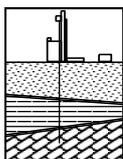


Comune	STELLA (PROVINCIA DI SAVONA)
Progetto	AMPLIAMENTO CIMITERO DELLA FRAZIONE DI GAMERAGNA
Data	Novembre 2018
Committente	Spett. AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI STELLA

RELAZIONE GEOLOGICA

(D.M. 17/01/2018 – Aggiornamento Nome Tecniche per le Costruzioni)



Dott. Francesco Valle

Geologo

Via V. Poggi 4/4 – 17100 SAVONA

tel. 019.828.156- 3479072824

e-mail: geolvalle@gmail.com

Cod. fisc.: VLLFNC70C17C823S

P.IVA.: 02159710991



1) PREMESSA

La presente relazione riferisce su quanto è emerso dalla indagine eseguita dal sottoscritto Dott. Geol. Francesco Valle, iscritto al n° 409 dell'Albo Professionale dell'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria, su incarico conferitogli dalla Spett. Amministrazione Comunale di Stella in relazione al progetto di ampliamento del Cimitero della Frazione di Gameragna.

In particolare (vedi anche TAVV.3-4 e più in dettaglio documentazione progettuale), le opere significative dal punto di vista geologico – tecnico riguarderanno la preparazione dell'area d'imposta dei nuovi loculi nella porzione più a monte, la realizzazione di un collegamento all'attuale cimitero sul lato a levante e la preparazione dell'area adibita a campo a terra.

Eseguiti i necessari rilievi si espongono qui di seguito le condizioni emerse, tenendo conto che l'indagine si è sviluppata secondo i seguenti criteri:

- inquadramento dell'area nell'ambito del Piano di Bacino del T. Sansobbia;
- rilevamento geologico, geomorfologico ed idrogeologico della zona per un'area sufficientemente significativa;
- esecuzione di prove e determinazioni ed osservazioni in posto;
- assemblaggio ed elaborazione degli elementi acquisiti e redazione della presente relazione geologica.

2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- R.D. 3267/1923 e succ. mod.- L.R. 4/1999: Vincolo Idrogeologico.
- D.M. 17/01/2018: Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni
- L. 267/1998. Piani di Bacino Stralcio per la tutela dal Rischio Idrogeologico.
- DGR n° 216 del 17/03/2017 (OPCM 3519. Aggiornamento classif. sismica del territorio della Regione Liguria).
- D.P.R. n. 120 del 13/06/2017 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’art. 8 del decreto legge 12.09.2014 n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 1.11.2014 n. 164” .

3) VINCOLI AMMINISTRATIVO - TERRITORIALI

Vincolo idrogeologico

La zona ricade nelle aree sottoposte al vincolo idrogeologico.

Inquadramento nella cartografia del Piano di Bacino

Così come risulta dagli stralci della cartografia di Piano di Bacino del Torrente Sansobbia allegati (ALL.1.1 ÷ 1.3), la zona rientra in un'area a suscettività al dissesto bassa (Pg1), posta su un tratto di versante alla destra del rio Cullu, via d'acqua iscritta col n° 177 nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia, ed a distanza di salvaguardia da ogni suo tributario minore, appartenente al reticolo minuto (per i quali è prevista una distanza di salvaguardia di 3m).

Nella zona non sono previsti interventi di tipo idraulico o geomorfologico.

Normativa geologica d'attuazione

Per quanto riguarda la Normativa Geologica di Attuazione a corredo del PUC di Stella, l'area in oggetto è localizzata nelle zone di tipo E3 (vedi TAV.5):

Art. 5 - Zone tipo E caratterizzate dalla presenza di coltri sciolte di copertura.

(Tav. G.4, lettera E): le zone tipo E sono distribuite pressochè su tutto il territorio comunale, laddove alla presenza di substrato roccioso affiorante o sub-affiorante si sostituiscono coperture sciolte in diversa condizione di potenza, di stabilità e di contenuto d'acqua. 5.3 - Prevalenza di problematiche di ordine geotecnico legate alla natura ed al comportamento meccanico delle coltri; si richiedono verifiche puntuali di dettaglio per qualsiasi tipo di intervento. (Tav. G.4, lettera E3). Nel sottotipo E3 sono confluite le aree caratterizzate da presenza di coperture sciolte di spessore maggiore di 3 metri, ove non siano stati riscontrati fenomeni di instabilità, né significativa presenza di acqua.

Zonazione sismica

In base alla Delibera della Giunta Regionale n° 216 del 17/03/2017 (OPCM 3519. Aggiornamento classif. sismica del territorio della Regione Liguria) il Comune di Stella rientra nella zona sismica "4".

Rocce e terre da scavo

I movimenti terra legati alla realizzazione dell'intervento riguarderanno coltri e riporti di fascia sovrastanti un substrato costituito da Calcescisti, litotipi non appartenenti alla famiglia delle "Rocce verdi" (vedi anche TAV.2).

4) INQUADRAMENTO GENERALE

L'area in questione è situata sul limite orientale dell'abitato di Gageragna, immediatamente a valle della strada Stella-Sanda, sul versante collinare alla destra orografica di Rio Cullu (vedi TAV.1). E' rappresentata da un pendio esposto al quadrante sud sud-orientale, degradante con acclività medie dell'ordine del 50 - 60%, , terrazzato con fasce di ampiezza variabile contenute da muretti a secco (in prevalenza) e/o pietra e malta. In particolare, l'area cimiteriale si trova su una rottura di pendio a bassa acclività, delimitata superiormente ed inferiormente dalle strade di collegamento che in questo tratto percorrono il versante grossomodo a mezzacosta. Il terreno si colloca in un contesto geologico caratterizzato dalla presenza di un substrato roccioso generalmente affiorante e/o subaffiorante di Calcescisti (vedi TAV.2); si tratta di una roccia metamorfica calcareo micacea dal caratteristico aspetto scistoso grigio scuro, tettonizzata ed alterata, con diversi sistemi di discontinuità variamente orientati ma con i piani di scistosità che tendono ad immergersi sempre tra Est e Sud-Est.



Sono direttamente visibili sia lungo i tagli stradali che localmente sul versante, al piede dei muri di contenimento o delle scarpate di fascia, evidenziando ovunque una certa variabilità dello stato conservativo, passando da roccia massiccia e fresca a roccia estremamente fratturata ed alterata, localmente completamente disgregata, con condizioni conservative da discrete a scadenti.



Le coperture più sciolte, di spessore variabile (vedi anche risultati tests penetrometrici – ALL.2), da circa il metro sul pendio fino ai 2 ÷ 3 dell'area propriamente d'intervento, risultano costituite da materiali di origine detritico-eluviale a cui possono essere localmente frammisti riporti più o meno recenti; sono caratterizzate da un abbondante scheletro di scaglie e scagliette di calcescisti immersi in una abbondante matrice da limoso-sabbiosa a limo-argillosa bruna.

Grazie alla superficialità del substrato ed alla presenza di una generale sistemazione idrogeologica legata alle cunette stradali ed ai solchi camperecci, l'area risulta nel complesso sufficientemente stabile; non si evidenziano infatti significative lesioni nei manufatti presenti né segni di movimentazione che si discostino da locali scucchiamenti dei cigli a lato della provinciale e fenomeni di spanciamiento e parziale crollo di porzioni dei vecchi muri a secco, nella norma per questo tipo di strutture in un contesto di pendenze medie e mancanza di ma-

nutenzione. Dal punto di vista idrogeologico, le coperture sono caratterizzate da una permeabilità medio-bassa per porosità, mentre il substrato può essere considerato sostanzialmente impermeabile o comunque scarsamente permeabile per fessurazione (sono sempre possibili sono le venute d'acqua da locali zone di alterazione e/o fessurazione); pur in questo contesto di terreni non particolarmente permeabili, nel corso delle indagini non si è rilevata presenza di una falda, in quanto è preventivabile solo una presenza di una laminazione d'acqua al contatto coltri-substrato quantomeno a carattere stagionale ed in concomitanza di intensi e perduranti fenomeni piovosi.

Per quello che riguarda l'idrologia superficiale, l'elemento idrografico principale è costituito dal sottostante Rio Cullu e dai suoi tributari minuti, vie d'acqua a carattere stagionale verso cui attualmente defluiscono, attraverso le cunette stradali, i vari solchi e sentieri campereschi esistenti, le acque meteoriche in eccesso della vallecola.

5) INDAGINI GEOGNOSTICHE

In corrispondenza dei posizionamenti indicati in Planimetria (TAV.3) sono state eseguite alcune prove penetrometriche ed una prospezione sismica; sull'affioramento presente a lato della strada d'accesso al camposanto sono state infine eseguite osservazioni e determinazioni.

Penetrometrie dinamiche

Le prove penetrometriche dinamiche consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste.

L'infissione avviene per battitura di un maglio che cade su un'incudine con frequenza ed altezza costante; contando i colpi necessari per l'infissione di un tratto di 10cm si risale alla resistenza del terreno.

Si tratta di una prova continua che avviene senza un controllo diretto del terreno indagato, influenzabile in modo determinante dalla granulometria del terre-

no. Per le prove in oggetto è stato utilizzato un penetrometro dinamico idraulico "tipo Emilia" (TECNOTEST mod. TP 223) avente le seguenti caratteristiche:

peso maglio	= 30 Kg	diametro aste	= 20 mm
altezza di caduta	= 20 cm	diametro punta	= 35.6 mm
lunghezza aste	= 1.00 m	sezione punta	= 10 cmq
peso aste	= 2.4 Kg/m	angolo apertura punta	= 60°
Corrispondenza con il penetrometro standard nelle sabbie N "TP 223" (10 cm) = N "SPT" (30 cm)			

Gli istogrammi del numero di colpi N per 10cm di avanzamento (ALL.2) delle prove confermano la presenza di un livello di circa 2÷ 2.5m di materiali particolarmente sciolti (terreno agrario, riporti di fascia e coltri) passanti a cappellaccio d'alterazione ancora in buona parte disgregato ma sostanzialmente impenetrabile allo strumento attraverso un livello di coltri più addensate; si tratta di terreni piuttosto eterogenei in termini di resistenza all'avanzamento della punta, che evidenziano inoltre nel periodo di esecuzione delle prove una normale umidità.

Prospezione sismica a rifrazione P.S.1

In corrispondenza dell'allineamento indicato in planimetria (TAV.3) è stata effettuata una prospezione sismica a rifrazione, denominata P.S.1, acquisendo i dati mediante un sismografo Dolang DBS280 della "Dolang Geophysical" a 24 canali digitali a 24 bit utilizzando 24 geofoni. con energizzazione a massa battente dal peso di 10 kg con piastra di battuta in alufer e di cui vengono allegate le risultanze (ALL.3). La sezione tomografica mostra la presenza di coperture sciolte dello spessore variabile, superficialmente poco addensate mediamente per 2 ÷ 3m; a questi terreni seguono coltri detritico – eluviali molto addensate passanti e/o intercalate al substrato roccioso molto alterato in graduale miglioramento con la profondità. Tra i geofoni 16 ed il 20 circa, si ha una risalita verso la superficie del terreno più addensato. Il substrato roccioso più sano, in scadenti/discrete condizioni di conservazione è rilevabile a profondità superiori a circa -4m dal p.c..

Analisi sismica MASW

L'elaborazione delle risultanze della prova attraverso lo specifico programma d'interpretazione (MASW di Vitantonio Roma) ha fornito un valore della $V_{S30} \approx 460$ m/s, valore riconducibile ai terreni di tipo B (vedi in dettaglio risultati ALL.3).

Analisi granulometrica

Al fine di valutare il grado di permeabilità, è stata determinata la composizione granulometrica su un campione significativo prelevato tramite trivella a mano ad una profondità di circa $- 80 \div - 100$ cm dal p.c.; il materiale, essiccato a 105° , è stato vagliato per via umida utilizzando vagli della serie ASTM E-11-81 e rappresentando le risultanze sia in tabella che mediante la curva granulometrica.

Il terreno risulta essere costituito, così come qui sotto sintetizzato, prevalentemente da materiali granulari sabbiosi con una certa frazione ghiaiosa e limo – argillosa (vedi anche ALL.4):

ghiaia/pietrisco	sabbia	limo-argilla
25.3 %	50.2 %	24.5 %

Tenendo conto di quanto sopra il terreno risulta classificato nella categoria A-1-b della classificazione AASHTO M 145-82 (frammenti di roccia e sabbia) e pertanto ad esso compete una permeabilità ad esso è attribuibile una permeabilità media ($K \approx 10^{-3} \div 10^{-4}$ m/sec).

