



REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

Comune di ROISAN



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO IN CORRISPONDENZA DELLA VASCA DI PREIL SFRUTTANTE LE ACQUE DELL'ACQUEDOTTO COMUNITARIO

PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTISTA	COMMITTENTE
 <p>TECNO SERVICES <i>Vallée d'Aoste s.r.l.</i> Studio di ingegneria Loc. Borgnalle, 10/E - 11100 Aosta Tel: 0165 41531 Fax: 0165 524900 e-mail: info@tsvda.it - pec: segreteria@pec.tsvda.it - sito: www.tsvda.it</p>	 <p>Impresa: Società F.lli RONC s.r.l. <i>A.del. Sandro Ronc</i> Loc. Champgerod, 1 - 11010 Introd (AO) Tel: 0165 900121 Fax: 0165 95212 e-mail: edilizia@ronc.it</p>

DATA	REVISIONE N°	DEL	CODICE LAVORO
Novembre 2017	1		284
	2		
	3		
N° TAVOLA	CONTENUTO TAVOLA		
1f	RELAZIONE GEOLOGICA / GEOTECNICA		
SCALA	NOME ELABORATO	C.U.P.	
	284DEF_00_Cartigli		
REDATTO	VISTO	APPROVATO	
Ing. Crétier Chantal	Ing. Crétier Chantal	Ing. Crétier Chantal	

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA
REGION AUTONOME VALLEE D'AOSTE



COMUNE DI ROISAN

**PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO
IN CORRISPONDENZA DELLA VASCA DI PREYL SFRUTTANTE
LE ACQUE DELL'ACQUEDOTTO COMUNITARIO
E RELATIVA PISTA DI ACCESSO**

Progettista: TECNO SERVICES Vallée d'Aoste s.r.l.

Committente: Soc. F.Ili RONC s.r.l.

- RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA
**- STUDIO SULLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO CON I FENOMENI
IDRAULICI, GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI**
**- CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO MEDIANTE INDAGINE
SISMICA DI TIPO MASW**

1. PREMESSA

Su incarico della Soc. F.lli RONC S.r.l., e in ottemperanza a quanto disposto dal D.M. 11/03/88, D.M 14/01/08 (N.T.C.) e dalla L.R. 11/98 e s.m.i. (D.G.R. 2939 del 10-10-2008 e s.m.i.), è stato eseguito in data 09-03-2016 un sopralluogo a carattere geologico e geotecnico, in ordine al “*Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell’acquedotto comunitario e relativa pista di accesso*”, in comune di Roisan, a firma dello Studio di Ingegneria TECNO SERVICES Vallée d’Aoste s.r.l.

L’intervento di costruzione della nuova centrale idroelettrica insisterà sui Mappali n. 348-161-162-159 al Foglio n. 12 della locale planimetria catastale.

Le osservazioni effettuate e le informazioni raccolte nel corso del sopralluogo svolto unitamente ai rilievi già effettuati nel corso dell’estate 2015 inerenti il *Progetto di realizzazione degli interventi di sostituzione del tratto di tubazione: nodo C – Vasca Chez-Percher*, supportate dall’esame degli elaborati geologici contenuti all’interno del P.R.G.C. (Cartografie Motivazionali e Prescrittive degli Ambiti inedificabili secondo la L.R. 11/98), nonché delle cartografie P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico – Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici) e I.F.F.I (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e dalla consultazione della Banca dati del Sistema informativo geologico regionale (aggiornamento marzo 2016) anche nella versione online costituita dal geoportale R.A.V.A. (Geonavigatore SCT: Catasto dissesti, Alluvione 2000), hanno consentito di determinare i tratti geomorfologici e litologici dell’area e di stimare le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dagli interventi, allo scopo di verificare l’adeguatezza delle opere da realizzare con la situazione in atto e suggerire gli accorgimenti tecnici per il miglior adattamento delle stesse alle condizioni locali.

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell’intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell’area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell’acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

Dall'analisi delle Cartografie Prescrittive di Sintesi dello Studio per la delimitazione degli Ambiti Inedificabili ai sensi della L.R. 11/98, redatte dal collega Dr. Geol. DE LEO Stefano, si evincono le seguenti informazioni:

- ✓ Art. 35 – “Individuazione dei terreni a rischio di frana”. L'area oggetto di intervento ricade quasi interamente in un settore soggetto a vincolo di **fascia F3** a bassa pericolosità (“*Aree dissestate di media estensione o coinvolgenti limitati spessori di terreno o comunque a media pericolosità ...*”).
- ✓ Art. 36 – “Individuazione dei terreni a rischio d'inondazione”. Il settore in oggetto non rientra all'interno di fasce soggette a vincolo.
- ✓ Art. 37 – “Individuazione dei terreni a rischio di valanghe o slavine”. L'area non è interessata da vincoli.

A questo proposito si precisa che in base alla normativa vigente (D.G.R. 2939 del 10-10-2008 concernente l'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) l'intervento, rientra nella categoria di nuova costruzione edilizia: esso **richiede** pertanto che venga redatto uno specifico **Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area, e di verifica dell'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le opere di mitigazione del rischio necessarie.**

A tal riguardo si sottolinea che il presente documento adempie a quanto richiesto dalla normativa vigente, costituendo specifico *Studio sulla compatibilità dell'intervento*, redatto secondo le indicazioni contenute nelle DEFINIZIONI GENERALI della D.G.R. 2939/2008.

Si ricorda infine che, dal momento che il fabbricato in oggetto non ricade in zona sottoposta a vincolo idrogeologico (R.D.L. del 30.12.1923 n° 3267) il

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

presente lavoro non dovrà ricevere il parere da parte della struttura regionale competente in materia di difesa del suolo ai sensi dell'Art. 35 comma 6 della L.R. 11/98.

Per quanto concerne gli aspetti relativi alla **Normativa sismica**, per le strutture in progetto è necessario fare riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), che si applicano indistintamente per tutte le costruzioni, indipendentemente dalla zona di classificazione sismica in cui esse vengono realizzate. A tal proposito si sottolinea che la **D.G.R. n. 1603 del 04.10.2013 - Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all'art. 3 comma 3, della Legge Regionale 31 luglio 2012, n. 23 "Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche". Revoca della D.G.R. N. 1271.** ha stabilito che tutti i comuni della Regione autonoma della Valle d'Aosta sono classificati in zona sismica 3 ai fini e per gli effetti di quanto stabilito dalla norma regionale 23/2012.

Si sottolinea a tal riguardo che il dimensionamento sismo-geotecnico-strutturale dell'edificio è stato effettuato sulla base dei risultati di **una prova sismica di tipo MASW (Multichannel Analysis Surface Waves), eseguita personalmente dallo scrivente all'interno dell'area di intervento, i cui risultati sono riportati nello specifico report allegato al presente documento, e vengono trattati, e preliminarmente elaborati nel Cap. 6.**

Alla relazione si allegano:

- *Stralci delle cartografie degli Ambiti inedificabili relative ai terreni sede di frana (art. 35) e a rischio di inondazione (art. 36) ai sensi della L.R. 11/98;*
- *Allegato fotografico;*
- *Relazione tecnico-illustrativa prova sismica MASW eseguita in sito.*

NORMATIVE DI RIFERIMENTO:

- **D. M. LL.PP. 11.03.1988** – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- **L.R. n. 11 del 06.04.1998** – Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta.
- **O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003** – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.
- **D.G.R. n. 5130 del 30.12.2003** – Approvazione della riclassificazione sismica del territorio della Regione Autonoma Valle d'Aosta in applicazione dell'Ordinanza n. 3274/2003. Prime disposizioni.
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28.04.2006** – Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
- **L.R. n. 22 del 16.10.2006** – Ulteriori modificazioni alla L.R. 11/1998 (Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta)
- **D.G.R. n. 2939 del 10.10.2008** – 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.
- **Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14.01.2008** – Norme Tecniche per le Costruzioni.
- **Circolare n. 617 del 02.02.2009** – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- **L.R. n. 17 del 12.06.2012** – Modificazioni alla legge regionale 6 aprile 1998, n. 11 (Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta), e ad altre disposizioni in materia di governo del territorio.
- **L.R. n. 23 del 31.07.2012** – *Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche.*
- **D.G.R. n. 1603 del 04.10.2013** – Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all'art. 3 comma 3, della Legge Regionale 31 luglio 2012, n. 23

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

“Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche”.

Revoca della D.G.R. N. 1271.

➤ **D.G.R. n. 1090 del 01.08.2014** – 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. 62 alla deliberazione della giunta regionale n. 1603 del 4 ottobre 2013.

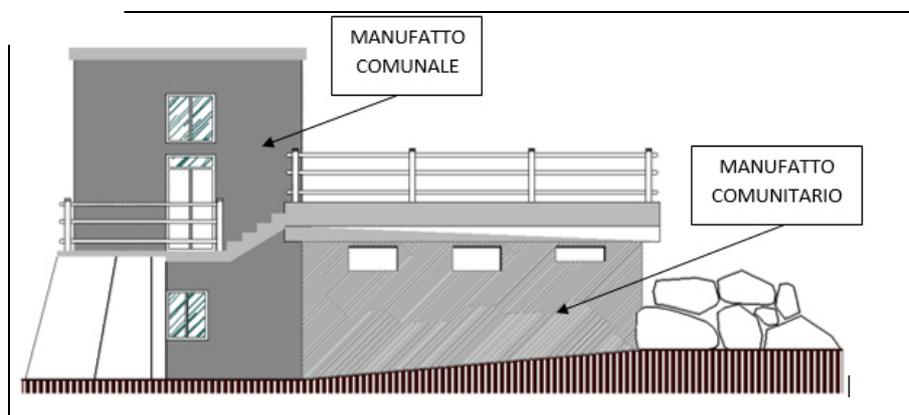
2. CARATTERISTICHE GENERALI DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

L’intervento in progetto consiste nella realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell’acquedotto comunitario e relativa pista di accesso: In particolare esso prevede l’esecuzione di tre distinti interventi:

1. realizzazione del fabbricato atto ad ospitare la centrale idroelettrica;
2. re-styling dell’attuale manufatto per armonizzarlo architettonicamente al fabbricato in progetto;
3. realizzazione della viabilità di accesso all’area;

INTERVENTI 1 - 2: Il serbatoio di Preyl è composto da due parti distinte: una parte di proprietà e ad uso esclusivo della Comunità Montana Grand Combin, l’altra parte ad uso esclusivo del Comune di Roisan.

Il locale della Comunità Montana è sito al piano terra, mentre quello comunale ha due piani e si affianca al serbatoio di compenso della rete idrica di Roisan.



Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell’intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell’area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell’acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

Il re-styling che verrà eseguito sul manufatto esistente consiste nel mascherare i muri in c.a. a vista al livello 0, mentre il volume posto al livello superiore sarà interamente inglobato nell'architettura del nuovo blocco e rivestito con una "facciata ventilata" in pannelli di alluminio preverniciato.

INTERVENTO 3: La viabilità di accesso all'area si rende necessaria sia per la fase di cantiere, sia per la fase gestionale successiva, e verrà impostata quasi totalmente sul tracciato viabile poderale esistente.

La viabilità di accesso verrà ricavata dall'allargamento dell'esistente pista poderale che dalla strada comunale di Preyl si diparte verso monte, a servire terreni e boschi. Verrà rivista la geometria di imbocco della pista esistente, in modo da mitigarne la pendenza e a lavori ultimati, la nuova pista presenterà una larghezza utile della carreggiata di 3,00 m, conformemente alle disposizioni del P.T.P. Il tratto terminale in prossimità del serbatoio esistente è invece completamente da realizzare, ma non presenta particolari problematiche in quanto si sviluppa in un prato, seguendone principalmente le curve di livello.

L'intervento prevede l'esecuzione di scavi di entità molto ridotta pari a circa 0,5 – 1,00 m.

3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

3.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'area in esame si situa sulla sinistra orografica della valle laterale incisa dal T. Buthier, ad una quota di 943 m s.l.m. all'interno del territorio comunale di Roisan. In particolare essa si pone nel settore inferiore del versante sud-occidentale della Becca de Roisan (2545,8 metri), in un settore a prevalente morfologia glaciale, caratterizzata da un'alternanza di terrazzamenti prativi tra cui quello a monte delle case della frazione di Preyl, ove sorge l'attuale vasca dell'acquedotto ove verrà realizzata la nuova centrale idroelettrica.

Il terrazzo in oggetto risulta inciso verso N dall'impluvio di Gorrey, percorso da un corso d'acqua a carattere perlopiù effimero, privo di toponimo cu C.T.R.,

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

mentre verso S, esso si presenta in continuità con altri appezzamenti prativi a bassa acclività. Verso monte è presente un ulteriore ampio terrazzamento separato da quello in questione tramite un modesto salto di quota: verso valle il terreno digrada inizialmente dolcemente per poi incrementare la propria acclività sino a raggiungere un massimo in corrispondenza del tornante della strada comunale di quota 909.4.

