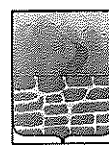


REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DEL V.C.O.



COMUNE DI PIEVE VERGONTE

UTILIZZAZIONE A SCOPO IDROELETTRICO DEGLI SCARICHI
DEGLI IMPIANTI IDROELETTRICI ESISTENTI ENEL E SERVIZI
ECOLOGICI DELL'OSSOLA, DALL'IMPIANTO SOLVALORE 3 IN
ISTRUTTORIA E DAL BACINO RESIDUO DEL TORRENTE ARSA

D.Lgs. n° 387 del 29/12/2003 e s.m.i.

L.R. n° 40 del 14 dicembre 1998 s.m.i. - *art. 12 - Fase di V.I.A.*

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

Committente:

Soc.
Officine Lorenzina S.r.l.
Via della Stazione, 18
28855 Masera (VB)

Data:

Maggio 2016



STUDIO GEOLOGICO MARANGON

Via Bonomelli N°16
28845 Domodossola (VB)
tel. +39 0324 249100 fax. +39 0324 249100
e-mail: marageo@libero.it

Il tecnico
Dott. Geol. Paolo Marangon

INDICE

INDICE	1
1. PREMESSA.....	2
1.1 <i>Vincoli e rapporti rispetto al quadro programmatico di settore</i>	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. CARATTERISTICHE DEL PROGETTO.....	4
3.1 <i>Movimentazione di materiale</i>	4
4. CENNI DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	5
4.1 <i>Geologia locale</i>	5
4.2 <i>Aspetti strutturali sull'area vasta</i>	6
5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE E LOCALE	6
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	7
6.1 <i>Individuazione della pericolosità del sito</i>	7
6.2 <i>Scelta della strategia di progettazione</i>	8
6.3 <i>Determinazione dell'azione di progetto</i>	9
6.3.1 <i>Categoria di sottosuolo</i>	10
6.3.2 <i>Amplificazione stratigrafica</i>	10
6.3.3 <i>Amplificazione topografica</i>	11
6.4 <i>Accelerazione massima di progetto</i>	11
7. IDROLOGIA.....	11
7.1 <i>Idrologia superficiale</i>	11
7.2 <i>Idrologia sotterranea</i>	11
8. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE DEI TERRENI.....	12
9. CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO	12
10. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	13
11. ANALISI DELLE POSSIBILI INTERFERENZE TRA LE OPERE IN PROGETTO E LA DINAMICA DEL CORSO D'ACQUA	15
12. ANALISI DELLE POSSIBILI INTERFERENZE TRA LE OPERE IN PROGETTO E LE SORGENTI ED I POZZI IDROPOTABILI EVENTUALMENTE ESISTENTI ALL'INTORNO	15
13. STABILITA' DELLE AREE ATTRAVERSATE.....	15
14. PREVISIONI SUL TERRENO D'IMPOSTA	16
15. CALCOLO DEL CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE	16
16. CRITERI TECNICO-ESECUTIVI.....	18
17. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	19

1. PREMESSA

La presente indagine geologico-tecnica è stata redatta in riferimento al *D.M. 14 gennaio 2008* ed ai sensi della *L.R. 9 agosto 1989 n°45 (aree sottoposte a vincolo idrogeologico)*, a supporto del progetto di realizzazione di un impianto idroelettrico con derivazione degli scarichi di impianti esistenti (ENEL, Servizi ecologici dell'Ossola, Solvalore 3 in istruttoria) e dal bacino residuo del T. Arsa, nel territorio del Comune di Pieve Vergonte (VB), proposto dalla Ditta Officine Lorenzina S.r.l., così come riportato dagli elaborati Tecnici a firma dell'Ing. Dario Lalomia.

L'indagine effettuata si è posta l'obiettivo di evidenziare le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area lungo la quale è prevista la realizzazione dell'opera, nonché stabilire i parametri geotecnici, nonché valutare le condizioni di equilibrio dei terreni di imposta.

A tale scopo ci si è procurati una serie di dati bibliografici e la cartografia della zona e, dopo averne preso visione, è stata eseguita una dettagliata analisi, la quale ha permesso di evincere i caratteri geologici generali.

A questa fase ha fatto seguito una fase di rilievo, al fine di osservare le caratteristiche geomorfologiche dello stesso, nonché ricavare i dati tecnici essenziali per stabilire la fattibilità dell'opera.

I risultati ottenuti hanno permesso di valutare la compatibilità dell'opera con l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico del territorio interessato secondo quanto previsto dalla legislazione vigente, ponendo particolare attenzione alla stabilità del terreno di imposta e valutando, inoltre, l'incidenza della scelta progettuale nei confronti di un ottimale inserimento nel contesto ambientale ed idrogeologico.

1.1 Vincoli e rapporti rispetto al quadro programmatico di settore

Il territorio interessato dalla realizzazione dell'impianto in progetto è sottoposto ai vincoli della L.R. 45/89 s.m.i. e del D.Lgs. 42/04.

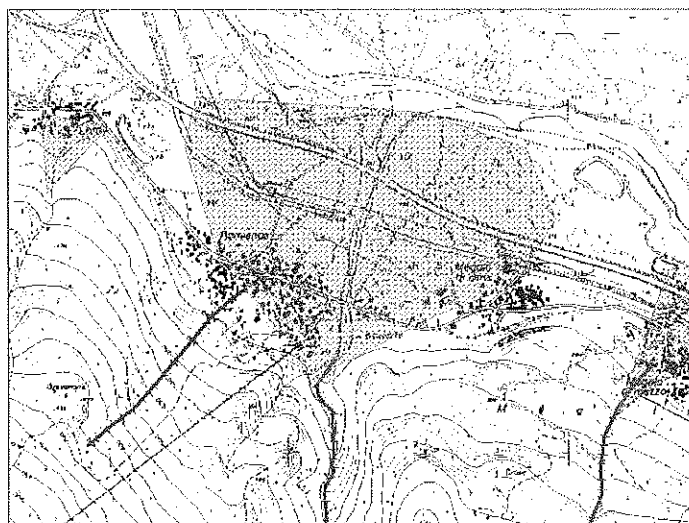
L'analisi del Progetto IFFI ha consentito di rilevare come lo sviluppo della soluzione progettuale proposta non interferisce con aree di dissesto censite.



Dalla consultazione della cartografia tematica del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) si rileva che l'impianto interferisce con un'area di conoide attivo non protetta (Ca) e (opera di presa) con un dissesto areale torrentizio perimetrato a pericolosità molto elevata (Ee).



Autorità di bacino del fiume Po
Bacino di rilievo nazionale

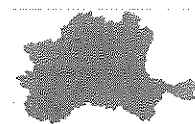
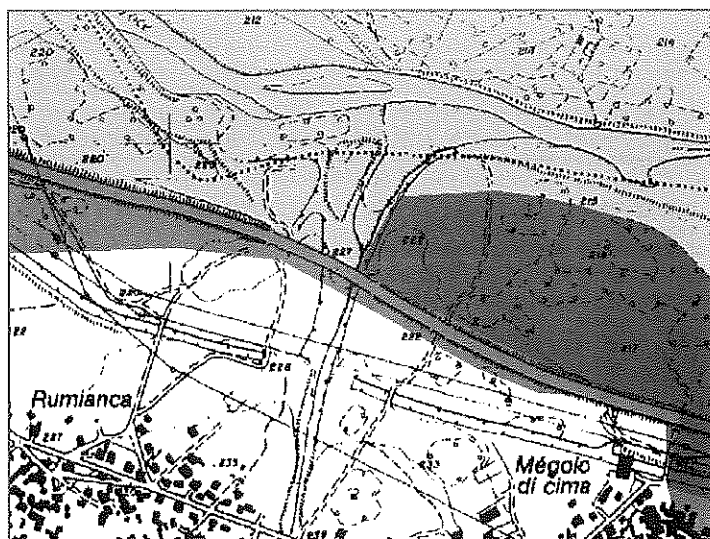


area non protetta (C.a)
pericolo molto elevato (F.e)

L'edificio centrale, il canale di restituzione e la tratta terminale della condotta forzata interferiscono con la Fascia A (Progetto di Variante del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico – Variante delle Fasce Fluviali del Fiume Toce); una porzione di condotta forzata (tratto a Nord del canale artificiale ENEL) interferisce con la Fascia B mentre un brevissimo tratto con la Fascia C, come meglio osservabile nell'estratto cartografico seguente.



Autorità di bacino del fiume Po
Bacino di rilievo nazionale



Limite del bacino del Po
Fascia C
Fascia B
Fascia A

Il Comune di Pieve Vergonte è regolamentato dal P.R.G.C. redatto ai sensi della L.R. n° 56/77 e s.m.i. e della Circolare P.R.G. n.7/LAP del 6 Maggio 1996, in adeguamento al P.A.I.

