



Dott. Geol. Francesco Ferrarini

---

# COMUNE DI INTROBIO

Provincia di Lecco

## DE PETRI COSTRUZIONI S.R.L.

**DOMANDA DI CONCESSIONE DI DERIVAZIONE  
ACQUE SUPERICIALI AD USO IDROELETTRICO**

**VAL BIANDINO - TORRENTE TROGGIA**

### RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA ED IDROGEOLOGICA

Bellano (Lc), Febbraio '06

Dott. Geol.  
Francesco Ferrarini



## INDICE

1	PREMESSA.....	2
1.1	METODOLOGIA DI ANALISI .....	2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	3
2.1	SUBSTRATO ROCCIOSO .....	3
2.2	DEPOSITI SUPERFICIALI.....	4
3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	5
4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	6
5	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'INTERVENTO .....	7
5.1	CAPACITÀ PORTANTE AMMISSIBILE DEL TERRENO .....	7
5.1.1	Risultati delle analisi svolte.....	10
5.2	VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI .....	10
5.3	CONCLUSIONI.....	12

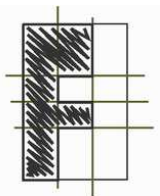
### ALLEGATI:

Calcolo della capacità portante dei terreni

Calcolo dei cedimenti ammissibili

Carta litologica - geomorfologica

Corografia



## **1 PREMESSA**

Il presente lavoro viene redatto in relazione alla domanda di concessione di derivazione acque superficiali ad uso idroelettrico, relative al torrente Troggia, in comune di Introbio (Lc), al fine di verificare le caratteristiche geologiche generali dell'area interessate.

Le opere in progetto prevedono la realizzazione di un opera di presa ad una quota di circa 1355 m s.l.m., la posa di una condotta, interrata lungo l'esistente strada di accesso alla val Biandino, nonché l'edificazione della centralina ad una quota di circa 1101 m s.l.m.

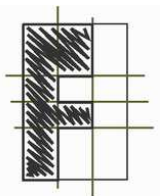
### **1.1 METODOLOGIA DI ANALISI**

La seguente relazione viene redatta ai sensi del D.M. 11.03.88 e succ. modifiche; trattandosi di un'analisi preliminare si sono verificate le caratteristiche generali del progetto.

Per la valutazione della fattibilità sono state verificate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrologiche dell'area in esame ponendo particolare attenzione alle criticità emerse, in particolare è stata verificata la stabilità dei luoghi in relazione ai dissesti eventualmente presenti.

Sono state inoltre analizzate le caratteristiche geotecniche dei terreni e valutate le risposte alle sollecitazioni indotte dalle installazioni in progetto, oltre che gli eventuali cedimenti delle fondazioni.

In seguito tali considerazioni sono state comparate con la proposta operativa, non riscontrando particolari controindicazioni dal punto di vista geologico all'esecuzione della stessa.

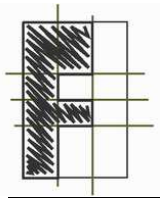


## 2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 2.1 SUBSTRATO ROCCIOSO

Il versante orientale della valsassina è caratterizzato dalla presenza di una successione litologica comprendente rocce di basamento cristallino di età prewesfaliana, e rocce di copertura permo-triassica. In particolare nell'area di Introbio e del torrente Troggia è possibile individuare le seguenti formazioni geologiche:

- Gneiss di Morbegno: costituiti principalmente da Paragneiss, una roccia metamorfica di grana è variabile da medio-fine a molto fine, il colore risulta grigio scuro in frattura e rossastro in alterazione; dal punto di vista mineralogico è costituito da quarzo, feldspato, mica chiara e più raramente biotite, localmente sono presenti granati. La tessitura è scistosa, con alternanza di livelli micacei ed orizzonti quarzosi.
- Plutone della Valbiandino: composto per la maggior parte da Granodiorite, roccia ignea di tessitura massiccia con grana medio-fine di colore generalmentebianco con inserti scuri, composta da quarzo plagioclasio, feldspato, biotite e orneblenda.
- Verrucano Lombardo: è un conglomerato di colore rossiccio, formato da frammenti di rocce metamorfiche e vulcaniche, con elementi a volte molto grossolani, soprattutto nella parte basale. Verso l'alto, è composto da particelle sempre più fini (da arenarie a siltiti e peliti). È in parte il prodotto dello smantellamento di preesistenti apparati vulcanici.
- Servino: Arenarie e siltiti e rocce carbonatiche dolomitiche, in strati con spessore variabile. In particolare nell'ambito della Formazione si possono distinguere 4 unità litostratigrafiche diverse, costituite cronologicamente dal basso verso l'alto da quarzareniti in banchi, quindi siltiti verdi grigie e rossastre, a cui succedono



Dott. Geol. Francesco Ferrarini  
via Villaggio Giardino, 33  
23822 Bellano (Lc)  
Tel 3472969067 E-mail [fferrax@libero.it](mailto:fferrax@libero.it)  
C.F. FRRFNC77E31A745F - P.Iva 02771890130

---

arenarie e conglomerati con rare intercalazioni dolomitiche; infine si incontrano dolomie giallastre.

