MARCELLO BRANCUCCI
GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICA

DI FATTIBILITA'

A CORREDO DELLA

"DOMANDA DI CONCESSIONE DI DERIVAZIONE DI ACQUA PUBBLICA AD USO IDROELETTRICO DAL FIUME TREBBIA LOC.ISOLA"

COMUNE DI ROVEGNO

(PROVINCIA DI GENOVA)



Via XX Settembre 5/5 (17100) Savona
cell. 347/6021021 Tel./Fax 019/800179
e.mail m.brancucci@alice.it

SOMMARIO

1. PREMESSA 2

1.1 OGGETTO DELL'INCARICO. 2
1.2 LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA. 2
1.3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO. 3
1.4 INQUADRAMENTO NORMATIVO. 4
1.5 OBBIETTIVI E MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INCARICO. 9

2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOLOGICO DEL SITO 10

2.1 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA D'AREA VASTA. 10
2.2 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA D'AREA VASTA.11
2.3 DESCRIZIONE DI DETTAGLIO DEL TRACCIATO. 12

3. MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE. 21

3.1 PREMESSE 21
3.2 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA. 21
3.3 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL SUBSTRATO ROCCIOSO. 22
3.4 SISMICA A RIFRAZIONE 23
3.4.1 ANALISI DEI DATI 24
3.5 PROVA MASW 30

4. SISMICA 41

4.1 PREMESSE. 41
4.2 STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA. 41

5. CONSIDERAZIONI TECNICHE E CONCLUSIONI 45

5.1 GIUDIZIO DI FATTIBILITÀ GEOLOGICA. 45
5.3 PROGETTO INDAGINI GEOGNOSTICHE. 46

Allegati:

ALL. 1 Corografia ed ubicazione dell'opera (scala 1:5.000)

ALL. 2 Inquadramento geologico (scala 1:5.000)

ALL. 3 Inquadramento geomorfologico (scala 1:5000)

ALL. 4 Ubicazione indagini geognostiche

1. PREMESSA

1.1 Oggetto dell'incarico.

A seguito dell'incarico ricevuto dalla Società Bozzini Group S.r.l., è stata svolta una indagine geologica di fattibilità a corredo della *"Domanda di concessione di derivazione di acqua pubblica ad uso idroelettrico dal Fiume Trebbia, Loc. Isola"*, nel Comune di Rovegno, Provincia di Genova. In fase preliminare è stato effettuato un sopralluogo congiunto con il progettista Ing. Aldo Galleti.

1.2 Localizzazione geografica.

L'area oggetto di studi ricade l'interno del foglio n° 214040 della Carta Tecnica Regionale, a scala 1:10.000 (vedi ALL. 1 "Corografia"). L'area in oggetto è delimitata a Est dalla Strada Statale 45, poco distante dall'abitato denominato Loc. Isola, nel Comune di Rovegno.

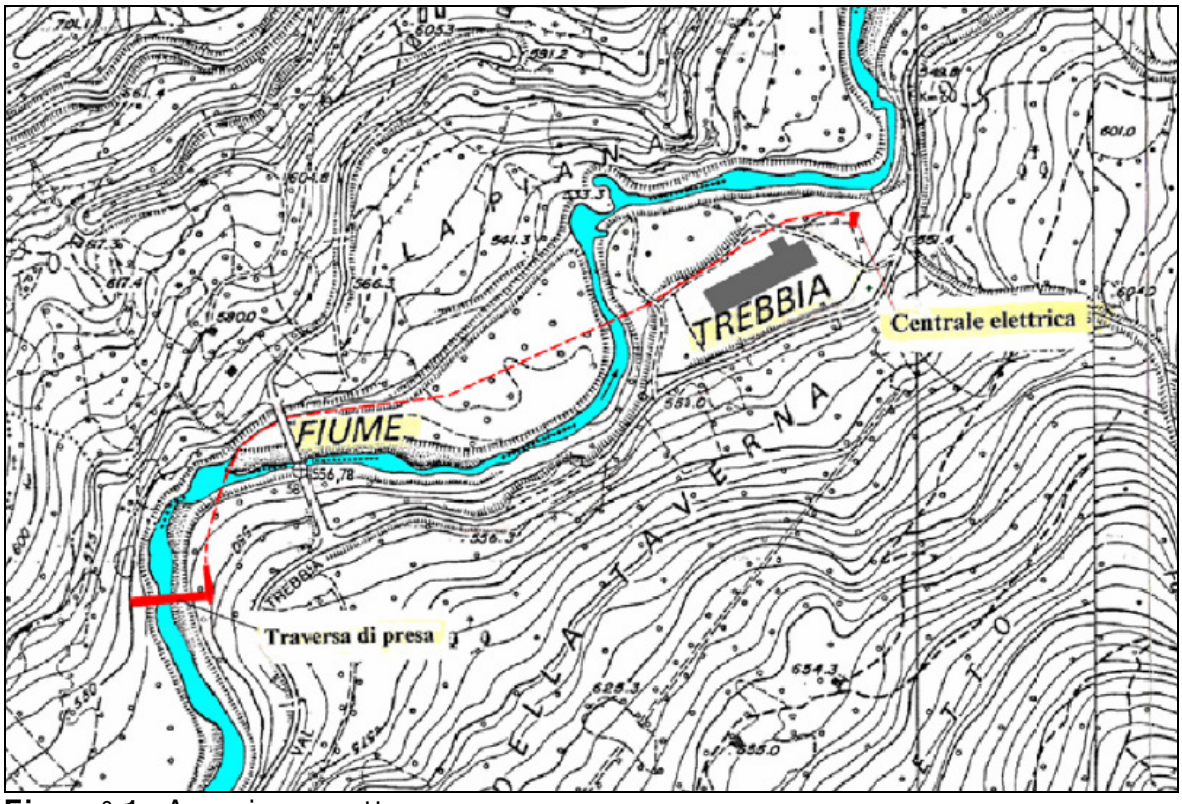


Fig. n° 1: Area in oggetto.

1.3 Descrizione del progetto.

L'impianto di progetto, di nuova realizzazione, presenta lo schema seguente :

1- opera di presa sul fiume Trebbia a monte del ponte per Fontanarossa, costituita dalla traversa, dalle bocche di presa e dalla vasca di dissabbiamento seguita dalla vasca di imbocco della condotta di adduzione. Nell'opera di presa, di cemento armato, sono contenuti il passaggio per i pesci, la bocca per il rilascio del DMV, lo scivolo per le canoe e la paratoia di sghiaiamento;

2- condotta di adduzione, costituita da una tubazione di poliestere rinforzata con fibra di vetro (PVRF) con diametro di 2300-2400 mm, della lunghezza di 670 m, interrata in un primo tratto nel versante di sponda destra, quindi sotto l'alveo del fiume fino alla centrale;

3- edificio di centrale con dimensioni di m 14x7, con il P.T. fuori terra, in muratura di blocchetti di calcestruzzo splittati a faccia a vista di colore chiaro, in analogia con le finiture esterne del vicino stabilimento e con il P.S. in cemento armato contenente la sala macchine;

4- canale restitutore, in parte interrato (14 m di sviluppo) costruito in cemento armato con larghezza netta di 5.5 m, e in parte, per 15 m circa, a cielo libero, scavato nelle ghiaie dell'alveo del fiume;

5- linea di allacciamento alla rete MT dalla centrale alla prossima cabina MT esistente al servizio dello stabilimento, da realizzare con cavidotto interrato.



Foto n° 1: Ubicazione opere a progetto



1.4 Inquadramento normativo.

La relazione è stata redatta, inoltre, in conformità con le seguenti normative:

- **D.M. 14/01/2008,** pubblicato sulla gazzetta ufficiale n. 29 del 04/01/2008, Supplemento Ordinario n. 30. Al Par. 6.2.1 tale normativa prevede che: gli interventi a progetto devono essere corredati da un elenco di elaborati volti a definire i seguenti assetti locali: geologico, geomorfologico, idrogeologico e geotecnico. In particolare, attraverso il modello geologico devono essere evidenziati i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e più in generale, di pericolosità geologica del territorio oggetto dell'intervento.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 Gennaio 2008. Circolare 2 Febbraio 2009.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**: Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio Nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27/07/2007.
- **Eurocodice 8 (1998)** Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003).
- **Eurocodice 7.1 (1997):** Progettazione geotecnica –Parte I: Regole Generali. UNI.
- **Eurocodice 7.2 (2002):** Progettazione geotecnica –Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI.
- **Eurocodice 7.3 (2002):** progettazione geotecnica –Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). Uni.

- **Norme di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Po. L'area non presenta criticità.**

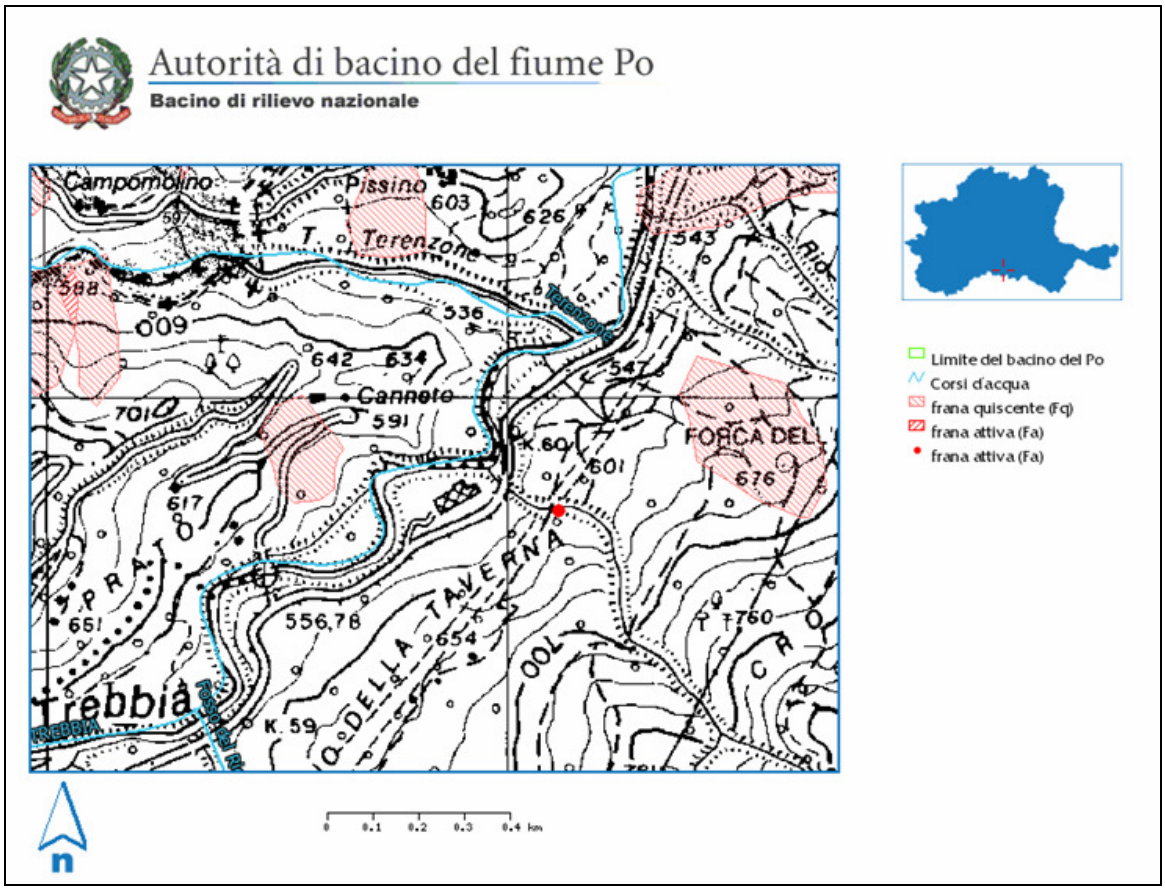


Fig. n° 2: Delimitazione delle aree in dissesto

- **Vincolo per scopi idrogeologici**, ai sensi del Regio Decreto 1923 e successiva Legge Regionale di recepimento n°4/1999. L'area ricade in un ambito sottoposto a vincolo idrogeologico. Viene pertanto analizzata l'eventuale influenza degli interventi sui seguenti fattori: stabilità dei versanti, regimazione delle acque e copertura vegetale. Queste valutazioni consentono la formulazione di ipotesi preliminari riguardo le modalità operative di intervento e le cautele da adottare nel corso dei lavori.