La consultazione dell'elaborato tematico "*Carta di sintesi della pericolosità geologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*", ha consentito di rilevare come lo sviluppo dell'impianto proposto interessi unicamente aree in Classe IIIa (fa eccezione una minima parte di 10/15 metri di condotta forzata che intercetta un'area in Classe IIIb4, immediatamente a monte del ponte sulla S.P. del T. Arsa).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Topograficamente l'intervento è localizzato sulla tavoletta I.G.M. in scala 1:25000 "Rumianca" I N.O. del foglio 30 della Carta d'Italia e sulla C.T.R. in scala 1:10000 - sezione 072040 "Rumianca".

L'area in oggetto è ubicata tra le località Rumianca (a Ovest) e Megolo (a Est), nel territorio del Comune di Pieve Vergonte (VB).

Le quote topografiche interessate dall'intervento risultano comprese tra 215 metri s.l.m. e 256 metri s.l.m. circa.

3. CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

L'impianto prevede la derivazione delle acque del bacino residuo del T. Arsa, unitamente agli scarichi degli esistenti impianti (ENEL, Servizi Ecologici dell'Ossola) e di un impianto attualmente in fase di istruttoria (Solvalore3), con opera di presa sull'alveo roccioso, canale di derivazione, vasca dissabbiatrice/sgrigliatore, pozzetti di intercettazione scarichi esistenti, vasca di carico, condotta forzata DN900, edificio centrale collocato nel settore tra la sponda destra del F. Toce e la destra del T. Arsa, e canale di scarico nel Fiume Toce.

Le caratteristiche peculiari di progetto sono state dettagliatamente descritte nella relazione tecnica e negli elaborati cartografici, redatti dal Tecnico Ing. Dario Lalomia di Domodossola.

3.1 Movimentazione di materiale

Dal computo di progetto (sotto sintetizzato) si evince come il volume relativo ai lavori di *sbancamento* necessari alla realizzazione delle opere in progetto, risulti essere approssimativamente pari a circa 5992,98 m³, il volume di reinterro di 4106,84 m³ mentre i riposti prevedono l'utilizzo di 1886,14 m³.

descrizione	scavo (mc)	reinterro (mc)	riporto (mc)	superficie temporanea (mq)	superficie definitiva (mq)
opera di presa	144,48	144,48		326	20
vasca dissabbiatrice e sgrigliatrice	184,8	100,46	84,34	235	63
pozzetto di intercettazione centrale SEO	133,58	60,24	73,34	112	32
vasca di carico	1077,9	267,06	810,84	470	198,15
condotta forzata	3254,97	2706,30	240,15	1800	810
cabina elettrica	9	0	9	75	30
linea elettrica produttore	95,2	95,2	0	136	34
edificio centrale+ piazzale	913,25	585,25	636,52	1000	663
canale di restituzione	179,80	147,85	31,95	96	64
totale	5992,98	4106,84	1886,14	4250	1914,15

Il "*volume di scavo*" così come definitivo dalla L.R. 45/89 s.m.i. (scavi+riporti) è pertanto quantificabile in complessivi 7879,12 m³. Non si prevedono esuberanti di materiale.

La superficie modificata/trasformata in via definitiva dall'intervento risulta pari a circa 1914,15 m², mentre la superficie soggetta a modifica temporanea è stata quantificata in 4250 m² circa.

4. CENNI DI INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

Ai fini di tale inquadramento è stato assunto, quale riferimento, il foglio n° 15 "Domodossola" ed il foglio n° 30 "Varallo" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

Per meglio capire l'ubicazione dell'area in oggetto dal punto di vista geologico, è bene passare brevemente ad una visione generale della zona Ossola.

Nel suo terzo inferiore l'Ossola è attraversata dalla "linea Insubrica", la principale linea tettonica delle Alpi, che separa la zona ultrabasica "Ivrea-Verbanò" e gli gneiss e i graniti della "Serie dei Laghi" del complesso cristallino a Nord di essa.

All'altezza di Locarno la linea Insubrica si biforca: la diramazione principale ha una direzione Est-Ovest e piega dapprima verso Ovest Sud-Ovest e poi più marcatamente verso Sud-Ovest; il ramo secondario, denominato "Linea Centovalli-Sempione", prosegue verso Ovest e corrisponde più o meno al solco vallivo delle valli Vigizzo e Bognanco.

Tra queste due discontinuità tettoniche sono comprese e compresse alcune formazioni che hanno subito fenomeni metamorfici rilevanti, interessate anche da frequenti linee di fratturazione tardiva.

L'estesa valle dell'Ossola, nel suo terzo iniziale, ha un andamento Est-Ovest, poi in corrispondenza della linea Insubrica, all'altezza di Vogogna e di Megolo, volge verso a Nord.

Per un breve tratto, subito ad Ovest di Mergozzo, si incontrano gli gneiss della "Serie dei Laghi" a cui fanno seguito, poco prima di Candoglia, gli gneiss-kinzigitici e le strolitali.

Risalendo il corso del fiume Toce all'altezza degli abitati di Nibbio e di Migliandone compaiono le rocce basiche ed ultrabasiche.

Ad Ovest della fascia di strolitali che collega il territorio di Cuzzago ad Anzola, si incontrano rocce sempre più basiche.

A livello locale, le unità rocciose affioranti lungo il versante a monte della località Rumianca e Megolo, sono costituite dalle formazioni delle Alpi Meridionali, ed in particolare dalle unità della Zona Ivrea-Verbanò.

Tale Zona comprende due unità litologiche di età differente; la prima, più recente e profonda è rappresentata da un complesso gabbroico stratificato ed affiora con continuità lungo la linea del Canavese, assumendo dimensioni importanti (anche 10 km); questa è costituita da corpi gabbroici stratificati di età permiana, intrusi a livelli cristallini profondi ed in parte riequilibrati in condizioni granulitiche. Lo sviluppo dei corpi gabbroici è avvenuto all'interno formando filoni strato iniziali, e soprattutto al letto del più antico complesso kinzigitico.

4.1 Geologia locale

L'area di intervento risulta caratterizzata da prevalenti depositi detritici alluvionali di conoidi messi in posto dalla dinamica evolutiva del torrente Arsa.

Le opere in progetto interessano quasi esclusivamente i suddetti depositi di deiezione alluvionale, composti da ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa. Solamente la porzione più elevata dell'impianto interessa il substrato roccioso (presa e primi metri di sviluppo della condotta di adduzione).

Nello specifico lungo il decorso del T. Arsa affiorano metapeliti in facies anfibolitica-granulitica (kinzigiti e granuliti leucocrate), mentre nel settore di versante in sponda sinistra del T. Arsa si rilevano metabasiti in facies anfibolitica-granulitica

(anfiboliti e granuliti leucocrate) e sul versante in sponda destra del corso d'acqua metaperidotiti a spinello.

4.2 Aspetti strutturali sull'area vasta

Il lineamento strutturale più importante della zona è costituito dalla linea del Canavese (o Insubrica), impostata in corrispondenza della località Vogogna (VB), che scorre con orientamento circa S.S.W-N.N.E. sino alla località sopra citata, per poi subire una deviazione verso N.E.

Tale lineamento separa in modo pressoché netto la Serie Dioritico-kinzigitica dalla Serie dei Massicci gneissici, e più in dettaglio la zona Sesia-Lanzo (a nord) dal complesso kinzigitico (a sud); immediatamente a nord di tale linea tettonica, si entra nella catena alpina a vergenza europea, e più precisamente ci si trova nella "zona radicale", interpretabile come una struttura assottigliata e retroflessa che porta gli scisti di Fobello-Rimella, ed il settore interno della zona Sesia-Lanzo, al di sopra della zona Ivrea-Verbanò.

5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERALE E LOCALE

La morfologia della valle è stata principalmente modellata dai fenomeni glaciali che si sono avuti durante il quaternario. Tali fenomeni si sono manifestati mediante l'opera modellatrice che ha fatto assumere alla valle la tipica morfologia ad U.

Con il ritiro dei ghiacciai è avvenuta la deposizione dei depositi morenici sia lungo le pendici rocciose sia nel fondovalle.

La fine dell'era glaciale ed il clima tipicamente alpino hanno permesso lo sviluppo della rete idrografica, la quale ha inciso sia le pendici rocciose sia i depositi morenici, modellando i quali hanno adattato il territorio secondo le nuove esigenze ambientali.