Le caratteristiche meccaniche dell'ammasso roccioso, sono rese discrete da fenomeni di alterazione sia superficiale, quali l'azione gelo-disgelo o l'erosione meteorica, che profonda, come l'esarazione glaciale.

## **2.2 DEPOSITI SUPERFICIALI**

Nell'area dell'opera di presa, come in quella della centralina, sono presenti depositi di origine eluvio colluviale e detritica derivati da fenomeni di erosione dei versanti vallivi.

Tali depositi, aventi spessore variabile, sono costituiti da elementi di varia origine (glaciale, erosivi, ecc..) rimaneggiati ad opera della gravità; sono terreni costituiti generalmente da ciotoli e massi talora di discrete dimensioni (fino ad alcuni decimetri cubi); con possibile presenza di matrice sabbioso-limosa: hanno generalmente buone caratteristiche geotecniche con elevato peso di volume, buon angolo d'attrito, ma un grado di coesione nullo.



### 3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La morfologia del territorio in esame è il risultato di sistemi morfogenetici differenti attivi dalla fine del terziario. La fisionomia dei versanti è dovuta sostanzialmente all'azione diretta dei ghiacciai sviluppatasi durante le diverse fasi pleistoceniche. Non va tuttavia trascurata l'azione periglaciale e fluviale.

Tutti questi sistemi hanno causato una certa instabilità dei versanti dell'arco alpino, che si manifesta generalmente sottoforma di frane di varia origine e dimensione.

Nell'area in esame sono presenti due diverse tipologie di dissesto ovvero fenomeni di colamento e crolli:

- I fenomeni di colamento sono da intendersi come quiescenti, essendo profondamente in relazione ad eventi meteorologici di eccezionale portata; sono costituiti da colate detritiche fangose (debris – flow) che vanno accumularsi in depositi a forma di conoide di recente formazione.
- I crolli individuati in cartografia come orli di scarpata di frana sono legati a pareti rocciose dal quale si ritiene possibile il distacco di piccole porzioni di materiale; la cui interazione con le opere previste è scarsa, essendo situati ad una certa distanza dalle stesse.



Dott. Geol. Francesco Ferrarini  
via Villaggio Giardino, 33  
23822 Bellano (Lc)  
Tel 3472969067 E-mail [fferrax@libero.it](mailto:fferrax@libero.it)  
C.F. FRRFNC77E31A745F - P.Iva 02771890130

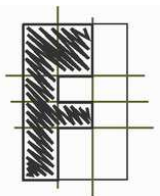
---

## 4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il torrente Troggia nasce nella val Biandino ad una quota di circa 2100 m s.l.m. e confluisce nel Torrente Pioverna ad una quota di circa 530 m s.l.m. dopo un percorso di circa 10 Km.

L'opera di presa, situata ad una quota di 1355,50 m s.l.m. sottende un bacino imbrifero di 5,8 Km<sup>2</sup>.

Nell'area in oggetto le precipitazioni medie annue, individuate sulla base dello studio edito dalla regione Lombardia, Ufficio rischi geologici a cura del dott. geol. Massimo Ceriani, basato sui dati pubblicati negli "Annali Idrologici – parte prima" del Servizio Idrografico, Ufficio Idrografico del Po, sono comprese fra 1700 e 1900 mm.



## 5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'INTERVENTO

Analizzate le caratteristiche generali del sito in oggetto si passa alla caratterizzazione geotecnica dell'intervento, ovvero alla valutazioni delle risposte alle sollecitazioni effettuate dalle opere sul terreno.

La fondazione degli edifici in progetto è di tipo continuo, avente le seguenti dimensioni:

Larghezza: 0,5 metro

Altezza (di immersione): 0,5 metro

Per quanto riguarda le caratteristiche geotecniche dell'analisi geotecnica preliminare si è fatto riferimento dati bibliografici; in particolare per i terreni in oggetto sono stati utilizzati i seguenti parametri, (cautelativi):

Peso di volume	$\gamma$	1,7-1,9 kg/cm <sup>2</sup>
Angolo d'attrito	$\phi$	27-29°
Coesione	c	0,0 kg/cm <sup>2</sup>

### 5.1 CAPACITÀ PORTANTE AMMISSIBILE DEL TERRENO

Il comportamento teorico del terreno di fondazione sottoposto all'applicazione di un carico viene generalmente schematizzato secondo le indicazioni di Terzaghi (1943). Si suppone quindi che, per una fondazione ruvida, nel terreno caricato del peso del fabbricato si possano individuare tre zone a comportamento meccanico e reologico differente:

I) zona, geometricamente assimilabile ad un cuneo, in cui il terreno mantiene un comportamento elastico e tende a penetrare negli strati sottostanti, solidalmente con la fondazione; questo cuneo forma un angolo uguale a  $\Phi$





(Phi = angolo di resistenza al taglio del terreno su cui poggia la fondazione)

rispetto all'orizzontale secondo Terzaghi, uguale a  $45^\circ + \Phi/2$  secondo Meyerhof, Vesic e Brinch Hansen;

II) zona di scorrimento radiale, rappresentabile graficamente da una serie di archi di spirale logaritmica per  $\Phi > 0$  o di cerchio per  $\Phi = 0$ , dove avviene la trasmissione dello sforzo applicato dal cuneo di materiale che costituisce la zona I alla zona III;

III) zona che si oppone alla penetrazione del cuneo della zona I nel terreno; si assume teoricamente che assuma la forma di un triangolo isoscele con un'inclinazione dei due lati uguali rispetto all'orizzontale di  $45^\circ - \Phi/2$ ; sulla superficie di questa zona agisce, con effetto stabilizzante, il peso del terreno sopra il piano di posa della fondazione ed altri eventuali sovraccarichi.