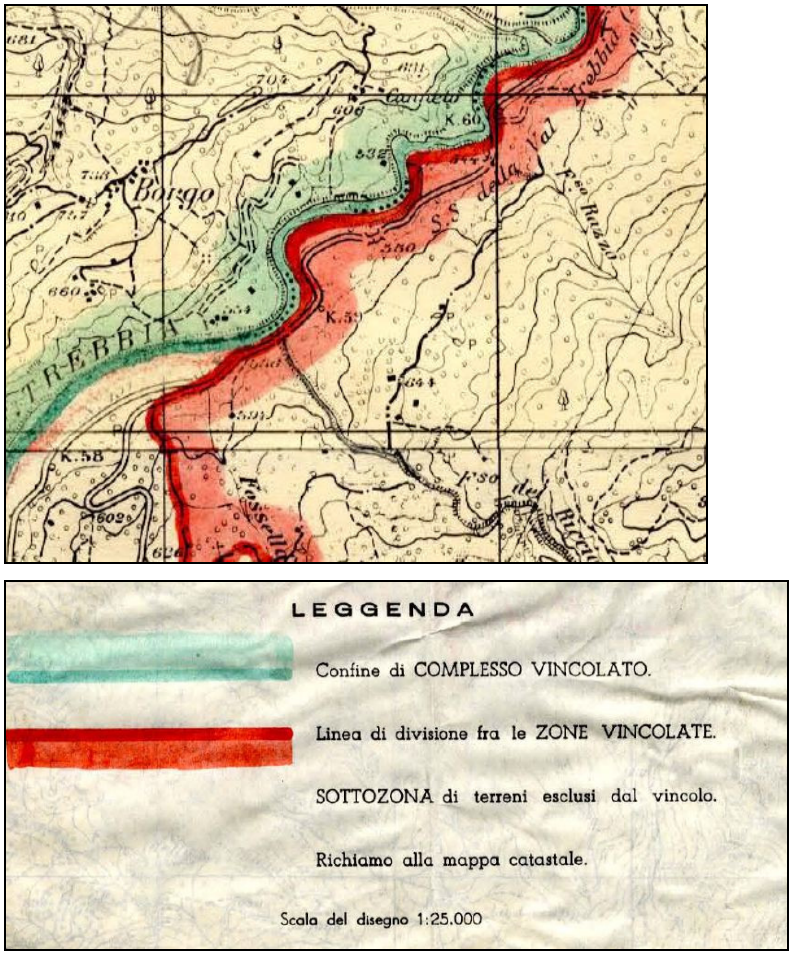


Fig. n°3: Aree sottoposte a vincolo idrogeologico

- **D.G.R. Regione Liguria n. 859 del 18/07/2008, Criteri per la gestione e l'utilizzo delle terre e rocce da scavo, di recepimento del DLgs 152/06.**

Le terre e le rocce provenienti dagli scavi potranno:

a) **Essere riutilizzate in sito.**
b) **Essere riutilizzate in un sito diverso da quello di produzione.**
c) **Conferite in discarica autorizzata.**

Di seguito sono riportati i riferimenti di legge per le tre casistiche:

a) Riutilizzo in sito:

L'Art. 185 del D.lgs 152/06 comma 1 (così come modificato dal D.Lgs n. 205/2010) riporta i limiti al campo di applicazione:

Non rientrano nel campo di applicazione della parte quarta del presente decreto:

a) omissis

b) omissis

c) Il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato.

L'art. 186 Terre e rocce da scavo al comma 1 cita:

1. Fatto salvo quanto previsto dall'art. 185, Le terre e rocce da scavo, anche di galleria, ottenute quali sottoprodotti, possono essere utilizzate per reinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati purchè:

a. Siano impiegate direttamente nell'ambito di opere o interventi preventivamente individuati e definiti;

b. Sin dalla fase della produzione vi sia la certezza dell'integrale utilizzo,

c. L'utilizzo integrale della parte destinata al riutilizzo sia tecnicamente possibile senza necessità di preventivo trattamento o di trasformazioni preliminari per soddisfare i requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego non dia luogo ad emissioni e, più in generale, ad impatti ambientali qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate.

d. Sia garantito un elevato livello di tutela ambientale.

e. Sia accertato che non provengano da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica ai sensi del titolo V della parte quarta del presente decreto.



f. *Le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per le qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna, degli habitat e delle aree naturali protette. In particolare deve essere dimostrato che il materiale da riutilizzare non è contaminato con riferimento alla destinazione d'uso del medesimo, nonché la compatibilità di detto materiale con il sito di destinazione.*

g. *La certezza del loro integrale riutilizzo sia dimostrata. L'impiego di terre e roccia sa scavo nei processi industriali come sottoprodotti, in sostituzione dei materiali di cava, è consentito nel rispetto delle condizioni fissate all'art. 183 comma 1 lettera p).*

b) Riutilizzo in sito diverso da quello di produzione:

L'Art. 185 del Dlgs 152/06 **comma** 4 cita:

4. Il suolo escavato non contaminato e altro materiale allo stato naturale, utilizzati in siti diversi da quelli in cui sono stati escavati, devono essere valutati ai sensi, nell'ordine, degli art. 183, comma 1, lettera a), art. 184-bis e art. 184-ter.

Anche in questo caso è necessario riferirsi a quanto disposto **dall'art. 186 Terre e rocce da scavo** come illustrato nel punto precedente.

c) Conferimento in discarica:

In tal caso è necessaria la classificazione del rifiuto mediante analisi di laboratorio che consentano l'attribuzione di uno specifico codice CER e la definizione dell'ammissibilità in discarica con la definizione della tipologia del rifiuto (inerti/ non pericolosi/pericolosi).

La verifica del rispetto delle condizioni per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo *dovrà essere garantita preliminarmente alla realizzazione degli scavi stessi*.

1.5 Obbiettivi e modalità di svolgimento dell'incarico.

Il presente studio è finalizzato alla valutazione della fattibilità geologica dell'intervento a progetto, alla verifica della sua compatibilità con le **Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Po**, ed alla individuazione delle problematiche e criticità di carattere geologico e geotecnico da approfondire nel corso degli accertamenti esecutivi, ponendo particolare attenzione alla interazione del progetto con l'assetto geomorfologico ed idrogeologico dell'intero settore e alle eventuali interferenze con le preesistenze poste al contorno dell'area di intervento.
Di seguito sono riportate le diverse fasi nelle quali è stato articolato lo studio:

1. **Ricerca bibliografica** relativa a lavori ed indagini già svolte nell'area in questione con l'acquisizione di tutti i dati utili all'inquadramento preventivo del caso. Nel dettaglio si farà riferimento alla relazione geologica "Lavori urgenti per ovviare agli inconvenienti e pericoli della circolazione stradale nel tratto dal km 50+650 al km 51+300 soggetto a frana" a cura del Dott. Geol. Sergio Restagno.
2. **Rilevamento geologico, idrogeologico e geomorfologico di superficie** della zona direttamente interessata dall'intervento e dei settori circostanti.
3. **Esecuzione di n°2 stese sismiche a rifrazione e di n°2 prove Masw.**
4. **Progetto della campagna di indagini geognostiche** costituita da n° 4/5 sondaggi geognostici, di cui due attrezzati a piezometro, prove in foro (SPT) e di laboratorio.
5. **Analisi dei dati e redazione delle carte tematiche di sintesi** più significative.
6. **Verifica della compatibilità tra le caratteristiche geologiche generali dell'area e le scelte progettuali** con evidenziazione delle problematiche e delle necessarie prescrizioni geologico-tecniche puntuali.

2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

2.1 Caratterizzazione geologica d'area vasta.

Il settore in esame ricade in un'area geologicamente caratterizzata dai complessi rapporti tra diverse unità morfologiche e strutturali definiti nel **foglio 83 (Rapallo)** della **Carta Geologica d'Italia** (in scala 1: 100.000) e nel **foglio 214 (Bargagli)** del **Progetto CARG** in scala 1:50000.

Sulla base della bibliografia a disposizione si rileva che il substrato geologico dell'area è rappresentato dai litotipi appartenenti alla ***Formazione di Canale*** *(Unità tettonica Ottone).* Si tratta per lo più di *"**Torbiditi calcareo-marnose e torbiditi a composizione mista**. Le torbiditi calcareo-marnose sono costituite da strati da medi a molto spessi di areniti, marne e peliti. Presenti inoltre intercalazioni di brecce monogeniche a matrice argillitica con clasti angolari e sub-angolari di calcari".*

Nell'area in oggetto il substrato litoide risulta affiorante diffusamente lungo le sponde e nell'alveo (si veda foto n°2-3).




Foto n°2-3 : Affioramenti rocciosi.

L'inquadramento geologico dell'area nella sua totalità risulta estremamente variegato: oltre alla presenza di un **substrato affiorante o sub/affiorante** possiamo infatti distinguere:

- **Depositi alluvionali mobili e terrazzati** del fiume Trebbia, a granulometria per lo più grossolana, costituiti per lo più da ciottoli e ghiaie in matrice sabbiosa;
- **Coltri detritiche** di origine **colluviale**, generate da **movimenti franosi** per lo più, allo stato attuale, stabilizzati.

2.2 Caratterizzazione geomorfologica ed idrogeologica d'area vasta.

Dal punto di vista geomorfologico l'area in oggetto risulta ubicata lungo un tratto di alveo fluviale del Fiume Trebbia poco prima della confluenza del T. terenzone. Nel tratto in esame il corso d'acqua descrive due meandri: l'opera di presa in progetto è collocata immediatamente a monte di un meandro fluviale. L'alveo è delimitato sui fianchi da versanti a modesta acclività, i quali presentano numerosi fenomeni di dissesto (si veda "Carta geologica con elementi geomorfologici" - Allegato n°2). Nel dettaglio il movimento franoso segnalato come "attivo" sulla cartografia precedentemente citata, che rappresenta il sedime di fondazione dell'opera di presa in sponda destra, attualmente risulta, almeno in parte, stabilizzato. Le situazioni di instabilità "attive" si estendono comunque in numerosi altri punti (si veda All.3).

