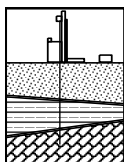


Comune	STELLA (PROVINCIA DI SAVONA)
Progetto	REALIZZAZIONE DI CORDOLO SU STRADA DI VIA ALLA FONTANA E SISTEMAZIONE MURO IN FRAZIONE GAMERAGNA
Emissione	DICEMBRE 2021
Committente	Spett. Amministrazione Comunale di Stella

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. 019828156 - 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 realizzazione di un cordolo palificato su Via alla Fontana e sistemazione del muro di sottoscarpa in Frazione Gameragna.

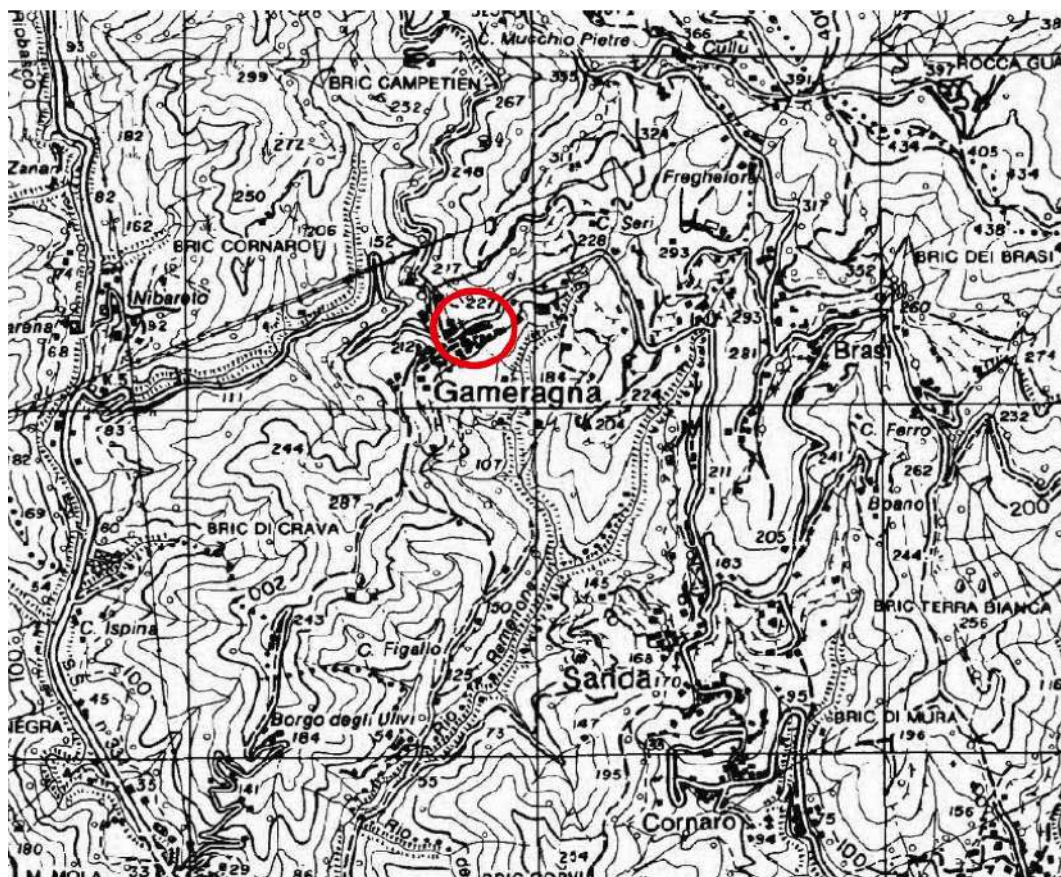


Fig.1 – Corografia – Stralcio Carta Tecnica Regionale (scala grafica)

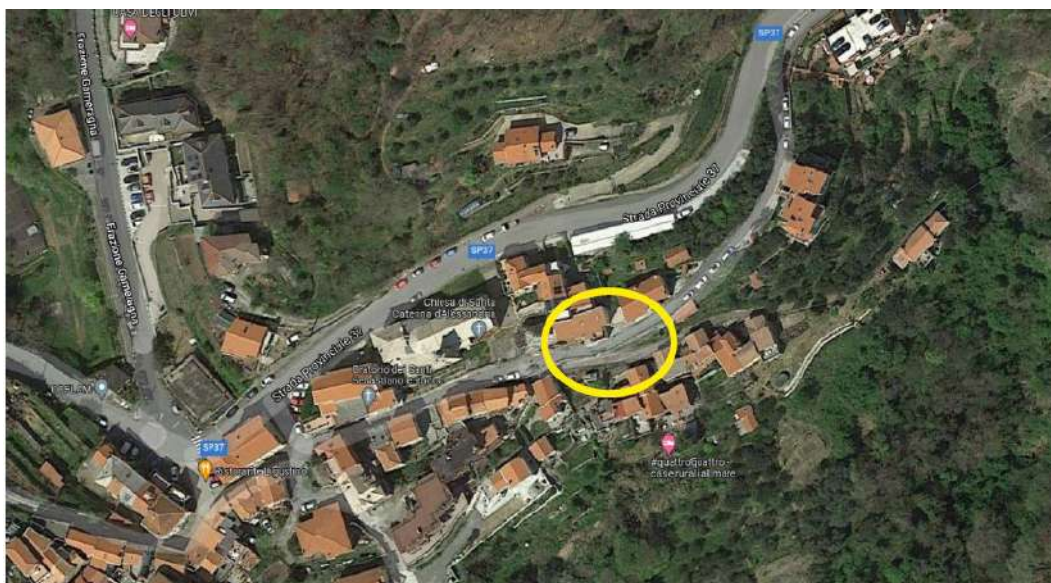


Fig.2 – Inquadramento territoriale – Stralcio Google Maps (scala grafica)

In sintesi, si tratta di consolidare una porzione di lunghezza circa 20m di muratura a secco, dell'altezza media di circa 4m che evidenzia uno stato di criticità, mostrando, specialmente nella parte inferiore, spanciamenti, fratturazioni degli elementi lapidei che lo costituiscono, oltre che venute d'acqua (in prevalenza in concomitanza di eventi meteorologici); la necessità di intervenire in sicurezza prevede inoltre di adottare accorgimenti quali l'approntamento di un rinforzo con un cordolo su micropali a suo tergo (circa sul ciglio della strada di Via alla Fontana - vedi Tavole 1 - 4 e più in dettaglio documentazione progettuale).

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 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 media (Pg2), 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 di Savona (come da elenco del R.D. 11/7/1941 e D.P.R. 30/6/1954) 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.

Inquadramento nella cartografia geologica del PUC di Stella

Per quanto riguarda la Normativa Geologica di Attuazione a corredo del PUC di Stella (vedi Tav.4), l'area in oggetto è localizzata nelle zone di tipo a2:

Art. 1 - Zone tipo A, caratterizzate da condizioni di substrato affiorante e/o sub-affiorante. 1.2 - Presenza di particolari condizioni di alterazione chimico-fisica del substrato roccioso, in concomitanza con fenomenologie tettoniche; necessità di verifiche specifiche per qualsiasi tipo di intervento. (Tav. G.4, lettera A2)

Zonazione sismica

In base alla DGR n° 216 del 17/03/2017 (D.M. 14/01/2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni. Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria) il Comune di Stella rientra nella zona sismica “4”.

Inoltre, sulla base della D.G.R. 535 del 18.06.2021 della Regione Liguria, il Comune di Stella non risulta suscettibile a liquefazione ed in base alla D.G.R. n. 534 del 18.06.2021 “Zone sismogenetiche della Liguria”, in prossimità del sito di indagine non si rilevano faglia di tipo “principale”.

Nel nostro caso ci troviamo in un’area dove il fenomeno di potenziale liquefazione non sussiste soprattutto in considerazione delle condizioni geomorfologiche collinari e delle accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1g.

Rocce e terre da scavo

Il substrato roccioso dell’area è costituito da Calcescisti, litotipi non appartenenti alla famiglia delle “Rocce verdi” a cui si interfacciano lembi di Prasiniti, litotipi appartiene invece alla famiglia delle “rocce verdi” (vedi anche Tav.2).

4) INQUADRAMENTO GENERALE

L’area in questione è situata sul limite orientale dell’abitato di Gameragna, sul versante collinare alla destra orografica di Rio Cullu (vedi TAV.1); è rappresentata da un pendio esposto al quadrante sud-orientale, degradante con acclività medie dell’ordine del 50 - 60%, terrazzato con fasce di ampiezza variabile contenute da muri a secco (in prevalenza) e/o pietra e malta.

In particolare, l’intervento sarà effettuato nel contesto del centro storico di Gameragna, a valle della Chiesa di S. Caterina, completamente urbanizzato con diverse abitazioni, in parte a schiera e relativa viabilità di collegamento.

Il consolidamento interesserà proprio un tratto di una ventina di metri di lunghezza della strada di via alla Fontana, che attraversa a mezzacosta l’abitato; il tratto stradale è contenuto da una muratura a secco di altezza anche superiore ai 4m che attualmente evidenzia locali lesioni e/o spancamenti dovuti essenzialmente alla vetustà.

Il terreno in oggetto si colloca in un contesto geologico caratterizzato dalla presenza di un substrato roccioso generalmente affiorante e/o subaffiorante di Calcescisti (vedi anche Tav.2); si tratta di una roccia metamorfica calcareo mica-acea 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.

Localmente si notano affioramenti di lembi di "Prasiniti" o "Metabasiti", cioè da una roccia metamorfica massiccia caratterizzata da una evidente tessitura a bande, con colore di fondo grigio - verdastro (quando fresca) e lineazioni più chiare.

La roccia è direttamente osservabile in continuità sia a lato della Provinciale, poco a monte, e sui tagli a monte di Via alla Fontana sia al piede dei muri di contenimento o delle scarpate di fascia (vedi anche TAV.3 – Planimetria), evidenziando ovunque una certa variabilità dello stato conservativo, passando da roccia massiccia ed in discreto stato conservativo a roccia estremamente fratturata ed alterata, localmente completamente disgregata, con condizioni conservative scadenti.



Fig.3 – Substrato molto alterato e fratturato affiorante a monte di Via alla Fontana nel sito di intervento



Fig.4 – Substrato in discrete condizioni conservative affiorante a valle di Via alla Fontana nel sito di intervento

Il passaggio cappellaccio-substrato risulta piuttosto sfumato ed irregolarmente definito in quanto all'interno delle coperture si trovano spesso frammenti del substrato quasi disgregato e talvolta dei trovanti.

Sui terrazzamenti antropici, propriamente oggetto d'indagine, la roccia è mascherata da un livello di coperture costituite da riporti e coltri detritico – eluviali di spessore variabile generalmente intorno a 2 ÷ 3m (vedi anche prove geognostiche in sito - § successivo), formate da uno scheletro di clasti a spigoli vivi e di forma irregolare immersi in una matrice da limo-sabbiosa a limo-argillosa bruno-rossastra.

Nel complesso il versante, considerati essenzialmente la superficialità del substrato (la cui qualità conservativa migliora con la profondità) e la generale sistemazione terrazzata, risulta caratterizzato da una discreta stabilità complessiva, non riscontrandosi particolari condizioni di franosità in atto; localmente i cigli

di fascia od i tagli stradali presentano limitati scoscendimenti da addebitare essenzialmente all'elevata acclività e del tutto normali in tali contesti geomorfologici in mancanza di manutenzione..

Si rilevano inoltre solo alcuni segni di vecchie movimentazioni superficiali, locali fenomeni di spanciamento di porzioni dei vecchi muri a secco (come quelli direttamente interessati dagli interventi di sistemazione/ripristino), nella norma per questo tipo di strutture in un contesto di pendenze medie, che devono comunque essere oggetto di monitoraggio periodico.

Dal punto di vista idrogeologico, il livello di riporti di fascia e coltri detritico-eluviali è caratterizzato da una permeabilità medio-bassa per porosità, mentre la sottostante roccia può essere considerata sostanzialmente impermeabile o comunque scarsamente permeabile per fessurazione; l'assetto geomorfologico ed idrogeologico del versante è tale comunque da rendere probabile la presenza di una laminazione a carattere stagionale e/o in concomitanza di intensi e perduranti eventi piovosi al contatto coltri/substrato e sono sempre possibili venute d'acqua in corrispondenza di eventuali fasce di roccia molto fratturata; inoltre anche se la sistemazione del terreno a fasce facilita il percolamento d'acqua nel terreno, non si registrano particolari zone d'impregnazione superficiale.

La presenza di via alla Fontana permette di escludere apporti di acque da monte e quindi significativi ruscellamenti superficiali, l'acclività e la ridotta permeabilità delle coltri rendono altresì molto ridotta la circolazione da percolamento in corrispondenza dell'area d'intervento.

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 camperecci esistenti, le acque meteoriche in eccesso della vallecchia.

5) INDAGINI GEOGNOSTICHE

Visto il contesto geomorfologico e litologico dell'area già ben delineato dal rilevamento geologico di dettaglio e le caratteristiche dell'intervento in progetto, le indagini sono state finalizzate essenzialmente alla definizione dell'andamento stratigrafico del terreno ed alla caratterizzazione geotecnica media delle coperture e del substrato soprattutto nei livelli più superficiali.

Nei posizionamenti indicati nella Planimetria sottostante sono stati eseguiti un carotaggio elettrico(vedi anche ALL.2), una prova penetrometrica dinamica (vedi anche ALL.3) ed, al fine di caratterizzare il sito anche dal punto di vista sismico e per la determinazione della velocità VsEq, due stendimenti sismici ed una prova sismica verticale passiva a stazione singola (vedi risultanze ALL.4).

Per quello che riguarda la caratterizzazione geomeccanica del substrato affiorante, sono state eseguite anche alcune delle semplici osservazioni sugli affioramenti più prossimi.



Fig.5 - Posizionamento indagini

Sondaggio a carotaggio continuo elettrico

All'interno di un'aiuola sul alto a monte di via alla Fontana, in posizione circa mediana rispetto alla zona di intervento, è stato eseguito un sondaggio geognostico con carotatrice portatile elettrica Hilti (220 Kv) smontabile e trasportabile a mano con carriola cingolata motorizzata, permettendo di raggiungere la profondità significativa di -7m dal p.c. stradale e definire l'andamento stratigrafico (vedi fotografie delle cassette catalogatrici all'ALL.2) che qui di seguito viene sinteticamente riportato.

Sondaggio S1

Profondità (m)	Descrizione
Da 0 a -2,0	Riporti eterogenei frammiti a coperture detritico – eluviali: scaglie rocciose, sabbia e ghiaia in matrice limo argillosa grigia
Da -2,0 a - 7 (fine sondaggio)	Substrato roccioso disgregato e/o disgregabile (cappellaccio d'alterazione) con litotipi di calcescisti e di prasiniti

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 terreno. Per la prova in oggetto è stato utilizzato un penetrometro dinamico idraulico "Pagani" 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 "Pagani" (10 cm) = N "SPT" (30 cm)			

Gli istogrammi del numero di colpi N per 10cm di avanzamento (ALL.3) della prova confermano la presenza di un livello di circa 2m di materiali sciolti, poco addensati (riporti di fascia e coltri) passanti a cappellaccio d'alterazione ancora in buona parte disgregato, ma sostanzialmente impenetrabile allo strumento; si tratta di terreni piuttosto eterogenei in termini di resistenza all'avanzamento della punta, che evidenziano inoltre nel periodo di esecuzione della prova una normale umidità.

Prospezioni sismica a rifrazione e masw

Nel sito in esame, è stata eseguita, lungo gli allineamenti mostrati in planimetria un'indagine sismica a rifrazione (PS1) e MASW (PS1 e PS2).

