

Relazione geologica

Studio di compatibilità

Comune di: **CHAMPDEPRAZ (AO)**

Commune de:



Committente: **DEVAL S.p.A. a s.u.**

Committant:



Oggetto: **Lavori di interrimento linea per allaccio utenza nel comune di
Champdepraz**
Objet:
CONTRATTO 5700000035

Data: **AGOSTO 2024 (rev.1)**

Date:

Cod. lavoro: **2407-CDP-D**

Cod. travail:

Tecnici: **Dr. Geol. Andrea Bussi – Dr. Geol. Michel Luboz**

Techniciens:

GEOALPS STUDIO ASSOCIATO

DOCUMENTO FIRMATO DIGITALMENTE



G E O A L P S

S T U D I O A S S O C I A T O

Geol. Andrea Bussi - Geol. Michel Luboz

GEOALPS STUDIO ASSOCIATO

Sede legale - via Croce di Città n.56 11100 Aosta (AO)

Sede operativa - Loc. Pont Suaz n.83 11020 Charvensod (AO)

P.IVA e CF 01189240078

Tel 320/4565701 – 340/2342597

Mail tecnici@geoalps.it – PEC: geoalps@pec.geoalps.it

Sito web: www.geoalps.it

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3	LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE E DESCRIZIONE SINTETICA INTERVENTI	6
4	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	9
4.1	Caratteristiche geomorfologiche.....	9
4.2	Caratteristiche geologiche.....	12
4.2.1	Substrato roccioso.....	13
4.2.2	Coperture sedimentarie quaternarie	16
4.3	Caratteristiche idrogeologiche	17
5	CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE	20
5.1	Volume significativo	20
5.2	Parametri sismici	20
5.2.1	Categoria di sottosuolo	21
5.2.2	Stima Parametri geotecnici	21
5.2.3	Parametri di classificazione.....	22
5.2.4	Parametri fisici.....	24
5.2.5	Parametri geotecnici	26
5.3	Analisi dei fronti di scavo.....	27
5.4	Materiale derivante lo scavo	27
6	COMPATIBILITÀ DELL’INTERVENTO AI SENSI DELLA L.R. 11/98 E S.M.I.	28
6.1	Classificazione urbanistico-edilizia dell’intervento	28
6.2	Caratterizzazione dei vincoli della L.R. 11/1998.....	28
6.3	Valutazione dell’ammissibilità dell’intervento	30
6.4	Individuazione e illustrazione delle dinamiche e della pericolosità dei fenomeni	31
6.5	Valutazione della vulnerabilità dell’opera e definizione degli interventi di riduzione della pericolosità	43
7	INDICAZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI.....	45
8	CONCLUSIONI.....	49
	ALLEGATO 1 - Indagine MASW per definizione V_{seq}	

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

1 PREMESSA

La presente relazione geologica relativa alla progettazione dei lavori di interramento linea per allaccio utenza con costruzione di una nuova cabina elettrica nel Comune di Champdepraz, è stato redatto su incarico della committente società DEVAL S.p.A. a s.u. con contratto n. 5700000035.

In particolare questo studio è stato svolto, a seguito delle osservazioni effettuate in sito e delle informazioni raccolte nel corso del sopralluogo, unite alla consultazione degli studi pregressi, per definire le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area oggetto di indagine e dei settori interessati dalla realizzazione delle opere previste e per fornire, infine, i criteri geologico-tecnici per le soluzioni costruttive.

Dall'esame della Cartografia Prescrittiva comunale degli Ambiti Inedificabili ai sensi della L.R. n°11 del 6 Aprile 1998 e successive modificazioni ed integrazioni risulta che gli interventi:

- **ricadono** in terreni sedi di frane (art.35/1) in **zona F1, F2 e F3**;
- **ricadono** in terreni sedi di fenomeni di trasporto in massa (art.35/2) in **zona DF1 e DF2**;
- **ricadono** in terreni soggetti a rischio di inondazioni (art.36) in **fascia FA e FC**;
- non ricadono in terreni soggetti a rischio di valanghe e slavine (art.37).

Tale approfondimento sarà trattato nello specifico studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente in cui verrà valutata la coerenza delle opere in progetto con gli ambiti inedificabili della L.R. 11/98 e s.m.i. (vedi capitolo 6).

Si evidenzia infine che gli interventi:

NON RICADONO

- in zone soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.
- RD 523/1904

RICADONO

- nella fascia di rispetto dei corsi d'acqua Art.41 della L.R. 11/98 e s.m.i.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il presente elaborato fa riferimento alle seguenti normative di settore:

- D.M. 17 gennaio 2018 Aggiornamento “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP “Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.
- L.R. 6 aprile 1998, n.11 e s.m.i. “Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d’Aosta”.
- D.G.R. 10 ottobre 2008, n. 2939 “Approvazione delle nuove disposizioni attuative della Legge Regionale 6 aprile 1998 n.11 previste agli artt. 35, 36 e 37 in sostituzione dei capitoli I, II e III dell’allegato A alla Deliberazione della Giunta Regionale 15 febbraio 1999, n. 422 e revoca della Deliberazione della Giunta Regionale n.1968/2008”.
- D.G.R. 12 aprile 2021, n. 378 “Approvazione delle tipologie e caratteristiche delle trasformazioni urbanistiche o edilizie, ai sensi dell’articolo 59, comma 4, della L.R. 11/1998. Revoca della DGR 966/2019”
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”.
- D.P.R 13 giugno 2017, n.120 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164.”
- L.R. 31 luglio 2012, n.23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”
- D.G.R. 4 ottobre 2013, n.1603 “Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all’art.3 comma3, della Legge regionale 31 luglio 2012, n.23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”. Revoca della DGR n.1271 del 2 agosto 2013”
- D.G.R. 1 agosto 2014, n.1090 “Approvazione dell’atto di indirizzo per l’individuazione degli interventi privi di rilevanza ai fini della pubblica incolumità, ai sensi dell’art. 3, comma 3, lettera e, della legge regionale 31 luglio 2012, n. 23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”. Sostituzione degli allegati n. 4 e n. 6.2 alla deliberazione della giunta regionale n. 1603 del 4 ottobre 2013”.
- R.D.L. 30 dicembre 1923 n.3267 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani” (Vincolo idrogeologico)
- D.G.R. 23 novembre 2020, n.1197 “Approvazione, ai sensi della L.R. 3/2020, delle procedure per il rilascio del provvedimento autorizzativo relativo agli interventi e alle

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

attività ricadenti in zone soggette a vincolo idrogeologico, ai sensi del RDL 3267/1923 e individuazione degli interventi e delle attività non soggette a regime autorizzatorio”

- R.D. 25 luglio 1904, n.523 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”.
- D.G.R. 23 novembre 2020, n. 1195 “Approvazione delle procedure tecnico-amministrative relative al rilascio delle autorizzazioni e delle concessioni idrauliche per l'utilizzo delle superfici dei beni appartenenti al demanio idrico nel territorio valdostano, delle modalità di determinazione dei canoni e del tariffario da applicare nel corso del triennio 2021/2023”.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

3 LOCALIZZAZIONE AREA DI INDAGINE E DESCRIZIONE SINTETICA INTERVENTI

L'intervento prevede la realizzazione di 1 nuova cabina elettrica e due colonnine BT in corrispondenza dell'area di sosta sulla destra della SR n.6 in località Champdepraz e la posa di 2 cavi MT dalla cabina sino alla località Fabrique per comprensivi circa 630 m. Si prevede scavo in trincea interamente lungo viabilità esistente; nel dettaglio l'intervento si localizza in località Champdepraz lungo un tratto della SR n.6 e della viabilità comunale sino al cimitero comunale, in località Fabrique in corrispondenza della strada comunale interna all'abitato e sulla viabilità vicinale sterrata che collega i due abitati. La cabina necessita di scavo per messa in opera di fondazione con profondità di circa 50cm.

L'intervento è mirato al miglioramento e all'implementazione della rete presente e si prevedono la parziale demolizione del muro di contenimento esistente, la realizzazione di nuova muratura, la realizzazione della nuova cabina e l'interramento di cavi MT tramite scavo in trincea. Per maggiori dettagli relativi alle opere si rimanda agli elaborati di progetto.

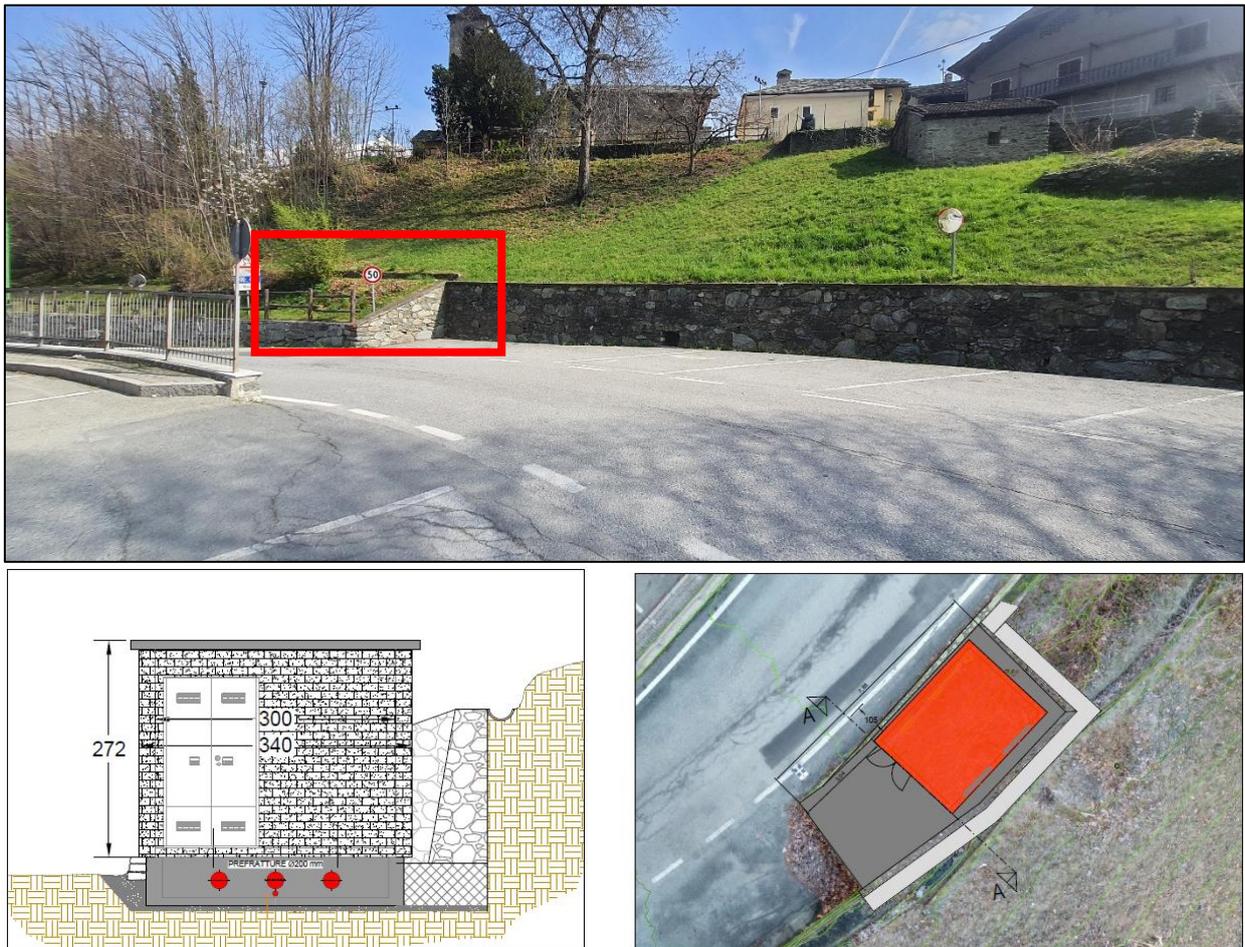


FIGURA 3-1 AREA DI IMPOSTA DELLA CABINA E STRALCIO PLANIMETRIA DI PROGETTO

GEOALPS STUDIO ASSOCIATO

Via Croce di Città 56, 11100 Aosta (Ao), Loc. Pont Suaz 83, 11020 Charvensod (Ao)

P.Iva e C.F. 01189240078

Tel: 3204565701 - 3402342597 - Fax: 0165-31363

e.mail: tecnici@geoalps.it PEC: geoalps@pec.geoalps.it Sito web: www.geoalps.it



STUDIO ASSOCIATO

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

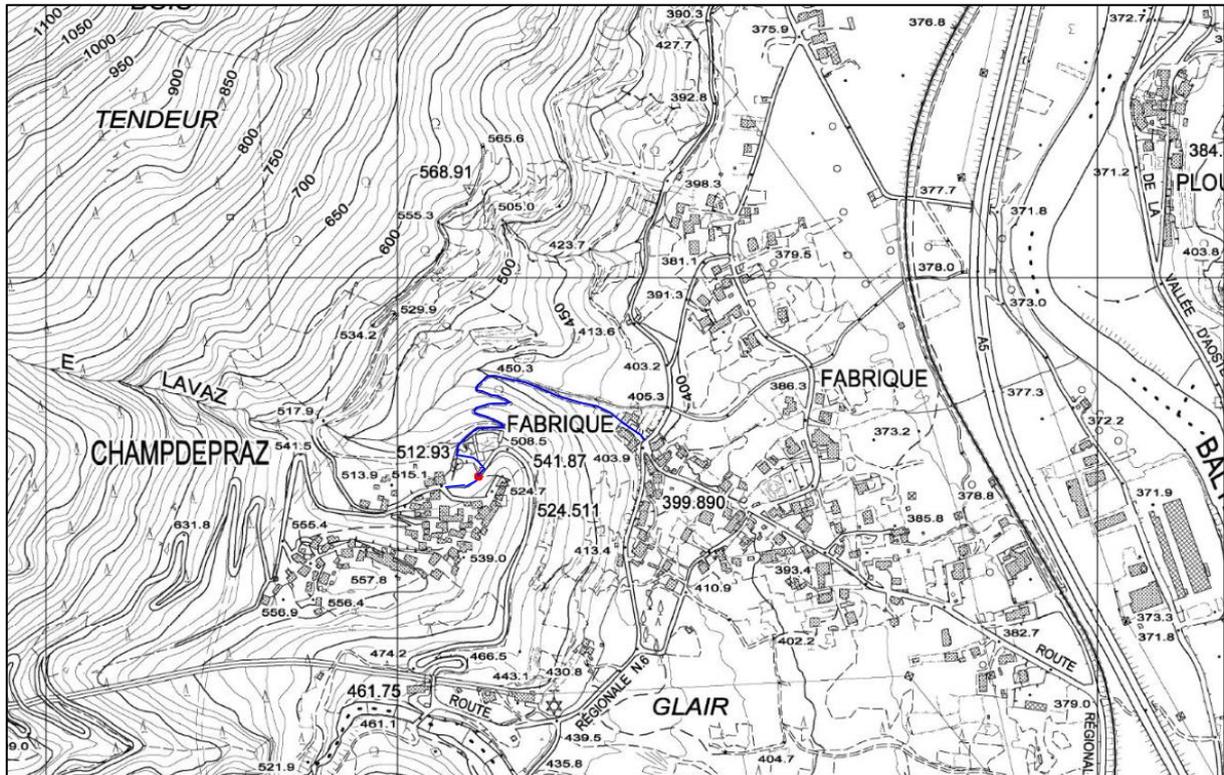


FIGURA 3-2 LOCALIZZAZIONE INTERVENTI IN PROGETTO SU BASE CTR (GEONAVIGATORE SCT)



FIGURA 3-3 LOCALIZZAZIONE INTERVENTI IN PROGETTO SU BASE FOTO AEREA 2021 (GEONAVIGATORE SCT)

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



FIGURA 3-4 VISTA DEL SITO IN ESAME SU PITTOMETRO (GEONAVIGATORE SCT)

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

4 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

4.1 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Gli interventi in oggetto si inseriscono sul versante in destra idrografica della Dora Baltea inciso dal torrente Chalamy e dal torrente Perodaz e Lavaz e l'area di studio risente delle caratteristiche litologiche e strutturali del substrato roccioso che favoriscono i differenti processi morfogenetici che si sono instaurati e che hanno determinato l'attuale conformità del versante.

In particolare, il versante in esame, posto in destra idrografica della valle principale della Dora Baltea, è inserito all'interno della grande unità tettonica del Complesso Multifalda della *Zona Piemontese* del Sistema Pennidico che è suddivisa in due unità: *Unità di Zermatt-Saas* (inferiore) e *Zona del Combin* (superiore). Il versante indagato ricade nell'*Unità di Zermatt-Saas*, unità inferiore eclogitica e retrocessione in facies scisti verdi, dominata da unità ofiolitiche (prasiniti e serpentiniti).

L'aspetto geomorfologico attuale, impostato su tale contesto geologico, è il risultato dell'azione e della combinazione dei diversi processi morfogenetici che si sono succeduti nel tempo. In particolare il versante in cui si inserisce il settore di studio è rappresentato da una morfologia glaciale originatasi dall'azione delle pulsazioni glaciali del Ghiacciaio Balteo e di quello del vallone di Chalamy su cui si è sovrainposta l'azione della gravità e delle acque superficiali.

Il primo agente morfogenetico che ha determinato la configurazione attuale del territorio è rappresentato, dunque, dal ghiacciaio balteo che ha modellato la valle principale e del suo tributario, durante le sue diverse fasi di avanzata e ritiro (pulsazioni glaciali) in concomitanza con il sollevamento tettonico. In particolare si evidenzia che il ghiacciaio di Chalamy, le cui masse glaciali drenavano verso Est (con esposizione favorevole al glacialismo sui versanti esposti a Nord), si ritirava dal fondovalle principale dopo il locale ritiro del ghiacciaio balteo.

