di Michele Malfatti e Stefano Bruzzone
Studio Associato di Geologia

COMUNE DI ISOLA DEL CANTONE

Città Metropolitana di Genova

RELAZIONE GEOLOGICA IN ZONA SOTTOPOSTA A VINCOLO IDROGEOLOGICO INERENTE IL PROGETTO DI REALIZZAZIONE DI RIEMPIMENTO CON TERRE E ROCCE DA SCAVO E TRATTAMENTO INERTI IN LOCALITÀ CAMPOSARAGNA - COMUNE DI ISOLA DEL CANTONE (GE)

Richiedente: Impresa RE S.r.l.

Progettista: Arch. Sara ZORZAN

Ultimazione relazione	Controllo	Approvazione	Stesura definitiva
Data: 14.12.2017	Data: 15.12.2017	Data: 15.12.2017	Data: 15.12.2017
da: Dott. Geol. M. Malfatti	da: Dott. Geol. S. Bruzzone	da: Dott. Geol. M. Malfatti	da: Dott. Geol. M. Malfatti

Vico Sinope 19 R - 16155 Genova Pegli e-mail mbgeo@tiscali.it C.F./P.IVA: 01932710997
Tel./Fax 0104075995
Cell. 3332766761 - 3489243743

INDICE

- *Capitolo 1 - PREMESSA..... 4*
- *Capitolo 2 - METODOLOGIA SEGUITA PER L'ESECUZIONE DELL'INDAGINE 4*
- *Capitolo 3 - CARATTERISTICHE DELLA ZONA OGGETTO DI INDAGINE 5*
- *Capitolo 4 - PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ DELL'OPERA..... 11*
- *Capitolo 5 - INDAGINI GEOGNOSTICHE 14*
- *Capitolo 6 - PARAMETRI GEOTECNICI/GEOMECCANICI DEI TERRENI INDAGATI 20*
- *Capitolo 7 - ZONAZIONE SISMICA..... 21*
- *Capitolo 8 - FATTORI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO..... 24*
- *Capitolo 9 - CONCLUSIONI..... 26*
- *ELENCO ALLEGATI 30*

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- **Decreto Ministeriale 14.01.2008**

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Circolare 2 febbraio 2009**

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008

- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007**

Pericolosità sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale

- **Eurocodice 8 (1998)**

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture
Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (2003)

- **Eurocodice 7.1 (1997)**

Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali. UNI

- **O.P.C.M. 3274/03 e s.m.i. e D.G.R. 216/17**

Zonazione sismica – Aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria

- **Variante al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) Provinciale in attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Fiume Po - Variante Bacini Padani (VBP) (Prog. 23/03/2011 e s.m.i.)**

- **P.U.C. di Isola del Cantone** (in vigore dal 18/01/2017)

- **R.R. n. 3 del 14/07/2011 e s.m.i.**

Disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua

- **R.D. 3267/23 e L.R. 4/99**

Vincolo idrogeologico

1.0 – PREMESSA

Il presente elaborato è stato richiesto allo scrivente dall'Impresa Re S.r.l. in merito al progetto, a firma dell'Arch. Sara Zorzan, di abbancamento di terre e rocce da scavo (sottoprodotto) ed inerti come materia prima e seconda (previo trattamento) in Loc. Camposaragna, nel Comune di Isola del Cantone (GE).

I lotti interessati sono identificati al Catasto Terreni al Foglio 7/Mappali 250 (parziale) - 251 - 252 (parziale) - 255 (parziale) - 256 (parziale) - 257 - 258 - 284 - 285 - 286 - 287 - 288 - 408 - 419 (parziale) - 729, per totali 14.000 m^2 circa, e Mappali 259 - 260 - 289 (in attesa di formalizzare atto di compravendita da privati) e 728 (in attesa di formalizzare atto di disponibilità dall'Associazione Isolese Ambientalista) per totali 2000 m^2 circa.

Poiché trattasi di un intervento che prevede la realizzazione di opere con caratteristiche ordinarie, sulla scorta del D.M. 14.01.2008 le stesse si possono inserire in **Classe d'Uso II** (NTC 2008 – 2.4.2.), come meglio specificato oltre.

Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla costruzione del modello geologico, teso ad individuare le possibili criticità ed il contesto geomorfologico nel quale l'intervento si inserisce.

2.0 – METODOLOGIA SEGUITA PER L'ESECUZIONE DELL'INDAGINE

L'indagine è stata eseguita mediante un accurato rilevamento di superficie, opportunamente esteso alle zone limitrofe al sito di interesse, mirante alla valutazione dell'assetto geomorfologico ed idrologico del complesso, delle caratteristiche idrogeologiche e geotecniche delle coperture,

all'individuazione dei litotipi costituenti il substrato roccioso e alla determinazione della potenza detritica che li ricopre.

Le indagini nel sedime interessato dall'intervento in esame, come meglio precisato nel *Capitolo 5.0*, sono state approfondite, in particolare, mediante la realizzazione di:

- n. 4 pozzetti geognostici con realizzazione di prove di consistenza del materiale sulle pareti di scavo tramite penetrometro tascabile P1000 e scissometro T1000;
- n. 2 stese sismiche a rifrazione;
- n. 1 indagine MASW.

A seguito delle conoscenze acquisite con i sopralluoghi, delle precedenti esperienze professionali maturate in aree con caratteristiche analoghe e dei dati desunti dalla bibliografia corrente, si sono potuti acquisire tutti gli elementi necessari per fornire le risposte ai sensi della normativa vigente, come di seguito riportato.

3.0 – CARATTERISTICHE DELLA ZONA OGGETTO DI INDAGINE

3.1 - Inquadramento geografico

Il sito in studio si colloca in Loc. Camposaragna, ad est dell'area industriale di Loc. Mereta, lungo la sponda idrografica sinistra del Torrente Scrivia, e si può raggiungere dalla barriera autostradale di Isola del Cantone procedendo in direzione nord lungo la Strada Provinciale ex Statale 35 dei Giovi per circa 3.0 km. Qui, sulla destra, si diparte un breve tratto di strada asfaltata che scende al comparto d'interesse, compreso tra la provinciale stessa a sud,

la linea ferroviaria Genova-Milano a nord/nord-est ed il T. Scrivia ad ovest (Cfr. Stralcio immagine satellitare fuori scala - *allegato 1*).

3.2 - Inquadramento geologico

Come evidenziato nella Carta geologica d'Italia - Foglio 82/Genova, le formazioni rocciose che caratterizzano geologicamente il tratto d'interesse per questo studio, ben osservabili poco a valle del comparto grazie anche all'incisione operata dallo stesso Torrente Scrivia, sono interamente riferibili all'*Unità del Flysch dell'Antola*, appartenente, a sua volta, alle *Unità Liguri* (cfr. Carta geologica in scala 1:5000 - *allegato 2*) e sono di seguito descritte.

- *ARGILLITI DI MONTOGGIO* - non direttamente rilevate nel sito puntuale d'intervento o nel suo immediato intorno, ove presenti sono rappresentate da argilliti grigio scuro in lamine millimetriche, con intercalazioni siltoso-arenacee di spessore anche decimetrico. Nel territorio esaminato, in generale, questa formazione affiora lungo un allineamento a direttrice circa NO-SE, seguendo il nucleo di un'anticlinale ad assi sub-orizzontali, dislocati lungo la stessa direzione e debolmente immergenti ed ondulati.
- *CALCARI MARNOSI DI MONTE ANTOLA* - estesamente affioranti su entrambe le sponde del Torrente Scrivia, soprattutto poco a valle dell'area d'intervento ed in alveo del corso d'acqua stesso, sono diffusamente distribuiti in tutto il territorio comunale di Isola del Cantone. Queste rocce presentano marcati caratteri di deposito flyschoide e sono rappresentate da sequenze di vari litotipi, quali, in particolare:
  - calcareniti – arenarie calcaree di colore grigio cupo, se sane, a tipica frattura concoide, presenti sovente in banchi da pluridecimetrici a metrici;

- marne calcaree e calcari marnosi – si presentano in banchi più o meno potenti e sono il litotipo prevalente della sequenza flyschoide.

In alternanza con i due litotipi sopra descritti si possono localmente avere livelli argillitico-marnosi fogliettati e di colore grigio scuro-nerastro.

Nello specifico del sedime d'intervento, tuttavia, il substrato roccioso risulta completamente mascherato da materiali sciolti di copertura (depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, detrito di falda e/o riporti). I materiali alluvionali sono solitamente costituiti da ciottoli calcarei grossolani ed eterometrici, con sabbie e rari livelli limoso-argillosi. Tali materiali, spostandosi verso monte (direzione sud-ovest), si accompagnano a coltri eluvio-colluviali e/o a fasce detritiche pedemontane, caratterizzate dalla presenza di ciottoli e trovanti derivanti dal disfacimento dei calcari marnosi, immersi in una matrice fine (prevalentemente limoso-sabbiosa), abbondante soprattutto nel livello più superficiale, rappresentato, tuttavia, da terreni, almeno in parte, riportati.

3.3 - Inquadramento geomorfologico

Nel settore in esame, in generale, il Torrente Scrivia risulta approfondito nel substrato roccioso, estesamente affiorante in corrispondenza di entrambe le sponde. Le alte e ripide pareti rocciose sono poi sormontate da ampi terrazzamenti alluvionali, che vanno a costituire una zona pianeggiante relativamente ampia, soprattutto in sponda destra del corso d'acqua, in gran parte destinata ad insediamenti di tipo industriale.

Tuttavia, il tratto direttamente interessato dai lavori in progetto è ubicato lungo una zona di raccordo tra il più ripido versante che risale a sud-sud/ovest verso la Costa del Taglio, caratterizzato da pendenze modiamente accentuate

(35-50%), e l'area golenale sub-pianeggiante, relativamente ampia, presente in sponda sinistra del Torrente Scrivia. Il rilevamento dell'area, più in dettaglio, ha permesso di distinguere, verso nord-ovest, un settore più depresso (nel seguito indicato come SETTORE 1), da sub-pianeggiante a mediamente acclive spostandosi dal corso d'acqua al piede del versante, caratterizzato da una fitta copertura arboreo-arbustiva e, verso sud-est, un settore più elevato (nel seguito indicato come SETTORE 2), sub-pianeggiante, prativo, debolmente degradante in direzione del torrente, separato dal comparto sottostante da un ciglio a media acclività.

Per quanto sopra riportato, nel sito d'intervento si registra la presenza di depositi alluvionali e/o detritico-colluviali a copertura del substrato roccioso, costituiti da materiali a dominante matrice ghiaioso-sabbiosa, con sporadica presenza di frammenti litici eterometrici e coltre terrigena costituita, in prevalenza, da limo argilloso-sabbioso.

In ogni caso, la situazione rilevata tramite le indagini ed i sopralluoghi in sito appare sostanzialmente integra e priva di fenomeni generalizzati d'instabilità.

3.4 - Inquadramento idrogeologico

Per quanto indicato nei paragrafi precedenti risulta evidente un assetto piuttosto semplificato e limitato per quanto riguarda gli aspetti idrogeologici connessi al contesto dell'area.

I terreni naturali presenti nella zona d'indagine danno risposte diverse alla circolazione idrica dovuta a precipitazioni:

- il substrato roccioso (prevalenti calcari marnosi e marne calcaree in

alternanza con minori calcareniti e livelli argillitico-marnosi), abbondantemente affiorante nell'intorno del sito d'intervento, è caratterizzato da una permeabilità da media a bassa, in funzione del grado di fessurazione e fratturazione ed ulteriormente diminuita laddove prevalgono i sottili livelli argillitici;

- le alluvioni e i depositi detritici, prevalenti nel SETTORE 1 (cfr. *Paragrafo 3.3*) del comparto in esame, sono di natura prevalentemente grossolana (ciottoli e ghiaia in matrice sabbiosa) e sono, pertanto, caratterizzati da una elevata permeabilità per porosità;
- le coltri eluvio-colluviali, maggiormente presenti nel SETTORE 2 (cfr. *Paragrafo 3.3*) del comparto, sono di natura prevalentemente fine (limi sabbiosi) e presentano, tendenzialmente, una bassa permeabilità.

In ragione di quanto sopra riportato, si può, in ogni caso, ritenere che il salto di permeabilità tra materiali di copertura e substrato roccioso sottostante favorisca l'instaurarsi, quanto meno occasionale, di uno scorrimento delle acque d'infiltrazione all'interfaccia coltre/substrato e che i depositi alluvionali ospitino la falda del Torrente Scrivia, il cui livello può essere cautelativamente stimato all'altezza dell'alveo attivo, con soggiacenza media pari a 10.00 metri circa dal p.c. riferito al settore più ribassato (SETTORE 1).

3.5 - Inquadramento idrologico

Il Torrente Scrivia nasce dalla confluenza tra il Torrente Laccio ed il Torrente Pentemina presso il Comune di Montoggio, in Provincia di Genova, ed è un affluente di destra del Fiume Po. Sia il Torrente Laccio, sia il Pentemina originano dal Monte Prelà (1406 m s.l.m.), cima appartenente all'Appennino

Ligure.

In corrispondenza di Isola del Cantone lo Scrivia riceve da destra il Torrente Vobbia e scorre incassato in una suggestiva gola fino nei pressi di Pietrabissara, sempre in Comune di Isola del Cantone, immediatamente prima di entrare in territorio piemontese.

Il reticolo idrografico della Valle Scrivia è relativamente giovane e fortemente condizionato da incisioni impostate lungo fratture tettoniche ed ha, in generale, un basso grado di gerarchizzazione ed una netta differenza di sviluppo areale tra il settore in destra e quello in sinistra orografica. Infatti, i principali affluenti dello Scrivia, tra cui i torrenti Brevenna, Vobbia, Grue e Borbera, provengono dal versante destro, mentre gli unici due affluenti significativi in sinistra sono il Rio di Creto, che confluisce nello Scrivia poco dopo la sua origine a Montoggio, e il Rio Borlasca in Comune di Isola del Cantone.