I dati sono stati acquisiti mediante un sismografo Dolang DBS280 della "Dolang Geophysical" a 24 canali digitali a 24 bit utilizzando 12 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.4).

In particolare, la sezione tomografica PS1 mostra la presenza superficialmente di coperture sciolte da poco a mediamente addensate dello spessore variabile dai 2 ai 3metri, seguite dal substrato molto alterato e fratturato fino alla profondità circa di 8 ÷ 10 metri dal p.c.

Segue il substrato roccioso in condizioni conservative discrete in graduale miglioramento con la profondità.

L'elaborazione delle risultanze delle prove sismiche PS1 e PS2 attraverso lo specifico programma d'interpretazione masw ha fornito valori della V_{Seq} riconducibili ai terreni di categoria di sottosuolo B (vedi in dettaglio sempre ALL.4).

Prospezione sismica verticale

Sempre al fine di caratterizzare il sito anche dal punto di vista sismico e per la determinazione della velocità VS30 è stata eseguita un'analisi del terreno con

metodologia sismica passiva acquisendo il rumore sismico ambientale attraverso un tromografo digitale (Tromino). Tale tecnica, in sintesi, mette in relazione le variazioni del rapporto alle varie frequenze tra la componente orizzontale e verticale dei microtremori ambientali registrati, con le variazioni litostratigrafiche del sottosuolo al di sotto del punto di misura.

La prova (vedi in dettaglio ALL.4) ha evidenziato la presenza di uno strato superficiale scarsamente addensato, costituito da riporti di fascia e coltri detritico - eluviali, a cui fa seguito il substrato molto alterato e fratturato, il cui stato conservativo migliora nettamente in profondità. Per quanto riguarda la VS30, l'elaborazione delle risultanze delle prove attraverso lo specifico programma d'interpretazione ha fornito anche con questa metodica valori riconducibili ai terreni di tipo B.

Osservazioni sul substrato affiorante

Nell'affioramento più prossimo alla zona d'intervento a valle di via alla Fontana 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 $14 \div 15$, a cui, sulla base del diagramma che lega la resistenza alla compressione monoassiale C_0 all'indice sclerometrico, competono valori della $C_0 = 180 \div 190$ 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:

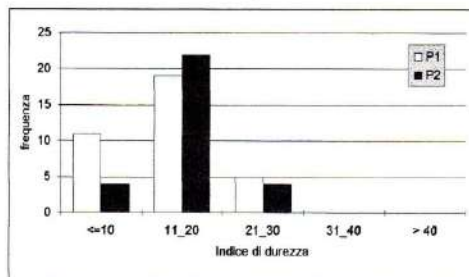


Diagramma indice sclerometrico/Co:

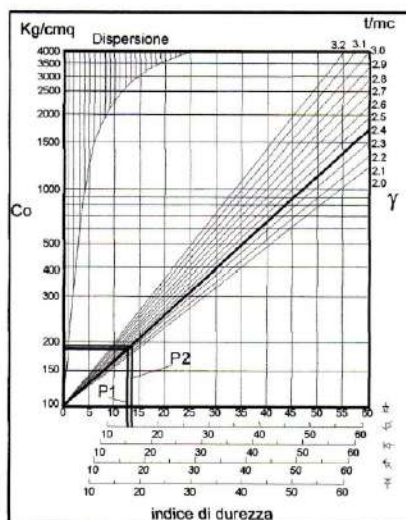


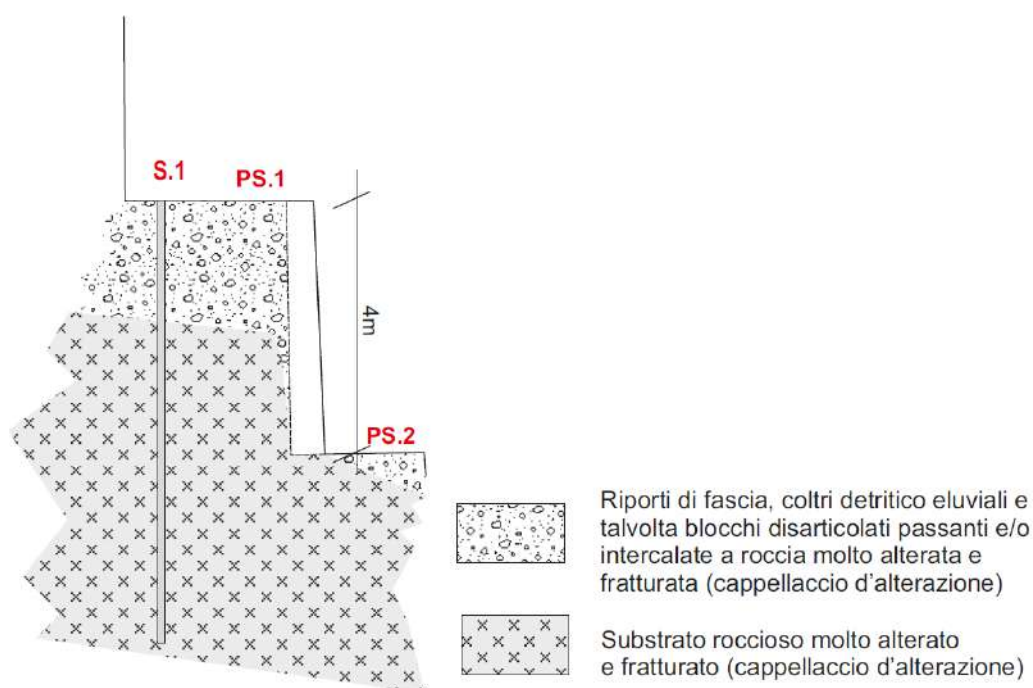
Fig.6 – Determinazioni sclerometriche

6) MODELLAZIONE GEOLOGICA GENERALE

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

- presenza nell'area d'intervento di coperture sciolte per circa i primi 2m passanti a coltri detritico eluviali molto addensate e/o cappellaccio d'alterazione del substrato.

- presenza di un substrato rappresentato da litotipi metamorfici con un'evidente tessitura scistosa, ed orientazione con angolazioni medie verso Est, Sud – Est (quindi variabile da traverspoggio 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 5 ÷ 6m) da roccia più alterata (cappellaccio), la cui qualità migliora 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. 17/01/2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni", l'accelerazione massima prevedibile per il sito in esame 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 $V_{s,30}$.

Sulla base delle indagini sismiche eseguite 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$, compresi fra 360 m/s e 800 m/s*).

Per quanto riguarda il coeff. topografico S_T , la zona d'intervento ricade nella categoria T2 "pendii e rilievi con inclinazione media $i > 15^\circ$ ".

In merito all'accelerazione orizzontale massima al bedrock a_g , sono attesi valori inferiori a 0.053g, calcolati con una probabilità di superamento del 10% in 475 anni (corrispondente allo stato limite di salvaguardia della vita).

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,370395537298
longitudine: 8,52126492142839
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 16911	Lat: 44,3780	Lon: 8,4535	Distanza: 5450,817
Sito 2	ID: 16912	Lat: 44,3810	Lon: 8,5233	Distanza: 1184,631
Sito 3	ID: 17134	Lat: 44,3310	Lon: 8,5274	Distanza: 4403,400

Sito 4 ID: 17133 Lat: 44,3281 Lon: 8,4577 Distanza: 6906,897

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T2
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,019 g
Fo: 2,585
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: 2,632
Tc*: 0,303 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,064 g
Fo: 2,750
Tc*: 0,325 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,590
St: 1,200
Kh: 0,005
Kv: 0,003
Amax: 0,266
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,540
St: 1,200
Kh: 0,007
Kv: 0,003

Amax: 0,343
Beta: 0,200
SLV:
Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,200
Kh: 0,015
Kv: 0,008
Amax: 0,743
Beta: 0,200
SLC:
Ss: 1,200
Cc: 1,380
St: 1,200
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,903
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84
latitudine: 44.369428
longitudine: 8.520211

Sarà cura del progettista delle strutture, in base alle caratteristiche strutturali dell'opera da realizzare e alla definitiva profondità d'imposta delle fondazioni confermare o attribuire il definitivo valore di V_{seq} e conseguentemente la categoria di suolo.

9) MODELLAZIONE GEOTECNICA - GEOMECCANICA MEDIA

Sulla base di quanto emerso dalle indagini eseguite 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.

La caratterizzazione geotecnica del terreno potrà essere comunque sempre integrata e/o confermata nell'ambito di ulteriori approfondimenti che il progettista geotecnico vorrà effettuare.

Caratterizzazione delle coltri detritico – eluviali miste a riporti di fascia

Costituite da coltri detritico eluviali e riporti di fascia, quindi materiali estremamente eterogenei, caratterizzati dalla presenza di abbondanti scaglie rocciose in matrice fine da limo – sabbiosa a limo – argillosa, ad esse possono essere attribuiti i seguenti parametri geotecnici minimi e medi di riferimento:

angolo d'attrito φ	25° ÷ 27°
peso di volume γ	18 ÷ 19 kN/m ³
Coesione effettiva c'	2 ÷ 5 kPa

Substrato roccioso

Per quello che riguarda il substrato, costituito nei livelli più superficiali (per i primi 6 ÷ 8m) da roccia molto alterata e fratturata (cappellaccio d'alterazione), risulta (sulla base sia di quanto osservabile dal carotaggio, negli affioramenti sia dalle risultanze delle prove sismiche effettuate) in condizioni di conservazione scadenti/discrete la cui qualità migliora 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}	23 ÷ 24 kN/m ³
angolo d'attrito φ	35° ÷ 38°
coesione c	20 ÷ 50 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.

Il sito è caratterizzato dalla presenza di un substrato roccioso affiorante e/o subaffiorante da ridotte coperture; la roccia è direttamente visibile sia lungo il taglio stradale a monte 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 a roccia estremamente fratturata ed alterata, localmente completamente disgregata, con condizioni conservative da discrete a scadenti.

Le coperture presentano un basso grado di addensamento.

Le opere di consolidamento previste dal progetto saranno eseguite in un contesto già 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 geotecnici - 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.

Visti sia il tipo di intervento in progetto (di consolidamento della strada e pertanto anche del pendio stesso) sia le condizioni geomorfologiche, non sussisteranno problemi per quanto riguarda la stabilità complessiva dell'area (rendendo insignificante particolari calcoli di verifica), anche considerando la superficialità del substrato roccioso e l'antropizzazione dell'area propriamente d'intervento.

I movimenti terra legati all'intervento saranno ridotti e pertanto non comporteranno particolari implicanze dal punto di vista geologico – tecnico.

Dovrà comunque essere posta particolare attenzione operativa vista sia la necessità di non interferire sulle fondazioni di contigui manufatti sia la presenza di sottoservizi.

L'intervento in progetto non comporterà sostanziali modifiche alle condizioni idrogeologiche in atto, in un'area che presenta una discreta regimazione delle acque superficiali in eccesso che, raccolte dai vari solchi naturali o cunette di fascia e/o stradali, vengono smaltite verso gli impluvi sottostanti. Non vengono pertanto richiesti particolari interventi di sistemazione idraulico-agraia che si discostino da una generale manutenzione periodica delle attuali vie di drenaggio e smaltimento unitamente al ripristino di eventuali porzioni danneggiate.

I materiali di risulta provenienti dalle lavorazioni potranno essere riutilizzati in sito o in altro sito seguendo le disposizioni del D.P.R. n. 120 del 13/06/2017. I materiali in esubero dovranno essere conferiti in discarica autorizzata.

In ogni caso in via cautelativa gli scavi dovranno essere attuati con tecniche che garantiscano la minore frammentazione possibile dell'ammasso roccioso (ove interessato dagli sbancamenti); dovrà inoltre essere predisposto un sistema di minimizzazione e controllo della diffusione delle polveri quale per esempio la nebulizzazione del fronte di scavo.

Sulla scorta delle conoscenze litostratigrafiche, geotecniche ed idrogeologiche in possesso si esprime un parere di fattibilità geologica e geotecnica per la realizzazione dell'intervento edificatorio previsto.

Si consiglia comunque di continuare successivamente l'intervento sia un monitoraggio delle strutture sia una verifica della funzionalità della rete di smaltimento delle acque.

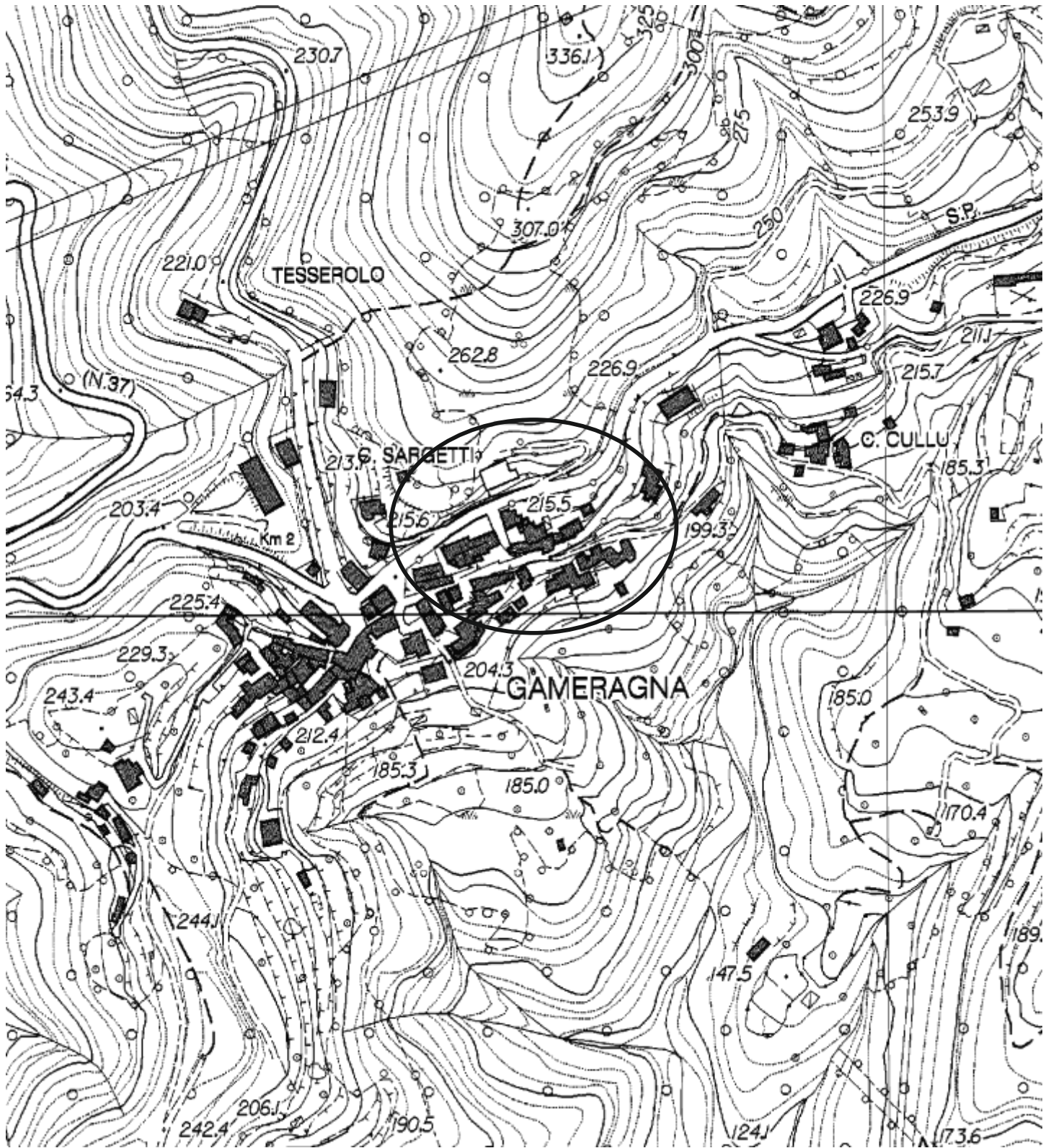
Il progetto in questione è da ritenersi, per quanto di competenza dello scrivente, compatibile con la Normativa di Piano di Bacino, con particolare riferimento al Regolamento Regionale n. 3/2011, non aggravando l'attuale livello di suscettività al dissesto, sito oltre la fascia di inedificabilità dai più limitrofi corsi 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; si può inoltre ritenere migliorativo sia ai fini dell'assetto idrogeologico sia della stabilità della muratura di contenimento e del versante.