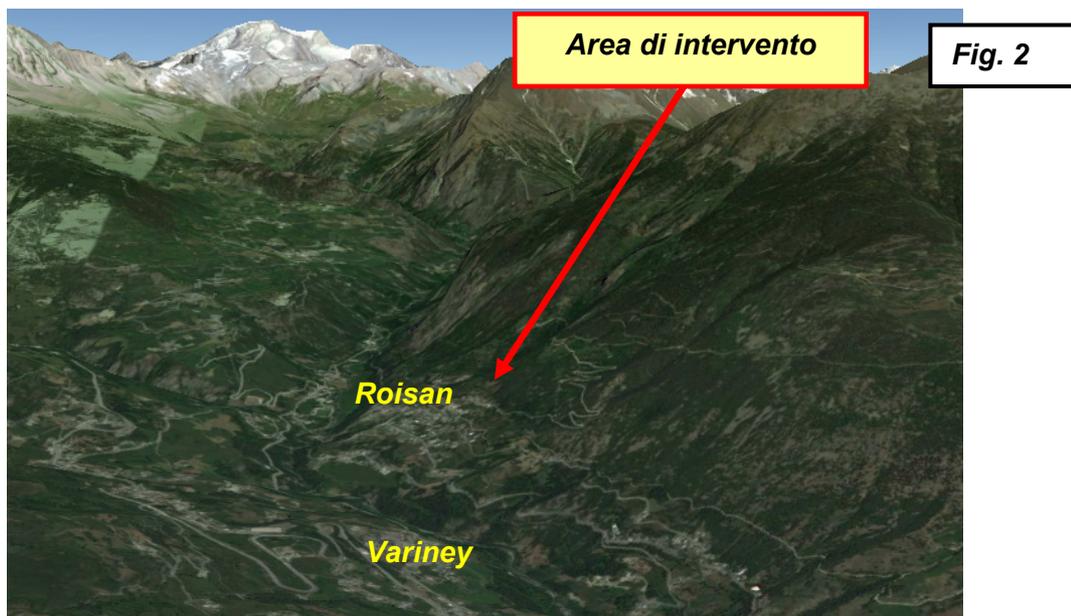


Fig. 2. Ricostruzione 3D del tratto di valle incisa dal T. Buthier. In evidenza il sito.

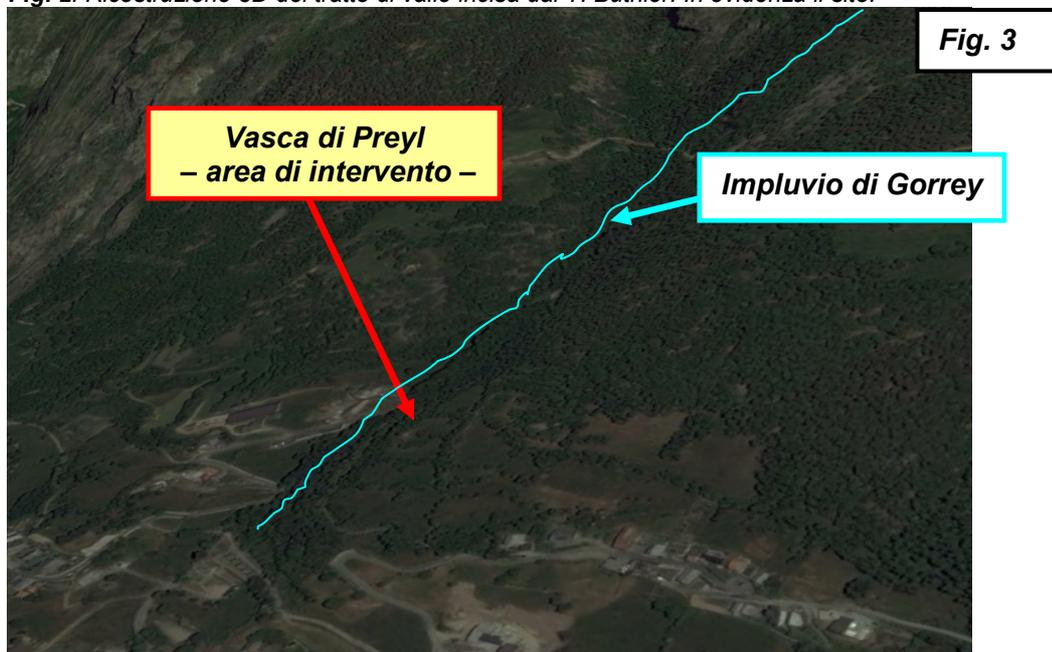


Fig. 3. Vista più ravvicinata della frazione di Preyl e del sito di intervento tratta da Googlearth).

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

Dal punto di vista plano-altimetrico il terrazzo in esame presenta valori di acclività molto ridotti (circa 5°-15°) ed una morfologia molto regolare priva di salti di quota e/o irregolarità significative: l'unico salto di quota esistente è ubicato in corrispondenza del fronte W dell'attuale struttura che ospita la vasca di Preyl e presenta un'altezza variabile tra 0,5 – 1,5 m (vd. Foto 1-2). Tale dislivello è stato in parte sistemato mediante la realizzazione di una bassa muratura in pietrame a secco/scogliera che presenta un andamento discontinuo.

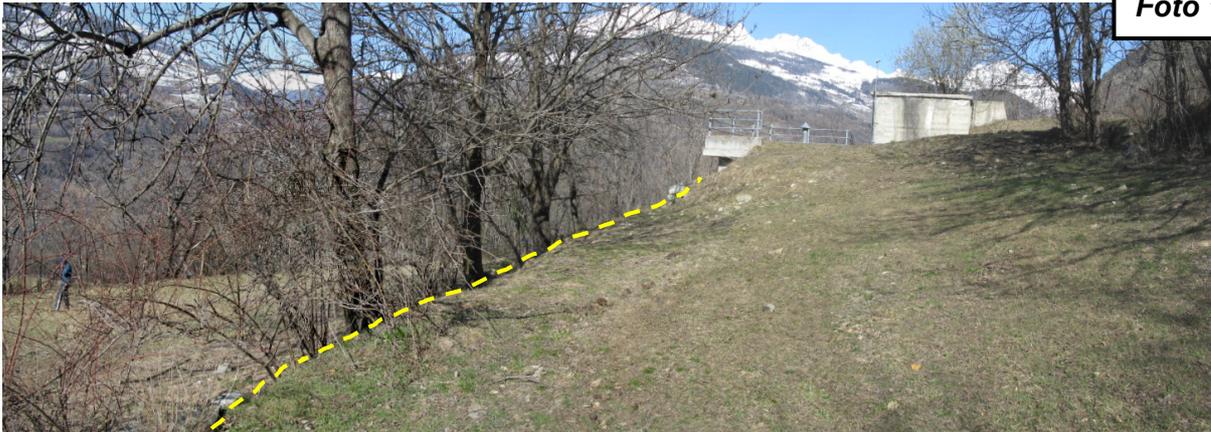


Foto 1. Vista laterale del salto di quota esistente di fronte alla struttura della vasca.



Foto 2. Vista frontale del salto di quota esistente di fronte alla struttura della vasca.

Più nel dettaglio il serbatoio e la vasca di Preyl con il suo relativo locale di servizio si presentano parzialmente seminterrati lungo i lati E (lato monte) e S mentre risultano liberi sui restanti lati.

Dal punto di vista dell'uso del suolo, il terreno adiacente la struttura esistente risulta allo stato attuale adibito a prato incolto e privo di vegetazione d'alto fusto.

Per ciò che concerne la **pista poderale** che verrà sistemata ed allargata al fine di renderla fruibile ai mezzi sia in fase di cantiere che a lavori ultimati, si

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

ricorda che la medesima si snoda a partire dalla strada comunale che serve la frazione di Preyl e poi sale verso monte in direzione del serbatoio.



Più nel dettaglio tale poderale è costituita attualmente da una stradina sterrata, avente larghezza media di 1.50÷2.00 m, che dalla strada comunale in ingresso al villaggio devia verso monte; essa è caratterizzata da una pendenza longitudinale piuttosto elevata, soprattutto nel primo tratto, e non consente pertanto un accesso all'area a mezzi su ruota, fatto salvo per trattori o jeep 4x4.

Si riportano di seguito due foto relative all'imbocco che verrà rivisto della poderale di accesso al sito (Foto 3) e di un suo tratto intermedio (Foto 4).



Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

Per quanto riguarda gli **aspetti geolitologici**, gli interventi in progetto andranno ad interessare depositi di genesi glaciale ascrivibili alla categoria “depositi di contatto glaciale s.l.”, composti da un’alternanza complessa di ghiaie, sabbie e ghiaie sabbioso-limose a stratificazione inclinata e tessitura variabile. Tali materiali si presentano per il primo metro di spessore rimaneggiati per effetto delle attività agricole passate, con maggior presenza di frazione granulometrica fine e minor grado di addensamento. Si ritiene molto probabile che gli scavi per la realizzazione della nuova struttura possano intercettare anche trovanti lapidei di dimensioni da decimetriche a submetriche.

Si segnala infine che l’intervento previsto di allargamento della pista poderale di accesso al sito andrà ad interessare principalmente lo strato di suolo e la coltre eluvio-colluviale superficiale (0,5 – 1,0 m), mentre solo in corrispondenza dell’imbocco sulla strada comunale gli scavi coinvolgeranno depositi di natura glaciale.

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL’AREA

Il **substrato roccioso**, costituito nella zona dal *Complesso Polimetamorfico della Falda del Mont-Mary* e locali *Pegmatiti e loro derivati alpini*, non affiora all’interno dell’area di intervento o nelle sue immediate vicinanze. Esso inizia ad affiorare in maniera discontinua a partire dalla quota di 1000 m s.l.m. circa, in corrispondenza della scarpata di valle del terrazzo glaciale di Berrio-Nemoz. Si segnala inoltre che a monte della loc. Chaumé in corrispondenza del tracciato del ru Pompillard sono visibili locali affioramenti di Dolomie.

Si tratta di litotipi di origine metamorfica caratterizzati da valori giacitureali a traverspoggio con locali variazioni a reggipoggio (immersione verso SE) e valori di inclinazione intermedi. Lo stato di fratturazione della roccia si presenta medio-elevato.

Si riporta di seguito per completezza un estratto della Carta Geologica della Valle d’Aosta, in scala 1:10.000, *tratta dal Geonavigatore S.C.T. della R.A.V.A.*, derivante dai rilievi *del Progetto CARG alla scala 1:10.000* ove viene evidenziata l’area di intervento.

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell’intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell’area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell’acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

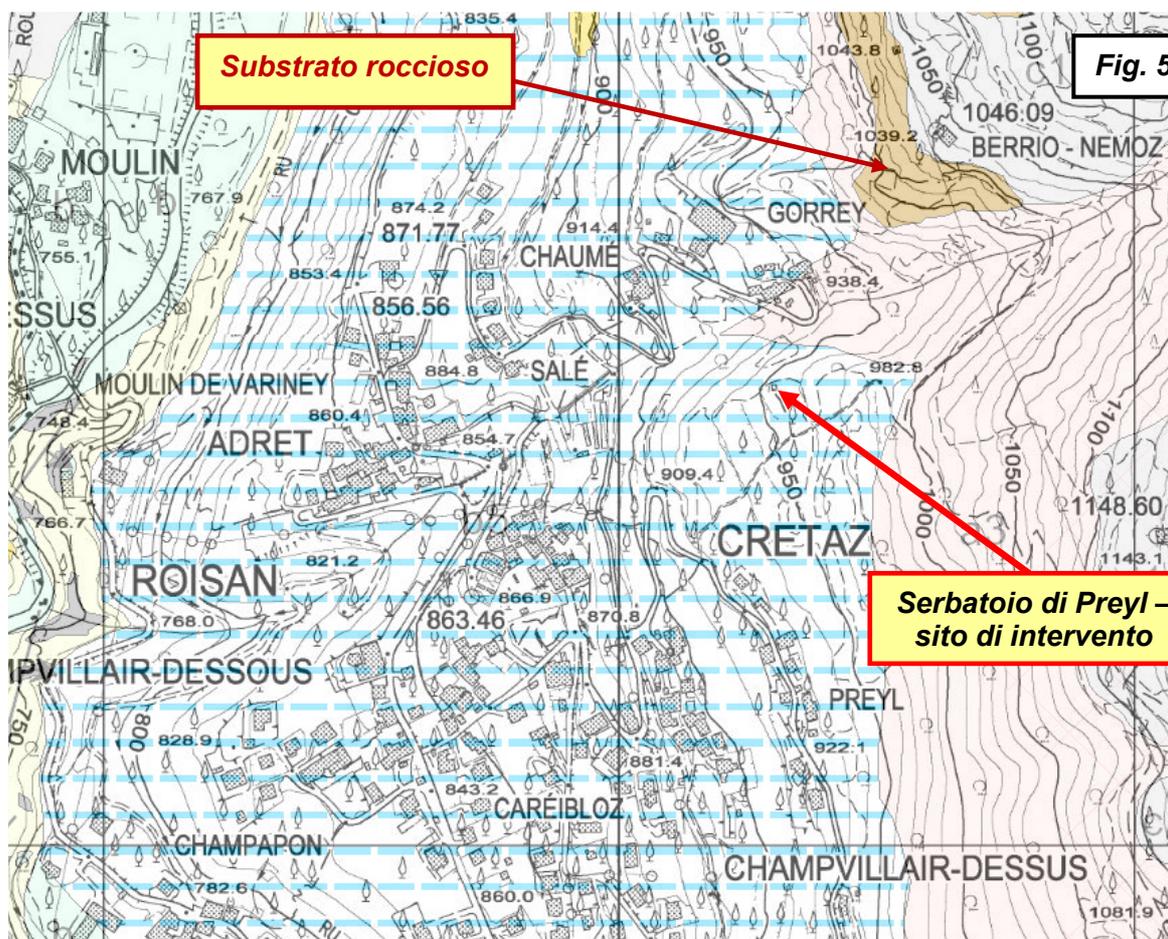


Fig. 4. Vista da monte del Estratto della Carta Geologica della Valle d'Aosta – scala 1.10.000 dai rilievi del progetto CARG.