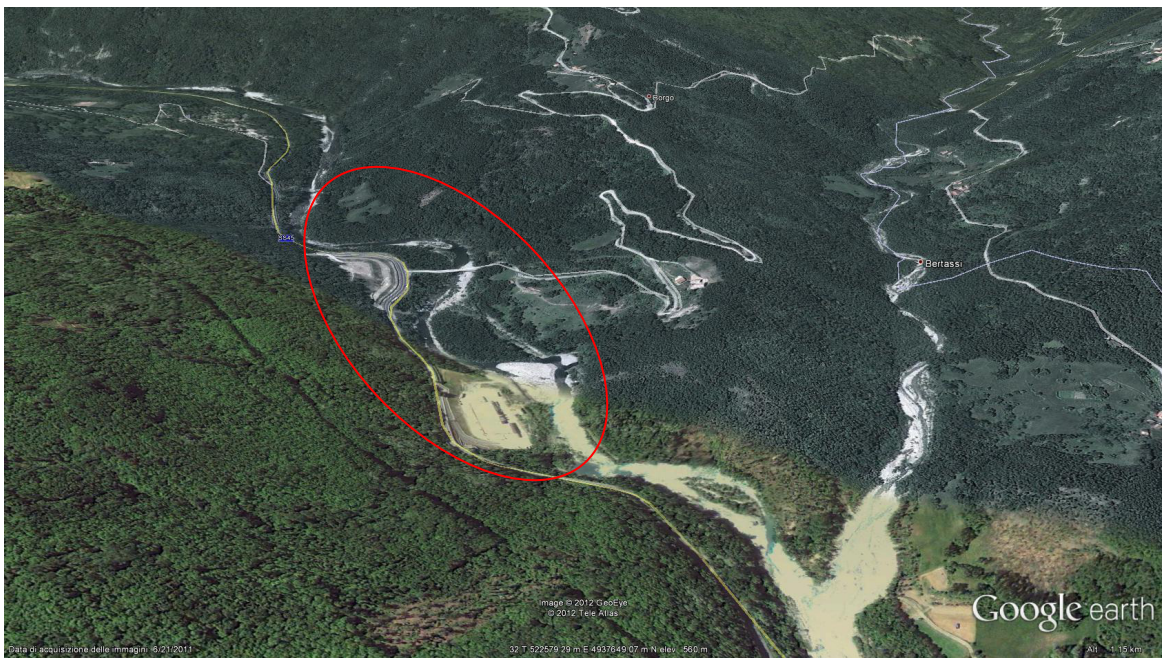


Foto n°4: Panoramica dell'area oggetto di intervento

In corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua è ipotizzabile la presenza di una circolazione idrica in subalveo, in corrispondenza del contatto tra i depositi alluvionali del Fiume Trebbia e il sottostante substrato roccioso che risulta poco permeabile.

2.3 Descrizione di dettaglio del tracciato.

Nel dettaglio, facendo riferimento al tracciato a progetto è possibile suddividerlo in ambiti omogenei come di seguito illustrato:

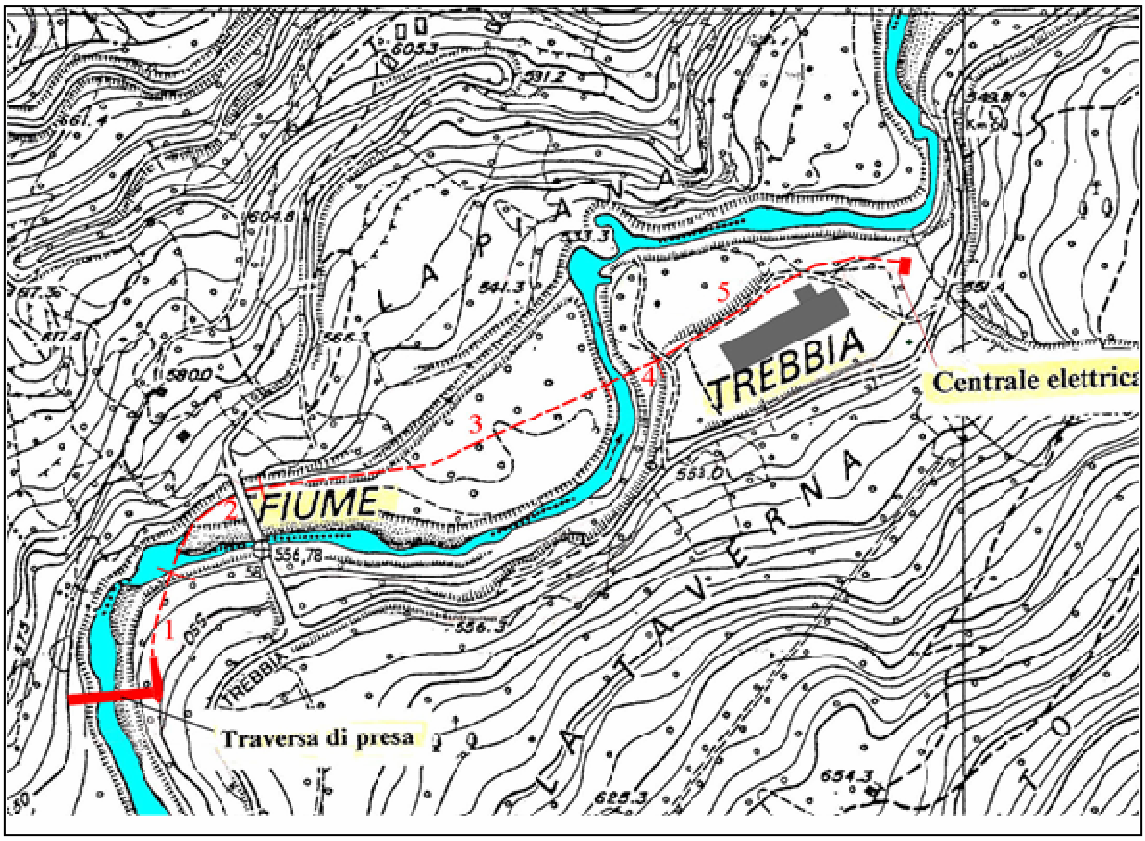


Fig. 4: Planimetria da C.T.R. 1:5.000

Traversa di presa

La captazione delle acque per la centrale avviene mediante lo sbarramento del corso d'acqua in cemento armato con altezza di 3.00 m sul letto del fiume, della larghezza di gaveta di 60 m e ala laterale in riva sinistra alta 4.5 m sulla gaveta. In sponda destra sono presenti gli organi per la derivazione, protetti da murature di cemento con sommità alla quota + 4.50 m rispetto alla

gaveta. In sponda destra, inclinata di circa 30° rispetto all'asse del fiume, si trova la muratura con le due bocche di presa con sezione di m 2.5x1.6 aventi la soglia ribassata di m 1.2 rispetto alla gaveta della traversa. Le bocche sono provviste di paratoie piane mosse da cilindri oleodinamici. A valle delle bocche si trova la vasca di dissabbiamento con il fondo in pendenza verso la paratoia di dissabbiamento, lunga circa 25 m e larga da 6 a 4.5 m, terminante sulla griglia di protezione del pozzo di imbocco della condotta di adduzione. Le murature contro terra della vasca è sostenuta da una palificata di pali trivellati di cemento armato con diametro di circa 50 cm posti a interasse di 1-1.5 m, eventualmente dotata di tiranti sub orizzontali inserentisi nel terreno. La traversa verso monte ha il paramento verticale; verso valle prevede tre gradoni alti 1 m posti a 1 m l'uno dall'altro, al fine di ridurre la velocità dell'acqua tracimante con gli stramazzi conseguenti. I gradoni sono sostenuti da una piastra di cemento armato spessa 50 cm, a sua volta appoggiata a una palificata di pali trivellati di cemento armato con diametro di circa 50 cm, spingentisi a 12-15 m nel fondo del letto. La piastra si prolunga verso valle oltre i gradoni di 3 m; verso monte e verso valle sono presenti taglioni con profondità prevista di circa 2.5 m sotto il letto del fiume; la piastra è seguita da una platea di 6 m di calcestruzzo armato nella quale sono inseriti massi e blocchi sporgenti per ridurre la velocità dell'acqua che li supera.

Dal punto di vista geologico e geomorfologico la traversa andrà ad impostarsi in **sponda sinistra** sul substrato litoide caratterizzato dai litotipi appartenenti alla **Formazione di Canale** sovrastato da deboli coperture terrigene colluviali (1-2 m) mentre **in sponda destra** al piede delle coltri di copertura di origine colluviale commiste ai depositi alluvionali fluviali. Si tratta dei terreni che caratterizzano il piede del movimento franoso descritto come “attivo” nella Carta Geologica 1:50.000 del Progetto CARG. Movimento franoso che è stato interessato da un progetto di consolidamento e stabilizzazione denominato “Lavori urgenti per ovviare agli inconvenienti e pericoli della circolazione stradale nel tratto dal km 50+650 al km 51+300 soggetto a frana”.



Foto 5: Sponda orografica destra caratterizzata dalla presenza dell'accumulo detritico.



Foto 6: Sponda sinistra orografica caratterizzata dalla presenza del substrato roccioso subaffiorante.

Da segnalare sulla sponda orografica sinistra la presenza di movimenti grafitativi superficiali a carico dei terreni di copertura associati a fenomeni erosivi di arretramento regressivo dei cigli di distacco dei movimenti gravitativi stessi.



Foto 7: Fenomeni gravitativi superficiali e fenomeni di erosione regressiva del ciglio di frana.

Condotta

La condotta di adduzione è costituita da una tubazione di poliestere rinforzata con fibre di vetro (PVRF) con diametro da 2200 a 2400 mm, della lunghezza di 670 m circa, interrata in un primo tratto nel versante di sponda destra, quindi sotto l'alveo del fiume fino alla centrale. Nei tratti di sottopasso del letto attivo della Trebbia si prevede di rivestire la tubazione con calcestruzzo per lo spessore minimo di 20 cm, al fine di evitare eventuali danni provocati dalle ghiaie portate dal fiume.

Tratto 1

Il primo tratto della condotta, lungo circa 80 m, parte dalla sponda destra della briglia e attraversando i depositi fluviali recenti (ghiaioso sabbiosi) raggiunge l'alveo attivo del fiume Trebbia. Si tratta di una porzione dell'alveo che viene riattivata in occasione del piene del Fiume.



Foto 8: tratto 1

Tratto 2

La condotta, in questo secondo tratto lungo circa 70 m, effettua il primo sottopasso del letto attivo superando il ponte di Fontanarossa per raggiungere il materasso alluvionale in riva sinistra. Si tratta di depositi alluvionali mobili che in questa zona sono commisti ai terreni colluviali provenienti dalla alterazione ed erosione del sovrastante versante. Si segnala, come già accennato in precedenza, la presenza, in corrispondenza del tratto di versante a cavallo del ponte, di movimenti gravitativi a carico dei terreni di copertura. E' evidente la necessità di deviare il flusso dell'acqua per poter operare gli scavi di interramento della tubazione e la necessità dell'impiego di motopompe per aggottare, per quanto possibile, l'acqua di subalveo.



Foto 9: tratto 2

Tratto 3

In questo terzo tratto, lungo circa 240 m, la condotta viene interrata in corrispondenza del terrazzo fluviale antico caratterizzato da potenti spessori di depositi alluvionali terrazzati fino a raggiungere l'alveo attivo prospiciente lo stabilimento delle acque minerali.



Foto 10: tratto 3

Tratto 4

Il quarto tratto, lungo circa 70 m, attraversa nuovamente il fiume Trebbia fino a raggiungere la strada lungo la recinzione di valle dello stabilimento in corrispondenza del terrazzo fluviale. Lo scavo attraversa pertanto i depositi alluvionali mobili del fiume Trebbia.



Foto 11: tratto 4

Tratto 5

La condotta prosegue infine, per altri 210 m, lungo il perimetro di valle dello stabilimento fino alla progettata centrale sul versante di destra del Fiume Trebbia, in prossimità della recinzione est dello stabilimento stesso.