Si ha la rottura del terreno di fondazione quando il carico applicato dal cuneo della zona I supera la resistenza passiva della zona III. In questo caso la zona I penetrerà nel terreno di fondazione, che tenderà a rifluire lateralmente lungo la zona di scorrimento plastico, dando luogo a rigonfiamenti superficiali.

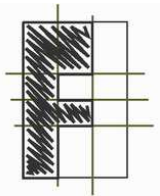
Numerose sono le relazioni analitiche proposte per valutare la capacità portante di una fondazione superficiale. Le più utilizzate, e attendibili, sono quelle di Terzaghi, Meyerhof, Vesic e Brinch Hansen.

#### Formula di Terzaghi (1943).

La formula di Terzaghi ha la seguente forma:

$$Q_{lim} = c \times N_c \times s_c + \gamma_1 \times D \times N_q + 0.5 \times \gamma_2 \times B \times N_y \times s_y;$$

in cui:  $N_c, N_q, N_y$  = fattori adimensionali di portanza legati rispettivamente al contributo di terreni con coesione, al terreno posto sopra al piano di posa della fondazione e agli strati di coesione nulla;



Dott. Geol. Francesco Ferrarini  
via Villaggio Giardino, 33  
23822 Bellano (Lc)  
Tel 3472969067 E-mail [fferrax@libero.it](mailto:fferrax@libero.it)  
C.F. FRRFNC77E31A745F - P.Iva 02771890130

---

$c$  = coesione del terreno;

$y_1$  = peso di volume medio del terreno sopra il piano di posa;

$y_2$  = peso di volume sotto il piano di posa;

$B$  = larghezza della fondazione (dimensione del lato corto);

$D$  = profondità di posa della fondazione;

$s_c, s_y$  = fattori di forma

La formula di Terzaghi fornisce generalmente valori di portanza sovrastimati tranne nel caso di terreni coesivi sovraconsolidati; deve essere utilizzata solo per fondazioni molto superficiali, dove cioè sia verificata la disuguaglianza:

$$D < B.$$

#### Formula di Meyerhof (1951).

Simile alla relazione di Terzaghi, introduce un fattore di forma  $s_q$  legato al fattore di portanza  $N_q$ , tre fattori legati all'approfondimento del piano di posa della fondazione e tre fattori correttivi per carichi inclinati. Ha la seguente espressione:

$$Q_{lim} = c \times N_c \times s_c \times d_c \times i_c + s_q \times y_1 \times D \times N_q \times d_q \times i_q + 0.5 \times y_2 \times B \times N_y \times s_y \times d_y \times i_y;$$

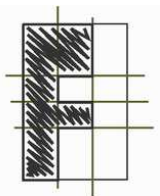
in cui:  $N_c, N_q, N_y$  = fattori adimensionali di portanza

$s_c, s_q, s_y$  = fattori di forma

$d_c, d_q, d_y$  = fattori correttivi per l'approfondimento

$i_c, i_q, i_y$  = fattori correttivi per l'inclinazione dei carichi

A differenza della formula di Terzaghi, la relazione di Meyerhof può essere impiegata per qualunque tipo di terreno e per profondità di posa fino a  $D = 4 \times B$ . Non può essere utilizzata per fondazioni su pendio o per fondazioni con base ruotata.



### **5.1.1 Risultati delle analisi svolte**

Sono stati applicati i valori precedentemente illustrati all'interno della formulazione di terzaghi e Meyeroff, al fine di individuare la capacità portante ammissibile del terreno.

Le analisi svolte e i risultati ottenuti sono disponibili nell'allegato a fine relazione.

Il valore di capacità portante ammissibile della fondazione viene pertanto calcolato cautelativamente pari a **1,3 kg/cm<sup>2</sup>**

La capacità portante ammissibile deve però essere confrontata con i cedimenti possibili del terreno; può essere infatti che ad un carico elevato corrispondano cedimenti elevati. Occorre pertanto verificare che i valori di  $Q_{amm}$  siano sopportati da cedimenti contenuti

### **5.2 VALUTAZIONE DEI CEDIMENTI**

La previsione dei cedimenti assoluti e differenziali è un compito abbastanza complesso, sia per le difficoltà nel calcolo delle pressioni indotte in un mezzo eterogeneo e anisotropo, sia per le variabili legate alla storia tensionale del terreno. Nella pratica ci si serve di metodi semplificati ed empirici.

