REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA
RÉGION AUTONOME VALLÉE D'AOSTE

COMUNE DI VALGRISENCHE
COMMUNE DE VALGRISENCHE

Costruzione di nuovo impianto idroelettrico – Centrale "Fornet"

Progetto Definitivo – Variante tracciato condotta Vaudet

Relazione geologica



GDP consultants
Engineering Geology

GDP consultants Studio Tecnico Associato
Loc. Grand Chemin 22, 11020 Saint Christophe (Aosta, Italy)
Via Vittorio Amedeo II 6, 10121 Torino (Italy)
www.gdpconsultants.eu - info@ gdpconsultants.eu

Realizzato	L. Delle Piane	
Verificato		
Approvato	-	

ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE
LUCA DELLE PIANE
GEOLOGO
ALBO PROFESSIONALE

Timbro e firma del professionista incaricato

Revisione	Note	Codice	Nome file	Data
–	1° emissione	-	15-019_Rgeo_150623.docx	23/06/2015

INDICE

1 PREMESSA 3

1.1 Caratteristiche principali del progetto 3

1.2 Inquadramento geografico 5

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE 5

2.1 Basamento prequaternario 5

2.2 Copertura quaternaria 6

2.3 Geomorfologia 7

3 ANALISI DEI FENOMENI DI DISSESTO IN CORRISPONDENZA DELLE DUE SOLUZIONI PROGETTUALI 11

3.1 La DGPV del M. Quart 11

3.2 La DGPV di Bério-Ross 12

3.3 Confronto tra le due soluzioni progettuali previste alla luce dei nuovi dati geologici 19

4 CONCLUSIONI 20

1 PREMESSA

In relazione al Progetto Definitivo - Variante del nuovo impianto idroelettrico denominato "Fornet", situato nel vallone della Dora di Valgrisenche, nel territorio del comune di Valgrisenche (AO), è stata redatta una revisione dello studio geologico a suo tempo realizzato in fase di Progetto Preliminare.

Nella relazione di PP erano state prese in considerazione due ipotesi progettuali per la realizzazione della condotta di derivazione dal T. Dora di Valgrisenche (denominato anche T. Vaudet a monte della confluenza con il T. Grand'Alpe), di cui:

- una localizzata in destra idrografica, rappresentata da una condotta interrata in trincea, con tracciato in gran parte coincidente con la strada sterrata che risale il fondovalle in direzione del Rif. Bezzi ("soluzione 1"**,** Figura 1);
- una localizzata in sinistra idrografica, rappresentata da una galleria di derivazione che andava ad intercettare e a derivare anche il T. de Grand'Alpe (vallone di Saint Grat, in sinistra Dora), terminando alla centrale di Châtelet ("soluzione 2"**,** Figura 1).

L'analisi dei rischi geologici e geomorfologici inerenti alle due soluzioni aveva fatto propendere decisamente per la soluzione in galleria, che offriva la minore vulnerabilità ai processi geomorfologici superficiali, quali erosione spondale, colate detritiche, instabilità di versante. Considerazioni sulla durabilità dell'opera a lungo termine avevano quindi orientato la scelta su questa seconda soluzione progettuale.

Successivamente, nel luglio 2012, uno studio di fattibilità commissionato dalla COGEIS di Quincinetto (TO), che si proponeva di valutare le possibilità di realizzare la galleria, ha approfondito le conoscenze relative a un fenomeno di deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV), precedentemente cartografato, che interessa l'intero versante destro del vallone del T. Grand'Alpe, andando a intercettare l'asse della condotta in progetto.

In seguito a questo approfondimento di dettaglio, si è imposta una riconsiderazione della matrice dei rischi, alla luce dei nuovi elementi di cui si è venuti in possesso. Il presente rapporto illustra i dati alla base di questa revisione e le conclusioni in termini di scelte progettuali.

Il rapporto riguarda nello specifico esclusivamente la condotta di derivazione. Per una migliore comprensione dell'argomento, viene riproposta una sintesi dell'inquadramento geologico della relazione di PP.

1.1 Caratteristiche principali del progetto

A titolo riassuntivo, si ricorda che il progetto originario prevedeva la realizzazione di una centrale idroelettrica sotterranea, situata nei pressi della località Châtelet, in sinistra idrografica della Dora, alimentata da due opere di presa, una sul T. Vaudet (Dora) a 2010 m ca. e una sul T. Grand'Alpe, a 1995 m ca (Figura 1).

Per la derivazione della portata captata dalle opere di presa alla centrale idroelettrica erano state analizzate due soluzioni tra loro alternative:

- la **soluzione 1** (Figura 1) prevedeva due condotte interrate che convogliano indipendentemente le acque derivate dai due torrenti alla centrale idroelettrica di Châtelet e che sono posizionate rispettivamente:
  - lungo la strada per il Rif. Bezzi, in destra orografica della Valgrisenche (derivazione dalla presa sul T. Vaudet);
  - sul versante sinistro del Vallon de St. Grat (derivazione dalla presa sul T. Grand'Alpe).
- La **soluzione 2** (Figura 1) prevedeva un'unica galleria di derivazione in sinistra orografica della Valgrisenche, con tracciato tale da passare per le due opere di presa; la galleria convoglia quindi in un unico flusso le acque derivate dai due torrenti alla centrale di Châtelet.