Osservazioni sul substrato affiorante

Nell'affioramento più prossimo alla zona d'intervento è stato possibile rilevare le giaciture dei piani di discontinuità più evidenti; al riguardo c'è da sottolineare come l'ammasso roccioso risulti senz'altro ed essenzialmente caratterizzato dalla scistosità più che dai piani di fratturazione. Per questo motivo non si è ritenuto necessario predisporre una proiezione stereografica polare ed un diagramma di frequenza ma semplicemente indicare l'orientazione media (ed i valori estremi) di tali discontinuità:

- imm. 105° (103° | 118°), inclinaz. 28° (22° | 51°) - scistosità -
- imm. 300° (292° | 320°), inclinaz. 70° (68° | 72°) - fratturazione -

- imm. 150° (143° | 155), inclinaz. 45° (42° | 49°) - fratturazione -

Sono state eseguite, con il martello di Schmidt, alcune misurazioni sui giunti dei piani di scistosità (discontinuità principali); i risultati dei tests evidenziano valori medi dell'indice sclerometrico intorno a 14 ÷ 15, a cui, sulla base del diagramma che lega la resistenza alla compressione monoassiale Co all'indice sclerometrico, competono valori della Co = 180 ÷ 190 Kg/cm², caratteristici di ammassi in scadenti/discrete condizioni conservative.

Misurazioni:

P.1 (n. test: 35) : <10 - 12 - 14 - <10 - <10 - <10 - 16 - 14 - 12 - 18 - <10 - <10 - 16 - 15 - 12 - <10 - 13 - 10 - 12 - 15 - <10 - <10 - 15 - <10 - <10 - 22 - 15 - 15 - 16 - 25 - 20 - 21 - 21 - 17 - 22

P.2 (n. test: 30) : 12 - 18 - 16 - 16 - 14 - <10 - 14 - 12 - 12 - <10 - 20 - 12 - 19 - <10 - 15 - 20 - 21 - 16 - 13 - <10 - 15 - 28 - 18 - 12 - 22 - 17 - 22 - 19 - 16 - 16

Istogramma indice sclerometrico/frequenza:

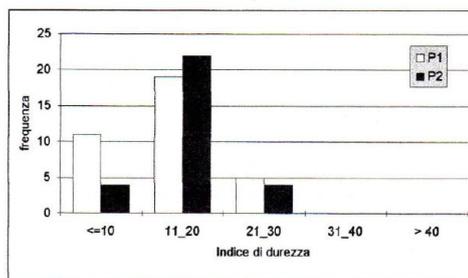
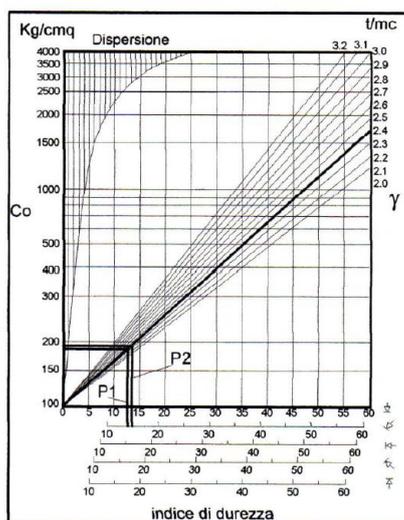


Diagramma indice sclerometrico/Co:



6) MODELLAZIONE GEOLOGICA GENERALE

Il rilevamento e le indagini hanno permesso di elaborare il seguente modello geologico:

- presenza nell'area subpianeggiante d'intervento di coperture sciolte per i primi 2 ÷ 2.5m passanti a coltri detritico eluviali molto addensate e/o cappellaccio d'alterazione del substrato.
- presenza di un substrato rappresentato da calcescisti, litotipi metamorfici con un'evidente tessitura scistosa, ed orientazione con angolazioni medie verso Est, Sud – Est (quindi variabile da traverpoggio a franapoggio rispetto al pendio), di colore dal grigio al bruno per effetto dell'ossidazione; il substrato è costituito nei livelli più superficiali (per i primi 2 ÷ 3m) da roccia più alterata (cappellaccio), la cui qualità migliora indubbiamente con la profondità.

7) MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA

Le condizioni geomorfologiche dell'area facilitano il percolamento di acque meteoriche all'interno del terreno, ma non si evidenziano particolari zone di ristagno; è probabile la presenza di una laminazione idrica, a carattere stagionale, al contatto coltri/substrato in concomitanza di intense e/o perduranti precipitazioni meteoriche così come venute d'acqua all'interno di fessurazioni e/o zone particolarmente fratturate del substrato.

8) MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Facendo riferimento al D.M. 14/01/2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” ed alla circolare 617 del 2/02/09 del Ministero delle Infrastrutture “Istruzioni per l'applicazione delle N.T.C.”, l'accelerazione massima prevedibile per il sito in esame (Lat. 44.371745 e Long. 8.524483) può essere valutata con riferimento alla situazione stratigrafica e topografica attraverso la relazione: $A_{max} = S_S \times S_T \times a_g$

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s); per depositi con profondità H del substrato (definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s) superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$.

Nel caso in oggetto, sulla base delle indagini sismiche eseguite, non è presente un bedrock sismico a profondità inferiori ai 30m dal piano campagna e quindi il sito è riconducibile alla categoria di sottosuolo B (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*).

Per quanto riguarda il coeff. topografico S_T , ricadendo la zona d'intervento nella categoria T1 "*pendii e rilievi con inclinazione media $i < 15^\circ$* ", risulta $S_T = 1$

Per quello che riguarda infine l'accelerazione orizzontale massima al bedrock a_g , sono attesi valori inferiori a 0.053g (vedi ALL.5), calcolati con una probabilità di superamento del 10% in 475 anni (corrispondente allo stato limite di salvaguardia della vita - SLV).

9) MODELLAZIONE GEOTECNICA - GEOMECCANICA MEDIA

Sulla base di quanto emerso dalle indagini è possibile caratterizzare i livelli (valori minimi e medi) in parte attraverso i dati acquisiti dalle prove, in parte sulla base di dati esperienziali e bibliografici.

Caratterizzazione delle coltri detritico – eluviali – terreni di fascia

Costituite da terreno vegetale, coltri detritiche eluvio-colluviali e riporti di fascia, quindi materiali estremamente eterogenei ma per spessori non particolarmente significativi, ad esse, tralasciando i primi decimetri di terreno vegetale comunque particolarmente sciolto e non adatto come base fondazionale per nuove

strutture murarie, possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici medi di riferimento della matrice fine:

angolo d'attrito φ	27° ÷ 30°
peso di volume γ	18 ÷ 19 kN/m ³
Coesione effettiva c'	5 ÷ 10 kPa

Substrato roccioso

Per quello che riguarda il substrato, costituito nei livelli più superficiali (per i primi 2 ÷ 3m) da roccia molto alterata (cappellaccio d'alterazione), risulta (sulla base sia di quanto osservabile negli affioramenti che dalle risultanze della prova sismica effettuata) in condizioni di conservazione scadenti/discrete la cui qualità migliora indubbiamente con la profondità; gli possono pertanto essere attribuiti cautelativamente i parametri medi propri di un materiale detritico molto addensato e comunque dotato di una certa coesione:

peso di volume γ_{nat}	24 ÷ 25 kN/m ³
angolo d'attrito φ	32° ÷ 35°
coesione c	10 ÷ 20 kPa

10) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente perizia ha consentito di definire l'andamento stratigrafico dell'area interessata dall'intervento, di definire la caratterizzazione sotto gli aspetti fisico-meccanico e sismico dei terreni presenti nel sottosuolo.

Le opere previste dal progetto saranno eseguite in un contesto già ampiamente antropizzato; tali opere, in quanto comunque limitate e non modificanti l'attuale morfologia dell'area, non creeranno disequilibri all'assetto idrogeologico e non interferiranno con il reticolo di deflusso relativo ai corsi d'acqua naturali.

Il modello geologico definito nella presente relazione deve essere inteso come modello fisico, non trattando la parte relativa ai modelli di comportamento più propriamente legati alla parte di progettazione. In ogni caso tutti gli aspetti geo-

tecnici - geomeccanici affrontati nella presente relazione geologica dovranno comunque essere validati e integrati da parte del progettista strutturista.

L'indagine di sito eseguita ha comunque sempre carattere puntuale: in corso d'opera si dovrà obbligatoriamente verificare la rispondenza tra la caratterizzazione geologica e geotecnica media descritte nella presente relazione e le effettive caratteristiche geologiche del sottosuolo rilevate durante gli scavi. Qualora si rilevassero significative differenze tra quanto riportato nella presente relazione e le condizioni reali verificate in sito, si dovrà adeguare il progetto.

Grazie soprattutto alla morfologia subpianeggiante, l'area propriamente d'indagine non presenta situazioni di instabilità (rendendo insignificanti, visto anche il tipo di interventi, particolari calcoli di verifica globale).

Per quanto riguarda gli scavi (che saranno comunque ridotti nell'ordine di 1÷3m, riguardando l'approntamento fondazionale delle nuove murature), volendo eseguire lo sbancamento in maniera tradizionale, i fronti, anche gradonati, potranno essere modellati temporaneamente con angolazioni medie di sicurezza intorno ai 40° ÷ 50° per quello che riguarda la porzione superiore in coltri.

Si dovrà inoltre evitare di operare in periodi particolarmente piovosi e nell'eventualità che si verificano tali fenomeni, si dovranno proteggere le porzioni di scavi aperti con teli impermeabili o altri mezzi idonei provvedendo a convogliare le acque lontano dagli stessi.

Le nuove fondazioni dovranno superare il primo livello di terreno comunque particolarmente sciolto e non adatto come base fondazionale per nuove strutture murarie; si ritiene comunque opportuno che siano progettate a contrastare eventuali differenze di risposta ai carichi dovute alle sempre possibili eterogeneità conservative di tali materiali.

Nella realizzazione di eventuali porzioni di sistemazione in riporto (a tergo delle murature), dovrà essere utilizzato del materiale con caratteristiche geotecniche idonee sistemato con tutti gli accorgimenti necessari a garantirne un adeguato costipamento, cioè un materiale a composizione prevalentemente granulare, con una componente fine limo-argillosa non superiore al 20 - 25% e avente al

suo interno clasti di diametro massimo = 200mm, che, costipato a strati di non più di 30cm per volta garantirà, con un elevato angolo d'attrito, la stabilità anche nel lungo periodo.

Al fine di migliorare l'attuale regimazione delle acque superficiali in eccesso che, raccolte per lo più dalle cunette di fascia e/o stradali vengono smaltite verso i collettori naturali laterali e di valle (in particolare il tributario del Rio Cullo subito a levante dell'attuale impianto cimiteriale, non vengono richiesti particolari interventi di sistemazione idraulico-agraia che si discostino da un adeguato drenaggio delle strutture murarie controterra e la predisposizione di un sistema di raccolta delle acque di drenaggio ed il loro smaltimento nelle attuali vie, la cui funzionalità dovrà fondamentalmente essere verificata periodicamente attraverso una loro generale manutenzione.

In particolare si consiglia la predisposizione di una cunetta di raccolta subito a tergo del muro di controripa di monte, che potrà smaltire le acque collegandosi alla cunetta già presente a monte del camposanto esistente.

Inoltre, sempre al fine di diminuire gli afflussi delle acque meteoriche da monte, si consiglia il ripristino di porzioni danneggiate ed una più frequente manutenzione delle canalette di smaltimento della sovrastante provinciale.

I materiali di risulta provenienti dagli sbancamenti saranno costituiti da coltri, terreni di fascia e substrato disgregato non appartenenti alla famiglia delle "pietre verdi"; si tratta quindi di terreni naturali, plausibilmente non contaminati ed in cui le osservazioni geologiche effettuate non hanno rilevato presenza di minerali ascrivibili alla famiglia degli amianti. I materiali potranno essere riutilizzati in sito o in altro sito seguendo le disposizioni del D.P.R. n. 120 del 13/06/2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art. 8 del decreto legge 12.09.2014 n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 1.11.2014 n. 164". I materiali in esubero dovranno essere conferiti in discarica autorizzata.

Dott. Francesco Valle

Geologo

Sulla base di quanto sopra, dal punto di vista geologico l'area studiata è da ritenersi idonea alla realizzazione dell'intervento previsto e pertanto si esprime un parere di fattibilità geologica.