I depositi di più recente formazione sono quelli lasciati dalle esondazioni del fiume Toce, nella sua piana di esondazione, e quelli rinvenibili ai piedi delle pendici rocciose lungo le conoidi di deiezione (ormai in gran parte stabilizzate tramite opere di difesa e regimazione) dei torrenti e sui quali si sono impostati gli abitati di fondovalle.

I rii si sono instaurati lungo le vie preferenziali di deflusso formate o da linee di debolezza dell'ammasso roccioso (scistosità, stratificazione, fratturazione) o da incisioni avvenute originariamente come conseguenza dei movimenti dei ghiacciai.

Lo sviluppo della rete idrografica superficiale ha portato ad un'intensa attività erosiva, che ha quasi esclusivamente interessato la roccia in posto, data l'esigua consistenza delle coltri di copertura (eluvio-colluviali), per cui l'azione incisiva delle acque ha generato il lento e continuo approfondimento del setto vallivo, trasportando a valle il materiale (in gran parte medio-grossolano) che ha contribuito alla formazione delle conoidi descritte in precedenza.

Tra le azioni morfogenetiche, assume particolare importanza l'azione gravitativa, imputabile all'azione combinata tra gli agenti esogeni e la fratturazione intrinseca dell'ammasso roccioso; quest'ultima, infatti, determina la formazione di diedri di dimensioni variabili, la cui evoluzione ha generato e genera tuttora depositi detritici di versante.

In particolare l'area oggetto di studio si imposta prevalentemente (ad eccezione della prima tratta della condotta di adduzione impostata nell'alveo inciso e roccioso del T. Arsa) sui depositi alluvionali di conoide del T. Arsa.

La conoide risulta ad oggi antropizzata, più densamente nel settore in sponda sinistra e nel settore medio-apicale, mentre risulta completamente ineditato nel settore medio-distale, a valle del canale artificiale.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite è articolata in 3 distinte fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri da parte del progettista; le tre fasi vengono di seguito esplicate.

6.1 Individuazione della pericolosità del sito

La pericolosità sismica di base del sito di intervento è definita in termini sia di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido di categoria di sottosuolo A con superficie topografica orizzontale, sia in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nella vita di riferimento dell'opera V_R .

In particolare, le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori di alcuni parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione massima sul sito;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri sono forniti per i 10751 nodi del reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio italiano e per 9 valori del periodo di ritorno T_R . Per i punti non ricadenti in corrispondenza dei nodi del reticolo, il valore dei parametri sopra indicati viene ricavato per interpolazione, utilizzando il valore ottenuto dalla media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

Il primo passo dell'analisi è stato quindi quello di calcolare le coordinate geografiche del sito di intervento in modo da acquisire successivamente le azioni sismiche locali (proprie del sito specifico) sulla base di un reticolo di riferimento.

I parametri sismici del sito sono stati ricavati dalla media ponderata dei valori noti nei 4 punti di riferimento all'intorno del sito stesso. L'analisi viene svolta con l'utilizzo del software "Spettri NTC", messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. Ad ogni stato limite considerato corrispondono valori differenti di tali parametri.

Per gli stati limite di tipo geotecnico (GEO) sotto l'effetto di azioni sismiche, le verifiche di sicurezza da affrontare per le costruzioni con classe d'uso IV come quella in esame sono:

- stato limite ultimo SLV con verifica della resistenza del sistema fondazione-terreno, della stabilità dei rilevati, dei muri di sostegno e dei fronti di scavo.
- stati limite di esercizio SLD con verifica del contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno (cedimenti);

- RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA -

Le elaborazioni effettuate con apposito software in riferimento alle coordinate del sito di intervento, per lo stato limite ultimo SLV forniscono i seguenti dati:

Edificio centrale

a_g	0,075
F_o	2,665
T_c^*	0,305
T_R	949

*Le coordinate utilizzate, corrispondenti ai terreni in oggetto, sono di tipo ED50 ed inserite nel software "Spettri-NTC" versione 1.0.3, latitudine 45,999784 - longitudine 8,296968.

Opera di Presa

a_g	0,074
F_o	2,667
T_c^*	0,306
T_R	949

*Le coordinate utilizzate, corrispondenti ai terreni in oggetto, sono di tipo ED50 ed inserite nel software "Spettri-NTC" versione 1.0.3, latitudine 45,990884 - longitudine 8,292022.

6.2 Scelta della strategia di progettazione

In questa fase vengono definiti i parametri fondamentali di seguito indicati, sulla scorta dei coefficienti che definiscono la tipologia e la classe d'uso dell'opera in progetto.

☛ Vita nominale della costruzione

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella seguente tabella:

	Tipi di costruzione	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie: ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere: ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

☛ Coefficiente d'uso della costruzione

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

- RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA -

Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
Classe II:	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III:	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B di cui al D.M. 5 novembre 2011, n. 6782 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e impianti di produzione di energia elettrica.

☛ Periodo di riferimento per la costruzione

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1	1,5	2

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

In riferimento alla costruzione in progetto, si sono attribuiti i seguenti parametri:

V_N	Vita nominale	≥ 50 anni
	Classe d'uso	IV
C_U	Coefficiente d'uso	2,0
P_{VR}	63% per SLD	
P_{VR}	10% per SLV	

6.3 Determinazione dell'azione di progetto

In questa fase di analisi viene definito il valore di progetto dell'azione sismica massima orizzontale preventivabile sul sito in esame con prefissati T_R e P_{VR} .

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y e da una verticale Z, da considerare tra loro indipendenti.

Generalmente, come nel caso in esame, per le opere ed i sistemi geotecnici la componente verticale risulta trascurabile. Le componenti possono essere descritte mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Le due componenti orizzontali, ortogonali tra loro, sono caratterizzate dal medesimo spettro di risposta.

Tale spettro in accelerazione è utilizzato per strutture con periodo fondamentale $\leq 4,0$ s ed è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) moltiplicata per il valore della accelerazione massima orizzontale a_g , ottenuto in precedenza su sito di riferimento rigido orizzontale: sia la forma spettrale che il valore di a_g si differenziano al variare della probabilità di superamento (PVR) nel periodo di riferimento TR.

☞ Risposta sismica locale

La risposta sismica in ambito strettamente locale viene valutata sulla base dei seguenti parametri:

- ♦ categoria di sottosuolo (A, B, C, D, E, S1, S2);
- ♦ amplificazione stratigrafica S_s ;
- ♦ amplificazione topografica S_T .

6.3.1 Categoria di sottosuolo

Il territorio del Comune di Pieve Vergonte (VB) risulta ascritto alla Zona 4 (Classificazione sismica in vigore a seguito approvazione della D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011).

Secondo i criteri elencati al punto 3.1 dell'Allegato 2 dell'O.P.C.M. n° 3274 dell'17/11/2003 e nel D.M. 14/01/2008, si ritiene idoneo identificare i terreni di fondazione (edificio centrale) in una categoria di suolo assoggettabile alla categoria "B" definita come "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 $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)"; per l'imposta dell'opera di presa, invece la presenza di roccia affiorante determina una categoria di suolo tipo "A" definita come "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".

6.3.2 Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1.

Categoria sottosuolo	SS	CC
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_a \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_a \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,11}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_a \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_a \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,10}$

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di a_g , F_a e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni tabulate sotto e nelle quali "g" rappresenta l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

6.3.3 Amplificazione topografica

Per superfici topografiche semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	S_t
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.	-	1,00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.	Sommità del pendio	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,40

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità fino alla base dove S_t assume valore pari a 1.

6.4 Accelerazione massima di progetto

Avendo acquisito i parametri essenziali all'analisi della risposta sismica locale, è ora possibile definire l'accelerazione massima di progetto attesa al suolo A_{max} , valore che verrà adottato per i successivi calcoli di verifica analitica, mediante la seguente relazione:

$$\text{Edificio centrale} - A_{max} = a_g * S_s * S_T = [0,075 \text{ g} * 1,2 * 1,00] = \mathbf{0,090 \text{ g}}$$

$$\text{Opera di Presa} - A_{max} = a_g * S_s * S_T = [0,074 \text{ g} * 1,0 * 1,00] = \mathbf{0,074 \text{ g}}$$

7. IDROLOGIA

7.1 Idrologia superficiale

Il collettore di drenaggio principale dell'idrografia di superficie, è costituito dal Fiume Toce, il quale scorre a nord e a nord-est dell'area di intervento, drenando le acque di un gran numero di importanti tributari di destra e sinistra idrografica.

In ambito locale, il corso d'acqua oggetto di derivazione e che rappresenta un collettore tributario di destra del F. Toce, è il rio Arsa.

