	1,200	1,200	1,000	1,000	0,065	0,195	1,706	0,031	0,306
SLV	1,000	1,200	1,200	1,000	1,000	0,097	0,291	1,817	0,065	0,634
SLC	1,000	1,200	1,200	1,000	1,000	0,102	0,305	1,860	0,078	0,765

Tab. 7 – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico in accelerazione (componente orizzontale)

Con:

S_s	coefficiente di amplificazione stratigrafica
S_t	coefficiente di amplificazione topografica
S	$S_s \cdot S_t$
C_c	coefficiente di amplificazione di T_C^* , funzione della categoria di sottosuolo
T_B	periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante
T_C	periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante
T_D	periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento
a_{max}	accelerazione massima attesa al sito ($a_{max} = S \cdot a_g$)

Per quanto concerne lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale, indipendentemente dalla categoria di sottosuolo: $S_s=1,0$; $T_B=0,05$; $T_C=0,15$; $T_D=1,0$.

Pertanto:

	S	T_B	T_C	T_D	F_V
	[-]	[s]	[s]	[s]	[-]
SLO	1,0	0,05	0,15	1,00	0,500
SLD	1,0	0,05	0,15	1,00	0,563
SLV	1,0	0,05	0,15	1,00	0,846
SLC	1,0	0,05	0,15	1,00	0,955

Tab. 8 – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico in accelerazione (componente verticale)

Dove F_V rappresenta il fattore di amplificazione spettrale verticale massima.

Si rimanda agli elaborati di calcolo strutturale per la definizione dell'azione sismica di progetto.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

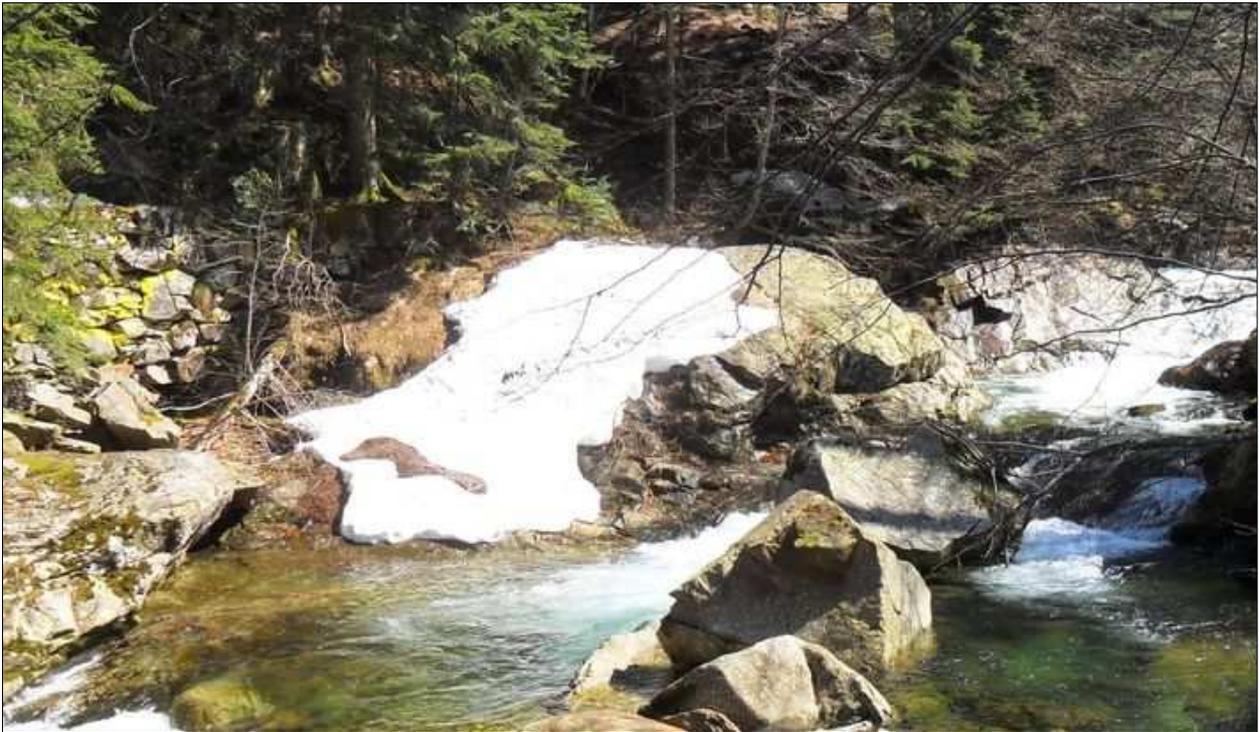


Foto 1-2 Alveo del T. Sorba, quota 1063 m circa. Settore di imposta della traversa sfiorante. Sponda orografica destra (sopra) e sinistra. Affioramento di ortogneiss granitoidi con partizione metamorfica in banchi di spessore pluridecimetrico e sovrainposto campo di fratturazione. *Geological Strength Index* stimato tra 55 e 75.