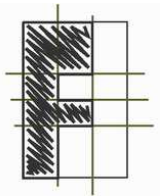
Il cedimento calcolato in un punto prende il nome di cedimento assoluto; la differenza fra i cedimenti assoluti misurati in due o più punti prende il nome di cedimento differenziale.

Il cedimento assoluto totale è dato dalla somma di tre componenti:

$Stot = Simm + Scon + Ssec$ ; in cui:

$Simm$ =cedimento immediato, dovuto alla deformazione iniziale, senza variazione di volume, del terreno caricato; è prevalente nei terreni incoerenti(coesione=0), trascurabile in quelli coesivi (coesione>0);

$Scon$ =cedimento di consolidazione, legato alla variazione di volume del terreno saturo, in seguito alla lenta espulsione dell'acqua contenuta al suo interno; è dominante nei terreni



Dott. Geol. Francesco Ferrarini  
via Villaggio Giardino, 33  
23822 Bellano (Lc)  
Tel 3472969067 E-mail [fferrax@libero.it](mailto:fferrax@libero.it)  
C.F. FRRFNC77E31A745F - P.Iva 02771890130

---

coesivi, poco permeabili, e trascurabile in quelli incoerenti (da mediamente a molto permeabili);

Ssec=cedimento secondario, dovuto alla deformazione viscosa dello scheletro solido del terreno; normalmente trascurabile in tutti i tipi di terreno.

Anche in questo caso le analisi svolte e i risultati ottenuti sono disponibili nell'allegato a fine relazione.

Il valore di cedimento ammissibile calcolato con la metodologia sopra descritta è pari a **6 mm.**

Terzaghi propone per edifici di ridotte dimensioni un cedimento massimo ammissibile di 25 mm; cedimento che appare, in questo caso, abbondantemente verificato.



Dott. Geol. Francesco Ferrarini  
via Villaggio Giardino, 33  
23822 Bellano (Lc)  
Tel 3472969067 E-mail [fferrax@libero.it](mailto:fferrax@libero.it)  
C.F. FRRFNC77E31A745F - P.Iva 02771890130

---

### **5.3 CONCLUSIONI**

La verifica dei luoghi ha consentito di determinare l'assenza di fenomeni attivi in grado di interferire con le opere in progetto.

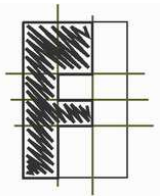
Le analisi effettuate hanno dimostrato una buona capacità portante del terreno (**1,3 Kg/cm<sup>2</sup>**) correlata ad una limitata entità dei cedimenti stimati (**6 mm ca**).

Non si ravvisano quindi particolari difficoltà geologiche, idrogeologiche e geotecniche alla realizzazione del progetto.

Bellano (Lc) febbraio '06

Dott. Geol.

Francesco Ferrarini



Dott. Geol. Francesco Ferrarini  
via Villaggio Giardino, 33  
23822 Bellano (Lc)  
Tel 3472969067 E-mail [fferrax@libero.it](mailto:fferrax@libero.it)  
C.F. FRRFNC77E31A745F - P.Iva 02771890130

---

## ALLEGATO 1

Calcolo della capacità portante dei terreni

Calcolo dei cedimenti ammissibili

# CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE

Geometria della fondazione	Valore	Unità
Base	0,80	[m]
Profondità	0,80	[m]
Lunghezza	10,00	[m]
Eccentricità (Base)	0,00	[m]
Eccentricità (Lunghezza)	0,00	[m]
Inclinazione del carico	0°	[° gradi]

Dati Terreno	Valore	Unità
Peso Specifico	1,80	[t/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	28°	[° gradi]
Coesione	0,00	[t/m <sup>2</sup> ]

FS (fattore di sicurezza)	<b>3</b>
---------------------------	----------

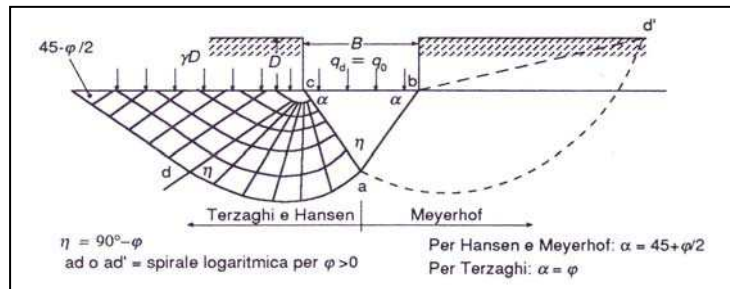
<b>FONDAZIONE:</b>	NASTRIFORME
--------------------	-------------

## Secondo Meyerhof:

Fattori di forma             $sc = 1,044317$   
                                        $sq = sg = 1,022159$

Fattori di profondità         $dc = 1,332856$   
                                        $dq = dg = 1,166428$

Fattori d'inclinazione       $ic = iq = 1$   
                                        $ig = 1$