L'azione erosiva dell'apparato glaciale ha determinato da un lato un processo di erosione a carico del substrato di fondo e delle pareti che lo conteneva lateralmente, con trasporto dei materiali che si accumulano sulla superficie glaciale e che si localizzavano al di sotto della massa glaciale e dall'altro, durante le fasi di ritiro, un processo di sedimentazione dei materiali trasportati. Tra le forme erosive si distingue la forma tipica della valle con profilo trasversale a "U" con fondovalle relativamente largo e pianeggiante, in cui scorre la Dora Baltea, e da ripidi pendii. I depositi glaciali non presentano morfologie specifiche, ma ricoprono con spessore variabile i versanti, tuttavia si distinguono localmente massi erratici di maggiori dimensioni. Si evidenzia che in corrispondenza del fondovalle balteo i depositi glaciali risultano essere sovrapposti da lembi di depositi di contatto glaciale e da depositi detritici-alluvionali.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

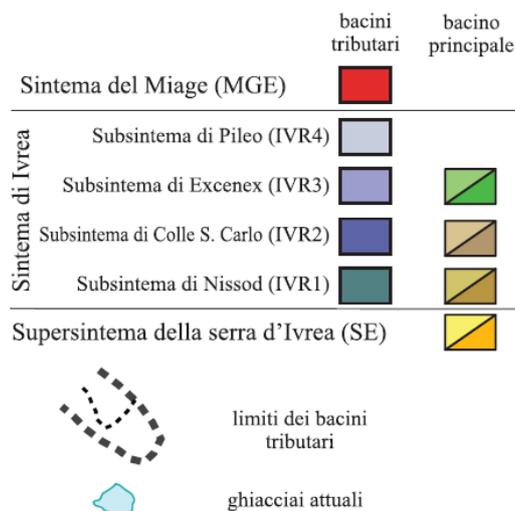
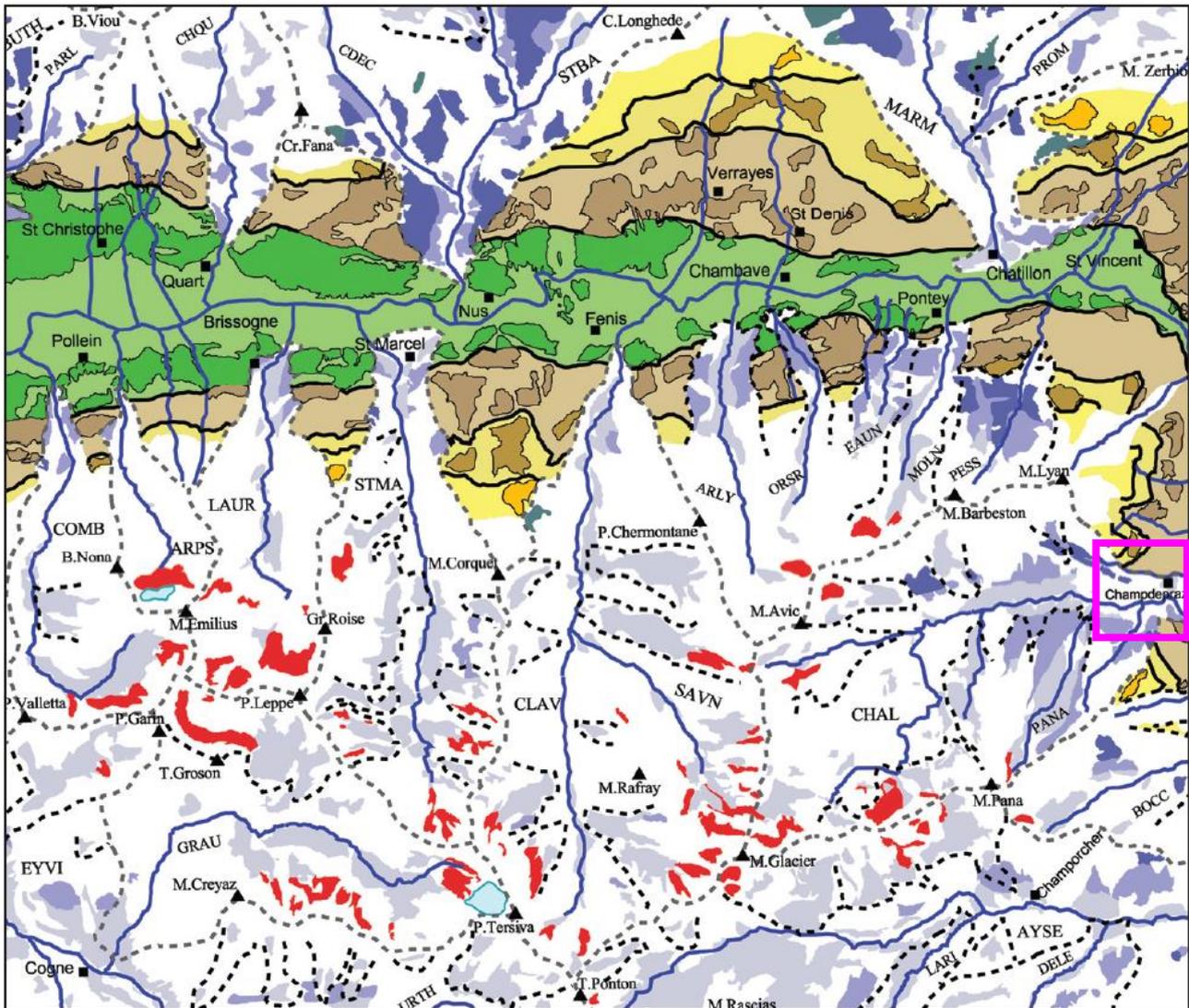


FIGURA 4-1 SUDDIVISIONE DEI DEPOSITI QUATERNARI IN BASE AI BACINI DI PROVENIENZA, IN MAGENTA LO SBOCO VALLIVO DEL VALLONE DI CHALAMY (FONTE ISPRA-CARG)

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Successivamente al ritiro dei ghiacciai si sono instaurate le condizioni legate principalmente alla dinamica di tipo torrentizio-fluviale della Dora Baltea e dei corsi tributari tra i quali il Torrent Chalamy e del Torrent Perodaz e Lavaz e che hanno determinato l'assetto geomorfologico attuale del versante

All'azione erosiva del corso d'acqua principale della Dora Baltea, si riscontrano principalmente processi di sedimentazione, inizialmente, di tipo fluvioglaciale e, in seguito, prettamente di tipo alluvionale, che si sono impostate sui precedenti depositi di origine glaciale, che ha dato origine alla pina di Verrès-Issogne. La Dora Baltea, nel tratto d'asta investigato, è caratterizzata da un'energia medio-bassa dovuta alla non eccessiva pendenza del suo alveo che determina principalmente processi di trasporto e di erosione mentre la deposizione risulta essere un evento breve nella storia evolutiva dell'area e coincidente con la fase di esaurimento degli eventi di piena.

Per quanto riguarda il reticolato idrografico minore del versante, nel suo complesso, può essere considerato ad uno stadio piuttosto giovanile; infatti, il corso d'acqua principale, Torrent Chalamy, così come il torrente Perodaz e Lavaz, risulta avere un andamento per lo più rettilineo, orientato secondo la linea di massima pendenza. Mentre il T.Chalamy presenta portate ordinarie modeste e variabili stagionalmente in base agli apporti meteorici e di fusione nivale, il torrente Perodaz e Lavaz è caratterizzato da un corso d'acqua effimero che non ha portata permanente e risulta attivabile episodicamente solo in seguito ad eventi di precipitazioni particolarmente intensi e duraturi, in cui convergono e confluiscono le acque del ruscellamento diffuso e di scioglimento nivale. Il trend evolutivo dei processi legati alle acque superficiali dei corsi d'acqua risulta essere in netta prevalenza erosivo e di trasporto, con eventi accidentali e brevi di sedimentazione, localizzate nei settori meno acclivi. In particolare si evidenzia che successivamente al ritiro del ghiacciaio balteo e di quello vallivo, i corsi d'acqua hanno approfondito progressivamente i propri alvei incidendo le coperture e il substrato roccioso e in corrispondenza del fondovalle balteo, hanno determinato la formazione di interdigitazioni tra i depositi detritico-alluvionali di conoide con i depositi caratteristici della piana alluvionale della Dora Baltea.

Attualmente si evidenzia che le portate, generalmente modeste, risultano essere suscettibili ad incremento nel periodo del disgelo o in occasione degli eventi meteorici ed implicano un'erosione concentrata lungo l'incisione con conseguente trasporto di materiale sciolto, di norma molto ridotto in quantità, e limitato a granulometrie medio-fine. Solo in occasioni di periodi prolungati di piogge intense, vi è un aumento considerevole delle portate che possono determinare il manifestarsi di fenomeni di piena con i corsi d'acqua che prendono in carico il materiale presente all'interno o in prossimità dell'alveo e lo depositano durante la fase di esaurimento nei settori a moderata acclività e principalmente in corrispondenza del fondovalle balteo.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Tra i processi morfogenetici attualmente riscontrabili sull'area di intervento, oltre alla potenziale dinamica del T. Perodaz e Lavaz, si evidenziano quelli connessi all'azione delle acque superficiali non incanalate in particolare sul versante a valle dell'abitato di Champdepraz.

Nel dettaglio, in occasione di abbondanti precipitazioni e allo scioglimento nivale, a saturazione dei livelli più superficiali del deposito, le acque meteoriche vengono a concentrarsi nei settori più superficiali generando fenomeni di ruscellamento diffuso, che dilavano il versante, e processi di erosione concentrata dove le acque superficiali tendono a convogliarsi. In corrispondenza dei settori di pendio a maggiore acclività ed energia potenziale, l'azione combinata delle acque superficiali e della gravità può determinare l'insorgere di potenziali fenomeni di fluidificazione e smottamenti localizzati per aumento del peso di volume e per la formazione di sovrappressione dell'acqua interstiziale, con conseguente potenziale perdita di resistenza e mobilitazione dello strato di deposito più superficiale.

4.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

La catena alpina, nel settore nord-occidentale, è costituita da una sequenza di sistemi tettonici traslati verso l'avampaese europeo. Tali elementi strutturali maggiori, in cui sono riuniti gruppi di falde caratterizzate da un'analogia storia cinematica, sono, in successione dall'alto verso il basso e procedendo dall'interno della catena verso l'esterno:

- Sistemi tettonici dell'Austroalpino
- Sistemi della Zona Pennidica
- Sistema Elvetico-Ultraelvetico

Dal punto di vista geologico, l'area di interesse si inquadra all'interno dell'unità tettonica denominata Zona Piemontese del Sistema Pennidico. Si tratta di un'unità ofiolitica (formata da rocce di fondo oceanico e relative coperture) composta da due elementi separati: l'elemento inferiore, o zona Zermatt-Saas, all'interno del quale ricade l'area in esame, è costituito da prevalenti rocce basiche ed ultrabasiche, in facies eclogitica (serpentiniti, metagabbri, oficalci), con subordinate coperture (calcescisti); l'elemento superiore, o zona del Combin, è invece costituito da prevalenti calcescisti con subordinati elementi ofiolitici (pietre verdi) di basso grado metamorfico. Tra i due elementi è tettonicamente interposta una sottile unità formata da quarziti, dolomie, carniole e marmi denominata Unità Pancherot-Cime Bianche-Bettaforca; quest'unità, è solitamente facilmente individuabile per il contrasto cromatico con le rocce circostanti.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

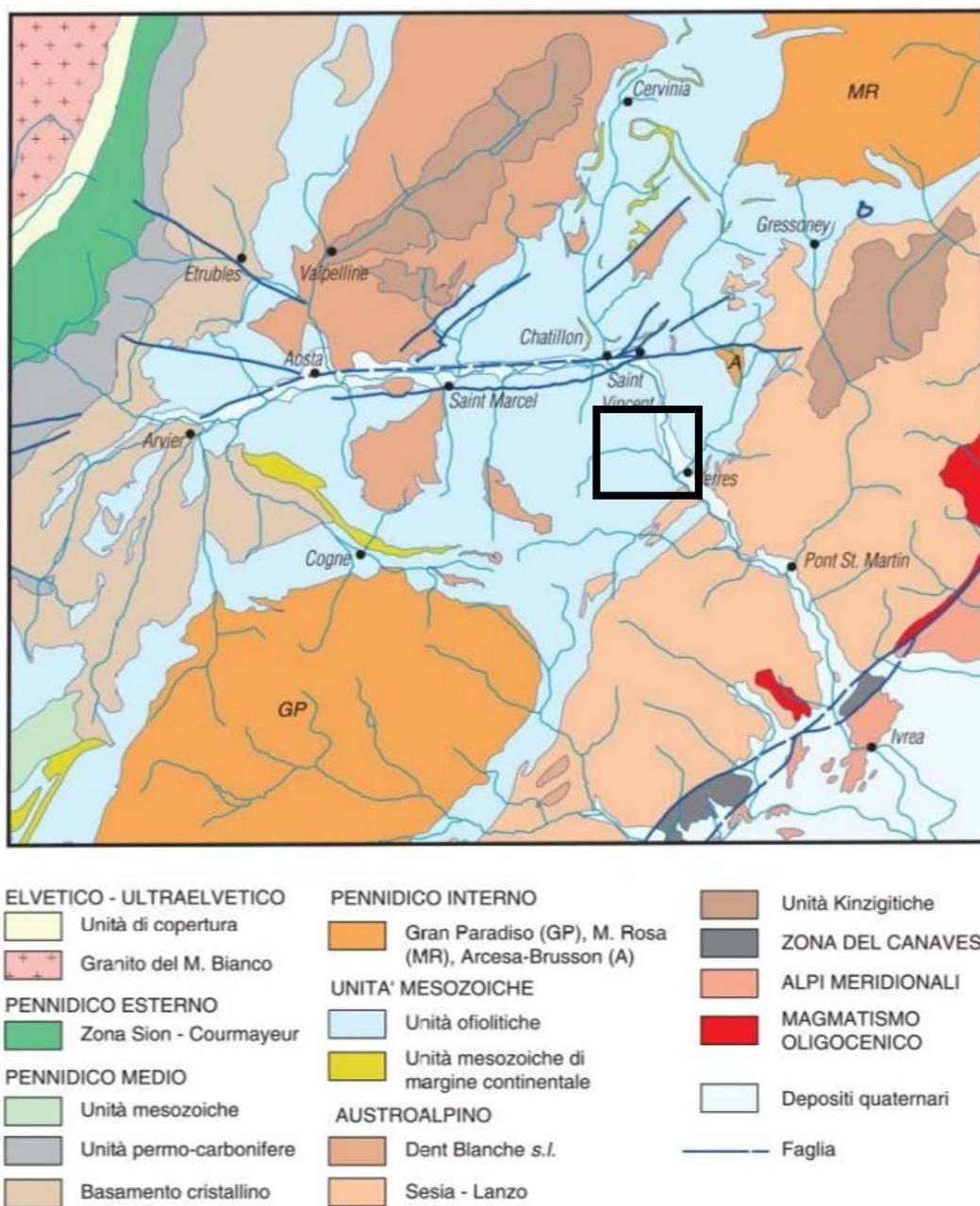


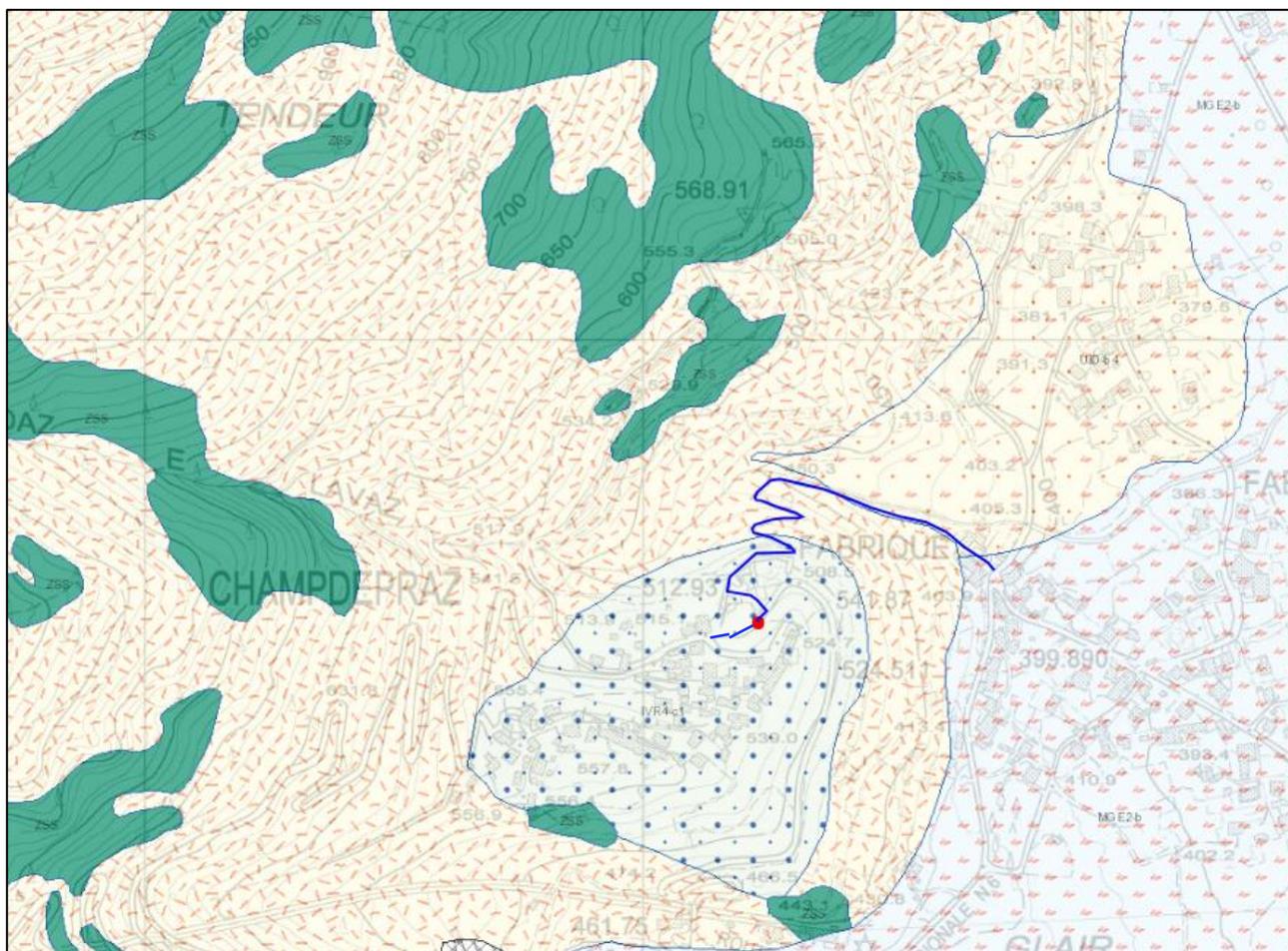
FIGURA 4-2 INQUADRAMENTO TETTONICO REGIONALE CON INDICAZIONE DELL'AREA IN ESAME FOGLIO N°91 CHATILLON – PROGETTO CARG

4.2.1 Substrato roccioso

Da analisi di superficie, il substrato roccioso non interferisce con gli interventi in progetto, ma può essere osservato nei settori limitrofi, in particolare in corrispondenza dei settori di versante ad elevata acclività a monte dell'abitato di Champdepraz e alla base del pendio a valle dell'area cimiteriale a destra del T. Perodaz e Lavaz.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Nel dettaglio si evidenziano prevalenti serpentiniti antigoritiche a magnetite, spesso con vistosi aggregati di titanclinohumite-olivina-diopside ± tremolite di età alpina e sottili livelli di cloritoscisti.



