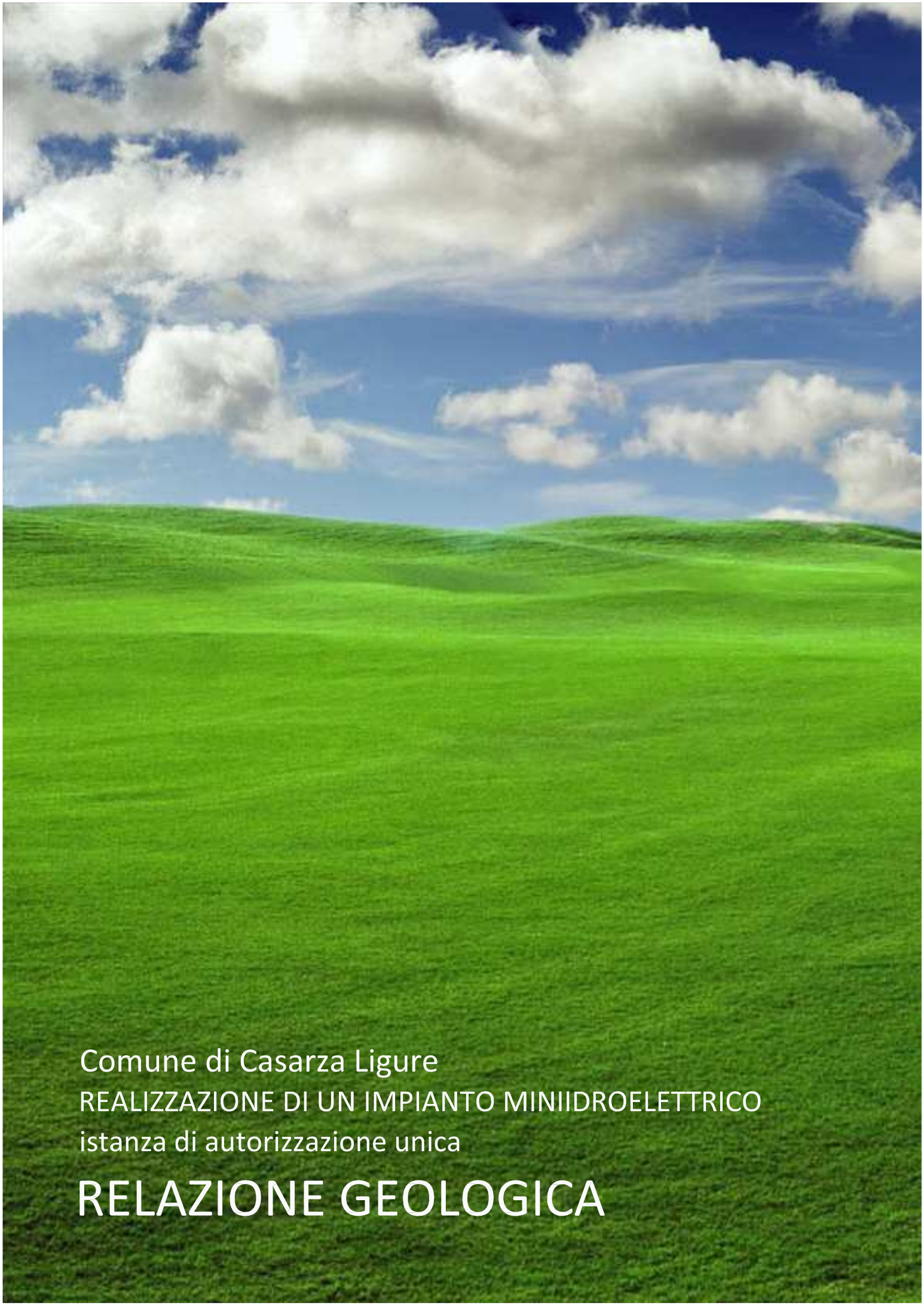


Comune di Casarza Ligure

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MINIIDROELETTRICO

istanza di autorizzazione unica

# RELAZIONE GEOLOGICA

# *COMUNE DI CASARZA LIGURE*

***(PROVINCIA DI GENOVA)***

***OGGETTO: Realizzazione di un impianto mini idroelettrico ad acqua fluente sul Torrente Bargonasco nel Comune di Casarza Ligure (Ge)***

## *RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE*

*(ai sensi D.M. 14/01/2008 e Circolare n. 617 del 02/02/2009)*

***COMMITTENTE:*** *IML INDUSTRIA MECCANICA LIGURE SPA*

***PROGETTISTA:*** *ING. ANTONIO AUGUSTI*

***Lavagna, 18 Marzo 2014*** ***Geol. Gabriele Stagnaro***

## *INDICE DEI CAPITOLI*

## *1. PREMESSE E UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'INTERVENTO*

***1.1 Obiettivi e finalità dell'incarico***

***1.2 Descrizione del progetto***

## *2. INQUADRAMENTO NORMATIVO*

***2.1 Inquadramento da Piano di Bacino***

## *3. CARATTERI GEOLOGICI GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI*

## *4. MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE*

## *5. SISMICA*

## *6. INDIRIZZI TECNICI PRELIMINARI E CONCLUSIONI*

***ALLEGATI GRAFICI***

*COROGRAFIA E UBICAZIONE OPERE*

*DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA*

# *1. PREMESSE E UBICAZIONE GEOGRAFICA DEL'INTERVENTO*

E' stato ricevuto incarico dall'*INDUSTRIA MECCANICA LIGURE SPA* con sede in Via Giancarlo Farina 25 nel Comune di Casarza Ligure, di effettuare la Relazione Geologica preliminare riguardo il progetto di ristrutturazione e ripristino di una vecchia centrale idroelettrica che sfrutterà la risorsa idrica del bacino idrografico del Torrente Bargonasco.