Savona, li Dicembre 2021

il geologo



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



COROGRAFIA

TAV.

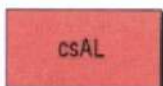
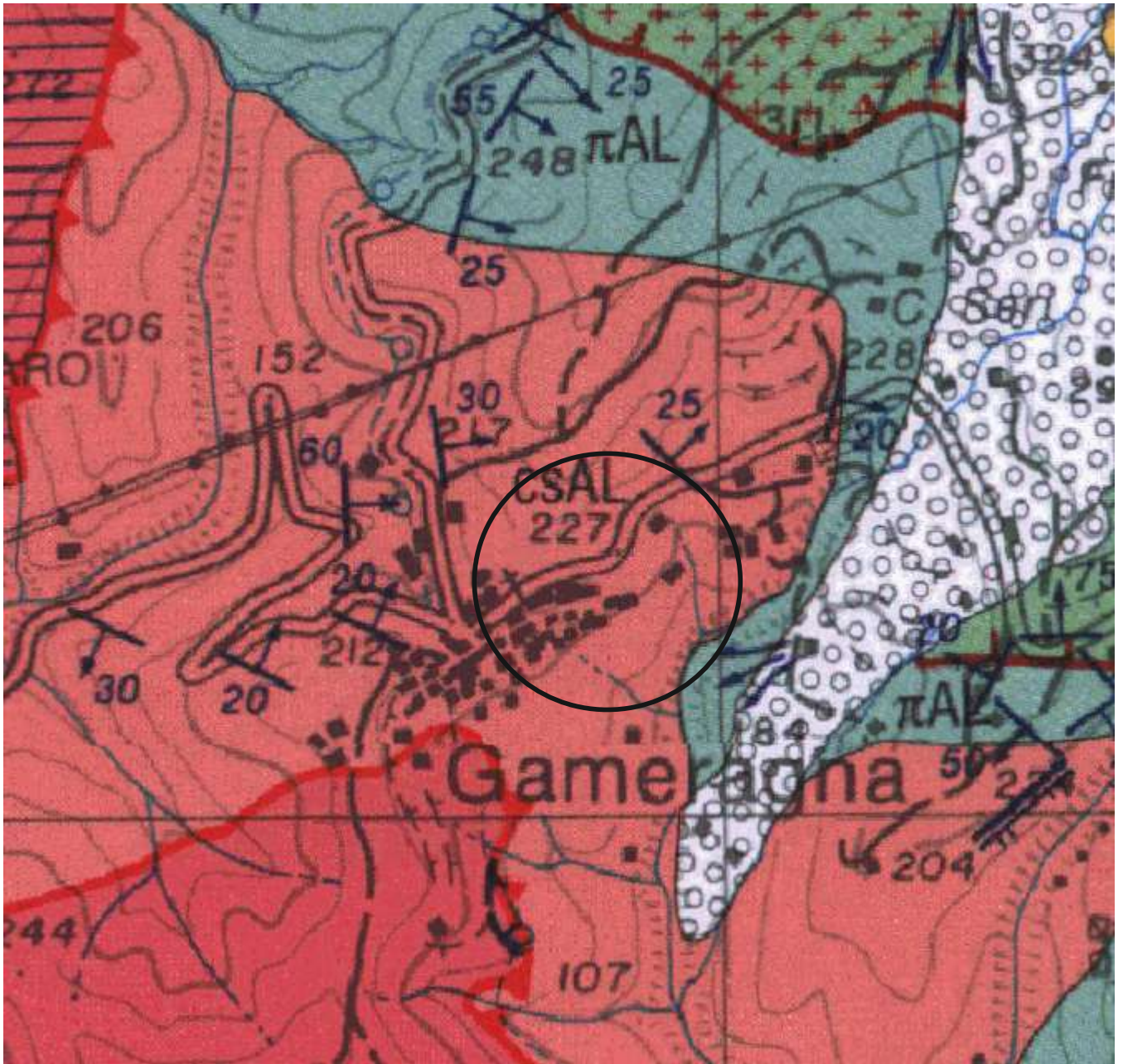
1

scala 1:5000



Dott. Francesco VALLE
Geologo

Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona - Tel. 019828156

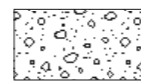
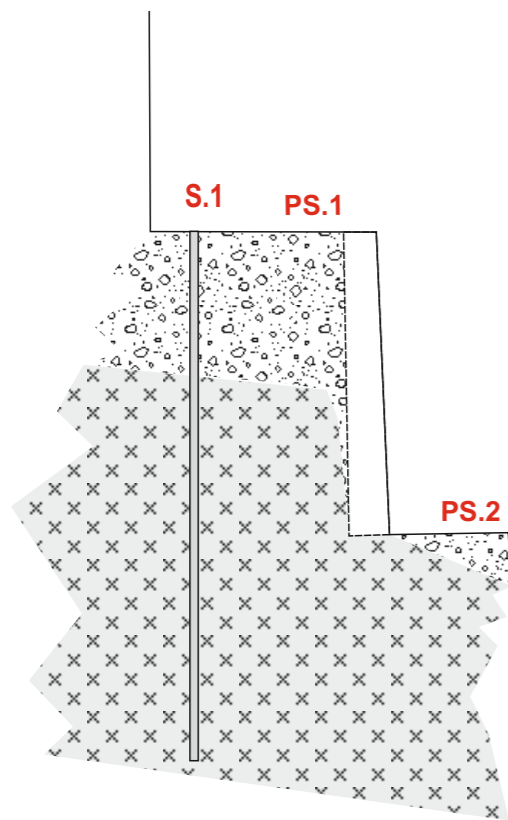
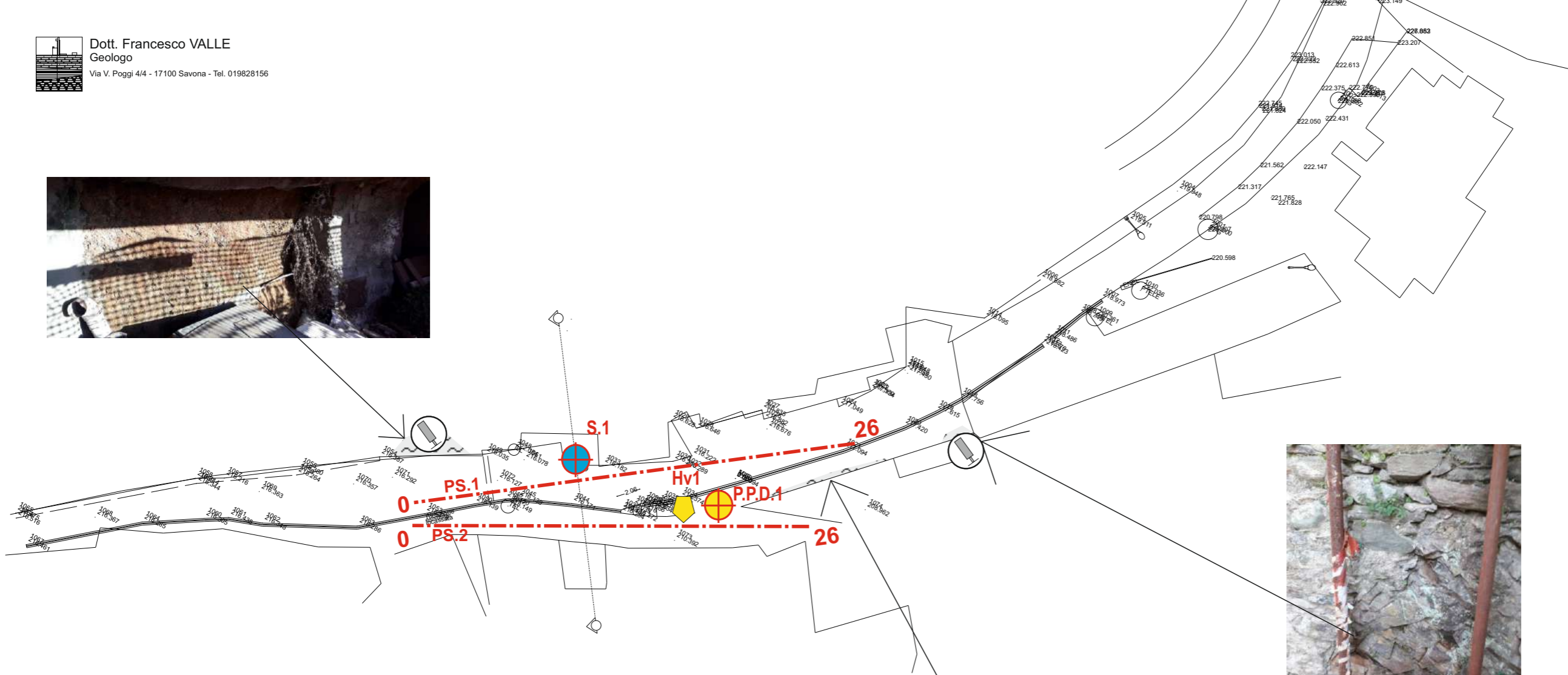


CALCESCISTI: scisti micaceo quarzosi, più o meno carbonatici.
Giurassico

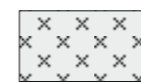
CARTA GEOLITOLOGICA

TAV.






2



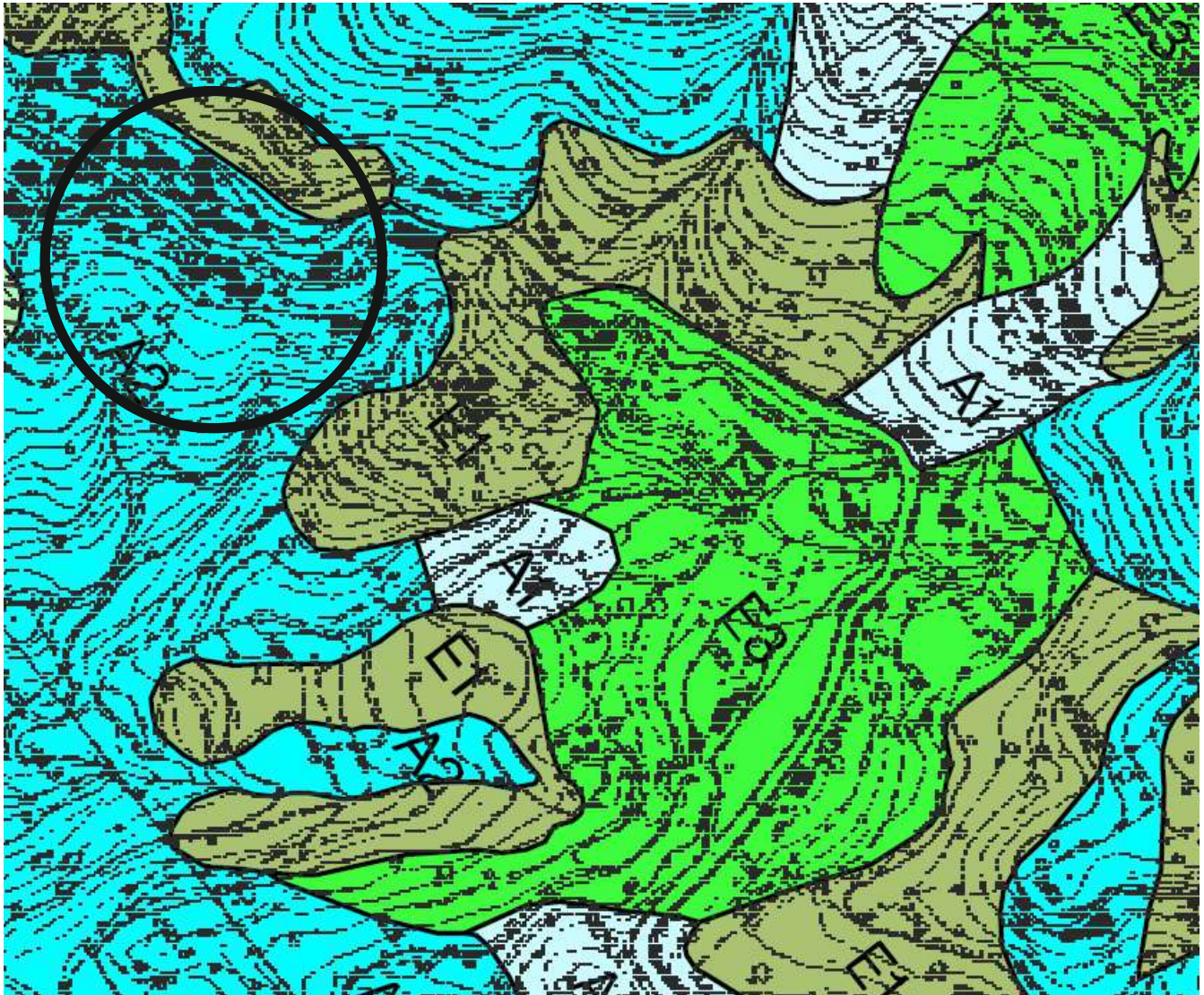
Riporti di fascia, coltri detritico eluviali e talvolta blocchi disarticolati passanti e/o intercalate a roccia molto alterata e fratturata (cappellaccio d'alterazione)



Substrato roccioso molto alterato e fratturato (cappellaccio d'alterazione)

-  S.1 CAROTAGGIO
-  P.P.D.1 PROVA PENETROMETRICA
-  Hv1 INDAGINE SISMICA PASSIVA
-  P.S.n STESA SISMICA
-  OSSERVAZIONI E DETERMINAZIONI SU ROCCIA

PLANIMETRIA	scala 1:200	TAV. 3
SEZIONE STRATIGRAFICA INTERPRETATIVA	scala 1:100	



ZONE TIPO A: caratterizzate da condizioni di substrato affiorante e/o subaffiorante