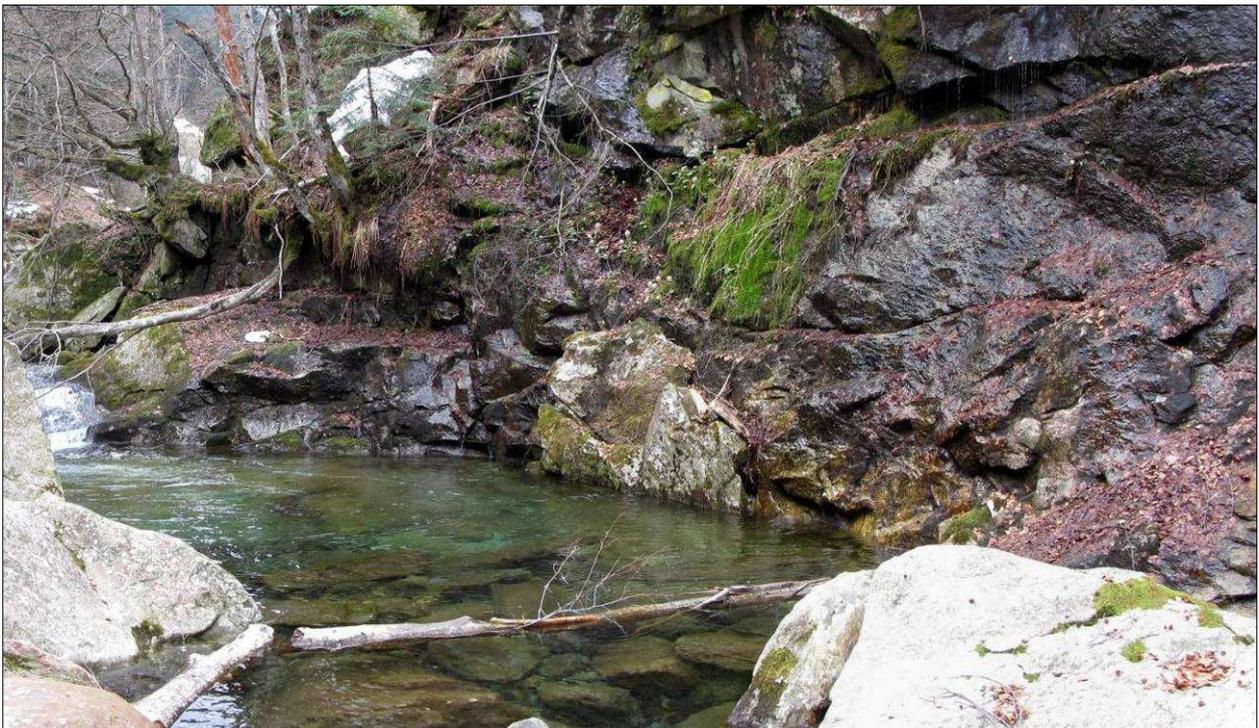




Foto 3 - 4 Caratteri della coltre detritica lungo il tracciato della condotta forzata (scavo in "microtunnelling"). Diamicton massivo a frazione fine sabbioso-limosa e componente clastica a frammenti rocciosi eterometrici con blocchi e massi dispersi in superficie. Tratto immediatamente a valle dell'opera di presa (sopra). Accumulo detritico a blocchi e massi con disposizione caotica (struttura *open work*), legato a processi di distacco e crollo che hanno interessato i sovrastanti fronti rocciosi . Tratto a quota 1050 m circa.





Foto 5 - 6 Locali condizioni di fratturazione e decompressione dell'ammasso roccioso, con indizi di mobilitazione in massa per processi di deformazione gravitativa.
Settore lungo il tracciato della condotta forzata, tra la strada per l'Alpe Toso ed il T.Sorba (quota 1000 m circa).





Foto 7 - 8 Condizioni di instabilità della coltre detritica per processi di tipo complesso (soliflusso, scivolamento traslativo su substrato roccioso, ecc.) indotti dai rapporti giacitureali tra basamento e copertura, grado di acclività del versante, condizioni idriche. Settore lungo il tracciato della condotta forzata coincidente con la sede della strada comunale per l'Alpe Toso, a quota 1000 m circa.





Foto 9 Tratto terminale della condotta forzata, presso l'abitato di Rassa. In corrispondenza della confluenza tra i torrenti Sorba e Gronda il basamento roccioso è coperto da depositi di conoide a tessitura caotica, fortemente eterometrici, tipici di ambienti torrentizi con deflusso ad elevata energia. Lo spessore del deposito, di ordine decimetrico a monte, aumenta progressivamente verso valle, ove raggiunge i 4-5 m (stima).

Foto 10 Sito di insediamento della centrale di produzione. Depositi di conoide torrentizia fortemente eterometrici in appoggio sul basamento roccioso, affiorante in alveo.



APPENDICE

*Morfologia e tendenze evolutive dell'alveo del T.Sorba
Eventi meteorologici dal 9 al 17 Novembre 2014*

MORFOLOGIA DELL'ALVEO DEL TORRENTE SORBA

E' stato esaminato il corso del T.Sorba nel tratto esteso da circa 300 m a monte dell'opera di presa sino alla confluenza con il T.Gronda, allo scopo di evidenziarne i caratteri morfologici salienti e di interesse applicativo ai fini del progetto, con particolare riguardo per le potenzialità di erosione spondale e di fondo, approfondimento, migrazione laterale, tracimazione.