Il rio Arsa presenta un bacino piuttosto ampio, e di forma subrettangolare, delimitato a Sud dalla linea di cresta P.ta dell'Usciole-M.Ventolaro-Mazza dell'Inferno-M. Crotta, e a Nord dalla dorsale P.ta Ottone, Alpe Crop e Pianezzo.

L'andamento dell'asta principale del corso d'acqua e dei suoi segmenti minori, appare influenzata dal controllo strutturale; si osservano infatti orientazioni preferenziali in senso NE-SW, N-S e NW-SE.

L'idrografia di superficie si completa con i fenomeni di ruscellamento diffuso e talora incanalato lungo depressioni morfologiche naturali distribuite lungo il versante a monte dell'area in analisi.

7.2 Idrologia sotterranea

Nell'ambito del bilancio idrologico le perdite d'acqua per infiltrazione sono limitate alle condizioni di permeabilità secondaria del basamento roccioso (permeabilità dovuta a fratturazione) ed alla permeabilità primaria per porosità delle coperture detritiche.

In relazione all'assetto litologico e stratigrafico locale, le acque meteoriche filtrano nei depositi di copertura, laddove presenti, giungendo alla superficie di contatto roccia-detrito e scorrendo su di essa.

In funzione, quindi, delle peculiarità morfo-litologiche che contraddistinguono la zona di versante a monte delle opere in progetto, unitamente all'acclività del versante, la circolazione idrica sotterranea risulta piuttosto limitata e discontinua, e risulta pertanto possibile solo a seguito di eventi meteorici di una certa intensità e per lo più lungo la superficie di contatto roccia-detrito, mentre l'esaurimento della stessa avviene in periodi immediatamente successivi al termine delle precipitazioni.

In particolare, nell'ambito ristretto di indagine, la presenza dell'apparato di conoide del T. Arsa a bassa pendenza consente una buona infiltrazione delle acque meteoriche e di quelle di ruscellamento superficiale, che giungono alla base del pendio.

L'alimentazione della falda sotterranea, per lo più identificabile in una circolazione di subalveo, è agevolata dalla tipologia dei depositi di copertura che caratterizzano un intorno dell'area in esame; pertanto le acque di infiltrazione permeano nei depositi di copertura andando ad alimentare la falda di fondovalle.

8. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE DEI TERRENI

I terreni di imposta su cui verranno realizzate le opere in progetto, sono caratterizzati dalle seguenti tipologie litologiche:

Depositi alluvionali torrentizi: in alveo T. Arsa, a monte dell'apice di conoide, si rilevano depositi clastici composti da massi e clasti pluri-decimetrici con ghiaie e moderata componente sabbiosa che obliterano il fondo roccioso dell'alveo. Spostandosi verso valle, lungo il canale attivo in conoide, il detrito torrentizio aumenta di componente sabbioso-ghiaiosa, che diventa prevalente ed inglobante clasti e ciottoli mediamente a pezzatura decimetrica.

Depositi alluvionali di conoide: caratterizzati da ghiaie e ciottoli cm/dm in matrice sabbiosa. Tale tipologia di deposito sarà interessato dalla quasi totalità delle opere in progetto. Nei settori progressivamente verso valle, ossia allontanandosi dall'apice di conoide, è verosimile attendersi un detrito a pezzatura progressivamente più fine.

Substrato roccioso: le unità rocciose rilevabili nell'intorno dell'opera di presa in progetto, affioranti lungo il fondo e le sponde dell'alveo, sono costituite da metapeliti in facies anfibolitica-granulitica (kinzigiti e granuliti leucocrate) appartenenti alla Zona Ivrea-Verbano del Sudalpino.

9. CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

In relazione all'osservazione diretta dei terreni detritici alluvionali su cui andranno ad impostarsi le principali opere in progetto, e sulla scorta di analisi correlative svolte in merito, il terreno può essere classificato secondo lo United Soil Classification System, comunemente adottato dal Corps of Engineers e dal Bureau of Reclamation System; si attribuisce quindi il materiale indagato al gruppo **GP**, definibile come miscela di sabbia e ghiaia a grana piccola o grossa.

Tale classificazione permette entrare nella tabella che definisce i "Valori orientativi dei parametri che caratterizzano la curva sforzi-deformazioni di forma iperbolica - Primo Carico", in particolare si ricava il valore dell'angolo di attrito interno del materiale in

oggetto, il quale, nel caso specifico, è compreso tra 34 e 49 gradi, con un valore medio di 42 gradi.

In funzione della classificazione ottenuta, si possono inoltre definire le seguenti caratteristiche:

- possibile azione del gelo:	da nessuna a molto lieve
- compressibilità e rigonfiamento:	quasi nessuna
- permeabilità:	$10^{-2} \div 10^{-3}$ cm/s
- densità secca AASHO:	1.85 - 2.00 T/m ³
- caratteristiche di compattazione:	buone, con ruspe, rulli a ruote gommate e lisci
- valori tipici di progetto:	
C.B.R.	30 - 60
moduli di sottofondo	5.5 - 8.3 Kg/cm ²

10. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

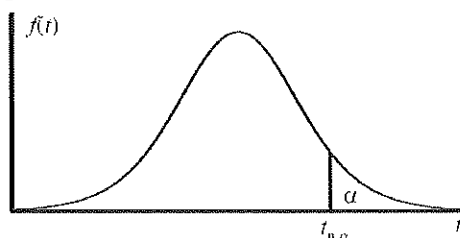
Per la trattazione statistica dei parametri geotecnici dei depositi sciolti, non avendo in tale fase di progetto effettuato prove di laboratorio e/o dirette sui terreni di indagine, si propone di valutare l'angolo d'attrito caratteristico attraverso l'elaborazione statistica di alcuni valori tipici acquisiti da bibliografia, nonché da rilievi diretti condotti su materiali analoghi, per la tipologia di terreno direttamente interessata dagli interventi.

In particolare, sulla scorta di dati pregressi acquisiti su terreni analoghi, si è attribuita alla litologia considerata la classificazione del suolo secondo la U.S.C.S. (Unified Soil Classification System).

L'Eurocodice 7 introduce il concetto dei valori caratteristici dei parametri geotecnici. Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica, che si tratti di SLU o di SLE.

Se si utilizzano metodi statistici (peraltro non obbligatori), la derivazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata di un valore peggiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%.

Si tratta pertanto di un margine conservativo del 5% (che può coincidere con un 5° percentile od un 95° percentile della distribuzione statistica in considerazione), il quale ci garantisce probabilisticamente di avere un 95% dei casi per i quali il valore caratteristico ci cautele. Il valore del 95% è anche quello indicato come probabilità 'u', o integrale della funzione, nelle tavole statistiche relative ai percentili della legge di Student come illustrato in figura:



In geotecnica è circostanza decisamente non infrequente il dovere eseguire delle verifiche in presenza di scarsità di dati.

- RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA -

Il trattamento statistico dei dati può essere eseguito anche con pochi dati a disposizione, utilizzando la discriminazione e il giudizio tecnico e la conoscenza regionale e locale.

Quando ci si trova, infatti, in condizioni di compensazione (generalmente strutturale) e il dataset ha una numerosità piccola (da 1 a 5 dati usualmente), possiamo ricorrere alla statistica classica, con ipotesi di varianza nota. L'equazione assume pertanto la seguente forma:

$$x_k = \bar{x} \pm z_{0.05} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \approx \bar{x} \pm 1.645 \cdot \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

dove:

- x_k è il valore caratteristico desiderato
- $\bar{x}$ con barra il valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione
- z è la distribuzione normale standardizzata
- σ è la deviazione standard della popolazione
- n è la numerosità del campione

Il valore di σ nell'equazione precedente andrebbe determinato con l'ausilio di database locali specifici; quando questi mancano, si possono utilizzare i valori reperibili in letteratura. A tale proposito è utile esprimere la variabilità in termini di coefficiente di variazione COV espressa anche in termini percentuali:

$$COV = \frac{\sigma}{\mu}$$

dove:

σ = deviazione standard della popolazione

μ = media della popolazione

VALUTAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI E DI PROGETTO (5° PERCENTILE DISTRIBUZIONE DELLA MEDIA)

• Depositi alluvionali

Per tale tipologia di detrito si propone una classificazione U.S.C.S tipo GP con variabilità dell'angolo d'attrito di picco compresa tra 34° e 49°. Dalla trattazione statistica si ottiene:

dati	media dati	X_k	
34	41,50	34,3	Valore caratteristico
49	COV Φ %	X_d	
	15	28,6	Valore di progetto
	n° dati		
	2		

$$X_k = \bar{x} - 1.645 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

$z_{0.05} \quad -1,6449$

<i>depositi alluvionali</i>			
coesione	c	0	[T/m ²]
angolo d'attrito	φ	34	[°]
peso di volume	γ	1,80	[T/m ³]
permeabilità	k	Buona	

I parametri geotecnici sopra indicati, con specifico riferimento all'angolo d'attrito ed al peso di volume del terreno in esame, sono stati assunti in termini di valori caratteristici, ove con il termine caratteristico si intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite considerato.