A1

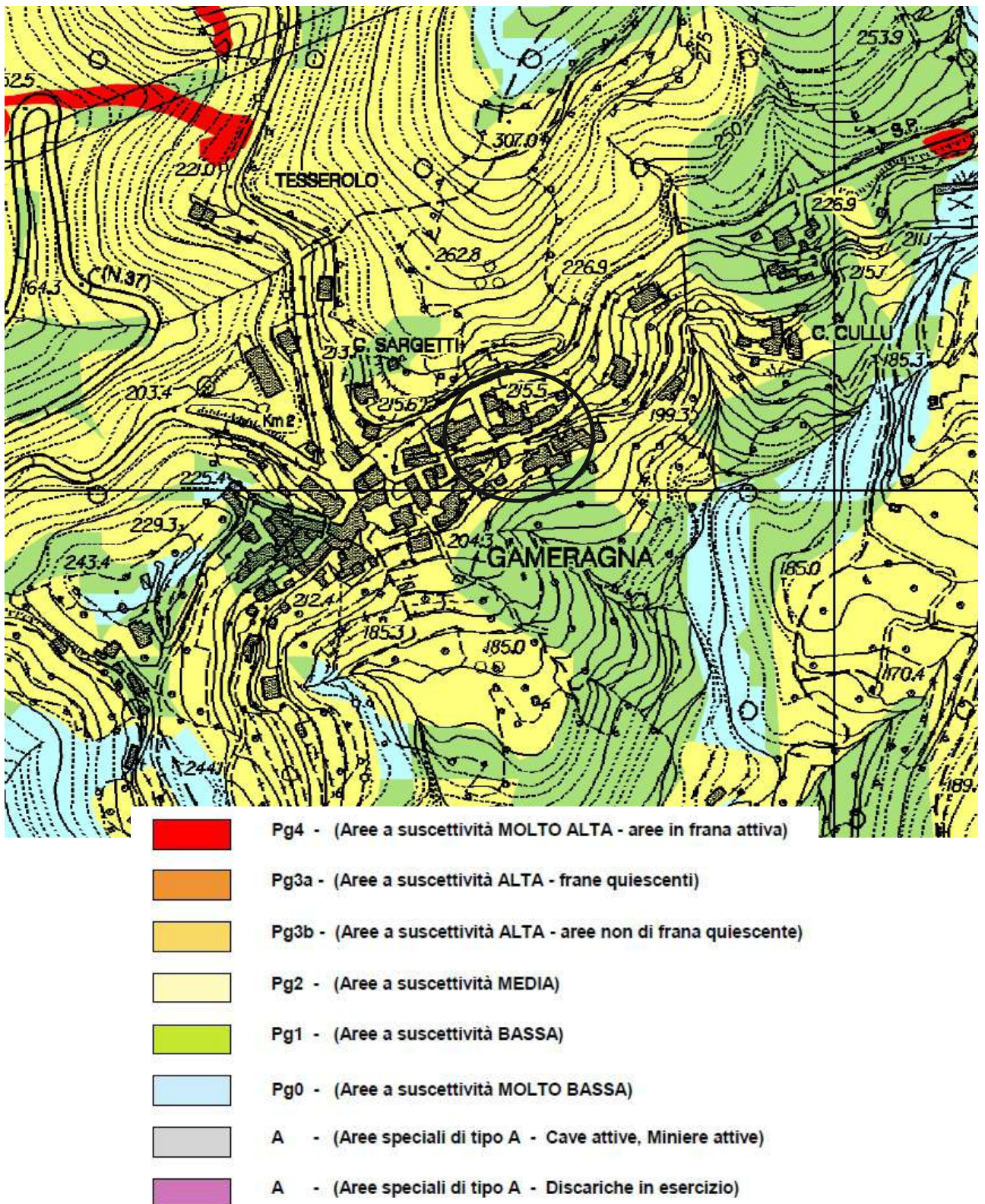
Assenza di specifiche problematiche geologiche l.s.
se non per interventi di eccezionale incidenza sull'attuale assetto

A2

Presenza di particolari condizioni di alterazione chimico-fisica
del substrato roccioso in concomitanza con fenomenologie tettoniche;
necessita' di verifiche specifiche per qualsiasi tipo di intervento

A3

Presenza di particolari problematiche legate all'esistenza di
fenomenologie carsiche; si escludono insediamenti che rappresentino
centri di pericolo per gli acquiferi od interventi che ne alterino i deflussi



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

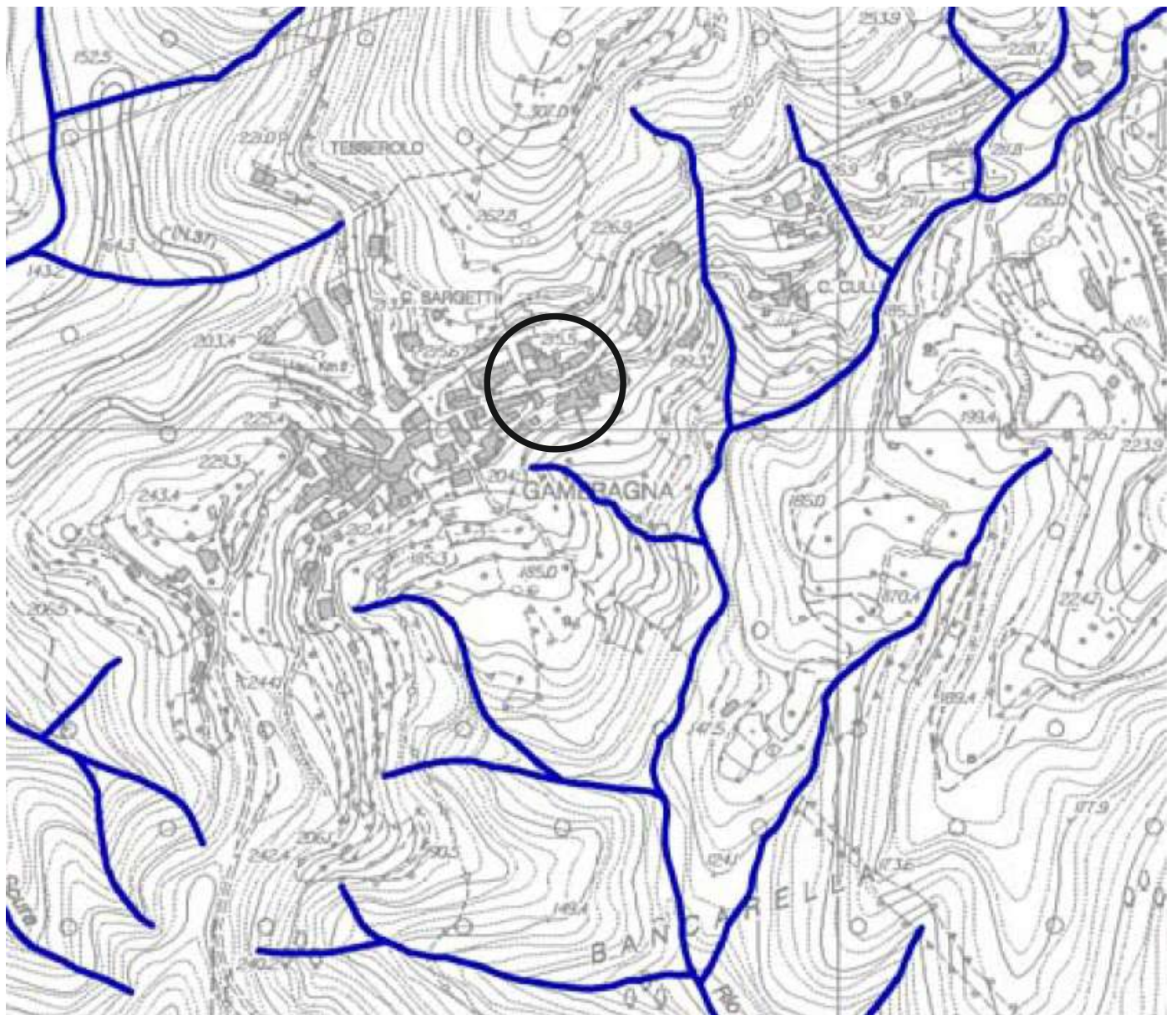
All.

1.1



Dott. Francesco Valle
Geologo

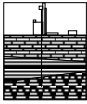
Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona



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

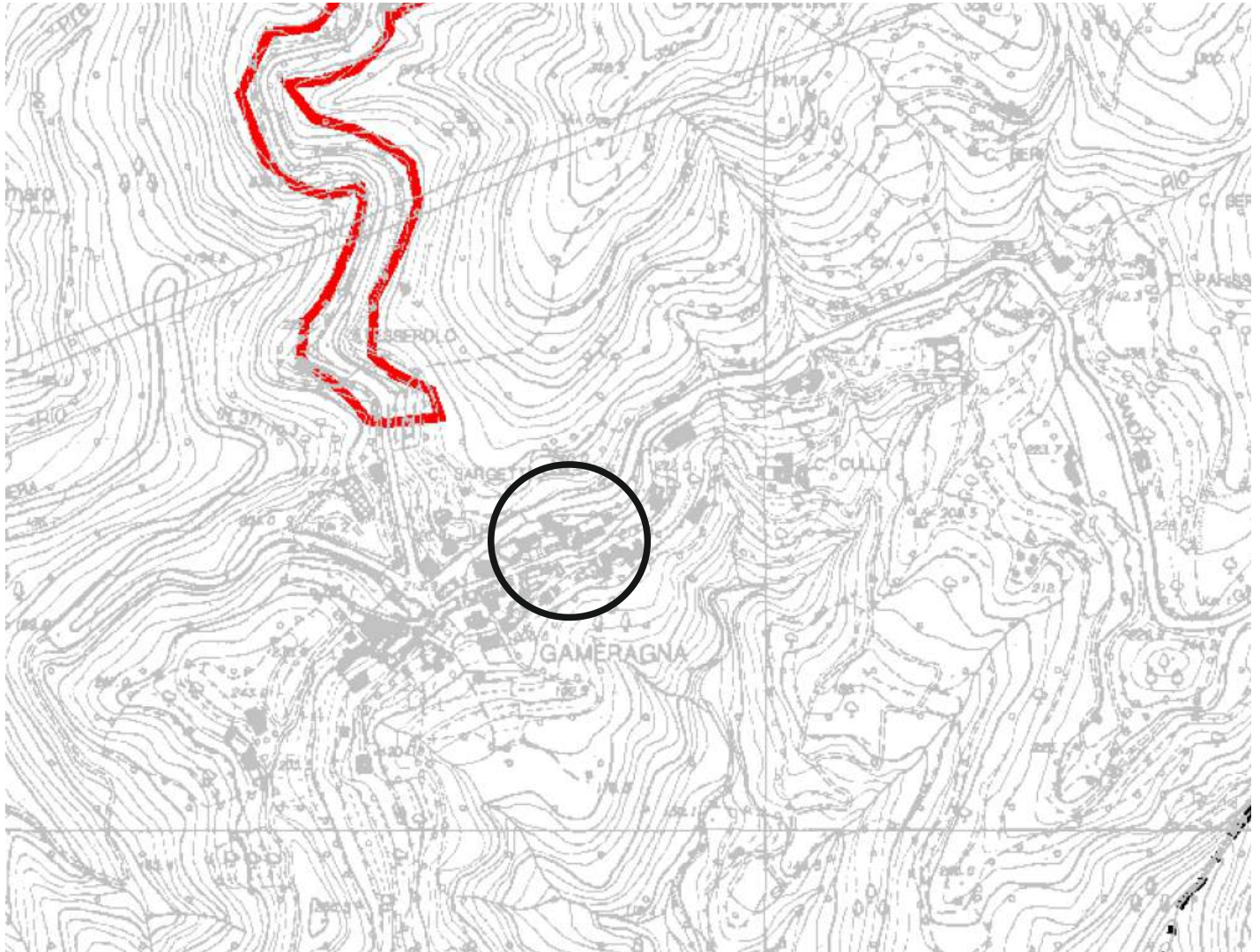
All.

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



PROVE IN POSTO

SONDAGGI GEOGNOSTICI - Risultanze

All.

2

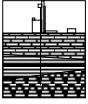


PROVE IN POSTO

SONDAGGI GEOGNOSTICI - Risultanze

All.

2



Dott. Francesco Valle
Geologo

Via V. Poggi 4/4 - 17100 Savona

- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
- Istogrammi
- Correlazioni geotecniche

PROVE IN SITO

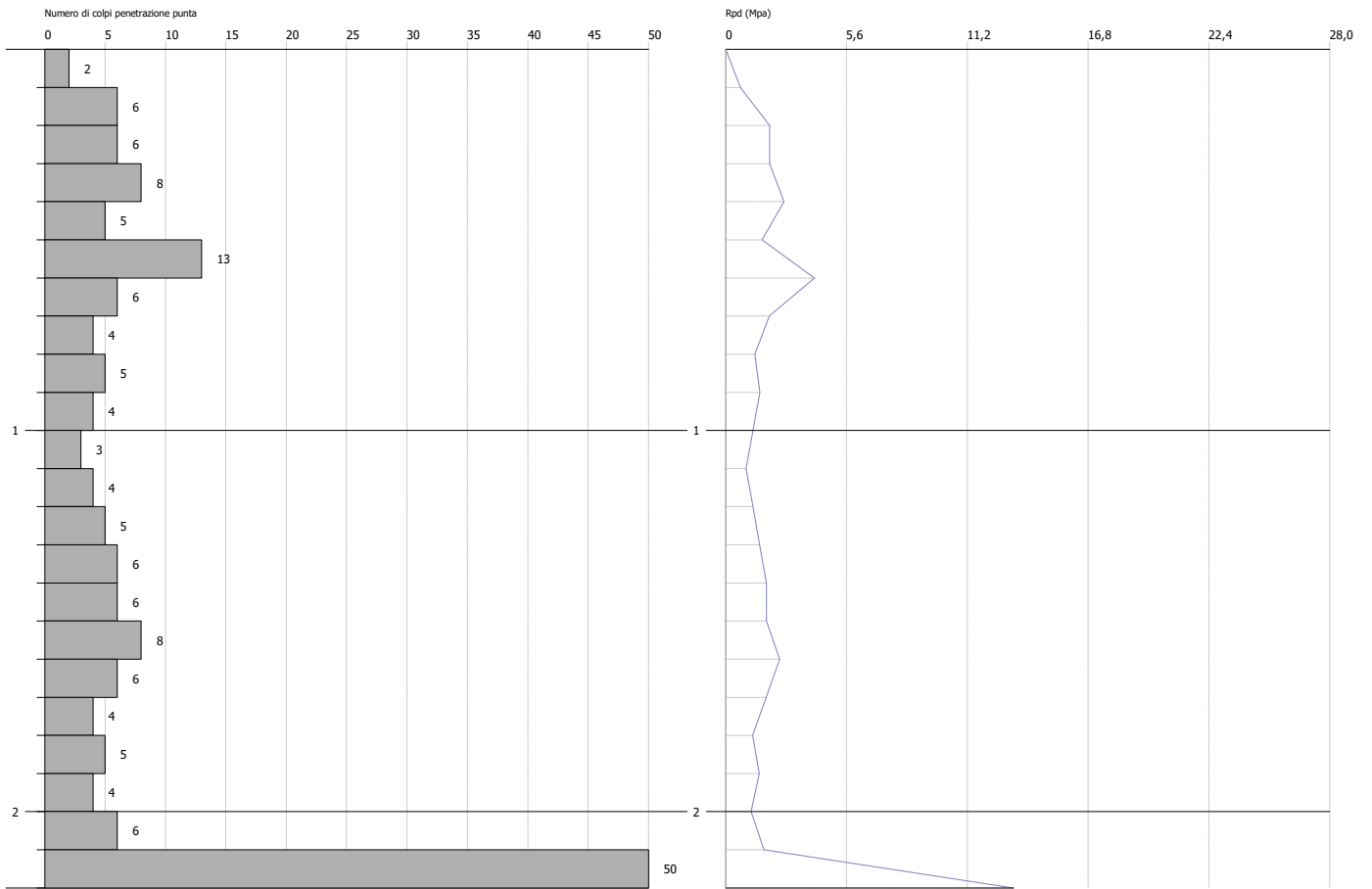
ALL.

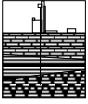
3

Committente:
Descrizione:
Località:

Data:

Scala 1:20





INDAGINE DI SISMICA DI SUPERFICIE

Nel sito in esame è stata eseguita, lungo gli allineamenti mostrati in Fig. 1, un'indagine sismica a rifrazione e MASW.