Complessivamente, il T.Sorba è classificabile come "corso d'acqua vincolato"⁸, ossia approfondito ed impostato nel rilievo così da essere costretto nel solco vallivo senza possibilità di divagazione, con incisione dell'alveo in grado di contenere le portate di piena senza significativa espansione laterale dei deflussi.

Quanto segue riporta una sintetica descrizione delle osservazioni condotte, con progressione da monte verso valle.

- *TRATTO A MONTE DELLA TRAVERSA DI DERIVAZIONE*

I torrente decorre in un alveo relativamente ampio, a bassa pendenza (accezione relativa, stante il contesto di corso d'acqua montano), contenuto tra rive poco definite.

Localmente, slarghi subpianeggianti latitanti l'alveo ordinario definiscono l'effettiva sezione del corso d'acqua in condizioni di piena.

Tali fasce, come il fondo d'alveo e le sponde, sono modellati in depositi alluvionali fortemente eterometrici, con presenza di blocchi e massi plurimetrici: la taglia dei depositi testimonia di un'elevata capacità di trasporto.

Al margine dell'incisione i depositi del torrente sviluppano rapporti di eteropia con i prodotti detritici (in senso ampio) di versante.

Nel tratto esaminato il substrato roccioso non è mai in affioramento.

La possibilità di divagazione laterale del corso d'acqua è minima, per processi connessi ad eventi di piena che possono comportare una modificazione localizzata della sezione d'alveo.

In occasione dei sopralluoghi non si sono rilevate manifestazioni di erosione di fondo o di sponda.

Lungo il versante destro l'incisione è raggiunta da una vallecchia ad elevata pendenza che funge da canale di valanga, attivo con cadenza annuale .

⁸ In contrapposizione ad un "corso d'acqua libero", tipico delle aree di pianura, ordinariamente soggetto a tracimazione e a migrazione laterale.



Tratto a monte della traversa di derivazione.

Procedendo verso valle il T. Sorba incrementa progressivamente la cadente di fondo e la sezione d'alveo diminuisce (sotto), indice di una tendenza all'approfondimento erosivo. (tra le quote 1150 m 1100 m s.l.m. circa)



- *TRATTO IN CORRISPONDENZA DELLA TRAVERSA DI DERIVAZIONE*

Procedendo verso valle il torrente acquisisce progressivamente una nuova configurazione, indice di una tendenza all'approfondimento erosivo. In particolare, l'incisione si fa più stretta, con cadente di fondo maggiormente accentuata.

In corrispondenza della traversa di derivazione l'alveo decorre incassato tra rive incise nel substrato roccioso. Tale configurazione è particolarmente rilevabile in sponda sinistra, ove si rileva una spalla di erosione alta 3 m circa, conseguente all'approfondimento dell'alveo con migrazione dell'asse verso destra.

Il fondo medesimo è impostato in roccia (ortogneiss gnanitoidi), che affiora in modo discontinuo poichè parzialmente celata da depositi alluvionali estremamente eterometrici.

Nel tratto, il condizionamento morfologico del corso d'acqua è tale che non vi è possibilità di diversione o di tracimazione.

Sebbene la tendenza evolutiva generale del corso d'acqua sia indirizzata all'approfondimento, l'impostazione dell'alveo in roccia ne limita fortemente la possibilità di attività erosiva per processi di fondo o spondali che, sostanzialmente, si traducono nella rielaborazione (asportazione e deposito) dei depositi alluvionali.



Poco a monte della traversa di derivazione.

Alveo a sezione ristretta e con elevata cadente; il substrato roccioso è esposto per erosione. Si noti la taglia dei depositi in alveo (q. 1080 m s.l.m. circa)



In corrispondenza della traversa di derivazione

Alveo ristretto, inciso in roccia.
Sotto: terrazzo di erosione in sponda sinistra.
(quota 1060 m s.l.m. circa)

- *TRATTO TRA LE QUOTE 1050 E 980 m s.l.m. CIRCA*

Nel tratto il torrente decorre profondamente incassato, in un contesto estremamente aspro, tale da limitare fortemente le osservazioni condotte con tecniche ordinarie.

Il corso ha andamento lineare, con alveo ad elevata pendenza, sostanzialmente ovunque inciso nel basamento roccioso che affiora con buona continuità, a tratti celato da depositi alluvionali fortemente eterometrici. Il profilo di fondo è caratterizzato dal susseguirsi di salti in roccia, che danno origine ad una successione di rapide. A tratti, bassi gradini di sponda modellati in roccia contestualmente all'approfondimento erosivo testimoniano della locale migrazione dell'asse di flusso, con ampliamento della sezione trasversale d'alveo.