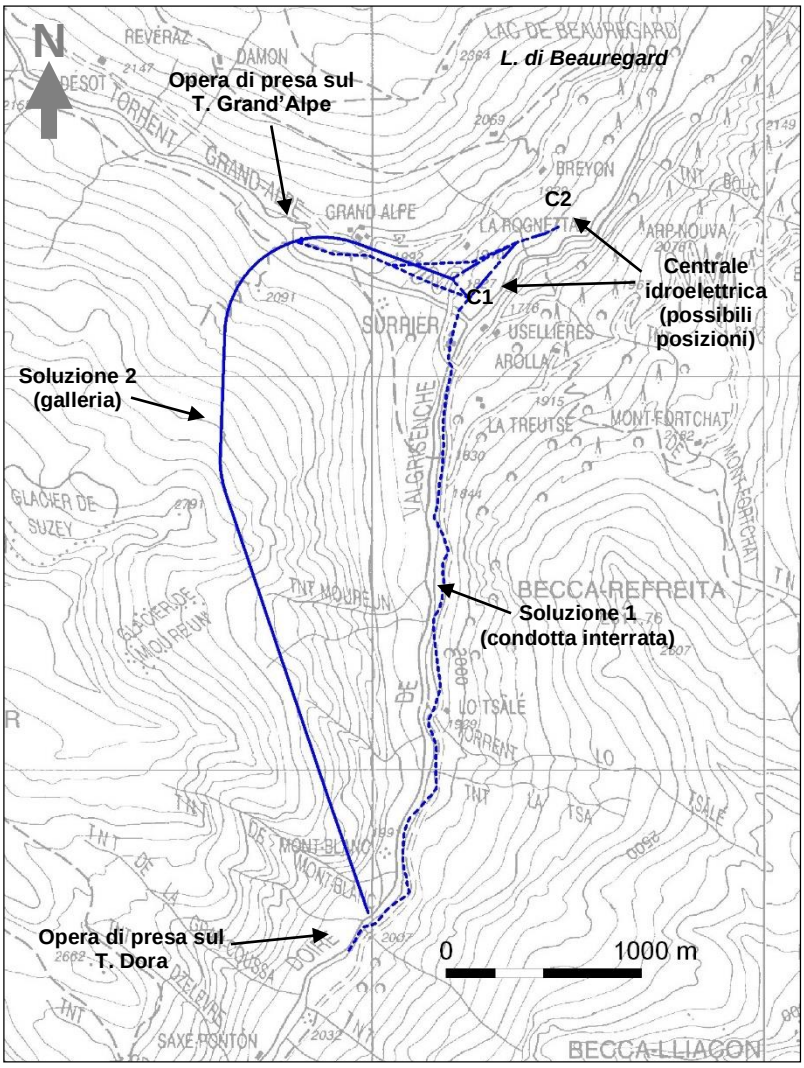


Figura 1 – Individuazione cartografica della zona di intervento: sono rappresentate le due soluzioni proposte in sede di Progetto Preliminare.

1.2 Inquadramento geografico

Il settore di studio è situato a monte del lago di Beauregard (Valgrisenche, AO) e interessa il bacino del T. Dora di Valgrisenche; il T. de Grand'Alpe (Vallon de Saint-Grat), suo affluente di sinistra, confluisce nella Dora a quota 1755 m ca., presso la borgata di Usselliéres. L'impianto idroelettrico si sviluppa tra le quote di 2000 m ca. (quota dell'opera di presa sulla Dora) e 1750 m ca. (quota della centrale elettrica).

Le vette principali che delimitano i bacini idrografici dell'area di interesse sono:

Bacino del T. Grand'Alpe:

- Testa del Rutor (3486 m); Becca du Lac (3396 m); Gran Becca du Mont (3215 m); M. Quart (2730 m)

Bacino del T. Vaudet (Dora di Valgrisenche):

- M. Ormelune (P.ta ovest 3278 m; P.ta est 3252 m); Becca di Pertcha (3022 m); Becca di Schuetse (3420 m); Grande Sassière (3657 m); Bec de la Traversière (3374 m); Punta Bassac Sud (3461 m); Grande Traversière (3496 m); Punta Bassac Nord (3387 m); Grande Rousse (Sud 3615 m; Nord 3607 m); M. Fortchat (3265 m).

L'area di studio è delimitata a nord dalla dorsale spartiacque che dal M. Fortchat scende sul fondovalle in direzione NW e, dalla parte opposta, dalla dorsale che dalla Testa del Rutor scende verso SE.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

2.1 Basamento prequaternario

L'alta Valgrisenche è in gran parte modellata nelle rocce appartenenti al sistema pennidico del Gran San Bernardo caratterizzato da un'impronta metamorfica alpina in facies scisti verdi e, in alcune unità più interne, in facies scisti blu.

La zona del Gran San Bernardo è suddivisa nel territorio valdostano nelle due unità di Arvier e del Ruitor, separate in Valgrisenche da una fascia di calcescisti con pietre verdi di pertinenza della Zona Piemontese, denominata "sinclinale di Avise", affiorante su entrambi i versanti a valle del L. di Beauregard.

L'area di studio si colloca essenzialmente all'interno dell'unità del Ruitor, nella quale le associazioni prealpine di alta pressione sono state quasi totalmente sostituite da paragenesi alpine in facies scisti verdi a biotite.

A monte della diga di Beauregard affiorano anche alcuni lembi della copertura brianzonese, rappresentati da conglomerati in facies "Verrucano", quarziti, dolomie e calcari, inoltre nella testata della valle, affiorano calcescisti con intercalazioni di pietre verdi della Zona Piemontese e rocce appartenenti alla cosiddetta "Zone Houillère" brianzonese, costituiti da micascisti e gneiss minuti albitici monometamorfici.

La sequenza di litotipi affioranti in Valgrisenche nel settore compreso tra Usselliéres al rif. Bezzi, comprende:

- scisti carbonioso-grafitici e metaarenitici (Carbonifero sup.);

- micascisti polimetamorfici del basamento precarbonifero, analoghi a quelli della cosiddetta "Zona del Ruitor";
- al limite tra i due complessi di parascisti vi sono corpi allungati di porfiroidi ("orthogneiss leucocrates" nelle carte geologiche francesi, cfr. tav. 01061A allegata) riferiti al Paleozoico sup.;
- da Chalet fino al rif. Bezzi affiorano micascisti e paragneiss albitici ritenuti monometamorfici (Elter, 1987) e correlati all'elemento strutturale interno del Gran San Bernardo definito "massiccio della Valsavarenche";
- nella parte alta della valle, al di fuori dell'area interessata dal progetto, affiorano rocce metasedimentarie di vario tipo (quarziti, metaconglomerati, calcari e dolomie); questi litotipi non interessano lo sviluppo delle opere.

Il basamento prequaternario è interessato da deformazioni duttili sinmetamorfiche, legate alla messa in posto delle falde che costituiscono la catena alpina. Sono presenti almeno due fasi plicative serrate/isoclinali e una terza fase, più recente, caratterizzata da pieghe con stile aperto, che tendono a verticalizzare le strutture preesistenti.

2.2 Copertura quaternaria

I depositi quaternari presenti nel settore studiato sono sinteticamente rappresentanti da:

- **depositi glaciali**, molto diffusi in tutta l'area studiata e costituiti da prevalenti depositi di ablazione a tessitura caotica a supporto di clasti, con ciottoli e blocchi eterometrici in matrice ghiaioso-sabbioso-limosa presente in percentuale variabile. Depositi di allogamento sono localizzati solamente lungo il fondovalle principale (Usellières) e sono costituiti da deposito caotico massivo, a supporto di matrice, con ciottoli e blocchi isolati in matrice limoso-sabbiosa grigiastra, da scarsamente a debolmente coesiva. La maggior parte della condotta afferente al nodo della centrale elettrica dovrà essere realizzata nei depositi glaciali che affiorano sui fianchi dei due valloni dei T. Dora e Grand'Alpe.
- **Depositi gravitativi**, rappresentati da accumuli detritici a granulometria grossolana (blocchi di taglia fino a metrica), a supporto di clasti, con scarsa matrice fine, comprendenti detrito di falda e depositi di crollo e di frana. Possono essere più o meno stabilizzati, anche se la presenza di vegetazione non esclude a priori uno stato di potenziale attività delle aree sorgente. I depositi gravitativi sono distribuiti a tutte le quote; lungo l'asse della Dora prevalgono in destra idrografica, dove sono alimentati dalle pareti rocciose soprastanti.
- **Depositi torrentizi**; tali depositi hanno caratteri condizionati dall'elevata energia di trasporto, quindi relativa scarsità di matrice fine, prevalenza di ciottoli e blocchi di taglia grossolana, classazione e coefficiente di arrotondamento dei clasti piuttosto bassi. Si tratta in genere di depositi sciolti e non coesivi. Si localizzano in corrispondenza degli alvei attivi (alvei di piena ordinaria e straordinaria).
- **Depositi misti**, riferibili a fenomeni di trasporto torrentizio, ruscellamento diffuso o incanalato, debris flow e valanga, che originano al piede dei versanti degli apparati di conoide misto,

caratterizzati dall'associazione ricorrente di più fenomeni morfogenetici. Rispetto ai depositi torrentizi, i materiali elaborati da questo insieme di processi presentano un coefficiente di arrotondamento più basso, una minore classazione e una tessitura più caotica. Dal punto di vista geotecnico hanno caratteristiche analoghe ai depositi alluvionali.