La realizzazione dell'intervento in questione è inoltre da ritenersi, per quanto di competenza dello scrivente, sia ammissibile in relazione all'assetto idrogeologico dell'area evidenziato nel corso della perizia (ritenendosi assolutamente insignificante ai fini dell'assetto idrogeologico del versante e non pregiudicandone l'attuale stabilità) che compatibile con la Normativa di Piano di Bacino, non aggravando l'attuale livello di suscettività al dissesto, trovandosi a distanza di salvaguardia dalle più prossime vie d'acqua e migliorando, con la cura e ripristino delle sistemazioni di smaltimento delle acque meteoriche a contorno, l'efficienza idraulica della porzione di bacino interessato.

Savona, li 12/11/2018

il geologo

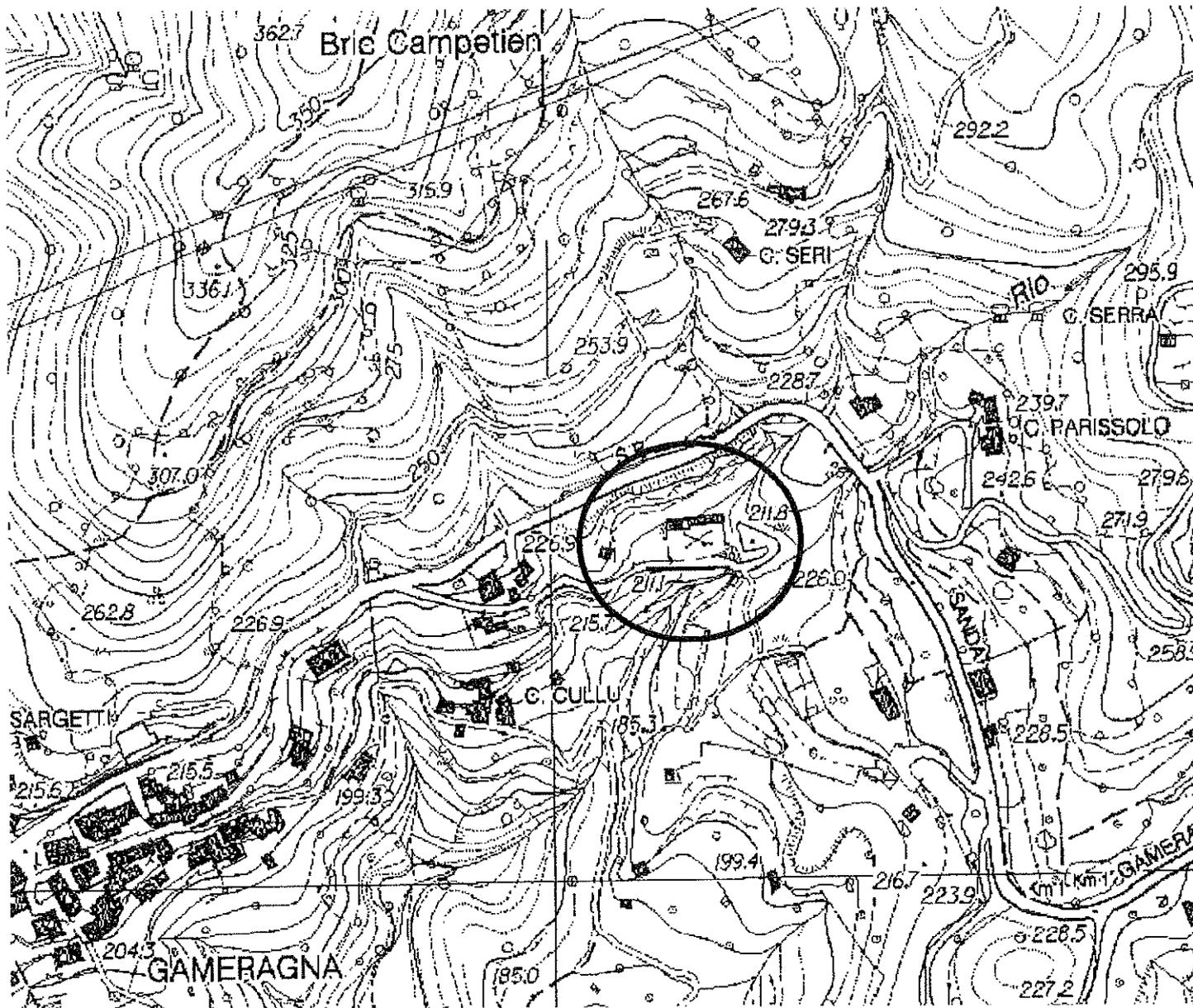


- TAVOLE: 1 - COROGRAFIA
2 – STRALCIO CARTA GEOLITOLOGICA
3 – PLANIMETRIA
4 – SEZIONI STRATIGR. INTERPR
5 – STRALCIO CARTOGRAFIA GEOLOGICA DI PUC
- ALLEGATI: 1.1/1.3 – STRALCI CARTOGRAFIA PIANO DI BACINO
2 – PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE - Risultanze
3 – PROVE SISMICHE - Risultanze
4 – ANALISI GRANULOMETRICA
5 – PARAMETRI SISMICI DI SITO

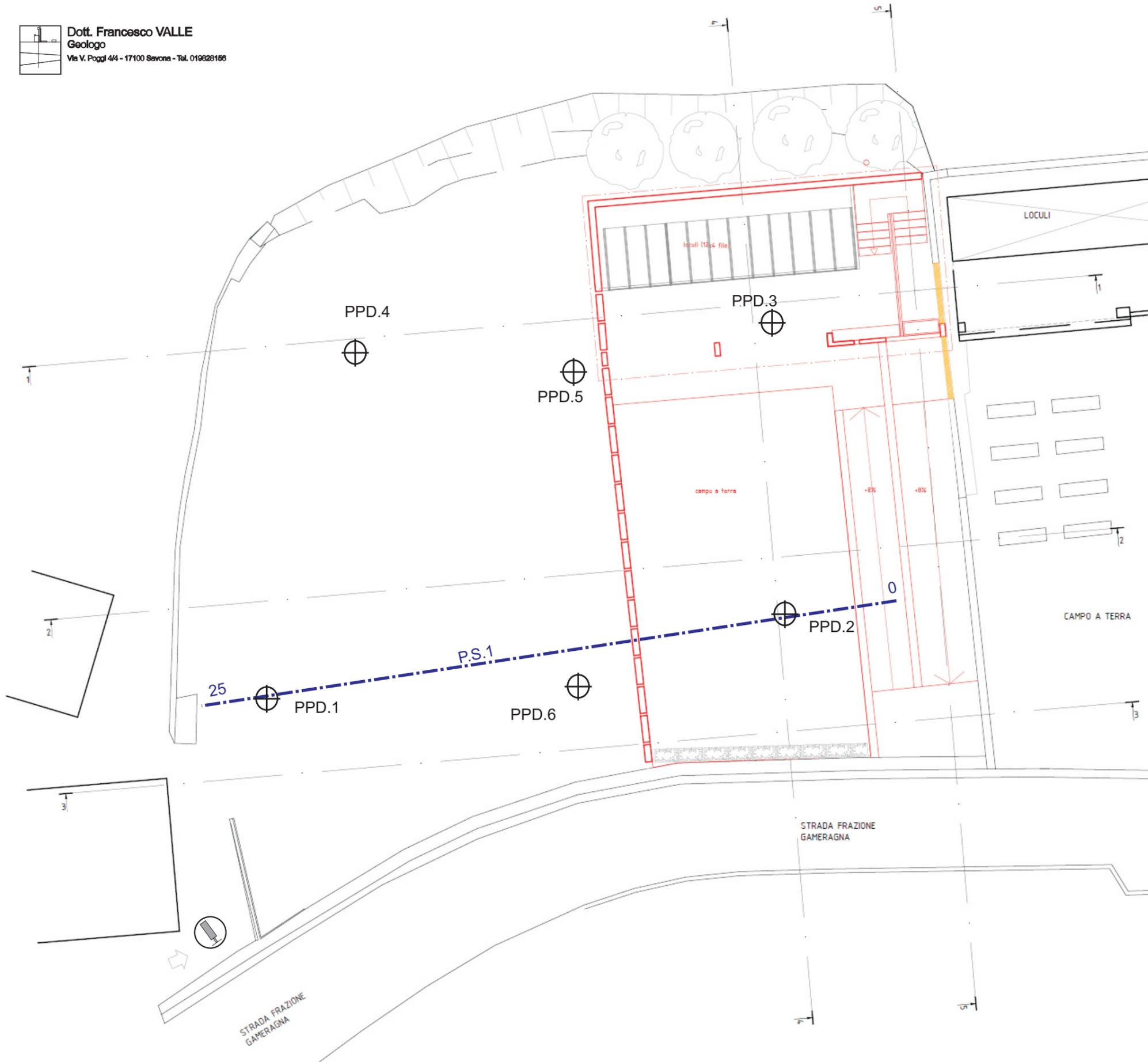


Dott. Francesco Valle
Geologo

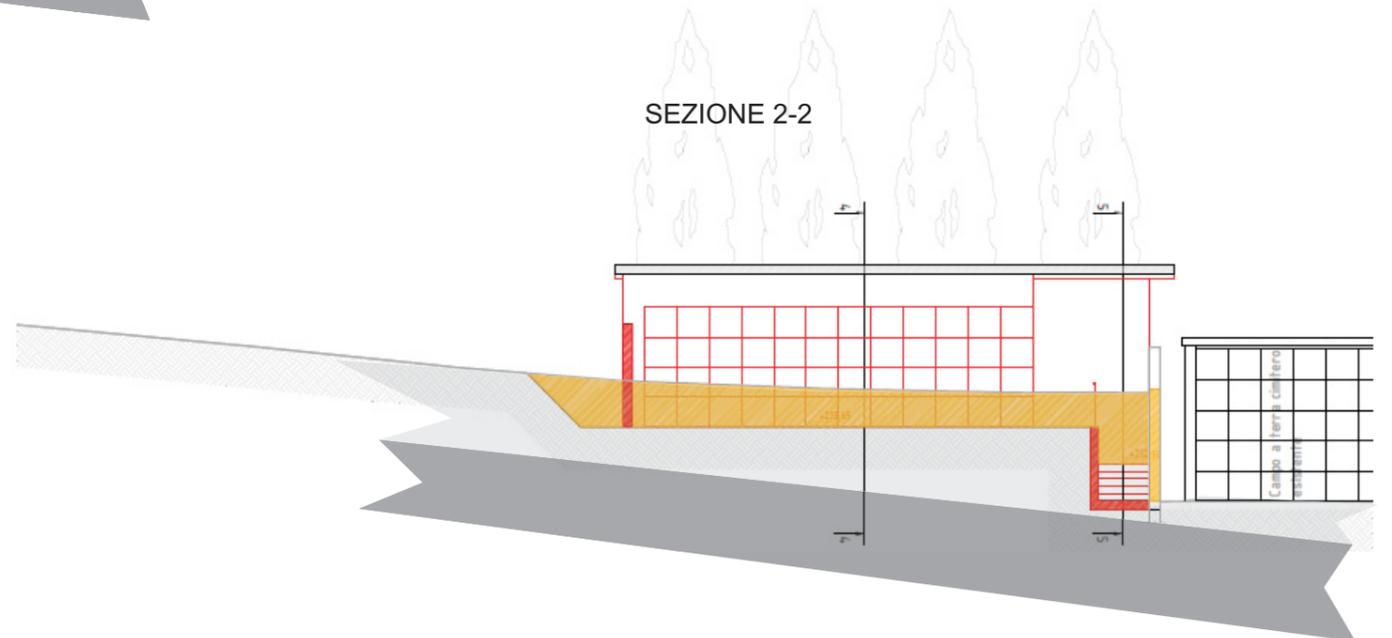
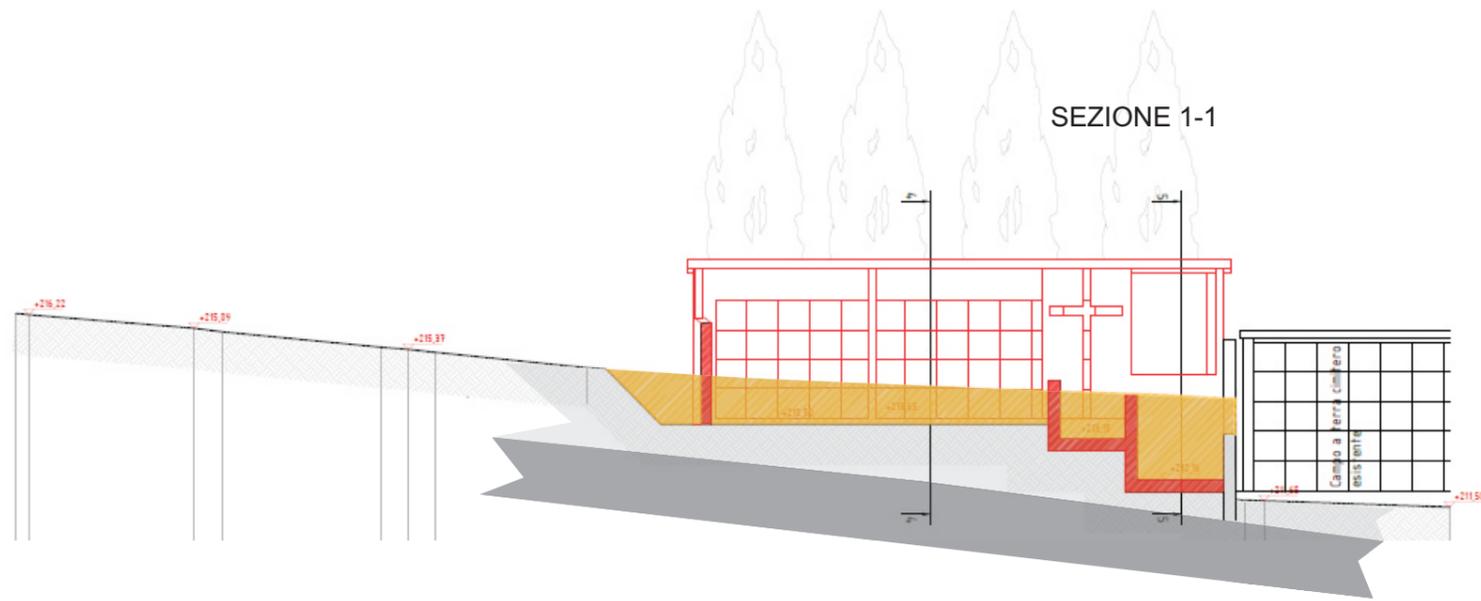
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona

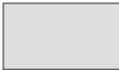
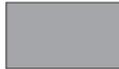


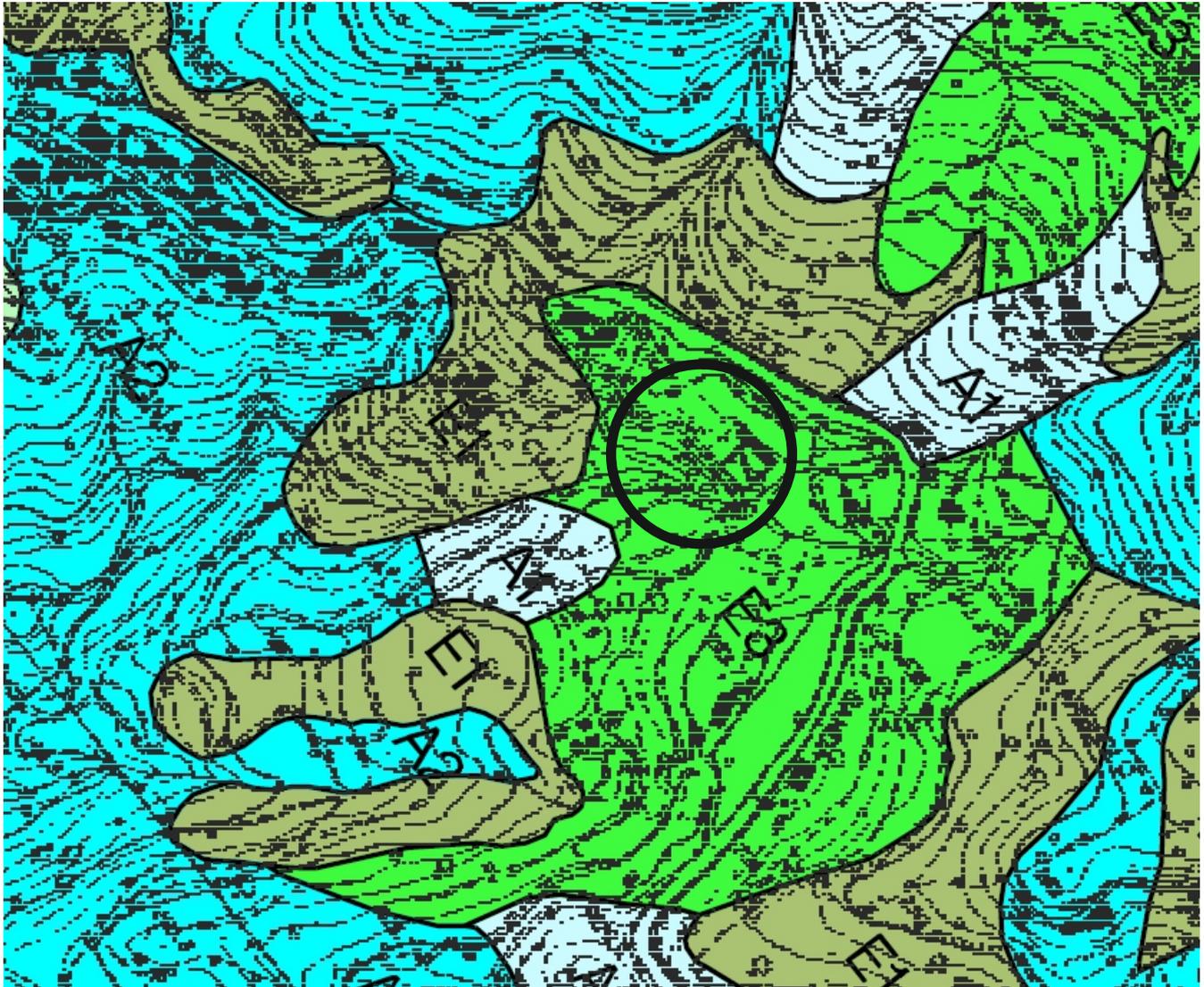
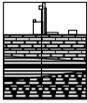
COROGRAFIA scala 1:5.000	TAV. 1
-----------------------------	-----------



-  P.S.n Stesa sismica
-  PPD.n° Penetrometrie dinamiche
-  Substrato roccioso affiorante
-  Sclerometrie e determinazioni su roccia



-  Riporti di fascia, coltri detritico eluviali e talvolta blocchi disarticolati passanti e/o intercalate a roccia molto alterata e fratturata (cappellaccio d'alterazione)
-  Substrato roccioso (cappellaccio d'alterazione)



ZONE TIPO E: caratterizzate dalla presenza di coltri sciolte di copertura



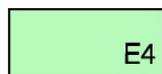
Assenza di specifiche problematiche legate all'entità ed alla natura delle coltri; eventuali interventi devono verificare puntualmente le condizioni del substrato roccioso (vedi zone tipo A)



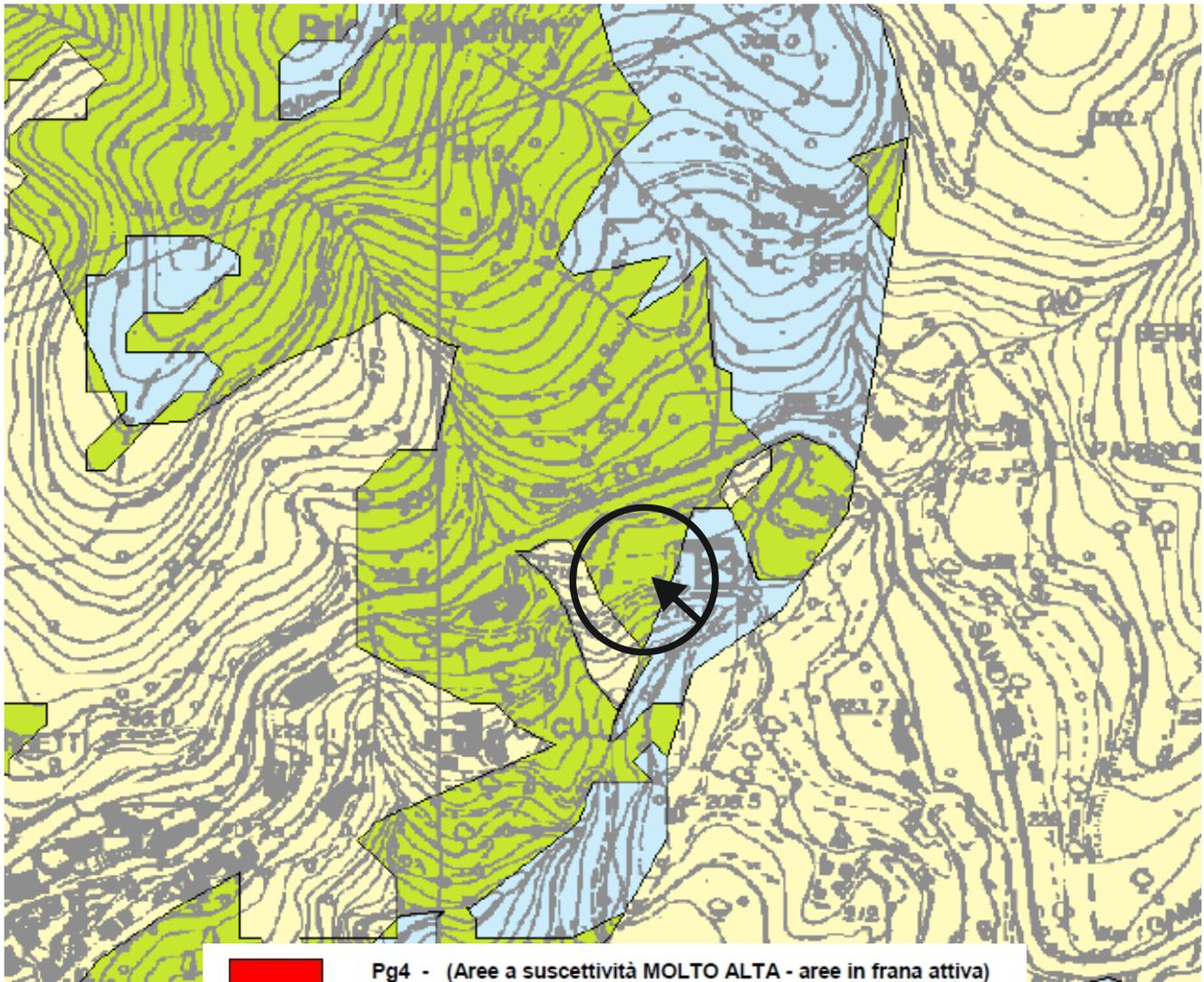
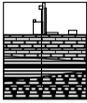
Possibilità di condizioni critiche in relazione alla presenza di impregnazioni idriche diffuse; eventuali interventi devono verificare puntualmente le condizioni del substrato roccioso (vedi E1) e prevedere valutazioni di dettaglio in merito alle regimazioni idriche ed alla stabilità dei fronti di scavo



Prevalenza di problematiche di ordine geotecnico legate alla natura ed al comportamento meccanico delle coltri; si richiedono verifiche puntuali di dettaglio per qualsiasi tipo di intervento



Come per le zone E3 con necessità di ulteriori specifiche verifiche in merito all'interazione acqua/terreno per qualsiasi tipo di intervento

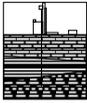


- | | |
|---|--|
|  | Pg4 - (Aree a suscettività MOLTO ALTA - aree in frana attiva) |
|  | Pg3a - (Aree a suscettività ALTA - frane quiescenti) |
|  | Pg3b - (Aree a suscettività ALTA - aree non di frana quiescente) |
|  | Pg2 - (Aree a suscettività MEDIA) |
|  | Pg1 - (Aree a suscettività BASSA) |
|  | Pg0 - (Aree a suscettività MOLTO BASSA) |
|  | A - (Aree speciali di tipo A - Cave attive, Miniere attive) |
|  | A - (Aree speciali di tipo A - Discariche in esercizio) |