Nel tratto di specifico interesse per questo studio, oltre al T. Scrivia che lo delimita verso ovest, si registra la presenza di due rivi senza nome, di cui uno (denominato Rio A nel seguito del presente elaborato) attraversa l'area circa a metà e perpendicolarmente, mentre l'altro (denominato Rio B) la lambisce ad ovest. Entrambi gli impluvi, che assieme ad alcuni fossi di scolo sia naturali, sia realizzati dall'uomo, raccolgono le acque di precipitazione che ricadono nell'areale in questione, vanno poi a confluire nello Scrivia stesso (cfr. Carta del reticolo idrografico regionale, fuori scala - *allegato 3*).

Il Torrente Scrivia, come verrà ripreso nel successivo *Capitolo 4.0*, nel tratto in cui sottende il settore in studio, è stato indagato nel contesto della VBP

(Variante al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) Provinciale in attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Fiume Po - Variante Bacini Padani) e l'area è risultata inondabile con riferimento alla portata cinquecentennale solo per una limitata zona in corrispondenza della sponda naturale, non interferente con l'intervento in progetto.

Il Rio A ed il Rio B sono due incisioni naturali i cui bacini coprono un'area pari, rispettivamente, a circa 0.070 e 0.075 km^2 e non hanno sedime demaniale (Cfr. Carta di perimetrazione del bacino idrografico, in scala 1:5000 - *allegato 4*). Si sottolinea, peraltro, che il tracciato del Rio A riportato nella Carta del reticolo idrografico regionale (cfr. *allegato 3*) è difforme da quello reale, in quanto il suo corso non attraversa il rilevato ferroviario, bensì vi scorre parallelamente prima dell'immissione nello Scrivia. Lo stesso rio sottopassa la S.P. 35 tramite un manufatto in struttura mista c.a. e pietra, con sezione ad arco e dimensioni interne nette pari a circa 1.20 m X 1.80 m e, successivamente, attraversa il tratto di strada interna all'area d'intervento per mezzo di una tubazione con diametro pari a 400 mm.

In sostanza, entrambi i rii (A e B) sono inquadrabili, ai sensi del R.R. n. 3/2011 e s.m.i., nella rete idrografica minuta, per la quale è prevista una fascia di inedificabilità assoluta pari a 3.00 metri; in ragione di ciò gli stessi, come meglio precisato nel successivo Capitolo 4.0, saranno oggetto di adeguato studio idraulico.

4.0 – PERICOLOSITÀ E FATTIBILITÀ DELL'OPERA

Il progetto in studio consiste in un riempimento di terre e rocce da scavo

(sottoprodotto) ed inerti come materia prima e seconda (previo trattamento) in distinte fasi di lavoro, finalizzato ad ottenere un'area altimetricamente uniforme, indicativamente alla quota della Strada Provinciale n. 35 (circa + 290.00 s.l.m.).

Il progetto nel suo complesso si svilupperà in tre fasi, come di seguito riportate:

Fase 1 - Riempimento della zona nord-ovest dell'area d'intervento, con terre e rocce da scavo classificate come sottoprodotto ai sensi dell'Art. 184-bis del D.Lgs. 152/06 ed in applicazione del D.P.R. 13 giugno 2017 n. 120. Per il contenimento del terreno si utilizzeranno le terre armate, coadiuvate da palificate a doppia parete nella parte basale, più resistenti se lambite da acqua; i terrazzamenti così ottenuti verranno rinverditi con piantine (talee) o con idrosemina.

Fase 1bis (contemporanea alla Fase 1) - Riempimento della zona est dell'area d'intervento con l'utilizzo di terre e rocce da scavo classificate come rifiuto, in applicazione del punto 7.31bis - *lettera c) formazione di rilevati e sottofondi stradali* del D.M. 5 febbraio 1998. Al raggiungimento della quota di progetto verrà realizzato un piazzale di circa 1.000 m^2 dove verrà condotta l'attività di recupero dei rifiuti descritti nella successiva Fase 3.

Fase 2 – Installazione, sul piazzale di cui alla Fase 2, dell'impianto di recupero di rifiuti inerti non pericolosi, ai sensi del punto 7.1 e 7.31bis del D.M. 5 febbraio 1998. I principali rifiuti trattati sono costituiti da materiali misti derivanti da costruzioni e demolizioni e terre e rocce da scavo, che, opportunamente selezionati, possono essere sottoposti alle operazioni di recupero previste dal D.M. 5 febbraio 1998 e quindi riciclati in attività del settore

edile.

Per la definizione della pericolosità e della fattibilità degli interventi si è fatto riferimento:

- alla cartografia allegata alla *"Variante al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) Provinciale in attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Fiume Po - Variante Bacini Padani (VBP)"* (PROGETTO del 23 marzo 2011 e s.m.i.: "Variante al PTC della Provincia di Genova con valore ed effetti del Piano di Bacino per la parte del territorio provinciale compresa nel bacino del Fiume Po - Accordo di Pianificazione ai sensi dell'art. 57 della L.R. 36/1997 tra Autorità di Bacino del Fiume Po, Regione Liguria e Provincia di Genova"). Gli elaborati cartografici non evidenziano, relativamente al sedime in esame, alcuna criticità significativa per quanto riguarda la suscettività al dissesto (franosità, movimenti gravitativi), i fenomeni di trasporto di massa sui conoidi e le esondazioni e dissesti morfologici legati all'attività torrentizia (cfr. Carta dei dissesti VBP, fuori scala - *allegato 5*);
- alla cartografia a corredo del PUC di Isola del Cantone, che perimetra l'area d'intervento in esame, per la maggior parte in *Classe 1 – Zone a suscettività d'uso non condizionata* e, per la restante parte, in adiacenza alla S.P. 35, in *Classe 2fs – Zone a suscettività d'uso moderatamente condizionata* (cfr. Carta della suscettività al dissesto del territorio PUC Isola del Cantone, fuori scala - *allegato 6*).

In sostanza, dunque, non sussistono, a livello normativo, problemi che ostino alla realizzazione delle opere in progetto. Tuttavia si precisa che, in

ottemperanza al Regolamento Regionale n. 3 del 14/07/2011 e s.m.i. ed alle Norme di Attuazione della Variante Bacini Padani (VBP) al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) Provinciale, stante l'interazione con i due rii minuti di cui al precedente *Paragrafo 3.5* e la necessità di verificare le aree inondabili connesse allo Scrivia, l'Ing. Sergio Colombo è stato incaricato di redigere apposita relazione idraulica, a cui si rimanda per una esaustiva trattazione.

La presente indagine è tesa, in definitiva, ad individuare le eventuali criticità ed il contesto geomorfologico nel quale verrà inserito l'intervento e a valutare, sotto il profilo geologico, idrogeologico e geotecnico/geomeccanico, le caratteristiche dell'area in epigrafe.

5.0 – INDAGINI GEOGNOSTICHE

Come specificato nel *Paragrafo 3.3*, il sedime d'intervento è stato suddiviso in un settore più depresso (SETTORE 1), verso nord-ovest, ed un settore più elevato (SETTORE 2), verso sud-est, separati da un ciglio a media acclività. Data la presenza, in tutta l'area, di un importante spessore di materiali sciolti a copertura del substrato roccioso, le indagini sono state approfondite, anche in funzione dell'attuale accessibilità dei luoghi, come di seguito indicato:

- SETTORE 1
  - realizzazione, con mezzo meccanico, di n. 4 pozzetti geognostici, con esecuzione di prove di consistenza del materiale sulle pareti di scavo tramite penetrometro tascabile P1000 e scissometro T1000;
  - realizzazione di n.1 stesa sismica a rifrazione (siglata S1).

➢ SETTORE 2

- realizzazione di n. 1 stesa sismica a rifrazione (siglata S2),
- realizzazione di n. 1 prova di tipo MASW in corrispondenza della S2.

L'ubicazione delle indagini sopra elencate è riportato nella Planimetria in scala 1:1000 (*allegato 7*).

5.1 - Pozzetti geognostici e prove di consistenza del materiale

Per avere informazioni dirette riguardo la stratigrafia dei terreni in esame, considerata la disponibilità e l'accessibilità nel SETTORE 1 di un escavatore meccanico dotato di benna di larghezza pari a circa 1.00 m, sono stati fatti scavare n. 4 pozzetti geognostici (siglati PG1 – PG2 – PG3 – PG4) di dimensioni, in pianta, pari a circa 2.00 x 2.00 m ed approfonditi fino a profondità circa comprese tra 2.60 (PG4) e 3.80 (PG2) m (cfr. Stratigrafie pozzetti geognostici in scala 1:100 - *allegato 8*). L'ubicazione dei pozzetti è riportata nella Planimetria in scala 1:1000 (*allegato 7*).

In tutti i casi, lungo le pareti di scavo, in corrispondenza dei materiali granulometricamente più fini, sono stati eseguiti test con penetrometro tascabile P1000 e scissometro T1000 per misurare la resistenza al taglio in assenza di drenaggio delle terre (cfr. documentazione fotografica *allegata*).

5.2 - Stese sismiche a rifrazione

Lungo gli allineamenti denominati S1 (SETTORE 1) e S2 (SETTORE 2) (cfr. Planimetria in scala 1:1000 - *allegato 7*), sono state determinate le velocità delle onde sismiche alle profondità raggiunte in proporzione alla lunghezza della stesa, tramite utilizzo di sismografo modello "16S12" e software di

elaborazione "Intersism" di licenza "Geo&Soft".

I dati registrati sono stati analizzati ed hanno permesso di differenziare, in entrambi i casi, gli strati di terreno attraversati in tre spessori nei quali si individuano nettamente diversi valori della velocità di propagazione delle onde, (cfr. Elaborati indagini sismiche a rifrazione - *allegato 9*), come di seguito sintetizzato:

- SETTORE 1 (stesa S1)
  - velocità livello superiore: 183.5 m/s;
  - velocità livello intermedio: 246.4 m/s;
  - velocità livello inferiore: 560.2 m/s.
- SETTORE 2 (stesa S2)
  - velocità livello superiore: 186.5 m/s;
  - velocità livello intermedio: 333.9 m/s;
  - velocità livello inferiore: 512.9 m/s.

5.3 - Indagine sismica tipo "MASW"

Al fine di determinare la risposta sismica del terreno in esame, nel SETTORE 2, ritenuto più idoneo sia dal punto di vista morfologico sia per la tipologia dei materiali di copertura presenti, in corrispondenza della stesa sismica a rifrazione S2 è stata effettuata una serie di acquisizioni MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva) utili a definire il profilo verticale della Vs (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del D.M. 14 gennaio 2008.

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (Vs).

La classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della V_s30 (il valore medio della Vs nei primi 30 metri di profondità).

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 12 canali (mod. 16S12) collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz (spaziatura tra geofoni pari a 2.00 m, tempo di acquisizione pari a 1 s, offset minimi di 5.00 e 7.00 m).

Per le analisi dei dati acquisiti si è adottato il software winMASW 4.2 Pro.

I dati acquisiti sono stati elaborati (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime - cfr. Elaborati indagine MASW - *allegato 10*) per ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (Vs).

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh, a partire da dati di sismica attiva (MASW), ha consentito di determinare il profilo verticale della Vs (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro V_s30, risultato, per il modello medio, pari a circa 514 m/s (considerando come riferimento il piano campagna). Si può inoltre osservare un sensibile aumento della Vs, che passa da circa 386 a 990 m/s, a circa 12.10 metri di profondità, presumibilmente in corrispondenza del passaggio dal livello alterato e/o destrutturato del substrato al substrato roccioso sano, le cui caratteristiche migliorano con l'aumento della profondità.

5.3 - Analisi e sintesi delle risultanze delle indagini geognostiche

Interpolando i risultati ottenuti tramite l'esecuzione delle prove di tipo sismico e, nel SETTORE 1, le osservazioni dirette effettuate tramite la

realizzazione dei pozzetti geognostici, si può, ragionevolmente ricostruire la seguente stratigrafia:

- **SETTORE 1**:

- terreno vegetale e/o di riporto: da piano campagna (p.c.) fino ad una profondità massima pari a circa 1.10 m; la visione diretta del materiale, consentita dai pozzetti geognostici, ha permesso di identificare, in generale, un terreno di colore da marrone a marrone scuro, costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, in percentuali moderatamente variabili da punto a punto;

- depositi alluvionali: da una profondità massima pari a circa 1.10 m a profondità massime comprese tra circa 3.00 e 10.00 m, progressivamente crescenti in senso ovest-sud-ovest/est-nord-est (cfr. Planimetria in scala 1:1000 - *allegato 7* e Sezione sismica verticale a corredo degli Elaborati indagini sismiche a rifrazione: STESA S1 - *allegato 8*); la visione diretta del materiale, consentita dai pozzetti geognostici, ha permesso di identificare una lente costituita, in generale, da limo sabbioso con ghiaia di colore marrone chiaro, assente nel PG4, sottile (circa 0.40 m) nel PG1 e nel PG3 e potente (da 0.40 m da p.c. a fondo scavo pari a circa 3.80 m da p.c.) nel PG2, dove tale livello si è presentato molto compatto e si è registrata anche la presenza di rari ciottoli; al di sotto del materiale sopra descritto, ove osservabili (PG1 – PG3 – PG4), le alluvioni sono risultate costituite da ghiaia e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, in percentuali moderatamente variabili da punto a punto, di colore marrone, con rari blocchi calcarei e localmente molto compatte;

- substrato roccioso disarticolato e/o alterato: al di sotto di profondità variabili da circa 3.00 a circa 10.00 m da p.c.; come specificato nel *Paragrafo 3.2*, tale substrato è rappresentato da litotipi ascrivibili alla Formazione del Monte Antola.

A tal proposito si sottolinea la presenza di un basso morfologico del substrato, evidenziato dalla sezione sismica della stesa S1, nell'area prossima al settore 2, presumibilmente dovuto all'azione erosiva del Rio A.

➢ **SETTORE 2**:

- terreno vegetale e/o di riporto: da piano campagna (p.c.) fino ad una profondità massima pari a circa 1.40 m;
- depositi alluvionali: da una profondità massima pari a circa 1.40 m ad una profondità massima pari a circa 2.50 m da p.c.;
- substrato roccioso disarticolato e/o alterato: al di sotto di una profondità massima pari a circa 2.50 m.

Si precisa che, benché in assenza di un'osservazione diretta del materiali sopra indicati, si ritiene plausibile, soprattutto in ragione delle analoghe velocità di propagazione delle onde sismiche (cfr. Paragrafo 5.2), che gli stessi siano del tutto simili a quelli descritti per il SETTORE 1.