- **Coltre detritico-colluviale**, a granulometria medio-fine e a tessitura caotica, derivante dall'alterazione, erosione e trasporto per breve distanza dei prodotti della disgregazione della roccia o di altri tipi di deposito. La coltre, di spessore generalmente ridotto (< 3 m), è pedogenizzata e colonizzata da vegetazione spontanea; forma placche addossate ai versanti, che possono costituire una delle sorgenti principali di frane per fluidificazione e di colate detritiche, a causa della granulometria fine, della permeabilità relativamente bassa e della presenza di un substrato di appoggio impermeabile.

2.3 Geomorfologia

L'area interessata dall'intervento si colloca in un settore di alta montagna, con quote comprese tra 1700 m ca. (quota approssimativa del L. di Beauregard) e gli oltre 3400 m delle cime maggiori in testata. Nella parte alta dell'area predomina la morfologia glaciale, con numerosi circhi e bacini glaciali che ospitano alcuni piccoli ghiacciai in fase di regressione, sorgente di apporti detritici per i settori di fondovalle.

L'opera in progetto si sviluppa interamente al di sotto dei 2000 m ca. di quota, in un settore non interessato da glacialismo attuale. Le forme glaciali presenti alle quote inferiori e non più attive, sono in parte rielaborate da processi gravitativi (disgregazione meccanica) e torrentizi s.l. (erosione e trasporto), e localmente da fenomeni, non più attivi, legati all'azione del permafrost (ad es. rock glaciers). Le forme presenti nella parte alta dei bacini, dove la dinamica glaciale e quella associata al permafrost sono ancora attive, sono invece tutt'ora in corso di evoluzione.

In fase tardo- e postglaciale, le associazioni morfologiche tipiche del modellamento glaciale antico sono state più o meno diffusamente erose e smantellate, oppure parzialmente sepolte da depositi e forme più recenti (conoidi, detrito di versante, frane, alluvioni). La morfologia attuale dell'area è quindi in parte condizionata dall'erosione e dalla dinamica gravitativa.

L'assetto strutturale del basamento prequaternario ha avuto ed ha un certo ruolo nel condizionare la morfologia locale. Infatti, la strutturazione interna delle unità di basamento, orientate mediamente in direzione NW-SE (direzione della foliazione regionale e delle principali zone di taglio), condiziona parzialmente lo sviluppo delle direttrici di deflusso delle acque superficiali, determinando la formazione di valli laterali, canaloni e dorsali spartiacque con orientazione analoga.

Il controllo strutturale sulla morfologia locale è evidenziato anche anche da incisioni torrentizie sviluppate lungo fasce di fratturazione e zone di faglia con orientazione media NW-SE, che tagliano trasversalmente l'alta Valgrisenche, come ad es. gli alvei dei T. Mont Blanc, Liariondaz, Gran Coussa, Dzelèvre e Saint Grat.

Per quanto riguarda il bacino della Dora di Valgrisenche, si nota come questo abbia sviluppato un profilo trasversale asimmetrico, con un fianco sinistro più breve e ripido e con un fianco destro più

ampio. Il versante sinistro regolare, meno esteso, inciso da canaloni in roccia che sfociano in ampi apparati di conoide misto, per lo più attivi (fenomeni ricorrenti di valanga e debris flow); il versante destro è più ampio, delimitato alla base da una fascia irregolare di pareti, subparallela all'asse vallivo, a monte della quale si trova il settore glacializzato di più alta quota.

I pendii alla base del versante destro, tra il piede delle pareti e il corso d'acqua, sono caratterizzati principalmente da apporti detritici gravitativi (crolli localizzati, caduta massi); i conoidi misti in destra orografica, pur presenti e attivi, sono meno sviluppati rispetto a quelli del versante opposto. Il fondovalle è occupato da depositi glaciali, in parte rimodellati e coperti dagli apparati di conoide. Depositi glaciali ancora riconoscibili sono preservati presso la località Chalet e nei dintorni di Usselliéres.

Il vallone di Saint-Grat ha una morfologia abbastanza regolare, con pendii detritici impostati in depositi glaciali parzialmente rielaborati da processi gravitativi e incisi da alcune aste torrentizie minori. È da segnalare in destra orografica un notevole apparato di conoide attivo a morfologia articolata e complessa, alimentato da consistenti apporti detritici provenienti dal bacino del Gh. di Ormelune. L'ingente quantità di detrito proveniente da questo bacino viene distribuita su un'ampia fascia di versante da processi di ruscellamento incanalato e diffuso, debris flow e valanga e si ridistribuisce lungo l'alveo del T. de Grand'Alpe, prevalentemente a monte della quota di 1990 m ca., dove un ampio tratto subpianeggiante è colmato da depositi rielaborati dal corso d'acqua.

Nell'area di studio si possono sinteticamente identificare diverse tipologie di forme e processi:

a) **forme e processi di origine glaciale**: costituiscono un elemento caratteristico dell'area di studio, legato alle ripetute pulsazioni dei ghiacciai dell'area e comprendono:

   - valloni principali (T. Dora e Grand'Alpe) a sezione trasversale a "U", con fondovalle subpianeggiante delimitato da ripidi fianchi rocciosi. Questo profilo-tipo è spesso mascherato dall'evoluzione morfologica postglaciale: l'elevata energia di rilievo dei versanti può favorire dissesti a carico del basamento prequaternario e la formazione di accumuli detritici che mascherano la morfologia glaciale originaria.

   - Ripiani morfologici sopraelevati rispetto ai fondovalle attuali: diversi di essi marcano il probabile livello di base dell'antico fondovalle pleistocenico; tra questi, in destra orografica della Valgrisenche, il ripiano di St. Martin / Plan de Vaudet (2500-2600 m) e il ripiano di Epée (2300 m ca.).

   - circhi glaciali di alta quota, che caratterizzano la testata della Valgrisenche e il fianco destro del Vallon de Saint-Grat (fuori dall'area interessata dagli interventi), dove sono preservate numerose forme glaciali, tra cui archi e cordoni morenici, soglie in roccia, placche montonate, conche occupate da laghi o da depositi glaciolacustri.

   - Valli laterali sospese, tra cui il bacino di Ormelune, i valloni di Montforchat, St. Martin, e Glairetta, e diversi bacini minori come quelli di Maurin, Rocher Blanc e Grapillon. Questi settori alimentano il fondovalle con apporti detritici derivanti dallo smantellamento progressivo degli apparati

morenici. Le aree sorgente sono a loro volta alimentate dai ghiacciai ancora presenti, da processi legati al permafrost e da crolli dalle pareti rocciose che delimitano i bacini.