11. ANALISI DELLE POSSIBILI INTERFERENZE TRA LE OPERE IN PROGETTO E LA DINAMICA DEL CORSO D'ACQUA

In riferimento alla possibile interazione tra le opere in progetto e la dinamica del rio Arsa interessato dalla derivazione e dalla realizzazione delle opere connesse all'impianto nei settori marginali all'alveo, occorre valutare il regime di portata liquida, incrementato dalla stima di quella solida, del collettore di deflusso in relazione alle opere previste da progetto.

Per le sopracitate analisi idrauliche, si faccia espressamente riferimento alle verifiche riportate nell'apposita Relazione redatta dal tecnico progettista incaricato.

12. ANALISI DELLE POSSIBILI INTERFERENZE TRA LE OPERE IN PROGETTO E LE SORGENTI ED I POZZI IDROPOTABILI EVENTUALMENTE ESISTENTI ALL'INTORNO

Dall'analisi degli elaborati dei P.R.G.C. dell'area territoriale ampia all'intorno delle opere in progetto, all'interno del bacino imbrifero del T. Arsa viene censita unicamente una presa per la captazione a scopo idropotabile, alla quota topografica di circa 720 metri s.l.m. lungo un segmento tributario di destra del T. Arsa.

La derivazione è classificata come presa da corpo idrico superficiale, e non da acque di sorgente, pertanto non vi sono interferenze tra derivazione prevista e regime/circuiti di alimentazione di sorgenti.

13. STABILITA' DELLE AREE ATTRAVERSATE

In riferimento alle operazioni di scavo necessarie alla creazione del setto entro cui verrà alloggiata la condotta, si fa osservare come l'incidenza degli stessi sul terreno risulta talmente modesta da non interferire con l'assetto geostatico delle coltri di copertura superficiali data anche la morfologia locale sub-pianeggiante o a debole inclinazione, pertanto non sono state eseguite verifiche di stabilità inerenti la movimentazione di materiale, essendo poco o nulla significative per la tipologia dei lavori previsti, per la quantità di detrito movimentato per metro lineare nonché per le condizioni morfologiche dei settori attraversati dalla posa della condotta interrata.

Essendo, quindi, la quantità di materiale in eccedenza per metro lineare piuttosto limitata, questo verrà disposto sul territorio secondo la morfologia del terreno, modellando e livellando le asperità presenti in sito. In particolare le condizioni di

equilibrio dei terreni di imposta, potranno essere mantenute tali adottando gli opportuni accorgimenti tecnici e rispettando le modalità esecutive descritte successivamente.

Per ciò che concerne il setto di scavo necessario per l'imposta della centrale e del canale di scarico, si prevede una profondità di scavo dell'ordine dei 7 metri circa dal p.c.

Per detta situazione occorrerà mettere in atto tutti gli accorgimenti tecnico-realizzativi atti a mantenere stabile il fronte di scavo a breve termine (es. scavo gradonato con fronti inclinati, sbadacchiatura/armatura dei fronti, ecc.), pertanto dovranno eventualmente prevedersi opere di stabilizzazione o contenimento di tipo provvisorio, ed in ogni caso per fronti verticali o sub verticali di elevazione superiore a 2 metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai, dovrà essere prevista l'armatura di sostegno delle pareti di scavo come prescritto dal D.M. 14/01/2008.

Per quanto riguarda la parte alta dell'impianto, con riferimento all'imposta della presa saranno previste modeste incisioni nel substrato roccioso per il parziale incasso della struttura alla base della parete che si ritiene non andranno ad influire sull'assetto geostatico e geomeccanico dell'ammasso.

14. PREVISIONI SUL TERRENO D'IMPOSTA

Una lettura immediata delle previsioni sul terreno d'imposta, è ottenibile dall'analisi dei litotipi e dei depositi caratterizzanti i terreni interessati, e soprattutto dalla valutazione tecnica ragionata del binomio "opere previste-problematiche presenti".

La realizzazione dell'opera in progetto dovrà tenere in considerazione le condizioni di stabilità delle litologie sopra descritte, valutando l'incidenza dei lavori di scavo, nonché le modalità di posa dei manufatti.

A livello progettuale, possono quindi farsi delle previsioni di massima, dettate dalle condizioni geostatiche del territorio, nonché dalle caratteristiche del terreno d'imposta, in modo da fornire un'ottima base sulla quale impostare il lavoro, la quale potrà poi essere confermata o modificata in funzione dai dati che emergeranno durante l'esecuzione dei lavori.

15. CALCOLO DEL CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Il presente calcolo permette la valutazione della capacità portante dei terreni detritici su cui verranno impostate le opere di fondazione del fabbricato centrale in progetto, secondo il predimensionamento di massima indicato da progetto.

Nei calcoli di progetto deve tenersi conto anche della profondità della falda, questa verrà cautelativamente considerata a livello del piano campagna.

Nel calcolo sono stati contemplati gli effetti inerziali dovuti ad un sisma con accelerazione massima al suolo (A_{max} di progetto) pari a 0,09 g preventivabile per un tempo di ritorno T_R pari a 949 anni e determinato in relazione ai parametri V_R e P_{VR} , dove V_R rappresenta la vita di riferimento della costruzione in progetto (100 anni) e P_{VR} la probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R precedentemente indicato, introducendo dei fattori correttivi Z (Paolucci & Pecker, Shikhiev & Jakovlev) nell'equazione seguente.

Formula di Brich Hansen (1970):

$$Q_{lim} = (c * N_c * s_c * d_c * i_c * b_c * g_c * z_c) + (s_q * \gamma * D * N_q * d_q * i_q * b_q * g_q * z_q) + (0.5 * \gamma * B * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma * i_\gamma * b_\gamma * g_\gamma * z_\gamma) \quad (\text{per } \Phi > 0)$$

dove:

c = coesione del terreno

γ = peso di volume del terreno

B = larghezza fondazione (dimensione lato corto)

D = profondità di posa delle fondazioni

N_c, N_q, N_γ = fattori adimensionali di portanza

s_c, s_q, s_γ = fattori di forma della fondazione

i_c, i_q, i_γ = fattori correttivi per carichi inclinati

d_c, d_q, d_γ = fattori correttivi per l'approfondimento

b_c, b_q, b_γ = fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione

g_c, g_q, g_γ = fattori correttivi per fondazioni su pendio

z_c, z_q, z_γ = fattori correttivi in condizioni sismiche

L'attuazione delle verifiche di sicurezza di tipo geotecnico agli stati limite ultimi SLU, ed in particolare allo SLV, richieste per opere di fondazioni superficiali, si è ritenuto adeguato l'utilizzo dell'Approccio 2 (A1+M1+R3) che prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Il valore del carico limite emerso dall'applicazione della sopra indicata formula di calcolo dovrà essere "corretto" applicando un coefficiente di riduzione parziale γ_R , che per la capacità portante è pari a 2,3 (R3).

In riferimento, invece, ai coefficienti di riduzione dei parametri del terreno, l'Approccio 2 considera i coefficienti della colonna M1, quindi pari ad 1; in sostanza i parametri caratteristici considerati nel modello geotecnico rimangono tali con l'Approccio 2 e possono essere quindi utilizzati come valori di progetto.

PLATEA FONDAZIONE EDIFICIO CENTRALE

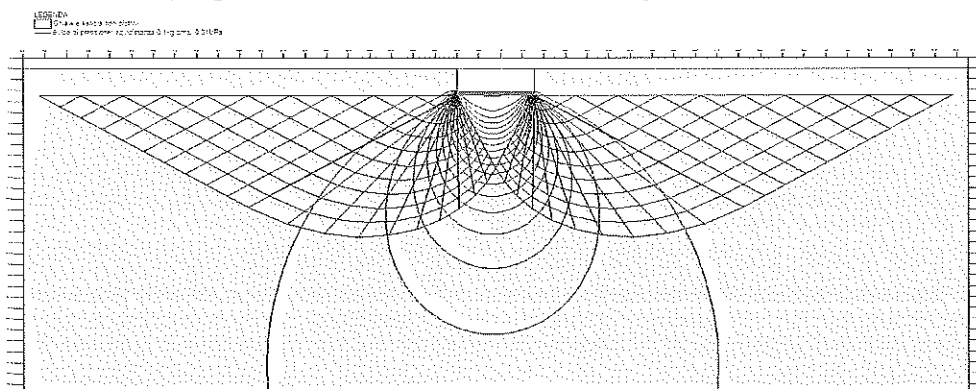
$$Q_{SLV} = 1,83 \text{ kg/cmq (condizioni sismiche)}$$

Pertanto per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$Ed \leq Rd$$

Ed è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

Rd è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico



Il valore della capacità portante sopra indicato deriva dall'applicazione della correzione di Terzaghi, che tiene conto della non linearità della relazione sforzi - resistenza al taglio per valori di calcolo della portanza limite superiori ai 4.5 kg/cmq.