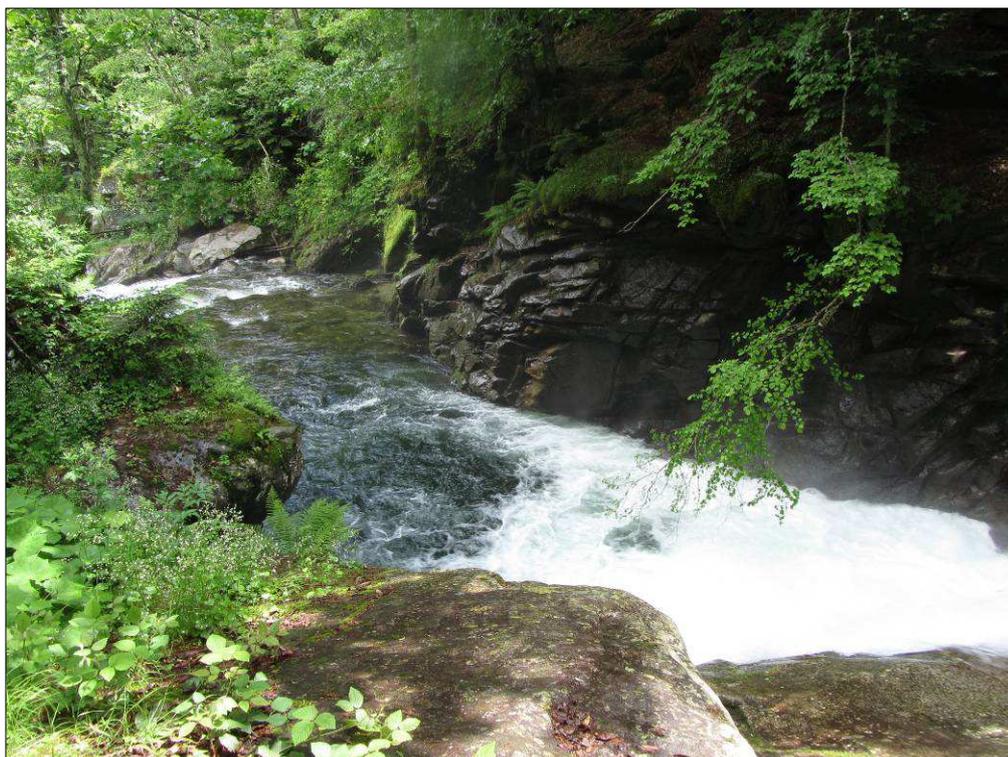
Sebbene la tendenza evolutiva del corso d'acqua sia di tipo erosionale, la presenza di un substrato roccioso molto resistente condiziona lo sviluppo di attivi processi di erosione, tali da determinare evidenti modificazioni delle sezioni di deflusso.