- Affioramenti rocciosi montonati e striati: una delle forme glaciali più comuni e facilmente riconoscibili, sono estremamente frequenti a tutte le quote nell'area di studio; rocce montonate integre sono solitamente indizio di un basamento roccioso indisturbato da movimenti gravitativi, mentre la presenza di superfici montonate dislocate testimonia chiaramente la presenza di movimenti gravitativi successivi al periodo glaciale.
- Cordoni ed archi morenici: queste forme di accumulo sono molto comuni; quelle meglio preservate sono relative all'ultima recente espansione glaciale (LIA, o Little Ice Age, culminata intorno al 1850), mentre le forme più antiche sono spesso parzialmente smantellate, o dall'avanzata stressa dei ghiacciai, o da processi secondari. Nell'area di studio, apparati morenici relativamente ampi sono quelli dei ghiacciai di Ormelune, Glairetta, Montfortchat. Gli archi morenici possono localmente isolare piccole conche occupate da laghi periglaciali, alimentati dalle acque di fusione, posti nelle immediate vicinanze o a diretto contatto dei ghiacciai (es.: Gl. de Glairetta, Gl. de Suzey). Un bell'esempio è rappresentato dal laghetto periglaciale di Lac Vert (2619 m), alimentato dal Gh. des Plates des Chamois. Questi bacini possono talora costituire una sorgente di rischio, in relazione a potenziali rotture dell'argine morenico, con formazione di ondate di piena improvvisa, associata a trasporto solido intenso o a colate detritiche.

b) **Forme crionivali**: tra le forme più comuni di questo tipo vi sono gli orli di rock-stream e rock-glacier, orli di nevaio e nivomorene (forme di accumulo dovute allo scivolamento di detrito proveniente da pareti rocciose lungo pendii ricoperti da nevai annuali o perenni). Forme di questo genere caratterizzano in particolare la testata della Valgrisenche e del V.ne di Saint-Grat, mentre sotto ai 2500 m esistono principalmente come forme fossili rimodellate.

c) **Forme e processi di origine gravitativa**: si sovrappongono alla morfologia glaciale, in parte obliterandola e sono tipicamente rappresentate da:

- orli di scarpata e nicchie di frana di crollo e crollo/scivolamento in roccia;
- orli di scarpata e nicchie di frana in depositi quaternari;
- aree interessate da creeping gravitativo in depositi detritici a granulometria fine, poco permeabili, caratterizzate da morfologia ondulata e affioramenti diffusi (ristagni) della falda idrica;
- pareti verticali con morfologia per lo più controllata dall'assetto strutturale dell'ammasso roccioso, che si suddivide lungo superfici di debolezza preesistenti (scistosità, giunti, ecc.);
- pendii detritici, organizzati o meno in coni, con pendenza regolare compresa tra 30 e 37° ca., distribuiti a tutte le quote alla base dei versanti e allo sbocco dei canaloni in roccia;
- frane postglaciali di crollo e scivolamento ± colamento, che costituiscono forme rilevate rispetto alla topografia circostante, caratterizzate dalla presenza di blocchi di grandi dimensioni (> 100 mc) e da settori sommitali dove il basamento roccioso, disarticolato, è coinvolto nei movimenti; nell'area interessata dall'intervento in progetto un corpo franoso di questo tipo si trova in destra orografica del T. Dora, a valle della località Tsalé o Chalet;

- deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV), processi di instabilità profonda che coinvolge anche il basamento prequaternario, originati da un insieme di concause tra cui il detensionamento dei versanti legato al ritiro dei ghiacciai, la presenza di elementi geologico-strutturali predisponenti (ad es.: piani di taglio a basso angolo e sistemi di fratture) e fattori di natura idrogeologica.

  Tra queste, sono da segnalare in particolare le due **DGPV del M. Quart e di Bério-Ross**, descritte più avanti.

d) **Forme e processi legati all'azione delle acque superficiali**, che interessano sia il basamento prequaternario che i depositi quaternari; questi ultimi sono particolarmente soggetti all'erosione e contribuiscono ad alimentare il carico solido dei corsi d'acqua durante le piene, i cui effetti sono tanto più intensi quanto maggiore è la disponibilità di materiale sciolto. Anche le forme di modellamento sono più accentuate ove vi siano maggiori quantità di detrito trasportate con maggiore energia, in particolare lungo i fondovalle. Tipiche forme di modellamento presenti nell'area di studio sono:

- scarpate di erosione lungo le aste torrentizie principali, attive in relazione agli eventi di piena e ai loro tempi di ritorno.
- Canali di erosione (alvei abbandonati) riattivabili in caso di piene straordinarie, evidenti soprattutto in aree subpianeggianti. In funzione dello spazio a disposizione, morfologie di questo tipo sono localizzate di preferenza dove il fondovalle presenta degli allargamenti, presso la località Chalet lungo il T. Dora e lungo il T. Grand'Alpe a monte di 2000 m.
- Piane alluvionali di colmamento di aree a bassa energia di trasporto, dove l'accumulo dei sedimenti è favorito da divagazioni dell'alveo; data la morfologia montuosa, non sono molte le situazioni morfologiche di questo tipo nell'area di studio. Lungo un ampio tratto del T. Grand'Alpe, tra 2000 e 2060 m ca., gli apporti detritici provenienti dal bacino del Gh. di Ormelune vengono rielaborati dall'attività torrentizia lungo il letto del corso d'acqua, che raggiunge un'ampiezza di 100-130 m.

e) **Forme e processi di origine mista**: sono legate all'azione congiunta di gravità, ruscellamento incanalato o diffuso, valanghe e colate detritiche e sono tra le forme più frequenti nell'area di studio, dove l'azione combinata o alternata di questi processi costituisce uno dei principali agenti morfodinamici. In particolare, si osservano numerosi e ampi apparati di conoide misto, spesso con settori a diverso grado di attività, evidenziata dalla distribuzione della vegetazione; lo stato di quiescenza dei settori vegetati è temporaneo, poiché minime variazioni della sezione di deflusso all'apice del conoide possono determinare la riattivazione di settori di conoide precedentemente abbandonati. Sono spesso presenti una o più canalizzazioni a sezione trasversale simmetrica, orli rialzati e cordonature laterali, legate al passaggio di colate detritiche o valanghe incanalate.

  I conoidi più importanti sono quelli del versante destro del Vallon de Saint Grat (bacino del Gh. di Ormelune) e, nella valle del T. Dora, quelli che si originano dal versante sinistro: M. Quart, T. Maurin, T. Bansoir e numerose altre aste minori tra Usellières e il Rif. Bezzi.