LEGENDA CARTA GEOLOGICA

DEPOSITI QUATERNARI	
	a3 - Detrito di falda
	b2 - Coltre detritico-colluviale
	b5 - Deposito di contatto glaciale s.l.
	c4 - Till di alloggiamento
	c1 - Till indifferenziato
	b - Deposito alluvionale e fluvioglaciale
Substrato pre-quaternario	

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

AUSTROALPINO	
<i>Lembi austroalpini superiori, non eclogitici: Dent Blanche, Mont Mary-Cervino, Pillonet</i>	
Lembo della Dent Blanche	
	Ar5 - Gneiss milonitici in facies scisti verdi
Lembo del Mont Mary	
Unità inferiore	
	My1 - Complesso polimetamorfoico indifferenziato
Zona di Roisan	
	Ro9 - Filloniti e miloniti alpine
	Ro7 - Dolomie
ZONA PIEMONTESE	
<i>Unità superiori, non eclogitiche (Zona del Combin s.l.)</i>	
Unità dell'Ouilletta	
	Au1 - Calcescisti s.l. indifferenziati

In considerazione del contesto geomorfologico in cui si colloca il sito e della modesta entità degli scavi previsti (4,00 m circa), si ritiene del tutto improbabile che gli scavi possano andare ad intercettare il substrato roccioso. Sarà invece da preventivarsi, come già anticipato in precedenza, la presenza di locali blocchi lapidei anche di dimensioni submetriche.

4. ASSETTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA

Per quanto riguarda l'**assetto idrico superficiale**, l'area di intervento si pone come già espresso in precedenza, al di sopra del terrazzo morfologico di Preyl che risulta inciso verso N dall'impluvio di Gorrey – Berrio-Nemoz: tale solco risulta percorso da un corso d'acqua a carattere perlopiù effimero con portata molto discontinua il quale prende origine da un ristretto bacino idrografico situato lungo il versante W-SW della Becca-de-Roisan. Esso scorre

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

ad una quota nettamente inferiore rispetto al livello cui si colloca l'area di intervento, all'interno di un alveo naturale (Foto 5).



Foto 5

Vista dal lato N del serbatoio di Preyl, dell'incisione di Gorrey.

Nell'area non si segnalano ulteriori aste torrentizie significative e/o linee di impluvio percorse da corsi d'acqua permanenti o effimeri. Si riporta di seguito una corografia ove vengono riportati il tracciato del sopraccitato corso d'acqua e l'area di intervento. In conclusione, fatta eccezione per il settore inferiore, il versante, grazie anche alla sua esposizione a sud-ovest, presenta condizioni di notevole aridità e rientra tipicamente nell'areale di centro valle caratterizzato da precipitazioni molto ridotte, di poco superiori ai 500 mm/anno.

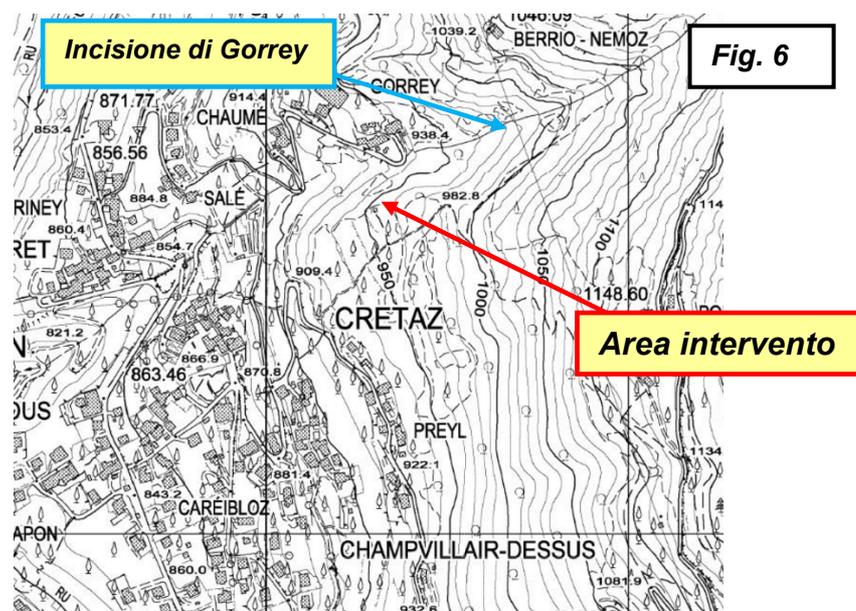


Fig. 6

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

Per quanto riguarda la **situazione idrogeologica**, i depositi costituenti il terrazzo glaciale su cui sorge il serbatoio di Preyl, sono caratterizzati da valori di permeabilità intermedi (valori di conducibilità idraulica pari a circa $10^{-3} < K < 10^{-4}$ m/s). Si segnala a tal riguardo che durante i diversi sopralluoghi svolti non sono state individuate nell'area sorgenti o terreni imbibiti.

Si ritiene pertanto improbabile, anche in ragione dell'entità ridotta degli scavi previsti, che l'intervento possa andare ad intercettare la falda freatica di versante, la quale dovrebbe attestarsi a profondità nettamente superiori (> 8 m). Per quanto attiene infine la rete irrigua superficiale si segnala che il tracciato del ru Pompillard scorre ad una quota inferiore rispetto al sito (a circa 900 m s.l.m.) e non sono presenti a monte del medesimo altri canali irrigui di rilevanza.

5. FENOMENI DI DISSESTO E ANALISI DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITA' CHE HANNO CONDOTTO ALLE PERIMETRAZIONI DEGLI AMBITI INEDIFICABILI

Per quanto riguarda i **dissesti a carattere gravitativo**, attualmente non si evidenziano nell'area di intervento segni significativi di instabilità in atto, né sono stati rinvenuti riferimenti ad eventi che l'abbiano coinvolta in passato.

L'IFFI (Inventario dei fenomeni franosi in Italia) conferma le considerazioni sopradescritte non evidenziando la presenza di fenomeni di dissesto nell'area di intervento. Viene invece segnalata la presenza di un fenomeno di D.G.P.V. (Deformazione Gravitativa Profonda di Versante) che coinvolge la fascia di versante sottostante la cresta Becca-de-Roisin – Becca di Viou – Mont-Mary sino alla quota altimetrica di circa 1100 m s.l.m., che però non interessa il sito di intervento (Fig. 7).

A scala locale occorre sottolineare che non sono stati rilevati fenomeni di soil-slip in atto o incipienti all'interno dell'appezzamento prativo interessato dagli interventi, ma solo qualche modesto fenomeno di distacco di piccoli volumi lapidei dalla scogliera/muro a secco che si erge in corrispondenza del salto di quota antistante la vasca di Preyl (Foto 6).

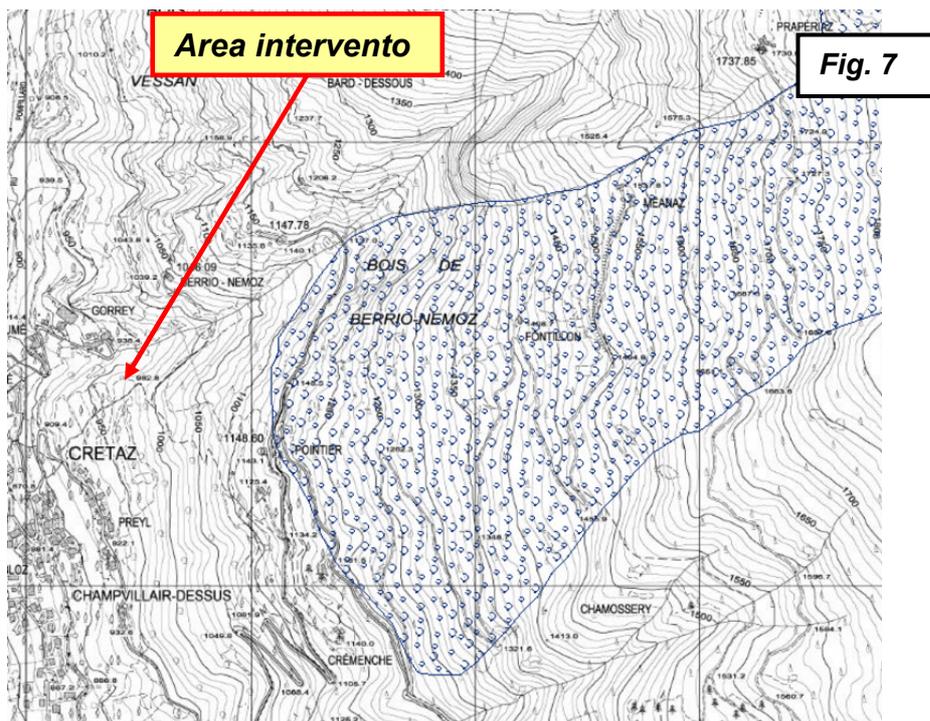


Fig. 7. Stralcio della cartografia IFFI dell'area. In evidenza la D.G.P.V. che coinvolge il versante a monte dell'area, e l'ubicazione del sito di intervento.



Foto. 6. Vista frontale di un blocco distaccatosi dal paramento della muratura di controripa esistente.

Da un'analisi effettuata sulle murature delle strutture che ospitano il serbatoio e la vasca, non sono state evidenziate lesioni o crepe imputabili a

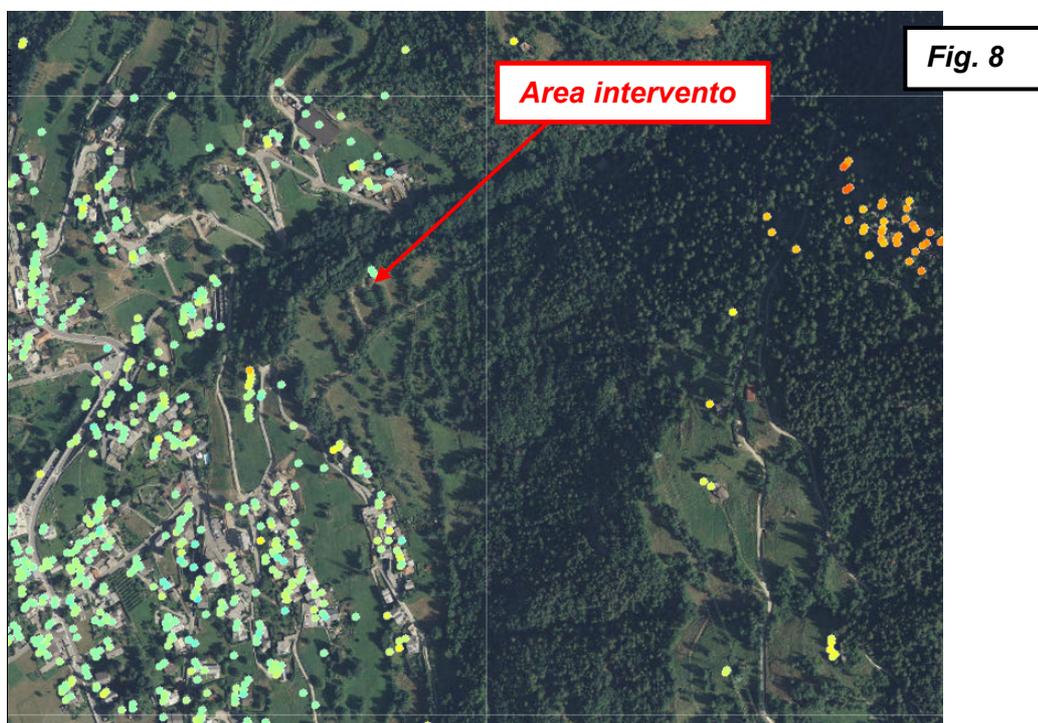
Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

effetti legati al fenomeno gravitativo profondo di D.G.P.V. che interessa il versante più a monte, a conferma della stabilità globale del pendio in esame.

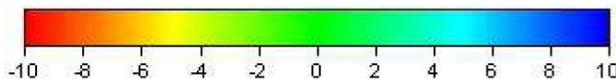
A tal proposito si sottolinea che la propensione al dissesto dell'area è stata valutata anche attraverso l'analisi dei dati PSInSAR™, attualmente disponibili sul GeoNavigatore SCT della RAVA, i cui risultati consentono di integrare le conoscenze finora acquisite sui fenomeni franosi esistenti sul territorio valdostano con nuove informazioni di carattere quantitativo sull'entità e la distribuzione areale dei movimenti superficiali. I dati radar satellitari elaborati con tecnica interferometrica derivano da due satelliti differenti: ERS 1 & 2 e RADARSAT.