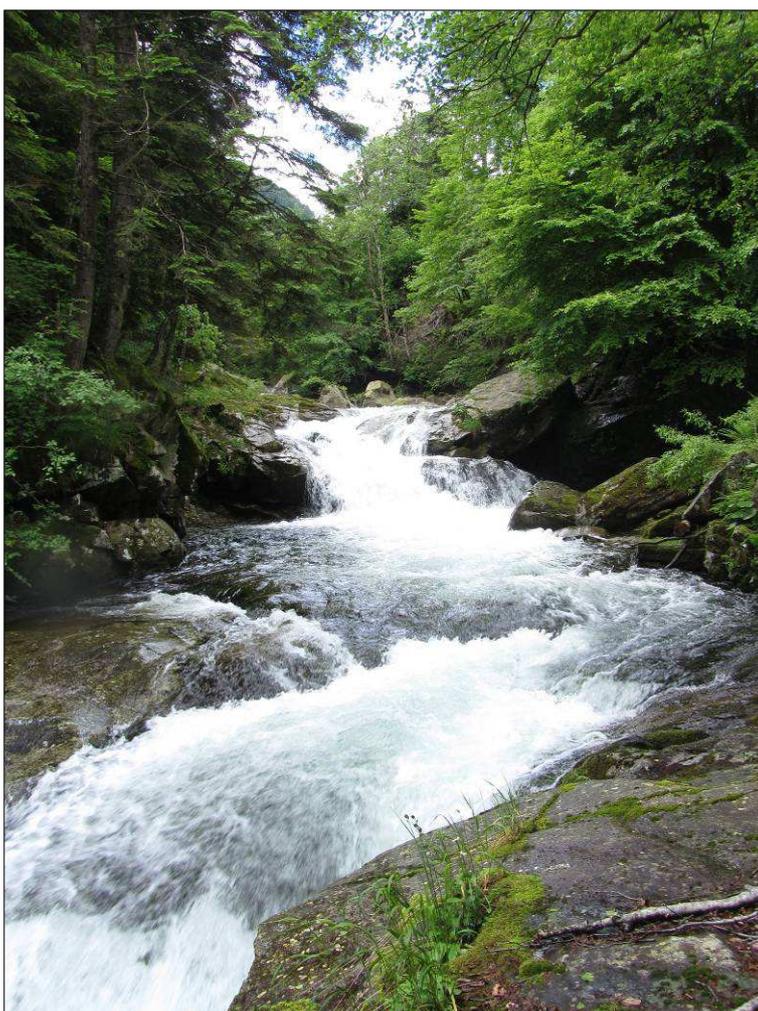
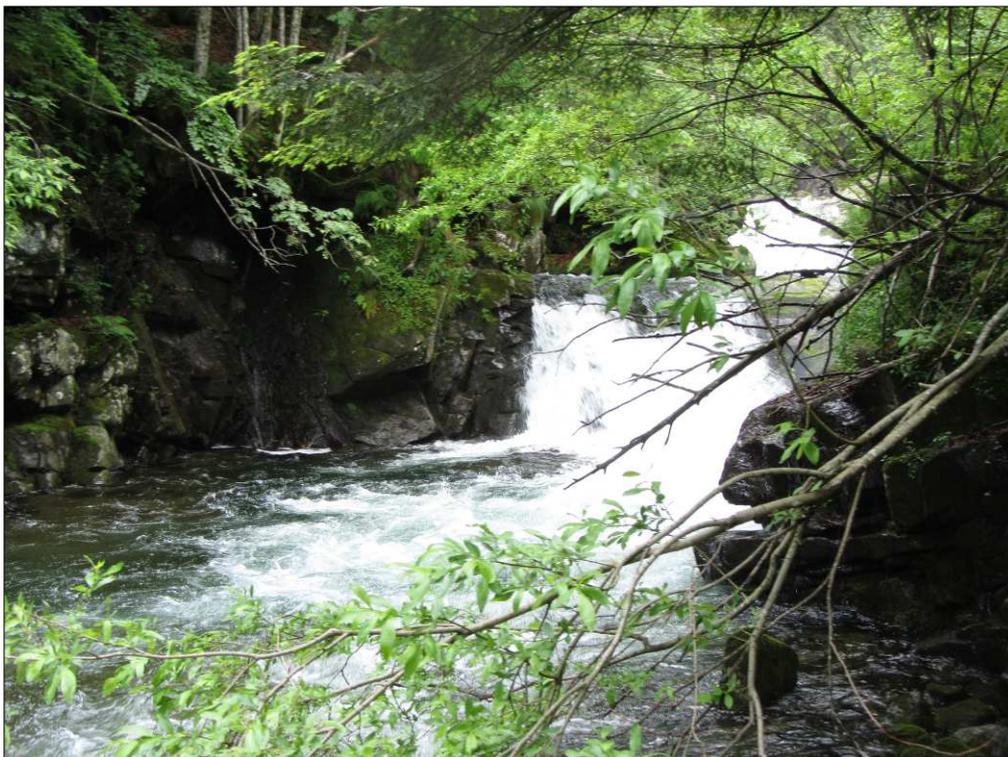
Nel tratto è inoltre esclusa la possibilità di migrazione laterale.

Nel complesso, le caratteristiche plano-altimetriche dell'incisione fanno propendere per una preminenza dei processi di trasferimento della frazione solida, con bassa potenzialità di presa in carico locale e di sedimentazione.

In occasione dei sopralluoghi non si sono osservate manifestazioni di erosione di sponda con destabilizzazione del corrispondente settore di versante, nè risultano testimonianze o documenti a tale riguardo.

Per reciproca collocazione plano-altimetrica, non vi sono rapporti tra il tracciato dell'opera di derivazione ed il corso d'acqua.





Tra le quote 1050 e 980 m s.l.m. circa.

In questa pagina e nella precedente:
aspetto del corso del T. Sorba.
L'alveo è inciso nel basamento roccioso
ed è caratterizzato da una successione
di rapide.

La pressochè totale assenza di depositi
testimonia della prevalenza dei processi
di erosione, la cui intensità è modulata
dalla resistenza del substrato.

- *TRATTO SINO ALLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE GRONDA*

Dalla quota 980 m circa l'alveo del T.Sorba incrementa progressivamente la sezione trasversale, mentre diminuisce la cadente di fondo. All'incirca a tale quota è collocabile l'apice del conoide alluvionale, che trova maggiore sviluppo verso valle, con rapporti di coalescenza con quello del T.Gronda.

La rapida perdita di energia di trasporto è testimoniata dalla presenza, in alveo, di sedimenti a tessitura caotica ed estremamente eterometrici, con blocchi di dimensioni plurimetriche. In alveo il basamento roccioso è quasi ovunque celato dai depositi alluvionali, ed affiora in modo discontinuo unicamente lungo sponde, per poi riemergere per esumazione alla confluenza dei due torrenti.

In destra orografica, poco a monte della confluenza, si osserva l'innesto al fondovalle del Rio Sponda, caratterizzato da un modesto conoide alluvionale alla cui edificazione concorrono anche apporti di valanga incanalata.

All'altezza dello slargo ed all'inizio della strada comunale per l'Alpe Toso, processi di erosione spondale in sponda sinistra del T.Sorba hanno richiesto la realizzazione di opere di difesa (muri in calcestruzzo armato e scogliere in pietrame ad elementi non legati).

Come riportato in precedenza, in tale settore la dinamica dei torrenti Sorba e Gronda, può determinare condizioni di pericolosità idrogeologica, in particolar modo in occasione di eventi idrologici estremi.