Lo scavo attraverserà pertanto i depositi alluvionali terrazzati che, in questo settore, risultano commisti a materiali di riporto connessi con la costruzione dell'insediamento artigianale delle acque minerali.



Foto 12: tratto 5

Centrale

L'edificio presenta pianta rettangolare con lati di m 14x7. Al livello del piano di campagna si trova la sala per gli apparati elettrici, il locale di consegna dell'energia e quello per i contatori. Ad un livello inferiore è posizionata la sala macchine con la turbina idraulica di tipo Banki-Mitchell da 700 kW e il generatore elettrico asincrono trifase accoppiato. La parte interrata è realizzata in cemento armato e si spinge alla quota 528.8 m s.l.m. (-3.0 rispetto alla quota media del pelo libero del fiume). Il livello della sala macchine è 533.60 (+1.8 m sul fiume) e quello del PT è 538.10 (+6.30 sul fiume). Tutto il volume interrato risulta impermeabile alle acque; il livello del PT si trova a quota molto superiore a quella relativa toccata con la piena massima. La parte fuori terra viene realizzata con muratura armata di blocchetti di cls. splittati a vista di colore ocra, analogo a quello dello stabilimento adiacente, con parte di strutture in cemento armato. Per accedere alla centrale verrà utilizzata la strada esistente che prende inizio dalla SS 45 a monte dello stabilimento e scende sulle rive del fiume, strada

agevole e di ampia larghezza, permettente anche il passaggio di automezzi di grandi dimensioni. Tra la recinzione della fabbrica e l'edificio di centrale scorre il rio Riazzo, sul quale verrà realizzato un tombino per completare l'accesso alla centrale stessa.

L'edificio costituente la centrale avrà come terreno di fondazione un potente accumulo detritico di versante a granulometria limoso-sabbiosa con **abbondante scheletro detritico.** In considerazione della morfologia dei luoghi e della presenza del rio Riazzo è ipotizzabile la presenza di una circolazione idrica sottosuperficiale sia all'interno del corpo detritico sia in corrispondenza del contatto tra le coltri di copertura e il substrato roccioso.



Foto 13: Centrale

Canale restitutore

Risulta, da progetto, in parte interrato e in parte a cielo libero. Andrà a impostarsi nelle ghiaie dell'alveo fluviale.



3. MODELLO GEOTECNICO PRELIMINARE.

3.1 Premesse

I dati di carattere geotecnico e geomeccanico forniti di seguito hanno un valore puramente indicativo in quanto desunti dalla bibliografia esistente, dai rilievi speditivi di campagna e da precedenti lavori a firma dello scrivente, condotti in aree limitrofe a quella di indagine; necessitano, pertanto, di integrazioni desumibili dalle risultanze della campagna di indagini geognostiche progettata e meglio descritta nel prosieguo della presente relazione.

3.2 Caratterizzazione geotecnica.

In prima approssimazione sono forniti i seguenti parametri geotecnici cautelativi.

Depositi alluvionali a granulometria grossolana

VALORI MEDI SPAZIALI	
Peso dell'unità di volume	γ = 1.7 T/m^3
Coesione	**c'** = 0.0 Kg/cm^2
Angolo di attrito	φ' = 30°
Densità relativa	**Dr** = 40 %

VALORI MINIMI SPAZIALI	
Peso dell'unità di volume	γ = 1.6 T/m^3
Coesione	**c'** = 0.0 Kg/cm^2
Angolo di attrito	φ' = 28°
Densità relativa	**Dr** = 30 %

Coltri colluviali

VALORI MEDI SPAZIALI	
Peso dell'unità di volume	γ = 1.9 T/m^3
Coesione	**c'** = 0.01 Kg/cm^2
Angolo di attrito	φ' = 26°
Densità relativa	**Dr** = 50 %

VALORI MINIMI SPAZIALI	
Peso dell'unità di volume	γ = 1.8 T/m^3
Coesione	**c'** = 0.0 Kg/cm^2
Angolo di attrito	φ' = 24°
Densità relativa	**Dr** = 40 %

3.3 Caratterizzazione geomeccanica del substrato roccioso.

Con riferimento alla "Classificazione geomeccanica di Bieniawski" adottata dal C.S.I.R. nell'amplia bibliografia reperibile, sono stati desunti i seguenti dati:

Litotipo: Torbiditi (F.Canale).
Località: Rovegno
Classe: IV
Qualità: AMMASSO ROCCIOSO SCADENTE

VALORI MEDI DEI PARAMETRI GEOMECCANICI	
Peso dell'unità di volume	γs = 2.2 t/m^3
Coesione residua	**C**r = 0,20 MPa
Angolo di resistenza al taglio residua	φr = 29°

VALORI MINIMI DEI PARAMETRI GEOMECCANICI	
Peso dell'unità di volume	γs = 2.0 t/m^3
Coesione residua	**C**r = 0,15 MPa
Angolo di resistenza al taglio residua	φr = 27°

3.4 Sismica a rifrazione

Sono state realizzate **n°2 prospezioni sismiche a rifrazione denominate:**

- **SS1** realizzata in corrispondenza della spalla destra della briglia;
- **SS2** realizzata in corrispondenza del sedime di posa della centrale elettrica a progetto.

Stesa	*Lunghezza Complessiva (m)*	*Spaziatura Intergeofonica (m)*	*Stazioni di energizzazione*
SS1	37	1.00	7
SS2	37	1.00	7

Tab. 1: Caratteristiche stesa sismica.

Nel metodo sismico a rifrazione viene registrata la propagazione di onde elastiche, generate artificialmente all'interfaccia atmosfera – terreno e rifratte lungo superfici di discontinuità sepolte. In superficie vengono disposti trasduttori elettromagnetici, chiamati geofoni, in grado di rilevare la perturbazione prodotta propagatasi nel terreno. I geofoni sono collegati, attraverso un cavo multipolare, ad un sismografo multicanale che misura e registra i tempi di percorrenza dell'impulso elastico, generato artificialmente, nei tragitti compresi tra il punto sorgente ed ogni singolo geofono. La prima perturbazione elastica ricevuta da ogni geofono, può avere seguito un percorso "diretto" (tragitto più breve tra sorgente e ricevitore), oppure avere subito una o più rifrazioni in corrispondenza di superfici di discontinuità tra materiali caratterizzati da differenti stati di addensamento. La trattazione teorica che sta alla base del metodo si basa sui principi e sulle leggi dell'ottica. La configurazione ottimale dei parametri di acquisizione (distanza intergeofonica, numero di energizzazioni, geometria dello stendimento, lunghezza della registrazione) è definita in sito in funzione delle condizioni logistiche, della presenza o meno di fonti di disturbo e delle finalità dell'indagine. Il metodo sismico a rifrazione da superficie permette di caratterizzare i terreni presenti al di sotto dello stendimento di geofoni fino ad una profondità pari, in condizioni ideali, a circa 1/3 dello sviluppo lineare dello stesso. I tempi di percorso diretto e rifratto tra i punti in cui viene

energizzato il terreno ed i singoli geofoni, costituiscono le dromocrone e sono riportati su diagrammi nei quali sono leggibili, in ascissa, le posizioni dei singoli geofoni (proiettate sul piano orizzontale) e in ordinata i tempi in secondi. Dalle dromocrone possono essere ricavate analiticamente le velocità reali di propagazione dei fronti d'onda degli impulsi sismici alle varie profondità. Tali velocità sono proporzionali al grado di addensamento dei terreni entro i quali la perturbazione elastica si propaga e, nel caso di ammassi rocciosi, possono essere indicative delle condizioni geomeccaniche degli stessi. I valori delle velocità così ottenuti, unitamente ai tempi – intercetta e pendenza delle dromocrone, sono utilizzati per il calcolo dello spessore dei singoli livelli rifrangenti, fino alla massima profondità consentita dalla geometria dei rispettivi sviluppi. Note le velocità sismiche delle onde di compressione entro i singoli livelli rifrangenti e la variazione dei loro spessori al di sotto dello sviluppo della stesa, può essere ricostruita la sezione sismostratigrafica. Sono state effettuate energizzazioni all'interno ed all'esterno dello stendimento secondo gli usuali schemi di acquisizione. L'acquisizione è stata effettuata mediante un sismografo Dolang DBS 280 a 24 canali. L'interpretazione dei dati è stata effettuata per la prova a rifrazione con il software *INTERSISM* della "*Geo&Soft International*". Le energizzazioni del terreno, per la generazione delle onde di compressione, sono state effettuate mediante percussione con massa battente (mazza con testa da 10 kg) su piastra di acciaio.

3.4.1 Analisi dei dati

La sequenza degli strati sismici, definiti da intervalli di velocità, è stata tarata e ricondotta alle tipologie di materiali e formazioni presenti nell'area in esame.

Stesa Sismica "SS1" (Sponda destra traversa)

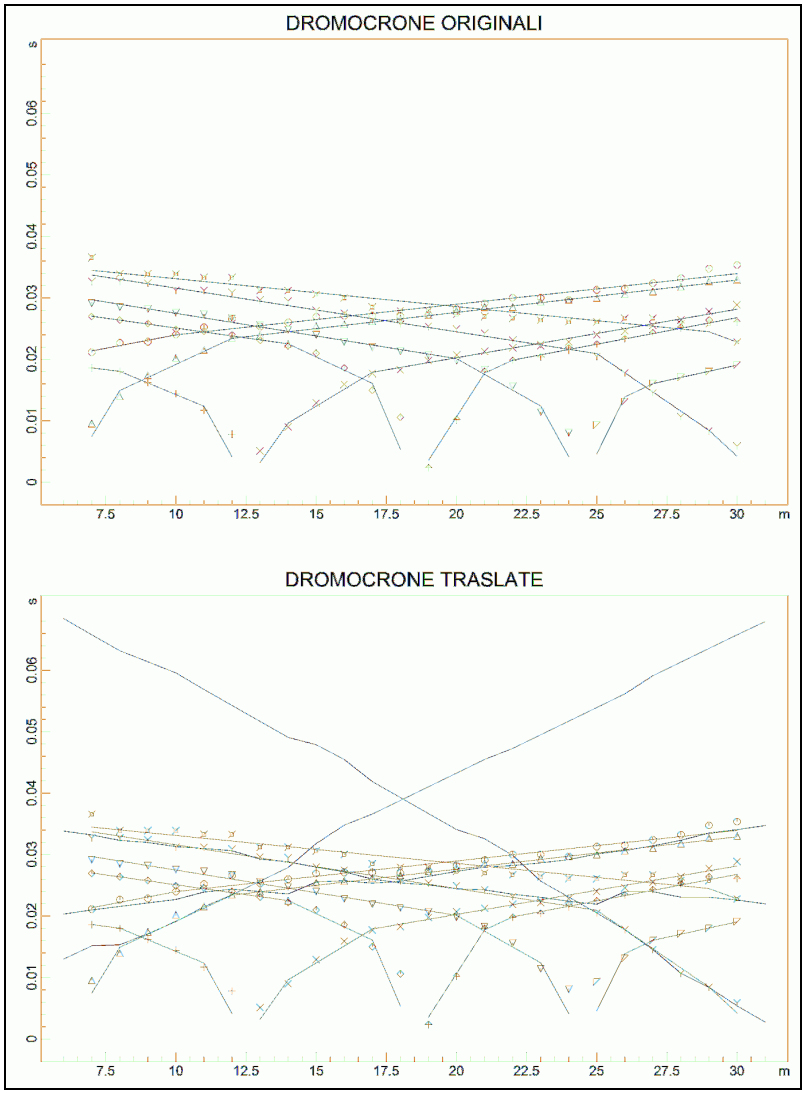


Fig. n° 5: Dromocrone della prova SS1.