Il tecnico progettista una volta determinate il valore delle azioni di progetto (azione STR e azione GEO) dovrà verificare la disequaglianza sopra citata.

Il valore ottenuto deve essere tale che i cedimenti assoluti non superino i limiti accettabili per la funzionalità della struttura in esame, ovvero sia verificato agli stati limite d'esercizio SLE.

La verifica è stata effettuata utilizzando il metodo della Teoria dell'elasticità, da cui emerge un valore massimo di 30,6 mm, compatibile con la tipologia di fondazione

E' inoltre possibile stimare in prima approssimazione il coefficiente di sottofondazione secondo il metodo proposto da Bowles, il cui valore è pari a 17,88 Kg/cm³.

Per ulteriori dettagli geometrici e dimensionali delle opere di fondazione verificate, si faccia riferimento agli elaborati di calcolo in allegato.

16. CRITERI TECNICO-ESECUTIVI

Nel presente capitolo verranno trattati i criteri tecnici e le modalità esecutive per eseguire i lavori necessari alla realizzazione dell'opera compatibilmente con l'equilibrio idrogeologico del territorio e con l'inserimento dal punto di vista ambientale.

Movimentazione di materiale

- ♦ La riprofilatura delle scarpate di scavo e riporto, ove previste, dovranno avvenire secondo angoli di scarpa compatibili con le caratteristiche geotecniche dei materiali interessati; qualora ciò non fosse sempre possibile si dovranno prevedere adeguate opere di stabilizzazione o contenimento anche di tipo provvisorio, ed in ogni caso per fronti verticali o sub verticali di elevazione superiore a 2 metri, nei quali sia prevista la permanenza di operai, dovrà essere prevista l'armatura di sostegno delle pareti di scavo come prescritto dal D.M. 14/01/2008.
- ♦ Nelle porzioni di territorio in cui il terreno risulta coperto da cotico vegetale, la preparazione del sito verrà eseguita previa l'asportazione di tale coltre superficiale e la sua momentanea messa in disparte. Lo stesso verrà successivamente sfruttato per completare il ritombamento del setto, al fine di recuperare dal punto di vista ambientale l'area di scavo. La continuità e la corretta crescita di quest'ultimo, in associazione all'attenta e corretta costipazione della copertura costituente il ritombamento del setto, sono essenziali per evitare l'infiltrazione delle acque di precipitazione e di dilavamento, e quindi inibire possibili inneschi di fenomeni erosivi e di fluidificazione.
- ♦ In corrispondenza dei settori in cui si prevedono profondità di scavo in detrito di maggiore rilevanza (max. 7 metri circa da p.c. presso l'edificio centrale/canale di scarico), si dovranno eventualmente mettere in atto adeguati interventi di stabilizzazione provvisorio dei fronti di scavo e/o operando con profili di scavo inclinati e gradonati.
- ♦ In caso di eventi meteorici gli scavi aperti dovranno essere protetti con la stesura di teli impermeabili.
- ♦ Le strutture che saranno ancorate al substrato roccioso (opera di presa, sostegni canale di adduzione, ...) dovranno essere rese solidali all'ammasso mediante infissione di barre di ancoraggio ad aderenza migliorata e sigillate in foro con malte cementizie antiritiro; il piano di imposta delle strutture dovrà essere livellato, eventualmente asportando la porzione superficiale della roccia se alterata o degradata.
- ♦ Il materiale di risulta dagli scavi potrà essere riutilizzato per eseguire i riempimenti, i reinterri ed i riporti necessari, previa selezione del materiale stesso al fine di conseguire le caratteristiche geotecniche adeguate, nonché per il rimodellamento dell'area modificata; dal computo di progetto non sono previsti

esuberanti di materiale, in quanto verrà integralmente reimpiegato in cantiere. IN ogni caso l'eventuale cubatura in eccedenza dovrà essere allontanata e gestita ai sensi della normativa vigente.

Realizzazione dei manufatti principali

- ♦ Le pressioni/azioni massime di progetto trasmesse al suolo dalla struttura in progetto dovranno essere compatibili con il valore della resistenza di progetto del terreno di fondazione come emerso dai calcoli effettuati in base alla geometria di fondazione ipotizzata. Tali dati dovranno essere confermati in fase esecutiva, mediante l'osservazione diretta del suolo. Qualora non venissero confermate le condizioni stratigrafiche ipotizzate, si dovrà provvedere ad una indagine integrativa specifica, adeguatamente riveduta e corretta.
- ♦ La realizzazione di un vespaio in ciottoli da fiume opportunamente costipati posto al di sotto della soletta di fondo/platea dei manufatti in progetto (centrale, vasca, pozzetti di intercettazione) e nelle aree perimetrali a diretto contatto con il terreno, consentirà sia un adeguato drenaggio alle acque di infiltrazione, che un piano di appoggio omogeneo alla struttura.
- ♦ I lavori di scavo dovranno essere immediatamente accompagnati dal ritombamento della struttura al fine di inibire crolli delle pareti di neoformazione.

Interventi di riassetto e prevenzione

- ♦ Sarà necessario procedere ad un'immediata operazione di ripristino del setto di scavo, da eseguirsi mediante il riporto dello strato terroso-vegetale di copertura sul materiale detritico privato dello stesso. La tempestività dell'intervento si rende necessaria in quanto il detrito smosso potrebbe interagire facilmente con le acque superficiali, sia meteoriche che di ruscellamento, pertanto l'azione delle stesse su scavi di fresca realizzazione determinerebbe l'innescare di momenti evolutivi locali, od ancor peggio favorirebbe la fluidificazione del terreno più superficiale e quindi il relativo franamento.
- ♦ In caso di accidentali sversamenti di sostanze inquinanti nel corso dei lavori, sarà indispensabile procedere immediatamente al risanamento delle porzioni contaminate, al fine di inibire processi di contaminazione del suolo e del sottosuolo.

17. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il rilievo di dettaglio ha permesso di evincere le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni attraversati e di un intorno significativo degli stessi.

Dopo aver eseguito un'analisi geologico-geomorfologica dell'area in oggetto, nonché aver ispezionato i terreni interessati dai manufatti e dalla condotta in progetto, si ritiene che le opere previste non modificano l'assetto geologico, idrogeologico e geostatico del territorio.

Dall'analisi delle risultanze ottenute, pertanto, è emerso che la realizzazione dell'impianto di derivazione previsto, e gli interventi di finitura dello stesso, se eseguita secondo quanto dettato nella presente relazione, non interferisce con la stabilità delle aree attraversate né con l'equilibrio idrogeologico del territorio, e sia pertanto fattibile dal punto di vista geologico-tecnico.

Domodossola, maggio 2016

DATI DI CALCOLO
CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO

CONDIZIONI SISMICHE

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Officine Lorenzina srl

Località: Pieve Vergonte

Data: maggio 2016

Riferimenti: edificio centrale

Parametri geotecnici del terreno di fondazione

Strato n.