I dati derivanti dalla piattaforma ERS sono stati elaborati con la tecnica PSInSAR™ (permanent scatterers) e si riferiscono al periodo temporale 1992 – 2001. I dati derivanti dalla piattaforma RADARSAT sono stati elaborati con la tecnica SqueeSAR™ (permanent scatterers e distributed scatterers) e si riferiscono al periodo temporale 2003 – 2010. Analizzando l'ortofoto riportata nella pagina seguente si può chiaramente notare che il settore oggetto di intervento **risulta interessato da movimenti di entità minima compresi tra 0 – 2/3 mm all'anno.**



Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso



Scala di valori convenzionalmente adottata per rappresentare la velocità di spostamento annua con intervallo di variazione compresa tra -10 e + 10 mm/a.

Si noti come i riflettori, osservabili lungo il tratto di versante situato a monte dell'area, ed incluso nella D.G.P.V., presentano una colorazione arancione indicativi di uno spostamento pari a 6-8 mm annui.

Alla luce di quanto sopraesposto il tecnico incaricato (Dr. Geol. S. De Leo) della stesura delle **Cartografie degli Ambiti Inedificabili relative ai terreni sede di frana** del comune di Roisan, redatte ai sensi della L.R. 11/98 art. 35, ha posto l'area di intervento all'interno della fascia F3 a bassa pericolosità. Tale perimetrazione conferma la generale situazione di stabilità dell'area la quale presenta valori di acclività che rendono difficile l'insorgere di fenomeni franosi di scivolamento corticali e si pone in posizione di sicurezza nei confronti di eventuali fenomeni di caduta massi vista l'assenza di pareti rocciose a monte.

Per quanto concerne il grado di pericolosità a carattere idraulico connesso all'area si evidenzia quanto già anticipato in precedenza, ossia che il sito si colloca lungo un settore di versante privo di un reticolo idrografico rilevante e che l'unica asta torrentizia di una certa importanza è rappresentata dalla linea di impluvio percorsa da un corso d'acqua a carattere perlopiù effimero (incisione di Gorrey – Berrio-Nemoz): tale incisione non ha alcuna interferenza con il sito di intervento in quanto posta ad una quota nettamente inferiore rispetto ad esso.

Pertanto esso è stato posto al di fuori di settori vincolati nelle **Cartografie degli Ambiti Inedificabili relative ai terreni a rischio di inondazione** del comune di Roisan, redatte ai sensi della L.R. 11/98 art. 36.

5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI MATERIALI

Considerato il contesto geomorfologico in cui si colloca il sito (terrazzo morfologico a prevalente modellamento glaciale), e la sua collocazione in un'area già anticamente antropizzata (abitato di Preyl), nonché la tipologia dell'opera da realizzare (struttura compatta con fondazione a platea e a pianta piuttosto regolare), non si è ritenuto necessario dover procedere all'esecuzione di specifiche indagini geognostiche e geotecniche per ricostruire la stratigrafia dell'area e le proprietà meccaniche dei terreni.

Per quanto riguarda i depositi presenti nell'area, considerata la natura glaciale estremamente eterogenea dei medesimi, risulta piuttosto difficile poter assegnare dei valori precisi ed univoci ai loro parametri geotecnici. Si può tuttavia stimare che il dimensionamento della struttura che verrà impostata su di essi e sulla coltre di materiali più rimaneggiati superficiale, potrà essere eseguita sulla base dei seguenti parametri (in assenza di falda):

- per il terreno più superficiale rimaneggiato (0 – 1,5 m) e materiali di riporto: angolo di attrito variabile tra 27 - 29 gradi, coesione nulla, peso di volume 1,60 – 1,75 t/mc:

Tipo di Materiale	ϕ°	C* Kg/cmq	γ t/mc	E' MPa	Densità relativa (%)
<i>Terreno vegetale e materiali di riporto e reinterro</i>	27 -29	0,0	1.60 – 1,75	8-45	30-50

- per il terreno di origine fluvio-glaciale posto a profondità maggiore di 1,5 metri: angolo di attrito variabile tra 33 - 35 gradi, coesione 0,05 - 0,2 Kg/cmq, peso di volume 1,80 – 1,95 t/mc:

Tipo di Materiale	ϕ°	C* Kg/cmq	γ t/mc	E' MPa	Densità relativa (%)
<i>Depositi glaciali</i>	33-35	0,05-0,2	1,8-1,95	55-110	80-90

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

I parametri sopra-elencati derivano dall'esperienza maturata in cantieri seguiti nelle vicinanze della frazione di Preyl e/o realizzati in contesti geomorfologici analoghi a quello in esame: in particolare il valore dell'**angolo di attrito interno** (ϕ°) oltre ad essere in linea con quanto indicato nei più importanti testi scientifici in materia di geotecnica disponibili in letteratura, è un valore che lo scrivente ha già avuto modo di ricavare da prove penetrometriche realizzate su terreni composti da depositi analoghi a quelli che dovrebbero essere presenti in loco.

Per quanto concerne il parametro di **coesione** (C^*) dei materiali indagati, si specifica che i medesimi sono caratterizzati da una frazione fine abbondante, composta da sabbia/limosa ma con una componente argillosa pressoché nulla; pertanto è possibile assegnare ad esso un valore che possiamo definire soltanto "apparente" legato al buon grado di consolidazione dei depositi stessi, ed alla presenza di una notevole classazione dei clasti al loro interno, i quali essendo immersi nella suddetta matrice fine presentano un buon grado di compattazione derivante dall'incastro tra le particelle granulari. Si tratta in ogni caso di un parametro da considerare apparente e valido per scavi temporanei di breve durata che tende a ridursi drasticamente in caso di forti precipitazioni e di presenza d'acqua lungo il fronte di scavo, vista l'assenza pressoché totale di argilla.

Anche per i parametri relativi alla **densità relativa** (D_r) e al **modulo di deformazione drenato** (E'), i valori hanno carattere indicativo e sono frutto di correlazioni con N_{spt} note in letteratura (Terzaghi & Peck 1967 e D'Apollonia et al. 1970).

Il definitivo adattamento delle opere di fondazione al terreno dovrà essere comunque perfezionato in corso d'opera, verificando direttamente il tipo di terreno presente alla quota del piano di appoggio delle fondazioni e negli strati immediatamente sottostanti. I valori suggeriti, pur risultando prudenziali, sono comunque ampiamente compatibili col tipo di opera in progetto e consentono la fondazione superficiale secondo l'ordinaria tipologia.

Per quanto concerne il dimensionamento geotecnico delle nuove strutture che verranno realizzate, si sottolinea che si è proceduto all'esecuzione di un'analisi della capacità portante del complesso terreno-opere di fondazione tramite l'applicazione di apposito programma di calcolo, utilizzando i metodi di Terzaghi (1943), Meyerhof (1963), Brinch-Hansen (1970) e l'Eurocodice 7 (EC7), e prendendo come riferimento la platea di fondazione del corpo che ospiterà la centrale idroelettrica, **ipotizzando un approfondimento della medesima di circa 0,5 m rispetto al piano di splateamento ed un valore di soggiacenza della falda rispetto a tale piano pari a 2 m (ipotesi altamente prudenziali)**. Adottando i parametri geotecnici riportati nelle tabelle precedenti (azzerando cautelativamente il valore della coesione) sono stati ottenuti valori di **carico ammissibile** variabili tra 4,86 Kg/cmq (Terzaghi) e 3,27 Kg/cmq (Meyerhof). Si raccomanda tuttavia, considerata la mancanza di dati geognostici riferiti a prove direttamente eseguite in sito di dimensionare la nuova struttura in progetto in modo tale che non venga superato un valore di carico massimo sul terreno cautelativamente fissato a **2,50 Kg/cmq**.

6. CONSIDERAZIONI IN MATERIA DI SISMICA

La **D.G.R. n. 1603 del 04.10.2013 - Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all'art. 3 comma 3, della Legge Regionale 31 luglio 2012, n. 23 "Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche"**. Revoca della D.G.R. N. 1271 ha stabilito che **tutti i comuni della Regione autonoma della Valle d'Aosta sono classificati in zona sismica 3 ai fini e per gli effetti di quanto stabilito dalla norma regionale 23/2012.**

Alla luce della suddetta delibera per il dimensionamento di tutte le strutture in CA e Legno è necessario fare riferimento a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008) che stabiliscono che per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

funzione della vita nominale dell'opera, partendo dal grigliato di riferimento, ricoprente tutto il territorio nazionale, indicante, per ciascun punto della maglia quadrata di 5 km di lato, il valore di pericolosità sismica espresso in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (suoli in cat. A, punto 3.02.1 del DM 14.09.2005).

L'intervento in progetto, trattandosi di centrale idroelettrica, non rientra nella categoria "Edifici e opere di interesse strategico" ma ricade in quella relativa agli "Edifici e opere che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso" (Allegato 2 - D.G.R. 1603/2013).

Esso non rientra all'interno dell'elenco B della **D.G.R. 1090 del 01-08-2014** ove vengono definiti gli "Interventi strutturali, privi di rilevanza ai fini della pubblica incolumità, relativi a costruzioni esistenti o manufatti".

Alla luce di quanto sopraesposto, come peraltro già anticipato all'inizio della presente relazione, **è stata eseguita in sito, dallo scrivente una prova geofisica di tipo MASW che ha consentito di ricavare la velocità delle onde di taglio entro i primi 30 metri di terreno posto al di sotto del piano di fondazione della struttura da realizzare (V_{s30})** (vedi report specifico allegato), al fine di fornire al progettista delle strutture (Ing. Chantal Cretier) un'esatta classificazione della categoria di sottosuolo del sito nel rispetto di quanto previsto dall'Allegato 03–Azioni sulle costruzioni - N.T.C. 2008 finalizzata al dimensionamento sismo geotecnico delle strutture in progetto. In tal senso si sottolinea che la categoria di sottosuolo ricavata dalla prova, rappresentativa delle condizioni di "rigidità sismica" dei terreni su cui insiste il fabbricato è la **Categoria B (valore V_{s30} ricavato pari a 391 m/s)**.

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Si riportano di seguito i principali parametri e coefficienti sismici riferiti al sito in oggetto da utilizzare per la determinazione degli spettri di risposta, ricavati mediante applicazione del software **Geostru PS Parametri sismici v.1.5**, in ottemperanza a quanto stabilito dalle NTC 2008 e dalla Circolare Ministeriale n. 617 del 2 Febbraio 2009, i quali verranno utilizzati dallo strutturista per il dimensionamento sismo-geotecnico delle strutture.

Coefficienti sismici N.T.C.

Dati generali sito in esame:

Latitudine: 45,787827 (coordinate ED50)
Longitudine: 7,316658 (coordinate ED50)
Classe edificio: IV
Vita nominale: 50

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

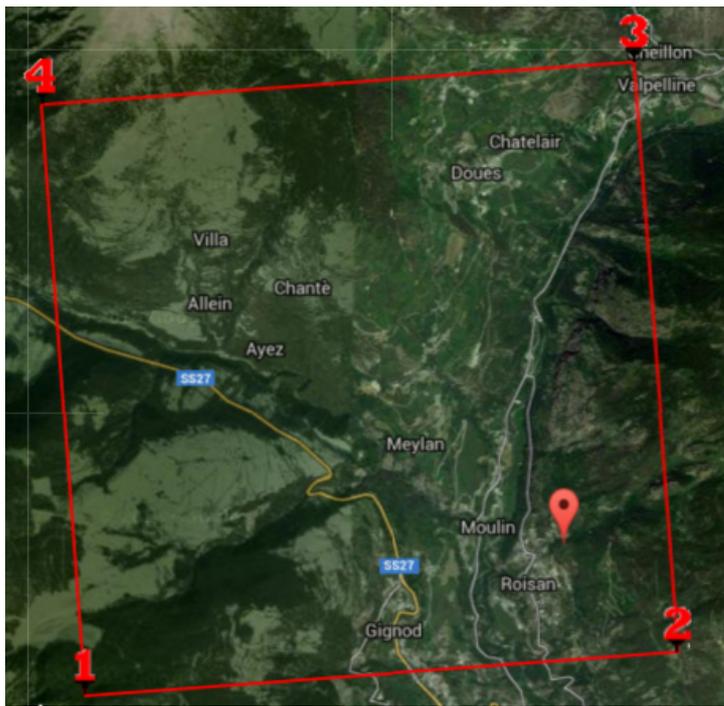


Fig. 9

Indicazione dell'area di intervento con sovrapposizione dei vertici della maglia del grigliato di riferimento.

Fig. 9.