Depositi quaternari

DEPOSITI QUATERNARI

MGE2-b - SUBSISTEMA DI LES ILES - deposito alluvionale e fluvio-glaciale - ATTUALE
 SUBSISTEMA DI LES ILES (unità postglaciale p.p., in formazione)
 - Depositi torrentizi degli alvei attuali e dei bassi terrazzi alluvionali; tilli indifferenziati in formazione al margine dei ghiacciai attuali. ATTUALE

IvR4-c1 - SUBSISTEMA DI PILEO - Till indifferenziato - PLEISTOCENE SUP. OLOCENE INF. (LGM p.p. Tardiglaciale)
 SUBSISTEMA DI PILEO - Depositi glaciali (till indifferenziato, di ablazione e di alloggiamento, depositi di frana con trasporto glaciale, "morenico scheletrico sparso") e depositi glacialigenici (di contatto glaciale, glacio-lacustri e fluvio-glaciali), distribuiti nei fondovalle dei bacini tributari. PLEISTOCENE SUP. OLOCENE INF. (LGM p.p. Tardiglaciale)

UID-a - Depositi recenti ed attuali di genesi gravitativa - ATTUALE
 DEPOSITI RECENTI ED ATTUALI DI GENESI GRAVITATIVA - Detriti di falda e di conoide, accumuli di frana e a grandi blocchi; depositi di debris flow, di genesi mista e depositi palustri.

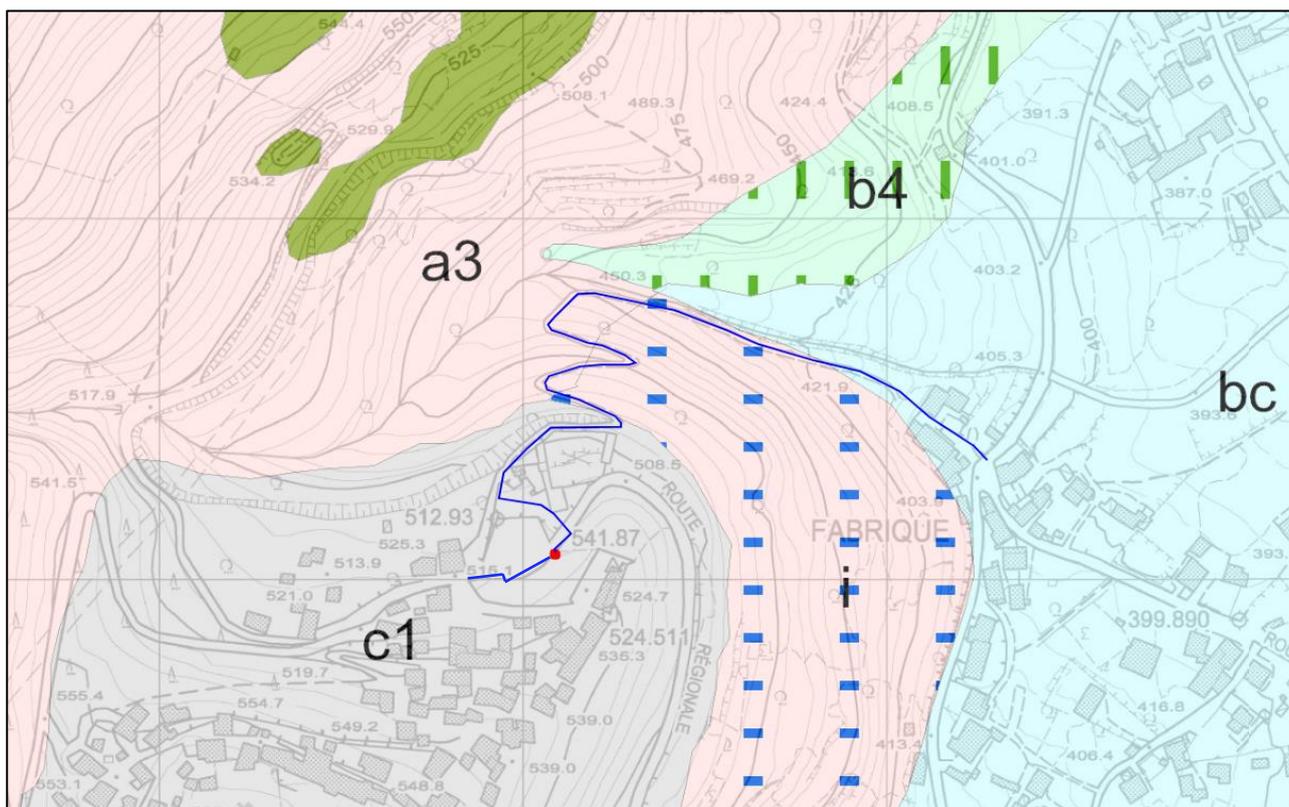
h1 - Deposito di riporto antropico, discarica
 UID-b4 - Deposito di debris flow - ATTUALE
 DEPOSITI RECENTI ED ATTUALI DI GENESI GRAVITATIVA - Detriti di falda e di conoide, accumuli di frana e a grandi blocchi; depositi di debris flow, di genesi mista e depositi palustri.

Substrato pre-quaternario
ZONA PIEMONTESE
 Unità inferiori eclogitiche: Unità di Zermatt Saas e della Grivola-Urtier
Zermatt-Saas

ZSS - Serpentiniti - GIURASSICO-CRETACICO
 Serpentiniti antigoritiche a magnetite, spesso con aggregati di titanclinohumite-olivina-diopside di età alpina e bande centimetrico-decimetriches di cloritoscisti a magnetite

FIGURA 4-3 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DEL FOGLIO 091 "CHATILLON" – PROGETTO CARG (GEONAVIGATORE SCT) – IN ROSSO L'AREA DI INTERVENTO PER LA CABINA, IN BLU PER LA POSA DEI CAVI IN MT

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



Depositi quaternari

DEPOSITI QUATERNARI

	Deposito di debris flow Deposito di debris flow. Sabbie limose con ghiaie, a prevalente supporto di matrice, mal stratificate e poco selezionate, con livelli a grossi blocchi.
	Detrito di falda Detrito di falda.
	Deposito di origine mista Deposito di origine mista. Deposito eterogeneo, con stratificazione grossolana a matrice sabbiosa poco limosa, con intercalazioni di ghiaie e sabbie selezionate
	Deposito di conoide alluvionale/ fluvio-glaciale Deposito di conoide alluvionale e fluvio-glaciale. Ghiaie sabbiose stratificate, a supporto di clasti, con ciottoli arrotondati, embriicati, in matrice sabbiosa medio-grossolana.
	Till indifferenziato Till indifferenziato. Ghiaie sabbioso-limose con blocchi, massive, con clasti da subangolosi a subarrotondati.

Substrato pre-quaternario

ZONA PIEMONTESE (0 - 200000)

Unità inferiori eclogitiche: Unità di Zermatt Saas e della Grivola-Urtier (O2 - 220000)

Zermatt-Saas (O2Z - 221000)

Serpentiniti antigoritiche

Serpentiniti antigoritiche. Serpentiniti antigoritiche a magnetite, spesso con vistosi aggregati di titanclinochumite-olivina-cloropside ± tremolite di età alpina e sottili livelli di cloritoscisti, in corpi chilometrici derivati da peridotiti di mantello (Breithorn-Gobba di Rollin-Monte Rosso di Verra, Avic), con abbondanti filoni rodingitici, e in scaglie minori, scistoso-laminati o milonitici.

FIGURA 4-4 ESTRATTO CARTA GEOLOGICA SCALA 1:10.000 (GEONAVIGATORE SCT) – IN ROSSO L'AREA DI INTERVENTO PER LA CABINA, IN BLU PER LA POSA DEI CAVI IN MT

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



FIGURA 4-5 SUBSTRATO ROCCIOSO ALLA BASE DEL VERSANTE IN DX IDROGRAFICA DEL T. PERODAZ E LAVAZ

4.2.2 Coperture sedimentarie quaternarie

Le formazioni litologiche di età quaternaria sono esclusivamente rappresentate da coperture di spessore variabile di detrito poligenico, la cui differenziazione morfologica e composizionale è legata al differente processo di deposizione ed al grado di rimodellamento.

Come osservabile nell'estratto cartografico precedente, nel settore di versante in esame sono presenti depositi glaciali indifferenziati. Nelle note illustrative del foglio Chatillon 091 della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, le coperture quaternarie sono state suddivise in sintemi, e nel settore oggetto d'indagine affiorano i materiali sciolti appartenenti al Sintema di Ivrea, Subsintema di Pileo.

Il Sintema di Pileo comprende i depositi abbandonati dai ghiacciai nel corso di una fase che si è sviluppato prevalentemente nel Tardiglaciale, ma che copre, verosimilmente, anche la parte finale del LGM (*Last Glacial Maximum*) e in particolare il settore di indagine dal till indifferenziato del ghiacciaio di Chalamy. I depositi glaciali sono costituiti da sabbie ghiaioso-limose massive, molto addensate, con tessitura a supporto di matrice e ciottoli sfaccettati, smussati e striati che ricopre il substrato roccioso con spessori variabili. Questi depositi risultano essere superficialmente rimaneggiati dai processi di dilavamento delle acque superficiali ed in parte dall'azione antropica (area urbana e viabilità) e sono caratterizzati localmente dalla presenza anche di massi erratici di grandi dimensioni.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Sul versante a valle dell'abitato di Champdepraz, in destra idrografica del T. Perodaz e Lavaz, sono contraddistinti da un deposito detritico di genesi mista derivante dall'alterazione in posto della copertura quaternaria e della rielaborazione dei preesistenti depositi da parte delle acque superficiali ruscellanti e della gravità, di fenomeni di reptazione e soliflusso e ricoprono con spessori relativamente limitati i sedimenti indisturbati. Tale sedimento è caratterizzato da frammenti litici eterometrici decimetrici-centimetrici in matrice sabbiosa-limosa in percentuale variabile non addensata. In particolare si evidenzia che il versante risulta rimaneggiato anche dall'azione antropica per la realizzazione e la manutenzione della viabilità rurale, oggetto di intervento.

In corrispondenza dell'impluvio del torrente Perodaz e Lavaz, si riscontra in particolare sul conoide di deiezione, la presenza di un deposito di genesi detritica-torrentizia derivante dalla dinamica delle acque del corso d'acqua. Infatti l'azione prevalentemente risulta di tipo erosiva e di trasporto con mobilitazione dei clasti nell'alveo regimato per rotolamento, strisciamento o saltazione. Questo trend è interrotto dagli eventi che determinano un aumento della portata e dell'energia del corso d'acqua che comportano, successivamente ad una prima fase di erosione e di trasporto, e uno secondo stadio contraddistinto da sedimentazione, per diminuzione della velocità della corrente e/o della pendenza delle aree alluvionate, in caso di tracimazione, o del fondo dell'alveo, dapprima del materiale più grossolano e, poi via-via, degli elementi più fini.

Tale sedimento è costituito da un *diamicton* prevalentemente grossolano con clasti subarrotondati di granulometria variabile dalle sabbie alle ghiaie fino ai ciottoli di dimensioni decimetriche in matrice sabbiosa-limosa. In conoide tali depositi risultano grossolanamente stratificati, con una classazione granulometrica (suddivisione in livelli a differente granulometria) sia in senso verticale che in senso orizzontale rispetto all'asta torrentizia e da monte verso valle. La loro origine è da mettere in relazione coi fattori che hanno variabilmente regolato la dinamica evolutiva del sistema torrentizio: regime di portata, energia di trasporto, divagazioni e tipologia del deflusso.

4.3 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

La situazione idrologica è determinata principalmente dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni e delle rocce, nonché dall'assetto morfologico dell'area. La copertura quaternaria ha una permeabilità generalmente elevata, che varia tuttavia sia lateralmente che verticalmente in base alla composizione granulometrica del deposito a seconda della prevalenza del materiale grossolano o di matrice fine limoso. Nel settore in esame l'azione delle acque superficiali si manifesta come ruscellamento diffuso sul versante, che determina erosione, con rielaborazione delle coperture, trasporto ed accumulo delle particelle fini provenienti dai depositi superficiali, o come flussi idrici concentrati in piccoli rigagnoli dove le acque ruscellanti tendono a convogliarsi. Tale fenomeno si

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

sviluppa in occasioni di forti e abbondanti precipitazioni o allo scioglimento nivale primaverile, quando il processo di percolazione non riesce ad assorbire le acque superficiali che, a saturazione del settore più corticali, si concentrano principalmente sul deposito.

Per quanto riguarda il flusso idrico sotterraneo, questo avviene essenzialmente secondo due modalità:

- all'interno del substrato roccioso con infiltrazione nelle fratture e nelle discontinuità naturali;
- per porosità nei depositi superficiali.

La prima tipologia di scorrimenti di carattere ipogeo non ha continuità spaziale, ma è condizionata essenzialmente dalla struttura tettonica dell'ammasso roccioso che può avere differenti ordini di discontinuità con differenti caratteristiche geometriche, di riempimento e, in conseguenza, di permeabilità.

Il quadro idrogeologico generale dell'area indagata è caratterizzato da una zona di infiltrazione nei settori medio-alti dei versanti con l'approvvigionamento idrico delle acque sotterranee determinato essenzialmente dalla lenta infiltrazione verticale delle acque meteoriche o di scioglimento nivale inizialmente all'interno delle coperture quaternarie e successivamente del substrato roccioso.

Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea all'interno dei depositi quaternari, questa si localizza in prevalenza al contatto tra la copertura ed il substrato roccioso, meno permeabile, o in corrispondenza di livelli limoso-argillosi, senza generare un vero e proprio acquifero, ma generando un flusso idrico verso valle che si può manifestare sul versante con risorgenze diffuse o concentrate e con zone di ristagno; nel settore oggetto di intervento non si evidenziano emergenze idriche e non sono perimetrate aree di tutela delle sorgenti.

Il torrente Perodaz e Lavaz è un affluente in sponda destra della Dora Baltea, che confluisce nel suo ricettore a valle della località Fabrique, in comune di Champdepraz. Il bacino, completamente naturale, sotteso dal corso d'acqua, la cui sezione di chiusura è a monte dell'abitato di Fabrique, si estende per 1.656 kmq, e si sviluppa tra la quota massima di 1915 m slm e la quota minima di 404 m slm. Il torrente ha uno sviluppo totale di circa 2.50 km, ed è caratterizzato nel suo tratto di valle da un'importante opera di canalizzazione, il cui tracciato è di circa 900 m. Questa opera ha determinato una deviazione (quota 450 m s.m. circa) del deflusso dal tracciato originario.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

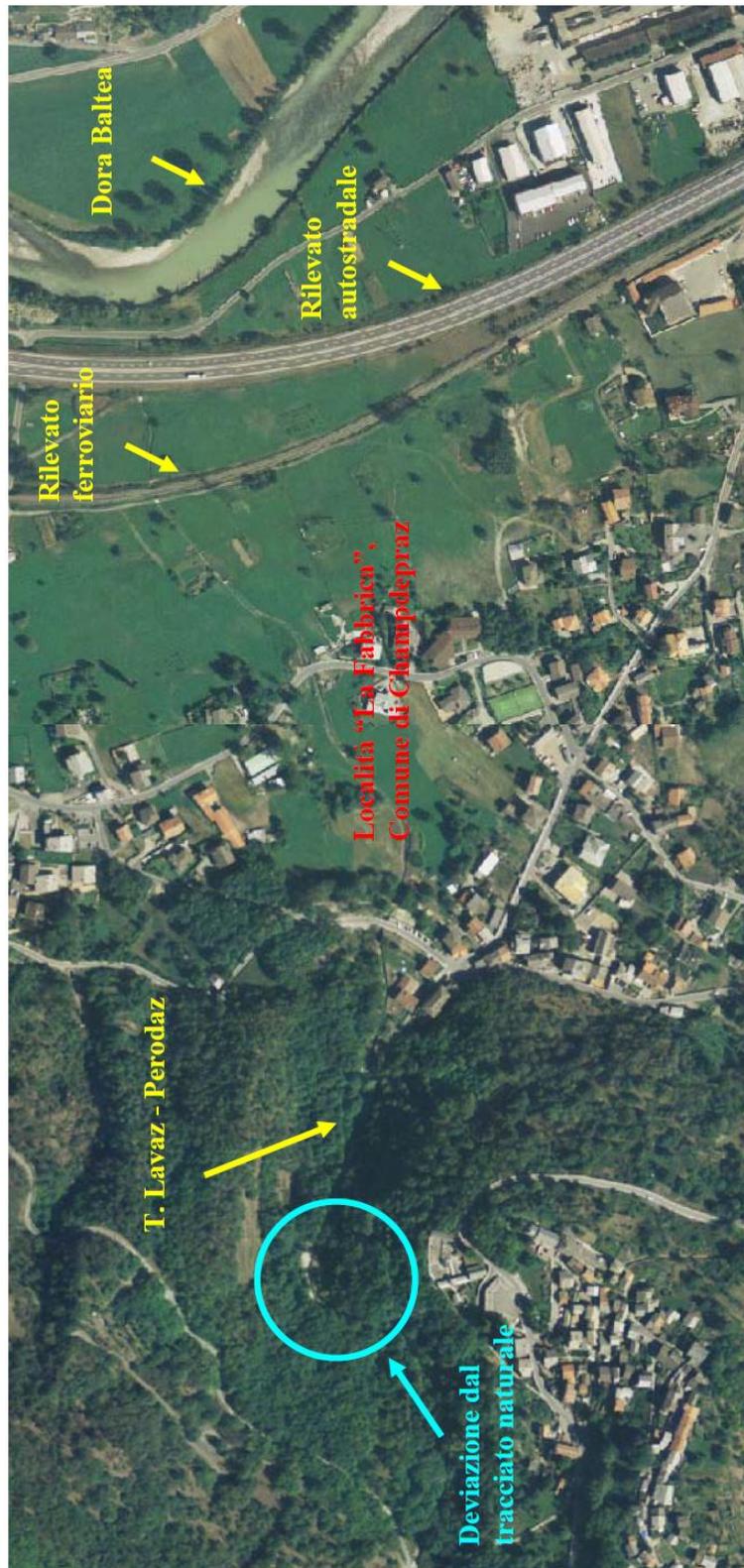


FIGURA 4-6 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL TORRENTE VADACAZ

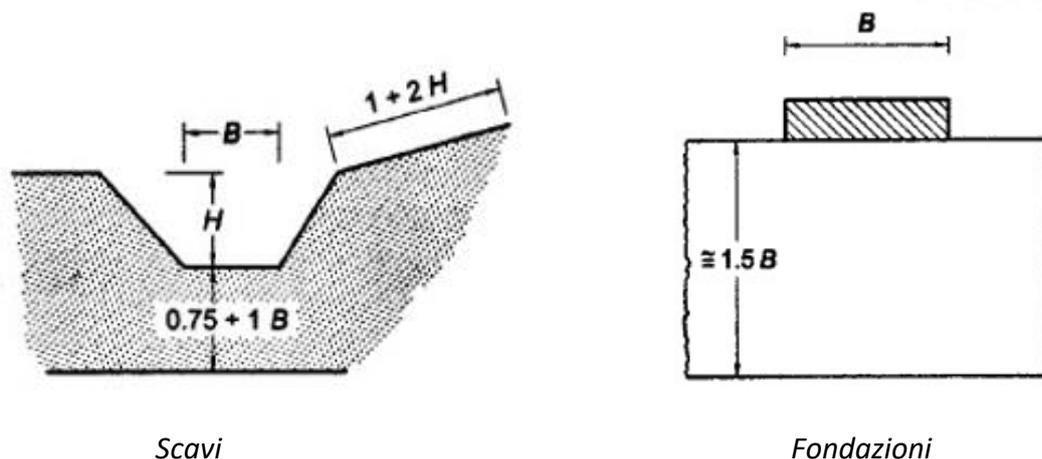
RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

5 CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE

5.1 VOLUME SIGNIFICATIVO

Il modello geologico del sito è rappresentato, in corrispondenza della settore su cui insistono gli interventi in progetto, da till glaciali nel settore di Champdepraz, da una copertura detritico-colluviale, costituita da una classica associazione di blocchi di varia pezzatura e natura immersi in una matrice limoso sabbiosa, sul versante a valle dell'abitato e, in corrispondenza del Torrent Perodaz e Lavaz, da sedimenti detritico-torrentizi.