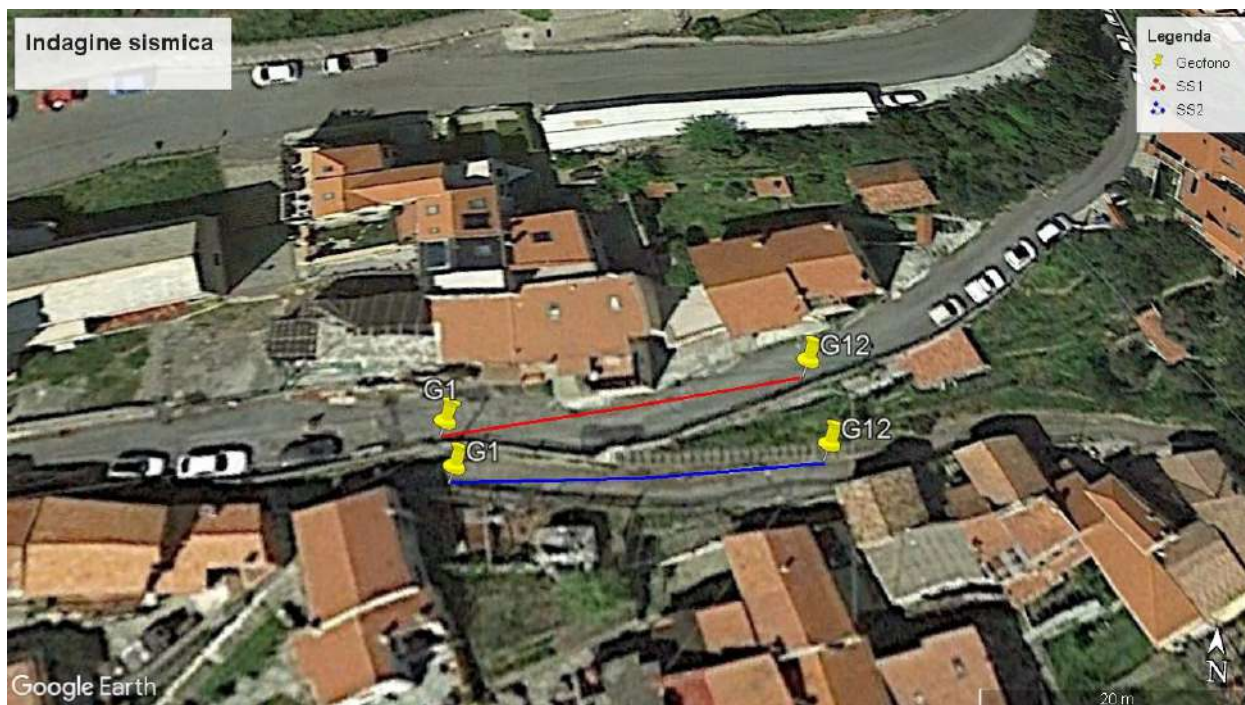


Fig. 1. Localizzazione dell'indagine di sismica a rifrazione (PS1) e MASW (PS1 e PS2). G1 = primo geofono, G12 = dodicesimo geofono.

PS1



Foto scattata vicino al geofono G1.



Foto scattata vicino al geofono G12.

PS2



Foto scattata vicino al geofono G1.



Foto scattata vicino al geofono G12.

Sismica a rifrazione di superficie (onde P)

La prospezione è consistita in un allineamento sismico di superficie (SS1) aventi le seguenti caratteristiche:

- lunghezza: 24 m;
- spazio intergeofonico: 2 m;
- punti di battuta: 5;
- 12 geofoni con frequenza propria di 4.5 Hz.

La prova è stata effettuata utilizzando un sismografo Dolang DBS280 della “Dolang Geophysical” con energizzazione a massa battente dal peso di 10 kg in alufer.

Tecnica tomografica

Le misure effettuate con la tecnica a rifrazione sono state elaborate con la procedura tomografica al fine di evidenziare in dettaglio le variazioni locali di velocità utilizzando il programma SmartTomo 2019.3 Versione 4 della Vs30.it.

La tecnica tomografica, rispetto alla tradizionale sismica a rifrazione, risolve il problema delle eterogeneità laterali del sottosuolo.

I dati sperimentali misurati sul terreno (tempi di arrivo) sono confrontati con quelli teorici (tempi ottenuti dalla modellizzazione diretta) simulati mediante un modello iniziale, seguendo quanto proposto da Moser, T. J. (1991) Shortest path calculation of seismic rays. Geophysics 56: 59-67.

Il modello di velocità iniziale è suddiviso in una griglia le cui celle hanno assegnato un valore di velocità iniziale. Sui lati della singola cella sono presenti più nodi che

costituiscono i nodi della rete di ipotetici raggi sismici che connettono tutte le sorgenti e tutti i ricevitori che sono anch'essi dei nodi. Ogni nodo è connesso con quelli delle celle adiacenti.

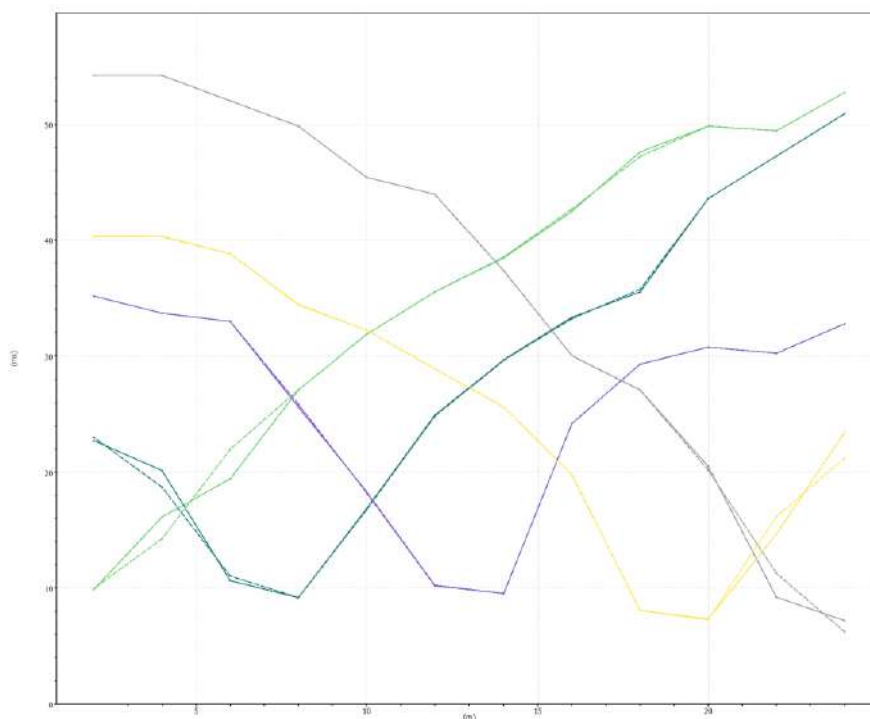
Nella fase "inversa" i tempi sintetici calcolati nella fase "diretta" vengono confrontati con i tempi misurati. Le differenze tra i due tempi sono usate per aggiornare il modello sintetico (smartTomo impiega un algoritmo riconducibile alla famiglia delle Simultaneous Iterative Reconstruction Technique). La risoluzione del modello finale dipende dalla densità dei raggi, che a sua volta dipende dal numero di energizzazioni e di geofoni. La soluzione numerica del modello di velocità è affrontata in modo iterativo cercando la soluzione che riduce la differenza tra i tempi misurati e quelli calcolati.

Mediamente si può considerare che l'indagine raggiunga una profondità di circa un terzo della lunghezza dell'allineamento.

In sintesi, la procedura seguita nella tecnica tomografica consiste in:

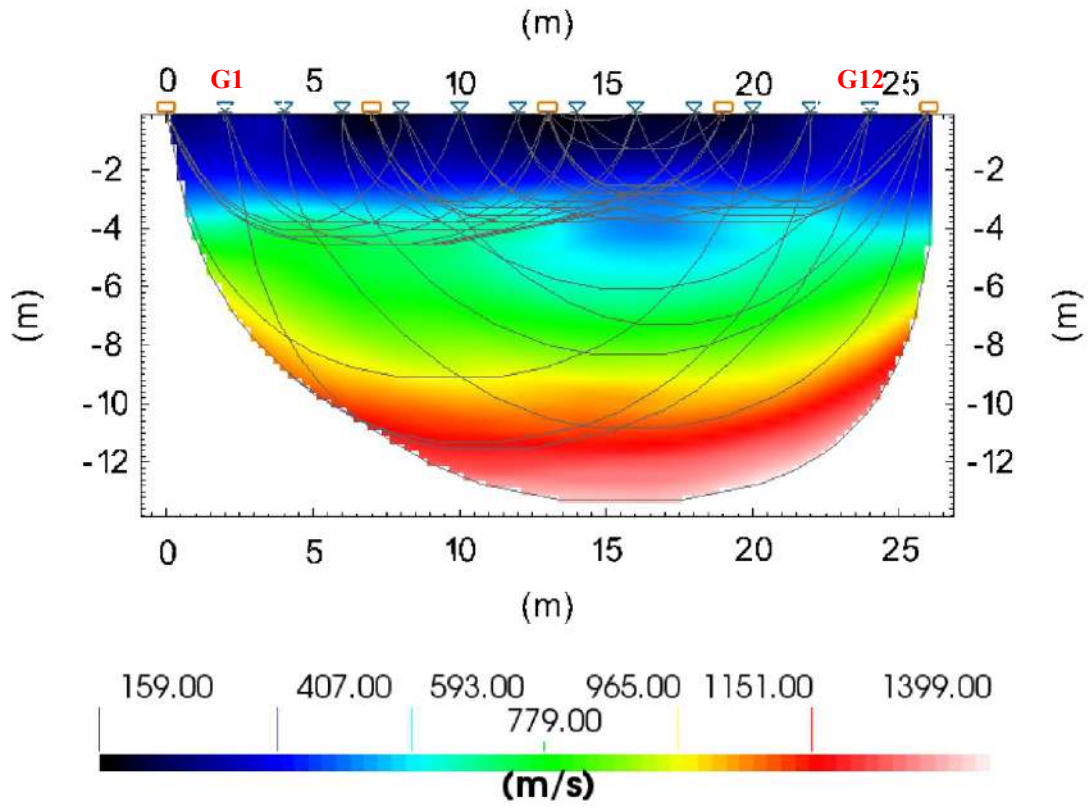
- lettura dei tempi di arrivo sui sismogrammi acquisiti in campagna;
- definizione del modello iniziale del sottosuolo, passo diretto (si parte con un modello piano-stratificato del sottosuolo);
- tracciatura del raggio (tracciamento dei raggi dalla sorgente ai ricevitori – raytracing);
- determinazione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

Risultati

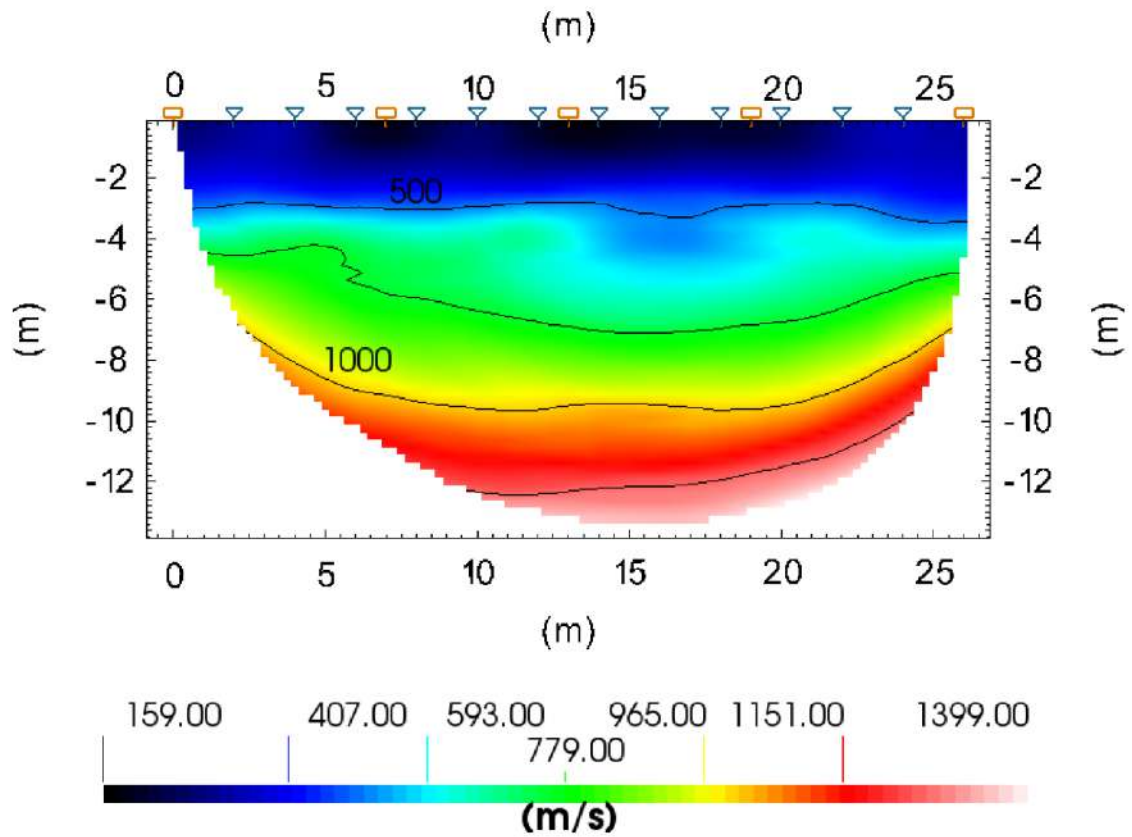


Confronto tra dromocroni osservate (linea continua) e calcolate (linea in tratteggio) per il sito analizzato.

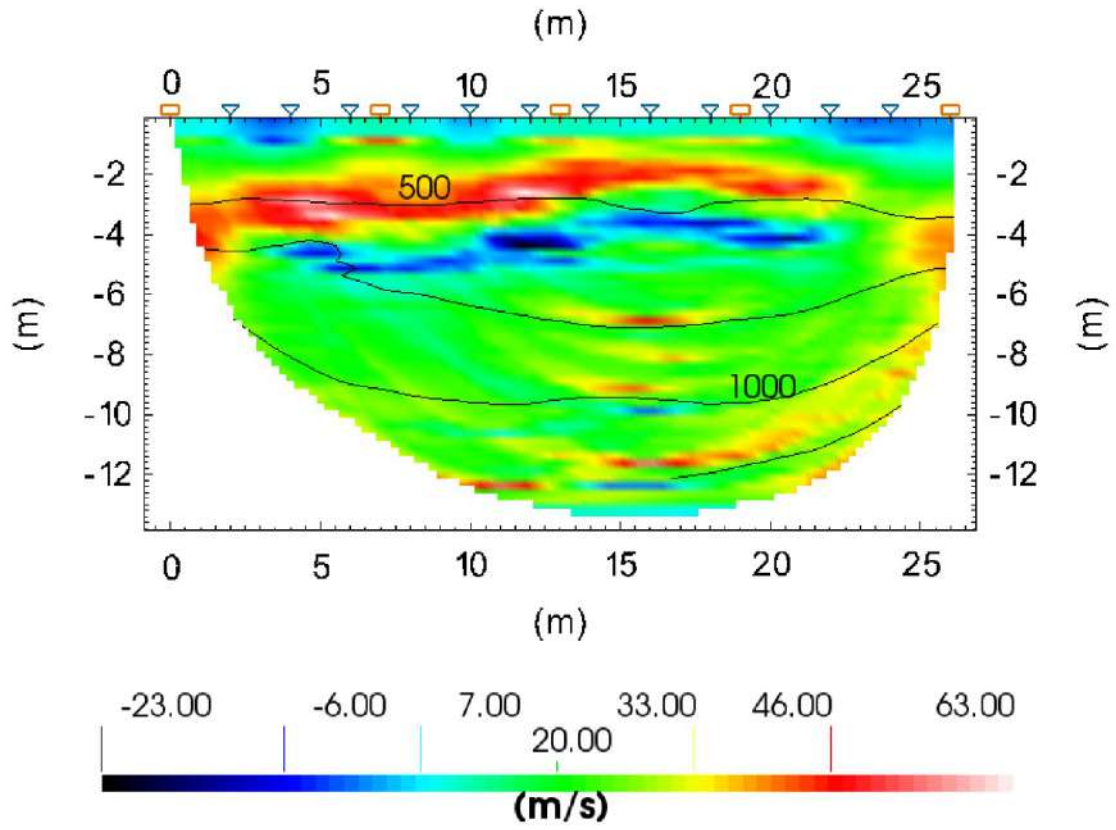
Tomographic Profile - Velocity with Rays



Tomographic Profile - Velocity with Isolines



Tomographic Profile - Vertical Gradient with Isolines



Indagine MASW

Lungo la stessa linea utilizzata per l'indagine sismica a rifrazione e lungo PS2 (vedere Fig. 1), è stata eseguita la MASW per la valutazione della categoria del suolo in ambito sismico.