Dall'indagine sismica a rifrazione, risente in questo caso della probabile presenza della falda acquifera di subalveo del fiume Trebbia che altera le velocità di propagazione delle onde longitudinali (Vp). L'interpretazione a strati di seguito riportata necessita pertanto di una taratura che sarà eseguita nel corso delle indagini geognostiche (sondaggi) da eseguirsi in fase esecutiva.

Dall'interpretazione della prova è stato possibile individuare tre livelli a comportamento elastico differente come di seguito riportati:

- **Livello 1:** materiale caratterizzato da velocità **Vp media di circa 130 m/s** che raggiunge profondità massimo **1.0 metri** di spessore e un minimo di **0.20 m**. Riconducibile ad un livello costituito da ***terreno vegetale.***

- **Livello 2:** materiale caratterizzato da velocità **Vp medio di circa 405 m/s.** Tale livello può essere ricondotto ai **depositi alluvionali fluviali commisti a materiali detritici colluviali**, da debolmente addensati a sciolti. Raggiungono profondità via via crescenti passando dai 2.50 m dell'inizio stesa (geofono 1) fino ai 3.0/4.0 m verso al fine della stesa (geofono G24).

- **Livello 3:** materiale caratterizzato da velocità **Vp di circa 1974 m/s**. Tale livello corrisponde con tutta probabilità al **substrato roccioso.**

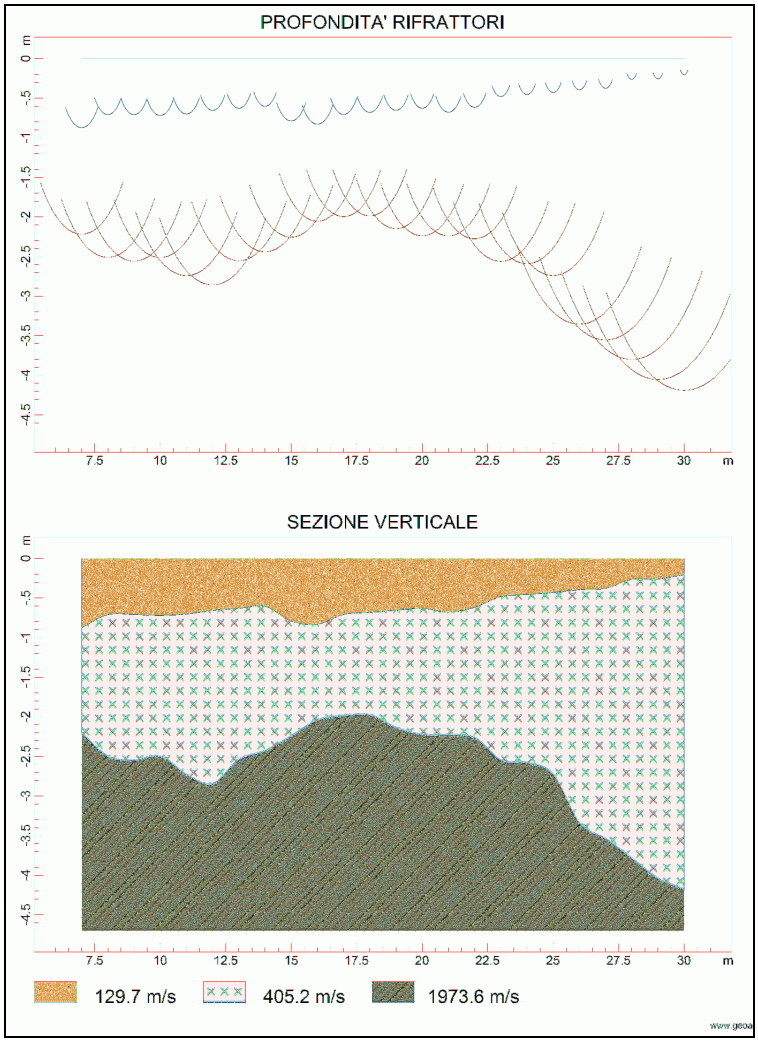


Fig. n° 6: Interpretazione stratigrafica della SS1.

Stesa Sismica "SS2" (Centrale)

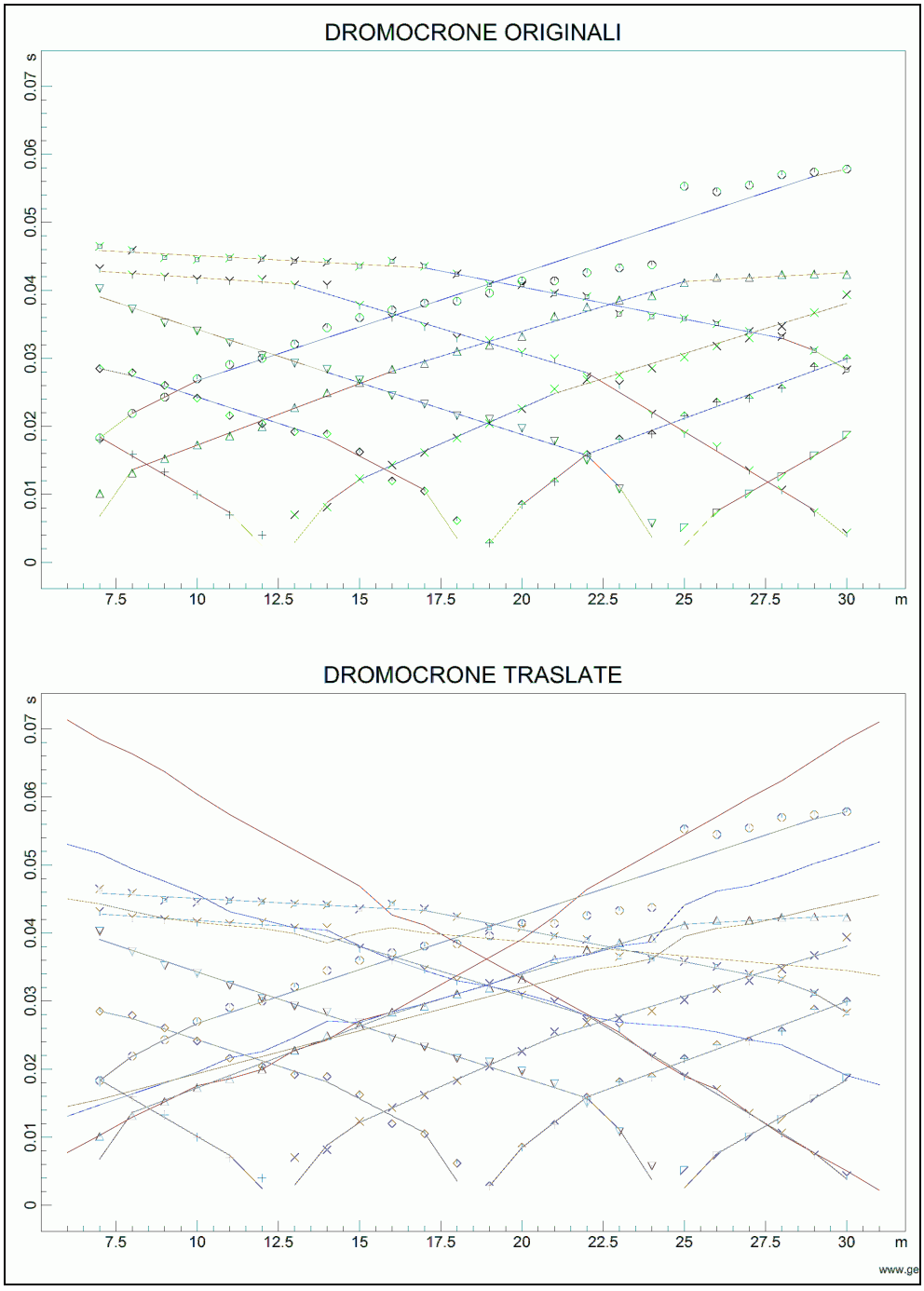


Fig. n° 7: Dromocrone della prova SS2.

Dall'interpretazione della prova è stato possibile individuare tre livelli a comportamento elastico differente come di seguito riportati:

- **Livello 1:** materiale caratterizzato da velocità **Vp media di circa 188 m/s** che raggiunge profondità massimo **1.0 metri** di spessore e un minimo di **0.20 m**. Riconducibile ad un livello costituito da ***terreno vegetale.***

- **Livello 2:** materiale caratterizzato da velocità **Vp medio di circa 374 m/s.** Tale livello può essere ricondotto ai **materiali detritici colluviali**, da debolmente addensati a sciolti. Raggiungono profondità via via crescenti passando dai 2.00 m dell'inizio stesa (geofono 1) fino ai 3.0 m verso il fiume alla fine della stesa (geofono G24).

- **Livello 3:** materiale caratterizzato da velocità **Vp medio di circa 638 m/s.** Tale livello può essere ricondotto ai **materiali detritici colluviali**, da debolmente addensati ad addensati passanti verso il basso al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso. Raggiungono profondità via via crescenti passando dai 2.50 m dell'inizio stesa (geofono 1) fino agli 8.0 m verso il fiume alla fine della stesa (geofono G24).

- **Livello 4:** materiale caratterizzato da velocità **Vp di circa 1220 m/s**. Tale livello corrisponde con tutta probabilità alle porzioni più superficiali alterate del **substrato roccioso.**