Il volume significativo, che rappresenta la porzione di terreno che interagisce in modo apprezzabile con l'intervento in progetto, è funzione della costruenda opera e al contesto ambientale e territoriale in cui essa si inserisce. In relazione alle opere in progetto, per il volume significativo si fa riferimento agli schemi di Lancellotta e Calavera (1999).



5.2 PARAMETRI SISMICI

Per quanto riguarda la caratterizzazione del sottosuolo nell'area oggetto degli interventi per la realizzazione della nuova cabina, necessaria ai fini della definizione dei **parametri sismici** ai sensi delle NTC 2018 (D.M. 17 gennaio 2018), vista la L.R. 31 luglio 2012, n.23 "Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche" e vista la D.G.R n. 1603 del 4 ottobre 2013 "Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all'art.3 comma 3, della L.R. 31 luglio 2012, n.23 "Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche" Revoca della D.G.R. n.1271 del 2 agosto 2013", **è stata eseguita un'indagine sismica (prova MASW) per la determinazione del valore della velocità di propagazione delle onde di taglio equivalente (V_{Seg})**, in corrispondenza della cabina in progetto, la quale risulta raccomandata nel suddetto D.M. (vedi allegato 1 in calce alla presente relazione).

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Dall'indagine eseguita sono stati individuati 4 strati sismici a diversa velocità V_s e precisamente:

STRATO	V_s	Spessore
1	310	7,1
2	415	1,8
3	449	6,8
4	1640	Semi-spazio

5.2.1 Categoria di sottosuolo

L'analisi della dispersione delle onde superficiali a partire dai dati di sismica attiva MASW ha consentito di determinare, per le zone di indagine, considerando la media ponderata delle velocità da piano campagna, un valore di V_{Seq} **calcolata di 370 m/s.**

Rispetto alla vigente normativa antisismica (NTC 2018) entrambi i siti in esame ricadono nella **categoria B** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti" come evidenziato nella tabella allegata.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3.2.II – NTC 2018

5.2.2 Stima Parametri geotecnici

Nella seguente tabella si riportano i valori di velocità delle onde P ed S dei principali litotipi riferibili anche al contesto geologico in esame (Fonte: Hearey e Brooks 1991, Bala et al 2005, Corrao e Coco 2006, bibliografia specialistica reperibile in rete).

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Litotipi	Vp [m/s] min-max	Vs [m/s] min-max
TERRENI E ACQUA		
Alluvioni	400 - 2000	200 - 800
Sabbia asciutta	200 - 1000	80 - 400
Sabbia satura (in funzione anche del grado di saturazione)	600 - 2300	250 - 450
Sabbia siltosa	600 - 1900	200 - 600
Sabbia e ghiaia	300 - 1800	300 - 600
Limo	650 - 1250	240 - 480
Argilla	1000 - 2500	300 - 600
Argilla sabbiosa	600 - 2500	200 - 450
Acqua	1450 - 1500	0
ROCCE SEDIMENTARIE		
Argillite	2100 - 4400	550 - 2100
Arenaria	2000 - 6000	950 - 3100
Arenaria fratturate	800 - 2100	360 - 950
Calcare	2000 - 7000	1000 - 3300
Calcare fratturato	750 - 1500	330 - 1000
Calcarenite	1400 - 4400	800 - 2500
Calcarenite fratturata	600 - 1300	330 - 800
Marna	1500 - 2000	300 - 500
ROCCE IGNEE		
Basalto	1800 - 5000	1000 - 3000
Basalto fratturato	950 - 1350	480 - 700
Granitoidi	1600 - 5000	900 - 3000
Granitoidi fratturati	1000 - 1750	500 - 900
Piroclastite coerente	750 - 2500	350 - 1100
Piroclastite incoerente	350 - 1000	160 - 450

Figura 5-1 Tabella velocità onde sismiche

In relazione a quanto evidenziato in precedenza, si ipotizza la presenza di tre sismostrati rappresentanti la copertura quaternaria localizzati su un quarto sismostrato rappresentato dal bedrock sismico.

5.2.3 Parametri di classificazione

Ciò premesso, una prima valutazione, sia pure speditiva, delle caratteristiche granulometriche può essere eseguita definendo il tipo di suolo (o fattore F) tramite una delle correlazioni proposta da Ohta e Goto (1978)¹, ed in particolare quella in funzione della velocità delle onde di taglio (Vs), ricavate dall'indagine geofisica, e della profondità (z), attraverso la seguente relazione

$$F = \frac{V_s}{(78,98 \times z^{0,312})}$$

¹ Ohta Y. e Goto N. (1978), *Empirical shear wave velocity equations in terms of characteristic soil indexes*. Earthquake Eng. Structural Dynamics, 6, 167-187

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

La relazione proposta, valida per i 3 strati, fornisce un valore di F pari a 2,13 e 2,66 e 2,41 che identifica terreni a granulometria grossolana (sabbia e ghiaia - ghiaia)

F	Tipo di suolo
1,000	Argilla
1,260	Sabbia fine
1,282	Sabbia media
1,422	Sabbia grossa
1,641	Sabbia e ghiaia
2,255	Ghiaia

Figura 5-2 Valore di F per tipo di suolo (fonte: Ohta e Goto, 1978)

Per una valutazione granulometrica si può fare riferimento anche all'indice del tipo di comportamento del terreno I_c (Soil behavior type index) di Robertson e Wride (1997)² attraverso la seguente relazione:

$$I_c = -0,7174 \cdot \ln[V_s^2 / (9,81 \cdot z)] + 6,3211$$

Dove per valori di $I_c < 2.6$ vengono identificati i tipi di terreno a comportamento granulare, mentre per valori di $I_c > 2.6$ i tipi di terreno a comportamento coesivo

Nel caso specifico, per la profondità media relativa al primo sismostrato identificato, pari a 3,55 m e V_s di 310 m/s l'indice I_c è pari a 0,64, per il secondo strato, con profondità media 8,00 m e velocità pari a 415 m/s, I_c è pari a 0,80, e, infine, per il terzo strato, con profondità media 12,30 m e velocità pari a 449 m/s, I_c risulta pari a 1,00, ovvero i terreni rientrano tra quelli a comportamento granulare.

Attraverso l'indice I_c è possibile procedere ad una preliminare classificazione granulometrica e alla stima del contenuto di fine ($F_c = \%$ passante al setaccio 0,074 mm) secondo la correlazione di Robertson e Fear (1995)³:

$$F_c(\%) = 42,4179 * I_c - 54,8574$$

Nel caso specifico, applicando l'equazione si ottengono valori di F_c negativi uscendo dal campo di validità della relazione, come osservabile dal grafico successivo.

² Robertson P.K. e Wride C.E. (1997), *Cyclic liquefaction and its evaluation based on the SPT and CPT*. Proc. NCEER Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils, Salt Lake City (Utah).

³ Robertson P.K. e Fear C.E. (1995), *Application of CPT to evaluate liquefaction potential*. CPT '95, Linkoping, Swedish Geotechnical Society, 3, 57-79

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

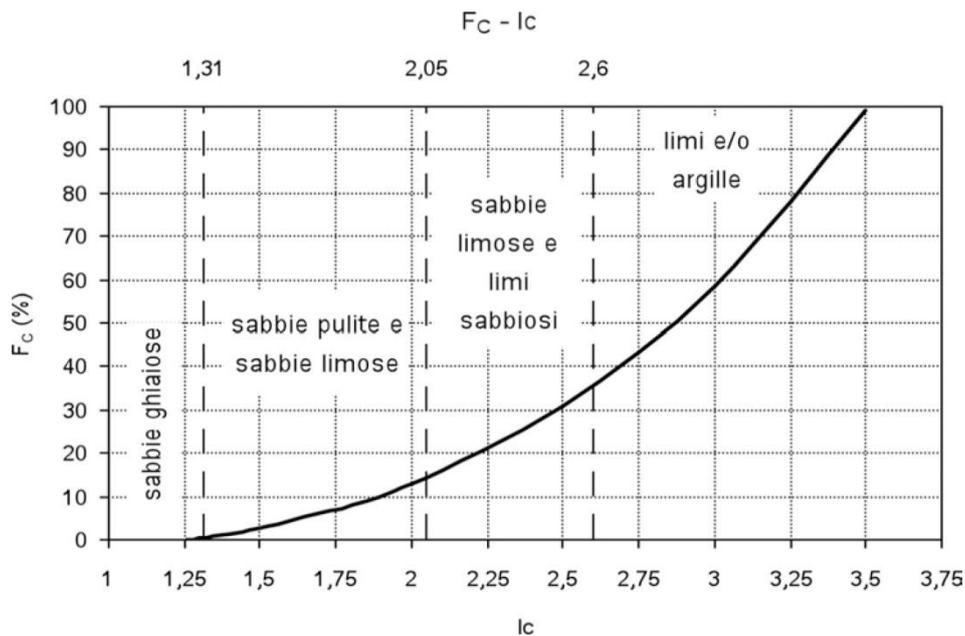


Figura 5-3 Andamento del contenuto di fine in funzione di Ic

L'applicazione di tali correlazioni empiriche indica la presenza di terreni granulari a granulometria grossolana.

5.2.4 Parametri fisici

Il peso di volume saturo (γ_{sat} in kN/m^3) viene calcolato in funzione di V_s e della profondità (z) tramite le relazioni proposte rispettivamente da Mayne et al. (1999)⁴ e da Mayne (2001)⁵:

$$\gamma_{sat} = 8,32 \cdot \log(V_s) - 1,61 \cdot \log(z)$$

$$\gamma_{sat} = 8,63 \cdot \log(V_s) - 1,18 \cdot \log(z) - 0,53$$

Determinando per gli strati individuati i seguenti parametri:

per il primo strato $\gamma_{sat} = 19,84 \text{ kN/m}^3 - 20,32 \text{ kN/m}^3$

per il secondo strato $\gamma_{sat} = 20,33 \text{ kN/m}^3 - 21,00 \text{ kN/m}^3$

per il terzo strato $\gamma_{sat} = 20,31 \text{ kN/m}^3 - 21,07 \text{ kN/m}^3$

In base al peso di volume saturo, si calcola il peso di volume secco, posto il valore di G_s per terreni granulari pari a $2,65 - 2,68 \text{ g/cm}^3$:

⁴ Mayne P.W. et al. (1999), *Small-and large-strain soil properties from seismic flat dilatometer tests*. PreFailure Deformation Characteristics of Geomaterials, Balkema, Rotterdam, 1, 419-426.

⁵ Mayne P.W. (2001), *Stress-strain-strength-flow parameters from enhanced in-situ tests*. Proc. Int. Conf. on In-Situ Measurements of Soil Properties and Case Histories, Bali, Indonesia, 27- 47

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

$$\gamma_d = [(\gamma_{sat} - \gamma_w) \cdot G_s] / (G_s - 1)$$

per il primo strato $\gamma_d = 16,13 \text{ kN/m}^3 - 16,90 \text{ kN/m}^3$

per il secondo strato $\gamma_d = 16,91 \text{ kN/m}^3 - 17,98 \text{ kN/m}^3$

per il terzo strato $\gamma_d = 16,88 \text{ kN/m}^3 - 18,10 \text{ kN/m}^3$

Una correlazione tra V_s e la densità relativa (Dr in %) è ricavata da Yi (2009)⁶:

$$Dr = 17,974 \cdot (V_{S_{1CS}}/100)^{1,976}$$

Tenendo conto che i valori di $V_{S_{1CS}}$ rappresentano la velocità sismica normalizzata per la pressione litostatica e corretta rispetto al contenuto di fine (F_c):

$$V_{S_{1CS}} = K \cdot V_{S_1} = K \cdot [V_S \cdot (p_a/\sigma'_v)^{0,25}]$$

Con

K calcolato in funzione di V_{S_1} tramite le espressioni di Juang et al. (2002) = 1 per F_c (%) ≤ 5

p_a tensione efficace = 100kPa

σ'_v tensione verticale di riferimento

V_{S_1} risultano essere per gli strati in esame rispettivamente pari a 285m/s, 360 m/s e 337 m/s

Si determinano i seguenti valori di Dr :

per il primo strato $Dr = 141\%$ (Terreno molto denso)

per il secondo strato $Dr = 225\%$ (Terreno molto denso)

per il terzo strato $Dr = 198\%$ (Terreno molto denso)

La densità relativa rappresenta il parametro che maggiormente influenza la scelta dell'angolo di resistenza al taglio. Tra le numerose correlazioni Dr - angolo di resistenza al taglio si riporta successivamente quella riportata da Puech e Foray (2002)⁷ con Dr in forma decimale

$$\varphi = 21,2 \cdot Dr + 25,2$$

Che determinano per i primi due strati considerati:

⁶ Yi F. (2010), *Procedure to evaluate seismic settlement in dry sand based on shear wave velocity*. The 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering (9USN/10CCEE), Toronto, Canada.

⁷ Puech A. e Foray P. (2002), *Refined model for interpreting shallow penetration CPTs in sands*. Offshore Technology conference, 6-9

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

per il primo strato $\varphi = 55^\circ$
 per il secondo strato $\varphi = 73^\circ$
 per il terzo strato $\varphi = 67^\circ$

Ulteriori correlazioni dirette tra velocità V_s e angolo di resistenza al taglio (terreni incoerenti) sono quelle di Uzielli et al (2013) e Mayne (2014) che permette di stimare il range dei valori di picco della resistenza al taglio tramite la V_s normalizzata rispetto alla pressione litostatica:

Limite superiore $\varphi' = 3,9 V_{s1}^{0,44}$
 Limite inferiore $\varphi' = 3,9 V_{s1}^{0,44} - 0,62$

In considerazione degli strati in esame di determinano i seguenti parametri

per il primo strato $\varphi = 46^\circ/47^\circ$
 per il secondo strato $\varphi = 51^\circ/52^\circ$
 per il terzo strato $\varphi = 50^\circ$

5.2.5 Parametri geotecnici

Gli interventi in progetto prevedono la realizzazione di una nuova cabina tramite limitati interventi di scavo di sbancamento.

Per quanto riguarda le caratteristiche geologico-tecniche, si evidenzia che gli interventi previsti risultano localizzati e interessano un'area ristretta e i parametri, alla luce della precedente progettazione della linea esistente e, in assenza di indagini dirette sul terreno, può essere desunta da dati bibliografici.

Da bibliografia (*“Geotechnical Properties of Geologic Materials”*, J.W. Koloski, S.D. Schwarz, D.W. Tubbs, Washington Division of Geology and Earth Resources Bulletin 78, 1989) i depositi possono assumere i seguenti parametri:

Classification		Grain	Sorting	Dry	Friction	Cohesion	Permeability	Storage	Seismic	Resistivity
Geologic	USCS	Size		Density	angle			capacity	velocity	
				(pcf)	(deg)	(psf)	(fpm)		(fps x 1000)	(ohm-m x 1000)
GLACIAL										
Till	SM, ML	Fine-Med	Poor	120-140	35-45	1000-4000	0-0.001	0-0.01	3.5-10	0.01-5

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

In riferimento alla caratterizzazione e modellazione geotecnica, si ricorda che, ai sensi delle NTC 2018 § 6.2.2, “*nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata su preesistenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali*”.

5.3 ANALISI DEI FRONTI DI SCAVO

In riferimento agli interventi di demolizione del muro esistente e dei conseguenti scavi di sbancamento per la realizzazione degli interventi in progetto, si riportano alcune indicazioni di carattere generale inerenti gli scavi e la loro stabilità.

Per quanto riguarda la fase di realizzazione di scavi nelle coperture quaternarie, si evidenzia che tali interventi interesseranno un sedimento incoerente e sebbene la coesione a lungo termine risulti essere pari a zero, si rileva generalmente la presenza di una coesione apparente sufficiente ad assicurare la stabilità dei fronti di scavo temporanei anche se di notevole acclività, purché di altezza limitata. Si sottolinea che le variazioni delle caratteristiche del materiale interessato dallo scavo variano nel tempo e dipendono da vari fattori tra cui umidità e temperatura, ecc. I cambiamenti delle condizioni ambientali dello scavo (tra cui esposizione all'aria, insolazione del fronte, ecc.) possono determinare una diminuzione della coesione apparente e far insorgere condizioni di instabilità del fronte di scavo. Quindi gli scavi temporanei per la realizzazione degli interventi dovranno essere richiusi nel più breve tempo possibile al fine di evitare prolungati tempi di apertura dello scavo con conseguente variazione delle caratteristiche geotecniche a breve termine dei materiali interessati. Dato che gli interventi andranno ad interessare un deposito rimaneggiato antropicamente, non è da escludersi la presenza di materiale di riporto di origine antropica che potrebbe costituire locali e temporanee problematiche legate alla stabilità locale del fronte durante la fase di scavo, che potrebbero richiedere accorgimenti tecnici in sede di DL.

5.4 MATERIALE DERIVANTE LO SCAVO

Il materiale derivante da scavo verrà riutilizzato in sito al fine di eseguire il rinterro.

L'eventuale materiale di sbancamento in esubero, escavato nel corso dell'attività di costruzione, dovrà essere smaltito dalla ditta esecutrice dei lavori e conferito presso idoneo impianto di recupero, previa caratterizzazione ai sensi del DPR 120/2017 tramite l'esecuzione di **analisi chimico-fisiche**.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

6 COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO AI SENSI DELLA L.R. 11/98 E S.M.I.

6.1 CLASSIFICAZIONE URBANISTICO-EDILIZIA DELL'INTERVENTO

L'intervento in oggetto, ai sensi della D.G.R. n°2939/2008, consiste in una “**nuova costruzione di infrastrutture puntuali e a rete**” vista la realizzazione della cabina e della linea elettrica interrata.

6.2 CARATTERIZZAZIONE DEI VINCOLI DELLA L.R. 11/1998

ARTICOLO 35/1 – TERRENI SEDI DI FRANE

Gli interventi in progetto **ricadono** in terreni vincolati ai sensi dell'art.35/1 della L.R. 11/98 e s.m.i. e, come osservabile nell'estratto cartografico seguente (FIGURA 6-1), nel dettaglio la nuova cabina e parte della tubazione sul versante destro del T. Perodaz e Lavaz ricadono in area F2 a media pericolosità con parte della linea in Area F1 nel settore di pendio a valle del cimitero, mentre i restanti tratti di linea interrata in zona F3 a bassa pericolosità.