Si tratta di un metodo d'indagine non invasivo che determina un profilo verticale di velocità delle onde di taglio utilizzando le onde di Rayleigh registrate con geofoni posti in superficie.

Le onde di Rayleigh, in un mezzo stratificato, sono dispersive cioè le componenti del segnale a frequenza differente si propagano a diversa velocità in funzione delle caratteristiche del mezzo attraversato.

Componenti ad alta frequenza (breve lunghezza d'onda), più lente, permettono d'investigare gli strati più superficiali mentre quelle a bassa frequenza (lunghezza d'onda maggiore), generalmente con velocità di propagazione maggiore, forniscono informazioni sugli strati più profondi.

In quest'indagine la tecnica è consistita nell'acquisizione del dato mediante l'impiego di un acquisitore multi-canale, nell'analisi della dispersione delle onde superficiali e infine nel processo d'inversione per la determinazione del profilo di velocità a partire dalla curva di dispersione sperimentale

Acquisizione del segnale sismico

È analoga a quella descritta per la sismica a rifrazione.

Analisi di dispersione delle onde superficiali

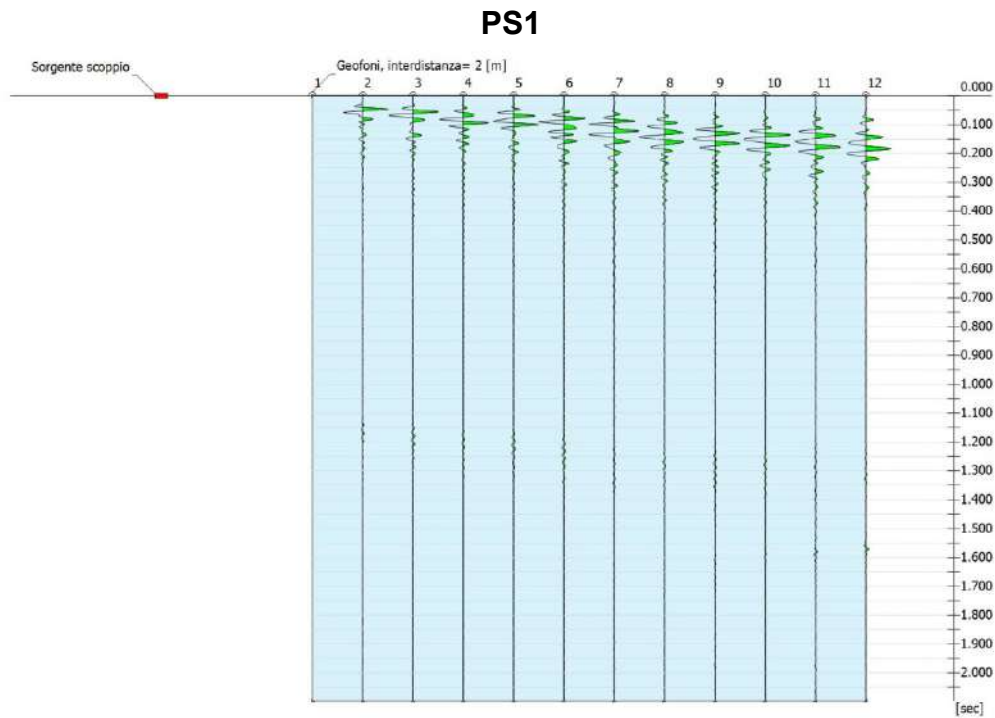
Il dato acquisito così come descritto nel paragrafo precedente è stato processato al fine di ricavare la velocità di fase apparente (o curva di dispersione) delle onde di superficie.

L'elaborazione dei dati acquisiti è stata eseguita utilizzando il software MASW Easy della GeoStru.

Tracce

N. tracce	12
Durata acquisizione [ms]	2097.2
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [ms]	1.024

Risultati



Registrazione multicanale

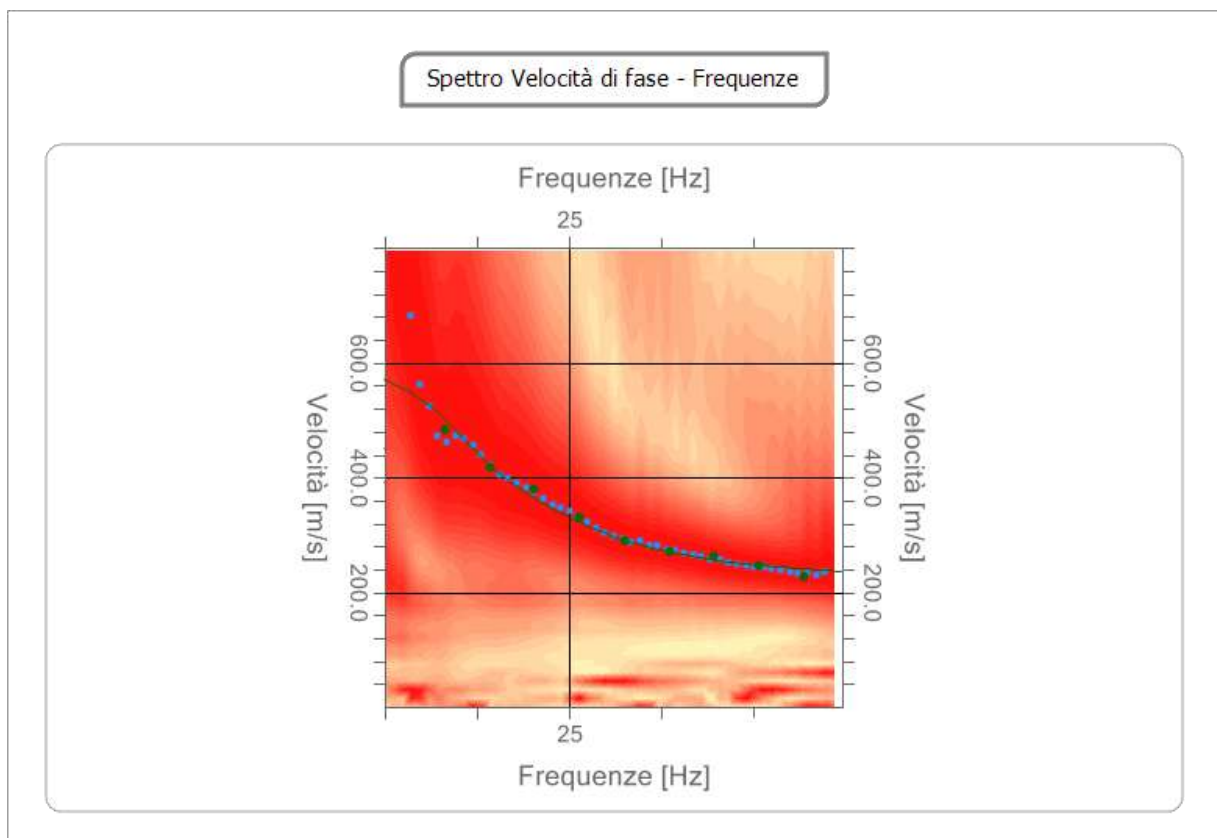


Grafico di dispersione ottenuto dalla registrazione multicanale mostrata sopra.

La linea in colore nero rappresenta la curva di dispersione calcolata dal programma utilizzando un modello geotecnico sintetico di partenza che approssima il più possibile la curva di dispersione sperimentale indicata dai cerchi pieni di colore azzurro.

Modellizzazione

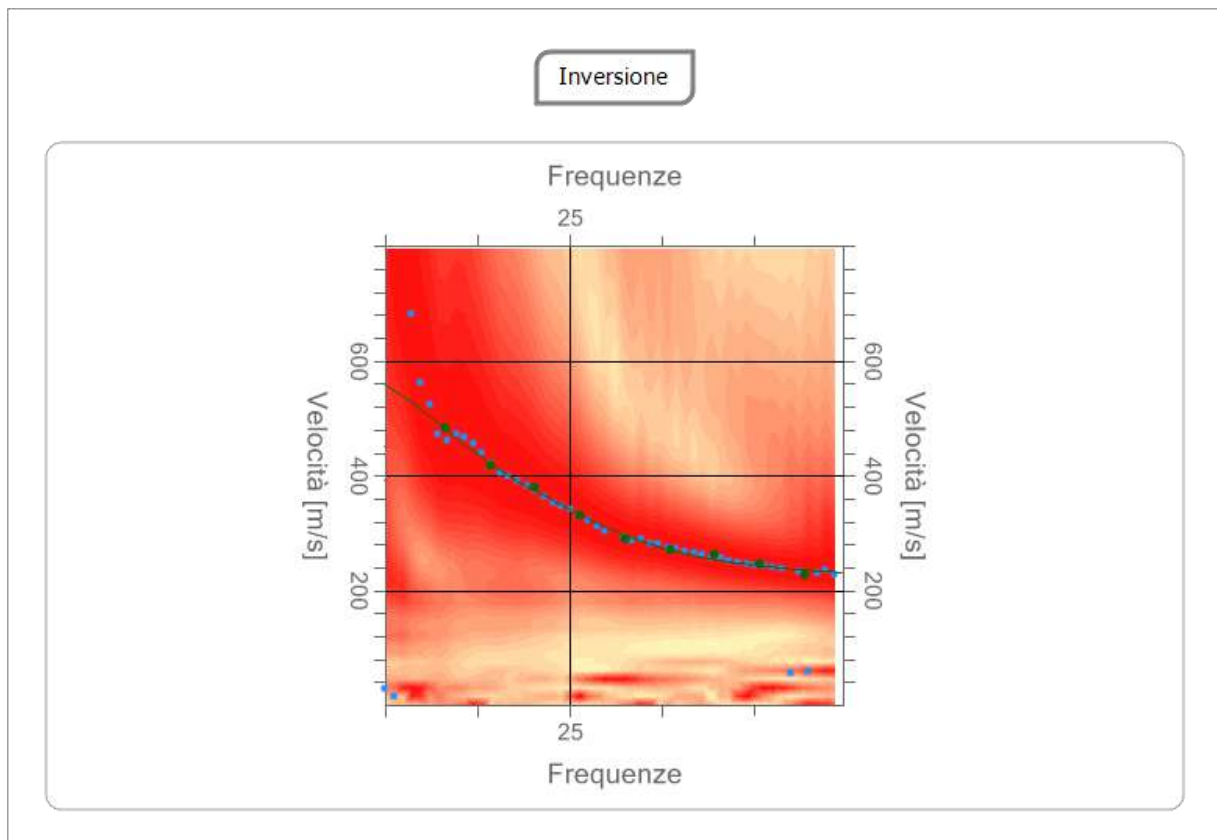
Da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S, è possibile simulare la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda.

Il procedimento è fatto tenendo conto che $V_R \approx 0.9 V_s$ e $z = \lambda/2.5$, dove il valore di V_s è assegnato alla profondità z calcolata in funzione della lunghezza d'onda λ , la quale è legata alla frequenza e alla velocità di fase V_R .

Il calcolo che permette di ricavare il profilo verticale della velocità delle onde di taglio dalla curva di dispersione, partendo dal modello geologico del sottosuolo (sintetico), è detta inversione.

Modificando i parametri del modello sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale.

Sotto è riportata l'elaborazione eseguita.

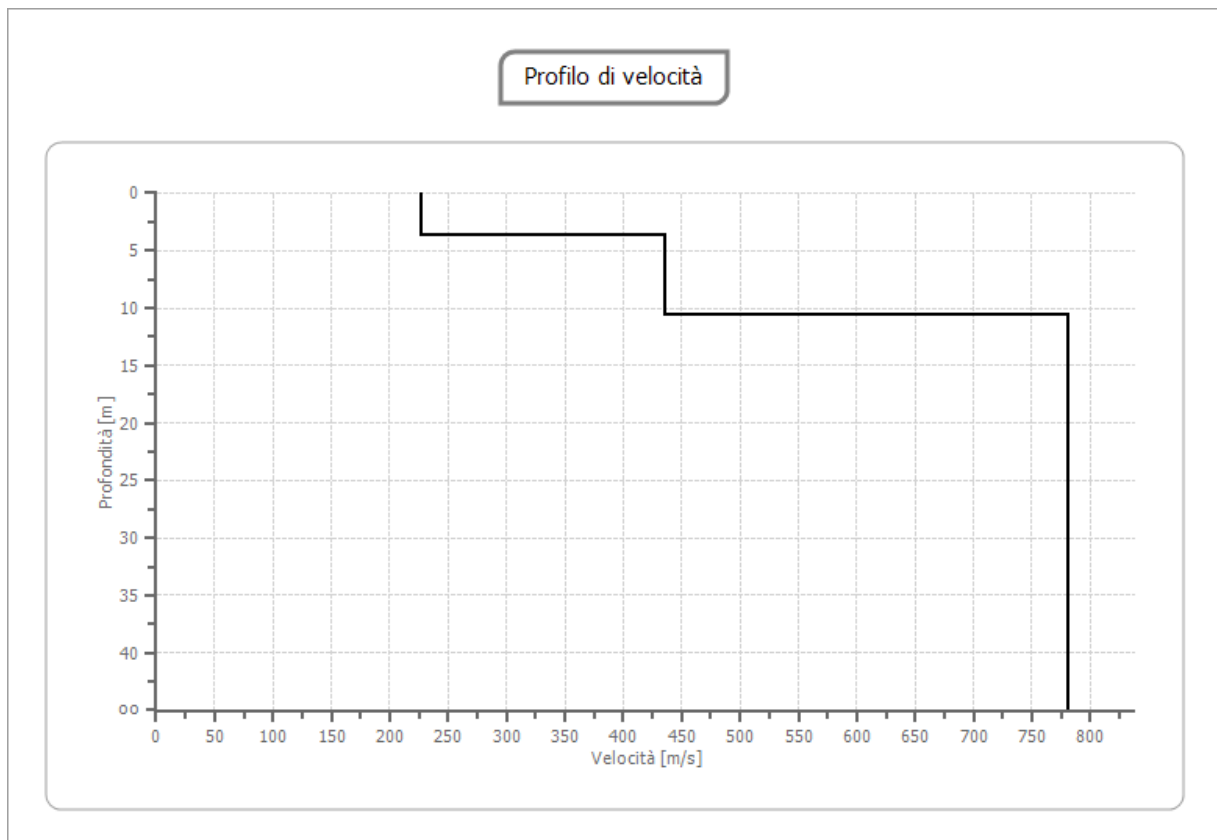


La curva di dispersione elaborata dall'inversione (colore nero), che approssima la curva di dispersione sperimentale, evidenziata dai cerchi pieni in colore azzurro (massimi) e cerchi pieni in colore verde (picking eseguito tramite regressione lineare), fornisce il modello geotecnico, riportato nella tabella.