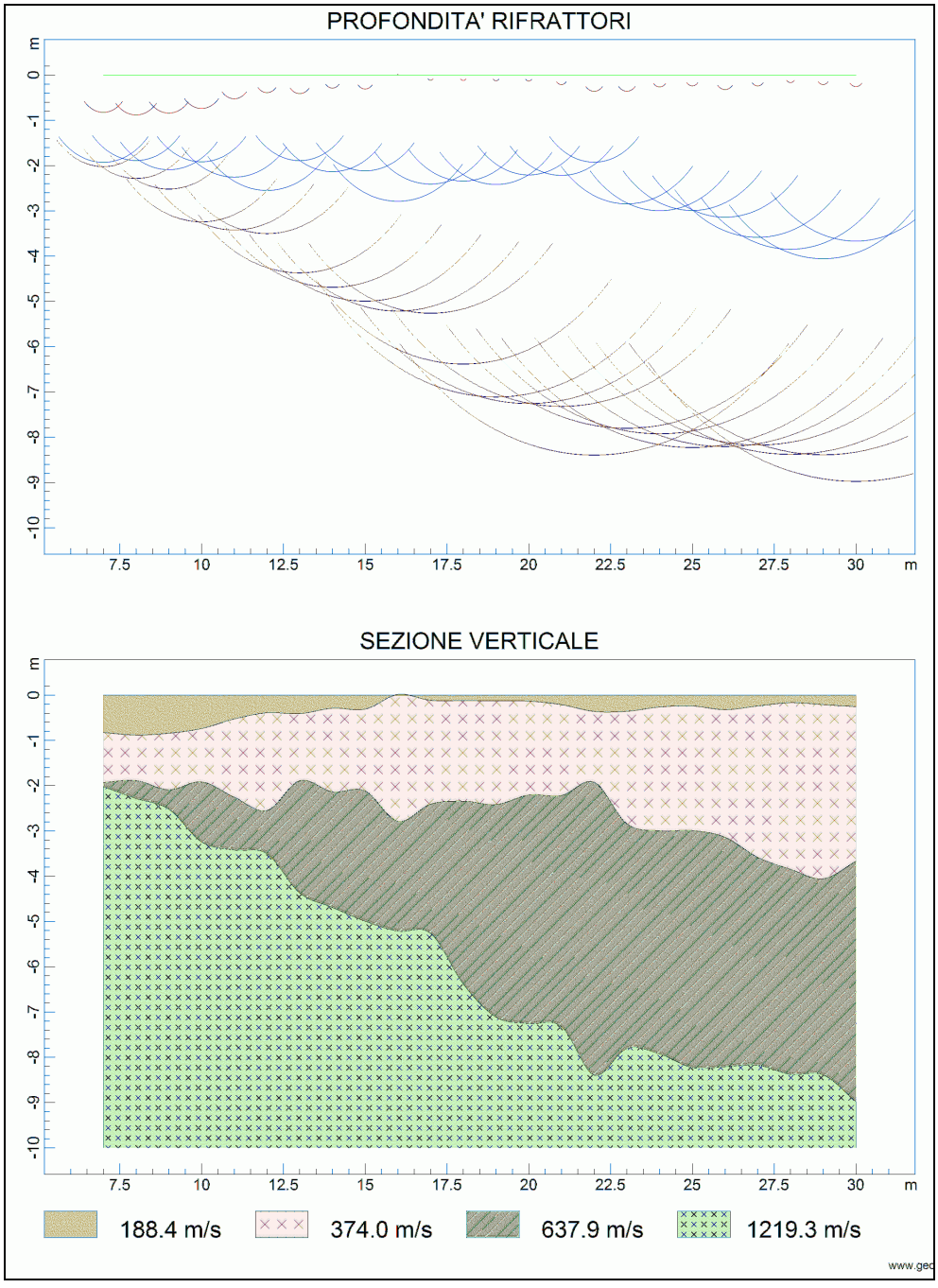


Fig. n° 8: Interpretazione stratigrafica della SS2.

3.5 Prova MASW

Sono state eseguite due prove MASW (una in corrispondenza della sponda destra del sito ove verrà realizzata la traversa e l'altra in corrispondenza del sedime dove sarà posizionata la centrale) al fine di ottenere la Vs30 necessaria alla definizione della categoria di sottosuolo presente in corrispondenza dell'area di rilevamento. L'indagine MASW è un'indagine indiretta attiva che misura la velocità di fase delle onde sismiche di superficie. La velocità delle onde sismiche dipende dalla densità e dalla rigidezza del materiale attraversato ovvero da proprietà riconducibili alle caratteristiche litologiche del substrato indagato. Il comportamento della propagazione delle onde sismiche in profondità dà origine a fenomeni di trasformazione delle stesse in base al materiale attraversato. Lo svolgimento della prova consiste nel generare un treno di onde sismiche (energizzazione) e registrarne l'arrivo a dei geofoni disposti in linea ad intervalli noti. Qui di seguito si riportano i risultati della prova MASW. Il sismografo utilizzato è un *Dolang DBS 280*, 24 canali. L'acquisizione del segnale è stata eseguita su uno stendimento di 24 geofoni con frequenza di 4.5 Hz equidistanziati di 1.0 metri. L'energizzazione è avvenuta utilizzando una mazza del peso di 10 kg, su piastra metallica.
L'elaborazione è stata eseguita con il software MASW dell'ing. Vitantonio Roma

PROVA MASW 1 (SPONDA DESTRA TRAVERSA)

1-Dati sperimentali

Numero di ricevitori..... **24**
Distanza tra i sensori: ..... **1 m**
Numero di campioni temporali **2048**
Passo temporale di acquisizione..... **0.6 ms**
Numero di ricevitori usati per l'analisi **24**
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... **0 ms**
L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... **1200 ms**
I ricevitori sono invertiti (l'ultimo ricevitore nel file è il primo per l'analisi)

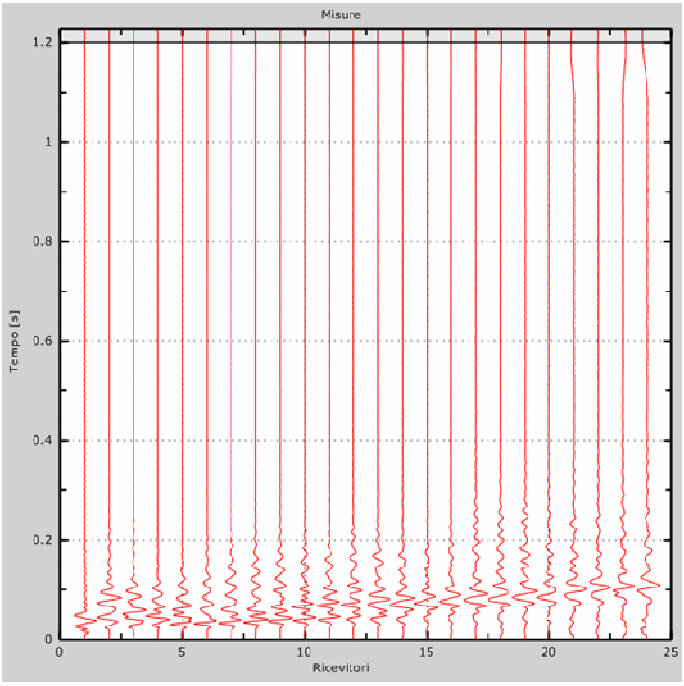


Fig. n° 9: Tracce sperimentali

2-Risultati delle analisi

Frequenza finale..... **55Hz**
Frequenza iniziale **2Hz**

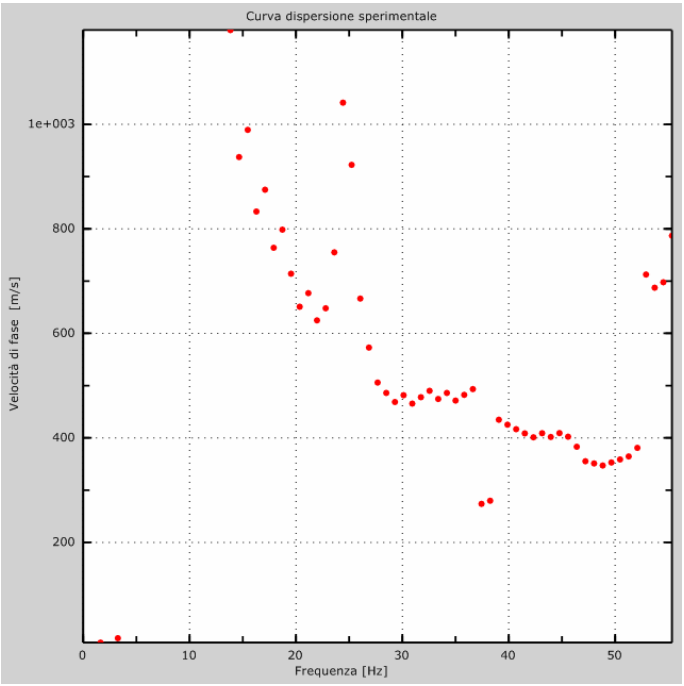


Fig. n° 10: Curva di dispersione sperimentale.

3–Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
13.1296	1665.2	1567.71	1762.69
13.724	1183.49	1086	1280.98
15.2588	976.562	878.906	1074.22
16.5339	873.824	782.07	965.577
17.985	767.361	690.625	844.097
19.506	727.592	667.378	787.805
20.7113	662.76	596.484	729.036
22.2619	650.175	595.696	704.653
23.4375	733.796	660.417	807.176
25.1259	716.122	621.502	810.743
26.1637	652.604	587.344	717.865
27.1793	555.554	501.075	610.032
28.89	477.431	429.687	525.174
30.2054	481.004	426.525	535.483
31.6162	476.103	428.493	523.713
34.3424	483.187	434.868	531.506
35.8252	483.871	429.393	538.35
37.0687	372.635	335.371	409.898
39.7949	426.291	383.662	468.92
41.4451	409.321	326.17	492.473
42.5212	403.164	362.847	443.48

43.8227	412.189	326.17	498.208
45.2474	405.07	364.563	445.577
46.9029	374.914	294.63	455.198
47.9736	351.401	316.261	386.541
49.3886	357.71	288.895	426.525
50.6999	360.532	324.479	396.586
52.0904	377.781	329.037	426.525

Tabella 1: Valori **c**urva di dispersione

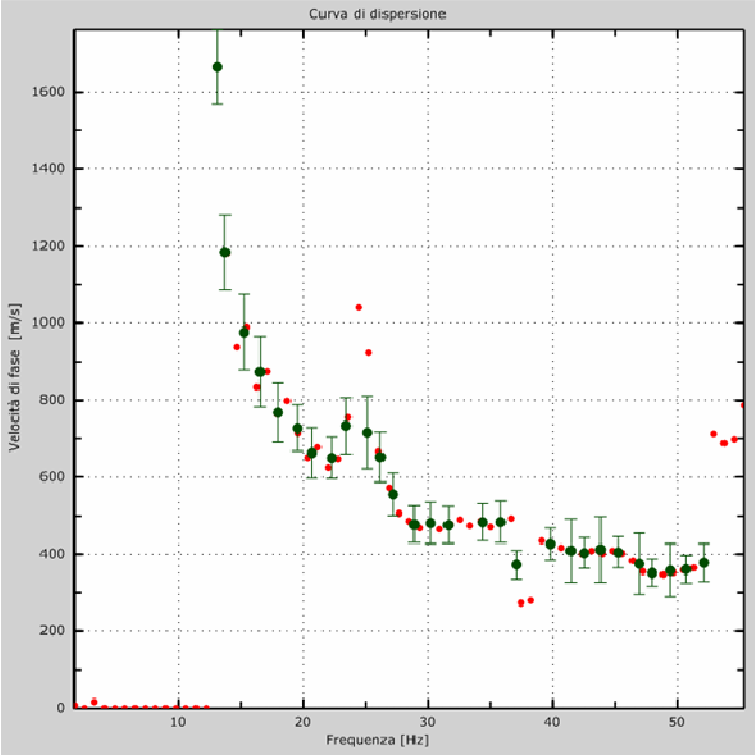


Fig. n° 11: Curva di dispersione (picking)

4–Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	9
Spaziatura ricevitori [m]	1m
Numero ricevitori	24
Numero modi	3
Numero iterazioni	5
Massimo errore [%]	16%

Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

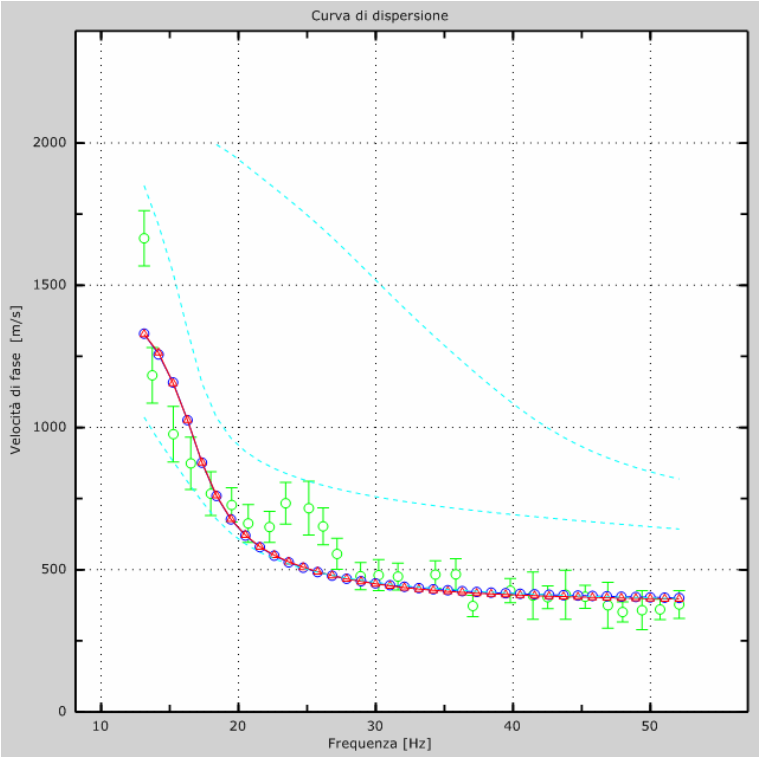


Fig. n°12: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleight (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