3 ANALISI DEI FENOMENI DI DISSESTO IN CORRISPONDENZA DELLE DUE SOLUZIONI PROGETTUALI

3.1 La DGPV del M. Quart

Successivamente all'emissione del Progetto Preliminare in cui veniva proposta la soluzione in galleria in sinistra Dora (maggio 2009), la COGEIS di Quincinetto (TO) ha commissionato uno "studio di fattibilità" riguardante tale soluzione progettuale. Lo studio (doc. ID-12-P-004, datato agosto 2012), più che riguardare la fattibilità dell'intera condotta in galleria, si è concentrato esclusivamente sulle condizioni geologiche del versante destro del V.ne di Saint Grat, dove era previsto che la galleria fuoriuscisse nei terreni quaternari di colmamento del fondovalle, andando a connettersi all'opera di presa sul T. Grand'Alpe per poi proseguire verso la centrale Fornet. In questo settore, il Progetto Preliminare aveva individuato cartograficamente due estesi settori di versante caratterizzati da accumuli detritici potenzialmente soggetti a dissesto localizzato o generalizzato, in risposta a processi di tipo gravitativo (A e B in Figura 2)

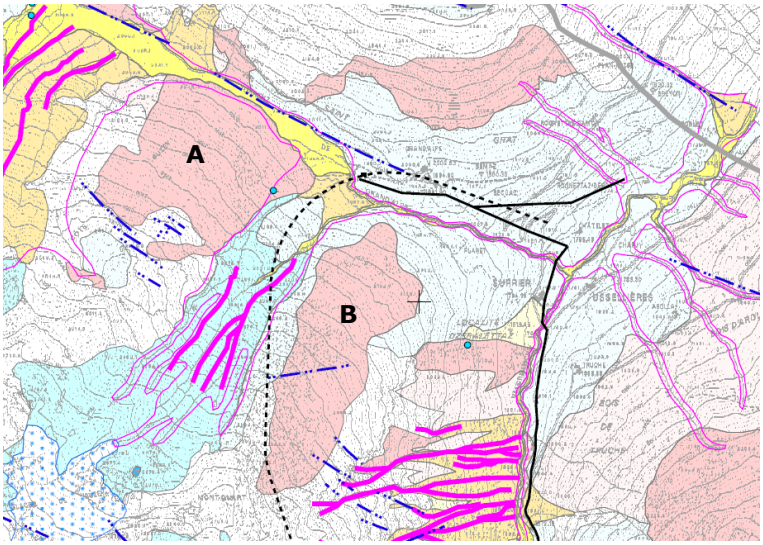


Figura 2 – Stralcio della carta geomorfologica allegata al Progetto Preliminare con individuazione dei due settori A e B citati nel testo. La linea nera tratteggiata rappresenta l'asse dell agalleria, la linea continua la condotta in esterno.

Lo studio di approfondimento del 2012 ha messo in rilievo la presenza, in questa stessa zona, di un'estesa zona in deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV), che interessa il versante NNE del M. Quart e che è stata caratterizzata con grande dettaglio dal punto di vista geologico-strutturale, geomorfologico e idrogeologico. I principali dati emersi sono i seguenti:

- il fenomeno è rappresentato da una grande DGPV composita;
- i dati radar satellitari indicano una notevole mobilità, con movimenti "analoghi a quelli dei settori più attivi della vicina DGPV di Beauregard", che presenta "velocità di spostamento variabili tra 1,5 e 0,3 cm/anno"; altrove, nel medesimo studio, vengono invece indicati spostamenti medi compresi tra 5 mm/a e 6-8 mm/a circa;

- la DGPV "è attiva, in un contesto generalmente stabile, per quanto attiene la zona di interesse per la galleria".

Tra le principali cause predisponenti della DGPV del M. Quart vengono indicate la rapida deglaciazione, la presenza di piani di taglio a basso angolo e di altri sistemi di frattura, molti dei quali in grado di veicolare in profondità le acque subglaciali e le acque delle precipitazioni, favorendo i fenomeni di argillificazione, l'aumento delle pressioni neutre e la diminuzione della resistenza al taglio.

Altri elementi di interesse, derivati dallo studio del 2012, sono:

- la presenza ubiquitaria di ammassi rocciosi rilasciati e traslati e di accumuli di grossi blocchi derivanti dal collasso del versante;
- il maggiore rilascio si ha nelle zone con prevalenti i fenomeni di trazione (parte media e alta del versante), ma anche in corrispondenza di zone di svincolo tra litoni più integri;
- l'assenza di correlazioni tra acclività del versante e grado di rilascio degli ammassi rocciosi;
- le correlazioni tra il fronte della DGPV e il fondovalle indicano che "la DGPV si estende oltre il corso attuale del T. Grand'Alpe", che ne intaglia la parte frontale; secondo lo studio, "è difficile stabilire di quanto la DGPV si estenda oltre l'asse vallivo, a causa della coalescenza con i depositi gravitativi provenienti dal versante opposto";
- l'ordine di grandezza della componente di movimento nel settore basale della DGPV è stimato in 80-100 m; le componenti di movimento in profondità sono via via più ridotte e, in generale, non è possibile collocare un limite netto tra DGPV e ammasso stabile;
- nel suo stadio evolutivo più recente (indicato come "stadio C", tra 9˙000 e 1˙000 anni b.p.) la DGPV è avanzata verso il fondovalle interferendo con i deposti alluvionali e glaciali qui presenti e formando un piccolo sbarramento che favorisce la formazione della piana alluvionale a monte del piede (zona di Grand'Alpe);
- nello stadio attuale ("stadio D") la DGPV, giunta a uno stadio di maturità, continua a muoversi in modo limitato (3-5 mm/a) e regolare.

Infine, dal punto di vista idrogeologico, si denota la totale assenza di drenaggio e circolazione superficiale: la DGPV agisce come un corpo altamente permeabile per fratturazione, poggiante su un ammasso roccioso sano e poco permeabile. All'interfaccia tra queste due situazioni, si collocano numerose sorgenti, caratterizzate in dettaglio nello studio citato. Tutte le acque che fuoriescono dalle sorgenti esaminate sono legate a circuiti superficiali e veloci (bassi valori di conducibilità elettrica), alimentati da infiltrazione nelle zone a quota elevata.

3.2 La DGPV di Bério-Ross

Dalla parte opposta della Valgrisenche, il tracciato della condotta realizzata in superficie lambisce il piede dell'accumulo di un fenomeno di deformazione gravitativa che interessa il versante sinistro della valle principale, a valle della località indicata nella cartografia regionale con il nome di Bério-Ross (Figura 3).