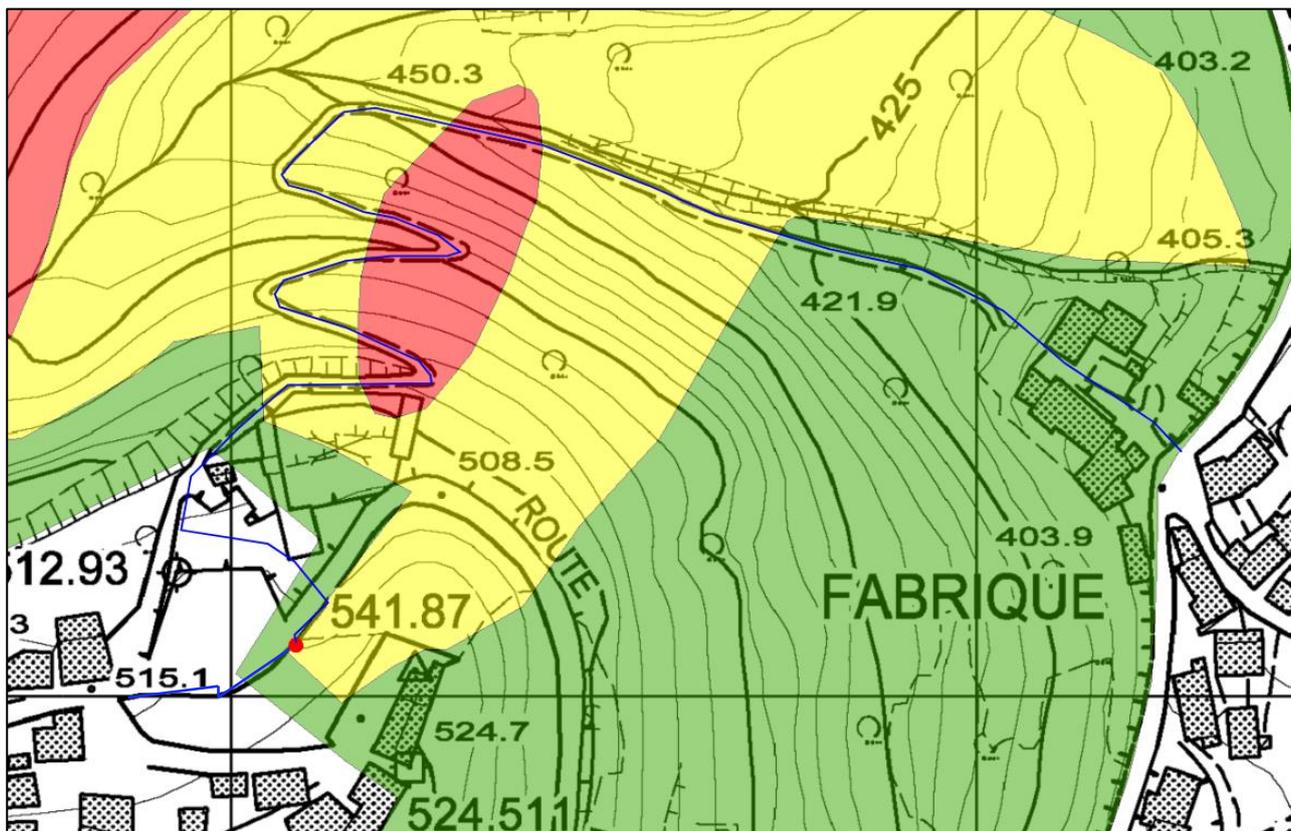


FIGURA 6-1 CARTOGRAFIA DEGLI AMBITI INEDIFICABILI PER TERRENI SEDI DI FRANE (ART.35/1 – L.R. 11/98)

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

ARTICOLO 35/2 – TERRENI SEDI DI FENOMENI DI TRASPORTO IN MASSA

Gli interventi in progetto **ricadono** parzialmente ai sensi dell'art.35/2 della L.R. 11/98 e s.m.i. e, come osservabile nell'estratto cartografico seguente (FIGURA 6-2), nel dettaglio solamente la parte della rete interrata in prossimità del T. Perodaz e Lavaz ricadono in area DF1 a elevata pericolosità, con la parte terminale, in corrispondenza dell'abitato di Fabrique, in zona DF2 a media pericolosità.

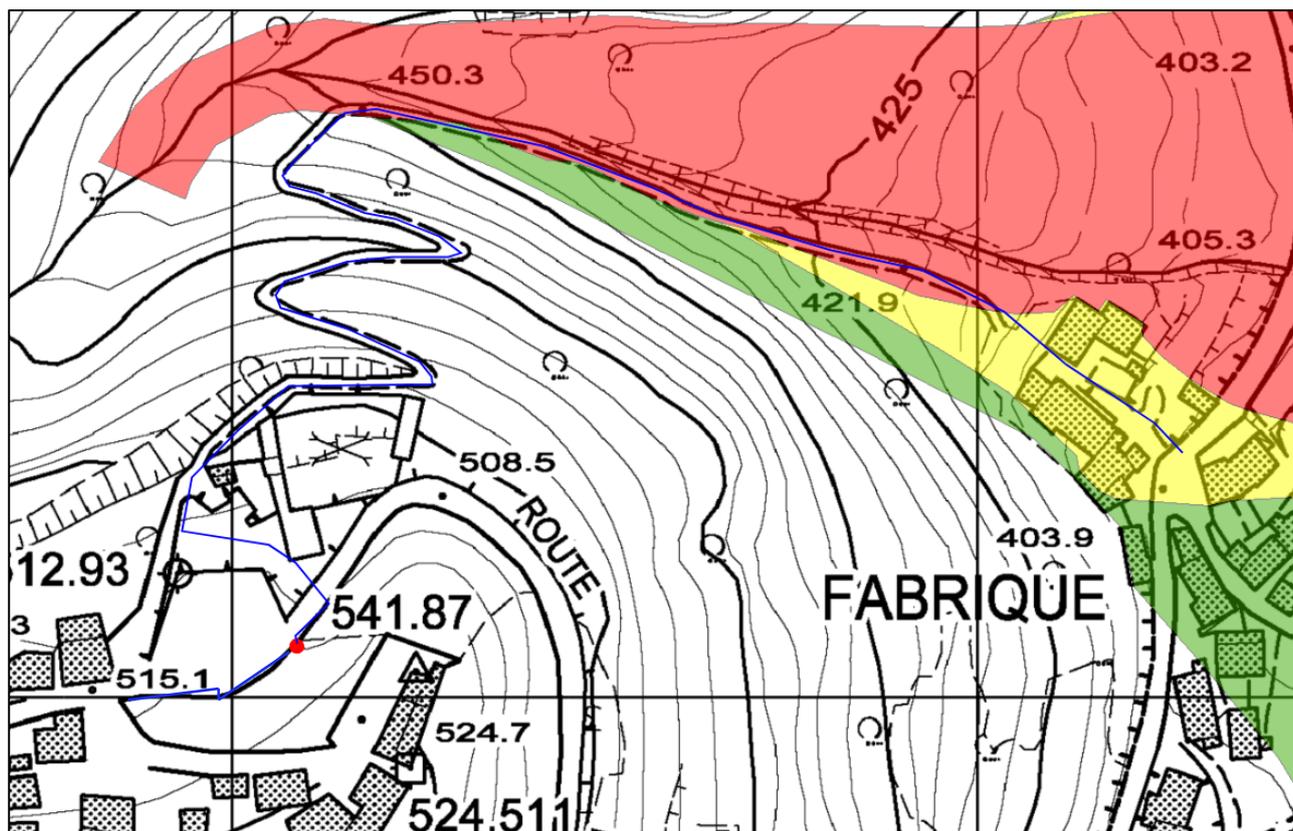


FIGURA 6-2 CARTOGRAFIA DEGLI AMBITI INEDIFICABILI PER TERRENI SEDI DI FENOMENI DI TRASPORTO IN MASSA (ART.35/2 – L.R. 11/98)

ARTICOLO 36 – TERRENI SOGGETTI A RISCHIO DI INONDAZIONI

Gli interventi in progetto **ricadono parzialmente** in terreni vincolati ai sensi dell'art.36 della L.R. 11/98 e s.m.i. e, come osservabile nell'estratto cartografico seguente (FIGURA 6-3), nel dettaglio la parte della rete interrata in prossimità del T. Perodaz e Lavaz ricadono in Fascia C di esondazione e marginalmente in Fascia A, con la parte terminale, in corrispondenza dell'abitato di Fabrique, in zona DF2 a media pericolosità

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

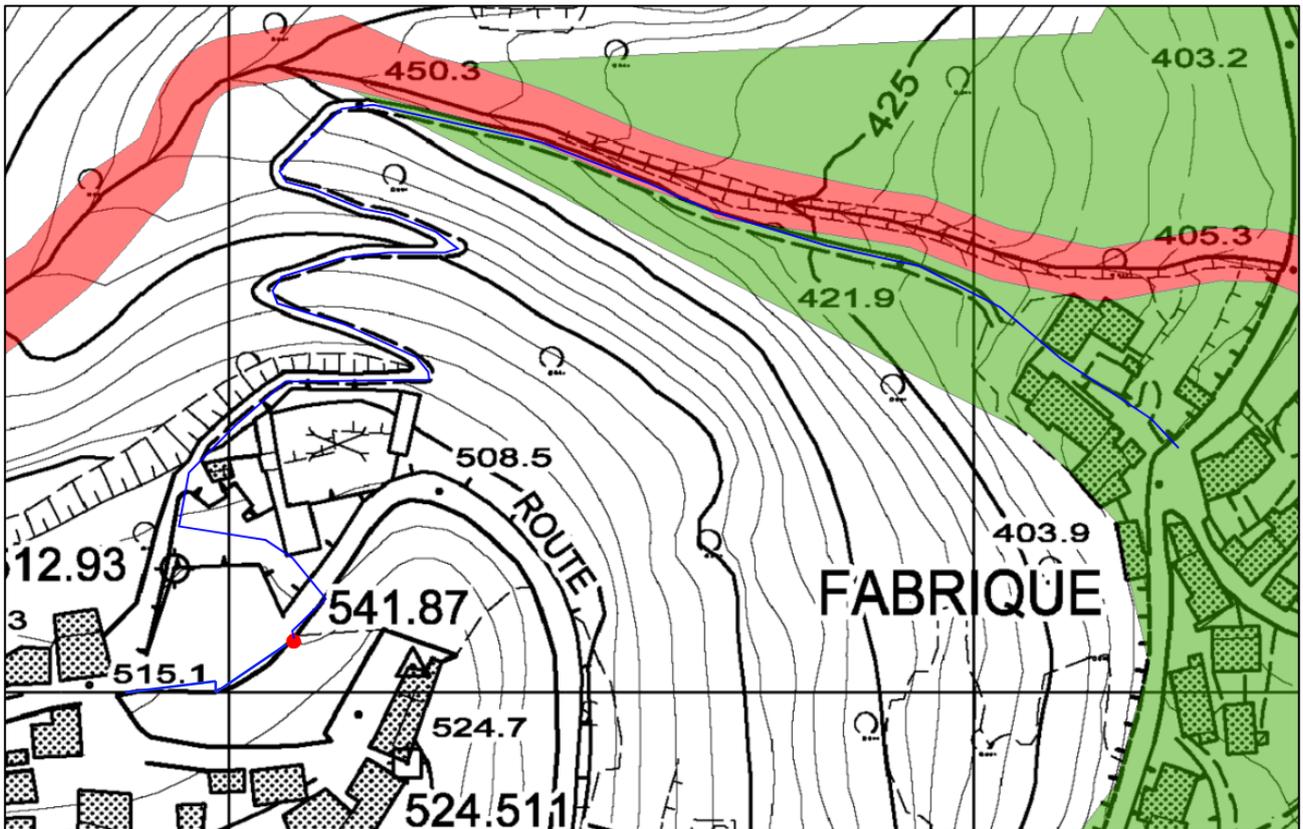


FIGURA 6-3 CARTOGRAFIA DEGLI AMBITI INEDIFICABILI PER TERRENI SOGGETTI A RISCHIO INONDAZIONI (ART.36 – L.R. 11/98)

ARTICOLO 37 – TERRENI SOGGETTI A RISCHIO DI VALANGHE E SLAVINE

Gli interventi in progetto **non ricadono** in terreni vincolati.

6.3 VALUTAZIONE DELL'AMMISSIBILITÀ DELL'INTERVENTO

Gli interventi in progetto ricadenti in aree vincolate ai sensi della L.R. 11/98 s.m.i. art. 35/1 in zona F1 e F2 indicante terreni sedi di frane ad elevata e media pericolosità, risultano **CONSENTITI**, in riferimento all'allegato alla D.G.R. n.2939/2008, nello specifico al Capitolo II, Paragrafo C.1, comma 2, lettera h e Paragrafo C.1, comma 2, lettera h in quanto *interventi di nuova costruzione di infrastrutture puntuali [...] e a rete, [...], non altrimenti localizzabili*".

Gli interventi ricadenti in zona F3, caratterizzata da terreni sedi di frane a bassa pericolosità, risultano **CONSENTITI**, in riferimento all'allegato alla D.G.R. n.2939/2008, nello specifico al Capitolo II, Paragrafo C.3.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Gli interventi in progetto ricadenti in aree vincolate ai sensi della L.R. 11/98 s.m.i. art. 35/2 in zona DF1 e DF2 indicante terreni sedi di fenomeni di trasporto in massa a elevata e media pericolosità, risultano **CONSENTITI**, in riferimento all'allegato alla D.G.R. n.2939/2008, nello specifico al Capitolo III, Paragrafo C.1, comma 2, lettera h e Paragrafo C.1, comma 2, lettera h in quanto *“interventi di nuova costruzione di infrastrutture puntuali [...] e a rete, [...], non altrimenti localizzabili”*.

Gli interventi in progetto ricadenti localmente in aree vincolate ai sensi della L.R. 11/98 s.m.i. art. 36 in fascia A indicante terreni soggetti a elevata pericolosità di inondazioni, risultano **CONSENTITI**, in riferimento all'allegato alla D.G.R. n.2939/2008, nello specifico al Capitolo IV, Paragrafo C.1, comma 2, lettera h in quanto *“interventi di nuova costruzione di infrastrutture puntuali [...] e a rete, [...], non altrimenti localizzabili”*.

Gli interventi ricadenti in Fascia C, caratterizzata da terreni a bassa pericolosità di inondazione, risultano **CONSENTITI**, in riferimento all'allegato alla D.G.R. n.2939/2008, nello specifico al Capitolo IV, Paragrafo C.3.

6.4 INDIVIDUAZIONE E ILLUSTRAZIONE DELLE DINAMICHE E DELLA PERICOLOSITÀ DEI FENOMENI

Dal punto di vista dei pericoli idrogeologici, dalla carta del PAI – Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, non si rivelano dissesti progressivi in corrispondenza dell'area di intervento.

Secondo, che include le zone censite dal PROGETTO IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia),

Dall'analisi della carta dei dissesti della RAVdA, che include le zone censite dal PROGETTO IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), nel settore oggetto di intervento si segnalano fenomeni di dissesto. In particolare si riscontrano 2 eventi localizzati sul versante destro del T. Perodaz e Lavaz a valle del cimitero comunale di Champdepraz, e identificati:

- ID 5715 – Frana di scivolamento - 1996
- ID 31789 – Frana di colamento lento;

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

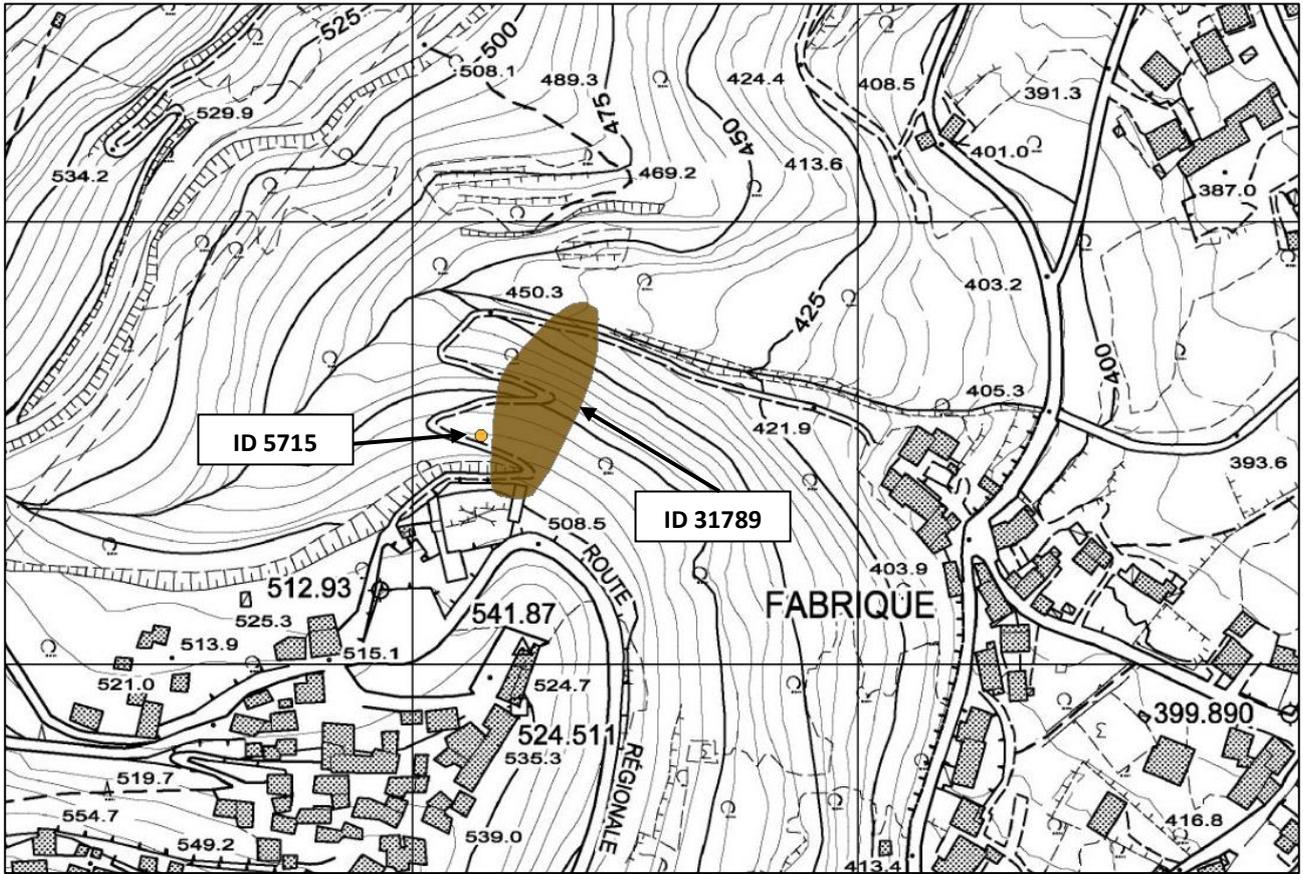


FIGURA 6-4 ESTRATTO DELLA CARTOGRAFIA DEI DISSESTI (GEONAVIGATORE RAVDA)