In ragione della stratigrafia rilevata, per i sopralluoghi effettuati e per l'assetto geomorfologico locale, è stata ricostruita la stratigrafia del sedime d'intervento, come riportato nelle Sezione geologica interpretativa 1-1' in scala 1:1000 (*allegato 11*).

6.0 – PARAMETRI GEOTECNICI/GEOMECCANICI DEI TERRENI INDAGATI

6.1 - Materiali di copertura (terreno vegetale e/o riporti)

In base ai risultati delle prove eseguite in situ con penetrometro tascabile P1000 e scissometro T1000 sulla componente più fine, nonché di analisi di laboratorio eseguite su materiali analoghi a quelli in oggetto, si forniscono i seguenti parametri indice:

- **peso di volume** γ **17-18 kN/m^3**
- **coesione non drenata** **Cu** **5-7 kPa**
- **coesione drenata** **C'** **0 kPa**
- **angolo d'attrito efficace** ϕ' **27-28°**

6.2 - Depositi alluvionali

6.2.1 - Livello grossolano (ghiaia e ciottoli sabbioso-limosi) - prevalente

In base ai risultati di analisi di laboratorio eseguite su materiali analoghi a quelli in oggetto, si forniscono i seguenti parametri indice:

- **peso di volume** γ **19-20 kN/m^3**
- **coesione non drenata** **Cu** **5-7 kPa**
- **coesione drenata** **C'** **0 kPa**
- **angolo d'attrito efficace** ϕ' **30-32°**

6.2.2 - Livello fine (limo sabbioso con ghiaia) - subordinato

In base ai risultati delle prove eseguite in situ con penetrometro tascabile P1000 e scissometro T1000, nonché di analisi di laboratorio eseguite su materiali analoghi a quelli in oggetto, si forniscono i seguenti parametri indice:

- **peso di volume** γ **18-19 kN/m^3**

- **coesione non drenata** **Cu** **8-10 kPa**
- **coesione drenata** **C'** **0 kPa**
- **angolo d'attrito efficace** **ϕ'** **28-29°**

6.3 - Substrato roccioso disarticolato e/o alterato

In base agli esiti di analisi di laboratorio eseguite su materiali analoghi a quelli in oggetto, si forniscono i seguenti parametri indice:

- **peso di volume** **γ** **22-23 kN/m^3**
- **coesione** **C** **15-20 kPa**
- **angolo d'attrito** **ϕ** **29-30°**

7.0 – ZONAZIONE SISMICA

Il Comune di Isola del Cantone risulta inserito in zona sismica 3 (D.G.R. 216/17).

In base alle risultanze dei sopralluoghi e delle indagini geognostiche eseguite, con particolare riferimento all'indagine MASW realizzata nel SETTORE 2, si ritiene che il terreno in esame sia classificabile, nel suo complesso, in categoria topografica T1 e di tipo "E", costituito da materiali di copertura (materiali sciolti e substrato disarticolato e/o alterato) di spessore compreso tra 3 e 20 m, giacenti su un substrato più rigido (N.T.C. 14/01/2008).

Parametri sismici

Rimandando per diretta competenza alle valutazioni del Progettista incaricato, si forniscono di seguito, a titolo meramente indicativo, i seguenti parametri sismici:

Tipo di elaborazione: stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame:

latitudine: 44,6630445428693

longitudine: 8,94563749081732

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento:

Sito 1 ID: 15808 Lat: 44,6474 Lon: 8,9233 Distanza: 2482,313

Sito 2 ID: 15809 Lat: 44,6500 Lon: 8,9934 Distanza: 4047,878

Sito 3 ID: 15587 Lat: 44,7000 Lon: 8,9897 Distanza: 5386,648

Sito 4 ID: 15586 Lat: 44,6973 Lon: 8,9195 Distanza: 4333,172

Parametri sismici:

Categoria sottosuolo: E

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,026 g

Fo: 2,467

Tc*: 0,198 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 50 [anni]

ag: 0,034 g

Fo: 2,501

Tc*: 0,213 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 475 [anni]

ag: 0,094 g

Fo: 2,434

Tc*: 0,274 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 975 [anni]

ag: 0,125 g

Fo: 2,453

Tc*: 0,278 [s]

Coefficienti sismici:

SLO	SLD	SLV	SLC
Ss: 1,600	Ss: 1,600	Ss: 1,600	Ss: 1,600
Cc: 2,200	Cc: 2,130	Cc: 1,930	Cc: 1,920
St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000	St: 1,000
Kh: 0,008	Kh: 0,011	Kh: 0,030	Kh: 0,048
Kv: 0,004	Kv: 0,005	Kv: 0,015	Kv: 0,024
Amax: 0,414	Amax: 0,537	Amax: 1,474	Amax: 1,956
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,240

8.0 – FATTORI DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda i fattori del vincolo idrogeologico sono stati riscontrati gli elementi qui di seguito riportati.

8.1 - Regime delle acque

La realizzazione delle opere, come specificato nel *Paragrafo 3.5*, comporterà una significativa interferenza con due rii appartenenti al reticolo idrografico minuto, denominati "Rio A" e "Rio B". In base a ciò ed alla necessità di verificare le aree inondabili connesse al Torrente Scrivia, come già riportato nel *Capitolo 4.0*, l'Ing. Sergio Colombo è stato incaricato di redigere apposita relazione idraulica, a cui si rimanda per una esaustiva trattazione.

In particolare, nel rispetto delle indicazioni degli Enti competenti, i corsi d'acqua minuti dovranno essere lasciati a cielo aperto ed il Rio A sarà deviato nel Rio B, che, invece, rimarrà inalterato.

L'area in cui verrà installato l'impianto di recupero degli inerti (Fase 2) occuperà una superficie pari a 1000 m^2, che verrà pavimentata in asfalto, mentre la restante superficie del riempimento rimarrà in terra battuta. In prossimità dell'ingresso del comparto d'intervento verrà posizionato un box prefabbricato ad uso uffici.

La regimazione delle acque meteoriche di dilavamento del piazzale asfaltato comprenderà tutte le aree di transito, di stoccaggio e lavorazione dei rifiuti. Le acque meteoriche di dilavamento di prima pioggia, come definite dal Regolamento Regionale 10 Luglio 2009 n. 4, derivanti dal piazzale di stoccaggio e lavorazione rifiuti, saranno raccolte da un pozzetto/griglia canalizzati ad un pozzetto scolmatore, immesse nella vasca di

sedimentazione/disoleazione e, quindi, scaricate nel Rio A, prima del quale sarà installato un pozzetto di ispezione. L'impianto previsto è di tipo "in continuo" e sarà dimensionato per la superficie pavimentata di 1.000 mq.

In definitiva, si ritiene che, se le opere in progetto saranno adeguatamente dimensionate e realizzate, anche per quanto riguarda i drenaggi relativi alle terre armate, questo fattore del vincolo non subirà modifiche di carattere negativo dal completamento dei lavori in oggetto.

8.2 - Stabilità del versante e morfologia dei luoghi

La descrizione della situazione geomorfologica fatta nei paragrafi precedenti è sicuramente rassicurante.

Il progetto in esame non prevede, di fatto, l'esecuzione di sbancamenti, pertanto non sono state elaborate verifiche di stabilità a scavi aperti.

Si raccomanda, comunque, quanto segue:

- realizzare a regola d'arte le "terre armate", compattando adeguatamente il terreno, e le opere accessorie, quali le palificate in legname a doppia parete nella parte basale delle stesse; si rimanda alla relazione tecnica dell'Ing. Sergio Colombo per quanto concerne le verifiche di stabilità delle opere in progetto;
- tenere in debita considerazione i parametri geotecnici/geomeccanici dei materiali riportati nella presente relazione e la loro successione stratigrafica;
- definire, preventivamente all'installazione dell'impianto di riutilizzo degli inerti, le caratteristiche del materiale su cui insisteranno, prediligendo tipologie fondazionali atte a garantire un'opportuna rigidità alle

costruzioni, rimandando comunque, per diretta competenza, alle scelte del Progettista incaricato per quanto riguarda tipo e dimensionamento delle opere;

- non eseguire alcuna operazione durante o immediatamente dopo intensi e/o prolungati eventi meteorologici.

Se le indicazioni sopra elencate verranno rispettate e se i lavori saranno realizzati a regola d'arte, si ritiene che anche questo fattore del vincolo non subirà interazioni negative dal completamento dei lavori in epigrafe.

8.3 - Copertura vegetale

Il sedime su cui insisteranno i nuovi manufatti in progetto è caratterizzato da una copertura prativa e/o arbustivo/arborea, ma senza presenza di specie vegetali di pregio e, una volta completati i lavori, l'area sarà risistemata secondo le indicazioni di un tecnico forestale, senza sostanziali modifiche per questo fattore del vincolo, se non di tenore migliorativo.

9.0 – CONCLUSIONI

Il progetto in esame, come meglio specificato nel *Capitolo 4.0*, prevede l'abbancamento di terre e rocce da scavo (sottoprodotto) ed inerti come materia prima e seconda (previo trattamento) in Loc. Camposaragna, nel Comune di Isola del Cantone (GE).

Per la definizione della pericolosità e della fattibilità degli interventi si è fatto riferimento:

- **alla cartografia allegata alla *"Variante al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) Provinciale in attuazione del Piano stralcio***

per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del Fiume Po - Variante Bacini Padani (VBP)" (PROGETTO del 23 marzo 2011 e s.m.i.: "Variante al PTC della Provincia di Genova con valore ed effetti del Piano di Bacino per la parte del territorio provinciale compresa nel bacino del Fiume Po - Accordo di Pianificazione ai sensi dell'art. 57 della L.R. 36/1997 tra Autorità di Bacino del Fiume Po, Regione Liguria e Provincia di Genova"). Gli elaborati cartografici non evidenziano, relativamente al sedime in esame, alcuna criticità significativa per quanto riguarda la suscettività al dissesto (franosità, movimenti gravitativi), i fenomeni di trasporto di massa sui conoidi e le esondazioni e dissesti morfologici legati all'attività torrentizia (cfr. Carta dei dissesti VBP, fuori scala - *allegato 5*);

- alla cartografia a corredo del PUC di Isola del Cantone, che perimetra l'area d'intervento in esame, per la maggior parte in *Classe 1 – Zone a suscettività d'uso non condizionata* e, per la restante parte, in adiacenza alla S.P. 35, in *Classe 2fs – Zone a suscettività d'uso moderatamente condizionata* (cfr. Carta della suscettività al dissesto del territorio PUC Isola del Cantone, fuori scala - *allegato 6*).

Dal punto di vista normativo, dunque, non sussistono problemi che ostino alla realizzazione delle opere in progetto. Tuttavia si precisa che, in ottemperanza al Regolamento Regionale n. 3 del 14/07/2011 e s.m.i. ed alle Norme di Attuazione della Variante Bacini Padani (VBP) al Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) Provinciale, stante l'interazione con

due rii minuti, denominati Rio A e Rio B (cfr. *Paragrafo 3.5*) e la necessità di verificare le aree inondabili connesse al Torrente Scrivia, l'Ing. Sergio Colombo è stato incaricato di redigere apposita relazione idraulica.

In definitiva, per il tipo di terreno individuato con le indagini effettuate, considerato l'assetto geomorfologico dei luoghi e tenuto conto delle indicazioni degli Enti di competenza, si raccomanda quanto segue:

- realizzare a regola d'arte le "terre armate", compattando adeguatamente il terreno, e le opere accessorie, quali le palificate in legname a doppia parete nella parte basale delle stesse;
- tenere in debita considerazione i parametri geotecnici/geomeccanici dei materiali riportati nella presente relazione e la loro successione stratigrafica;
- definire, preventivamente all'installazione dell'impianto di riutilizzo degli inerti, le caratteristiche del materiale su cui insisteranno, prediligendo tipologie fondazionali atte a garantire un'opportuna rigidità alle costruzioni, rimandando comunque, per diretta competenza, alle scelte del Progettista incaricato per quanto riguarda tipo e dimensionamento delle opere;
- non eseguire alcuna operazione durante o immediatamente dopo intensi e/o prolungati eventi meteorologici;
- mantenere a cielo aperto il Rio A ed il Rio B;
- completare le opere previste nella Fase 2 (cfr. *Capitolo 4.0*) con gli adeguati sistemi di raccolta, sedimentazione/disoleazione e scarico delle acque meteoriche, come indicato nel *Paragrafo 8.1.*

Per quanto riguarda, infine, i fattori del vincolo idrogeologico, si ritiene che la realizzazione a regola d'arte dei lavori in progetto non comporterà significative modifiche, se non di tenore migliorativo, alla stabilità del versante, alla regimazione delle acque e alla copertura vegetale.

In conseguenza di tutto quanto sopra esposto e per la parte di competenza, si esprime parere favorevole circa la realizzazione del progetto in esame.