1

Descrizione litologica:

Ghiaia e sabbia con ciottoli

Angolo di attrito (°):	34
Densità relativa (%):	60
Coesione(kg/cmq):	0
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1800
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2000
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	400
Coefficiente di Poisson:	0,35
O.C.R.:	1
Indice di compressione:	
Indice di compressione secondaria:	
Indice di ricomprensione:	
Indice dei vuoti iniziale:	
Coefficiente di consolidazione verticale (cmq/s):	
Numero di colpi Spt medio:	
Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cmq):	0
R.Q.D. (%)	
Limite di liquidità (%):	
Contenuto naturale d'acqua (%):	
Fattore di portanza Nq:	9,82
Fattore di portanza Nc:	19,61
Fattore di portanza Ny:	5,95
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Officine Lorenzina srl

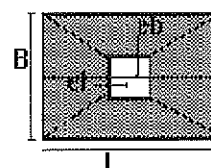
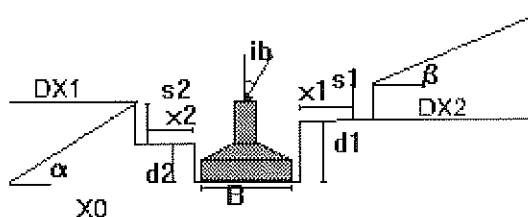
Località: Pieve Vergonte

Data: maggio 2016

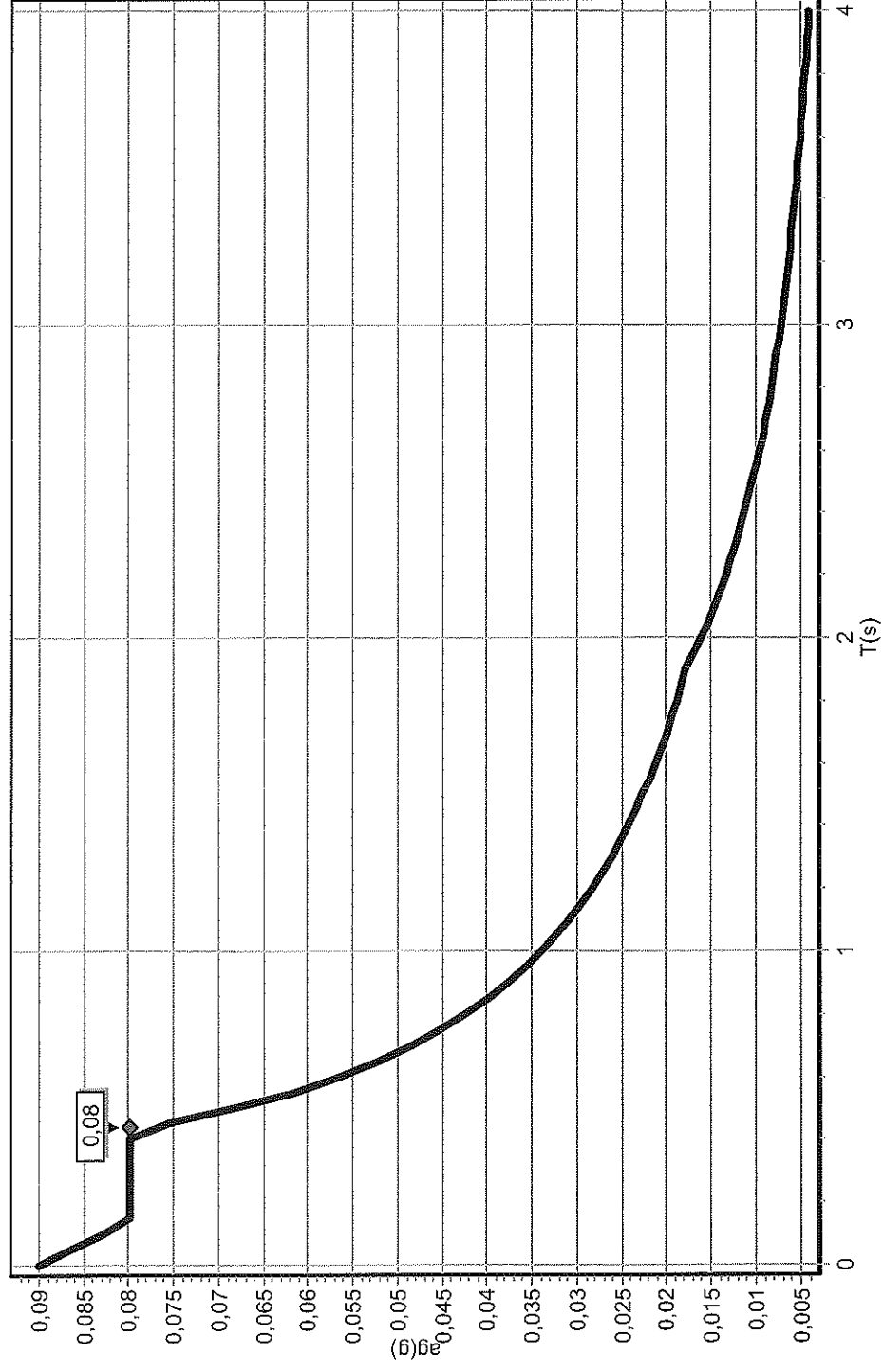
Riferimenti: edificio centrale

Geometria della fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza o diametro base B (m):	7,1
Lunghezza della base L (m):	11,6
Profondità di posa lato destro d1(m):	2,5
Profondità di posa lato sinistro d2(m):	2,5
Profondità scavo destro s1(m):	0
Profondità scavo sinistro s2(m):	0
Inclinazione pendio a valle $\alpha(^{\circ})$:	0
Inclinazione pendio a monte $\beta(^{\circ})$:	0
Distanza bordo scavo destro x1(m):	0
Distanza bordo scavo sinistro x2(m):	0
Inclinazione base lato B($^{\circ}$):	0
Inclinazione base lato L($^{\circ}$):	0
Inclinazione carico lato B da sisma $ib(^{\circ})$:	4,6
Inclinazione carico lato L da sisma ($^{\circ}$):	4,6
Eccentricità carico su B in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su B in condizioni sismiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni sismiche(m):	0
Peso di volume del cls (kg/mc):	2500
Peso di volume terrapieno (kg/mc):	1800
Altezza del terrapieno Ht (m):	0
Larghezza sommità terrapieno Ls(m):	0
Tipologia fondazionale:	Platea



SPETTRO DI PROGETTO componente orizzontale



Accel.sismica max terreno(g):0.09 Coef.sismico orizzontale struttura (k_h)(g):0.08 Inclinazione del carico dovuta al sisma(°):4.563

Categoria sottosuolo:B Categoria topografica:T1 Fattore di amplificazione spettrale F0:2.66 Periodo inizio velocità costante tc*(s):0.305

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Officine Lorenzina srl

Località: Pieve Vergonte

Data: maggio 2016

Riferimenti: edificio centrale

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo il D.M. 14.01.2008 App.II Combinazione delle azioni: sismica

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	7,1
Lunghezza della fondazione (m):	11,6
Profondità di posa lato destro (m):	2,5
Profondità di posa lato sinistro (m):	2,5
Metodo di calcolo:	Brinch Hansen stato limite ultimo

Fattori di forma

Sc:	1,31	Sq:	1,34	Sy:	0,82
-----	------	-----	------	-----	------

Fattori di profondità

Dc:	1,14	Dq:	1,09	Dy:	1
-----	------	-----	------	-----	---

Fattori inclinazione carico da sisma

Ic:	0,79	Iq:	0,82	Iy:	0,75
-----	------	-----	------	-----	------

Fattori inclinazione pendio

Gc:	1	Gq:	1	Gy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori inclinazione base

Bc:	1	Bq:	1	By:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc:	1	Zq:	1	Zy:	0,99
-----	---	-----	---	-----	------

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	1,83
Profondità del cuneo efficace (m):	6,68
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,09

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Officine Lorenzina srl

Località: Pieve Vergonte

Data: maggio 2016

Riferimenti: edificio centrale

Calcolo della pressione efficace e totale del terreno

Quota dal p.c. (m)	Pressione efficace(kg/cm ^q)	Pressione totale(kg/cm ^q)
-3	0,05	0,1
-3,5	0,1	0,2
-4	0,15	0,3
-4,5	0,2	0,4
-5	0,25	0,5
-5,5	0,3	0,6
-6	0,35	0,7
-6,5	0,4	0,8
-7	0,45	0,9
-7,5	0,5	1
-8	0,55	1,1
-8,5	0,6	1,2
-9	0,65	1,3
-9,5	0,7	1,4
-10	0,75	1,5
-10,5	0,8	1,6
-11	0,85	1,7
-11,5	0,9	1,8
-12	0,95	1,9
-12,5	1	2
-13	1,05	2,1
-13,5	1,1	2,2
-14	1,15	2,3
-14,5	1,2	2,4
-15	1,25	2,5
-15,5	1,3	2,6
-16	1,35	2,7
-16,5	1,4	2,8
-17	1,45	2,9
-17,5	1,5	3
-18	1,55	3,1
-18,5	1,6	3,2
-19	1,65	3,3
-19,5	1,7	3,4
-20	1,75	3,5
-20,5	1,8	3,6
-21	1,85	3,7
-21,5	1,9	3,8
-22	1,95	3,9
-22,5	2	4
-23	2,05	4,1
-23,5	2,1	4,2
-24	2,15	4,3
-24,5	2,2	4,4
-25	2,25	4,5
-25,5	2,3	4,6
-26	2,35	4,7
-26,5	2,4	4,8
-27	2,45	4,9
-27,5	2,5	5
-28	2,55	5,1
-28,5	2,6	5,2
-29	2,65	5,3
-29,5	2,7	5,4