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

 Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile Centre fonctionnel régional - Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco Centro funzionale regionale
--

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT

Codice fenomeno	F-00-00-1996-01-v-Fs-x	Id. fenomeno	5715
Nome fenomeno	Frana in loc. Cimitero (Champdepraz) del 1996		
Sottocategoria	Frana di scivolamento		
Data e ora	1996 (dedotta)		
Descrizione	'La situazione di dissesto è costituita da un fenomeno franoso di tipo scivolamento planare che ha interessato la porzione più corticale (dell'ordine del metro) della copertura detritica costituente il versante orografico destro del torrente Lavà, immediatamente a valle dell'area cimiteriale di Champdepraz.'		
Cause	-		
Dim./Morfometria	'Lo scivolamento presenta un fronte di circa 27 m per una lunghezza di circa 12 m.		
Danni	-		
Comune	CHAMPDEPRAZ		
Località	Cimitero		
Bacino princ.,sec.	Dora Baltea, -		
Bacino locale	Torrente Lavà		
Fonte	Ente produttore: R.A.V.A. - Assessorato dell'Agricoltura, Forestazione e Risorse Naturali Oggetto/Titolo: Fenomeno franoso in loc. Cimitero, Comune di Champdepraz. Allegati: -		

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Région Autonome
Vallée d'Aoste

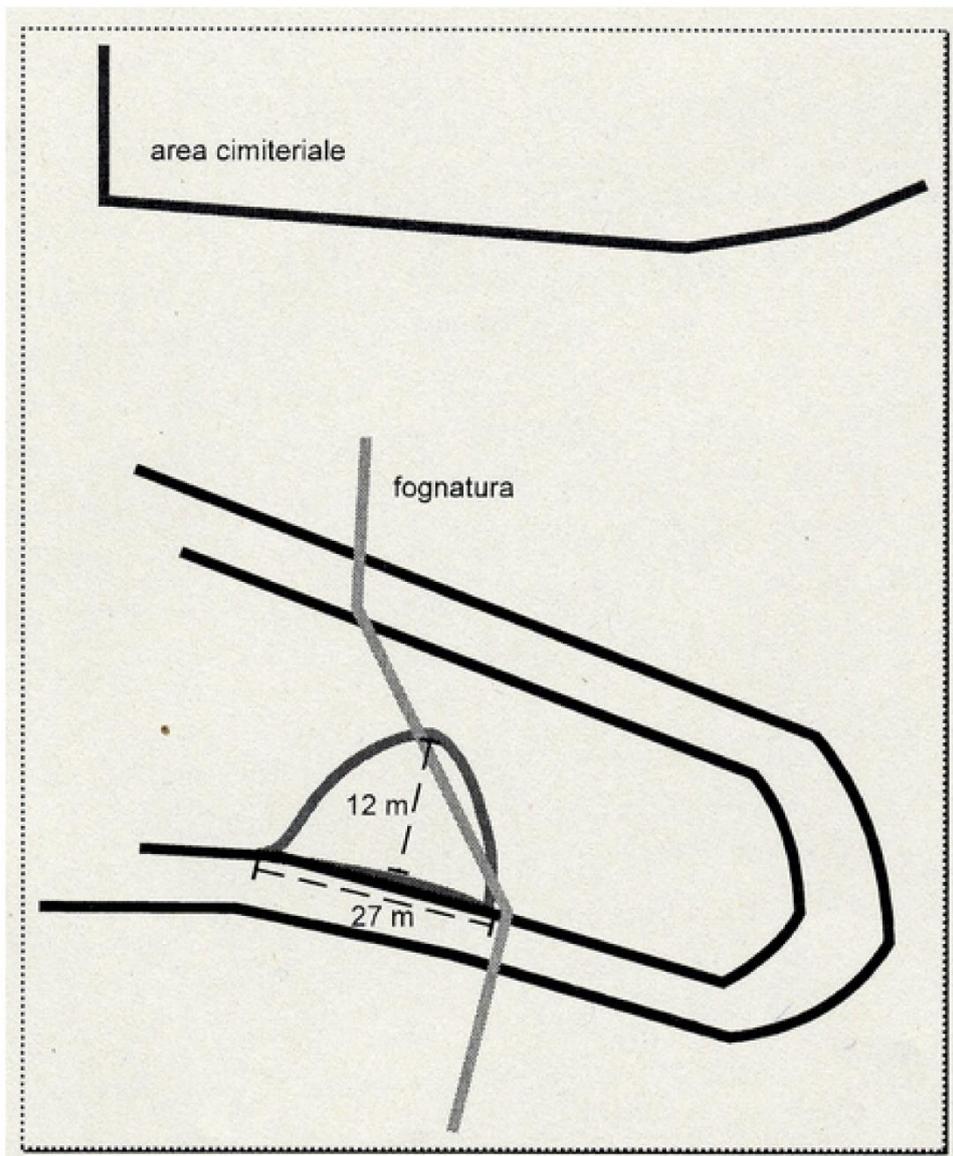


Regione Autonoma
Valle d'Aosta

Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile
Centre fonctionnel régional

Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco
Centro funzionale regionale

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT



Schema planimetrico

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Région Autonome
Valleé d'Aoste

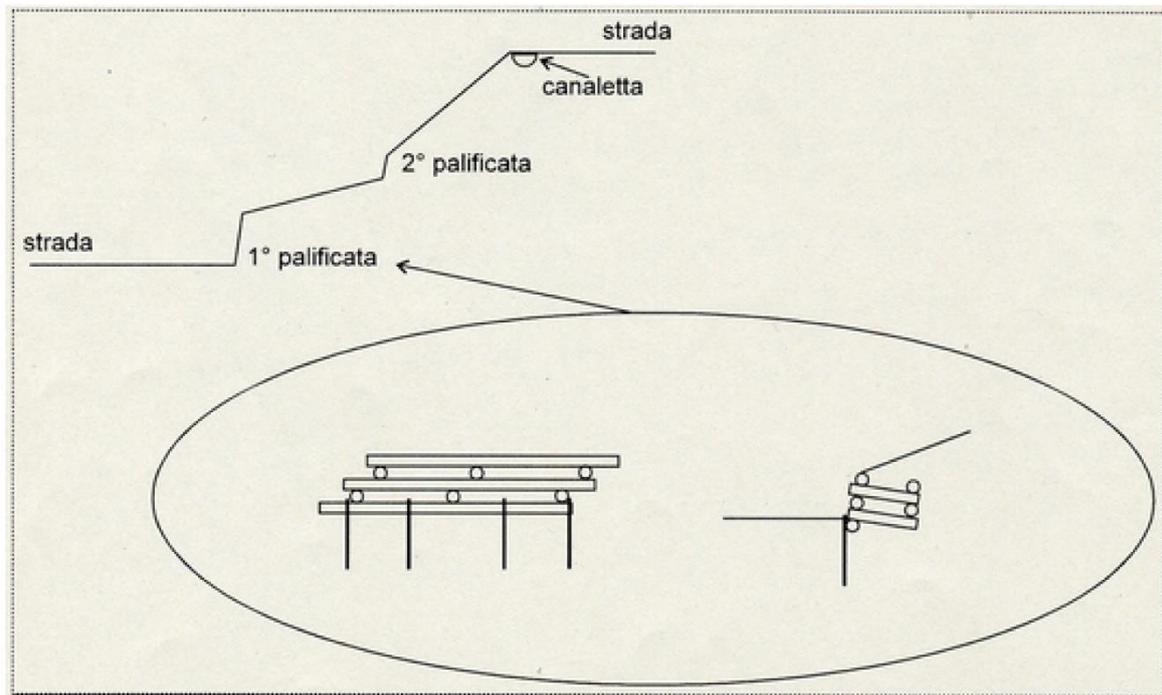


Regione Autonoma
Valle d'Aosta

Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile
Centre fonctionnel régional

Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco
Centro funzionale regionale

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT



Proposta d'intervento

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

<p>Région Autonome Vallée d'Aoste</p>  <p>Regione Autonoma Valle d'Aosta</p> <p>Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile Centre fonctionnel régional</p> <p>Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco Centro funzionale regionale</p>
--

CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT

Codice fenomeno	F-00-00-0000-17-v-Ce-x	Id. fenomeno	31789
Nome fenomeno	Frana di colamento lento in loc. Fabrique (CHAMPDEPRAZ) anno 0000		
Sottocategoria	Frana di colamento lento		
Data e ora	-		
Descrizione	ND		
Cause	-		
Dim./Morfometria	-		
Danni	Danni a: n.d.		
Comune	CHAMPDEPRAZ		
Località	Fabrique		
Bacino princ.,sec.	Dora Baltea, -		
Bacino locale	-		
Fonte	Ente produttore: Università di Torino Oggetto/Titolo: Metodo: Fotointerpretazione Allegati: -		

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Per quanto riguarda i terreni sedi di **frane**, si evidenzia che gli interventi in progetto si inseriscono, a valle dell'area cimiteriale di Champdepraz, su un settore di versante a marcata acclività dove non si riscontrano fenomeni di dissesto in atto nel breve-medio periodo.

L'assetto geomorfologico è definito da depositi quaternari di origine glaciale e di versante complessivamente stabilizzati, ma localizzati su un versante acclive, parzialmente rimaneggiati dall'attività antropica per la presenza della viabilità rurale, che possono quindi essere interessati da processi connessi all'azione delle acque superficiali ruscellanti. Infatti le acque meteoriche e quelle ruscellanti possono provocare fenomeni di dilavamento e di erosione dei depositi superficiali la cui porzione fine risulta facilmente asportabile dalle acque di ruscellamento diffuso. Nonostante tale processo risulti conforme con l'assetto geomorfologico del versante, sul versante, si possono instaurare smottamenti connessi all'azione delle acque meteoriche e ruscellanti conseguenti ad abbondanti piogge o allo scioglimento nivale. Infatti a saturazione della porzione superficiale delle coperture quaternarie, le acque meteoriche, ruscellanti, di scioglimento nivale nonché quelle incontrollate proveniente dalla rete viabile e da scarichi, possono generare, a saturazione della porzione più superficiale delle coperture quaternarie, sia un aumento del peso di volume del materiale che della pressione interstiziale, con conseguente reptazione dello strato corticale e, in caso di situazioni critiche, la potenziale perdita di resistenza e l'insorgere di fenomeni di fluidificazione e di mobilitazione con smottamenti e locali scivolamenti localizzati dello strato di deposito più superficiale, come accaduto con l'evento del 1996. Tali fenomeni, essendo generalmente localizzati e di ridotte estensioni, interessano spessori limitati delle coperture quaternarie e hanno una magnitudo contenuta; inoltre attualmente non si riscontrano sul versante evidenze predisponenti all'insorgere di questi potenziali dissesti.

Inoltre sui versanti a marcata acclività si rilevano situazioni di potenziali instabilità relativi ai blocchi lapidei enucleati e potenzialmente in precario stato di equilibrio che si possono sviluppare in concomitanza con eventi meteorici di particolare intensità. Infatti a saturazione della porzione superficiale delle coperture quaternarie, le acque meteoriche e quelle ruscellanti, nonché di scioglimento nivale, possono destabilizzare i massi presenti attraverso i processi di erosione con l'asportazione del materiale fine di sostegno che può, quindi, determinare lo scalzamento e la mobilitazione dei blocchi. Inoltre, l'azione delle acque superficiali meteoriche o di scioglimento nivale può generare, a saturazione della porzione più superficiale delle coperture quaternarie, sia un aumento del peso di volume del materiale che della pressione interstiziale, con conseguente determinazione di un terreno plasticizzato che si comporta come un fluido viscoso e che "si sottrae e sfugge" ai carichi dei blocchi, provocandone la mobilitazione.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



FIGURA 6-5 VISTA DEL VERSANTE A VALLE DELLA VIABILITÀ RURALE IN CORRISPONDENZA DEL 1° TORNANTE SOTTO L'AREA CIMITERIALE



FIGURA 6-6 VISTA DEL VERSANTE A MONTE DELLA VIABILITÀ RURALE IN CORRISPONDENZA DEL T. T PERODAZ E LAVAZ

Nel tratto alla base del versante in corrispondenza del T. Perodaz e Lavaz, si riscontrano settori di affioramento roccioso con caratteristiche geomeccaniche scadenti e suscettibili ad instabilità che possono interferire con il tracciato. In particolare si evidenziano compartimenti rocciosi che si presentano localmente fratturati e allentati in relazione al loro assetto strutturale, come osservabile dalle immagini successive.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



FIGURA 6-7 VISTA DELL’AFFIORAMENTO ROCCIOSO A MONTE DELLA VIABILITÀ RURALE IN CORRISPONDENZA DEL T. PERODAZ E LAVAZ



FIGURA 6-8 VISTA DEL VERSANTE CON AFFIORAMENTI ROCCIOSI AFFIORANTE E SUBAFFIORANTI A MONTE DELLA VIABILITÀ RURALE IN CORRISPONDENZA DEL T. PERODAZ E LAVAZ

I principali fattori predisponenti all’innesco di fenomeni di caduta massi dal substrato roccioso, nel contesto alpino, sono rappresentati dall’azione prevalente del gelo-disgelo che produce forti pressioni per variazione volumetrica dell’acqua presente nelle discontinuità e dall’azione delle acque ruscellanti, conseguenti ad abbondanti piogge o allo scioglimento nivale, che determinano un

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

carico idrostatico all'interno delle discontinuità e fratture in grado di destabilizzare l'ammasso roccioso.

Il tracciato della tubazione dei cavi in MT, se realizzato a regola d'arte, non potrà subire particolari deterioramenti dai potenziali fenomeni franosi e di caduta massi che si sviluppano sul pendio e che ne vincolano l'area. In particolare, benché l'area d'intervento risulti potenzialmente interessata da tali fenomeni, questi non pregiudicano la tubazione se adeguatamente interrata. In particolare, per quanto riguarda i potenziali fenomeni di scivolamento e di fluidificazione, questi interessano prevalentemente i tratti di pendio a monte e a valle delle strada poderale, con accumulo del materiale detritico mobilitato sulla superficie del piano viabile. Per quanto riguarda i fenomeni di caduta massi, si evidenzia che le energie sviluppate dall'impatto dei blocchi vengono dissipate durante gli urti sulla copertura quaternaria. Nel dettaglio il materiale di riempimento della trincea in cui è localizzata la tubazione assorbirebbe dunque parte delle pressioni e delle sollecitazioni esercitate dalla collisione limitando, di fatto, il potenziale danno all'area circoscritta dall'impatto del blocco, caratterizzato da una deformazione localizzata per costipazione del terreno dovuto alla penetrazione dinamica del masso e dall'accumulo di materiale detritico.

Per quanto riguarda i settori vincolati a **rischio inondazioni e di colata detritica** in corrispondenza dell'area in esame, si evidenzia che la linea elettrica interrata si localizza lungo la viabilità poderale parallelamente al torrente Perodaz e Lavaz che risulta nel settore in esame canalizzato con opere spondali, come osservabile dalle immagini successive.

Come esposto nella variante alla relazione tecnica e alla cartografia degli ambiti inedificabili di marzo 2015 a firma del Geol. R. Vuillermoz: *“La pericolosità dell'areale deriva dalle valutazioni presenti nello studio di bacino al quale si fa pieno riferimento e a cui si rimanda per i dettagli: in base alla conoscenza del territorio acquisita per la redazione del presente studio si segnala che lo stesso risulta coerente con quanto si possa prevedere in un evento parossistico.”* Si segnala che il presente elaborato tiene in considerazione le indicazioni contenute ne “Chiarimenti del Dipartimento Programmazione, Risorse Idriche e Territorio”, redatto il 13/03/2018.

Per la portata liquida di riferimento, i valori indicati dal raggruppamento risultano leggermente maggiori rispetto a quanto valutato dagli uffici regionali e quindi cautelativamente sono da considerarsi corretti. La valutazione della portata liquida con il trasporto solido individuato nello Studi di Bacino è stata rivista e ai fini della perimetrazione le portate corrette a cui fare riferimento sono:

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

	TR 20 anni	TR 100 anni	TR 200 anni
$Q_{\text{liquida+trasporto solido}} \text{ (mc/s)}$	3,7	7,7	10,3

Successivamente si riportano le considerazioni relative alla pericolosità di inondazione (portata liquida con trasporto solido) delle integrazioni allo studio di bacino.

Si ipotizzi che, a seguito del trasporto di materiale e legno, le sezioni critiche [...] vengano completamente ostruite. È ragionevole pensare che la prima ostruzione che si potrebbe formare è quella di monte (quella denominata Sezione 6 e individuata a quota 421 m s.m., in corrispondenza di una passerella che unisce la zona boscata in sponda sinistra alla pista di servizio in sponda destra, il cui camminamento è composto da una soletta appoggiata, e quindi a pari quota, delle sponde e individuata a monte dell'abitato di La Fabrique), motivo per cui il sistema di valle risulta pressoché protetto da altre restrizioni di sezione. L'onda che va ad impattare sull'ostruzione in parte viene accumulata nel canale e nella restante parte fuoriesce. In sponda destra l'acqua scorre sulla pista sterrata fino a valle, in sponda sinistra si incanala, oltre il muretto, lungo quello che sembra il vecchio tracciato deviato dall'opera di canalizzazione. In ogni caso, attraversando un'area boscata, l'acqua perde la propria potenza raggiungendo anche gli abitati a valle ma con forza trascurabile.

Si ipotizzi che non si formino delle ostruzioni in corrispondenza degli attraversamenti indicati. La portata ventennale e centennale risultano contenute nell'opera di canalizzazione fino alla Sezione 10 (individuata a quota 383 m s.m. in corrispondenza dell'ultimo ponte comunale a valle) [...].

La portata duecentennale crea sfiori in sponda sinistra già nell'intorno delle sezioni 3-4-5. La prima risulta proprio in quota, alla deviazione dove le sponde risultano troppo basse per il contenimento delle portate (a 450 m s.m.). Questa prima quotaparte della portata di acqua che sfiora in sponda sinistra, non trattenuta nel cunettone che devia a destra, tende a seguire un tracciato naturale, della morfologia del terreno che si allontana gradualmente dal cunettone, in un'area boscata.

A valle si hanno delle leggere insufficienze che portano ad allagamenti non importanti ma piuttosto fastidiosi: la pista di servizio in sponda destra diventa infatti uno scivolo alternativo alla lama d'acqua esondata, su cui è quindi difficile accedere in caso di emergenza.