Genova, 15 dicembre 2017

Dott. Geol. Michele Malfatti

ELENCO ALLEGATI

- ***allegato 1 - Stralcio immagine satellitare (fuori scala)***
- ***allegato 2 - Carta geologica (scala 1:5000)***
- ***allegato 3 - Carta del reticolo idrografico regionale (fuori scala)***
- ***allegato 4 - Carta di perimetrazione del bacino idrografico (scala 1:5000)***
- ***allegato 5 - Carta dei dissesti VBP (fuori scala)***
- ***allegato 6 - Carta di suscettività d'uso del territorio PUC Isola del Cantone (fuori scala)***
- ***allegato 7 - Planimetria (scala 1:1000)***
- ***allegato 8 - Stratigrafie pozzetti geognostici (scala 1:100)***
- ***allegato 9 - Elaborati indagini sismiche a rifrazione***
- ***allegato 10 - Elaborati indagine MASW***
- ***allegato 11 - Sezione geologica interpretativa 1-1' (scala 1:1000)***
- ***Documentazione fotografica (n. 9 fotografie)***



STRALCIO IMMAGINE SATELLITARE

(fuori scala)

N

Area del progetto



MB GEO di Michele Malfatti e Stefano Bruzzone
Studio Associato di Geologia

allegato 2

CARTA GEOLOGICA

(scala 1:5000)

Materiali sciolti di copertura
(alluvioni terrazzate e non, detrito di falda, coltri, riporti)

Unità del Flysch dell'Antola

Area del progetto

N



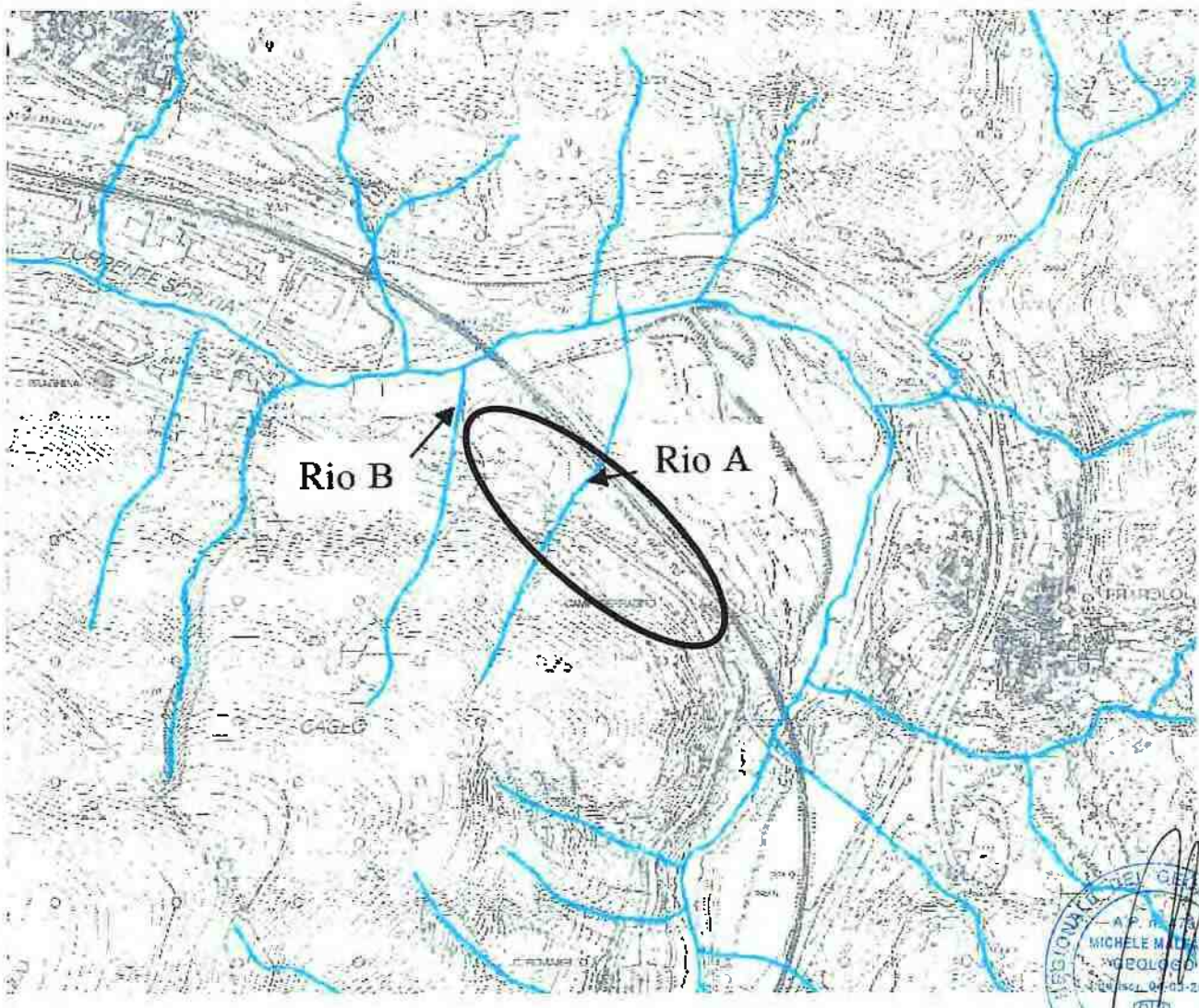
CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO REGIONALE

(fuori scala)

(L.R. 18/99 – Riordino Reticolo Idrografico Regionale; D.G.R. 1449 del 30/11/2012: Art. 91 c. 1bis)

Area del progetto

N



MB GEO di Michele Malfatti e Stefano Bruzzone
Studio Associato di Geologia

allegato 4

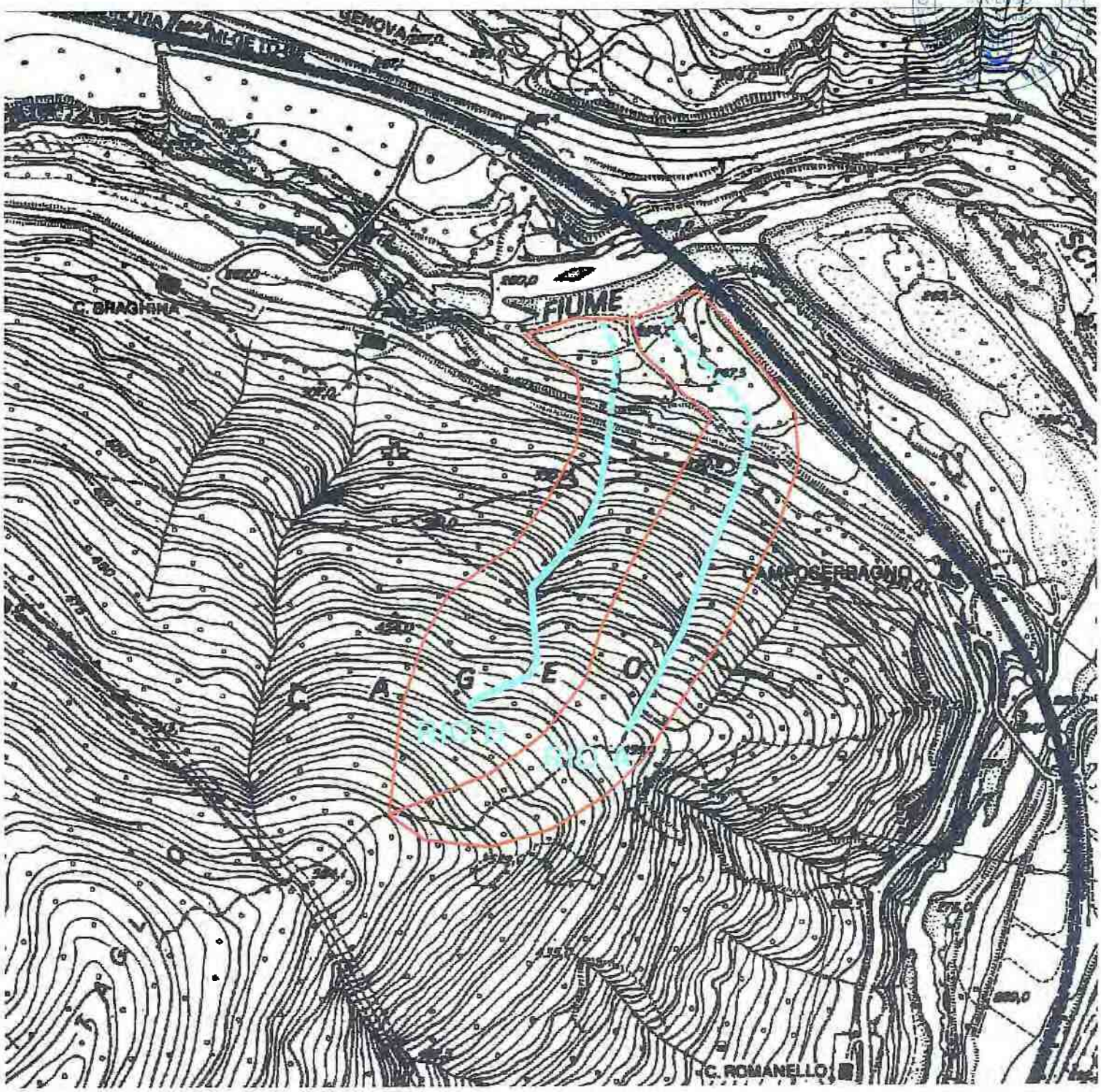
CARTA DI PERIMETRAZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

(scala 1:5000)

Bacino scolante

Rio

N



MB GEO di Michele Malfatti e Stefano Bruzzone
Studio Associato di Geologia

allegato 5

PAI – Carta dei dissesti

(fuori scala)

Variante al PTC della Provincia di Genova con valore ed effetti del Piano di Bacino per la parte del territorio provinciale compresa nel bacino del Fiume Po (e s.m.i.)

N

Area del progetto

FRANE

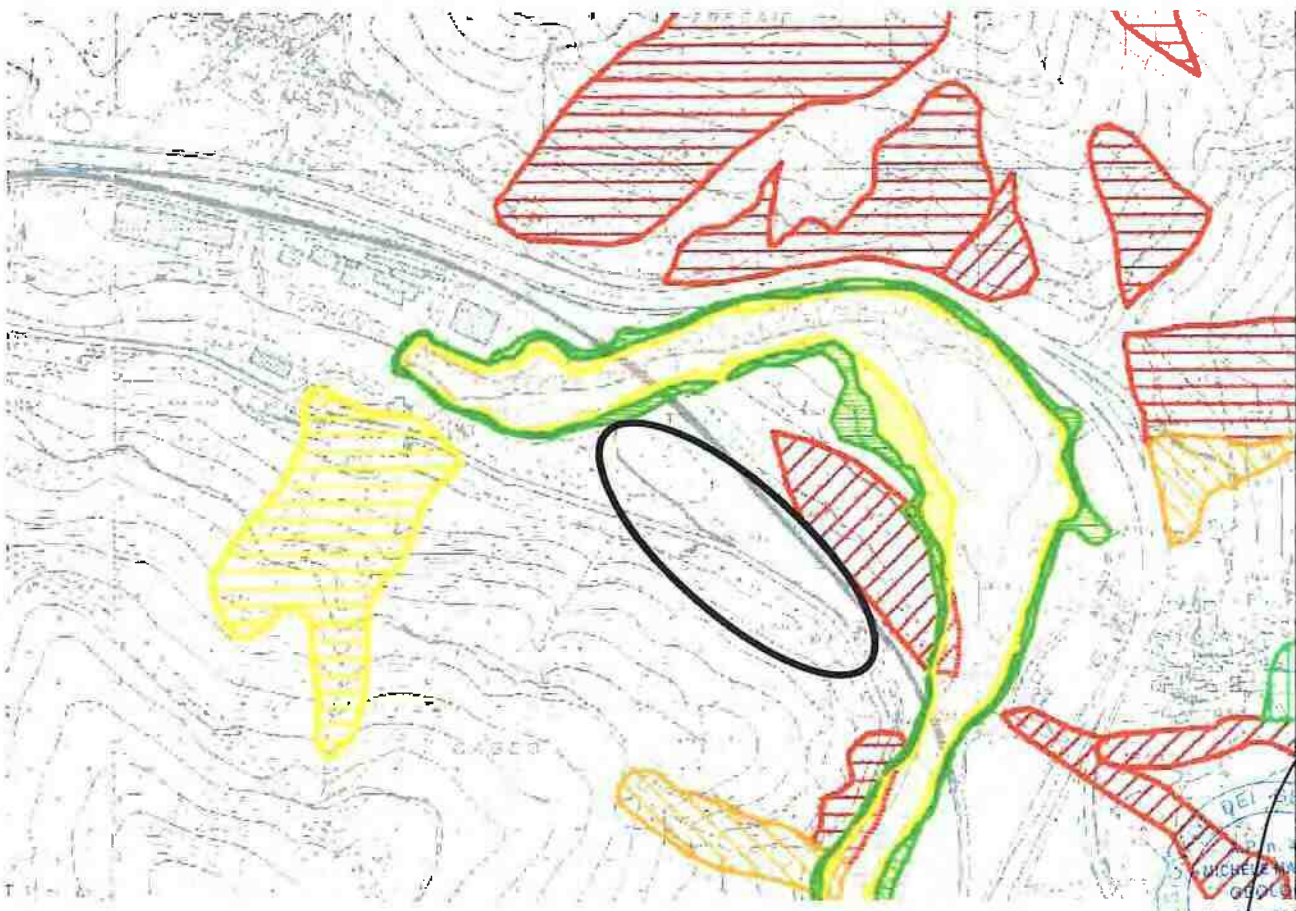
- Aree interessate da frane attive (Fa) (pericolosita' molto elevata)
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi (Acr) (pericolosita' molto elevata)
- Aree interessate da frane quiescenti (Fq) (pericolosita' elevata)
- Aree interessate da frane stabilizzate (Fs) (pericolosita' media o moderata)
- Aree soggette a franosita' superficiale diffusa (Fd) (pericolosita' moderata)
- Aree soggette a deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV) – (pericolosita' moderata)
- Frane attive non perimetrate (comma 6, art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO

- Aree a pericolosita' molto elevata (Ee)
- Aree a pericolosita' elevata (Eb)
- Aree a pericolosita' media (Em)
- Aree a pericolosita' molto elevata non perimetrate (Ee) (comma 10, art. 6 delle Norme di attuazione della VBP)

TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI

- Aree di conoidi attivi non protette (Ca) (pericolosita' molto elevata)
- Aree di conoidi attivi parzialmente protette (Cp) (pericolosita' elevata)
- Aree di conoidi non recentemente riattivatisi o completamente protette (Cn) (pericolosita' media o moderata)



PUC ISOLA DEL CANTONE

(In vigore dal 18.01.2017)

Carta della suscettività d'uso del territorio

(fuori scala)