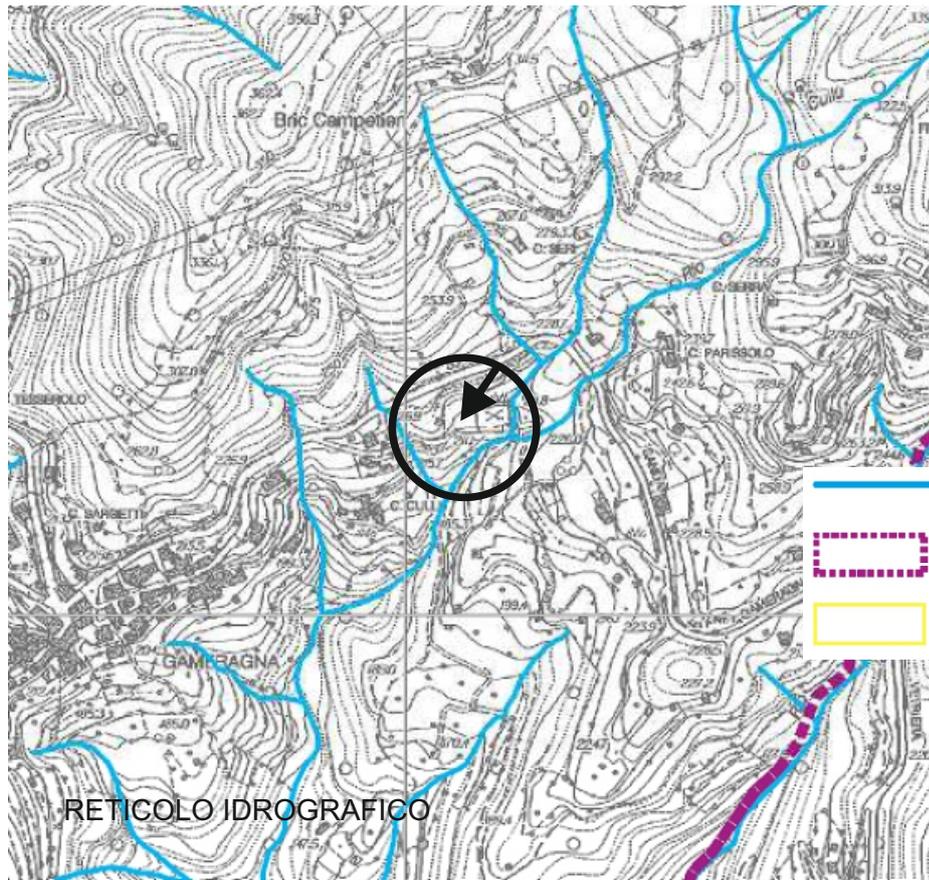
**STRALCIO CARTA DELLA SUSCETTIVITA' AL
DISSESTO (P.d.B. T. Sansobbia)**

All.

1.1



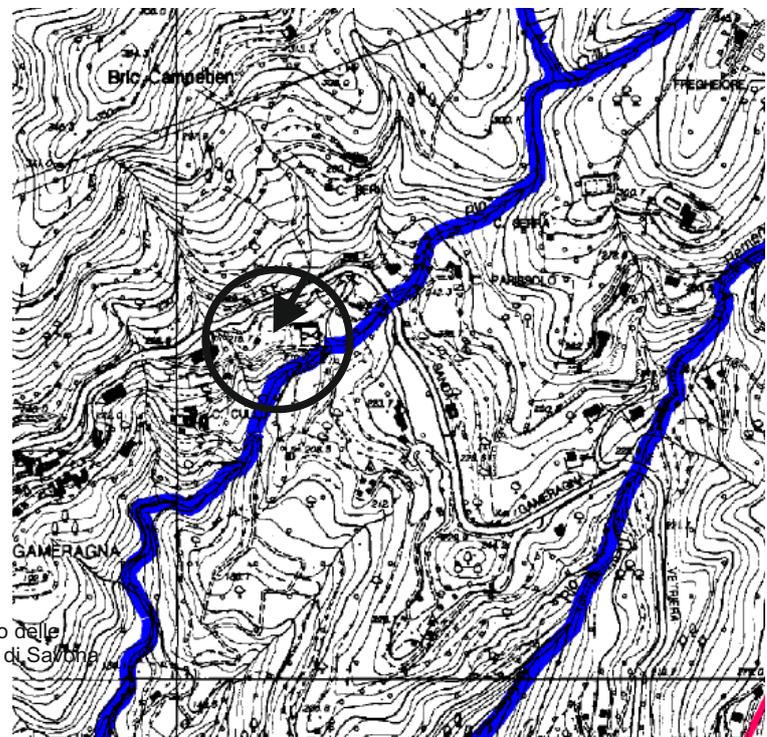
RETICOLO IDROGRAFICO REGIONALE



Reticolo idrografico

Confini comunali

Bacini Idrografici



Corso d'acqua demaniale

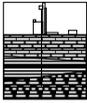


Corso d'acqua iscritto nell'elenco delle
acque pubbliche della Provincia di Savona

**STRALCIO CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO
PRINCIPALE (P.d.B. T. Sansobbia)**

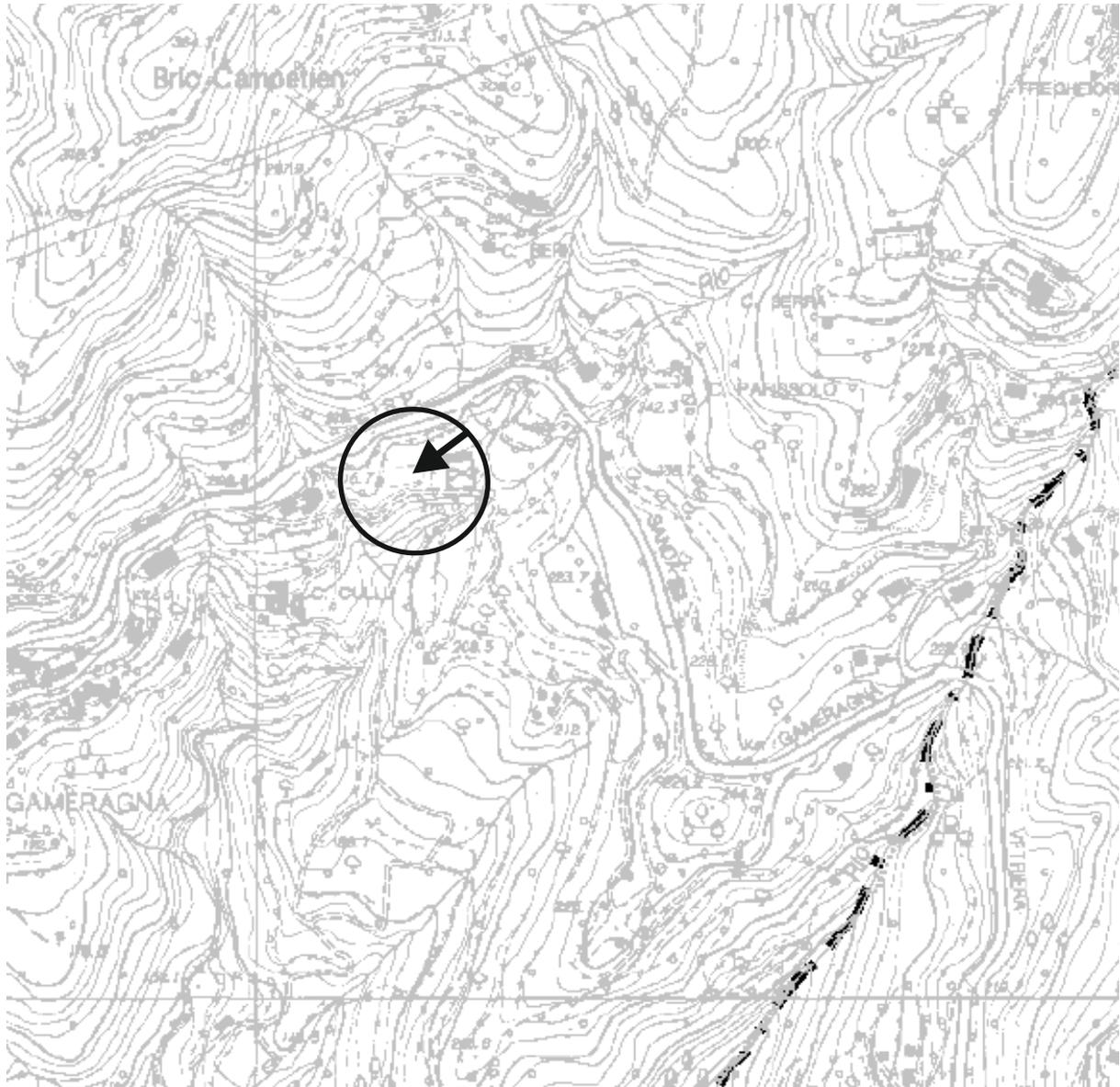
All.

1.2



Dott. Francesco Valle
Geologo

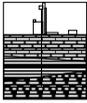
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona



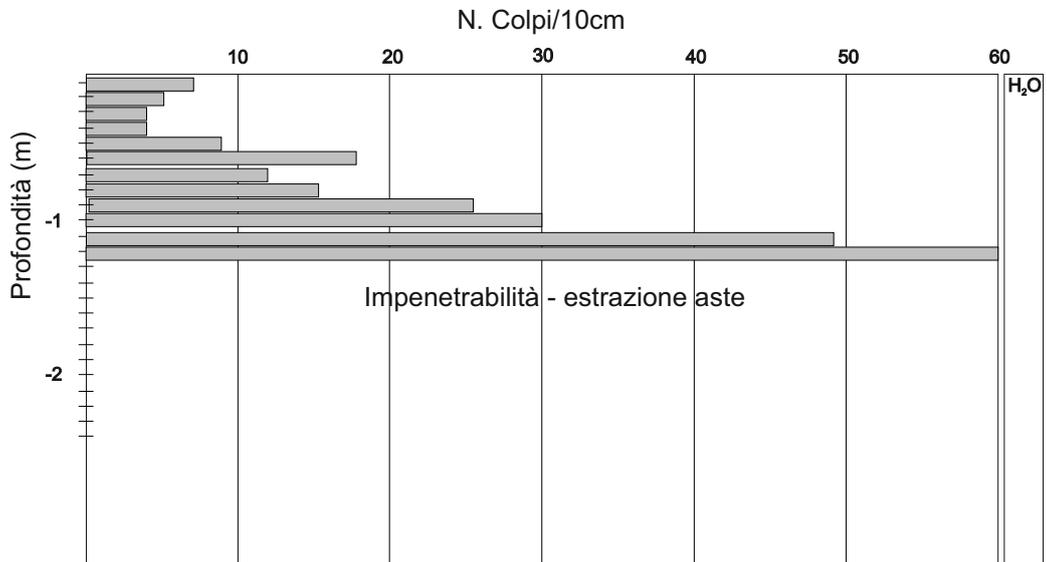
**STRALCIO CARTA DEGLI INTERVENTI
(P.d.B. T. Sansobbia)**

All.