L'area oggetto dell'intervento si trova all'interno del foglio n° 232101 – Bargone della Carta Tecnica Regionale 1:5000; è costituita da versanti rocciosi ad elevata pendenza alle pendici dei quali si trova il fondovalle inciso dalle acque del Torrente Bargonasco.

Il bacino imbrifero del Torrente Bargonasco occupa una superficie di 11,7 $Km^2$ ed è un affluente in sponda destra del Torrente Petronio.

## *1.1 Obiettivi e finalità dell'incarico*

L'obiettivo del presente incarico è finalizzato allo studio preliminare delle caratteristiche geologiche dell'area, sviluppando le tematiche sia da un punto di vista normativo che tecnico, accertando la compatibilità progettuale con le direttive del Piano di Bacino Ambito 17 ed analizzando le problematiche presenti, in relazione alle opere previste e alle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area.

Gli studi esperiti saranno da approfondire in fase esecutiva con opportune verifiche che ottimizzeranno le conoscenze acquisite in questa fase e quindi l'inserimento nel contesto territoriale del progetto della centrale idroelettrica.

In questa fase l'incarico ha previsto le seguenti fasi di lavoro:

- Ricerche bibliografiche riguardanti l'installazione ed il funzionamento dell'impianto nel corso degli anni, acquisizione di dati utili all'inquadramento geologico dell'area.
- Rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico delle aree su cui insistono le opere

- Verifica dello stato attuale delle opere, ispezione del canale a pelo libero e dell'interno delle gallerie fino all'opera di presa; ispezione della condotta forzata dall'imbocco a valle della vasca di carico, fino al tratto finale all'interno del capannone di proprietà dell'IML.
- Acquisizione preliminare dei parametri di classificazione geotecnica degli ammassi rocciosi, desunti da indagini svolte nelle vicinanze e in corrispondenza di modelli geologici assimilabili a quelli presenti nell'area.
- Verifica della fattibilità dell'intervento a seguito degli studi compiuti.

### *1.2 Descrizione del progetto*

Il progetto prevede il ripristino di una centrale idroelettrica sorta nella seconda metà dell'800, attraverso l'integrale riutilizzo di tutte le sue componenti con opere di ristrutturazione e sostituzione per le parti maggiormente degradate nel corso degli anni.

Le opere godono di uno stato di conservazione mediamente buono, e costituiscono un manufatto di archeologia industriale da preservare, unico in tutto il levante ligure, vista la lunghezza dell'opera che si estende per più di 1200 metri e presenta manufatti audaci ed ancora funzionali tra cui gli attraversamenti sui rii, con archi in mattoni, le gallerie realizzate a mano, con volte allo stato naturale, o rinforzate in mattoni.

Costituiscono quindi l'impianto esistente le seguenti componenti:

- *Opera di presa* sul Torrente Bargonasco, ad una quota di 115 m. costituita da una traversa in grossi blocchi di pietra e cemento. A fianco della traversa era presenta l'opera di derivazione con le vasche dissabbiatrici parzialmente demolite.

Si prevede il recupero di quanto esistente con la realizzazione di un nuovo imbocco del canale dissabbiatore in cui saranno incluse le opere di derivazione e di misura di portata.

Nell'opera di presa sarà realizzata inoltre la scala di risalita per le specie ittiche e per il deflusso minimo vitale (DMV).

- *Canale a pelo libero* costituito in prevalenza da calcestruzzo, con lunghezza di 1,3 Km circa, larghezza di 1,10 m circa e altezza di 1m circa. Lungo il percorso sono presenti tre tratti in galleria di lunghezza variabile in ottime condizioni di conservazione oltre ad alcuni ponti in attraversamento dei rii presenti.

Sono necessarie per il ripristino del canale un'intensa pulizia dell'interno e interventi di rinforzo strutturale nei pressi di alcuni ponticelli su cui il canale scorre.

- *Vasca di carico* nella quale confluisce, attraverso il canale, l'acqua derivata. Ha una capienza di circa 100 mc ed è posizionata immediatamente a monte della condotta forzata, ove l'acqua, attraverso la vasca, verrà incanalata per raggiungere in pressione il locale turbine.

- *Condotta forzata* integralmente sostituita in quanto l'attuale, in ferro di diametro 700m, si trova in un avanzato stato di degrado. Verrà rimpiazzata da una condotta in pressione in polietilene, di diametro 800 mm e lunghezza 164 m; seguirà lo stesso tracciato della precedente sfruttando un salto idraulico di circa 60 m.

- *Condotta di restituzione* costituita da un canale in cls prefabbricato, sarà interrata e restituirà l'acqua derivata in alveo subito a valle del locale turbine ad una quota di circa 53 m s.l.m.