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

<i>Quota dal p.c. (m)</i>	<i>Pressione efficace(kg/cmq)</i>	<i>Pressione totale(kg/cmq)</i>
-30	2,75	5,5
<i>Profondità di calcolo dal p.c.(m):</i>	30	<i>Coordinata X di calcolo (m):</i> 43,55
<i>Passo di calcolo (m):</i>	0,5	

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Officine Lorenzina srl

Località: Pieve Vergonte

Data: maggio 2016

Riferimenti: edificio centrale

Andamento dell'incremento di pressione indotto nel terreno

Quota dal p.c. (m)	Sollecitazioni indotte(kg/cm ^q)
-3	1,823
-3,5	1,81276
-4	1,77356
-4,5	1,71086
-5	1,629
-5,5	1,53444
-6	1,43346
-6,5	1,33111
-7	1,23096
-7,5	1,13535
-8	1,04561
-8,5	0,96238
-9	0,88585
-9,5	0,81588
-10	0,75216
-10,5	0,69426
-11	0,64173
-11,5	0,5941
-12	0,5509
-12,5	0,51171
-13	0,47613
-13,5	0,44377
-14	0,41432
-14,5	0,38747
-15	0,36296
-15,5	0,34054
-16	0,32
-16,5	0,30116
-17	0,28384
-17,5	0,26789
-18	0,25319
-18,5	0,23961
-19	0,22705
-19,5	0,2154
-20	0,2046
-20,5	0,19456
-21	0,18522
-21,5	0,17651
-22	0,16838
-22,5	0,16078
-23	0,15368
-23,5	0,14702
-24	0,14077
-24,5	0,1349
-25	0,12939
-25,5	0,12419
-26	0,1193
-26,5	0,11468
-27	0,11033
-27,5	0,10621
-28	0,10231

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Quota dal p.c. (m)	Sollecitazioni indotte(kg/cm ^q)
-28,5	0,09862
-29	0,09512
-29,5	0,0918
-30	0,08865

Profondità di calcolo dal p.c.(m): 30,0 Coordinata X di calcolo (m): 43,55

Passo di calcolo (m): 0,5 Metodo di calcolo: Boussinesq

Sezione di calcolo: Sezione centrale Coordinata Y di calcolo (m): 5,8

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Officine Lorenzina srl

Località: Pieve Vergonte

Data: maggio 2016

Riferimenti: edificio centrale

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. 1

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	7,1
Lunghezza della fondazione (m):	11,6
Carico applicato sulla fondazione (kg/cm ²):	1,83

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	30
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	n.c.
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	0	30,6	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. incoerenti (mm):	0	30,6	0

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	20

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	0	0	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	0	0

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	0	30,6	0
Max cedim. differenziale(mm):	0		
Massima distorsione (%):	0		

Fondazione rigida o flessibile: Fondazione rigida

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):	0
-----------------------------------	---

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Officine Lorenzina srl

Località: Pieve Vergonte

Data: maggio 2016

Riferimenti: edificio centrale

Modulo di reazione del terreno di fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	7,1
Lunghezza della fondazione (m):	11,6

Metodo di Vesic completo

Modulo elastico medio del terreno (kg/cm ²):	402,25
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cm ²):	0,35
Modulo elastico della fondazione(kg/cm ²):	0
Momento d'inerzia della fondazione (cm ⁴):	0

Metodo di Vesic semplificato

Modulo elastico medio del terreno (kg/cm ²):	402,25
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cm ²):	0,35

Metodo di Terzaghi (da SPT)

Nspt medio nel terreno di fondazione :	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

Metodo di Terzaghi (da piastra)

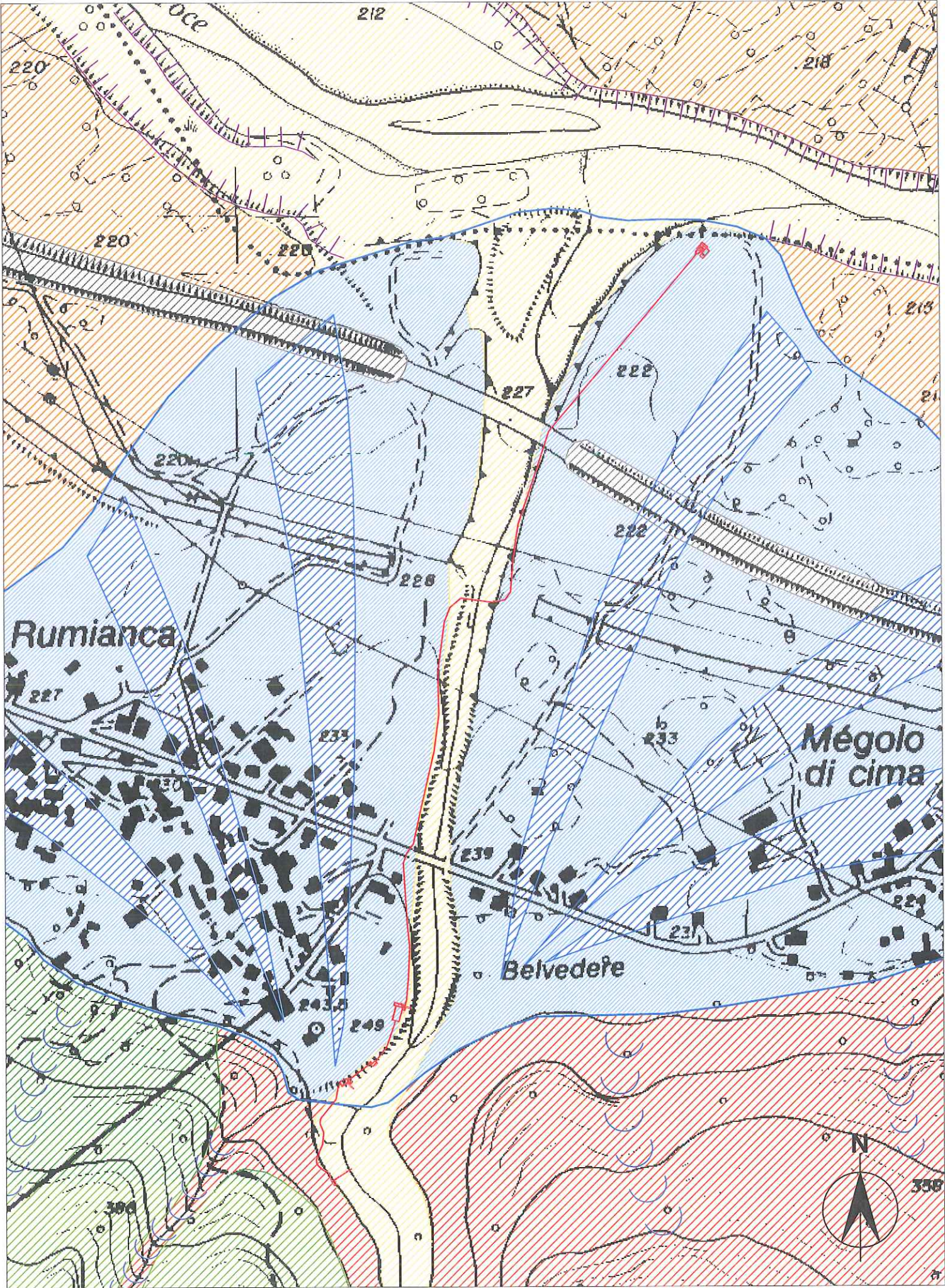
k misurato nella prova di carico (kg/cm ²):	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

Metodo di Bowles

Cedimento del terreno di fondazione (cm):	0,31
Carico applicato sulla fondazione (kg/cm ²):	1,83

RISULTATI

Metodo di calcolo utilizzato:	Metodo di Bowles
Modulo di reazione (kg/cm ²):	17,88



Legenda



DETRITO DI RIPORTO (RILEVATO S.S.n. 33)



DEPOSITI ALLUVIONALI ATTUALI E RECENTI



DEPOSITI ALLUVIONALI MEDIO-RECENTI
DELLA PIANA DEL FIUME TOCE



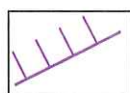
DEPOSITI ALLUVIONALI DI CONOIDE
DEL TORRENTE ARSA



DEPOSITI DI VERSANTE/ELUVIO-COLLUVIALE



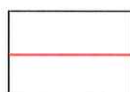
SUBSTRATO ROCCIOSO AFFIORANTE O SUBAFFIORANTE
CON ESIGUA E LOCALE COPERTURA ELUVIO-COLLUVIALE



ORLI DI TERRAZZO FLUVIALE



CANALI MORFOLOGICI



IMPIANTO IN PROGETTO