N

Area del progetto

Zone a suscettività d'uso limitata

- classe 5g
- classe 5i
- classe 5ri

Zone a suscettività d'uso parzialmente limitata

- classe 4g
- classe 4i
- classe 4ri

Zone a suscettività d'uso condizionata

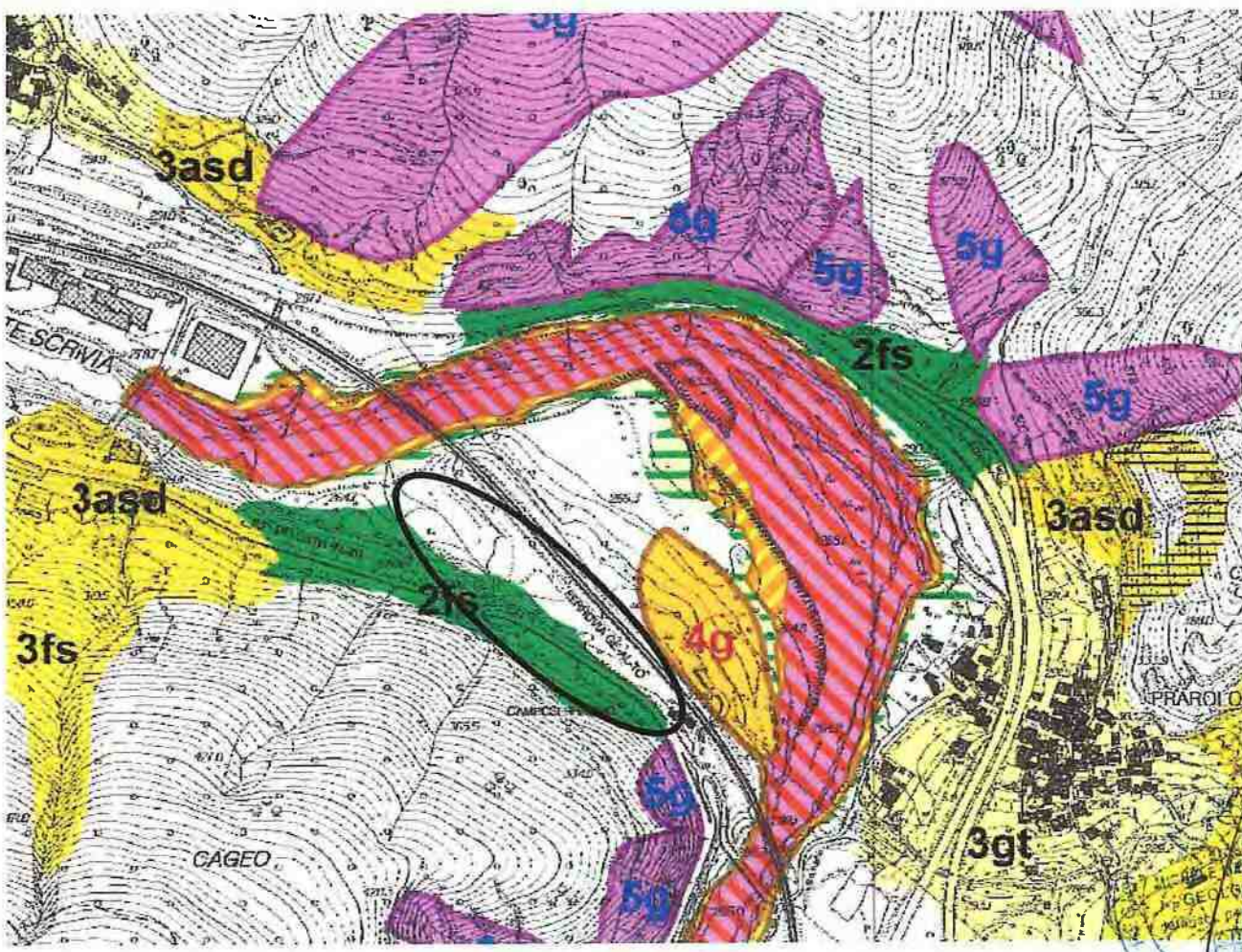
- classe 3g:
- classe 3asd
- classe 3fs
- classe 3fs_Buffer_CigliAttivi
- classe 3i

Zone a suscettività d'uso moderatamente condizionata

- classe 2fs
- classe 2gt

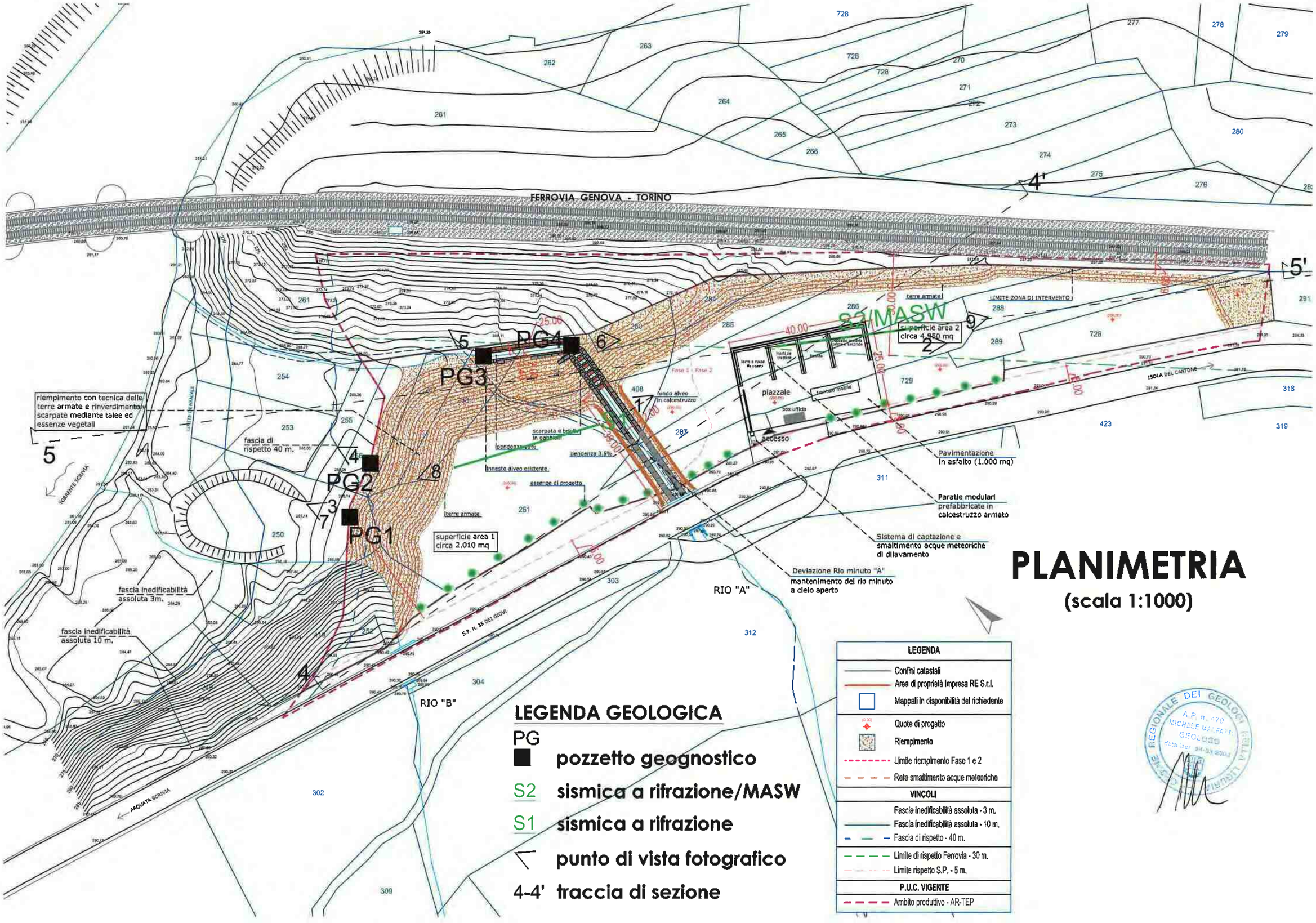
Zone a suscettività d'uso non condizionata

- classe 1



PLANIMETRIA

(scala 1:1000)



LEGENDA GEOLOGICA

PG ■ pozzetto geognostico

S2 sismica a rifrazione/MASW

S1 sismica a rifrazione

punto di vista fotografico

4-4' traccia di sezione

LEGENDA

- Confini catastali
- Area di proprietà Impresa RE S.r.l.
- Mappali in disponibilità del richiedente
- Quote di progetto
- Riempimento
- Limite riempimento Fase 1 e 2
- Rete smaltimento acque meteoriche

VINCOLI

- Fascia inedificabilità assoluta - 3 m.
- Fascia inedificabilità assoluta - 10 m.
- Fascia di rispetto - 40 m.
- Limite di rispetto Ferrovia - 30 m.
- Limite rispetto S.P. - 5 m.

P.U.C. VIGENTE

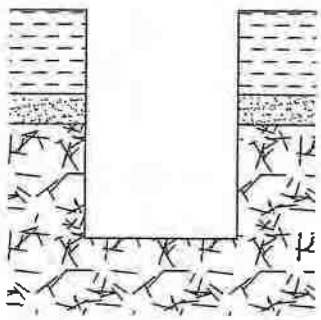
- Ambito produttivo - AR-TEP

COLLEGIO REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
A.P. n. 479
MICHELE MALFATTI
GEOLOGO

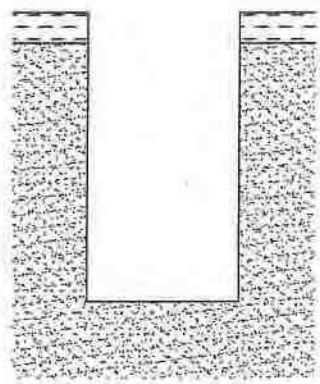
STRATIGRAFIE POZZETTI GEOGNOSTICI

scala 1:100

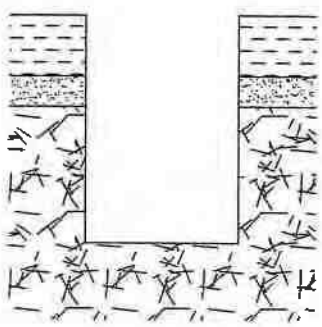
PG1



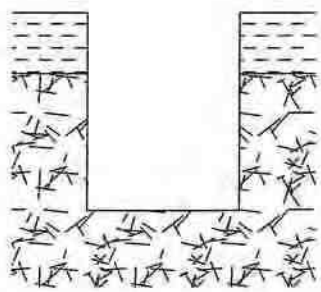
PG2



PG3



PG4



Legenda

terreno vegetale e riporti

limo sabbioso con ghiaia

ghiaia e ciottoli limoso-sabbiosi

MB GEO di Michele Malfatti e Stefano Bruzzone
Studio Associato di Geologia

allegato 9

Elaborati indagini sismiche a rifrazione



ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
STESA 1
Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti
Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
33.00	0.00	ofd#1.dat
23.00	0.00	eld#1.dat
11.00	0.00	ms#1.dat
-1.00	0.00	els#2.dat
-11.00	0.00	ofs#1.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 33 [ms]	FBP da 23 [ms]	FBP da 11 [ms]	FBP da -1 [ms]	FBP da -11 [ms]
1	0.00	0.00	63.80	96.40	52.70	12.40	42.20
2	2.00	0.00	62.50	89.50	45.40	15.60	48.10
3	4.00	0.00	62.30	81.70	37.90	27.10	56.70
4	6.00	0.00	61.80	72.30	29.80	35.00	64.50
5	8.00	0.00	59.30	63.10	20.70	40.80	72.00
6	10.00	0.00	54.80	56.40	10.50	50.80	80.90
7	12.00	0.00	52.50	48.90	12.40	60.40	89.70
8	14.00	0.00	47.30	42.20	21.50	67.20	95.10
9	16.00	0.00	44.80	34.40	30.10	69.00	102.30
10	18.00	0.00	39.80	25.80	37.60	79.50	110.10
11	20.00	0.00	33.80	18.50	44.30	86.00	116.30
12	22.00	0.00	29.80	8.60	60.20	90.80	121.20

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	-.2	3.4
2	0.2	4.0
3	0.7	4.4
4	0.1	5.0
5	-.1	6.1
6	0.5	6.7
7	1.1	6.5
8	1.0	7.9
9	1.4	8.5
10	0.6	9.3
11	0.4	10.1
12	1.6	10.2