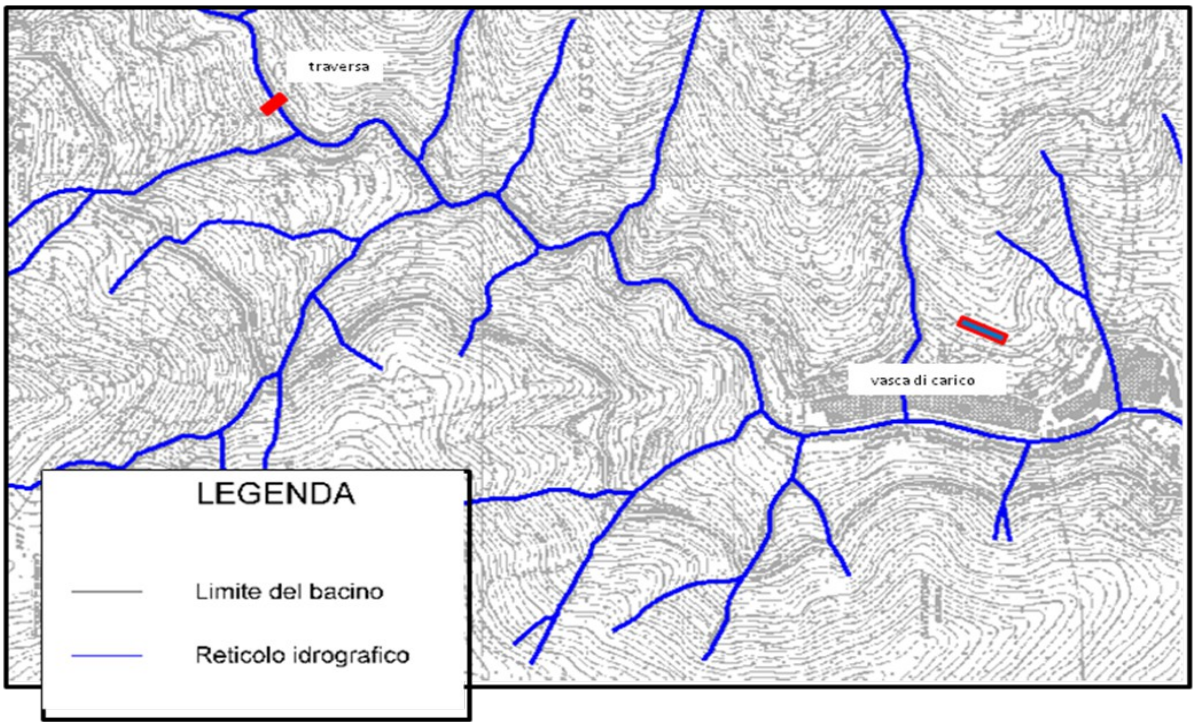
## *2. INQUADRAMENTO NORMATIVO*

La presente Relazione Geologica è stata redatta sulla base delle direttive del D.M. 14/1/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e relativa Circolare Ministeriale 617 del 2 febbraio 2009, che prevedono di evidenziare le caratteristiche del sito attraverso l'individuazione del 'modello geologico', descrivendo le peculiarità stratigrafiche, litologiche, geomorfologiche, e più in generale di pericolosità geologica del sito considerato.

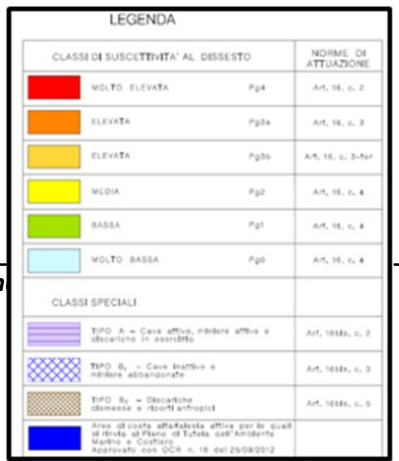
Prima di proseguire con la stesura dei capitoli riguardanti le caratteristiche geologiche dell'area, è stata valutata la compatibilità dell'intervento con l'inquadramento normativo del Piano di Bacino Ambito 17 – Torrente Petronio; si riportano nel seguito gli stralci cartografici per i quali l'area risulta classificata come esposto nelle seguenti figure.