Per quanto concerne la potenziale vulnerabilità della centrale di produzione idroelettrica, si rimanda alle analisi idrauliche di progetto.





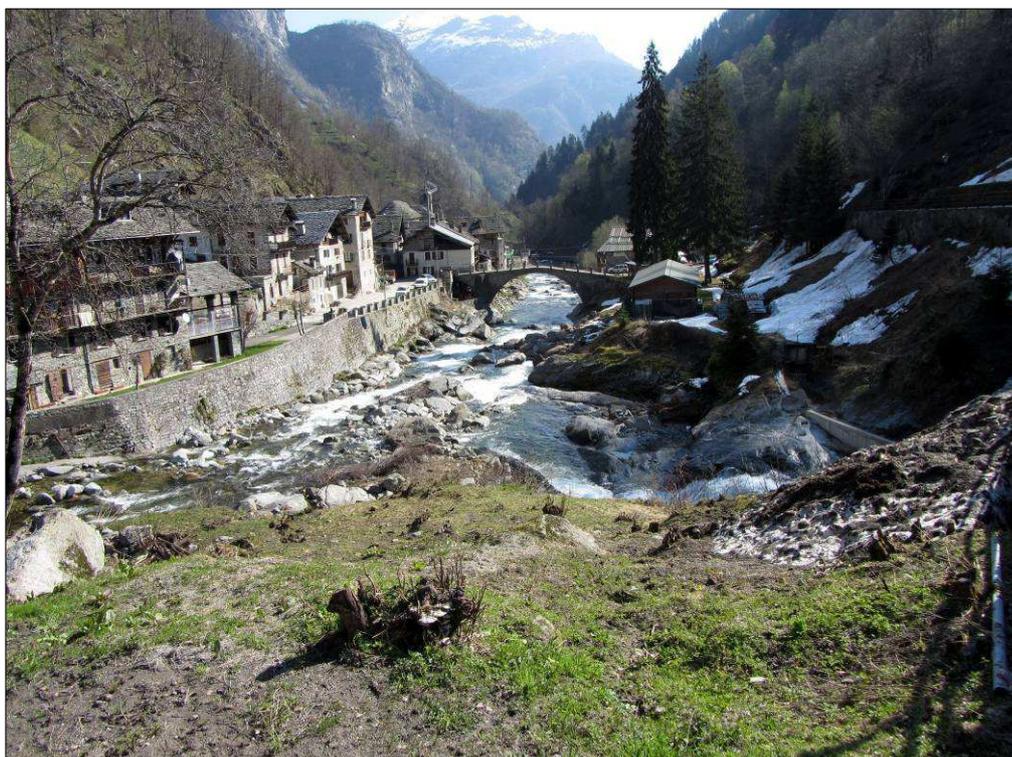
Tratto sino alla confluenza con il Torrente Gronda

Alla pagina precedente: aspetto dell'alveo del T.Sorba, ripreso da quota 980 m circa.

Qui sopra: Torrente Gronda alla confluenza con il T.Sorba.

A sinistra dell'immagine: sito di progetto della centrale di produzione.

Sotto: alveo del T.Sorba a valle della confluenza



EVENTI DI PIOGGIA DEL NOVEMBRE 2014

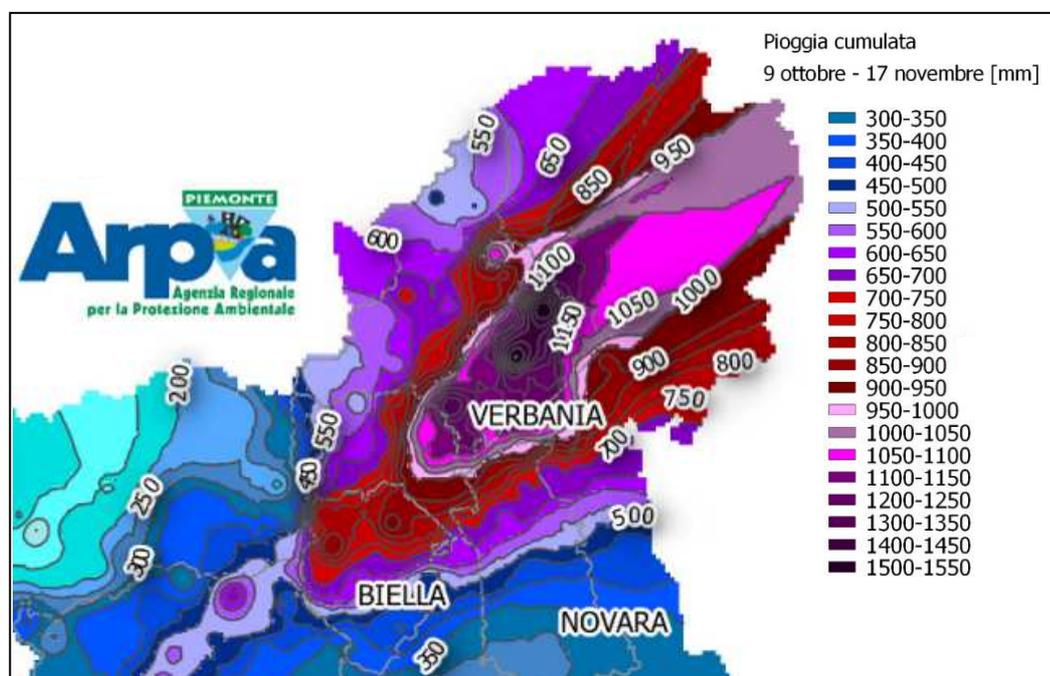
Si propone una sintetica descrizione degli eventi di pioggia che hanno interessato il territorio piemontese e, per quanto di merito, il territorio del Comune di Rassa nel mese di Novembre 2014. Quanto segue è sostanzialmente tratto dai Rapporti prodotti da Arpa Piemonte sugli eventi meteorici del 3-6 Novembre e 9-17 Novembre 2014, integrati dal documento di sintesi "Il clima in Piemonte: Novembre 2014" redatto dalla citata Agenzia⁹.