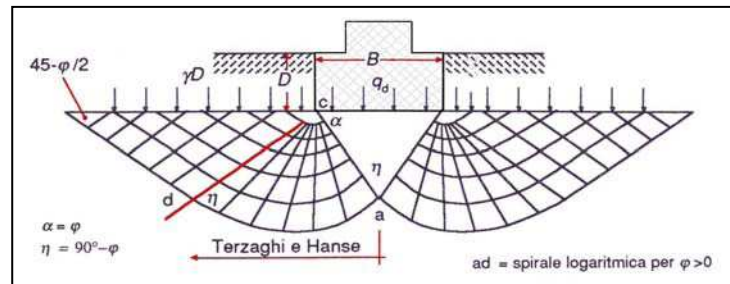


$N_q = 14,71988$	$Q = 279,0226$	[ t ]
$N_c = 25,80334$	$q_{ult} = 34,87782$	[ t/m <sup>2</sup> ]
$N_g = 11,18966$	$Q_{amm} = 1,162594$	[ t/m <sup>2</sup> ]

## Secondo Terzaghi:

Fattori di forma             $sc = 1$   
                                        $sg = 1$

$N_q = 17,808$	$Q = 32,035392$	[ t ]
$N_c = 31,612$	$q_{ult} = 40,04424$	[ t/m <sup>2</sup> ]
$N_g = 20,001$	$Q_{amm} = 1,4301514$	[ t/m <sup>2</sup> ]



## Calcolo Cedimenti

L (m) = 10,00  
B (m) = 0,50  
D (m) = 1,00  
 $\gamma$  (g/cm<sup>3</sup>) = 1,80  
H (m) = 10,00  
N<sub>spt</sub> = 40,00  
q (Kg/cm<sup>2</sup>) = 2,00  
Carichi statici? = s

Input Dati

Si<sub>50%</sub> = 1,69 mm  
Si<sub>67%</sub> = 3,09 mm  
Si<sub>98%</sub> = 5,66 mm

Output





Dott. Geol. Francesco Ferrarini  
via Villaggio Giardino, 33  
23822 Bellano (Lc)  
Tel 3472969067 E-mail [fferrax@libero.it](mailto:fferrax@libero.it)  
C.F. FRRFNC77E31A745F - P.Iva 02771890130