Siti di riferimento:

Sito 1 ID: 10458	Lat: 45,7752	Lon: 7,2589	Distanza: 4691,318
Sito 2 ID: 10459	Lat: 45,7788	Lon: 7,3304	Distanza: 1459,009
Sito 3 ID: 10237	Lat: 45,8287	Lon: 7,3251	Distanza: 4593,043
Sito 4 ID: 10236	Lat: 45,8251	Lon: 7,2537	Distanza: 6401,227

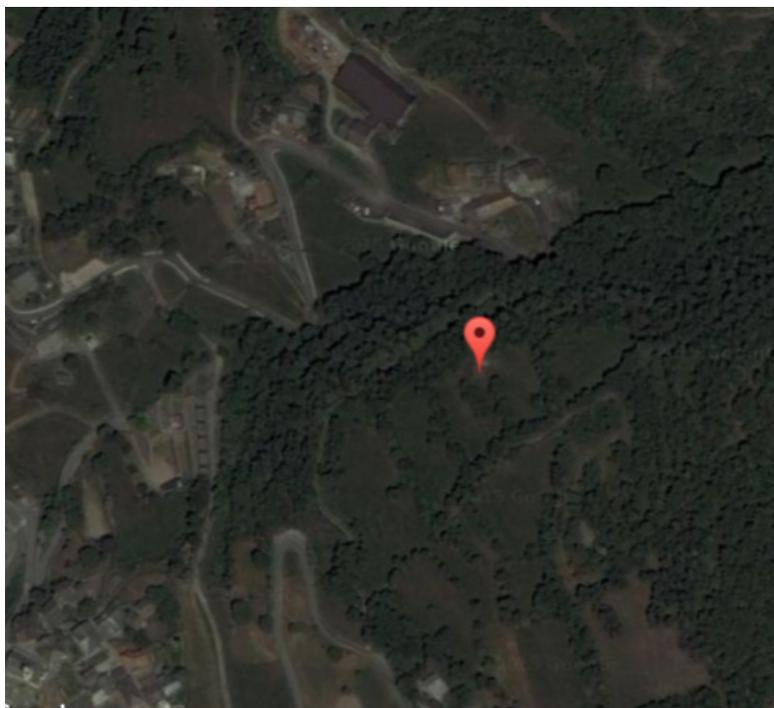


Fig. 10

Indicazione di dettaglio del sito di interesse.

Fig. 10.

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F _o	Tc*[s]
Operatività (SLO)	30	0,045	2,480	0,235
Danno (SLD)	50	0,057	2,502	0,256
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,136	2,485	0,294
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,173	2,506	0,301

Parametri sismici su sito di riferimento:

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	100 anni
Coefficiente cu:	2

Coefficienti Sismici

SLO:		SLD:	
Ss:	1,200	Ss:	1,200
Cc:	1,470	Cc:	1,440
St:	1,000	St:	1,000
Kh:	0,011	Kh:	0,014
Kv:	0,005	Kv:	0,007
Amax:	0,534	Amax:	0,669
Beta:	0,200	Beta:	0,200
SLV:		SLC:	
Ss:	1,200	Ss:	1,200
Cc:	1,410	Cc:	1,400
St:	1,000	St:	1,000
Kh:	0,039	Kh:	0,050
Kv:	0,020	Kv:	0,025
Amax:	1,602	Amax:	2,031
Beta:	0,240	Beta:	0,240

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE E SUGGERIMENTI

Le osservazioni effettuate hanno consentito di **verificare l'adeguatezza** degli interventi previsti dal progetto con la situazione in atto, in quanto il sito in esame non presenta evidenze di significativi fenomeni di instabilità in atto o latenti, legate sia alla pericolosità geomorfologica dei luoghi che alle proprietà meccaniche dei terreni, e non risultano esistere particolari problematiche di

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

ordine geologico-tecnico che possano ostacolare la realizzazione delle opere in progetto.

Considerato che l'area di edificazione si colloca, in corrispondenza di un settore di versante la cui natura del sottosuolo risulta sufficientemente nota, e **privo di tracce di instabilità**, la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo è stata effettuata, come già trattato nel Capitolo 5, attraverso la raccolta di dati ed informazioni relative ad interventi realizzati nelle immediate vicinanze e in contesti geomorfologici simili e/o lungo la fascia pedemontana del tratto di versante in esame.

Si richiede la massima attenzione nella realizzazione degli scavi, procedendo con particolare cautela in corso d'opera e adempiendo a tutte le prescrizioni vigenti relative alla sicurezza in cantiere.

In generale si raccomanda di adottare i seguenti accorgimenti:

- ✓ andranno previsti attorno all'area di scavo una fascia di rispetto transennata di larghezza pari ad almeno 2 m ed un canale di gronda provvisorio a monte che eviti indesiderabili ruscellamenti verso il fronte di sbancamento in grado di provocare l'innescò di fenomeni di colamento del terreno. In ogni caso si raccomanda, in caso di eventi meteorologici prolungati e/o intensi di prevedere la protezione del fronte con teli di plastica ampiamente risvoltati;
- ✓ in sede di sbancamento, si suggerisce di accantonare il materiale risultante dallo scotico del terreno vegetale, per riutilizzarlo nella definitiva sistemazione del sito;
- ✓ le operazioni di scavo potranno essere condotte mediante in normali mezzi di cantiere. Si richiede la massima attenzione nella realizzazione degli stessi, procedendo con particolare cautela in corso d'opera adempiendo a tutte le prescrizioni vigenti relative alla sicurezza in cantiere;
- ✓ i fronti di scavo dovranno essere modellati su pendenze non superiori ai 45: in particolare, in presenza di venute d'acqua lungo i medesimi (peraltro

ritenute improbabili) si raccomanda di procedere mediante avanzamento per conci di pochi metri e l'adozione di sistemi di sostegno provvisori (sbadacchiature); laddove fosse necessario operare su pendenze più elevate, a causa di problemi di spazio si raccomanda di eseguire lo scavo per campioni, riprofilando se possibile il fronte mediante la creazione di una berma intermedia di larghezza pari ad almeno 2 m;

- ✓ il terreno di fondazione non dovrà subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera ed eventuali acque ruscellanti o stagnanti dovranno essere allontanate dalla zona di scavo;
- ✓ la preparazione del fondo del piano di splateamento, in particolare in presenza di venute d'acqua, andrà curata disponendo una massicciata in integrale misto di fiume (ghiaia ben lavata) di almeno 30-40 cm di spessore, al fine di impedire la risalita di umidità verso il pavimento;
- ✓ si raccomanda di procedere all'impermeabilizzazione delle murature controterra con guaina elastomerica, prevedendo quantomeno l'eventualità di saltuarie percolazioni anche copiose di acque in occasione di forti precipitazioni o dello scioglimento delle nevi. A tergo delle murature andrà previsto un setto drenante in misto di fiume, di larghezza pari ad almeno 50 cm, con tubo finestrato al fondo, poggiato su una cunetta in cls liscio, che favorisca il deflusso delle acque di ruscellamento verso appositi pozzetti collegati alla rete irrigua o di smaltimento delle acque bianche. La sommità del setto andrà sigillata con 30-40 cm di terreno vegetale ben costipato. La messa in opera del setto dovrà essere realizzata sollecitamente, prima che piccoli smottamenti del fronte di scavo intasino il retro del muro con materiale inadatto;
- ✓ qualora si dovessero rinvenire grossi blocchi inseriti al di sotto delle murature esistenti delle strutture che ospitano il serbatoio e la vasca, i quali verranno mantenuti, si raccomanda di evitarne l'asportazione, preferendo piuttosto la demolizione parziale della parte eccedente, lavorando con particolare cautela, o operandone il taglio mediante fiorettatura ravvicinata ed espansivi chimici.

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

- ✓ si raccomanda inoltre di non “legare” rigidamente le parti della nuova struttura che verrà realizzata per ospitare la centrale idroelettrica, a quelle dei manufatti esistenti, al fine di evitare lo sviluppo nel tempo di eventuali lesioni causate dal cedimento differenziale dovuto alla diversa tipologia costruttiva delle due strutture ed alla differenza delle proprietà geomeccaniche, in termini di grado di consolidazione e di caratteristiche geotecniche, dei rispettivi terreni di fondazione. Si suggerisce invece di prevedere alcuni giunti di separazione (o di rottura) tra le due strutture, tramite l’interposizione di un pannello o di un cassero a perdere.
- ✓ curare il costipamento dei materiali di riporto e reinterro a tergo delle murature, disponendoli in strati successivi (40-50 cm) singolarmente rullati con ripetuti passaggi dei mezzi di cantiere per un accurato consolidamento e sistemazione;
- ✓ si raccomanda di prevedere il drenaggio e l’accurata fondazione, al di sotto dei materiali più superficiali, delle murature accessorie, che occorrerà realizzare per la sistemazione finale del terreno attorno alla centrale. Prevedere l’appoggio degli stessi manufatti su terreno naturale, ad almeno 0,5 m dal piano campagna attuale, la realizzazione dei drenaggi a tergo e una serie di barbacani disposti in una o più file;
- ✓ si raccomanda infine di curare la regimazione delle acque superficiali nell’area circostante la nuova centrale, fornendo adeguata pendenza al terreno in modo da favorire l’allontanamento delle acque di ruscellamento;
- ✓ per quanto concerne le prescrizioni e gli accorgimenti tecnici da adottare nella fase di allargamento della pista di accesso al sito, si rimanda allo Studio di compatibilità seguente.

Qualora durante le operazioni di scavo dovessero riscontrarsi difformità rispetto a quanto descritto nel presente documento si raccomanda il Direttore dei Lavori di informare immediatamente il sottoscritto; potrebbe essere opportuno in tal caso procedere ad ulteriori indagini geognostiche.

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell’intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell’area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell’acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

MATERIALE DA SCAVO

Da quanto si evince dalle Linee Guida per la gestione dei materiali inerti (D.G.R. 821/2013), a cura del Servizio tutela delle acque dall'inquinamento e gestione dei rifiuti del Dipartimento Territorio e Ambiente dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente, inerente "la disciplina della gestione dei materiali da demolizione, costruzione, comprese le costruzioni stradali e scavo" ed in relazione alla lettera di chiarimenti del Ministero in merito al D.M. 161/2012, il riutilizzo di "suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale" nello stesso sito in cui è stato scavato è normato dall'art. 185 del D.Lgs. 152/2006 e non dal D.M. Ambiente 161/2012; esso non richiede pertanto né specifiche analisi di laboratorio, né "Piani di utilizzo", bensì una specifica dichiarazione nel progetto (e quindi nella relazione geologica) che si tratti di terreno naturale e quindi viene classificato come sottoprodotto.

A tale scopo il sottoscritto DICHIARA che il materiale proveniente dallo scavo per la realizzazione del presente intervento in progetto è costituito esclusivamente da terreni naturali, anche se in minima parte rimaneggiati, non contaminati.

8. STUDIO SULLA COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO CON LO STATO DI DISSESTO ESISTENTE

Il presente studio di compatibilità persegue l'obiettivo di valutare le conseguenze della realizzazione degli interventi in progetto sull'assetto geologico ed idrogeologico esistente, attraverso l'individuazione e l'analisi delle dinamiche di dissesto a carattere gravitativo o idraulico che caratterizzano l'area d'intervento, e di definire la vulnerabilità delle opere da realizzare rispetto alle dinamiche geologiche attese, anche in relazione alla destinazione d'uso delle stesse ed infine di individuare gli eventuali interventi adottati o da realizzare per la mitigazione delle condizioni di pericolosità e/o della vulnerabilità delle opere.

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

Al fine di giungere ad una caratterizzazione esaustiva dell'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico dei luoghi, ho provveduto, oltre all'esecuzione di alcuni sopralluoghi di dettaglio, alla consultazione dello *Studio per la delimitazione degli Ambiti Inedificabili del Comune di Roisan* redatto dal collega Dr. Geol. S. De Leo.

Il quadro geologico – idrogeologico dell'area che si delinea alla luce dei rilievi effettuati direttamente in loco e dell'analisi del sopraccitato Studio conduce alle seguenti osservazioni:

- Individuazione della classificazione urbanistico-edilizia dell'intervento proposto

L'intervento, rientra nella categoria di interventi di nuova costruzione edilizia: esso **richiede** pertanto che venga redatto uno specifico **Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area, e di verifica dell'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le opere di mitigazione del rischio necessarie.**

A tal riguardo si sottolinea che il presente documento adempie a quanto richiesto dalla normativa vigente, costituendo specifico *Studio sulla compatibilità dell'intervento*, redatto secondo le indicazioni contenute nelle DEFINIZIONI GENERALI della D.G.R. 2939/2008.

- Caratterizzazione dei vincoli presenti (in base agli artt. 35, 36 e 37 della l.r. n. 11/1998, oppure perimetrazione del P.A.I. in assenza delle cartografie degli ambiti inedificabili)

Dall'analisi delle Cartografie Prescrittive di Sintesi dello *Studio per la delimitazione degli Ambiti Inedificabili ai sensi della L.R. 11/98*, si evince che il sito ricade all'interno della *Fascia F3* a bassa pericolosità per Frana (art. 35).

- Individuazione e illustrazione delle dinamiche e della pericolosità dei fenomeni che caratterizzano il vincolo

Si rimanda completamente alle considerazioni espresse nei capitoli 3-4-5 del presente documento.

- Valutazione della compatibilità dell'intervento con il fenomeno di dissesto considerato, con la sua dinamica e con la sua pericolosità

Si ritiene che l'intervento in progetto, sia compatibile con le dinamiche di dissesto attese, dal momento che esso non aumenta lo stato di pericolosità esistente, già peraltro minimo. Non verrà infatti modificato l'assetto geomorfologico locale in quanto sono previsti movimenti terra minimi ed al termine dei lavori è previsto il ripristino delle condizioni morfologiche antecedenti l'inizio lavori tramite interventi di riprofilatura e rimodellamento del terreno.