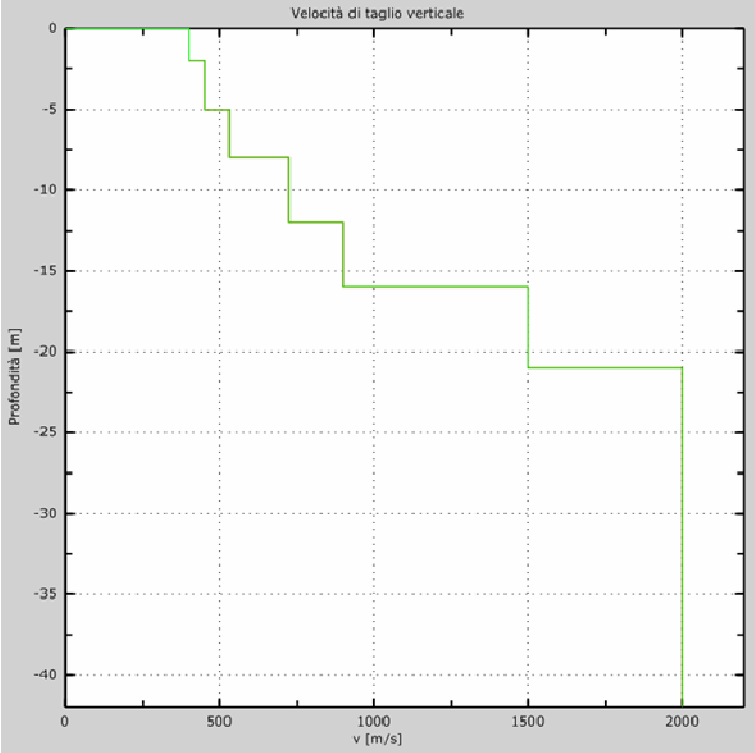


Fig. n° 13: Profilo Vs numerico

5–Risultati finali

- Piano di riferimento z=0 [m].....0
- Vs30 [m/s] 854
- La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008
- Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).
- Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.
- Esiste uno strato di alterazione di spessore maggiore di 3m

Tipo di suolo S2

> ***Tipo S2:*** *Depositi di terreno liquefacibile o argille sensitive o altri profili di terreno non inclusi nei tipi A, B, C, D, E o S1.*

PROVA MASW 2 (CENTRALE)

1-Dati sperimentali

Numero di ricevitori..... **24**
Distanza tra i sensori: ..... **1 m**
Numero di campioni temporali **2048**
Passo temporale di acquisizione..... **0.6 ms**
Numero di ricevitori usati per l'analisi **24**
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... **0 ms**
L'intervallo considerato per l'analisi termina a ..... **2000 ms**
I ricevitori sono invertiti (l'ultimo ricevitore nel file è il primo per l'analisi)

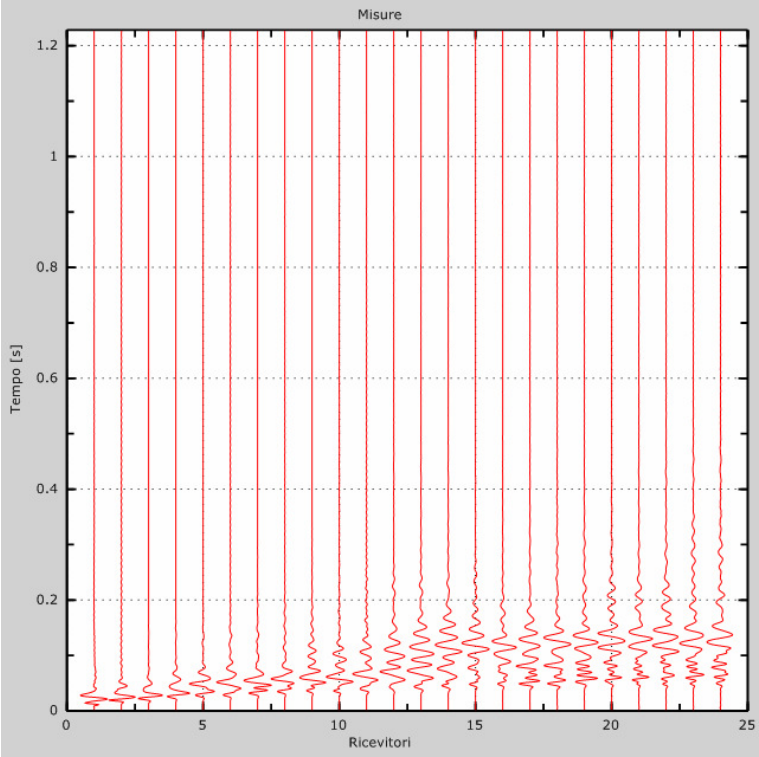


Fig. n° 14: Tracce sperimentali

2-Risultati delle analisi

Frequenza finale..... **60 Hz**
Frequenza iniziale ..... **2 Hz**

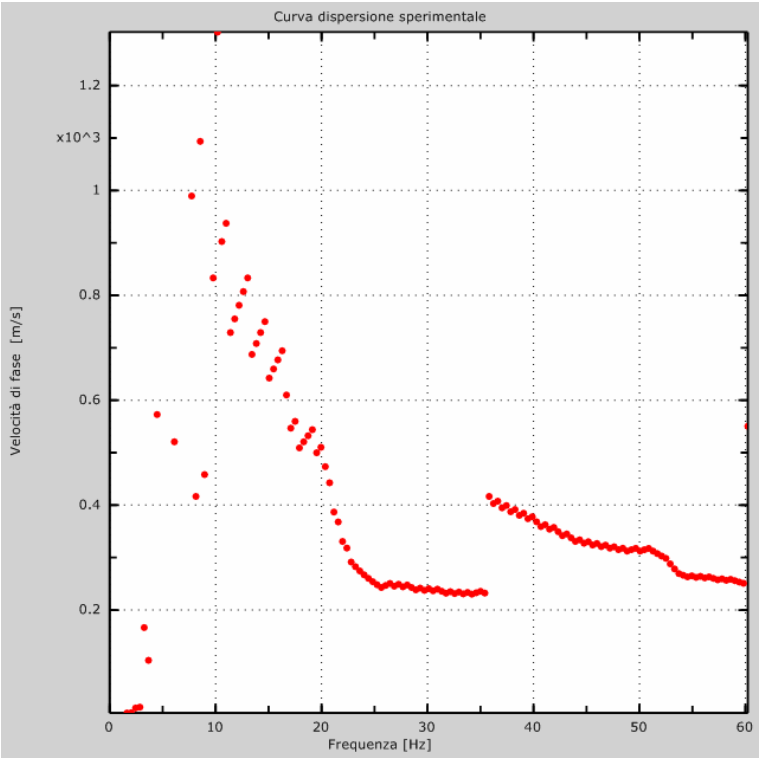


Fig. n° 15: Curva di dispersione sperimentale.

3–Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
7.52767	1432.29	1289.06	1575.52
8.95296	1230.04	1117.46	1342.63
10.4777	1002.6	902.344	1102.86
13.1852	832.388	770.105	894.672
14.6852	758.127	683.866	832.388
16.3778	673.363	606.027	740.699
17.7924	595.231	537.739	652.724
19.3278	521.991	469.792	574.19
20.7925	425.149	348.493	501.806
22.2778	321.436	289.292	353.579

23.8996	274.232	209.553	338.911
25.2279	248.397	223.558	273.237
26.5783	257.463	164.038	350.888
28.1779	246.648	221.983	271.312
31.1279	237.903	214.113	261.693
34.078	231.115	208.004	254.227
34.9356	238.299	183.202	293.396
37.028	394.965	355.469	434.462
39.978	375.641	338.077	413.205
42.9281	343.424	309.082	377.767
45.8781	326.244	293.62	358.869
48.8281	312.5	281.25	343.75
51.7782	306.499	275.849	337.149
54.7282	264.347	237.913	290.782
57.6782	259.046	233.141	284.951

Tabella 2: Valori **c**urva di dispersione

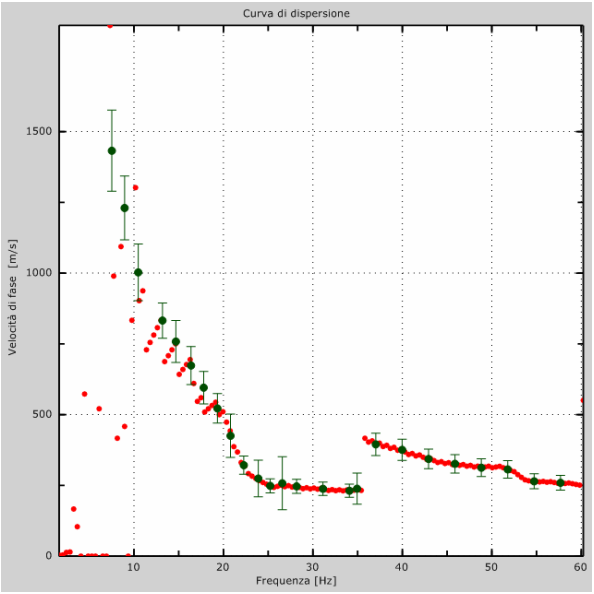


Fig. n° 16: Curva di dispersione (picking)

4–Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	9
Spaziatura ricevitori [m]	1m
Numero ricevitori	24
Numero modi	3
Numero iterazioni	5
Massimo errore [%]	16%

Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

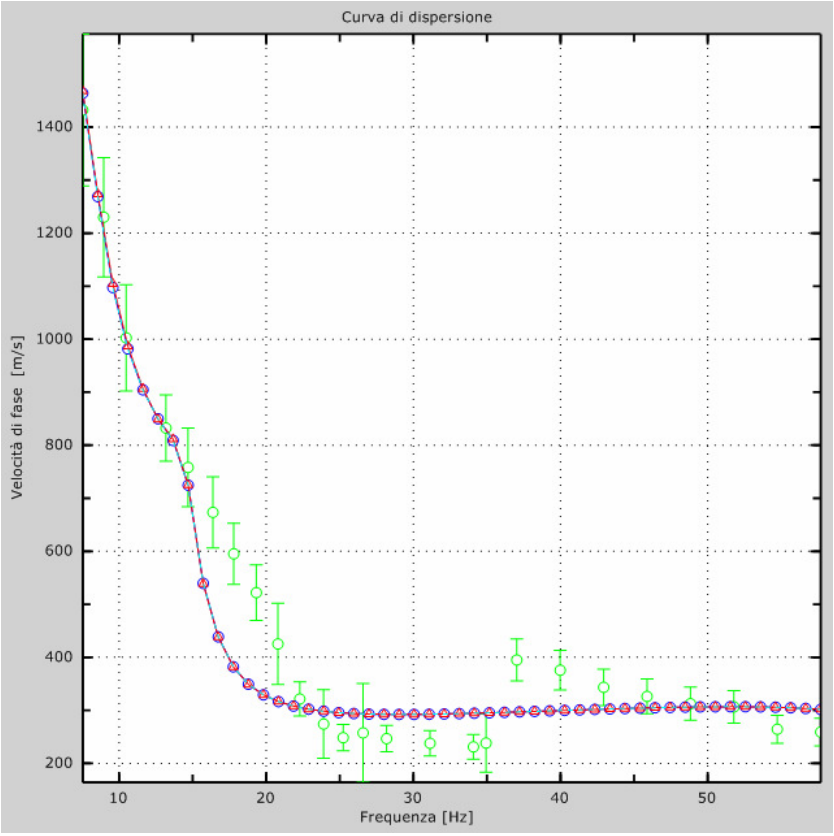


Fig. n°17: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleight (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