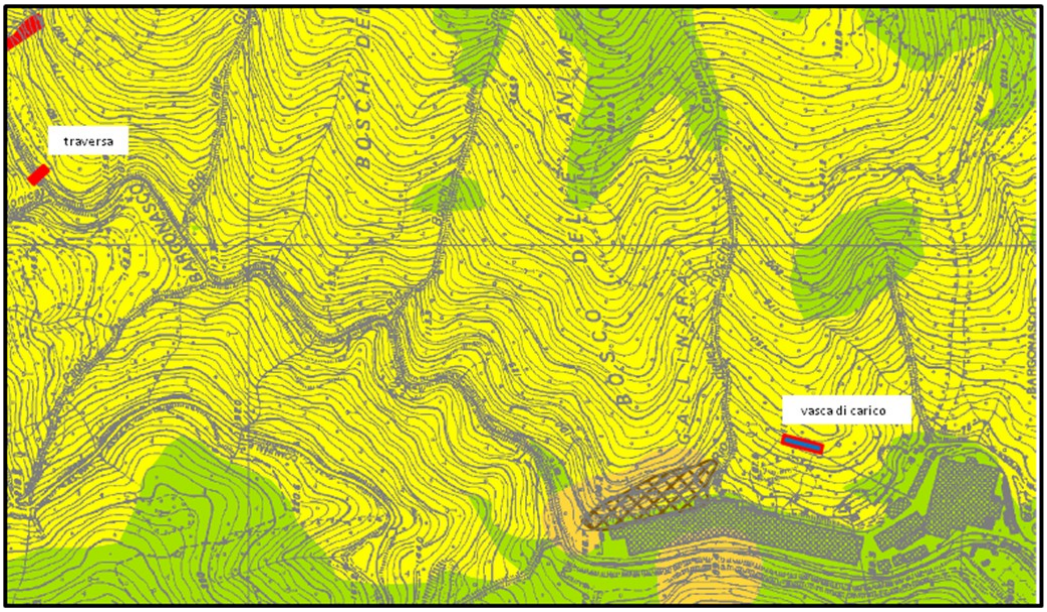
***Inquadramento da Piano di Bacino***

CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO



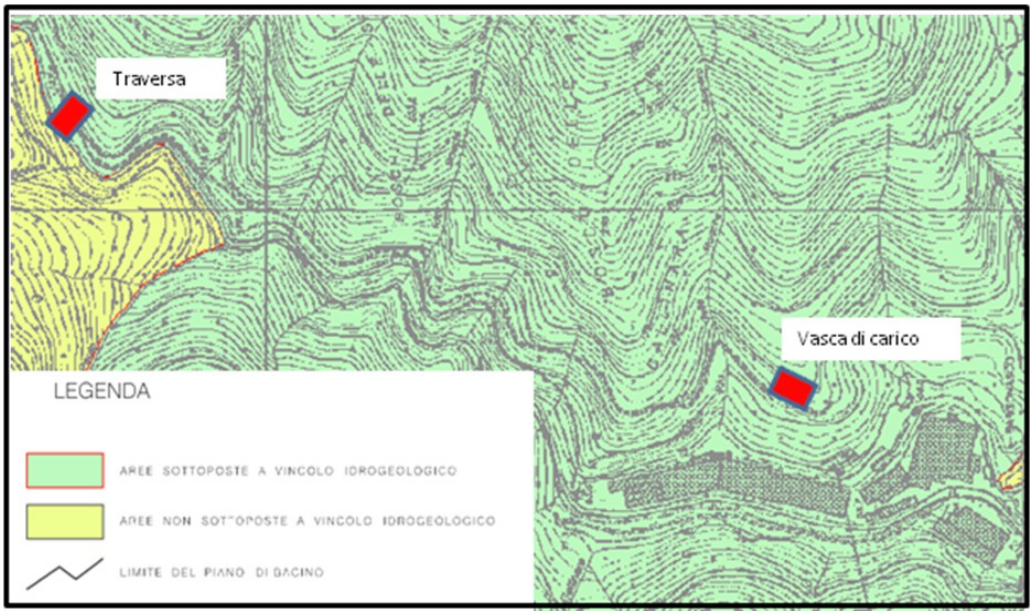

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA





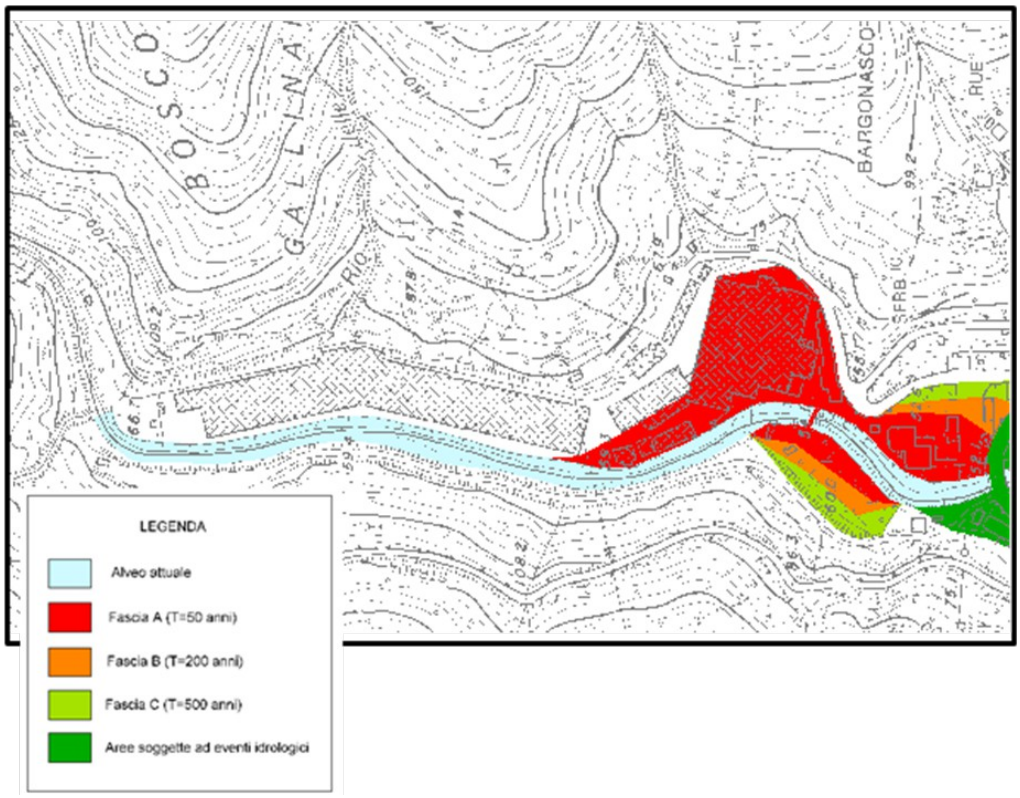

Le aree sulle quali sono previste le opere presentano un grado di suscettività al dissesto da basso (Pg1) a medio (Pg2).