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	Vs [m/s]
1	3.62	3.62	1800.0	0.40	227.4
2	10.61	6.99	2200.0	0.35	434.9
3	oo	oo	2300.0	0.35	780.7

Di seguito i parametri statistici dell'elaborazione:

- una percentuale di errore pari a 0.023 %;
- un fattore di disadattamento della soluzione 0.019

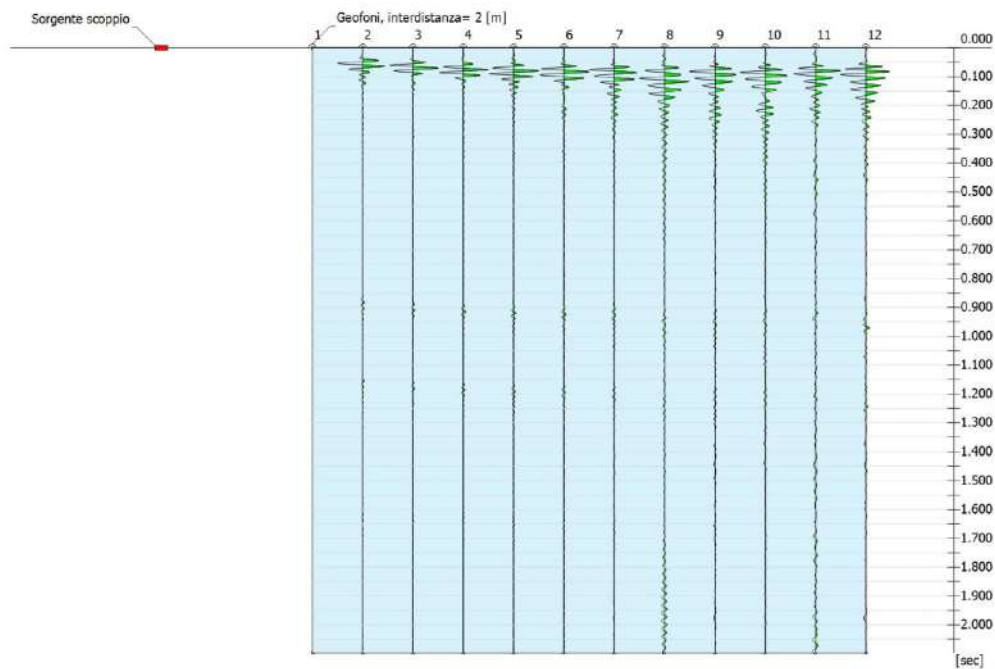


Classe di sottosuolo

È stata determinata in base alla stratigrafia e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, riportata sopra.

In base al profilo di V_s , riportato sopra e ai sensi del DM/2018, è stato calcolato un valore di $V_{s\ eq}$ pari a 528 m/s, a cui è possibile associare una categoria di sottosuolo di tipo B.

PS2



Registrazione multicanale

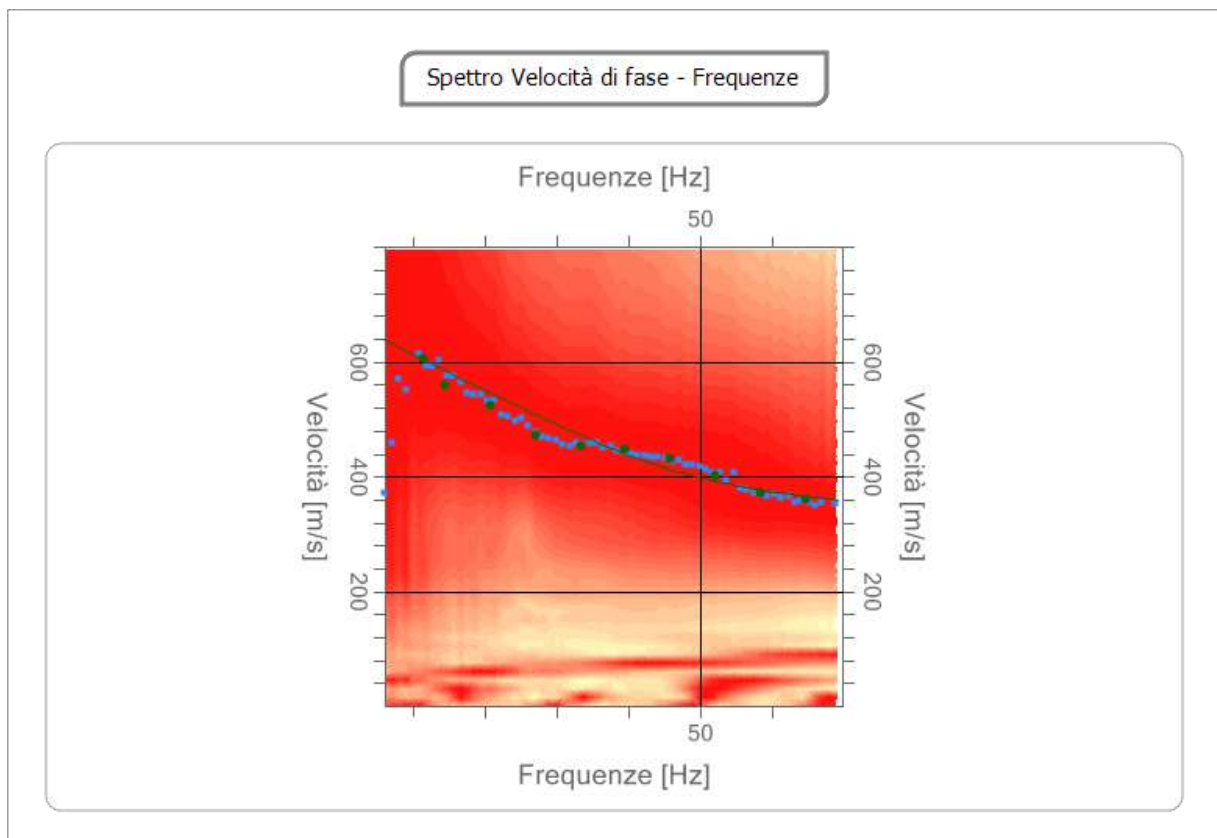


Grafico di dispersione ottenuto dalla registrazione multicanale mostrata sopra.

La linea in colore nero rappresenta la curva di dispersione calcolata dal programma utilizzando un modello geotecnico sintetico di partenza che approssima il più possibile la curva di dispersione sperimentale indicata dai cerchi pieni di colore azzurro.

Modellizzazione

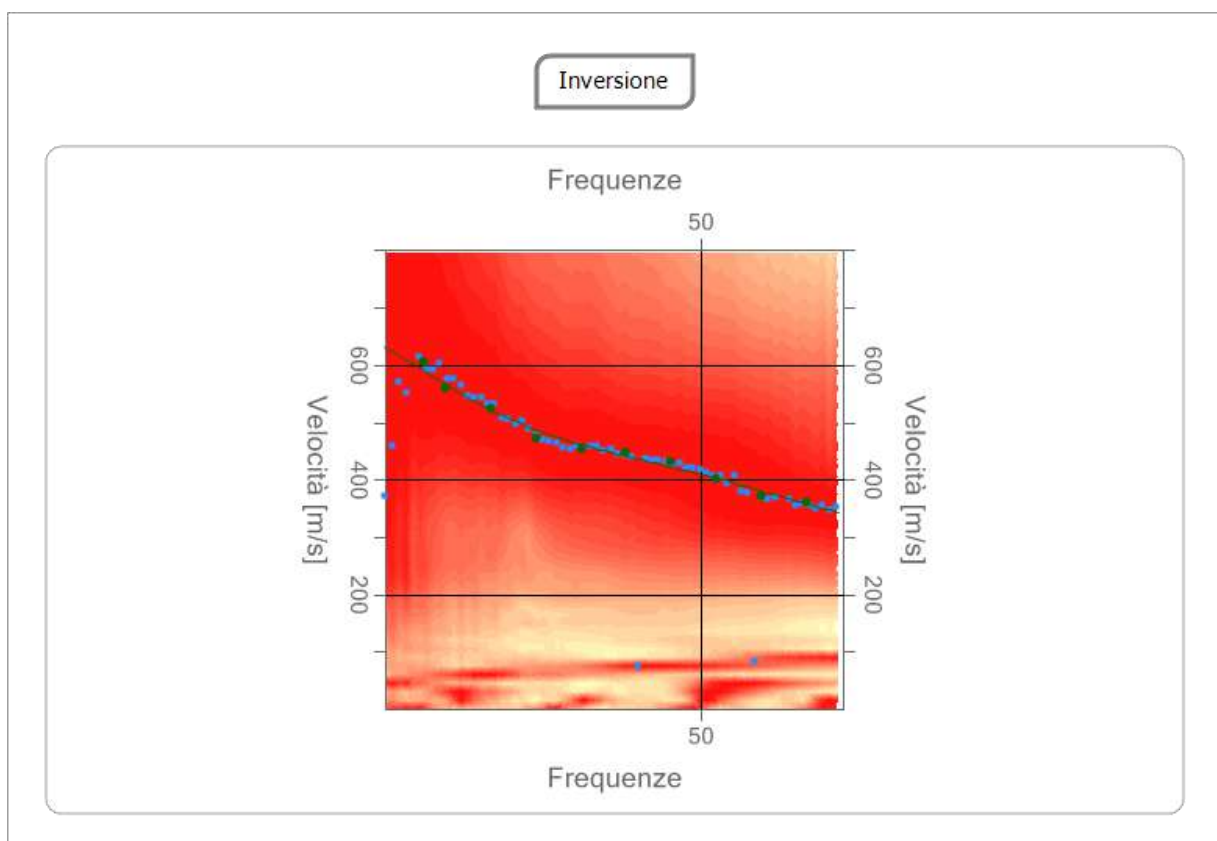
Da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S, è possibile simulare la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda.

Il procedimento è fatto tenendo conto che $V_R \approx 0.9 V_s$ e $z = \lambda/2.5$, dove il valore di V_s è assegnato alla profondità z calcolata in funzione della lunghezza d'onda λ , la quale è legata alla frequenza e alla velocità di fase V_R .

Il calcolo che permette di ricavare il profilo verticale della velocità delle onde di taglio dalla curva di dispersione, partendo dal modello geologico del sottosuolo (sintetico), è detta inversione.

Modificando i parametri del modello sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale.

Sotto è riportata l'elaborazione eseguita.

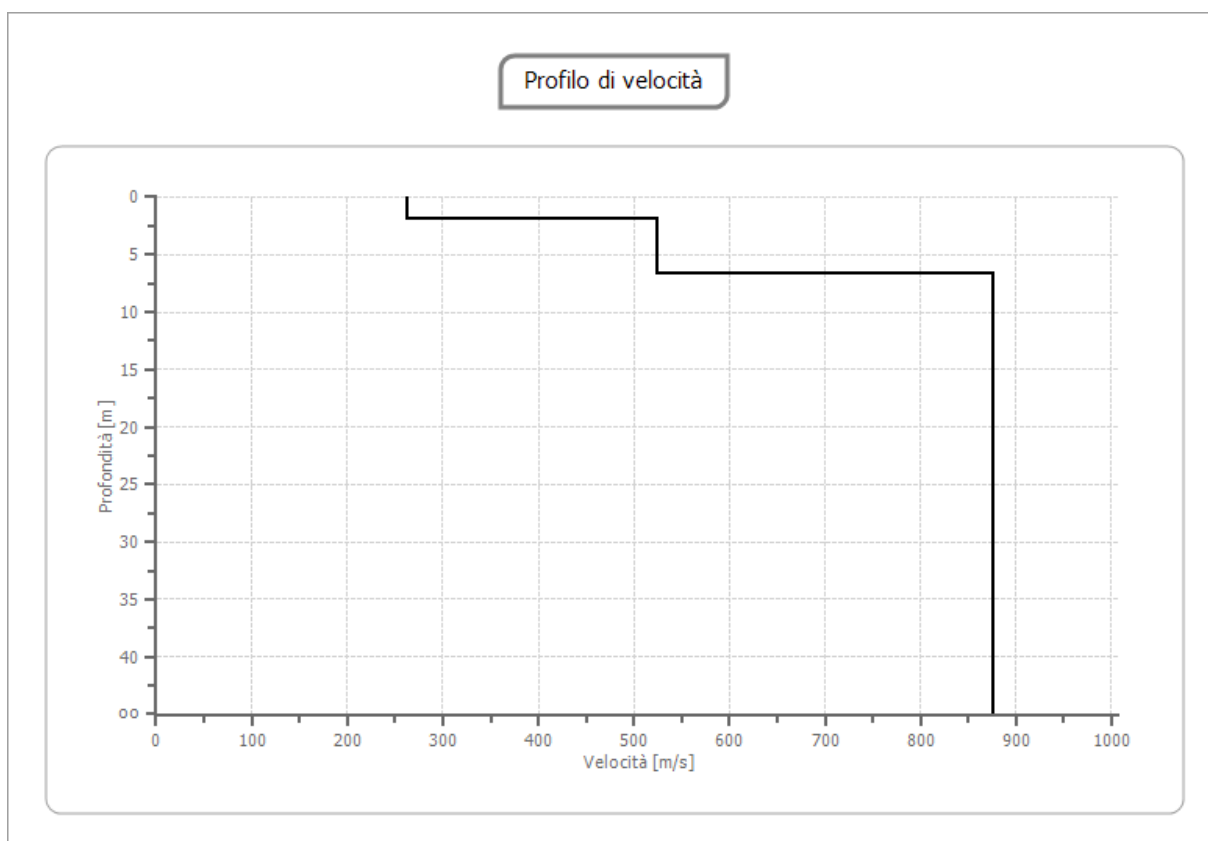


La curva di dispersione elaborata dall'inversione (colore nero), che approssima la curva di dispersione sperimentale, evidenziata dai cerchi pieni in colore azzurro (massimi) e cerchi pieni in colore verde (picking eseguito tramite regressione lineare), fornisce il modello geotecnico, riportato nella tabella.

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/m ³]	Coefficiente Poisson	Vs [m/s]
1	1.88	1.88	2000.0	0.35	262.4
2	6.70	4.83	2200.0	0.35	524.8
3	∞	∞	2400.0	0.35	876.4

Di seguito i parametri statistici dell'elaborazione:

- una percentuale di errore pari a 0.023 %;
- un fattore di disadattamento della soluzione 0.019



Classe di sottosuolo

È stata determinata in base alla stratigrafia e ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, riportata sopra.

In base al profilo di V_s , riportato sopra e ai sensi del DM/2018, è stato calcolato un valore di $V_{s\ eq}$ pari a 410 m/s, a cui è possibile associare una categoria di sottosuolo di tipo B.

INDAGINE SISMICA PASSIVA

Per caratterizzare i terreni dal punto di vista sismico è stata eseguita un'indagine mediante la tecnica di sismica passiva a stazione singola, basata sullo studio dei rapporti di ampiezza (metodo H/V).



Sito di misura.

Questa tecnica studia i rapporti di ampiezza che, nelle diverse frequenze di vibrazione (rapporti spettrali), esistono tra il rumore sismico ambientale (microtremore) misurato sul piano orizzontale (H) e quello lungo la verticale (V).

I risultati che si possono ottenere da un'indagine di questo tipo sono la velocità media delle onde di taglio calcolata tramite un codice di calcolo e la stratigrafia di massima del suolo.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato un tromometro digitale modello Tromino@Zero della Moho s.r.l. È costituito essenzialmente da tre velocimetri orientati secondo le direzioni N-S, E-W e verticale, rispettivamente ortogonali tra loro. La strumentazione opera nell'intervallo di frequenze tra 0.1 e 128 Hz, consentendo di

ottenere un'elevata risoluzione. I dati del moto del terreno, dopo essere stati amplificati e digitalizzati, vengono memorizzati su una memoria interna digitale.

In sintesi il segnale dei velocimetri è acquisito per un tempo di 16 minuti. Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

a) le curve H/V ricavate con i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
- rimozione nelle finestre di eventuali transienti ancora presenti.

b) le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto, ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto (a).