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	183.5
2	246.4
3	560.2

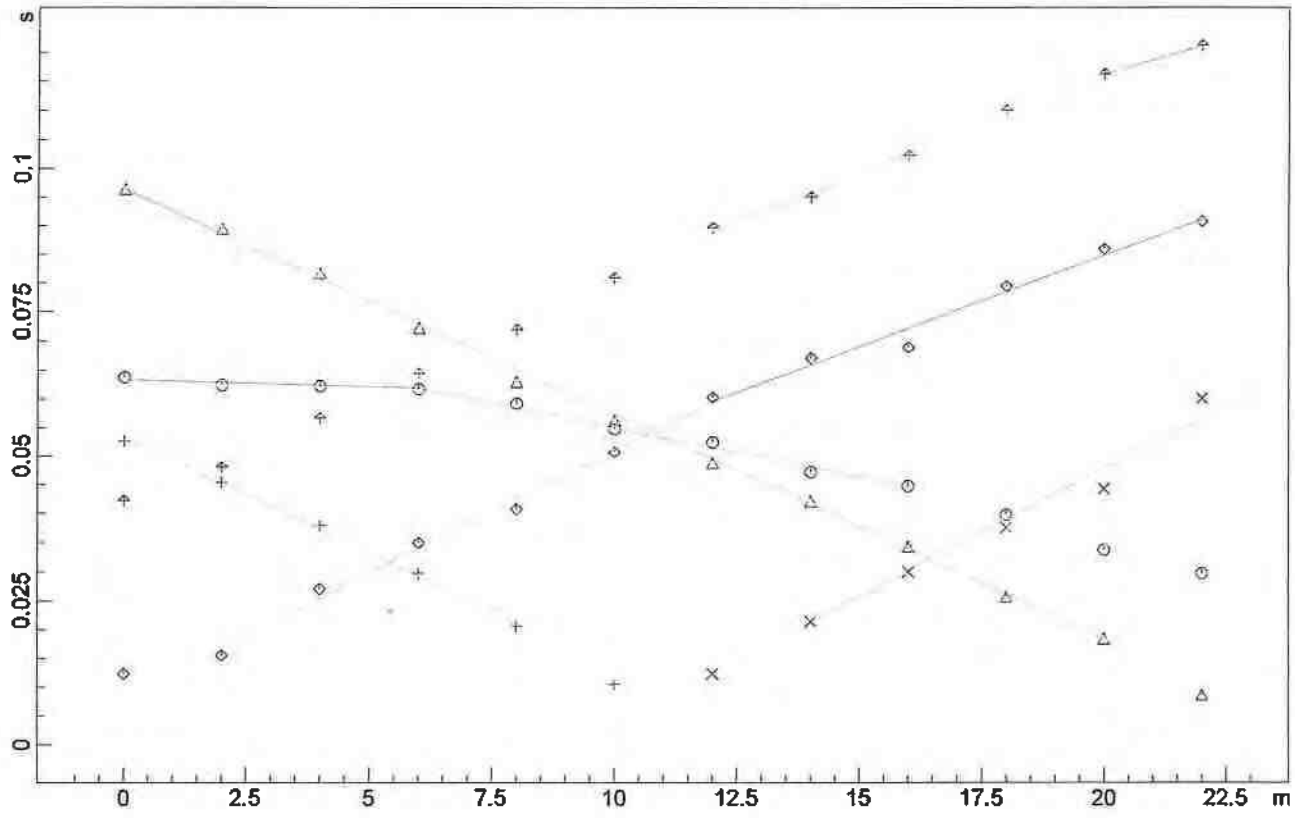


INDAGINE SISMICA - STESA 1

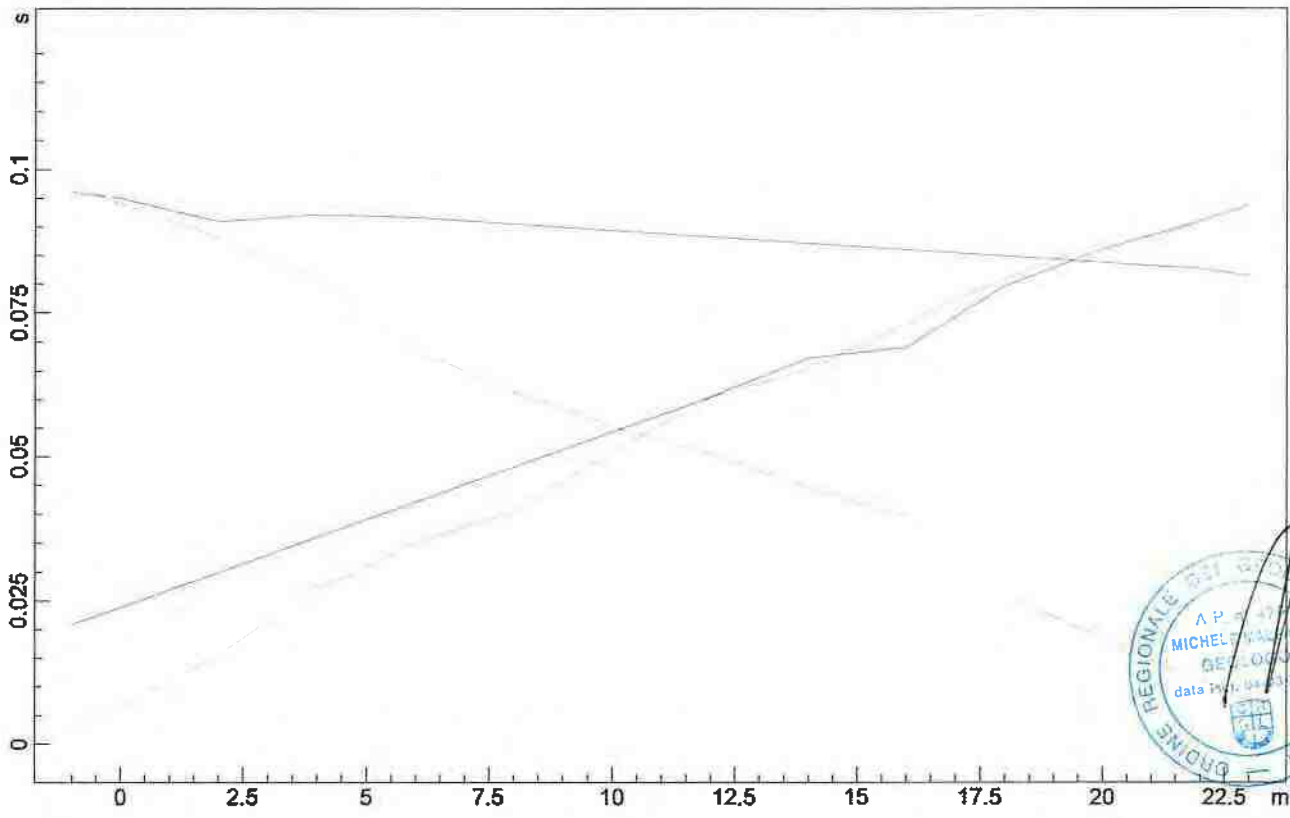
Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



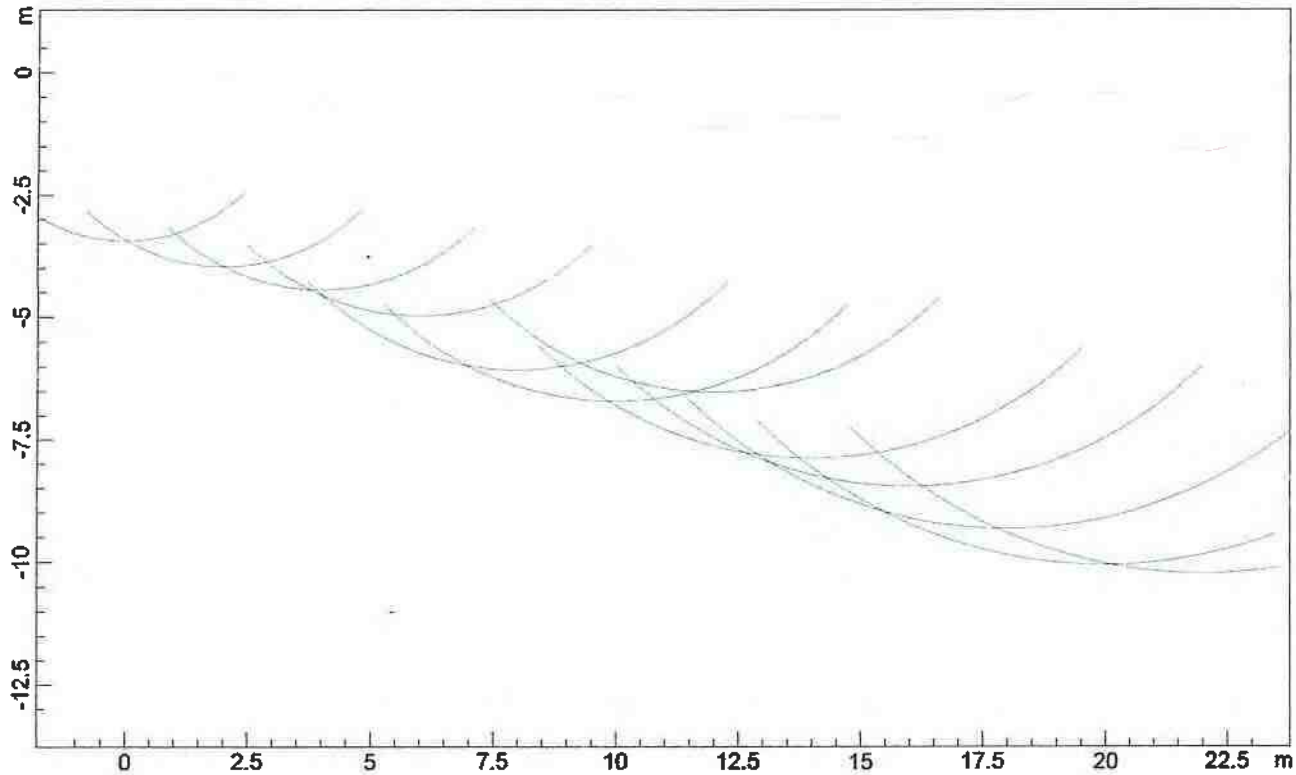
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - STESA 1

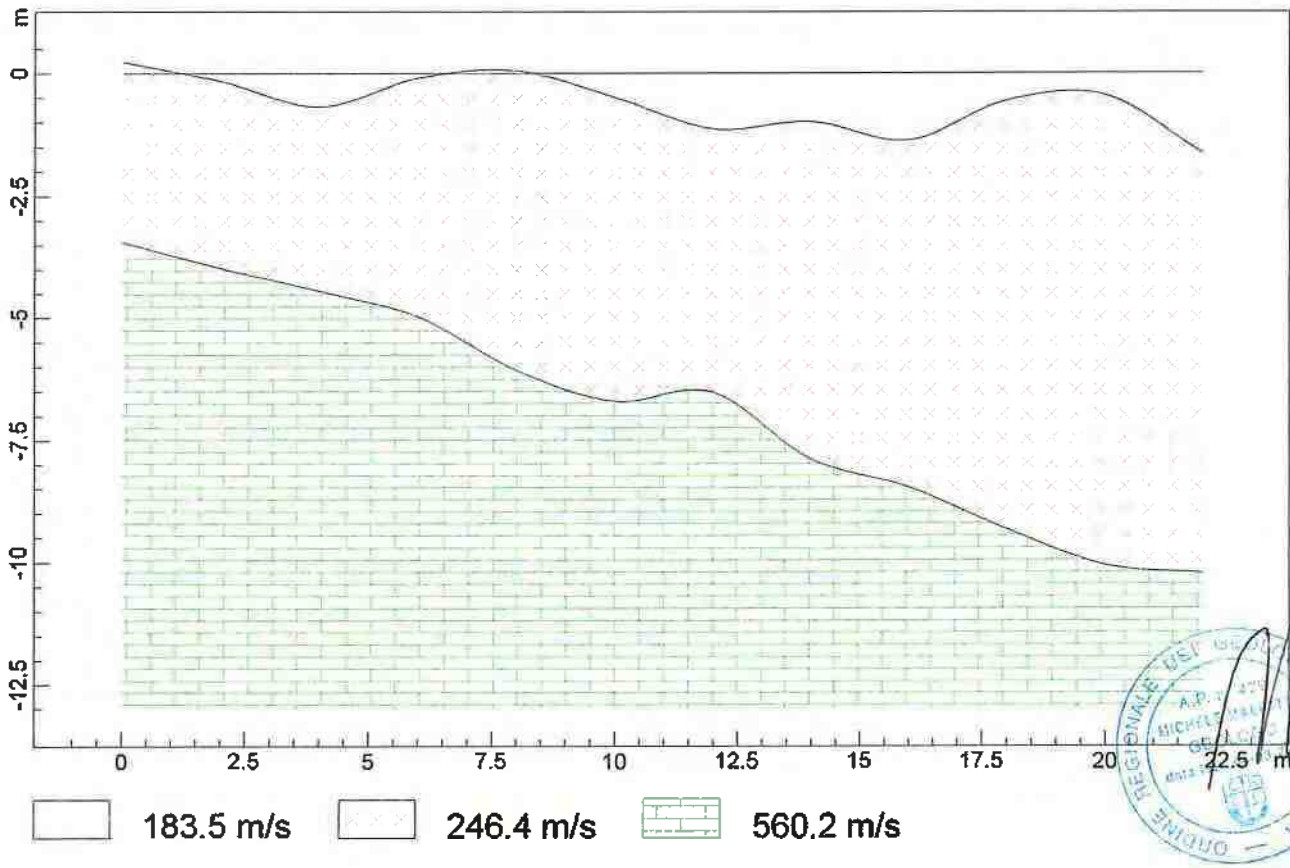
Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE

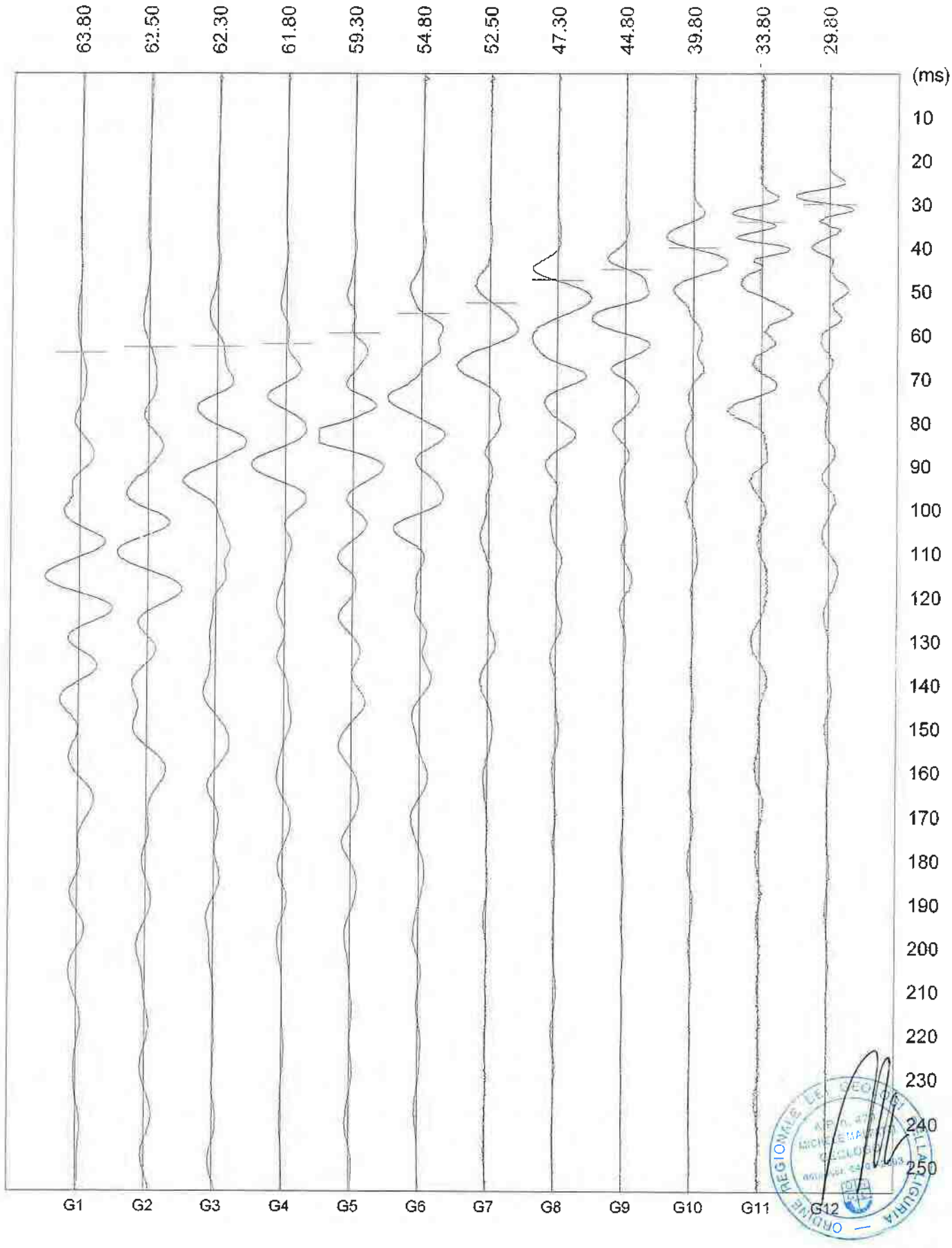


www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - STESA 1

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

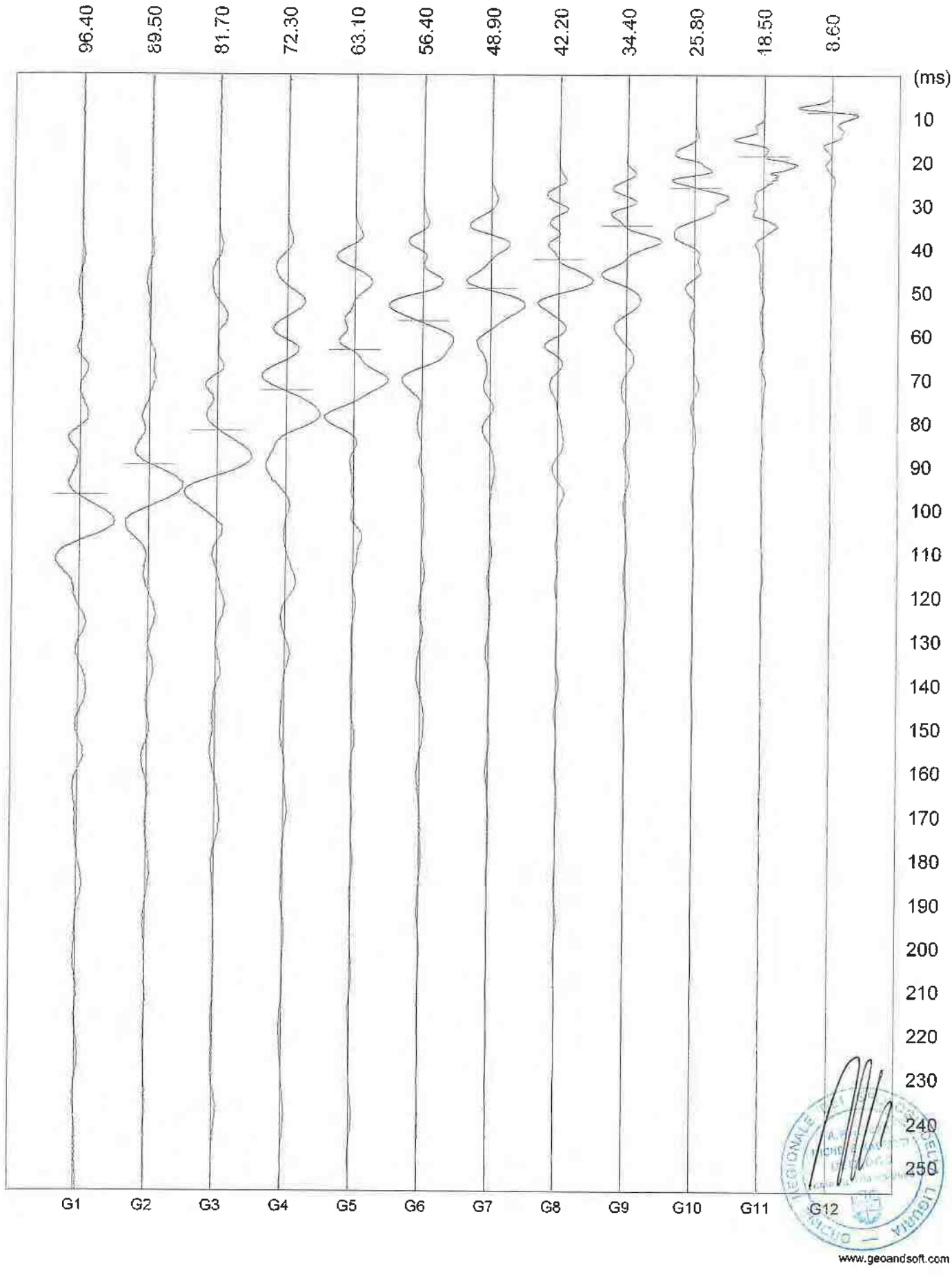


www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - STESA 1

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

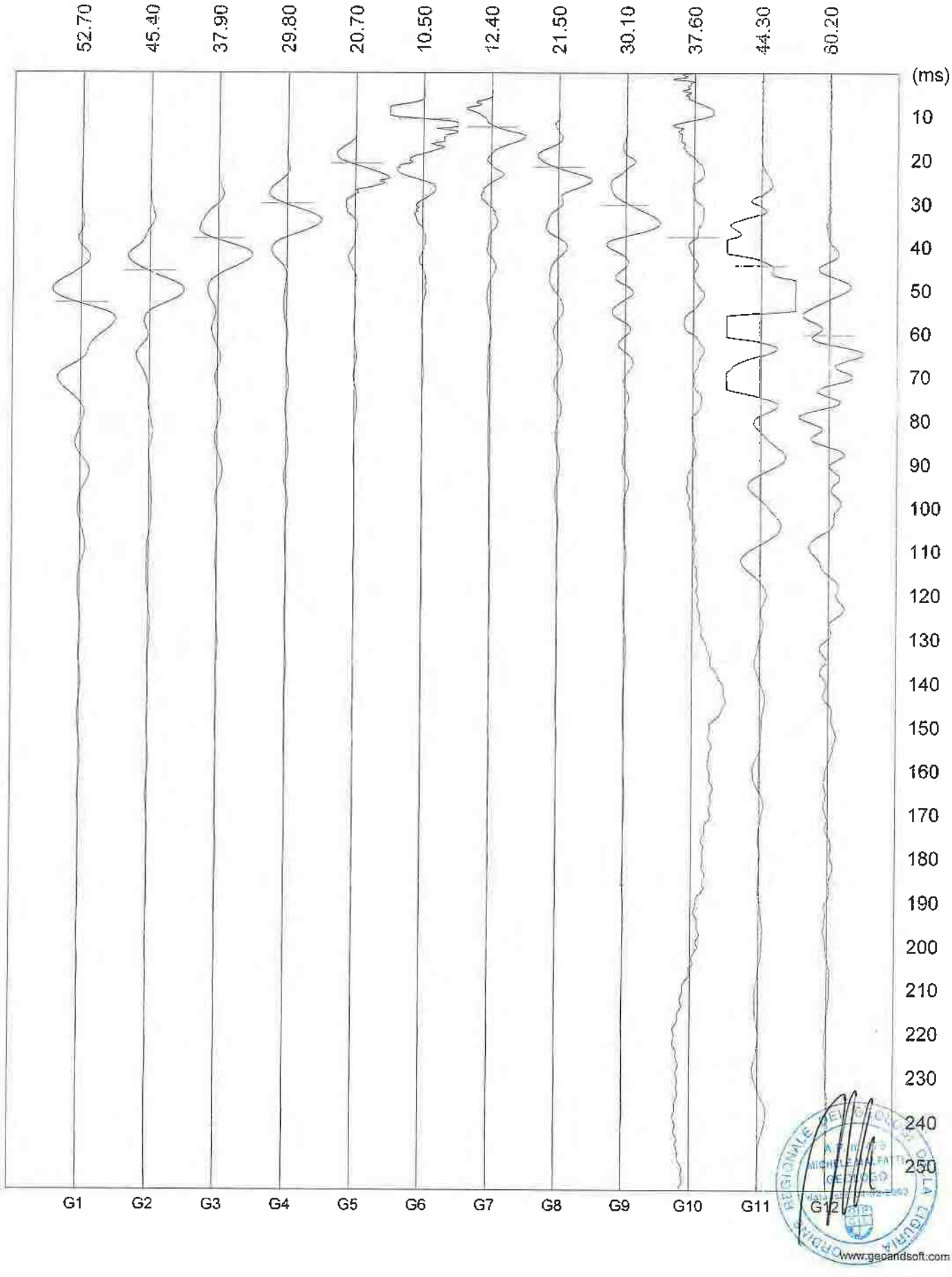


www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - STESA 1

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

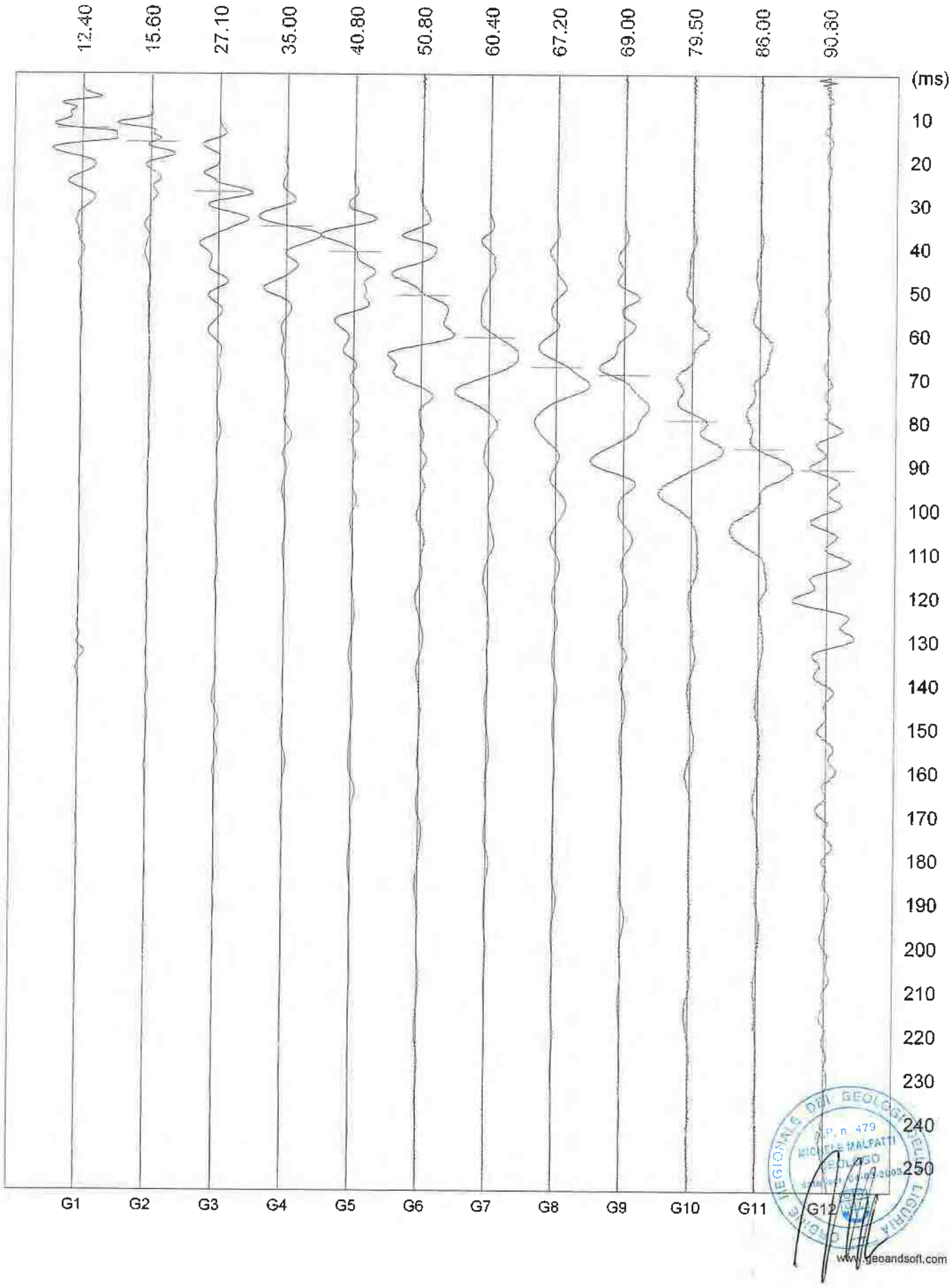


www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - STESA 1

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

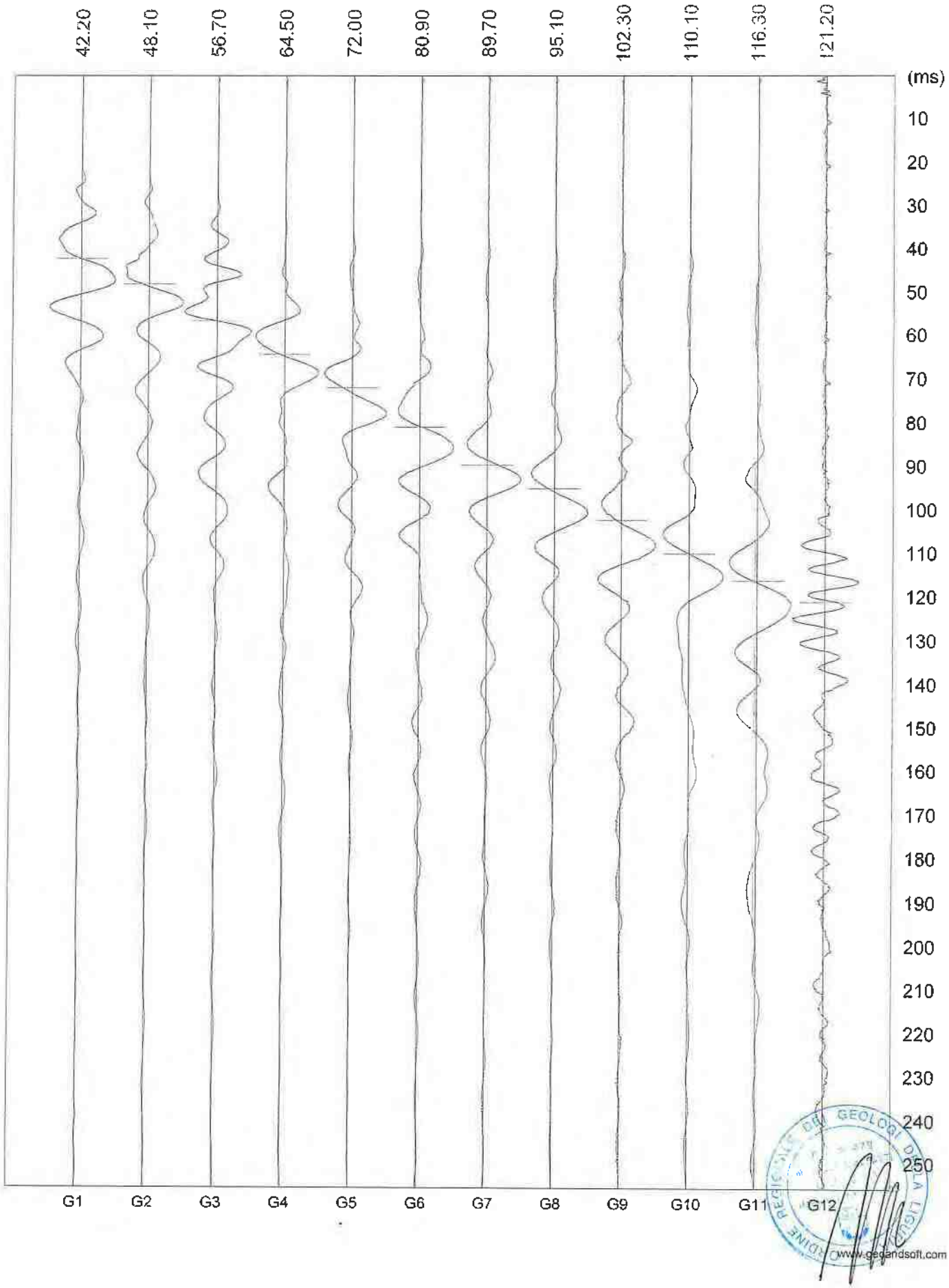
Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)



INDAGINE SISMICA - STESA 1

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)



www.geoandsoft.com

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE
Stesa 2
Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti
Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
33.00	0.00	ofd#3.dat
23.00	0.00	eld#2.dat
11.00	0.00	ms#1.dat
-1.00	0.00	els#1.dat