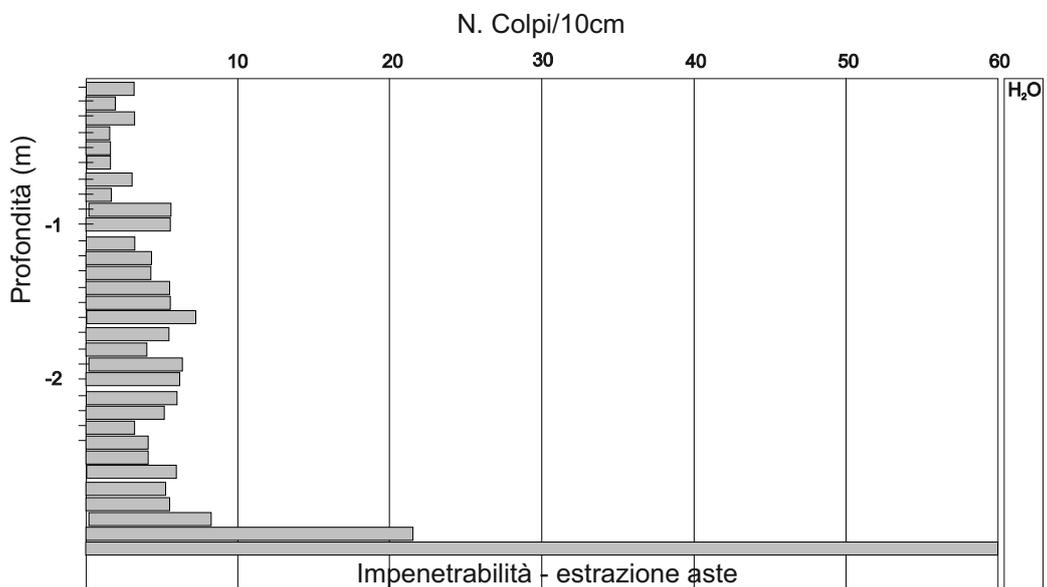
1.3



P.P.D.1



P.P.D.2

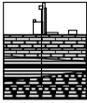


PROVE IN POSTO

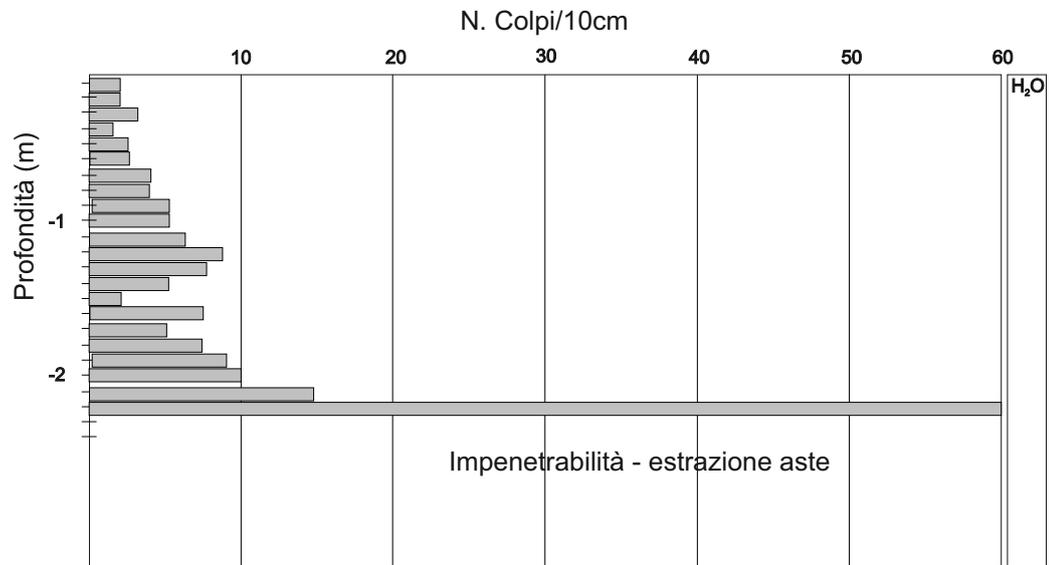
Prove penetrometriche dinamiche - Istogrammi N.colpi/profondità

All.

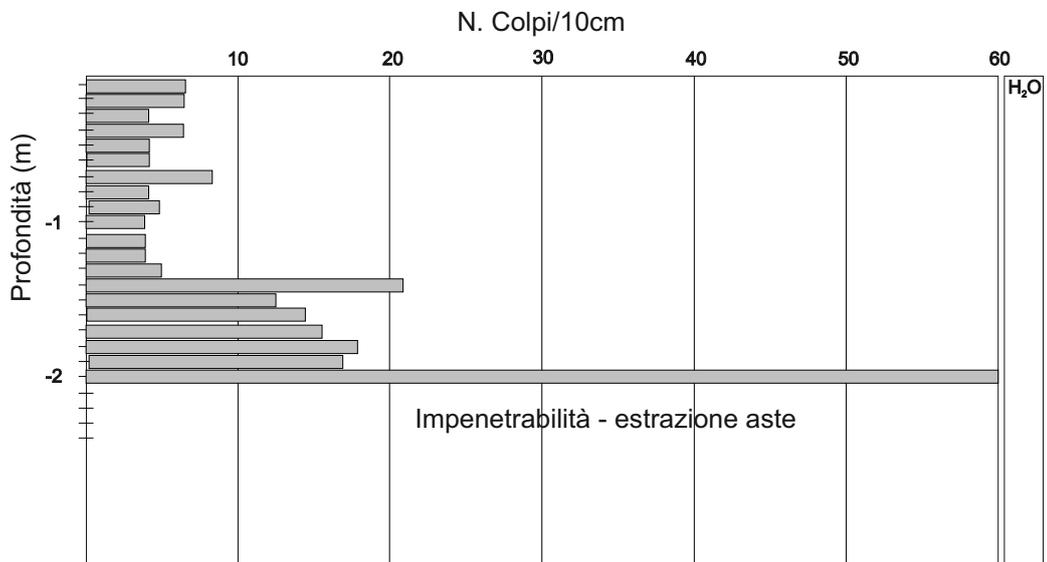
2



P.P.D.3



P.P.D.4



PROVE IN POSTO

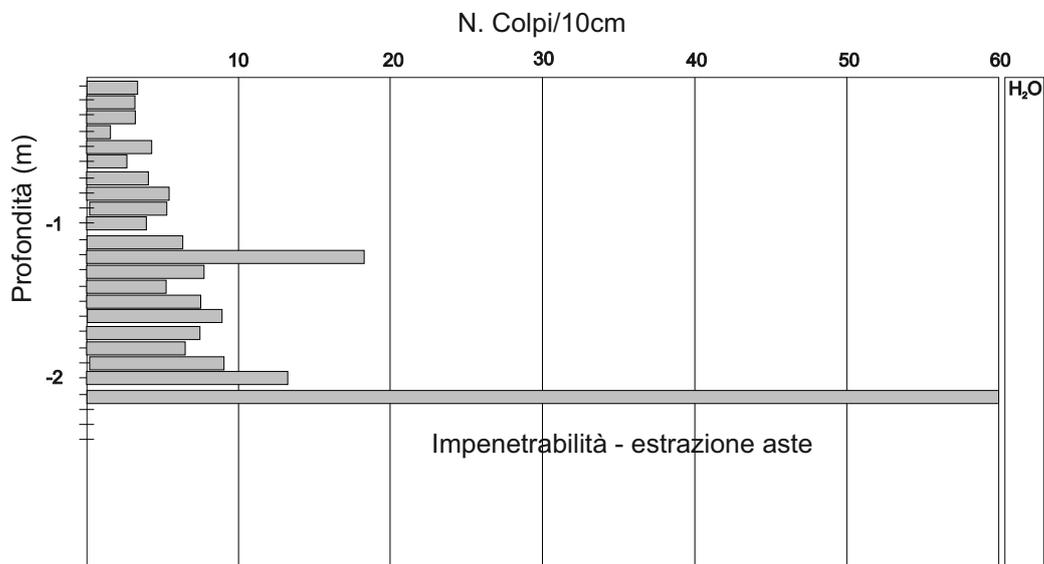
Prove penetrometriche dinamiche - Istogrammi N.colpi/profondità

All.

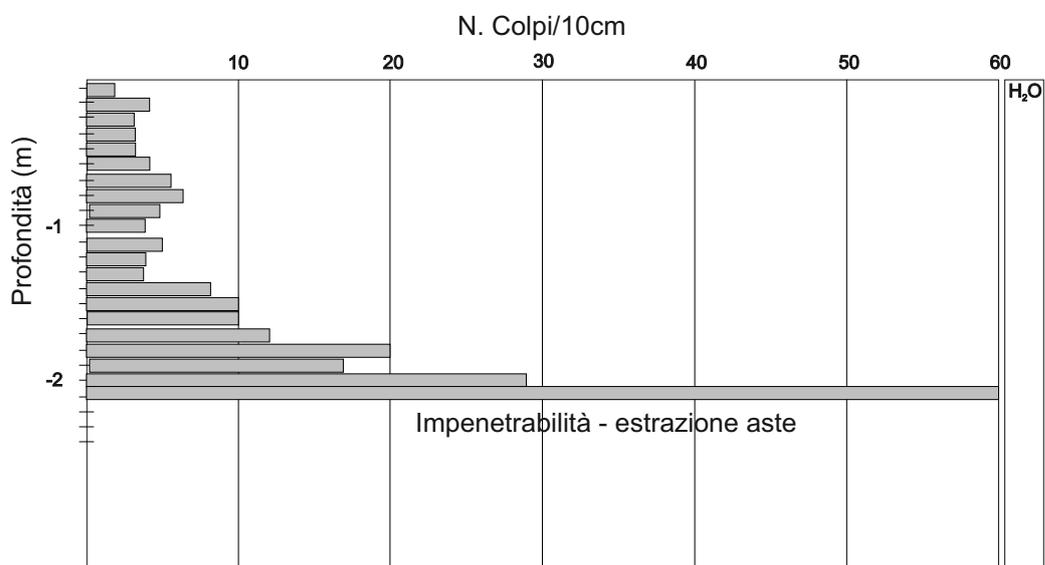
2



P.P.D.5



P.P.D.6

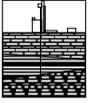


PROVE IN POSTO

Prove penetrometriche dinamiche - Istogrammi N.colpi/profondità

All.

2



Dott. Francesco Valle
Geologo

Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona

PROVE SISMICHE IN POSTO - Risultanze

ALL.

3

SISMICA A RIFRAZIONE DI SUPERFICIE (ONDE P)

Nel sito in esame è stata eseguita, lungo l'allineamento indicato in planimetria, una prospezione sismica a rifrazione denominata P.S.1

La prospezione eseguita al fine di caratterizzare i terreni dal punto di vista sismo-stratigrafico, è consistita in una linea sismica di superficie avente le seguenti caratteristiche:

- lunghezza: 25 m;
- spazio intergeofonico: 1 m;
- numero di scoppi: 5;
- 12 geofoni con frequenza propria di 4.5 Hz.

La prova è stata effettuata utilizzando un sismografo Dolang DBS280 della "Dolang Geophysical" a 24 canali digitali a 24 bit con energizzazione a massa battente dal peso di 10 Kg in alufer.

I parametri di acquisizioni sono stati i seguenti:

- numero di campioni acquisiti per ciascun canale: 1024;
- durata di campionamento: 0.262 ms;
- frequenza di campionamento: 4000 Hz

Sono stati eseguiti cinque scoppi a 0 (S1), 6.5, 12.5, 18.5 e 25 m (S5). Il primo e l'ultimo scoppio sono stati posizionati a 1 m di distanza dal primo e ultimo geofono.

I dati acquisiti in campagna sono stati elaborati mediante il software SeisImager/2D della Geometrics che consiste di due moduli:

- Pickwin che permette di leggere e visualizzare i sismogrammi, eseguire le opportune variazioni e correzioni sugli stessi e analizzare i primi arrivi delle onde di volume;
- Plotrefa che permette di eseguire modelli d'inversione per determinare l'andamento della velocità in profondità.

Tomografia sismica

La tecnica tomografica sismica, rispetto alla tradizionale sismica a rifrazione, risolve il problema delle eterogeneità laterali del sottosuolo. Nella tomografia i dati sperimentali misurati sul terreno (tempi di arrivo) vengono confrontati con quelli teorici (tempi ottenuti dalla modellizzazione diretta) simulati mediante un modello iniziale. Quando il residuo della differenza dei tempi osservati e teorici è abbastanza piccolo, il modello ipotizzato inizialmente può ritenersi molto vicino a quello reale.

La risoluzione del modello finale dipende dalla densità dei raggi, che a sua volta dipende dal numero di energizzazioni e dal numero di ricevitori posti in registrazione per ogni evento di energizzazione.

Con questa tecnica il sottosuolo viene suddiviso in celle discrete attraverso le quali passano i raggi sismici (entità definita come la normale al fronte d'onda) che viaggiano

fino al ricevitore. Maggiore è il numero di raggi che s'incrociano, maggiore è la probabilità di ottenere una soluzione stabile.