In riferimento alle opere in progetto, essendo la portata ventennale (come la centennale) contenuta all'interno dell'alveo, la fascia A, su cui insistono gli interventi, per legge si considera una fascia minima di rispetto dalle sponde pari a 5m.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

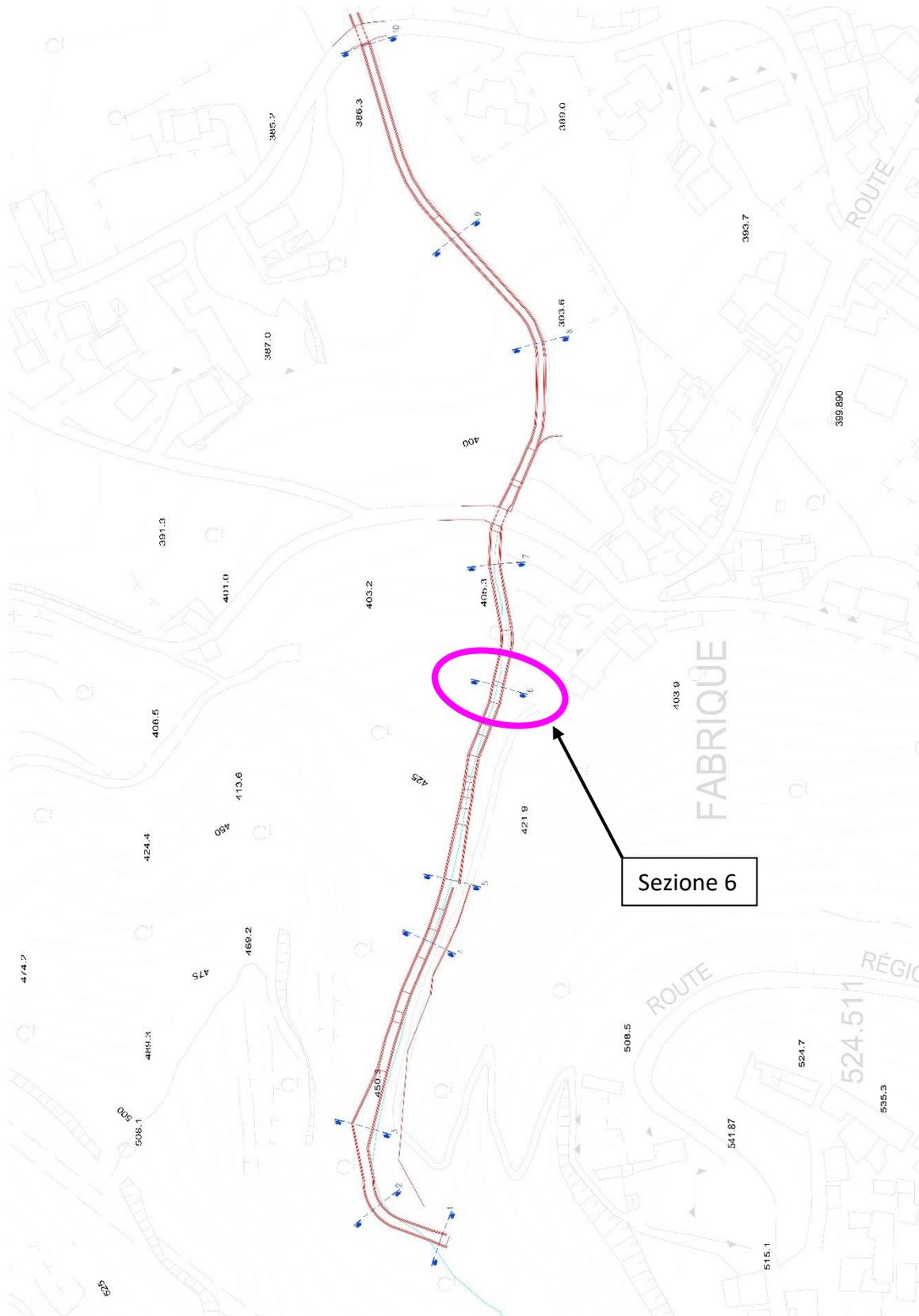


FIGURA 6-9 ESTRATTO TAVOLA N.520C0301 – COROGRAFIA CON INDICAZIONE DELLE SEZIONI OGGETTO DI VERIFICHE IDRAULICHE

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Per quanto riguarda la pericolosità da fenomeni di trasporto in massa (colate detritiche) si evidenzia che la portata di riferimento risulta pari a 14,2 m³/s.

Il primo significativo punto di fuoriuscita della colata è in corrispondenza dalla quota 452 m s.m., in cui si ha l'unione di altezze di sponde ridotte e di una brusca curva a destra.

A monte la colata non risulta sempre contenuta nel cunettone, ma la morfologia della vallata ne permette una canalizzazione naturale verso valle che segue il tracciato riconosciuto del torrente.

La parte di colata (in termini di portata al picco oltre il 60%) che fuoriesce principalmente in sponda sinistra, segue la naturale pendenza del terreno, notevolmente superiore al 10% (parametro al di sotto del quale si hanno i primi sintomi di rallentamento e in media intorno al 17%), in una vallata che prosegue verso la strada comunale di Champdepraz, offrendo un percorso parallelo al tracciato del torrente.

A valle la colata tende a superare la strada e raggiungere le prime case

Sulla base del calcolo esposto nella precedente tabella, tenendo conto dell'effetto di perdita di potenza della colata a causa dell'allargamento del fronte nella vallata naturale, boscata, si disegna la fascia di pericolosità DF1. L'area DF1 risulta superare la strada comunale, a causa delle forti pendenze che non permettono il depositarsi della colata.

Per quanto concerne l'area DF2 si considerano i parametri geometrici consigliati dai tecnici RAVDA in sponda sinistra e in sponda destra.

Tutta la restante area del conoide risulta infine ricadere nell'area di pericolosità DF3.

6.5 VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELL'OPERA E DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI DI RIDUZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

La nuova cabina ricade in un settore caratterizzato da depositi glaciali rimaneggiati dall'attività antropica (viabilità e area a parcheggio) privo di pericolosità e non necessita di interventi di riduzione della pericolosità.

Per quanto riguarda la posa tramite scavo in trincea a profondità inferiore a 1,5m lungo viabilità esistente, in riferimento alla tipologia di intervento in progetto, si ritiene che l'intervento stesso risulti non strutturalmente rilevante ai fini dell'interferenza con i fenomeni di dissesto presenti.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Per quanto riguarda la dinamica di caduta massi, dei fenomeni di rimaneggiamento superficiale e dei fenomeni di smottamento si evidenzia che i cavi interrati non potranno subire particolari deterioramenti da tali potenziali dissesti che si sviluppano sul pendio e che ne vincolano l'area. Infatti le tubazioni non risultano interferire in maniera diretta con la tipologia di fenomeni potenziali individuati sul versante se adeguatamente interrate ed inserite nel versante.

Si evidenzia, in particolare, che le energie sviluppate dall'impatto dei blocchi vengono dissipate durante gli urti dalla copertura quaternaria, e nel dettaglio dal materiale di riempimento della trincea, che assorbirebbe dunque parte delle pressioni e delle sollecitazioni esercitate dalla collisione. In relazione al comportamento elastico-plastico del terreno il potenziale danno risulta limitato all'area circoscritta dall'impatto del blocco, caratterizzato da una deformazione localizzata della superficie per costipazione del terreno dovuto alla penetrazione dinamica del masso, nonché dall'accumulo di materiale detritico.

In riferimento alla dinamica gravitativa che potenzialmente si sviluppa sul versante, connessa alle acque superficiali ruscellanti, meteoriche o di fusione nivale, o dall'accumulo di materiale detritico mobilitato sulla superficie topografica. Inoltre, in riferimento al tracciato della tubazione, l'intervento insiste su un pendio contraddistinto da una certa stabilità e non si evidenziano fattori predisponenti a potenziali dissesti, quali scivolamenti o smottamenti, nel breve-medio periodo non essendo stati evidenziati situazioni di particolare criticità, secondo ragionevoli previsioni.

In riferimento al torrente Perodaz e Lavaz, il tracciato dei cavidotti previsto in progetto risulta, nel settore vincolato, adeguatamente interrato e non direttamente interferente con la dinamica del corso d'acqua che risulta prettamente superficiale. In caso di eventi eccezionali e parossistici, la portata liquida e di colata detritica, non contenuta all'interno dell'alveo ordinario, determina la tracimazione e la formazione di un flusso idrico e detritico che andrebbe a propagarsi sul pendio con un settore a maggior pericolosità in corrispondenza dell'impluvio e con i settori limitrofi esterni a pericolosità più contenuta. I flussi esondati che, in riferimento alla morfologia e pendenza dell'area oggetto di intervento e dalle caratteristiche geologiche della viabilità sterrata, hanno un grado contenuto di erodibilità con maggior propensione al trasporto e deposizione del materiale preso in carico dalla corrente.

In riferimento alla dinamica del torrente, non sono pertanto necessari interventi di riduzione della pericolosità.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

7 INDICAZIONI RELATIVE AGLI INTERVENTI

In base alle caratteristiche geologico-tecniche dei terreni esaminati e alla morfologia del sito si suggeriscono alcune indicazioni di carattere generale relative alla realizzazione degli interventi in progetto, anche per quanto riguarda la fase di cantiere. Si evidenzia che gli interventi in progetto non modificheranno sostanzialmente la morfologia attuale del sito e se realizzati a regola d'arte non causeranno condizioni di instabilità idrogeologica.

Per quanto riguarda gli interventi di demolizione del muro esistente e dei conseguenti scavi di sbancamento si possono fornire le seguenti indicazioni.

- le attività di demolizione e di scavo dovranno essere eseguite a regola d'arte ed effettuate possibilmente in periodi non immediatamente successive ad intense precipitazioni piovose o allo scioglimento nivale poiché fattori predisponenti all'insorgere di possibili fenomeni franosi del fronte di scavo;
- si dovrà evitare che le acque meteoriche e/o di ruscellamento dei settori limitrofi scorrano superficialmente dirigendosi all'interno dell'area oggetto di intervento durante le fasi di realizzazione degli scavi. Pertanto sarà opportuno provvedere alla gestione delle acque superficiali al fine di evitare che le acque ruscellanti scorrano superficialmente e si dirigano lungo le pareti dello scavo temporaneo innescando possibili fenomeni erosionali tramite (ad esempio) la disposizione di una canaletta di gronda provvisoria e mantenere una fascia di rispetto al contorno dell'area di lavorazione per far fronte ai possibili franamenti ai bordi degli scavi.
- nella fase di scavo sarà possibile incontrare blocchi di grosse dimensioni e pertanto se ne dovrà prevedere l'estrazione e/o la demolizione, mediante mezzi meccanici, fino a raggiungere la profondità minima per la realizzazione delle opere
- durante gli interventi di scavo bisognerà porre attenzione e cura nella movimentazione dei blocchi di maggiore dimensione in modo tale da non generare condizioni di instabilità e disporli adeguatamente evitando lo sviluppo di fenomeni di rotolamento, vista la presenza della viabilità a valle; se del caso valutare opere provvisorie di contenimento e/o protezione;
- gli sbancamenti dovranno essere eseguiti a regola d'arte tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali, e in particolare il fronte dovrà avere pareti temporanee non superiori ai 70°;
- nei tratti in cui le caratteristiche dei materiali risultino scadenti o si evidenziano venute d'acqua, occorrerà procedere alla realizzazione di opere provvisorie di contenimento del terreno (palancole e puntelli) o diminuire, ove possibile, la pendenza della scarpata di scavo

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

- o effettuare lo sbancamento con gradonatura, indicativamente con scarpa provvisoria subverticale (max 70°) e di altezza non superiore di 2m;
- particolare attenzione dovrà essere posta al controllo in prossimità del fronte di scavo, sulla parte corticale, di eventuale formazione di microfratturazioni da ritiro che evidenziano l'insorgere di potenziali instabilità e che determinano la necessità di sostenere lo scavo con opere di contenimento;
 - il materiale di risulta dello scavo deve essere allontanato dal bordo del fronte temporaneo ed escludere su questa fascia qualsiasi sovraccarico, così come rimuovere eventuali fonti di vibrazioni nelle vicinanze dello scavo;
 - nel caso in cui si debbano lasciare i fronti di scavo aperti per un periodo di tempo considerevole in condizioni meteorologiche sfavorevoli (pioggia), le scarpate temporanee dovranno essere protette da teli impermeabili;
 - le acque sotterranee eventualmente intercettate durante gli scavi dovranno essere drenate e allontanate predisponendo opportuni drenaggi;
 - il terreno di fondazione dovrà avere caratteristiche adeguate ai carichi agenti, in caso contrario approfondire ulteriormente lo scavo e/o costipare opportunamente il terreno in modo da migliorarne le caratteristiche di portanza, così come il materiale granulare di sottofondo (con pezzatura max 25mm), al fine di escludere un cedimento del sistema "opera-terreno". Eventuali livelli isolati di materiale cedevole, come ad esempio limo e/o sabbia limosa, dovranno essere superati approfondendo lo scavo.
 - il corretto dimensionamento delle fondazioni andrà perfezionato a scavi avvenuti successivamente alla verifica della situazione stratigrafica presente;
 - l'intervento dovrà essere eseguito nel più breve tempo possibile al fine di evitare prolungati tempi di apertura del fronte di scavo con conseguente variazione delle caratteristiche geotecniche a breve termine dei materiali interessati;
 - prevedere l'accurato costipamento dei riporti a tergo del nuovo muro di contenimento che dovranno essere disposti per strati successivi e addensati mediante ripetuti passaggi di mezzi di cantiere.
 - i muri di sostegno e/o di contenimento dovranno essere dimensionati in funzione della spinta esercitata dal terreno circostante e degli ulteriori carichi agenti;
 - realizzare un setto drenante longitudinale e continuo a tergo dell'opera di sostegno e/o di contenimento e al livello di fondazione, costituito da ghiaie e materiale lapideo di pezzatura 15-25 mm, ben lavato al fine di evitare sovrappressioni;
 - realizzare per l'opera di sostegno e/o di contenimento fori di smaltimento delle acque (barbacani) per l'allontanamento delle acque, al fine di evitare eventuali sovrappressioni

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

- la pendenza finale delle scarpate libere definitive, riprofilate adeguatamente tenendo conto delle caratteristiche geotecniche del materiale, non dovrà avere inclinazione superiore ai 35°;
- per quanto riguarda la stabilità delle scarpate libere, non si ritiene che la riprofilatura possa causare alterazioni nello stato di equilibrio attuale, tuttavia per pendenze eccessive si dovrà provvedere al rinforzo e protezione della scarpata mediante l'uso di geotessili e reti corticali o eventualmente valutare la realizzazione di opere di sostegno/contenimento terra;
- al termine delle lavorazioni, provvedere prontamente ad eseguire l'inerbimento delle aree soggette a movimenti terra al fine di ridurre i processi legati all'azione delle acque ruscellanti.

Per quanto riguarda gli interventi di messa in opera della cabina elettrica si possono fornire le seguenti indicazioni.

- Le attività di scavo dovranno essere eseguite a regola d'arte ed effettuati possibilmente in periodi non immediatamente successivi ad intense precipitazioni piovose ed allo scioglimento delle nevi e dovranno essere eseguite tenendo conto delle caratteristiche geotecniche;
- Gli scavi per dar sede alla fondazione dovranno essere eseguiti a regola d'arte tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati realizzando, in riferimento allo scavo poco profondo, fronti provvisori con pareti libere verticali di altezza limitata, se le condizioni lo permettono;
- Le acque sotterranee eventualmente intercettate durante gli scavi dovranno essere drenate e allontanate predisponendo opportuni drenaggi;
- Il materiale di risulta dello scavo deve essere allontanato dal bordo del fronte temporaneo ed escludere su questa fascia qualsiasi sovraccarico, così come rimuovere eventuali fonti di vibrazioni nelle vicinanze dello scavo;
- Il terreno di fondazione su cui insisterà la fondazione della cabina dovrà avere caratteristiche adeguate ai carichi agenti, in caso contrario approfondire ulteriormente lo scavo e/o costipare opportunamente il terreno in modo da migliorarne le caratteristiche di portanza, così come il materiale granulare di sottofondo (con pezzatura max 25mm), al fine di escludere un cedimento del sistema "opera-terreno".

Per quanto riguarda la realizzazione degli scavi in trincea per gli interventi di posa delle linee elettriche possono fornire le seguenti indicazioni:

- Gli scavi a sezione ristretta provvisori dovranno essere eseguiti a regola d'arte tenendo conto delle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati realizzando, in riferimento allo

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

scavo poco profondo, fronti provvisori con pareti libere verticali di altezza limitata, se le condizioni lo permettono.

- Nel caso in cui durante la fase di scavo si dovessero incontrare trovanti di grosse dimensioni se ne dovrà prevedere l'estrazione e/o la demolizione, mediante mezzi meccanici, fino a raggiungere la profondità minima per la posa dei tubi.
- In caso di terreni scadenti o in presenza di acqua, effettuare lo scavo a campione ed eventualmente sostenere provvisoriamente il fronte di scavo con opere temporanee, predisporre sul fondo della trincea uno strato di ghiaietto e, qualora le condizioni lo richiedano, una tubazione drenante per favorire l'allontanamento delle acque.
- In fase di scavo, impedire che le acque meteoriche o di infiltrazione scorrano lungo i fronti della trincea innescando fenomeni di erosione e che si convogliano all'interno dello scavo diventando il collettore preferenziale di parte del deflusso superficiale.
- La trincea dovrà essere riempita con terreno scelto sino ad un'altezza di 25 cm sopra le tubazioni (sabbia adeguatamente addensata) e successivamente con il materiale di risulta opportunamente vagliato e selezionato e correttamente costipato al fine di evitare assestamenti successivamente alla fase di rinterro.
- Nel caso in cui la profondità di scavo sia minore di quella prevista, le tubazioni dovranno essere protette mediante appositi manufatti.
- Una volta ripristinati i tratti di viabilità interessati, il materiale di rinterro dovrà essere adeguatamente costipato.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

8 CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni geologico-tecniche espone in questa relazione, fatte salve le indicazioni sopra riportate, non si rilevano elementi di carattere geologico-tecnico e geomorfologico contrari alla realizzazione delle opere in progetto, che risultano quindi **COMPATIBILI** dal punto di vista geologico a condizione che si operi con le cautele previste e consigliate. L'intervento sostanzialmente non modifica lo stato dei luoghi.

In riferimento alla Delibera di Giunta Regionale n°2939/2008 si evidenzia che la realizzazione degli interventi in progetto è **CONSENTITA**, nei terreni sedi di frane e soggetti a rischio di inondazioni, così come esposto nel capitolo 6 – Studio di compatibilità.

ALLEGATI

- REPORT INDAGINE MASW

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

ALLEGATO 1

Indagine MASW per definizione Vs eq

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

1 PREMESSA

La presente relazione illustra i dati delle indagini sismiche eseguite mediante metodologia MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) in data 22 marzo 2024, nel Comune di Champdepraz, in relazione al progetto dei lavori di interrimento linea per allaccio utenza nel comune di Champdepraz (contratto 5700000035), al fine di definire i valori di velocità delle onde di taglio equivalente e caratterizzare la risposta sismica del terreno in corrispondenza degli interventi progettuali così come previsto dal D.M. 17/01/2018 Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018).