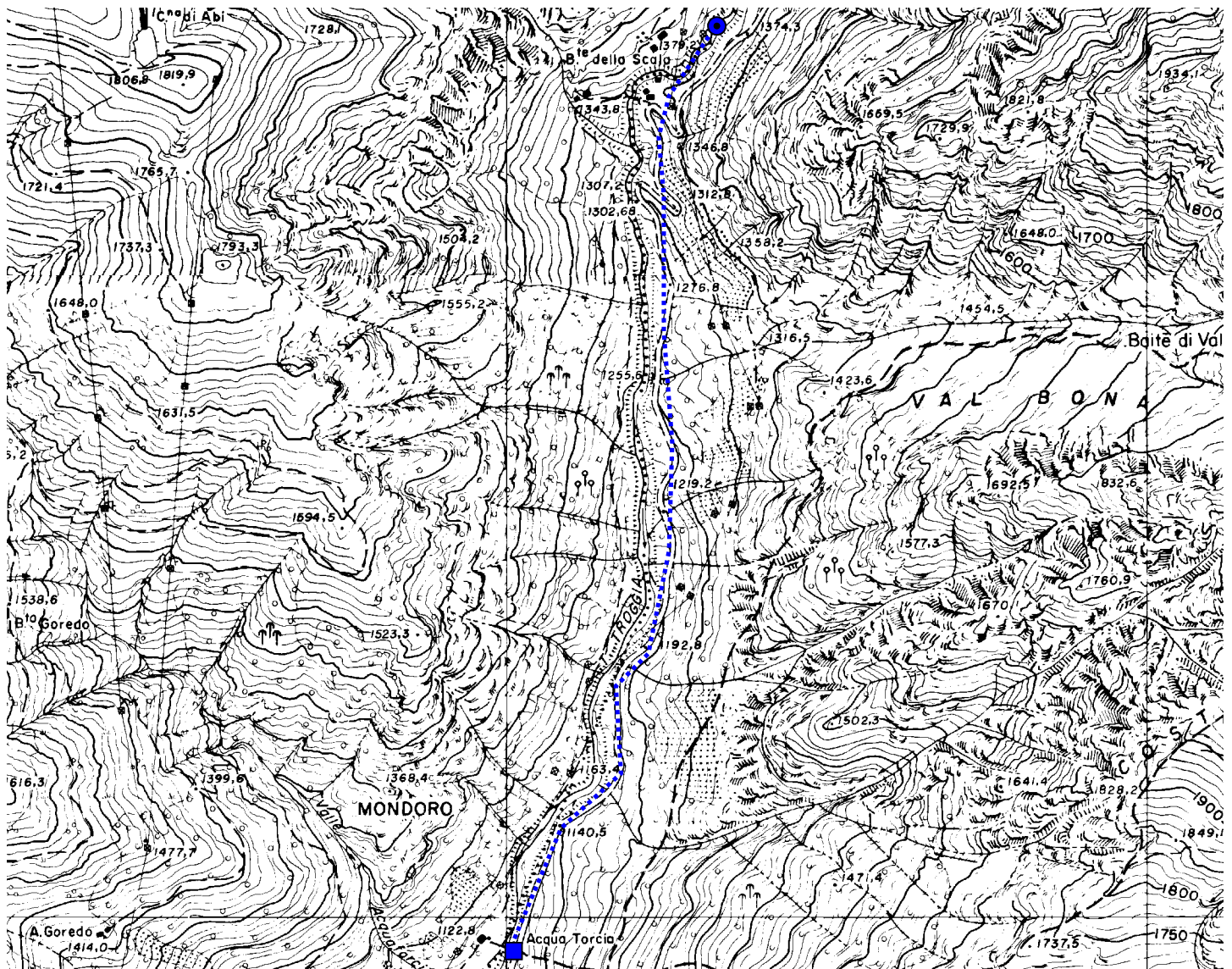
---

## ALLEGATO 2

### Corografia

### Carta litologica - geomorfologica

# COROGRAFIA



## Legenda

### Opere

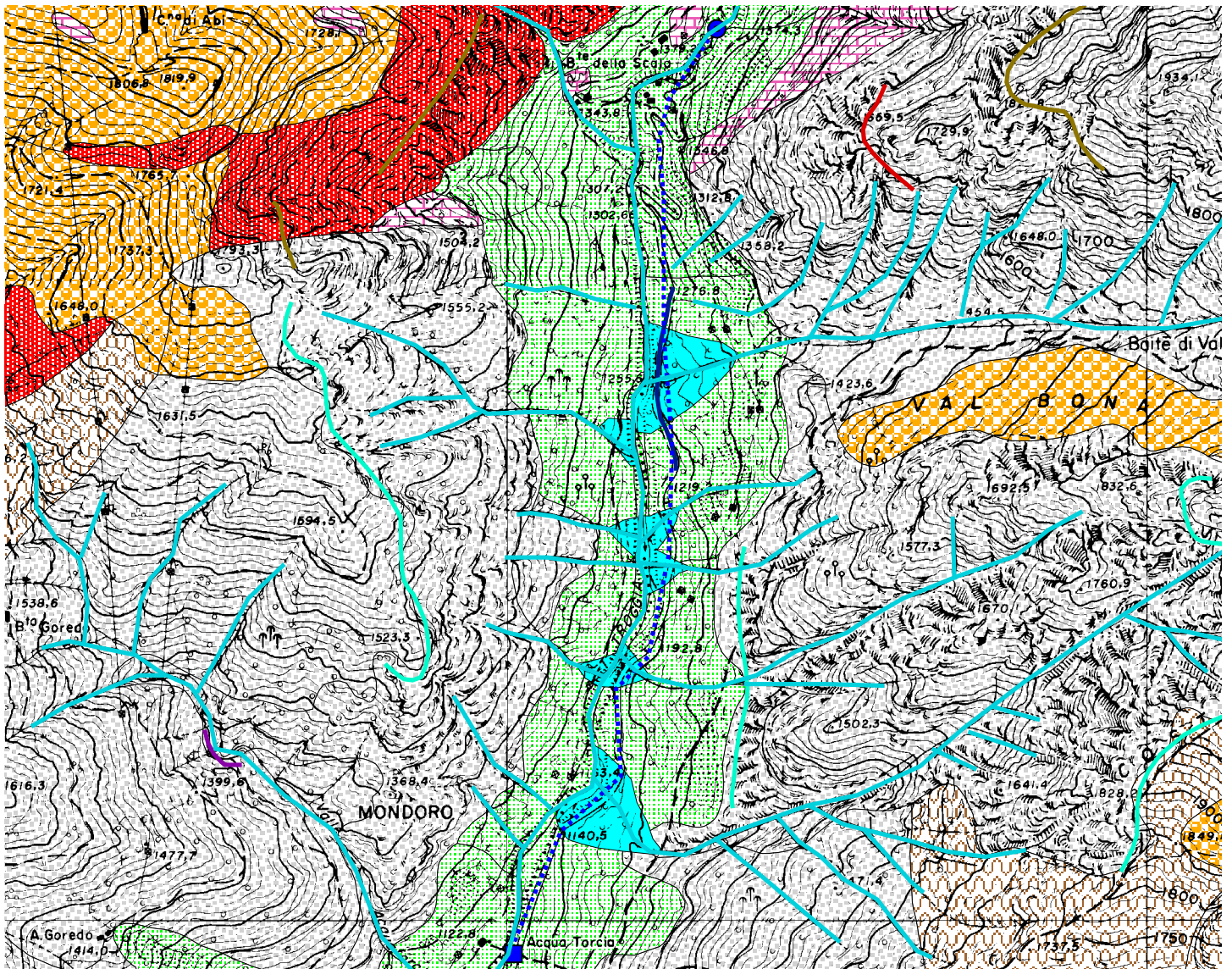
- centrale
- presa
- - - - - Condotta (Ipotizzata)

SCALA 1:10000

DE PETRI COSTRUZIONI S.A.S.