CARTA DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO



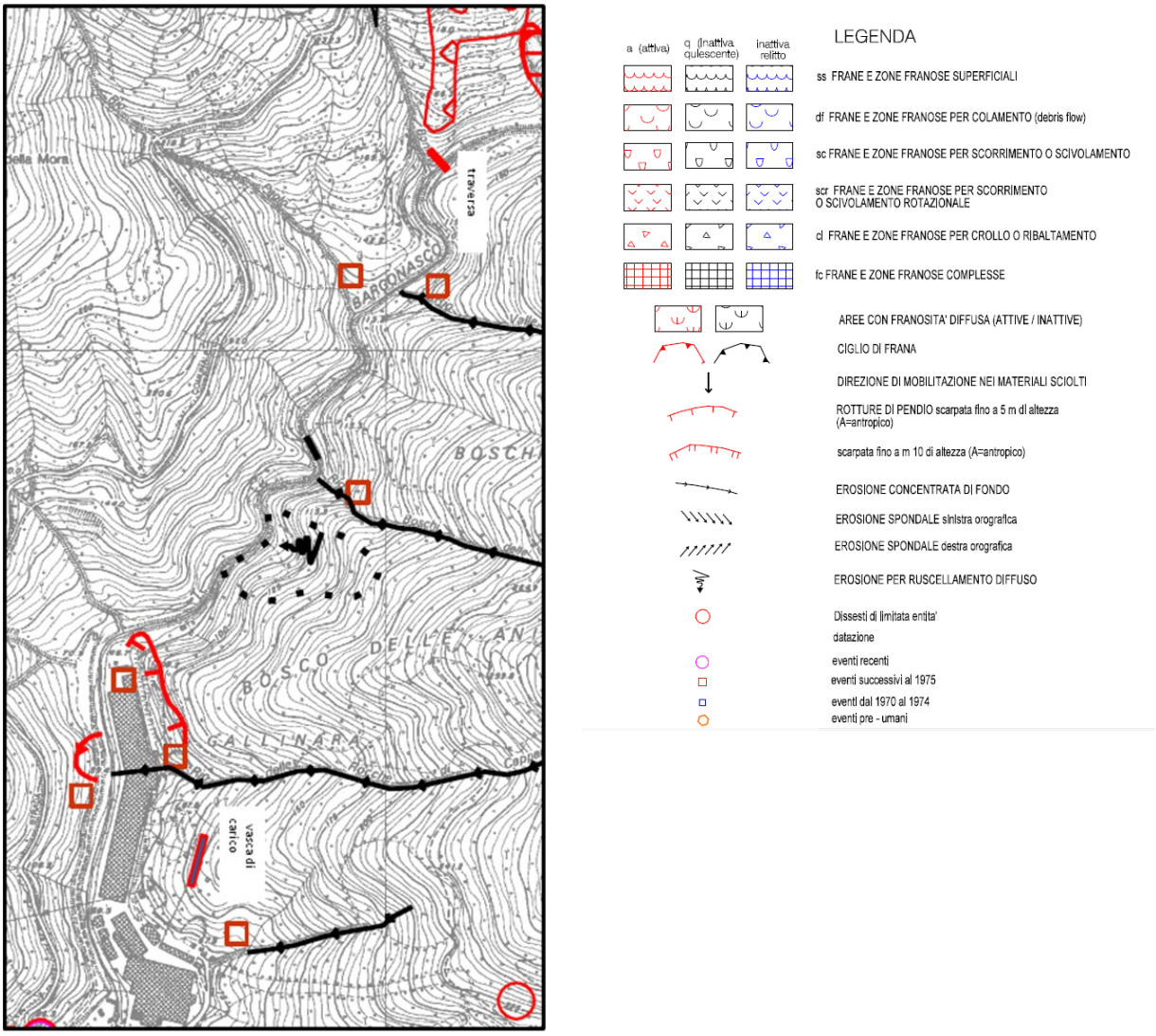

L'area è sottoposta a regime di Vincolo Idrogeologico.

CARTA DELLE FASCE DI INONDABILITA'




Il Torrente Bargonasco risulta studiato nel tratto terminale a monte della confluenza con il Petronio. Le turbine saranno inserite all'interno di un edificio esistente, ubicato in fascia esondabile A. Gli interventi previsti non prevedendo alcuna opera edilizia, ma solo il posizionamento delle turbine in luogo di altri macchinari esistenti, sono da ritenersi compatibili con la disciplina della fascia A di piano di bacino. La condotta di scarico interferirà anch'essa con la fascia esondabile appena descritta, ma anche questo intervento, qualificandosi come uno scavo temporaneo con posa di una conduttura si inserisce tra quelli consentiti dalla normativa di piano di bacino. Saranno inoltre posizionati in zona sicura rispetto al rischio esondazione tutti gli apparati elettrici necessari al funzionamento della centrale.

CARTA DELLA FRANOSITA'




E' presente a monte dell'opera di presa una frana per scivolamento o scorrimento. Gli interventi tuttavia non interferiranno con quest'area, che in fase di rilevamento si è accertato sia limitata al versante soprastante senza interferenze con il torrente Bargonasco.

Sono segnalati inoltre lungo il percorso del canale situazioni di ruscellamento diffuso e di erosione concentrata di fondo, che tuttavia non comportano problematiche nei confronti delle opere di cui è previsto il ripristino.

## *3. CARATTERI GEOLOGICI GEOMORFOLOGICI ED IDROGEOLOGICI*

Per l'inquadramento geologico dell'area, oltre a rilevamento sul posto, ci si è avvalsi del contributo della Carta Geologica del Carg foglio 232 Sestri Levante; i dati congiunti hanno permesso di verificare la presenza del Complesso Vulcano – Sedimentario del Bargonasco.

La serie stratigrafica presente nel Bacino del Petronio comprende sostanzialmente una sequenza ofiolitica basale con una copertura sedimentaria soprastante.

Nel dettaglio nell'area studiata il Complesso è rappresentato dalla sequenza ofiolitica con serpentiniti, gabbri e basalti; seguendo il tracciato del canale e in parte il sentiero pedonale adiacente alle gallerie gli orizzonti litologici si alternano, affiorando in diversi punti.

Dal punto di vista geomorfologico l'area è caratterizzata dall'incisione del Torrente Bargonasco che scorre in questo tratto su alveo in roccia, delimitato da versanti ad elevata acclività, con substrato roccioso generalmente affiorante o subaffiorante.

Il versante interessato dalla presenza delle opere in ripristino presenta stabilità generale discreta. Localmente il substrato roccioso affiorante, da forma a pareti subverticali in cui si rileva la presenza di cunei rocciosi potenzialmente instabili. Tali situazioni hanno generato in due porzioni localizzate, episodi di frana per crollo in roccia, che ostruiscono per alcuni metri il canale.

Tali situazioni di criticità si sono sviluppate per la marcata propensione al dissesto della porzione superficiale dell'ammasso roccioso a causa dell'attività tettonica intensa a cui le formazioni sono state sottoposte; tali caratteri sono evidenziati nei numerosi sistemi di fratturazione che suddividono l'ammasso roccioso in cunei di roccia instabili.