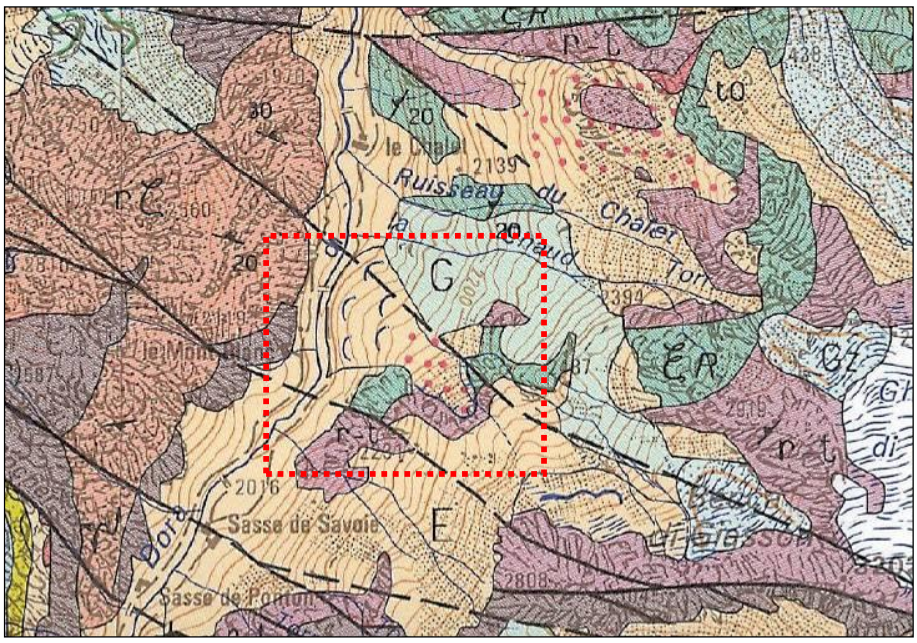


Figura 3 – Estratto della CGF, Foglio 728, con individuazione della GDPV di Bério-Ross. È evidente la deviazione della Dora causata dall'accumulo. Le linee nere corrispondono a possibili zone di faglia. Immagine non in scala.

La DGPV è di tipo composito, cioè risulta costituita da due parti distinte:

- un corpo di accumulo basale, interpretabile in prima approssimazione come una paleofrana;
- una zona di distacco superiore caratterizzata da movimenti attivi, che può essere classificata come deformazione gravitativa profonda s.s.

Il **corpo di accumulo basale** si estende tra il fondovalle e 2250-2300 m di quota, coprendo, in pianta, un'estensione, di 0.6 kmq ca. ed è costituito prevalentemente da blocchi con taglia fino a diverse decine di metri cubi e da porzioni di affioramento traslate, che hanno mantenuto una certa integrità, pur se ruotate e annegate nella matrice caotica dell'accumulo. Morfologicamente, esso costituisce una forma positiva rispetto all'andamento medio del versante ed è inciso al piede da una scarpata di erosione fluviale, creata dal T. Dora ed evidenziata da un marcato cambio di pendenza. L'età relativamente antica della paleofrana è suggerita i) dal fatto che essa sia coperta, in sinistra orografica, dal conoide del T. de Mont Blanc e ii) dalla presenza dell'alta scarpata di erosione fluviale in destra, che ne ha rimodellato profondamente la morfologia originaria.

Il corso del torrente appare visibilmente deviato come conseguenza dell'ostruzione subita al momento del collasso; il fatto che l'accumulo abbia ostruito il fondovalle è evidente, oltre che per le sue dimensioni, anche per la presenza di diversi megablocchi affioranti in sinistra orografica al di sotto dei depositi di conoide del T. de Mont Blanc.

Allo stato attuale il corpo detritico ricoperto da una coltre erbosa e arbustiva è quiescente, anche se è soggetto all'erosione da parte del T. Dora, favorita dal restringimento dell'alveo. Nel tratto corrispondente al corpo della paleofrana, la strada per il Rif. Bezzi, lungo cui si sviluppa il tracciato

della condotta in progetto, corre a breve distanza dall'alveo della Dora e risulta vulnerabile allo scalzamento da parte opera di eventuali piene torrentizie a carattere eccezionale.

La **zona di distacco** interessa tutto il basamento roccioso a monte dell'accumulo, tre le quote 2300 e 2600 m almeno: trincee, fratture aperte e scarpate anomale coinvolgono comunque la cresta NW della Becca di Giasson, che sovrasta la frana, nonché i depositi glaciali della parte alta del bacino, fino almeno a 2800 m di quota.

Sono evidenti in tutto il settore grandi trincee in roccia, con apertura anche superiore a 20 m subparallele al versante (direzione NNE-SSW ca.), a cui si accompagna uno sciame, ad esse parallelo, di fratture aperte e trincee minori, con apertura da alcuni decimetri ad alcuni metri e profondità di ordine pluridecametico. Le fotografie delle pagine seguenti illustrano questi aspetti.

L'insieme di queste fratture determina un ammasso roccioso completamente disarticolato alla scala del versante, come è evidente anche percorrendo il sentiero che corre a mezza costa lungo il pendio, intorno a 2400 m di quota. Anche alla scala dell'affioramento l'ammasso roccioso è spesso completamente disarticolato e interessato in più punti da crolli recenti, di cui sono ancora perfettamente visibili le nicchie di distacco.

Lo stato di attività della parte superiore della frana di Mont Blanc è testimoniato anche dalla presenza, lungo la bastionata rocciosa che costituisce il fronte della massa in movimento, di crolli in roccia recenti e di frane nei depositi glaciali che ricoprono il substrato prequaternario dislocato. Questi dissesti suggeriscono che la massa rocciosa è soggetta a movimenti attivi che determinano la disarticolazione e il cedimento progressivo delle sue porzioni frontali.

È da segnalare il fatto che trincee e scarpate coinvolgono sia i depositi quaternari che ricoprono la parte superiore del versante, sia la coltre erbosa, con tracce di rottura piuttosto recenti (zolle erbose dislocate, con fratture non ancora colmate di terra o rimodellate), a conferma della presenza di movimenti attivi a carico del versante.

In definitiva, è possibile suddividere la frana di Bério-Ross in due parti, di cui quella basale (paleofrana) quiescente, ma soggetto a a erosione da parte del T. Dora e quella superiore caratterizzata da movimenti attivi di entità e profondità ad oggi non definite. Una stima approssimativa del volume di roccia coinvolto potrebbe aggirarsi intorno a un valore minimo di 8 · 106 mc; si tratta comunque di una stima puramente indicativa.

Ad oggi, non esiste una cartografia geologica di dettaglio di questo fenomeno gravitativo; valutazioni più accurate sullo stato di stabilità del versante, sul volume di roccia coinvolto e sull'estensione in profondità dei movimenti potranno essere eseguite solo a valle di uno studio di dettaglio.



Foto 1 – Blocchi di frana in sinistra del T. Vaudet, sepolti dal conoide (C) del T. de Mont Blanc, visibile in primo piano. A: accumulo principale di frana in destra orografica. La linea tratteggiata indica il limite approssimativo tra i due tipi di deposito detritico.

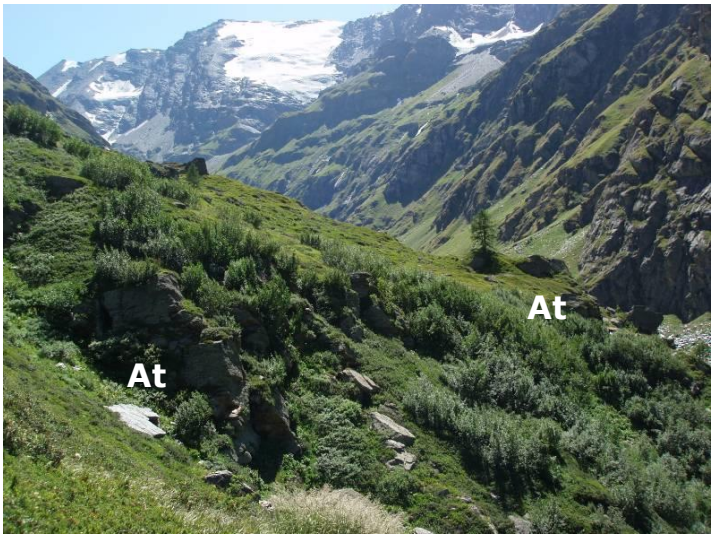


Foto 2 – Affioramenti rocciosi traslati (At) nel corpo di frana.