- Valutazione della vulnerabilità dell'opera da realizzare in relazione anche agli usi alla quale essa è destinata e definizione degli interventi di protezione adottati per ridurre la pericolosità del fenomeno, ove possibile, e/o la vulnerabilità dell'opera e valutazione della loro efficacia ed efficienza rispetto al fenomeno di dissesto ipotizzato

Le opere in progetto si presentano minimamente vulnerabili nei confronti delle dinamiche di dissesto attese (peraltro nulle) riconducibili esclusivamente all'acclività medio-bassa del pendio. A tal riguardo si ribadisce che al termine dei lavori si procederà ad effettuare operazioni di rimodellamento del terreno al fine di ridurre al minimo la pendenza delle scarpate in terreno di riporto che verranno create al contorno del sito e di favorire l'allontanamento delle acque di ruscellamento superficiali.

In tal senso si sottolinea che durante le **operazioni di allargamento e sistemazione della pista poderale di accesso all'area si provvederà a:**

- ✓ curare con attenzione il costipamento e la consolidazione dei materiali di reinterro e/o riporto, prevedendo la loro disposizione per strati di 20-30 cm

- singolarmente rullati, intervenendo eventualmente con adacquature in caso di materiali polverulenti;
- ✓ dotare la strada di accesso al medesimo di opportune scoline di intercettazione delle acque meteoriche trasversali rispetto al suo tracciato al fine di ridurre al minimo la possibilità di innesco di fenomeni di ruscellamento concentrato ed erosione.
 - ✓ prevedere il rimodellamento delle scarpate in terreno di riporto su pendenze non superiori a 30 gradi, ricoprendole eventualmente con teli di geojuta opportunamente ancorati.

- Conclusioni della verifica che dichiarino che l'intervento, così come progettato, risulta compatibile con le condizioni di pericolosità indicate dalla cartografia degli ambiti ai sensi della l.r. n. 11/1998.

In definitiva si ritiene che l'intervento, se realizzato adottando gli accorgimenti sopraelencati, sia COMPATIBILE con le condizioni di pericolosità indicate nelle cartografie degli ambiti inedificabili.

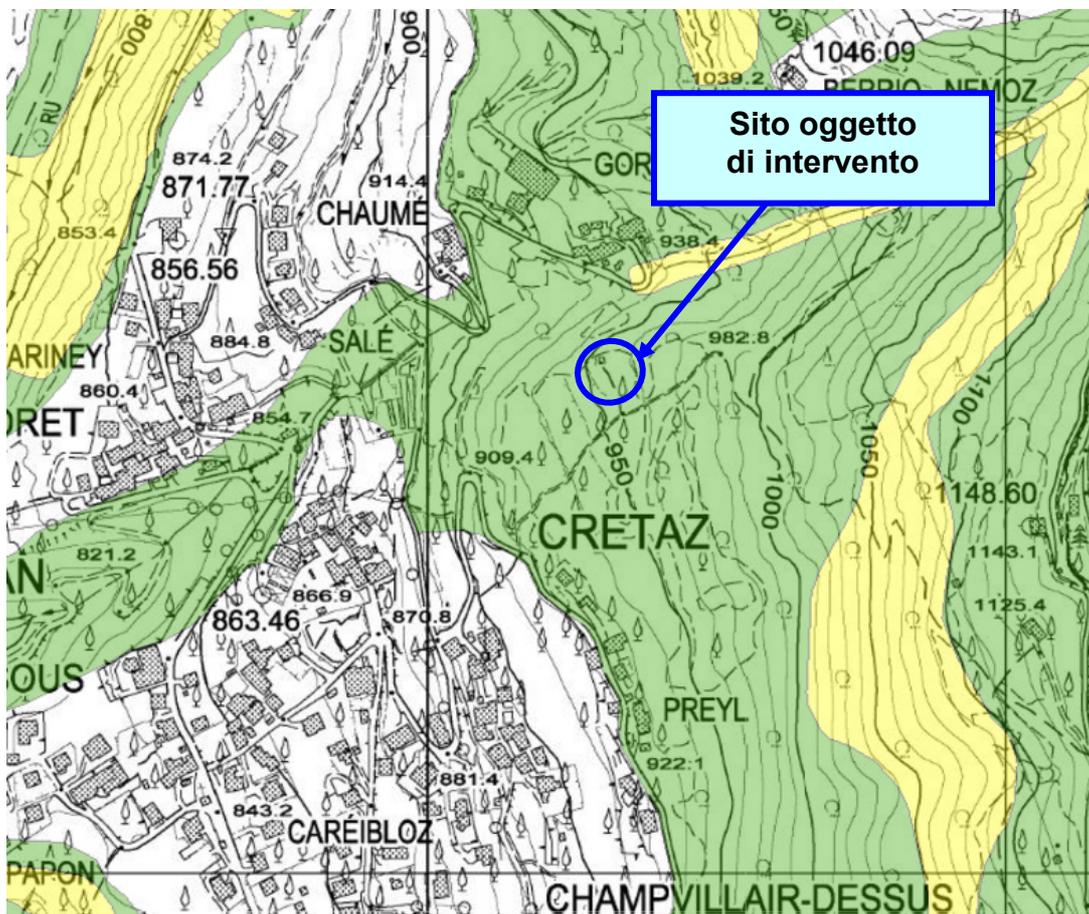
Va infine precisato che l'intervento in progetto, per la sua stessa tipologia, non aumenta la pericolosità dei luoghi né aggrava le condizioni di rischio per le strutture/infrastrutture esistenti.

Sarre, 30 marzo 2016

Il Tecnico Incaricato
Geol. GIORGI Andrea

ELABORATI CARTOGRAFICI

STRALCIO DELLA CARTA DEGLI AMBITI INEDIFICABILI RELATIVA AI TERRENI SEDE DI FRANA AI SENSI DELLA L.R. 11/98 – ART. 35

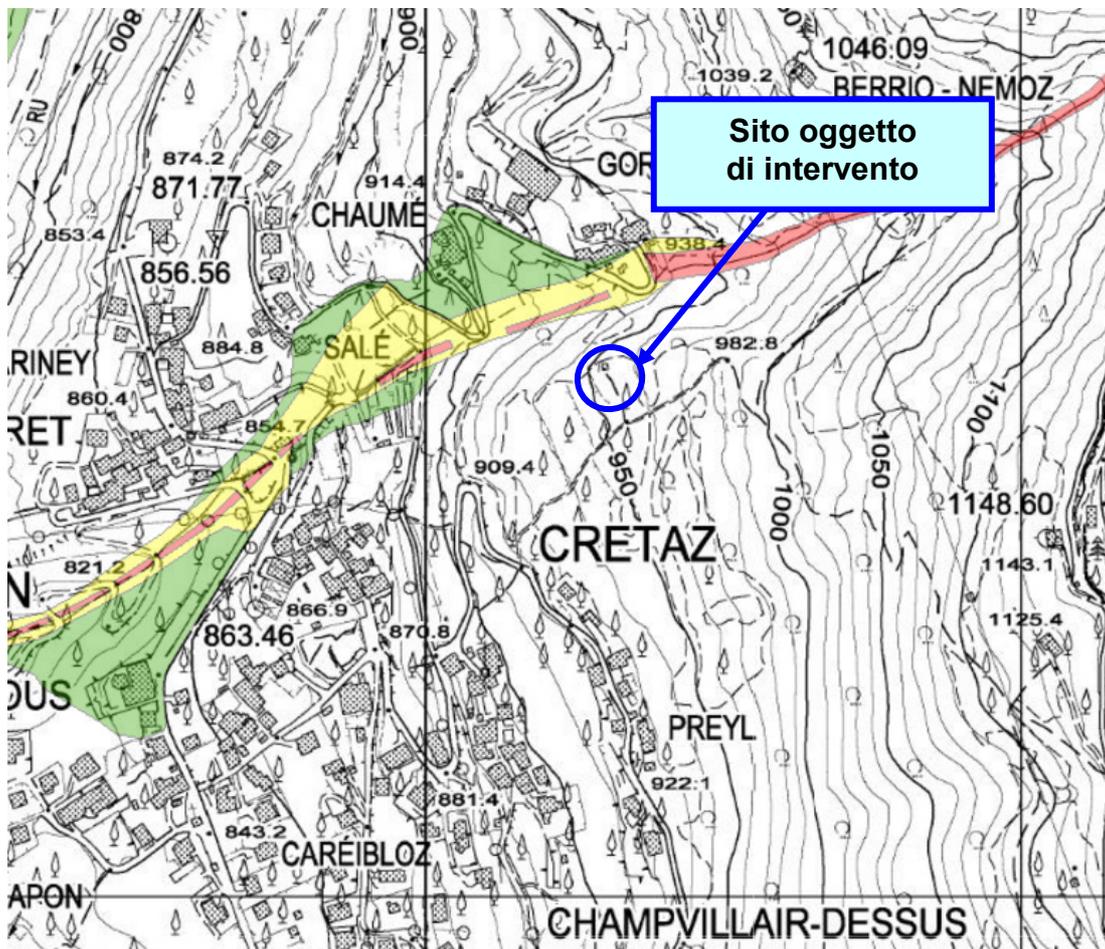


Ambiti	
Art.35/1 - Frane	
	F1 - Area dissestata di grande pericolosità
	F2 - Area dissestata di media pericolosità
	F3 - Area dissestata di bassa pericolosità
	FC-1 - Fascia di cautela con disciplina d'uso F1
	FC-2 - Fascia di cautela con disciplina d'uso F2
	FC-S - Fascia di cautela speciale
	NA- Cartografia non approvata
	NI- Cartografia non informatizzata

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

STRALCIO DELLA CARTA DEGLI AMBITI INEDIFICABILI RELATIVA AI TERRENI A RISCHIO DI INONDAZIONE AI SENSI DELLA L.R. 11/98 – ART. 36



Ambiti	
Art.36 - Inondazioni	
■	FA - Area di deflusso della piena
■	FB - Area di esondazione
■	FC - Area di inondazione per piena catastrofica
■	IC-A - Fascia di cautela con disciplina d'uso FA
■	IC-B - Fascia di cautela con disciplina d'uso FB
■	IC-C - Fascia di cautela con disciplina d'uso FC
▨	NA - Cartografia non approvata

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

ALLEGATO FOTOGRAFICO



Vista frontale della vasca di Preyl e della struttura che ospita il serbatoio.



Vista da tergo della struttura esistente.



Vista laterale del serbatoio.

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso



Dettaglio della muratura in pietra e malta che riveste una parte della struttura basale del serbatoio di Preyl.



Dettaglio della muratura del manufatto che ospita la vasca della U.C.V. Gran Combin. Si noti il salto di quota esistente poco più a S parzialmente sistemato con una scogliera a secco.

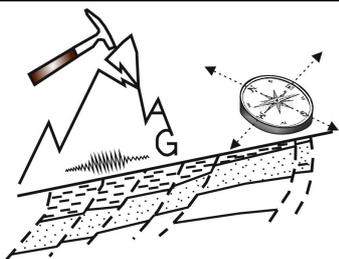
Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA
PROVA SISMICA DI TIPO MASW

Relazione Geologica – Geotecnica, Studio sulla compatibilità dell'intervento con i fenomeni idraulici, geologici ed idrogeologici che possono determinarsi nell'area e Caratterizzazione sismica del sito mediante Indagine di tipo MASW

Progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in corrispondenza della vasca di Preyl sfruttante le acque dell'acquedotto comunitario e relativa pista di accesso



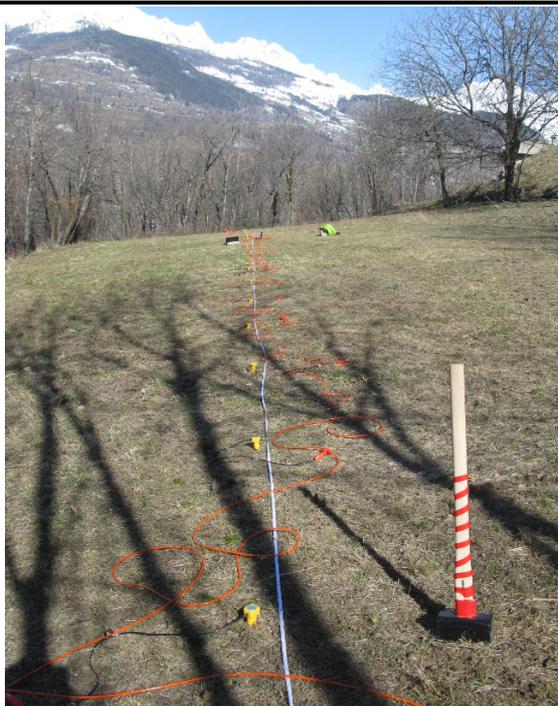
Geol. Andrea Giorgi

COMMITTENTE: Soc. F.Ili RONC s.r.l.

Sito di indagine: Loc. Preyl



Comune di ROISAN



**INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW FINALIZZATA ALLA DETERMINAZIONE
DEL PARAMETRO V_{s30} PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI**

RELAZIONE TECNICA - ILLUSTRATIVA

Sarre 29-03-2016



SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. QUADRO NORMATIVO	2
3. NOTE METODOLOGICHE	4
3.1 Cenni teorici sulla metodologia MASW	4
3.2 Strumentazione tecnica utilizzata.....	6
3.3 Caratteristiche dello stendimento eseguito.....	7
4. ELABORAZIONE E RISULTATI INDAGINE MASW	8
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	10
6. ALLEGATO FOTOGRAFICO	11

1. PREMESSA

Su incarico della Soc. F.lli RONC s.r.l., nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico in loc. Preyl, nel Comune di Roisan, in data 09/03/2016 è stata eseguita una campagna di indagini volta alla caratterizzazione sismica del sito oggetto di intervento. Nel dettaglio è stata eseguita una prospezione sismica di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) finalizzata alla definizione del parametro $V_{s,30}$ per la classificazione sismica del suolo (in accordo al D.M. 14.01.2008 e s.m.i.)