Dal punto di vista idrogeologico l'asta di deflusso principale è quella del Torrente Bargonasco; nei versanti a monte del canale, l' elevata acclività dei versanti e la presenza di sistemi di fagliazione hanno determinato la formazione di diversi impluvi con portata inesistente per gran parte dell'anno, che scorrono lungo la massima pendenza del versante, con alveo in roccia e diffusi fenomeni di erosione concentrata di fondo che si sviluppano soprattutto in occasione di periodi piovosi significativi, in cui la portata degli impluvi appena citati diventa significativa. Il

canale esistente attraversa i rii con ponti in muratura in discreto stato di conservazione, di cui si rileva il notevole interesse dal punto di vista storico-industriale.

## *4. MODELLAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE*

Si considerano, come anticipato nei paragrafi precedenti, le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dei terreni presenti che interferiranno con le opere previste nel progetto di ripristino della Centrale Idroelettrica.

Il modello geologico dell'area è sostanzialmente costituito dalle differenti formazioni rocciose presenti; solo localmente si rinvengono coltri di origine colluviale derivanti da crolli di roccia.

Il modello geologico è riassumibile pertanto alla presenza di una basamento roccioso che si differenzia per alterazione, grado di fratturazione e conservazione a seconda delle formazioni litologiche presenti.

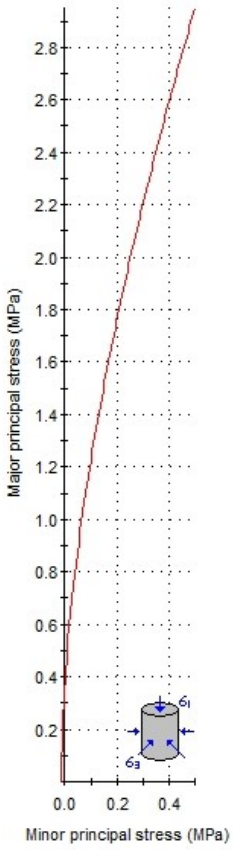
In fase esecutiva sarà da compiere uno studio approfondito dell'ammasso roccioso; lungo gli affioramenti si sviluppano diversi sistemi di fratture che potrebbero generare ulteriori situazioni di pericolosità oltre a quelle già presenti.

I sistemi di fratture hanno generato crolli di roccia che al momento ostruiscono il percorso del canale e la formazione di cunei rocciosi in una situazione di equilibrio limite.

Una caratterizzazione completa dell'ammasso roccioso permetterà inoltre di determinare i parametri geotecnici di progetto che serviranno allo strutturista per il dimensionamento delle opere.

In questa fase preliminare si riportano nel seguente paragrafo una serie di parametri geotecnici indicativi circa il comportamento degli ammassi rocciosi presenti, esposti qui di seguito in tabella.

Analysis of Rock Strength using RocLab

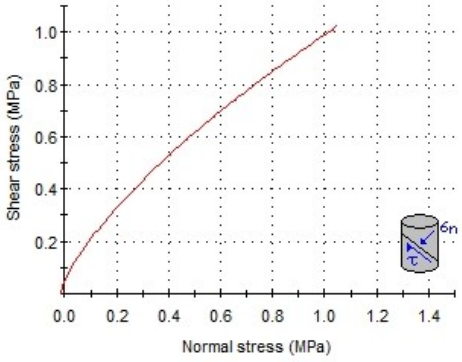



**Hoek-Brown Classification**
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 50 MPa
GSI = 35 mi = 10 Disturbance factor (D) = 0.7
intact modulus (Ei) = 12000 MPa

**Hoek-Brown Criterion**
mb = 0.281 s = 0.0001 a = 0.516

**Mohr-Coulomb Fit**
cohesion = 0.154 MPa friction angle = 41.22 deg

**Rock Mass Parameters**
tensile strength = -0.014 MPa
uniaxial compressive strength = 0.387 MPa
global strength = 3.239 MPa
deformation modulus = 537.59 MPa



## *5. SISMICA*

Il Comune di Casarza Ligure, secondo la classificazione sismica, approvata con D.G.R. 1362/2010, ricade all'interno della classe sismica 3.

Per quel che riguarda l'opera a progetto le Norme Tecniche per le Costruzioni considerano quanto segue:

VITA NOMINALE: l'impianto è da considerarsi come un' opera di tipo 2

*Vita nominale* VN *per diversi tipi di opere*

| | TIPI DI COSTRUZIONE | Vita Nominale $V_N$ (in anni) |
|---|---|---|
| 1 | Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1] | ≤ 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 |

(Tab. 2.4.I ,NTC)

CLASSE D'USO: l'impianto ricade in CLASSE 4 con coefficiente Cu=2

**2.4.2 CLASSI D'USO**

**In presenza di azioni sismiche**, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, **le costruzioni sono suddivise in 4 Classi d'uso** (corrispondenti alle **Classi di Importanza di EC8**) così definite:

***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. **Ambienti ad uso residenziale.** *Sono compresi* in questa categoria *i locali di abitazione* e relativi servizi, *gli alberghi.* (ad esclusione delle aree suscettibili di affollamento), *gli uffici*, *i negozi.*

***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 2001, n.6792, 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 a impianti di produzione di energia elettrica.

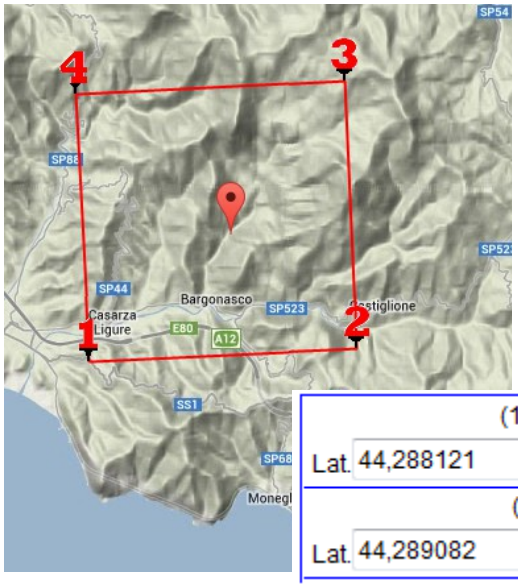
Inoltre secondo le normative tecniche la pericolosità sismica non dipende più dalla zona sismica ma dalle coordinate geografiche del sito, attraverso la determinazione dei parametri sismici.