Domanda di concessione  
di derivazione acque superficiali  
a scopo idroelettrico

# Carta Litologica - Geomorfologica



SCALA 1:10000

## Legenda

### Opere

- centrale
- presa
- ⋯ Condotta (Ipotizzata)

### Orli di scarpata

- di frana
- strutturale
- di erosione fluviale
- di cava
- di origine antropica
- morfologica

- potenziali colamenti
- depositi detritici recenti

### Depositi superficiali

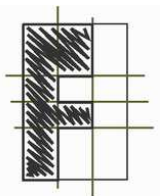
- Depositi detritici
- Depositi eluvio-colluviale

### Substrato lapideo

- Servino
- Verrucano Lombardo
- Gneiss di Morbegno
- Plutone di Biandino

DE PETRI COSTRUZIONI S.A.S.

Domanda di concessione  
di derivazione acque superficiali  
a scopo idroelettrico



## INTEGRAZIONI ALLA RELAZIONE GEOLOGICA PER DERIVAZIONE ACQUE SUPERFICIALI AD USO IDROELETTRICO IN COMUNE DI INTROBIO (LC)

Il presente documento costituisce un'integrazione alla relazione geologica precedente, datata febbraio 2006, in relazione alla richiesta di concessione di derivazione idraulica ad uso idroelettrico, relativa al torrente Troggia, in comune di Introbio (Lc), facendo seguito alla richiesta da parte della Provincia di Lecco.

Si sottolinea che tale relazione, essendo allegata alla richiesta di concessione idraulica è da intendersi come preliminare; un ulteriore approfondimento di studio verrà realizzato in occasione dell'eventuale concessione.

### **CARTA DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO E DELLA STABILITA' DEI VERSANTI**

La carta viene redatta facendo riferimento alle informazioni contenuti nella carta regionale dei dissesti, alla cartografia Provinciale del PTCP in particolare la tavola 8a, nonché ai sopralluoghi in sito.

L'ambito di esecuzione delle opere previste è costituito da una valle laterale della Valsassina, di origine glaciale, con successiva modellazione da parte dell'erosione fluviale del torrente Troggia.

In relazione ai fenomeni che hanno dato origine ed hanno modellato i versanti è possibile individuare i seguenti processi dinamici (o potenzialmente tali):

Colamenti: sono costituiti da colate detritiche fangose (debris – flow) che vanno accumularsi in depositi a forma di conoide di recente formazione; sono profondamente in relazione ad eventi meteorologici di eccezionale portata; nel caso in oggetto sono considerati quiescenti in quanto sono già avvenuti e possono essere sede di possibile evoluzione, seppure con volumi esigui. Si ritiene pertanto che tali fenomeni possano avere un basso grado di rischio connesso con la realizzazione delle opere e limitatamente al settore di condotta forzata.

Crolli individuati in cartografia come aree sorgenti di crolli sono legati a pareti rocciose dal quale si ritiene possibile il distacco di piccole porzioni di materiale che scendono all'interno dei lineamenti individuati in precedenza; la cui interazione con le opere previste è scarsa, in relazione alla pezzatura del materiale ed all'elevata distanza dalle stesse.

### **INDAGINI GEOGNOSTICHE DA EFFETTUARE IN SEDE DI PROGETTO ESECUTIVO**

Le indagini geognostiche da prevedere in fase esecutiva sono in relazione alla tipologia di terreno presente in sito ed alla morfologia dello stesso.

Sia l'opera di presa che la centrale verranno eseguiti su depositi detritici derivati dallo smantellamento dei versanti ad opera degli agenti erosivi.

Pertanto andranno indagate le caratteristiche geotecniche dei terreni ed il loro spessore.



Dott. Geol. Francesco Ferrarini  
via Villaggio Giardino, 33  
23822 Bellano (Lc)  
Tel 3472969067 E-mail [fferrax@libero.it](mailto:fferrax@libero.it)  
C.F. FRRFNC77E31A745F - P.Iva 02771890130

---

Le caratteristiche geotecniche dei terreni saranno analizzate mediante l'esecuzione di scavi di assaggio per verificare la tipologia dei materiali presenti; successivamente verranno effettuate le analisi di laboratorio più idonee quali granulometrie, prove di taglio, ecc..

Per verificare lo spessore degli stessi si prevede di utilizzare delle metodologie di indagine indiretta, quale la sismica a rifrazione, eventualmente con interpretazione tomografica, che ben si adattano all'ambiente in oggetto.

### **REALIZZAZIONE DELLO SCAVO**

Ai fini della sicurezza sia dei tecnici che dell'area di cantiere si rende necessario porre delle adeguate opere di protezione dell'area e a riparo della strada.

Nella fase di scavo si dovrà procedere solo allo stretto necessario provvedendo alla messa in opera di adeguate ed eventuali strutture di sostegno dello scavo, che saranno valutate in relazione alle indagini geotecniche precedentemente effettuate.

Il materiale di scavo dovrà essere temporaneamente depositato all'interno del cantiere in un'area possibilmente riparata e pianeggiante. In caso di maltempo i lavori dovranno essere sospesi ed il materiale presente in sito dovrà essere protetto con teli impermeabili.

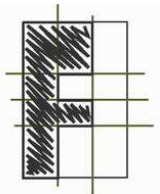
A fine lavori tale materiale dovrà essere trasportato in siti idonei ed autorizzati per lo smaltimento.