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

2 PROSPEZIONE SISMICA MASW

2.1 GENERALITÀ SUL METODO MASW

Il parametro $V_{s,eq}$ rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S ed è calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

Dove: h_i è lo spessore dello strato i-esimo

$V_{s,i}$ è la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo

N è il numero di strati

H è la profondità del substrato sismico ($V_s > 800$ m/s)

Per depositi con profondità H del substrato sismico superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tale parametro può essere determinato attraverso indagini indirette ed in particolare modo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh o di Love.

La metodologia MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves* - Analisi multicanale delle onde superficiali) si basa sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh e Love che vengono generate da una sorgente sismica applicata ortogonalmente o trasversalmente alla superficie del terreno; queste onde vengono rilevate da geofoni verticali od orizzontali, distribuiti su di un allineamento della lunghezza di qualche decina di metri in modo da mantenere costante a loro interdistanza.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Le onde di Rayleigh si muovono secondo un moto ellittico retrogrado, avente una componente sia verticale che orizzontale. Le onde di Love si muovono solo sul piano orizzontale con un'oscillazione la cui direzione è perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda.

Per generare queste onde nelle prospezioni MASW si usano sorgenti sismiche ad impatto verticale sul terreno (Rayleigh con geofoni verticali per la componente verticale e geofoni orizzontali per la componente orizzontale) e sorgenti con direzione d'impatto parallela al terreno, mediante apparati che creano sollecitazioni orizzontali (Love con geofoni orizzontali orientati secondo la direzione d'oscillazione dell'onda). Ovviamente energizzando nei due suddetti metodi si generano anche onde di corpo (utilizzate generalmente nelle analisi sismiche a rifrazione o riflessione), ma gran parte dell'energia trasmessa genera onde di superficie di tipo Rayleigh.

L'interesse verso le onde superficiali è legato alla loro proprietà dispersiva attraverso la quale si può risalire alle proprietà elastiche dei terreni superficiali e quindi alla velocità delle onde di taglio, con le quali, al livello di grandezza, sono in stretta relazione secondo il rapporto:

$V_s = 1,1 * V_{\text{Rayleigh}} \text{ o } V_{\text{Love}}$

La propagazione delle onde sismiche nel sottosuolo è legata alla lunghezza d'onda ed alla frequenza, e queste due proprietà fisiche sono in relazione con la velocità secondo il rapporto:

lunghezza d'onda = velocità/frequenza; $\lambda = v/f$

In un mezzo perfettamente isotropo le onde superficiali non subirebbero il fenomeno della dispersione, ma in natura tale condizione è difficilmente realizzabile in quanto le caratteristiche elastiche del mezzo tendono a cambiare con la profondità.

La dispersione delle onde piane è rappresentata nello spettro elastico F/V o F/K dove F è la frequenza dell'onda, V è la velocità di fase, K è il numero d'onda cioè il numero di oscillazioni

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

di un'onda nell'unità di lunghezza. Per un'onda non-dispersiva il numero d'onda è proporzionale alla frequenza. Entrambi gli spettri rappresentano nel campo delle frequenze le condizioni più energetiche di una perturbazione sismica che è dovuta soprattutto alle onde superficiali. Su questi spettri elastici la porzione più energetica comprende un ampio intervallo di frequenze che è funzione della profondità: in superficie prevalgono le alte frequenze, mentre le basse sono rappresentative degli strati più profondi. Una situazione non infrequente è quella di trovare nello spettro elastico più campi energetici che rappresentano i modi superiori delle onde in esame, mentre quello considerato rappresentativo per la correlazione delle V_s è quello fondamentale che si posiziona più in basso nello spettro.

La metodologia per la realizzazione di un'indagine sismica MASW prevede 4 passi fondamentali:

- L'acquisizione lungo uno stendimento rettilineo di geofoni delle onde superficiali generate da una sorgente energizzante artificiale
- Estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali
- Inversione delle curve di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s
- Ricostruzione di una sezione delle V_s

2.2 PIANIFICAZIONE ED ESECUZIONE DELL'INDAGINE

Per l'acquisizione dello stendimento sismico di superficie nel sito della nuova cabina elettrica in comune di Gressoney-Saint-Jean, è stato utilizzato un sismografo a 24 canali, mod16S24U della P.A.S.I. S.r.l.. L'acquisizione delle onde di Rayleigh è avvenuta tramite uno stendimento a 12 geofoni verticali con frequenza propria di 4,5Hz, distanziati ognuno di 2m (distanza intergeofonica) per una lunghezza complessiva della linea sismica pari a 22m. L'indagine è stata eseguita con 2 punti di energizzazione (detti *shots*) con offset minimo di 2,5m e 5m e nella fase di acquisizione è stato effettuato, per ogni *shot*, uno *stack* verticale di 4 battute mediante mazza di battuta da 10Kg su piastra di alluminio. I dati sono stati registrati con un

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

tempo di acquisizione di 2s e con frequenza di campionamento di 4000Hz (periodo di campionamento 250 μ s).

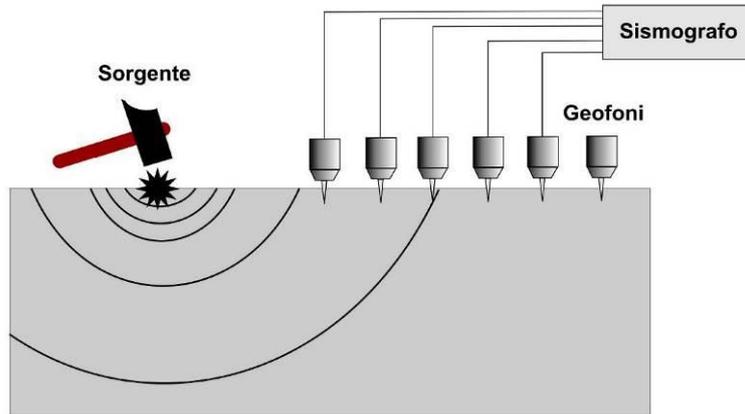


Figura 2-1 Schema di stendimento sismico



Figura 2-2 Vista della localizzazione dello stendimento sismico

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

2.3 INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software *WinMASW Pro*, prodotto dalla Eliosoft, che consente di ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio V_s secondo la seguente metodologia:

- ✓ Calcolo dello spettro di velocità
- ✓ Individuazione del modo fondamentale e degli eventuali superiori
- ✓ Picking della curva di dispersione
- ✓ Inversione della curva di dispersione e individuazione del profilo di velocità V_s

Per l'analisi dei dati è stata utilizzata la curva di dispersione relativa allo *shot* posto all'offset di 5m dalla linea geofonica costituita da geofoni verticali con frequenza propria di 4,5Hz. La rappresentazione del dataset, acquisito nel tempo di 1 sec, è raffigurata nella seguente figura.

dataset: 010.DAT
sampling: 0.25 ms
minimum offset: 5 m
geophone spacing: 2 m

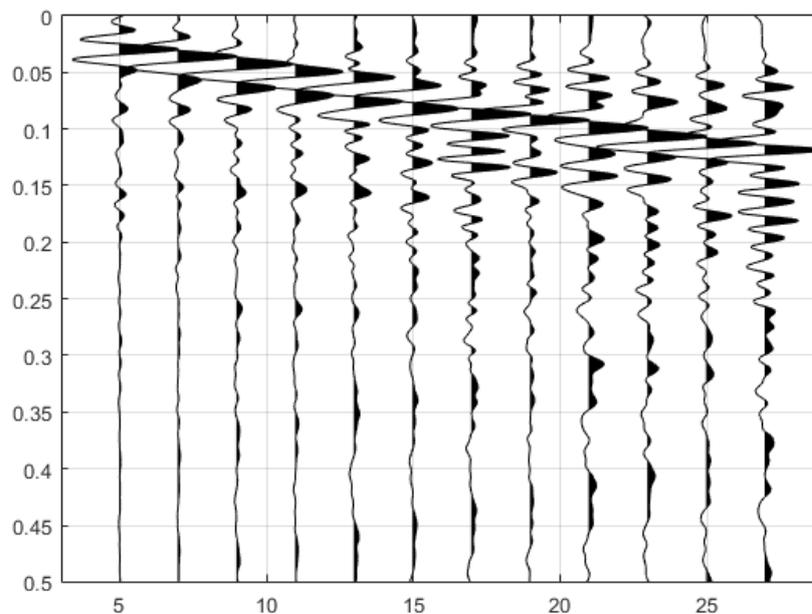


Figura 2-3 Dataset normalizzato

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

Quello che segue è lo spettro di velocità con relativo picking della curva di dispersione delle onde di superficie, cioè la determinazione dei punti che si ritengono appartenere al modo fondamentale e a quelli secondari dell'onda superficiale di Rayleigh.

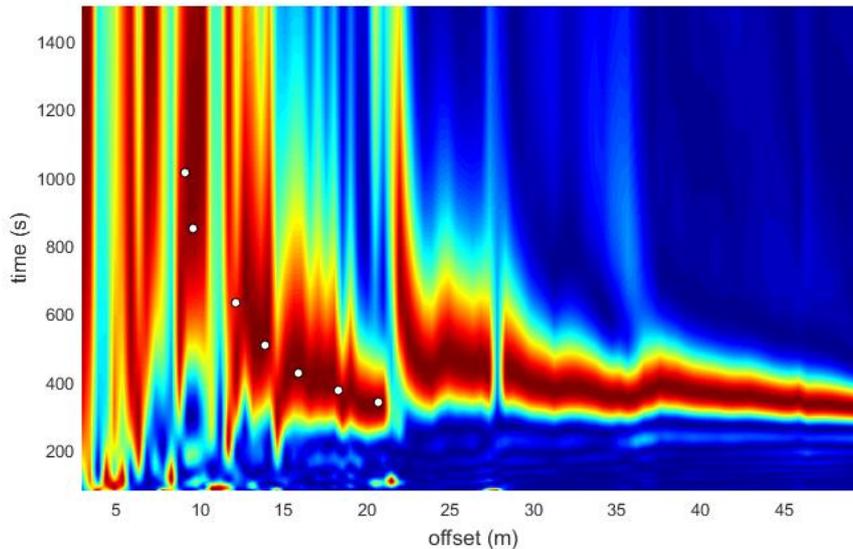
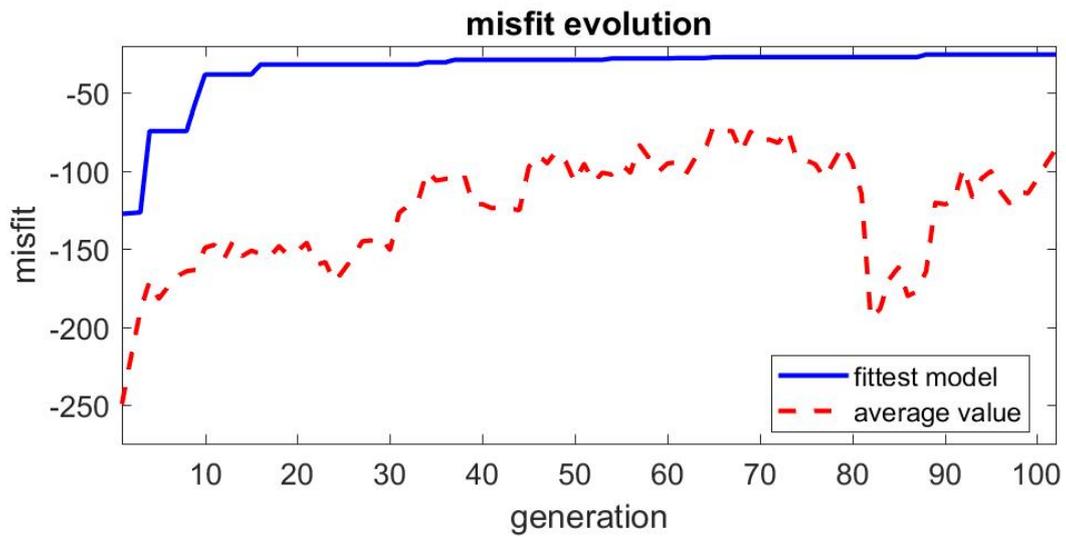
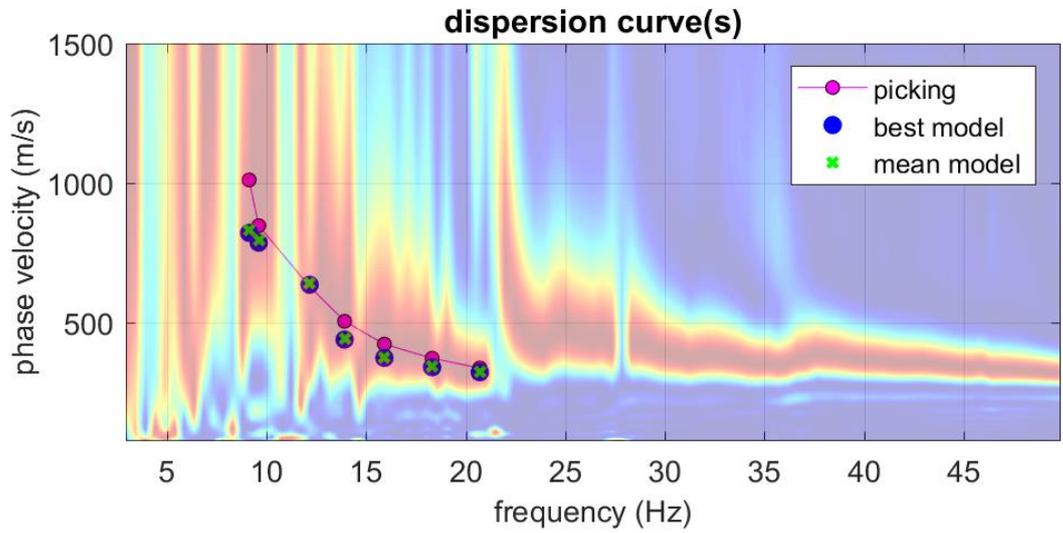


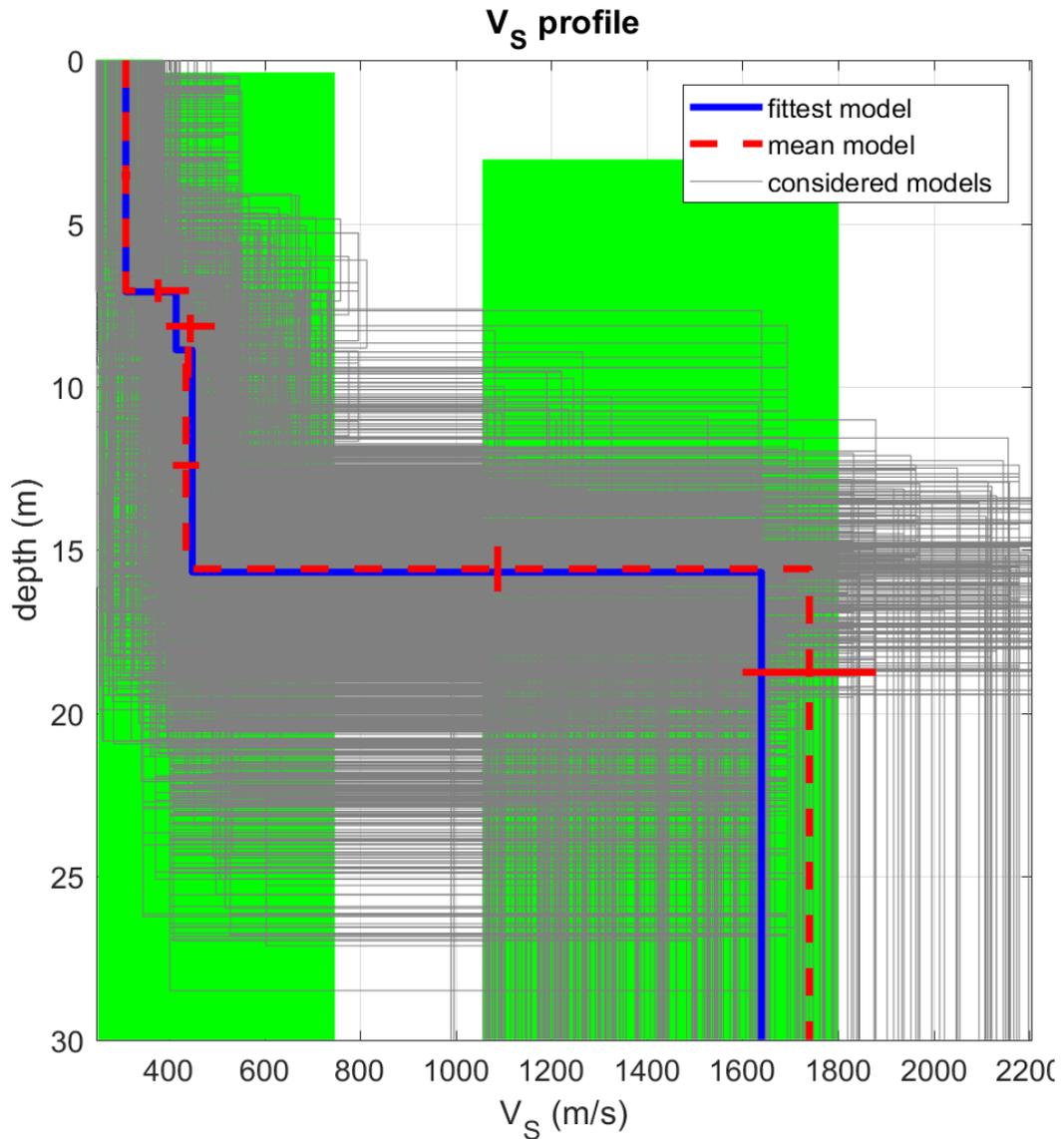
Figura 2-4 Spettro di Velocità e Picking

Una volta selezionati le curve di dispersione queste vengono elaborate durante la fase di inversione eseguita tramite algoritmi generici, il cui risultato raffigurato nelle immagini seguenti.

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ



Sono stati individuati 4 strati sismici a diversa velocità Vs e precisamente:

STRATO	Vs	Spessore
1	310	7,1
2	415	1,8
3	449	6,8
4	1640	Semi-spazio

RELAZIONE GEOLOGICA – STUDIO DI COMPATIBILITÀ

3 CONCLUSIONI

L'analisi della dispersione delle onde superficiali a partire dai dati di sismica attiva MASW ha consentito di determinare, per la zona di indagine, considerando la media ponderata delle velocità da piano campagna, un valore di:

- **V_{Seq} calcolata di: 370 m/s**

Rispetto alla nuova e vigente normativa antisismica (NTC 2018) i siti in esame investigato ricadono nella **categoria B** "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti" come evidenziato nella tabella allegata.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Deposit</i> i di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Deposit</i> i di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3.2.II – NTC 2018