Viene quindi riportata un'analisi delle conseguenze degli eventi nei luoghi di progetto.

- - -

Nel 2014, ad un Ottobre piovoso è succeduto un Novembre caratterizzato da valori eccezionali di precipitazione: per effetto degli eventi del 3-6, 9-12 e 14-17 del mese l'afflusso di pioggia mediato sull'intero territorio regionale ha raggiunto i 377 mm, con un surplus di 298 mm (pari al 378%) rispetto alla norma del periodo 1971-2000.

Alla luce dei dati il Novembre 2014 non solo risulta il più piovoso dal 1957, ma anche quello più ricco di precipitazione dell'intera serie storica.



Precipitazioni cumulate nel periodo 9 Ottobre-17 Novembre 2014

⁹ Arpa Piemonte – Dipartimento Sistemi Previsionali – Analisi evento 9-13 Ottobre 2014
 Arpa Piemonte – Dipartimento Sistemi Previsionali – Analisi evento 3-6 Novembre 2014
 Arpa Piemonte – Dipartimento Sistemi Previsionali – Analisi evento 9-17 Novembre 2014

In particolare, nel territorio della media Valsesia si sono raggiunte punte di 900-1000 mm di pioggia, corrispondenti a circa 40% del valore medio di precipitazione annua.

Nel settore montano della Provincia di Vercelli e nella limitrofa provincia di Biella ciò ha comportato l'insorgere di diffuse situazioni di criticità in seguito all'innescò di frane lungo i versanti e, per la rete idrografica, al raggiungimento di soglie idraulicamente critiche.

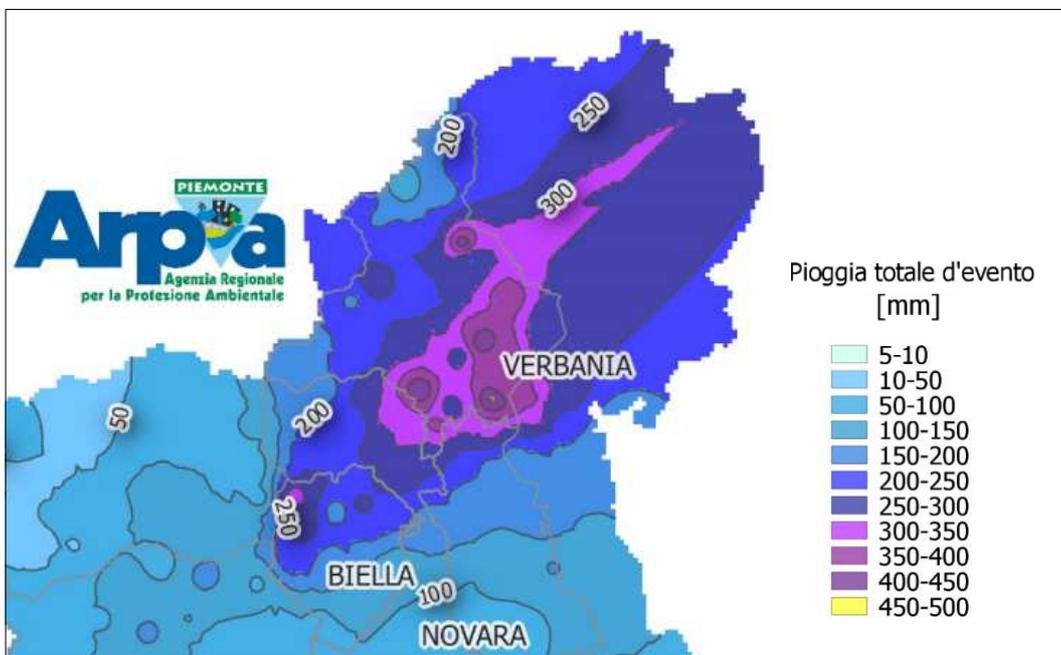
Ne fa fede il rapporto prodotto da Arpa Piemonte, in cui vengono individuati i comuni della Provincia che hanno trasmesso al Settore Protezione Civile segnalazioni di emergenza idrogeologica.