La procedura seguita nella tecnica tomografica consiste in:

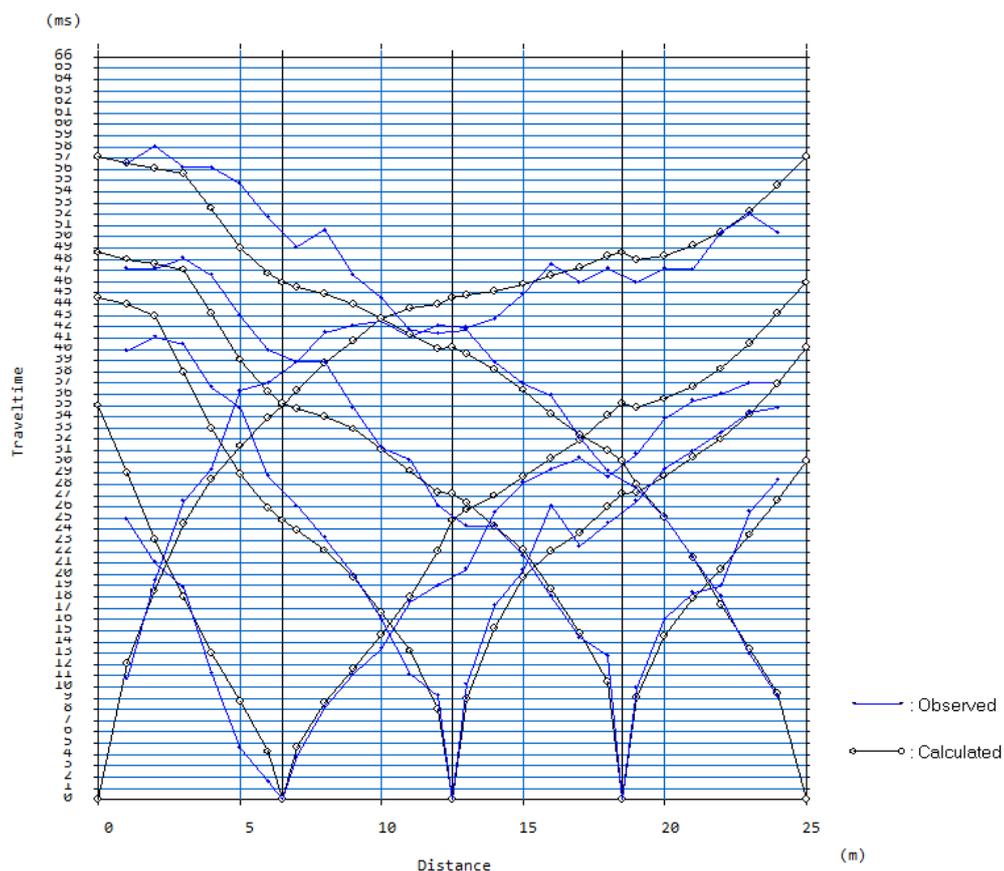
- lettura dei tempi di arrivo sui sismogrammi acquisiti in campagna;
- definizione del modello iniziale del sottosuolo (si parte con un modello piano-stratificato del sottosuolo);
- tracciatura del raggio (tracciamento dei raggi dalla sorgente ai ricevitori – raytracing);
- determinazione dei residui (differenza tra tempi sperimentali e quelli teorici);
- applicazione del metodo di inversione;
- ripetizione della procedura fino alla stabilizzazione delle soluzioni.

Con SeisImager il modello iniziale viene creato specificando un intervallo di variazione di velocità delle onde sismiche, dimensioni geometriche e il numero degli strati.

La spaziatura in verticale e orizzontale della griglia viene creata automaticamente dal programma, con celle più piccole alla superficie e più grandi in profondità.

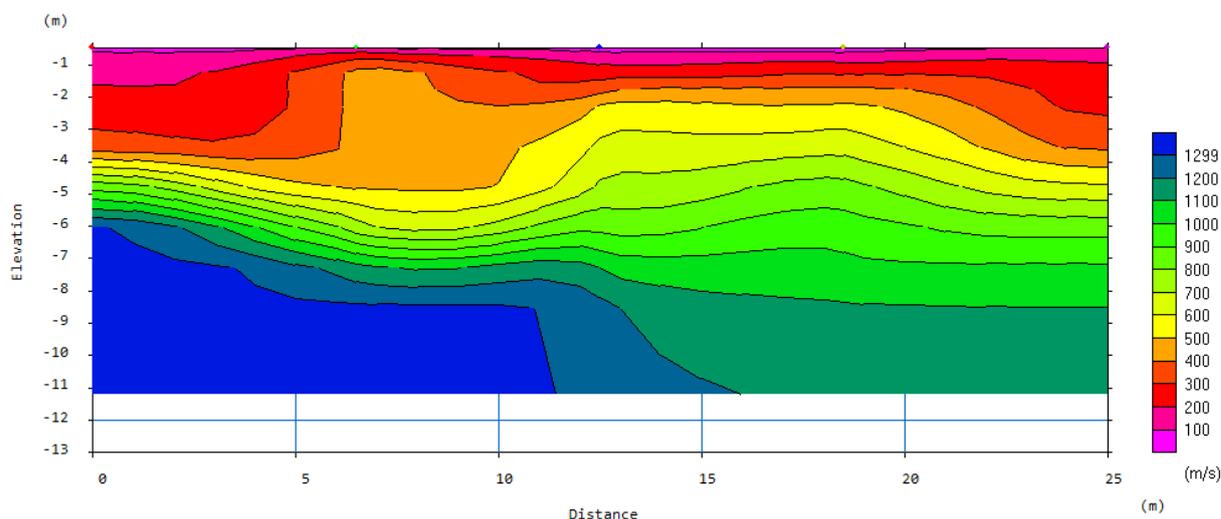
Questo permette una decrescita nel tempo di calcolo ed elimina artefatti causati da una più bassa copertura dei raggi in profondità. Il programma utilizza un approccio ai minimi quadrati non lineare per il metodo d'inversione e per la propagazione del fronte d'onda nella modellazione delle dromocrone (Geometrics and OYO, 2003 and Zhang and Toksoz, 1998).

Profilo 1



Confronto tra dromocrone osservate e calcolate.

Il metodo tomografico ha permesso di ricostruire una sezione bidimensionale continua del sottosuolo rendendo evidenti le variazioni laterali di velocità.



Campo di velocità bidimensionale (tomogramma).

La sezione tomografica mostra la presenza di coperture sciolte dello spessore variabile, superficialmente poco addensate mediamente per 2 ÷ 3m; a questi terreni seguono coltri detritico – eluviali molto addensate passanti e/o intercalate al substrato roccioso molto alterato in graduale miglioramento con la profondità. Tra i geofoni 16 ed il 20circa, si ha una risalita verso la superficie del terreno più addensato.

Il substrato roccioso più sano, in scadenti/discrete condizioni di conservazione è rilevabile a profondità superiori a circa -4m dal p.c..

Risultati delle analisi MASW

Sito: FRAZIONE GAMERAGNA – STELLA

Data: LUGLIO 2018

Redatto da MASW
(c) Vitantonio Roma. All rights reserved.

1 - Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....24
Distanza tra i sensori:.....1m
Numero di campioni temporali2048
Passo temporale di acquisizione 1.024ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a.....0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 2096.13ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

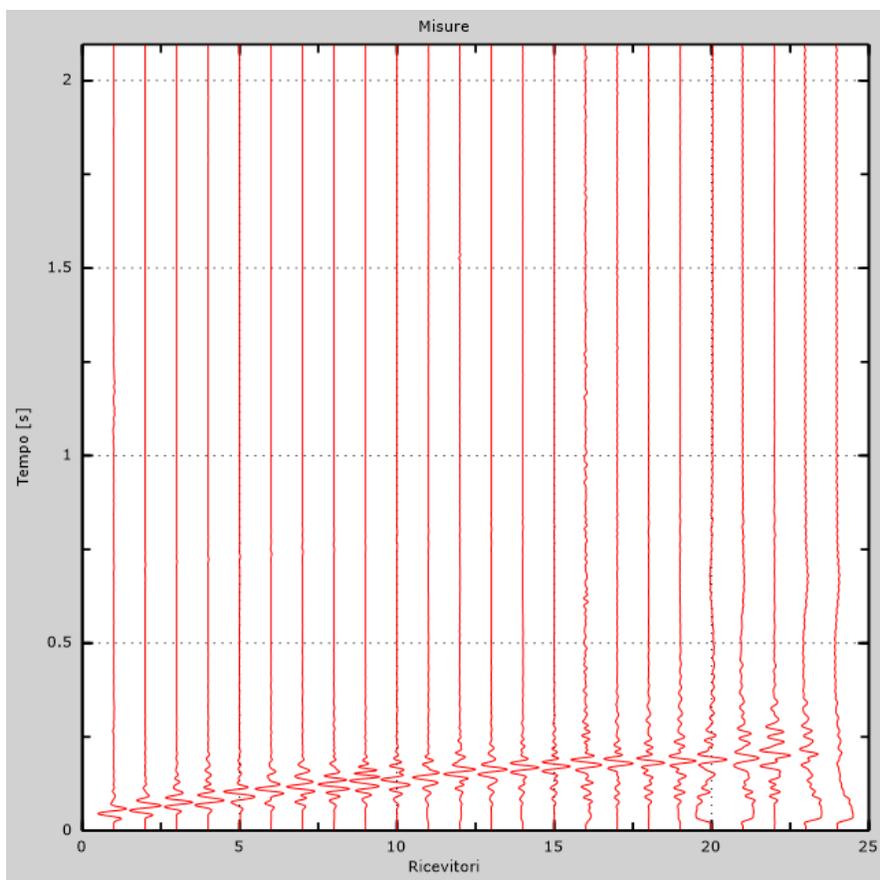


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi

Frequenza finale..... 60Hz

Frequenza iniziale..... 15Hz

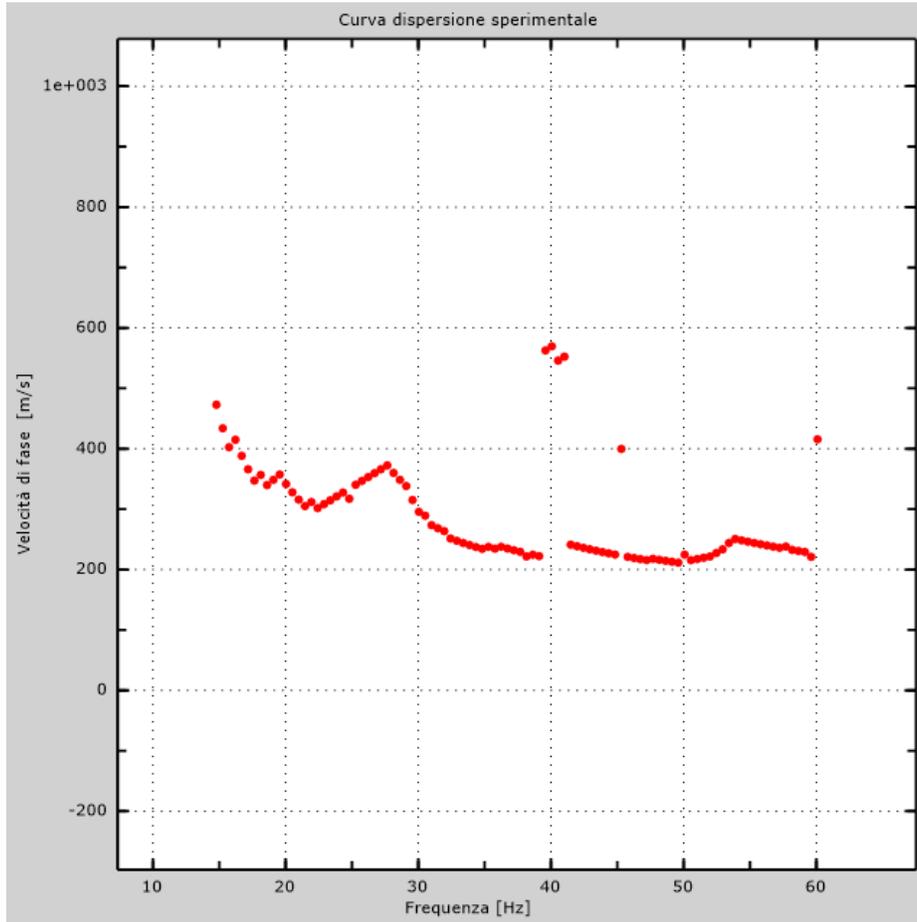


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione

Tabella 1: Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
15.2241	463.43	427.442	499.418
22.5307	304.816	275.492	334.139
27.6568	370.127	340.804	399.451
40.2042	226.175	192.852	259.497
50.2651	215.512	186.188	244.835
59.5992	230.173	215.512	244.835