L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa *ag,* riferita allo spettro di risposta elastico *Se(T),* in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria *A*), con superficie topografica orizzontale e con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza Pvr nel periodo di riferimento Vr.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento Pvr a partire dai valori dei parametri *ag accelerazione orizzontale massima al sito, F0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale*, *T*C*: *periodo di inizio del tratto a velocità costante del lo spettro in accelerazione orizzontal*e su sito di riferimento rigido orizzontale.

Per quel che riguarda il contributo delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto atteso in superficie è ipotizzabile una categoria di suolo di fondazione di tipo A e una categoria topografica T3. Si riportano nel seguito i parametri sismici e i parametri delle forme spettrali ricavati dalla tipologia di opera e dall'ubicazione geografica dell'intervento.

SITO ESAMINATO




| (1)* Coordinate WGS84 | | | |
|---|---|---|---|
| Lat. | 44,288121 ° | Long. | 9,477142 ° |
| (1)* Coordinate ED50 | | | |
| Lat. | 44,289082 ° | Long. | 9,478174 ° |

SITI DI RIFERIMENTO

| | ID | Latitudine [°] | Longitudine [°] | Distanza [m] |
|---|---|---|---|---|
| Sito 1 | 17591 | 44,265640 | 9,441084 | 3905,2 |
| Sito 2 | 17592 | 44,267990 | 9,510803 | 3593,1 |
| Sito 3 | 17370 | 44,317940 | 9,507475 | 3981,8 |
| Sito 4 | 17369 | 44,315580 | 9,437710 | 4271,6 |

PARAMETRI SISMICI

Classe d'uso: 4
Vita nominale: 50 anni
Coefficiente cu: 2
Categoria sottosuolo : A
Categoria topografica: T3
Periodo di riferimento: 100anni

**Tipo di elaborazione: FONDAZIONI**

| Stato limite Operatività (SLO) | Stato limite di Danno (SLD) | Salvaguardia della vita (SLV) | Prevenzione dal collasso (SLC) |
|---|---|---|---|
| $P_{Vr}$: 81 % | $P_{Vr}$: 63 % | $P_{Vr}$: 10 % | $P_{Vr}$: 5 % |
| Tr: 60 [anni] | Tr: 101 [anni] | Tr: 949 [anni] | Tr: 1950 [anni] |
| $a_g$: 0,050 g | $a_g$: 0,062g | $a_g$: 0,154 g | $a_g$: 0,195 g |
| Fo: 2,499 | Fo: 2,518 | Fo: 2,388 | Fo: 2,390 |
| Tc*: 0,245 [s] | Tc*: 0,263[s] | Tc*: 0,288[s] | Tc*: 0,294 [s] |

**Coefficienti Sismici**

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,000 | 1,000 | 1,200 | 0,012 | 0,006 | 0,592 | 0,200 |
| SLD | 1,000 | 1,000 | 1,200 | 0,015 | 0,007 | 0,730 | 0,200 |
| SLV | 1,000 | 1,000 | 1,200 | 0,050 | 0,025 | 1,811 | 0,270 |
| SLC | 1,000 | 1,000 | 1,200 | 0,063 | 0,032 | 2,295 | 0,270 |

**Tipo di elaborazione: OPERE DI SOSTEGNO**

| Stato limite Operatività (SLO) | Stato limite di Danno (SLD) | Salvaguardia della vita (SLV) | Prevenzione dal collasso (SLC) |
|---|---|---|---|
| $P_{Vr}$: 81 % | $P_{Vr}$: 63 % | $P_{Vr}$: 10 % | $P_{Vr}$: 5 % |
| Tr: 60 [anni] | Tr: 101 [anni] | Tr: 949 [anni] | Tr: 1950 [anni] |
| $a_g$: 0,050 g | $a_g$: 0,062g | $a_g$: 0,154 g | $a_g$: 0,195 g |
| Fo: 2,499 | Fo: 2,518 | Fo: 2,388 | Fo: 2,390 |
| Tc*: 0,245 [s] | Tc*: 0,263[s] | Tc*: 0,288[s] | Tc*: 0,294 [s] |

**Coefficienti Sismici**

| | Ss [-] | Cc [-] | St [-] | Kh [-] | Kv [-] | Amax [m/s²] | Beta [-] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SLO | 1,000 | 1,000 | 1,200 | 0,012 | 0,006 | 0,592 | 0,200 |
| SLD | 1,000 | 1,000 | 1,200 | 0,015 | 0,007 | 0,730 | 0,200 |
| SLV | 1,000 | 1,000 | 1,200 | 0,054 | 0,027 | 1,811 | 0,290 |
| SLC | 1,000 | 1,000 | 1,200 | 0,068 | 0,034 | 2,295 | 0,290 |

## *6. INDIRIZZI TECNICI PRELIMINARI E CONCLUSIONI*

A seguito dello studio effettuato si descrivono nel paragrafo le problematiche di natura geologica presenti nell'area e si definiscono alcuni indirizzi tecnici preliminari circa le modalità di intervento. Le ipotesi progettuali prevedono esclusivamente il ripristino dell'esistente, senza ulteriori opere edilizie o di scavo, fatta eccezione per la realizzazione della scala di risalita dei pesci che comunque non comporta alcuna problematica geologica.