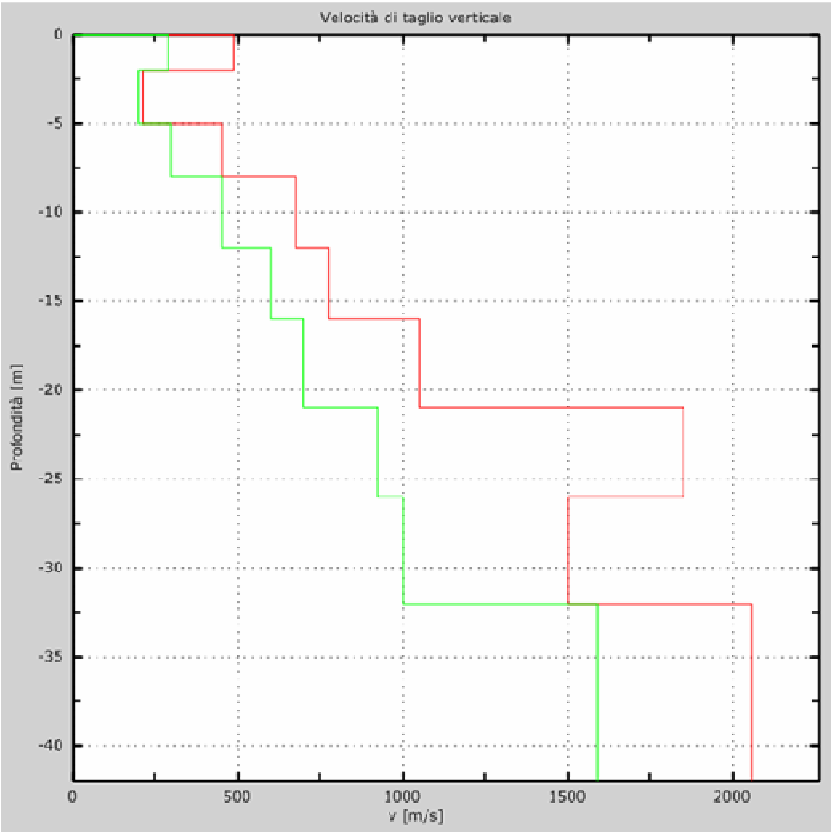


Fig. n° 18: Profilo Vs numerico

5–Risultati finali

- Piano di riferimento z=0 [m].....0
- Vs30 [m/s] 650
- La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008
- Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E o S1 (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).
- Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.
- Esiste uno strato di alterazione di spessore maggiore di 3m

Tipo di suolo S2

> ***Tipo S2:*** *Depositi di terreno liquefacibile o argille sensitive o altri profili di terreno non inclusi nei tipi A, B, C, D, E o S1.*



4. SISMICA

4.1 Premesse.

In base alla Delibera della Giunta Regionale n°1362 del 19/11/2010 (In ottemperanza ai disposti del DM 14.01.2010 Norme Tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria) **il Comune di Rovegno rientra nella zona sismica 3.**
Con il D.M. 14/01/2008 l'azione sismica di riferimento viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più un criterio "zona dipendente". L'azione sismica di progetto in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite presi in considerazione viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di costruzione.

4.2 Stima della pericolosità sismica.

Come già accennato nei paragrafi precedenti le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Sono descritte dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("*periodo di riferimento*" V_R, espresso in anni), nel sito di interesse si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata *"probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento* P_{VR}".

La pericolosità sismica è definita in termini di:

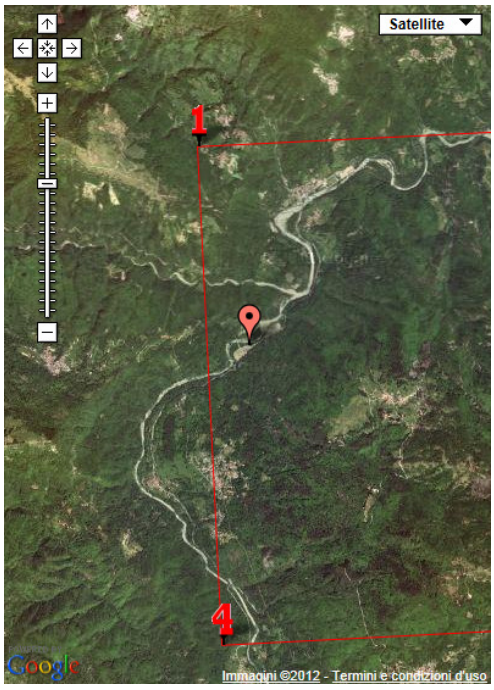
- accelerazione orizzontale massima attesa *"ag"* in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria "A"), con superficie topografica orizzontale (categoria "T1").
- Ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se(T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ag: *accelerazione orizzontale massima al 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*.

La stima della pericolosità sismica è basata su una griglia di 10751 nodi ove viene fornita la terna di valori ag, F_0 e T*C per nove distinti periodi.

Coordinate geografiche del sito di intervento

Loc. Isola, Rovegno	
	**Latitudine (gradi decimali)** 44,589489° **Longitudine (gradi decimali)** 9,2834472°

Allo stato attuale i dati forniti derivano da una collocazione geografica "media", rispetto al comparto. In fase esecutiva, il dato sarà infittito a seconda dei singoli progetti.



Vita Nominale

La *vita nominale di un'opera strutturale* V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo per la quale è destinata.

Evidenziata in giallo la vita nominale (minimo di legge) a cui si fa riferimento:

TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1. Opere provvisorie, opere provvisionali, strutture in fase esecutiva[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

Classe d'uso dell'opera.

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 dell'Eurocodice 8).Evidenziata in giallo la classe d'uso a cui si fa riferimento:

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. Industri 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. Industri 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 conseguenze di un loro eventuale collasso.
CLASSE IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti,

[1] Le verifiche sismiche di opere provvisorie o strutture in fase costruttiva possono omettersi quando le relative durate previste in progetto siano inferiori a 2 anni.



	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 DM 5/11/2001, 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.

Coefficiente d'uso

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Forme Spettrali

Le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} a partire dai valori di a_g, F_0, T^*_C, su sito di riferimento rigido e orizzontale.

Note le coordinate geografiche, la vita nominale e la classe d'uso dell'opera (coefficiente d'uso), si forniscono i valori dei su elencati parametri, per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun stato limite:

STATO LIMITE	**T_R (anni)**	**a_g (g)**	**F_0**	**T^*_C (s)**
SLO	120	0.063	2.525	0.260
SLD	201	0.077	2.518	0.270
SLV	1898	0.171	2.466	0.296
SLC	2475	0.186	2.468	0.299

Successivamente all'esecuzione della campagna di indagini geognostiche, ed alla conferma da parte del progettista dei dati sin'ora riportati (vita nominale, classe d'uso), lo scrivente potrà fornire i necessari ulteriori dati (categoria di sottosuolo e topografica) ai fini del calcolo dei coefficienti sismici di progetto.

5. CONSIDERAZIONI TECNICHE E CONCLUSIONI

5.1 Giudizio di fattibilità geologica.

Dall'analisi dei dati geologici, geomorfologici e idrogeologici rilevati il progetto **risulta sostanzialmente fattibile sotto il profilo geologico-geotecnico, compatibile con le Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)**.

Le principali criticità emerse nel corso del presente studio che dovranno essere necessariamente tenute in debita considerazione nel corso della progettazione strutturale sono di seguito riassunte:

1) Presenza del potente corpo detritico (interessato da recenti interventi di sistemazione) posto a monte della spalla destra della traversa a progetto. Di qui la necessità di soluzioni fondazionali su pali.
2) Presenza di fenomeni erosivi e gravitativi superficiali lungo il versante orografico sinistro in corrispondenza della traversa e del tratto iniziale della condotta.
3) Presenza di fenomeni erosivi al piede dei due terrazzi alluvionali antichi che saranno attraversati dalla condotta (vedi fig. 4 Tratti 3 e 5).
4) Nei tratti in cui la condotta attraversa l'alveo attivo del fiume Trebbia necessità di spostare temporaneamente il flusso delle acque e gestire la falda di subalveo all'interno degli scavi per la posa della tubazione.
5) Elevata potenza dei terreni di copertura in corrispondenza del sedime di posa della centrale.

A fronte di quanto elencato in precedenza risulta indispensabile la realizzazione di una campagna di indagini geognostiche a supporto della verifica del modello geologico soprattutto in corrispondenza della traversa e della centrale e dell'approfondimento del modello geotecnico. Si riporta di seguito la descrizione della campagna geognostica



5.2 Progetto indagini geognostiche.

La campagna di indagini geognostiche permetterà di accertare aspetti quali la natura, l'origine, la potenza e le caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche sia delle coperture coerenti e/o semicoerenti superficiali, sia del substrato roccioso (giacitura, assetto strutturale, stato di conservazione), in modo da poter indagare preventivamente se e quali accorgimenti tecnici si debbano adottare prima dell'esecuzione dell'intervento al fine di non compromettere l'attuale assetto sotto il profilo geologico-geomorfologico, nonché il regime idrologico ed idrogeologico.

Essa sarà articolata come segue:

- Esecuzione di **n° 4/5 sondaggi meccanici a rotazione**, con prelievo continuo di campione, ubicati secondo quanto riportato in TAV. n°4 – Ubicazione delle indagini geognostiche.
  L'ubicazione degli stessi potrà essere suscettibile di lievi spostamenti in funzione di eventuali difficoltà di carattere logistico per l'accesso ai luoghi.
  La profondità di carotaggio sarà variabile in funzione della profondità rispetto al piano campagna della quota di imposta delle fondazioni e comunque fino al raggiungimento del substrato roccioso con caratteristiche geomeccaniche idonee a supportare i carichi indotti dall'edificio. Nel corso delle perforazioni dei sondaggi dovrà essere prevista:
  - a) per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di copertura: l'esecuzione di prove S.T.P ed eventualmente di prove di laboratorio (granulometrie, limiti di Attemberg, prove di taglio).
  - b) per la caratterizzazione geomeccanica del substrato roccioso: Il prelievo di campioni di roccia da sottoporre a Prova di compressione monoassiale (al fine di ricavare la resistenza a compressione della roccia).

- c) per la determinazione della circolazione idrica sottosuperficiale: l'installazione nei fori di sondaggio di tubi piezometrici.

Per tutto quanto attiene le informazioni da fornire in fase esecutiva il sottoscritto professionista conferma già fin da ora la propria disponibilità per eventuali chiarimenti.

Professionista incaricato
Dott. Geol. Marcello Brancucci



Savona 06/03/2012