Foto 3 – Parte superiore dell'accumulo di frana a morfologia convessa e prominente rispetto al pendio.

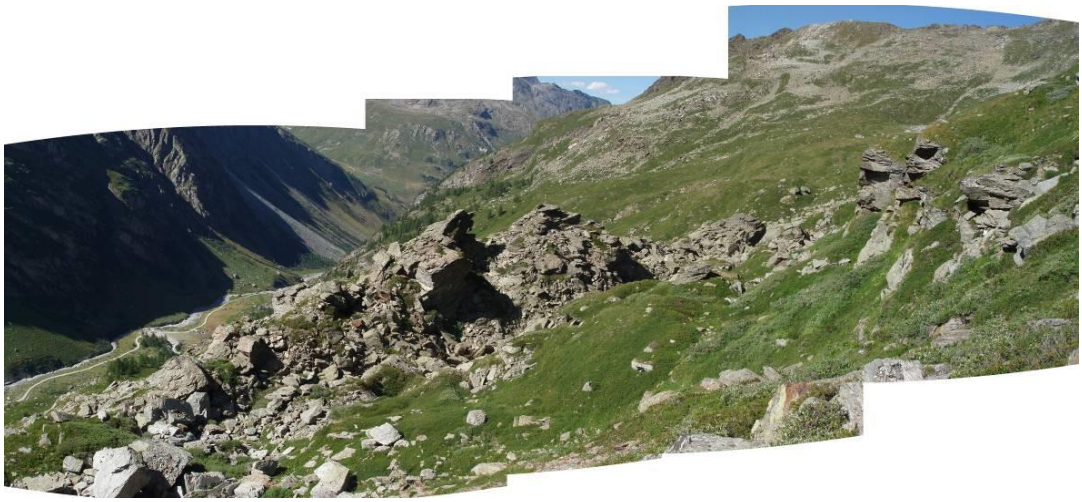


Foto 4 – Pendio in frana a quota 2320 m: trincee in roccia con apertura decametrica.

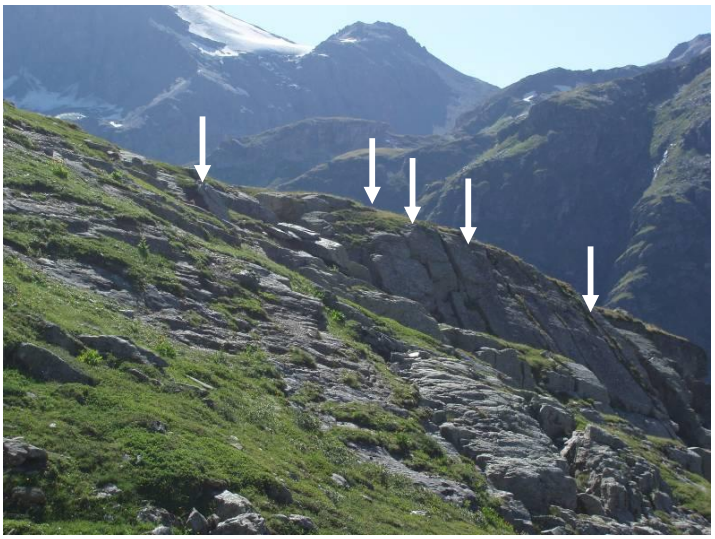


Foto 5 – Fratture aperte in roccia con andamento parallelo alle trincee principali.



Foto 6 - Trincee in roccia.



Foto 7 - Trincee in roccia.

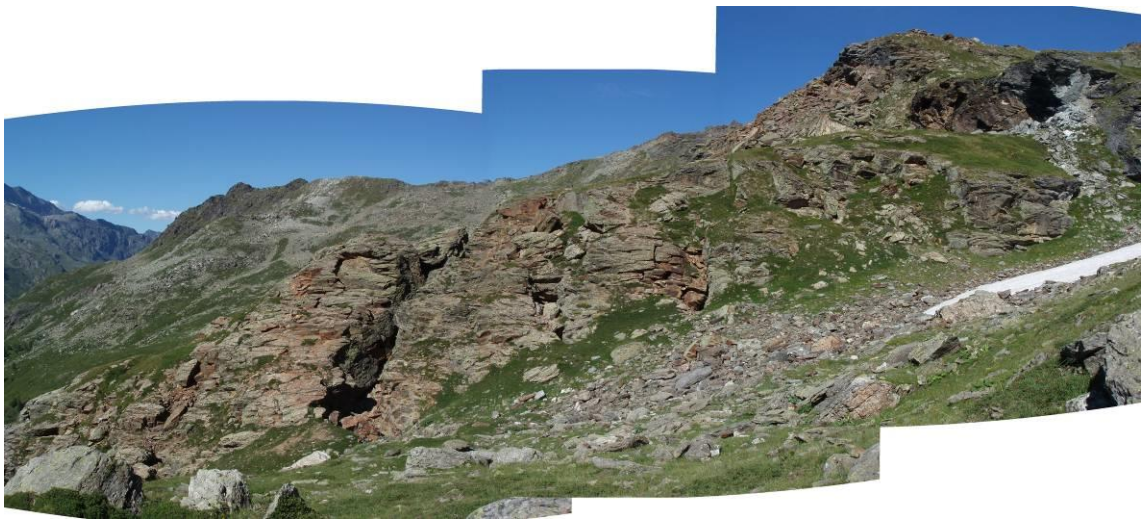


Foto 8 - Trincee in roccia.



Foto 9 – Rotture della coltre erbosa.

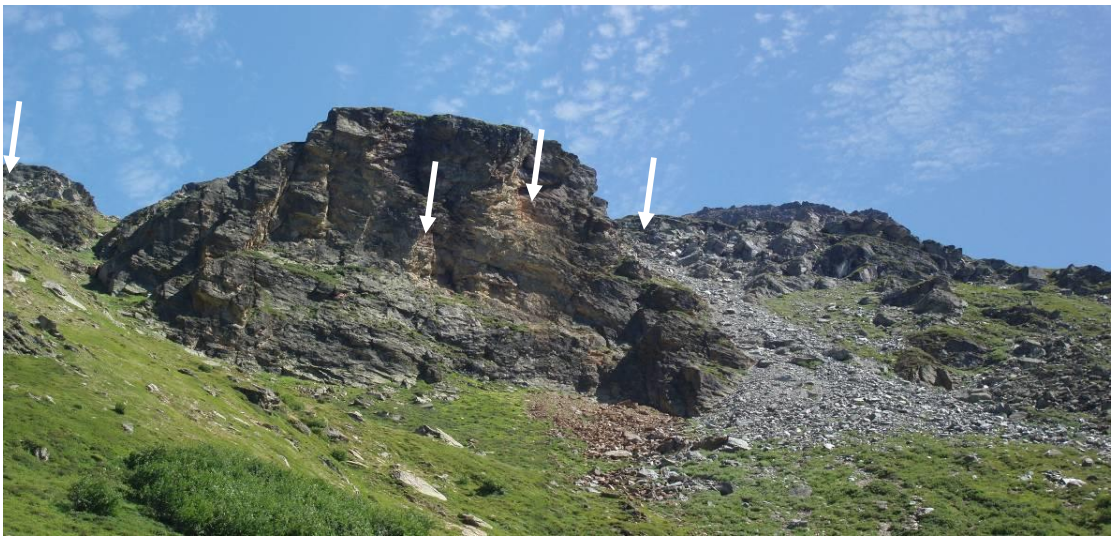


Foto 10 – Bastionata rocciosa nella parte frontale della DGPV, con diverse nicchie di crolli recenti.