Gli interventi saranno quindi volti alla protezione delle opere di cui è previsto il ripristino. In particolare le situazioni di maggior criticità sono da correlarsi alla presenza di modesti e localizzati fronti rocciosi instabili a monte del percorso del canale di derivazione. Ciò è da mettere in relazione alla presenza di marcati sistemi di fratturazione che pervadono le formazioni rocciose che determinano la formazione di cunei e blocchi di roccia instabili. In due zone limitate arealmente alcuni metri, tale fratturazione ha determinato la genesi di piccole frane per crollo che hanno ostruito il canale. In tali situazioni si provvederà all'esecuzione di interventi specifici per il consolidamento della porzione in dissesto, eventualmente prevedendo la protezione del canale attraverso idonea copertura.

In presenza invece di cunei rocciosi potenzialmente instabili, sparsi lungo il corso del canale si dovrà procedere alla realizzazione di sistemi di ancoraggio e operazioni di disgaggio, che verranno definite in fase esecutiva analizzando singolarmente le varie situazioni rilevate.

Le tre gallerie presentano un discreto stato di conservazione della volta, non si segnalano criticità in nessuna delle tre porzioni in sotterraneo.

In relazione alle altre opere da compiere in questa fase preliminare, non sussistono ulteriori situazioni di pericolosità geologica che necessitano al momento di approfondimenti tecnici o interventi di sistemazione.

In conclusione, in relazione agli interventi da compiere, alla situazione geologica dell'area, e alle direttive del Piano di Bacino Ambito 17, non sussistono situazioni tali che possano inficiare la realizzazione del progetto della centrale idroelettrica, pertanto si esprime un giudizio di fattibilità geologica del progetto in esame.

*Lavagna, 18 Marzo 2014* *Geol. Gabriele Stagnaro*

## *COROGRAFIA E UBICAZIONE OPERE*

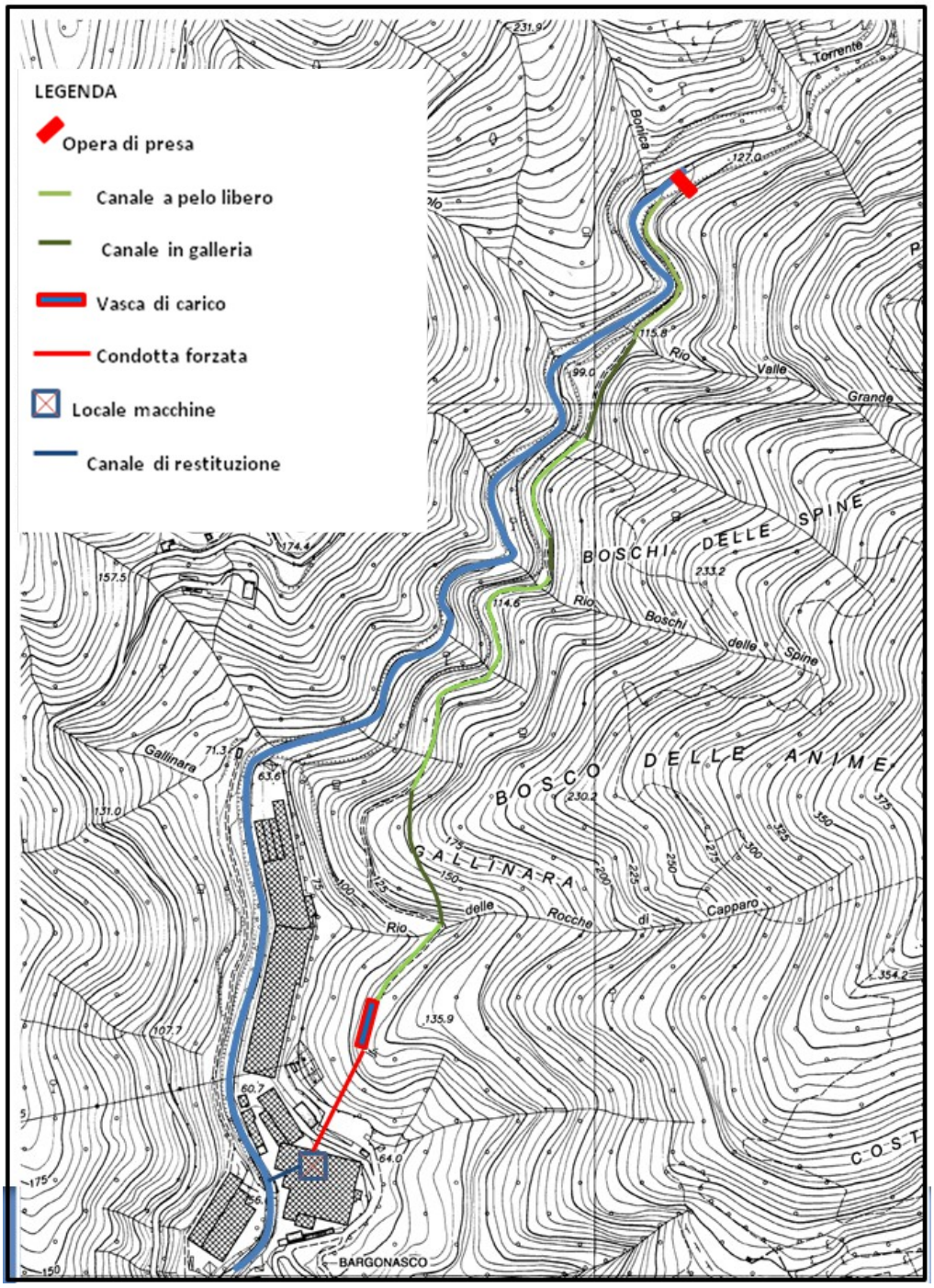




*Foto 1 Opera di presa*



*Foto 2 Vasca di carico*



*Foto 3 Canale di derivazione*



*Foto 4 Canale di derivazione ostruito da frana in roccia*



*Foto 5 Uscita seconda galleria e parete rocciosa di basalto*