La seguente relazione illustra le modalità esecutive e i risultati dell'indagine realizzata.

2. QUADRO NORMATIVO

Per la definizione dell'azione sismica è necessario individuare la classe di suolo, come specificato di seguito. La normativa raccomanda la misura diretta della velocità delle onde sismiche come primario approccio per la caratterizzazione geotecnica a fini sismici come disposto al §7.11.3. L'obiettivo del presente lavoro è dunque quello di definire il profilo verticale delle velocità di taglio " V_s " alle varie profondità dedotte, in modo tale da poter dedurre il valore di $V_{s,30}$ "velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m", e quindi la Categoria di Sottosuolo, secondo quanto esplicitamente imposto dal Paragrafo 3.2.2 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE, di seguito riportato nelle parti salienti:

Categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III).

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Fatta salva la necessità della caratterizzazione geotecnica dei terreni nel volume significativo, ai fini dell'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai **valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità**. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione. La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata.

Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definite al § 3.2.3 delle presenti norme.

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate (Tab. 3.2.III), è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo

Per la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ la normativa indica la seguente espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \text{ [m/s]}$$

con:

h_i spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità;

M numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità;

K numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 m di profondità.

Riguardo a considerazioni sull'interpretazione del contesto litostratigrafico dei terreni in esame e da specificare, che, le prospezioni sismiche MASW sono sempre indagini indirette. In ogni caso è sempre raccomandabile combinare i dati ottenuti da tale tipologia d'indagine con l'impiego di indagini dirette, oggetto di altro studio.

Le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata, le modalità di esecuzione della prova, l'interpretazione dei risultati ed i relativi grafici sono riportati nei paragrafi successivi.

3. NOTE METODOLOGICHE

3.1 Cenni teorici sulla metodologia MASW

L'indagine sismica con metodologia **MASW** "**M**ultichannel **A**nalysis **O**f **S**urface **W**aves", consiste in una tecnica di superficie non invasiva, che permette di individuare i profili delle velocità delle onde di taglio "Vs" in relazione alla misurazione delle onde superficiali in corrispondenza di diversi sensori utilizzati ("geofoni verticali").

L'indagine sismica con tecnica MASW si fonda sull'apprendimento della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh, che danno il contributo preponderante alle onde superficiali, la cui velocità è correlata alla rigidità degli spessori di terreno interessati alla propagazione delle stesse onde; in mezzi non omogenei le velocità delle onde Vs variano con la profondità. Come specificato, infatti, nella letteratura tecnica proposta da svariati autori, in mezzi stratificati le onde di Rayleigh sono dispersive, in quanto onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. and Richards, P.G., 1980), e ciò sta ad indicare, che, le velocità di fase apparenti delle onde di Rayleigh dipendono dalla frequenza di propagazione; pertanto, si hanno velocità differenti per differenti valori di frequenza. In mezzi eterogenei, le onde superficiali hanno velocità di fase che sono in funzione della frequenza. La condizione specificata è in relazione alla distribuzione spaziale delle caratteristiche sismiche dei substrati litologici, e la relazione che associa la frequenza alla velocità di fase è rappresentata dalla **curva di dispersione**. Alle alte frequenze la velocità di fase corrisponde con la velocità delle onde di Rayleigh dello strato più superficiale, mentre alle basse frequenze con la velocità dello strato più profondo.

La curva di dispersione risulta essere importante nel caso delle onde di Rayleigh per la caratterizzazione dei terreni, in quanto è in relazione alle caratteristiche di rigidità. La propagazione delle onde di Rayleigh in un mezzo verticalmente eterogeneo è un fenomeno multimodale, poiché in corrispondenza di una certa frequenza possono esserci diverse lunghezze d'onda. Ad una specificata frequenza possono infatti coincidere differenti velocità di fase ad ognuna delle quali corrisponde un modo di propagazione, e diversi modi di vibrazione possono mostrarsi nello stesso tempo. La curva di dispersione che scaturisce è una curva apparente, che deriva dalla sovrapposizione delle curve attinenti ai vari modi di vibrazione, e non per forza corrisponde con singoli modi negli intervalli di frequenza.

In termini del tutto generali l'analisi delle onde di superficie avviene in 3 passi fondamentali:

- 1) acquisizione

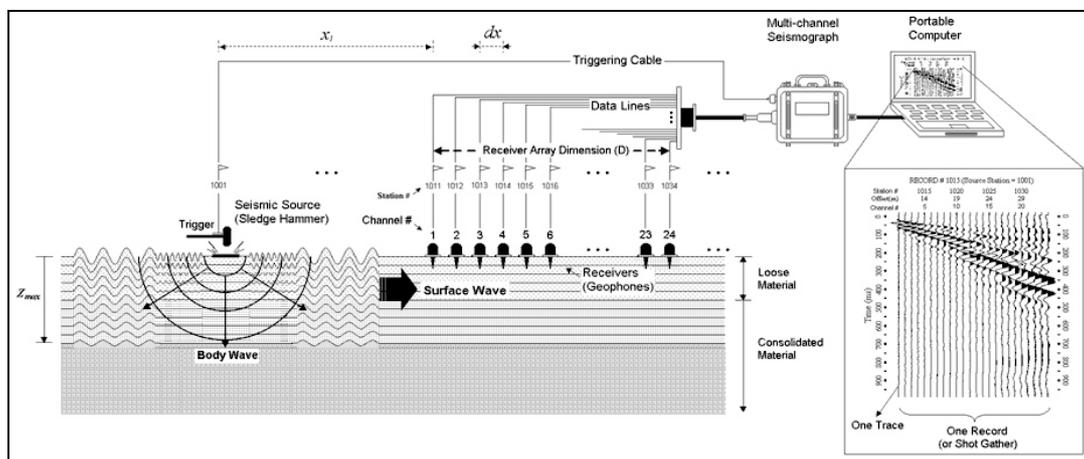


Fig. 1 – Schema di un'acquisizione di tipo MASW

2) determinazione dello spettro di velocità (sul quale identificare la curva di dispersione)

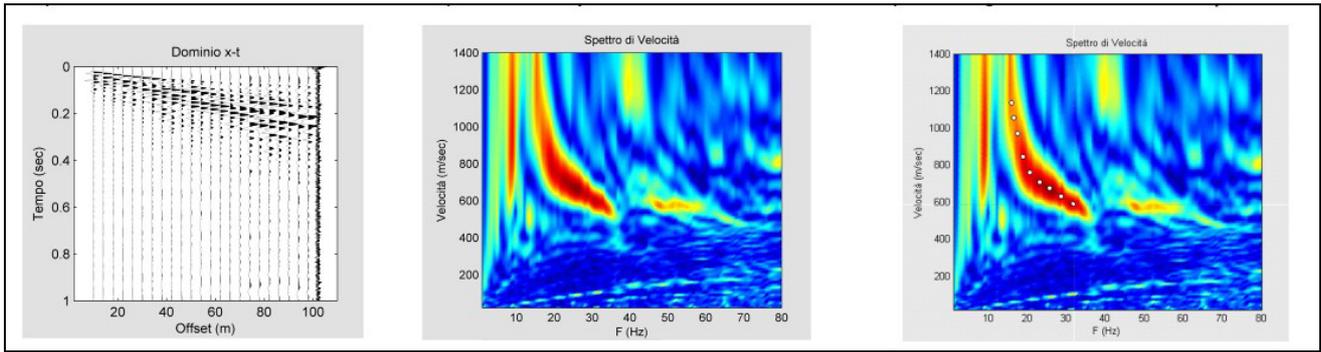


Fig. 2 – Sismogramma, determinazione della curva di dispersione e successiva fase di “picking”.

3) inversione (o modellazione) della/e curva/e di dispersione

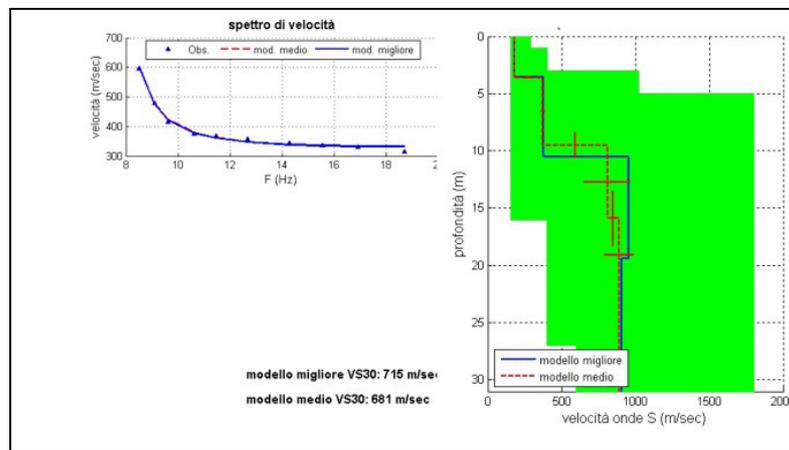


Fig. 3 – Profilo verticale di propagazione delle $V_{s,30}$

Nel caso specifico l’elaborazione dei dati acquisiti è stata effettuata per mezzo del programma WinMasw 7.0 della Eliosoft geophysical software and services. A partire dai dati registrati in sito con le acquisizioni multicanale il programma ricostruisce l’immagine di dispersione, detta anche “Overtone”, che indica la distribuzione della velocità di fase (asse delle ordinate) delle onde sismiche rispetto alla frequenza d’onda (asse delle ascisse): in particolare, esistono diverse tecniche di processing per estrarre dai sismogrammi le caratteristiche dispersive del sito. La metodologia più diffusa è rappresentata dall’analisi spettrale in dominio f-k (frequenza-numero d’onda). I dati sismici registrati vengono sottoposti a una doppia trasformata di Fourier che consente di passare dal dominio x-t (spazio tempo) al dominio f-k. Lo spettro f-k del segnale consente di ottenere una curva di dispersione per le onde di Rayleigh, nell’ipotesi che, nell’intervallo di frequenze analizzato, le onde che si propagano con il maggiore contenuto di energia siano proprio le onde di Rayleigh, e se le caratteristiche del sito sono tali da consentire la propagazione delle onde superficiali e un comportamento dispersivo delle stesse. Si dimostra infatti che la velocità delle onde di Rayleigh è associata ai massimi dello spettro f-k; si può ottenere facilmente una curva di dispersione individuando ad ogni frequenza il picco spettrale, al quale è associato un numero d’onda k e quindi una velocità delle onde di Rayleigh V_R , determinabile in base alla teoria delle onde dalla relazione:

$$V_R(f) = 2\pi f/k$$

Riportando le coppie di valori (V_R, f) in un grafico, si ottiene la curva di dispersione riportata in Fig. 2 utilizzabile nella successiva fase di inversione.

Quindi per mezzo del processo di inversione il programma ricava l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) dei depositi costituenti il sottosuolo secondo la configurazione correlata alla curva di dispersione teorica che meglio approssima (fase di "picking") la curva di dispersione ottenuta. In particolare il programma si avvale di algoritmi genetici che rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche global-search methods o soft computing). Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza. I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza che l'utente deve necessariamente fornire. Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta infatti ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale). In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale. In caso contrario il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi genetici offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

Noti quindi i valori di V_s dei vari orizzonti indagati viene calcolato il valore di $V_{s,30}$, ossia la velocità media di propagazione delle onde di taglio all'interno dei primi 30 m di profondità dal piano di fondazione impostato, mediante la relazione di seguito riportata (D.M. 14/01/2008):

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \text{ [m/s]}$$

3.2 Strumentazione tecnica utilizzata

L'acquisizione dei dati sismici è stata effettuata con un sismografo PASI Mod. GEA 24 a 24 canali modello dotato di un convertitore analogico/digitale a 24 bit, con interfaccia USB per la comunicazione con un computer portatile su cui è installato un apposito programma (GEA_24) che gestisce la visualizzazione, l'analisi e la memorizzazione delle forme d'onda registrate. I geofoni utilizzati possiedono una frequenza di risonanza pari 4.5 Hz con distorsione inferiore allo 0.2%. L'energizzazione è stata ottenuta con mazza battente da 10 Kg su piastra metallica 20x20 cm. Per l'innesco (trigger) è stato utilizzato uno "shock sensor" collegato alla mazza battente e connesso via cavo al sismografo (Fig. 4).