La scheda in esteso, secondo le linee guida del progetto europeo Sesame, è riportata in Allegato. I criteri di significatività consistono nella valutazione dell'attendibilità statistica della curva H/V e nella valutazione della chiarezza del picco H/V.

Le curve H/V sono curve sperimentali che rappresentano il valore del rapporto fra le ampiezze spettrali medie delle vibrazioni ambientali (riferite alle componenti verticale e orizzontali del moto) in funzione della frequenza.

I picchi della curva H/V presenti a una data frequenza possono essere più o meno evidenti e interpretabili a seconda dell'entità del contrasto d'impedenza sismica tra il substrato rigido e lo strato più superficiale di copertura.

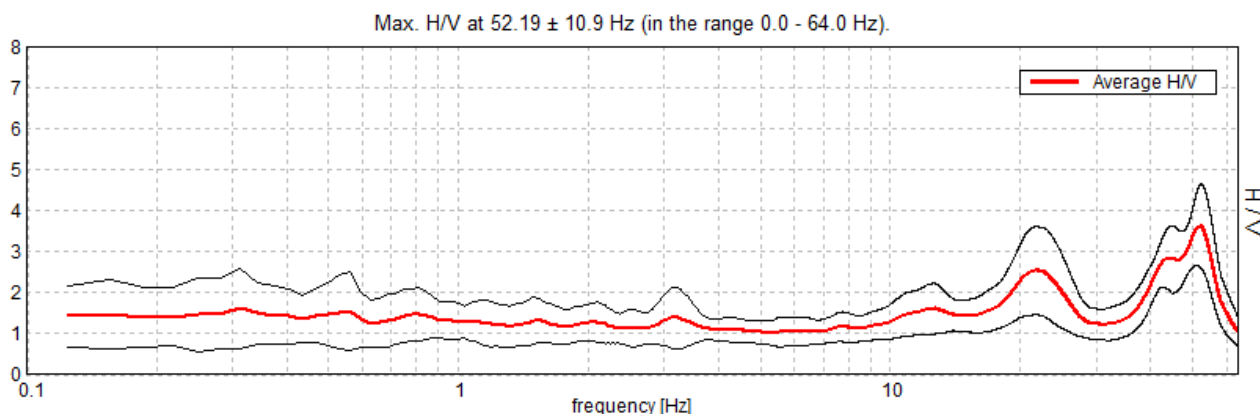


Fig. 1. Andamento del rapporto spettrale H/V in funzione della frequenza nel sito analizzato.

Nel sito misurato si nota un picco in ampiezza ad alta frequenza, che indica il contatto tra il terreno sciolto e il substrato roccioso (Fig. 1).

Modellazione delle curve H/V

Questo processo d'inversione è stato elaborato utilizzando il software Grilla della Moho s.r.l. per ottenere un modello sismo-stratigrafico nei siti di misura.

L'inversione delle misure di tremore ai fini stratigrafici sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli sintetici cioè quelli calcolati sul campo d'onde completo di un modello 3D.

L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati sono vicini a quelli sintetici.

Vincolando il modello utilizzando i risultati della prova penetrometrica eseguita, in Fig. 2 è riportata la curva sintetica che meglio approssima quella osservata.

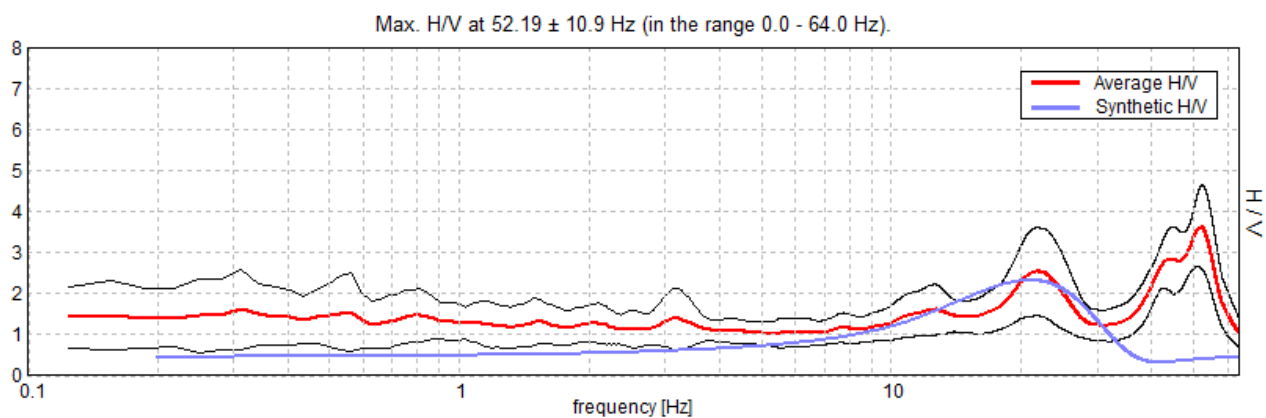


Fig. 2. Confronto tra la curva sperimentale H/V (in rosso) e la curva sintetica H/V (in blu) ottenuta dal modello della velocità delle onde di taglio (V_s) riportato in Allegato.

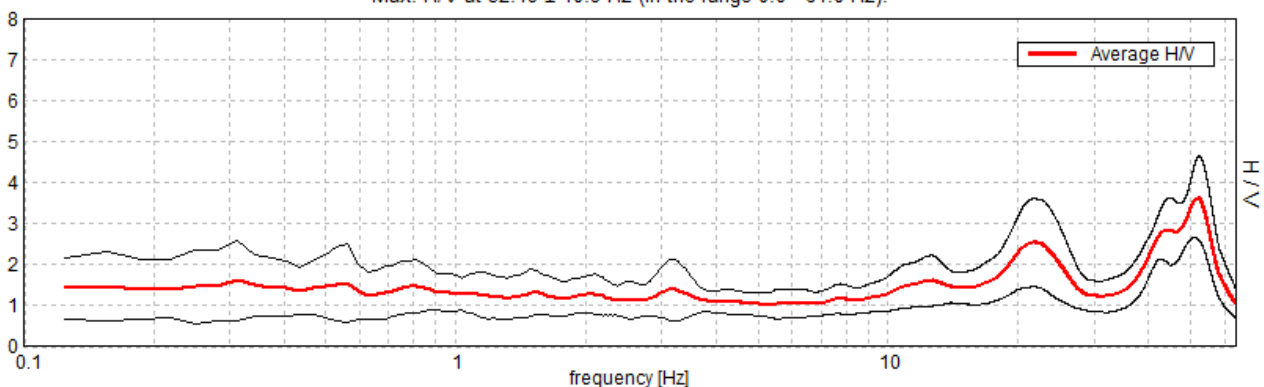
L'elaborazione ha fornito la stratigrafia sismica riportata in allegato.

HV1

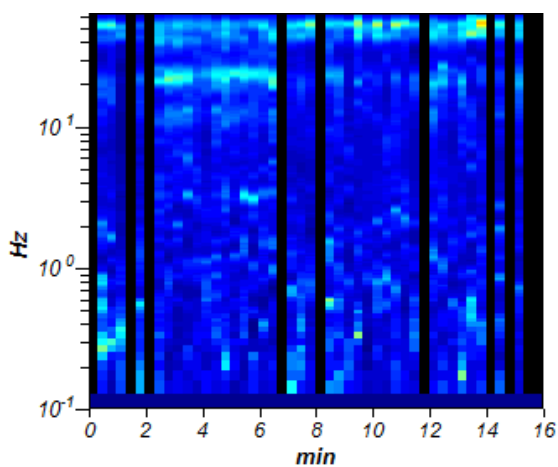
Start recording: 19/03/19 19:45:26 End recording: 19/03/19 20:01:26
 Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 Trace length: 0h16'00". Analyzed 79% trace (manual window selection)
 Sampling rate: 128 Hz
 Window size: 20 s
 Smoothing type: Triangular window
 Smoothing: 10%

HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

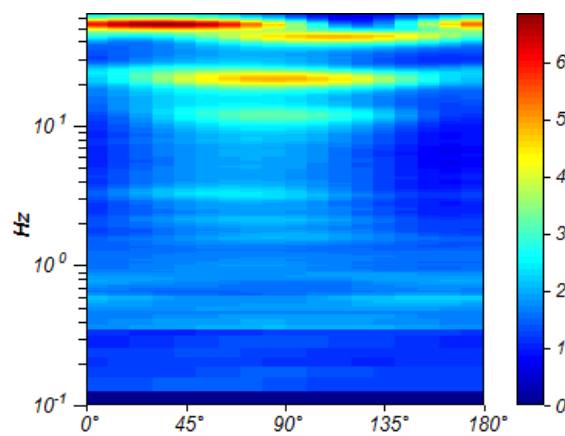
Max. H/V at 52.19 ± 10.9 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



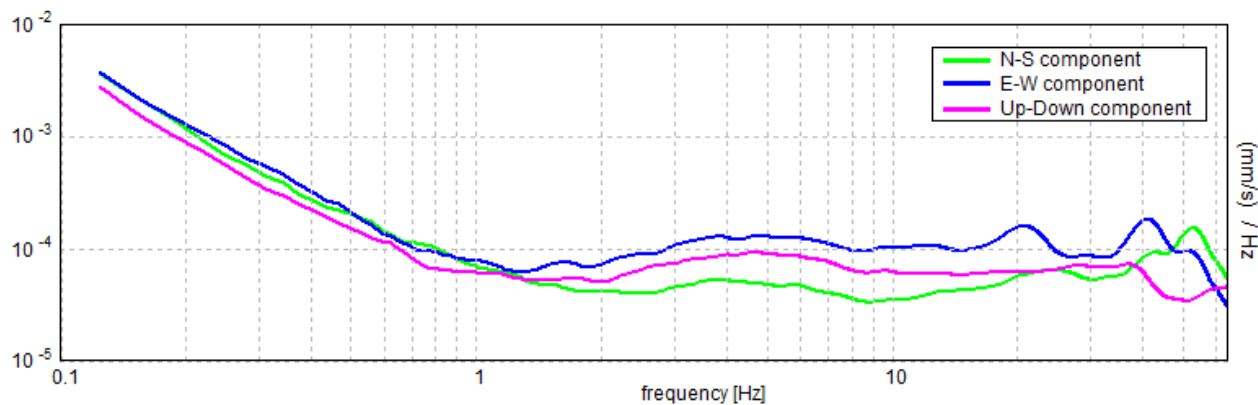
H/V TIME HISTORY



DIRECTIONAL H/V

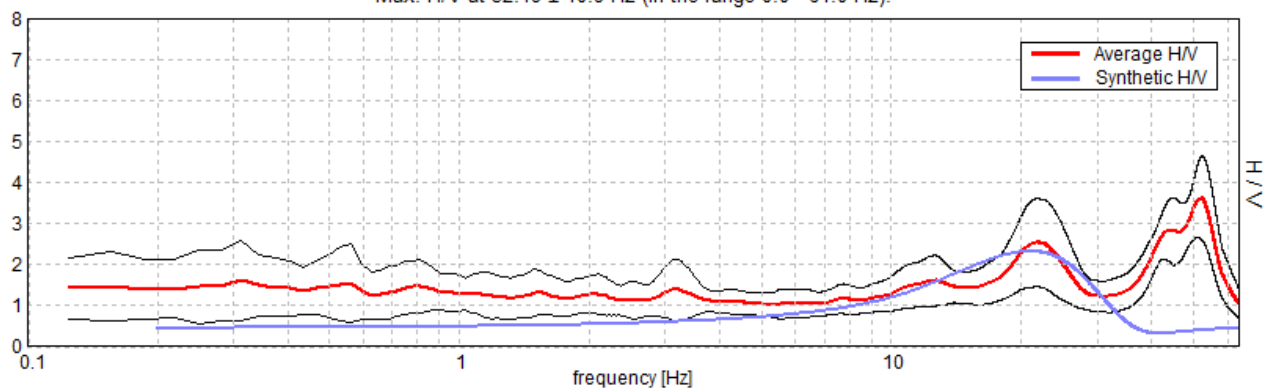


SINGLE COMPONENT SPECTRA



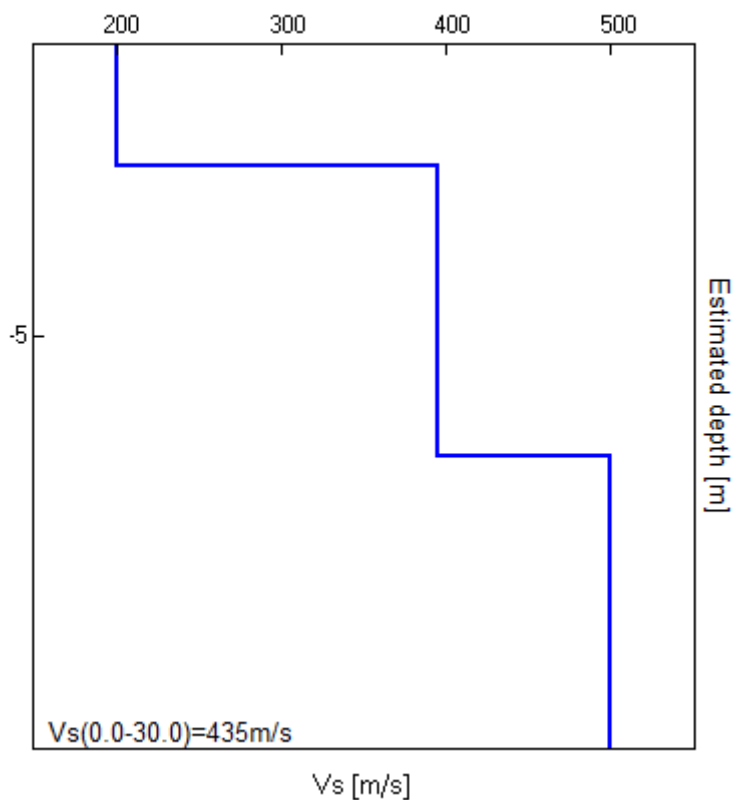
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 52.19 ± 10.9 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.10	2.10	200	0.40
7.10	5.00	395	0.35
inf.	inf.	500	0.35

Vs eq = 435 m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 52.19 ± 10.9 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve

[All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	52.19 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	39662.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1214 times	OK	

Criteria for a clear H/V peak

[At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	38.406 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	58.125 Hz	OK	
$A_0 > 2$	3.63 > 2	OK	
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.20888 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	10.90094 < 2.60938		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.0154 < 1.58	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$

Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Tipo di elaborazione Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 44,370395537298
longitudine: 8,52126492142839
Classe: 2
Vita nominale 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16911	Lat: 44,3780	Lon: 8,545	Distanza: 5450,
Sito 2 ID: 16912	Lat: 44,3810	Lon: 8,5233	Distanza: 1184,
Sito 3 ID: 17134	Lat: 44,3310	Lon: 8,5274	Distanza: 4403,
Sito 4 ID: 17133	Lat: 44,3281	Lon: 8,4577	Distanza: 6906,

Parametri sismici

Categoria sottosuolo B
Categoria topografica 2
Periodo di riferimento 50 anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,019 g
Fo: 2,585
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: 2,632
Tc*: 0,303 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,064 g
Fo: 2,750
Tc*: 0,325 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,200
Cc: 1,590
St: 1,200
Kh: 0,005
Kv: 0,003
Amax: 0,266
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,200
Cc: 1,540
St: 1,200
Kh: 0,007
Kv: 0,003
Amax: 0,343
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,200
Cc: 1,400
St: 1,200
Kh: 0,015
Kv: 0,008
Amax: 0,743
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,200
Cc: 1,380
St: 1,200
Kh: 0,018
Kv: 0,009
Amax: 0,903
Beta: 0,200



Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84
latitudine: 44.369428
longitudine: 8.520211

PARAMETRI SISMICI DEL SITO

elaborazione stabilità dei pendii e fondazioni

All.

5