- *ANALISI DELL'EVENTO DEL 3-6 NOVEMBRE 2014*

Tra lunedì 3 e giovedì 6 novembre 2014 il Piemonte è stato interessato da precipitazioni diffuse e persistenti, specialmente intense nei giorni di martedì e mercoledì.

In particolare, tra i bacini idrografici maggiormente colpiti dall'evento si annoverano quelli dei fiumi Sesia, Ticino e Toce.

La figura rappresenta i tassi di pioggia cumulati nel periodo: per il territorio in esame settentrionale vengono raggiunti picchi di 250-300 mm di afflusso.



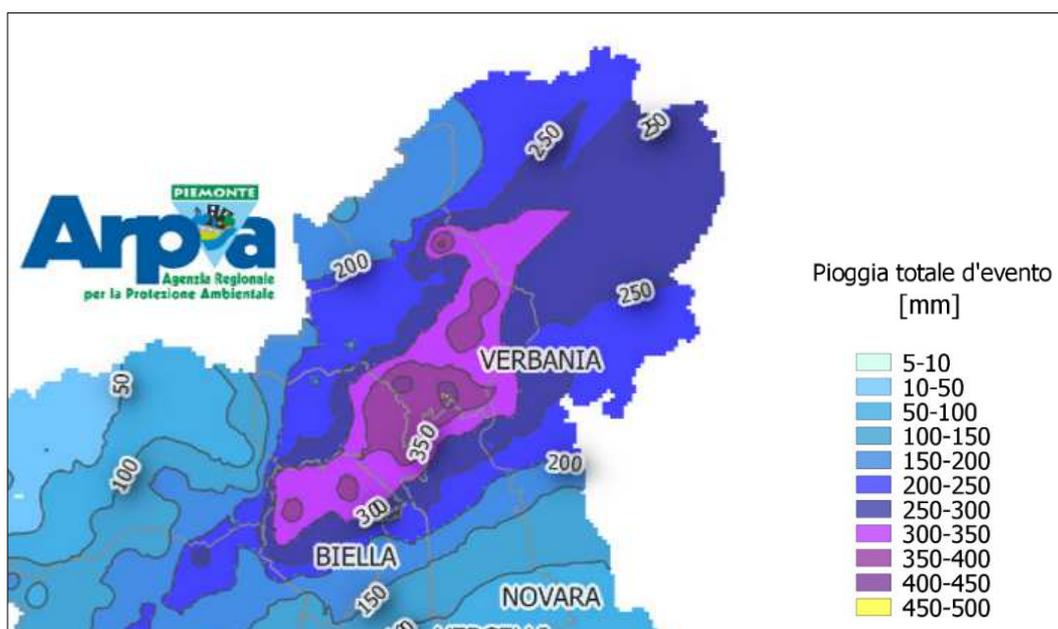
Valori di pioggia cumulata per l'evento del 3-6 Novembre 2014

- *ANALISI DELL'EVENTO DEL 9 -17 NOVEMBRE 2014*

Dopo un breve intervallo privo di significativi apporti meteorici, tra domenica 9 e lunedì 17 Novembre si è manifestato un secondo evento meteoidrologico, che ha principalmente coinvolto il settore orientale del Piemonte, interessando soprattutto le province di Biella, Novara, Vercelli, Verbano-Cusio-Ossola.

In particolare, nell'intervallo 9-12 Novembre nel settore della media Valsesia esso ha raggiunto un valore superiore a 600 mm (639,2 mm alla stazione meteorologica ARPA di Alpe Camparient, che si può ritenere significativa per il contesto in esame) con un'intensità cumulata nelle 24 ore dell'ordine di 230 mm (medesima stazione).

Negli ambiti territoriali interessati dalle piogge si sono generati numerosi fenomeni di allagamento ad opera della rete idrografica secondaria e processi di frana lungo i versanti, con evacuazione cautelativa di residenti in vari comuni delle province colpite dall'evento.



Valori di pioggia cumulata per l'evento del 9-12 Novembre 2014

- *CONSEGUENZE DEGLI EVENTI DI PIOGGIA NELL'AREA DI PROGETTO*

A fronte di uno scenario quale quello riportato, nel territorio comunale di Rassa non risultano testimonianze di processi di dissesto idrogeologico, sia connessi alla dinamica fluviale che di versante.

Di ciò si ha riscontro anche attraverso i documenti resi disponibili dal Comune di Rassa che, relativamente alle conseguenze dell'evento, registrano unicamente un'interdizione al transito per ragioni di sicurezza della strada interpoderale della Val Sorba "sotto il costone da loc. Torbe a Loc. Sotto Baitone" e dei settori limitrofi, in seguito ad apporti di materiali provenienti dal versante (ordinanza n°16 del 21/11/2014).

Non vi sono segnalazioni in relazione a processi legati all'attività dei torrenti Sorba e Gronda.

Per quanto concerne i rilievi condotti in questa fase di integrazione di indagine (Giugno 2016), essi non hanno evidenziato particolari manifestazioni riferibili agli eventi, nè si sono riscontrati indizi o situazioni tali da modificare il quadro di potenziale dissestabilità idrogeologica esposto nella memoria tecnica del Maggio 2014.