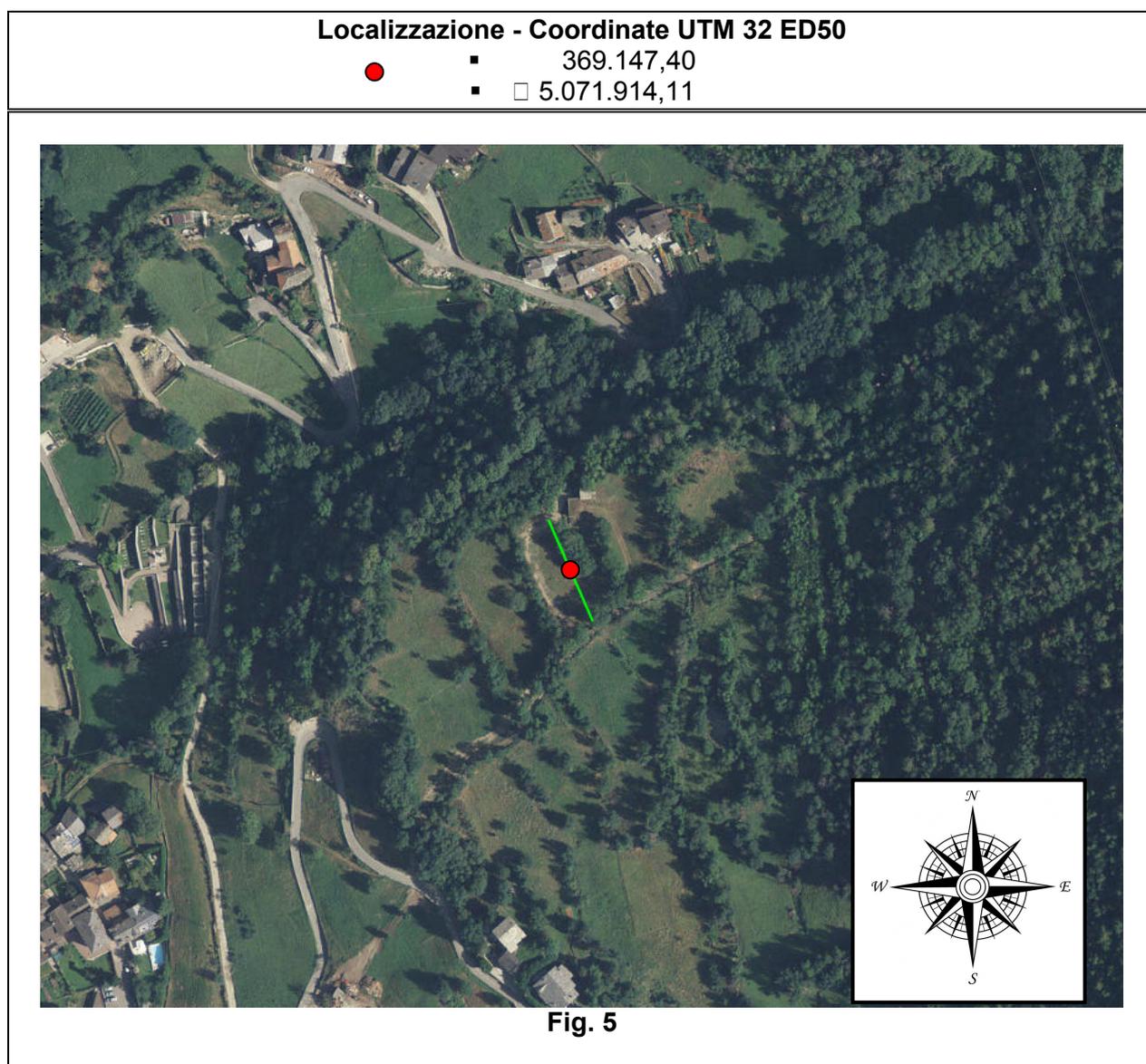
Fig. 4

3.3 Caratteristiche dello stendimento eseguito

Come già anticipato nei paragrafi precedenti, l'indagine ha previsto la realizzazione di una prova MASW il cui stendimento è stato ubicato, in corrispondenza dell'appezzamento prativo antistante il manufatto che ospita l'attuale serbatoio/vasca di Preyl, parallelamente all'isoipsa di quota 950 m s.l.m. Pertanto lo stendimento è stato disposto in direzione NNW-SSE lungo una fascia di terreno priva di irregolarità e salti quota (vd. Ortofoto riportata in Figura 5).

Lo stendimento è stato realizzato posizionando 24 geofoni verticali da 4.5 Hz, e per l'acquisizione dei dati sono stati individuati un totale di 6 punti di energizzazione ("sorgenti"), disposti a partire dalle estremità della stesa rispettivamente a 3, 5 e 10 m di distanza (offset) dall'ultimo/primo geofono. Per ogni punto di energizzazione sono stati generati almeno 3 impulsi sismici, attivando la procedura di "vertical stacking" in corrispondenza di ciascun punto sorgente di onde, al fine di limitare l'effetto del rumore sismico di fondo e di conseguenza aumentare il Rapporto S/N (Segnale/Rumore).

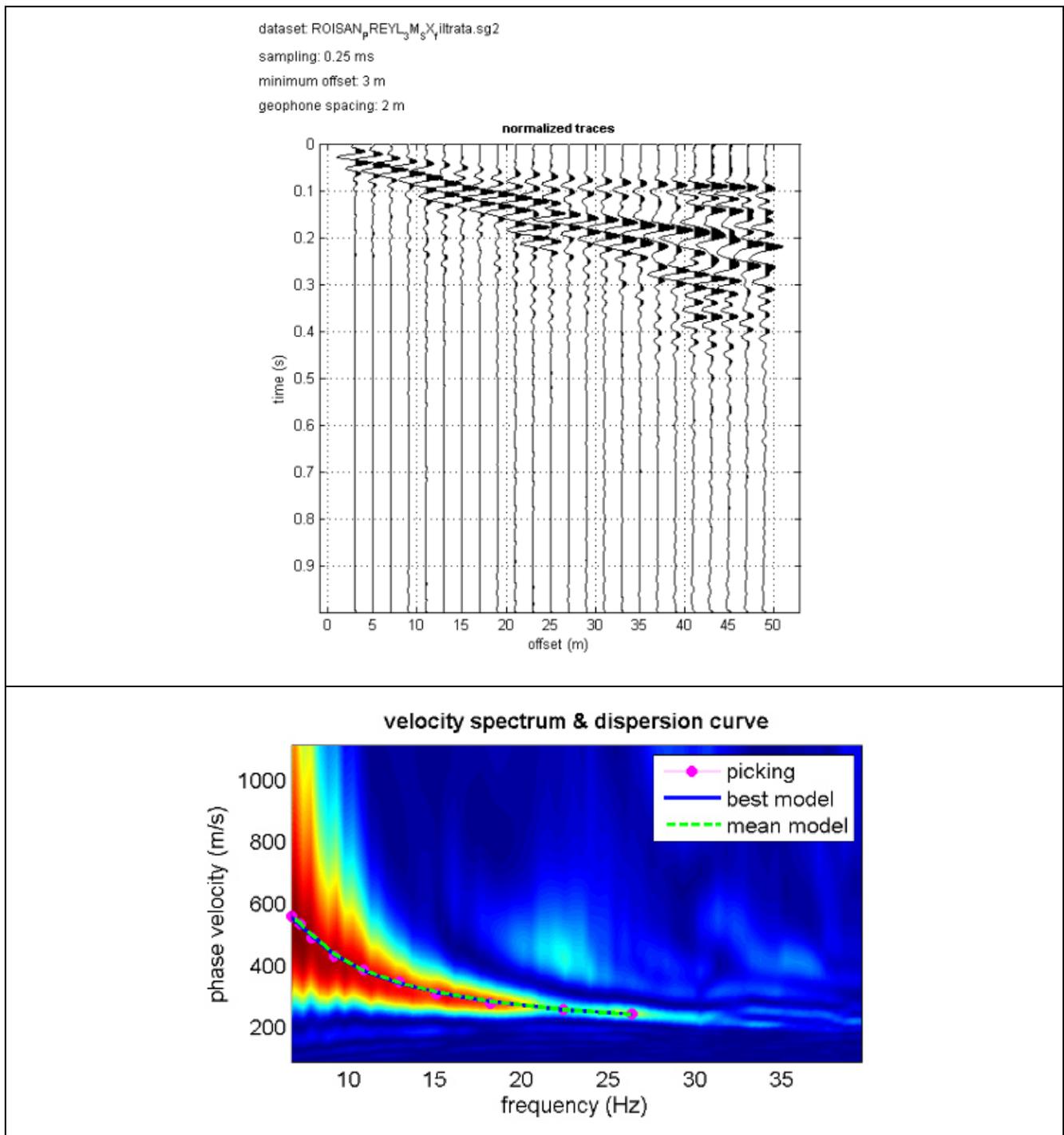
Le coordinate geografiche UTM riferite al punto mediano del profilo MASW (per il calcolo VS₃₀) sono le seguenti:



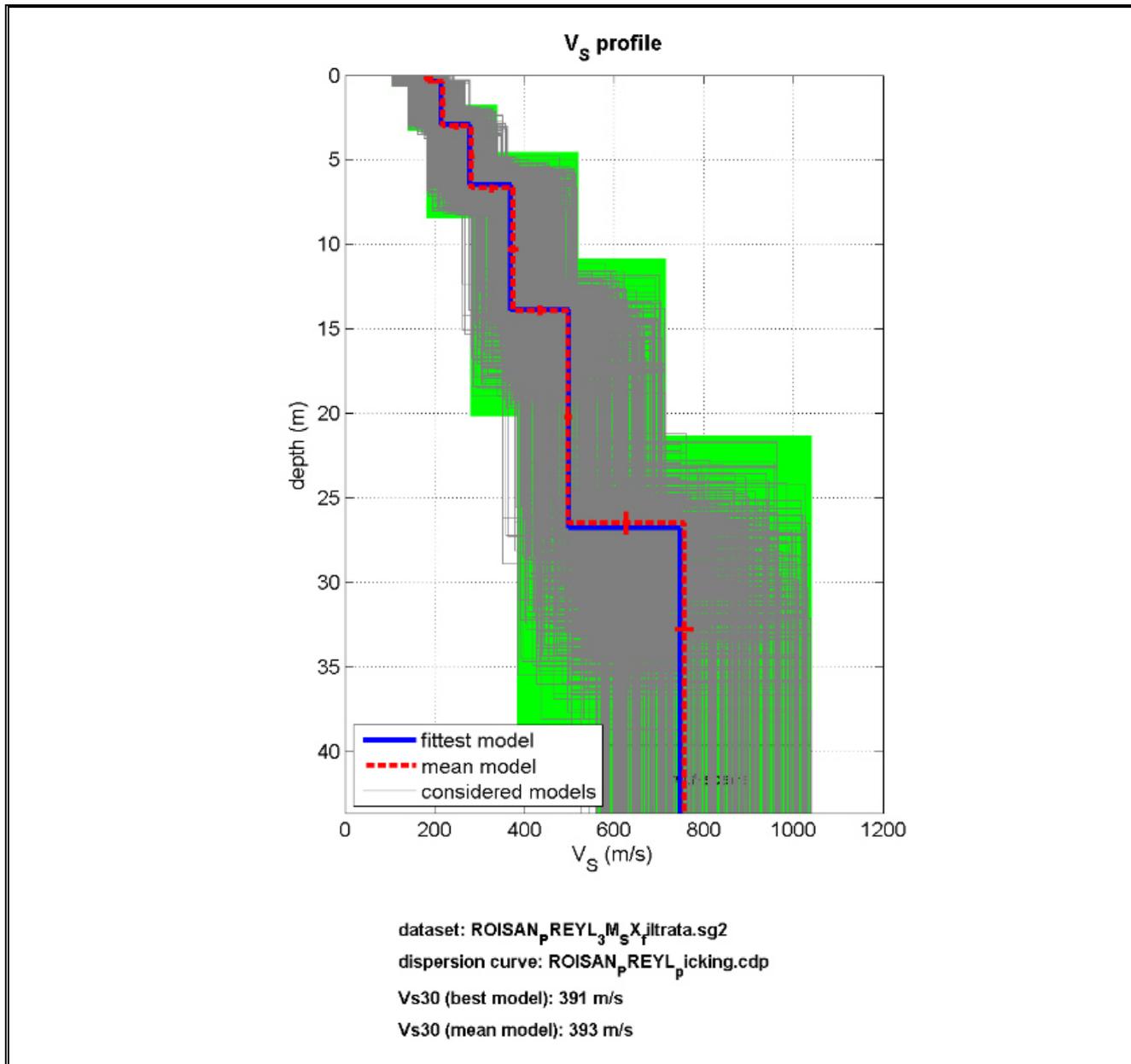
4. ELABORAZIONE E RISULTATI INDAGINE MASW

Nel seguente paragrafo vengono riportati i risultati ottenuti prendendo in considerazione 1 degli “scoppi” ritenuto più rappresentativo tra quelli realizzati nella modalità MASW.

In particolare si riporta di seguito il grafico relativo alle tracce acquisite dai vari geofoni con tempo di campionamento pari a 0,25 ms e lo **spettro di frequenza** e la **curva di dispersione estratta** tramite operazione di “picking” manuale.



A seguire si riporta il profilo verticale delle onde di taglio ottenuto tramite fase di processing ed inversione.



SUOLO	DESCRIZIONE GEOTECNICA	Vs30 CALCOLATO
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	391 m/s

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE



I risultati della prova sismica con metodologia MASW eseguita nel territorio comunale di Roisan, in loc. Preyl, per l'intervento di realizzazione di un impianto idroelettrico, hanno evidenziato valori del parametro V_{s30} compatibili con un suolo di classe sismica "B" così definita nella nuova normativa sismica: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità, e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa, e coesione non drenata $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)".

Il tecnico incaricato:

Dott. Geol. Andrea Giorgi

6. ALLEGATO FOTOGRAFICO