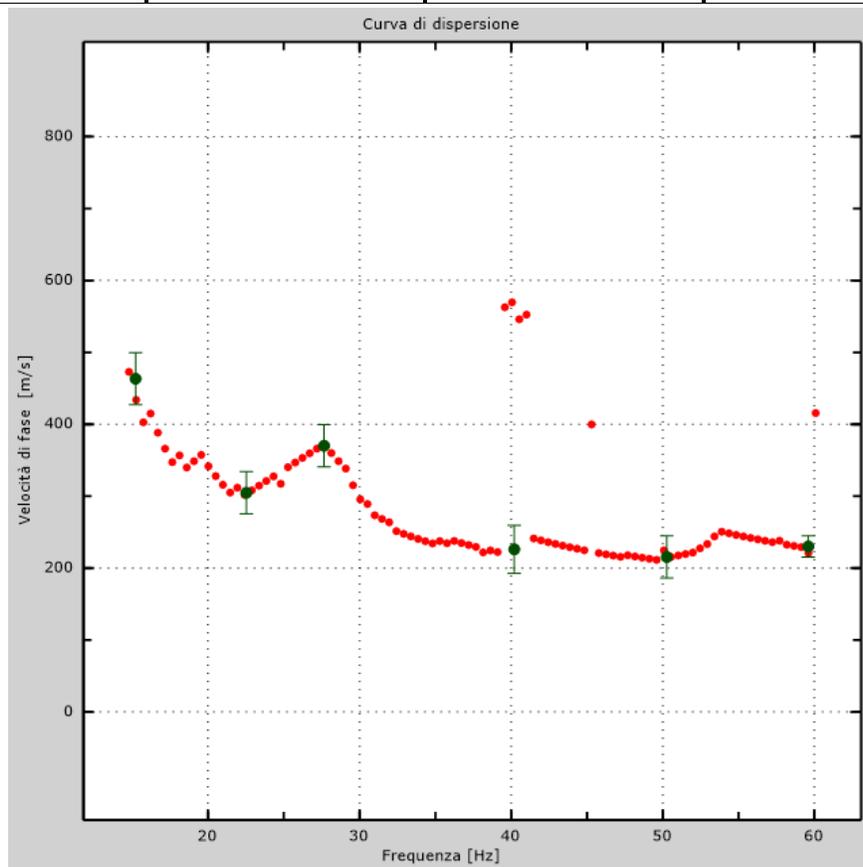


Figura 3: Curva di dispersione

4 - Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio)	5
Spaziatura ricevitori	1m
Numero ricevitori	24
Numero modi	1

Strato 1

h [m]	2
z [m]	-2
Densità [kg/m ³]	1800
Poisson	0.35
Vs fin.[m/s]	250

Strato 2

h [m]	3
z [m]	-5
Densità [kg/m ³]	2000
Poisson	0.35
Vs fin.[m/s]	255

Strato 3

h [m]	3
z [m]	-8
Densità [kg/m ³]	2200
Poisson	0.35
Vs fin.[m/s]	360

Strato 4

h [m]	4
z [m]	-12
Densità [kg/m ³]	2300
Poisson	0.3
Vs fin.[m/s]	600

Strato 5

h [m]	0
z [m]	-∞
Densità [kg/m ³]	2400
Poisson	0.25
Vs fin.[m/s]	600

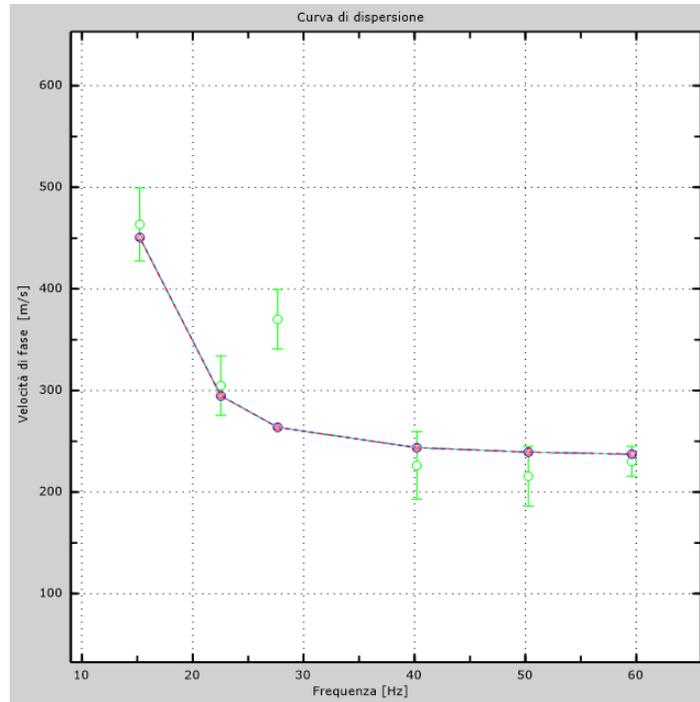


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigh (ciano), curva apparente (blu), curva numerica (rosso)

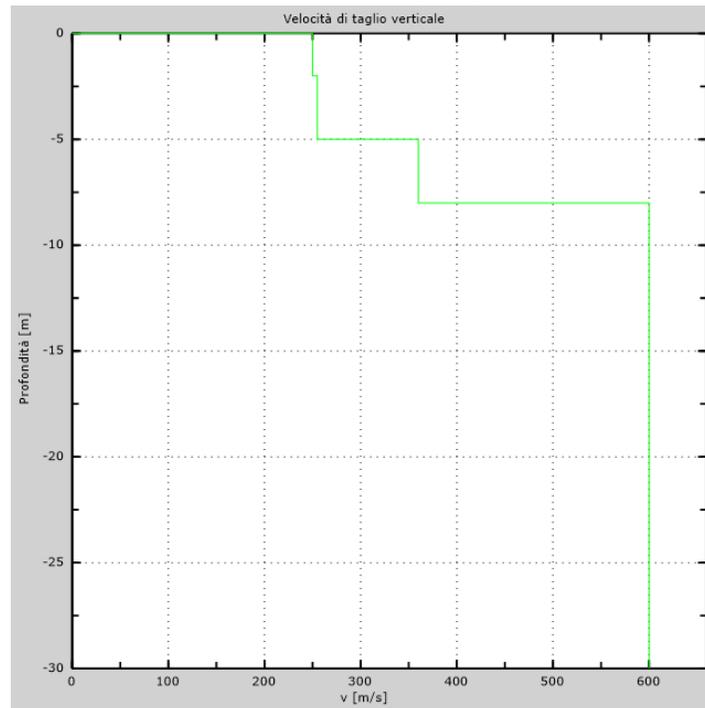


Figura 5: Profilo Vs numerico

5 - Risultati finali

Vs30 [m/s].....463

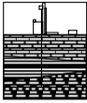
Il sito appartiene alle classi A, B, C, D, E (alluvionale, ghiaia, sabbia, limo, argilla, roccia).

Il sito non è suscettibile di liquefazione e non è argilla sensitiva.

Le caratteristiche meccaniche degli strati migliorano gradualmente con la profondità

Tipo di suolo B

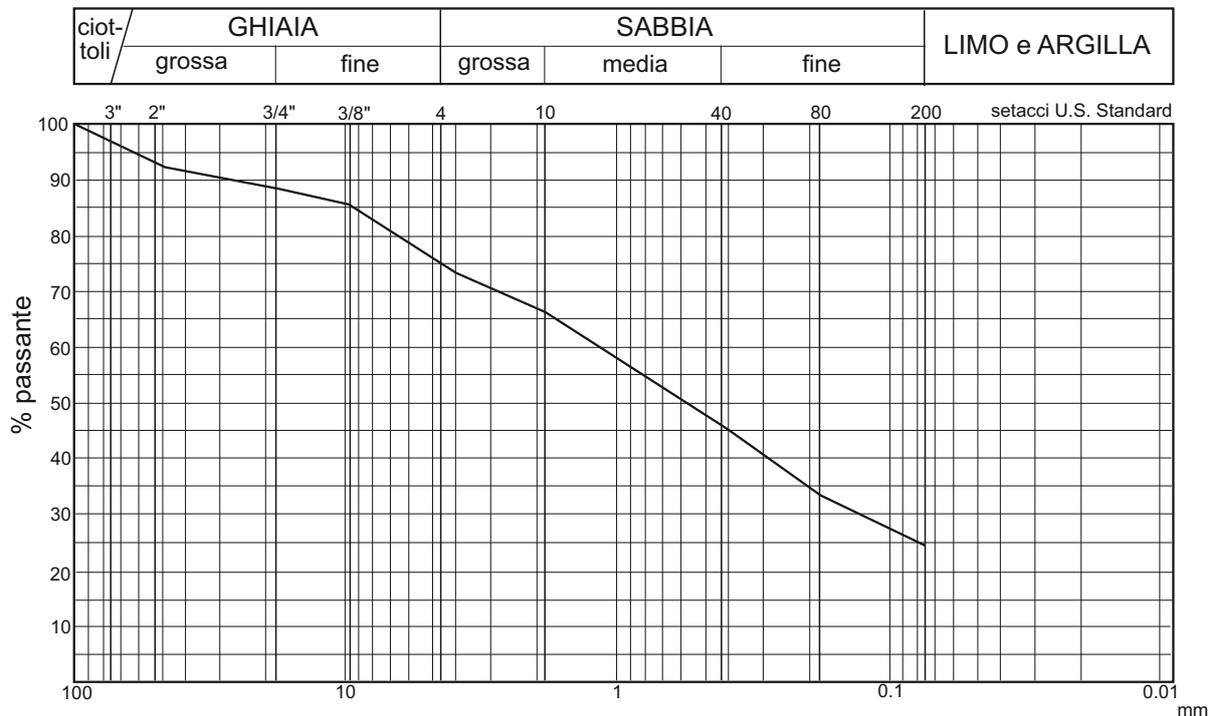
Tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s



E' stata eseguita per via umida previo essiccamento del campione in forno (a 105°) utilizzando vagli della serie ASTM E-11-81; ha dato la seguente distribuzione granulometrica:

peso camp.	883				
		peso lordo	netto tratt.	% trattenuto	% passato
vaglio 2"		334	64	7,2	92,8
vaglio 3/4"		369	99	11,2	88,8
vaglio 3/8"		297	126	14,3	85,7
vaglio 4		629	223	25,3	74,7
vaglio 10		483	298	33,7	66,3
vaglio 40		504	479	54,2	45,8
vaglio 80		447	584	66,1	33,9
vaglio 200		372	667	75,5	24,5

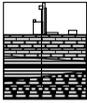
CURVA GRANULOMETRICA
(Wentworth)



ANALISI GRANULOMETRICA

ALL.

4



Dott. Francesco Valle
Geologo

Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.
latitudine: 44,371745
longitudine: 8,524483
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito ID	Lat	Lon	Distanza
Sito 1 ID: 16912	44,3810	8,5233	1027,90
Sito 2 ID: 16913	44,3839	8,5931	5617,0
Sito 3 ID: 17135	44,3339	8,5971	7142,0
Sito 4 ID: 17134	44,3310	8,5274	4532,0

Parametri sismici
Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50 anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):
Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,019 g
Fo: 2,586
Tc*: 0,158 [s]

Danno (SLD):
Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,024 g
Fo: 2,553
Tc*: 0,186 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):
Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,053 g
Fo: 2,633
Tc*: 0,303 [s]

Prevenzione del crollo (SLC):
Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,064 g
Fo: 2,752
Tc*: 0,324 [s]

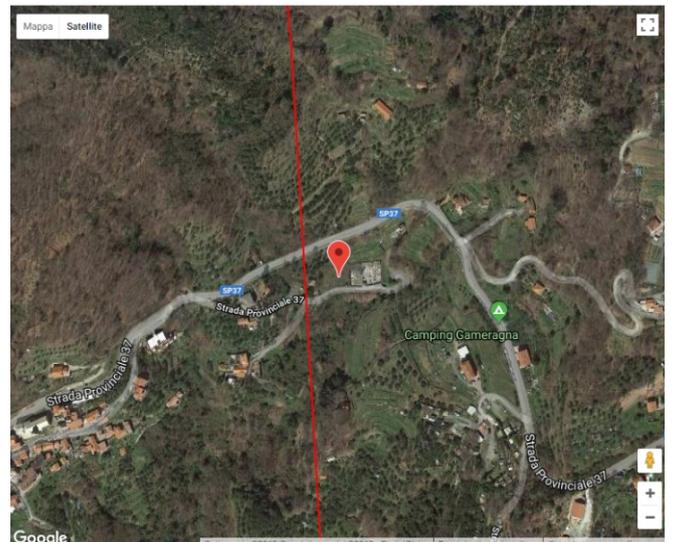
Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:
Ss: 1,200
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,005
Kv: 0,002
Amax: 0,221
Beta: 0,200

SLD:
Ss: 1,200
Cc: 1,540
St: 1,000
Kh: 0,006
Kv: 0,003
Amax: 0,286
Beta: 0,200

SLV:
Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,006
Amax: 0,619
Beta: 0,200

SLC:
Ss: 1,200
Cc: 1,380
St: 1,000
Kh: 0,015
Kv: 0,008
Amax: 0,751
Beta: 0,200



Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84
latitudine: 44.370778
longitudine: 8.523429

PARAMETRI SISMICI DEL SITO

elaborazione stabilità dei pendii e fondazioni

All.