Particolare cura andrà riposta nell'individuazione delle aree di scarico delle acque bianche (sia di pioggia che di infiltrazione) provvedendo al loro scarico in più punti, onde evitare un eccessivo carico idraulico dei terreni di versante.

Bellano (Lc) Giugno '06

Dott. Geol.

Francesco Ferrarini



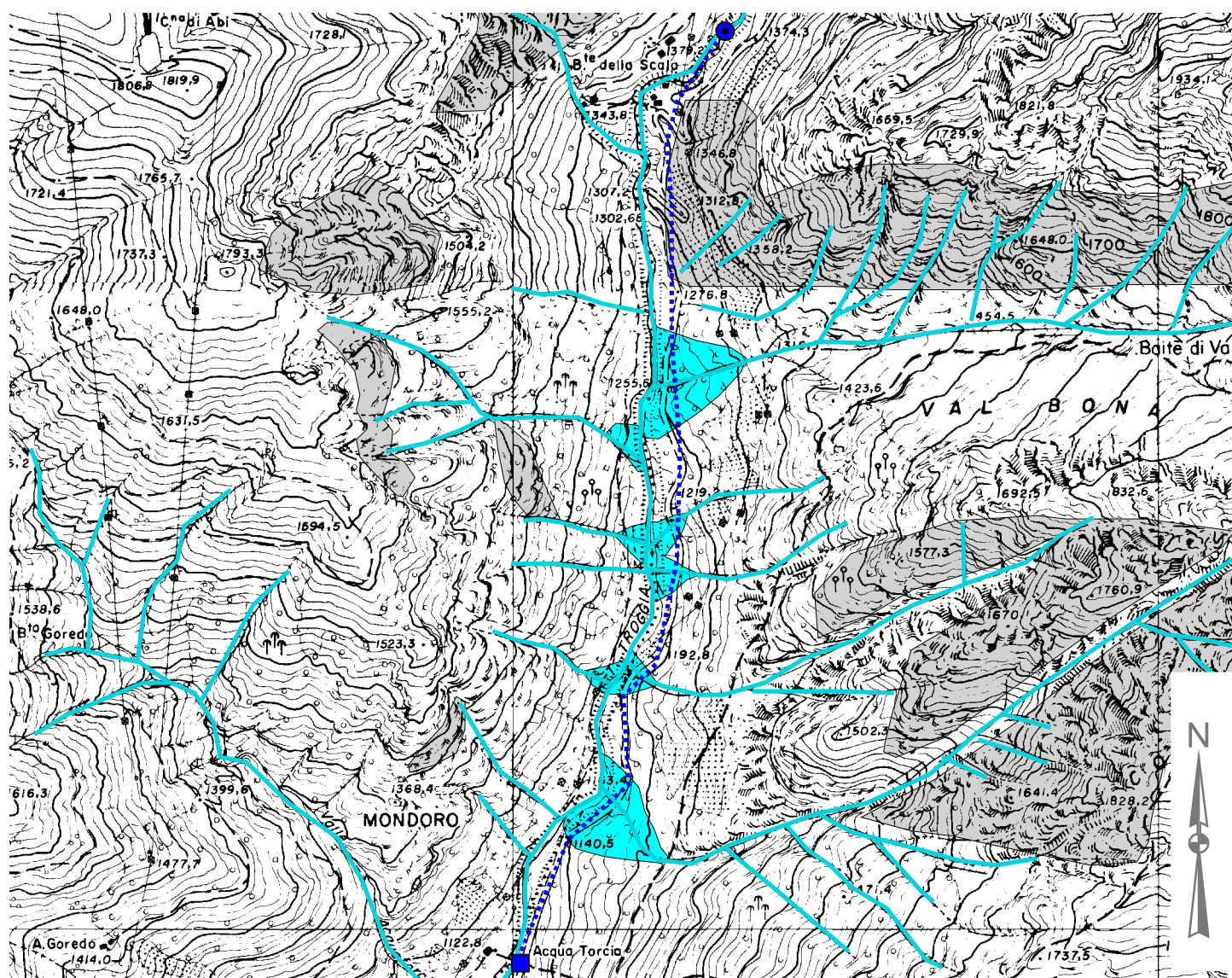
Dott. Geol. Francesco Ferrarini  
via Villaggio Giardino, 33  
23822 Bellano (Lc)  
Tel 3472969067 E-mail [fferrax@libero.it](mailto:fferrax@libero.it)  
C.F. FRRFNC77E31A745F - P.Iva 02771890130

---

## ALLEGATO

### Carta del dissesto idrogeologico e della stabilità dei versanti







# Carta del dissesto idrogeologico e della stabilità dei versanti



SCALA 1:10000

## Legenda

### Opere

-  centrale
-  presa
-  Condotta (Ipotizzata)
-  potenziali colamenti
-  depositi detritici recenti
-  Area sorgente di crolli in roccia

DE PETRI COSTRUZIONI S.R.L.

Domanda di concessione  
di derivazione acque superficiali  
a scopo idroelettrico