Foto 11 – Depositi di crollo recenti sovrapposti alla parte alta dell'accumulo principale, più antico.



Foto 12 – Trincee nei depositi glaciali che ricoprono il versante.



Foto 13 – Trincee nei depositi glaciali che ricoprono il versante.

3.3 Confronto tra le due soluzioni progettuali previste alla luce dei nuovi dati geologici

Sintetizzando, le due soluzioni che erano state valutate in sede di progetto preliminare, cioè 1) la condotta in trincea in destra Dora lungo la strada per il Rif. Bezzi e 2) la galleria di derivazione in sinistra, sono caratterizzate dall'interferenza con due diversi fenomeni di DGPV.

Le nuove conoscenze acquisite sulla DGPV del Mont Quart indicano che:

- la DGPV si estende fino al piede del versante e oltre il fondovalle attuale; essa quindi deve necessariamente intersecare l'asse della galleria;
- il fenomeno è attivo, con spostamenti dell'ordine di diversi mm/anno;
- i dati ad oggi disponibili sono esclusivamente dati di superficie, non si dispone quindi di nessuna informazione diretta, derivante da sondaggi profondi e indagini geofisiche, tale da fornire indicazioni sullo stato degli ammassi rocciosi lungo il tracciato della galleria, sull'entità dei probabili movimenti e sulle conseguenze che tali movimenti hanno sull'opera in sotterraneo.

Dall'altro lato, si riconferma quanto era stato osservato per la DGPV/paleofrana di Bério-Ross, cioè:

- che il tracciato della condotta lambisce il piede dell'accumulo basale stabilizzato
- che questo accumulo è potenzialmente vulnerabile da fenomeni erosivi da parte di piene eccezionali della Dora di Valgrisenche
- che sono probabilmente presenti, nell'accumulo, lenti movimenti di creeping testimoniati da morfologie ondulate, ma di cui non si ha nessuna indicazione strumentale;
- che è opportuno procedere a uno studio di maggiore dettaglio del fenomeno per valutarne l'estensione e le condizioni di pericolosità.

Tuttavia, rivalutando le due soluzioni progettuali alla luce dei nuovi dati, a nostro avviso quanto è stato descritto con grande dettaglio e precisione per la DGPV del Mont Quart sconsiglia la scelta della soluzione in galleria, e questo per il preciso motivo che a) il fenomeno si estende oltre il fondovalle, in una misura che non è dato conoscere, e b) non si dispone di alcuna indagine diretta per trarre delle conclusioni definitive.

Alla luce di questi fatti, la soluzione in destra, pur con le sue criticità già ampiamente sottolineate, appare preferibile, poiché tali criticità possono essere molto più facilmente gestite. Da un lato infatti, è possibile realizzare delle opere di difesa spondale adeguatamente dimensionate, in modo da proteggere la parte basale della paleofrana e la condotta interrata da fenomeni erosivi ad opera del torrente. Dall'altra, anche in presenza di eventuali lenti movimenti di creeping (ancora da dimostrare), intervenire su un'opera superficiale come la condotta interrate risulta molto meno oneroso e complicato rispetto a un intervento di ripristino di una condotta in galleria.

Sono noti diversi casi di gallerie di derivazione idroelettrica interessati da movimenti legati a deformazioni gravitative profonde nella Alpi; uno di tali esempi riguarda l'impianto ENEL di Lanzada in Valmalenco (SO), dove i movimenti hanno creato nel tempo il disassamento della galleria di derivazione, richiedendo ripetuti fermi impianto per procedere al ripristino dei rivestimenti e alla sigillatura di perdite, senza contare la componente di rischio aggiuntiva rappresentata dalla fuoriuscita di acqua dalla galleria entro un ammasso già di per sé instabile.

Per tali ragioni, una rianalisi dei rischi relativi all'operatività a lungo termine dell'impianto, fatta alla luce delle nuove informazioni acquisite, fa propendere per la soluzione in esterno; questo ovviamente senza che vengano meno i rischi e le relative prescrizioni per la loro mitigazione, che erano già state ampiamente descritte in fase di progetto preliminare.

4 CONCLUSIONI

La soluzione di condotta in esterno è compatibile con le cartografie attualmente adottate, richiedendo però a nostro avviso un aggiornamento sulla zona in paleofrana/DGPV di Bério-Ross, sul versante destro della Valgrisenche per la parte relativa ai contenuti dell'Art. 35 della L.R. 11/98 e s.m.i. (terreni sede di frane).

Nonostante la compatibilità accertata, tale soluzione presenta una vulnerabilità geomorfologica che richiede opportuni interventi di mitigazione.

Nondimeno, alla luce delle nuove conoscenze acquisite, tale soluzione risulta preferibile a quella in galleria, poiché quest'ultima è condizionata da una forte incertezza, emersa in seguito allo studio di dettaglio della DGPV del Mont Quart.

Tale incertezza riguarda soprattutto:

- il fatto che la DGPV è dichiarata estendersi fin oltre il fondovalle del Grand'Alpe, andando quindi necessariamente a interferire con la galleria;
- il fatto che tale DGPV è definita come attiva, con un paragone diretto addirittura con la nota DGPV di Beauregard;
- la totale assenza di informazioni e indagini di sottosuolo;
- i costi che deriverebbero dall'intraprendere una campagna di indagini esaustiva (senza peraltro la garanzia che il problema possa poi trovare una soluzione progettuale).

Per quanto riguarda la deformazione gravitativa attiva di Bério-Ross sono auspicabili, a giudizio degli scriventi, degli approfondimenti di studio, volti a definire con precisione, da un lato, geometrie e volumi in gioco, dall'altro, la dinamica del fenomeno e i possibili scenari evolutivi e di rischio. Va comunque sottolineato ancora una volta che, ad oggi, il modello geologico della DGPV di Bério-Ross è noto solo nelle sue linee generali. Ogni ulteriore considerazione e scelta progettuale dovranno essere accompagnate da un approfondimento di analisi del fenomeno.

Saint Christophe, 23/06/2015

GDP consultants

Dott. Geol. L. Delle Piane