-11.00	0.00	ofs#1.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 33 [ms]	FBP da 23 [ms]	FBP da 11 [ms]	FBP da -1 [ms]	FBP da -11 [ms]
1	0.00	0.00	78.40	61.80	30.10	11.00	37.00
2	2.00	0.00	75.80	56.40	27.40	18.80	42.00
3	4.00	0.00	70.90	48.40	23.10	27.90	48.50
4	6.00	0.00	65.50	47.30	20.40	29.00	52.00
5	8.00	0.00	60.20	39.80	14.00	30.60	53.80
6	10.00	0.00	54.30	37.10	11.80	34.90	57.00
7	12.00	0.00	49.40	31.70	11.50	42.40	60.80
8	14.00	0.00	44.60	28.50	18.30	45.10	65.50
9	16.00	0.00	43.50	21.50	21.00	49.40	69.80
10	18.00	0.00	39.80	15.60	26.90	53.20	73.00
11	20.00	0.00	33.80	10.70	30.60	53.70	73.50
12	22.00	0.00	32.80	7.50	34.40	60.70	78.50

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]	Dist. Rifr. 2 [m]
1	1.3	2.6
2	1.1	2.8
3	1.2	2.3
4	1.0	1.6
5	0.9	2.0
6	0.7	1.9
7	0.6	1.8
8	0.4	1.7
9	0.3	2.0
10	0.2	1.9
11	0.2	2.2
12	0.1	2.6

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	186.5
2	333.9
3	512.9

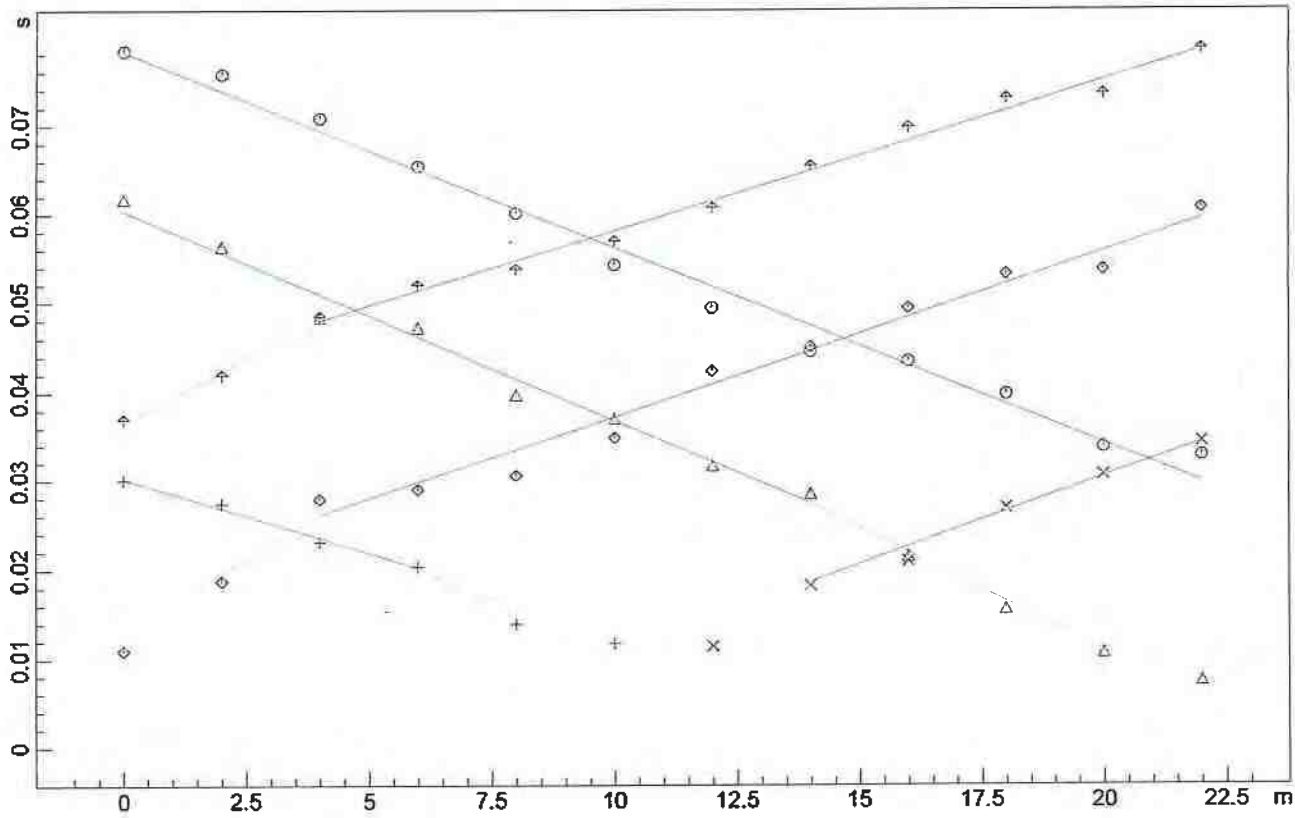


INDAGINE SISMICA - Stesa 2

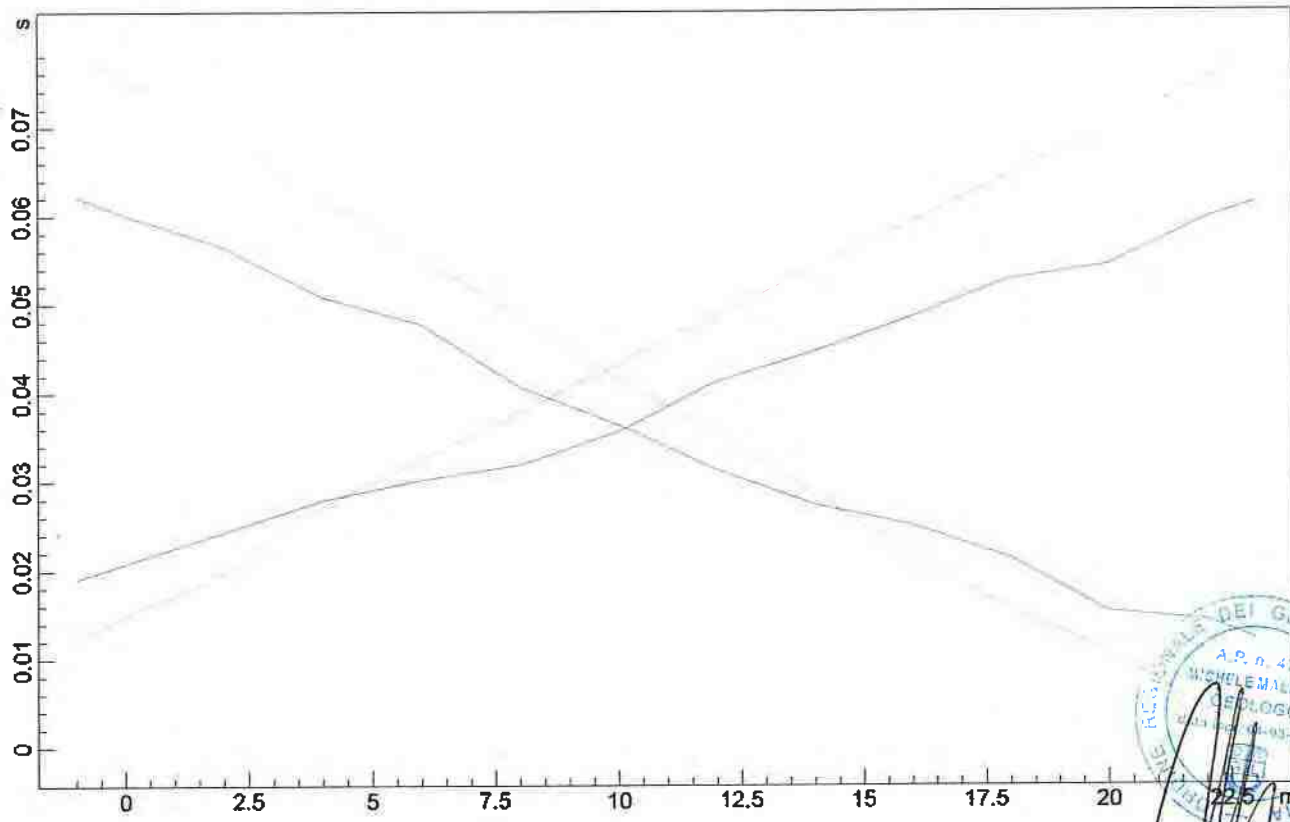
Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

DROMOCRONE ORIGINALI



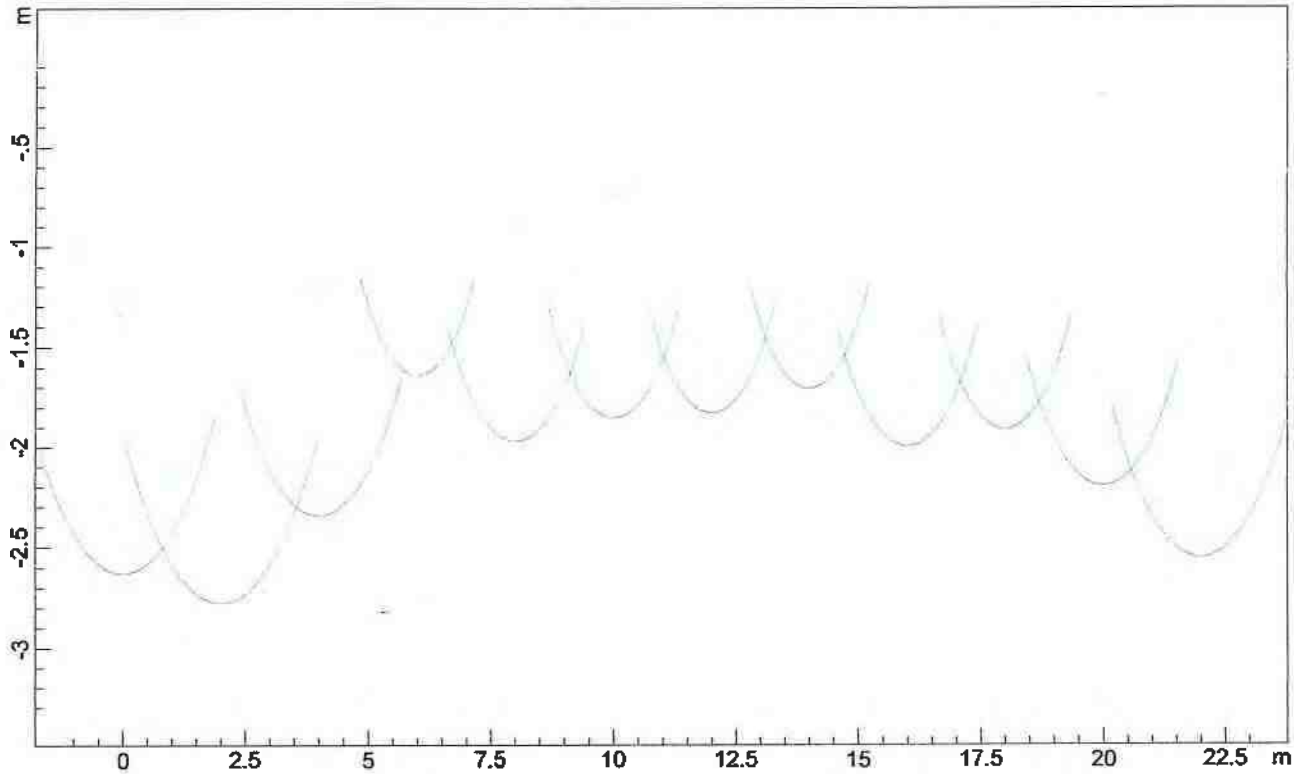
DROMOCRONE TRASLATE



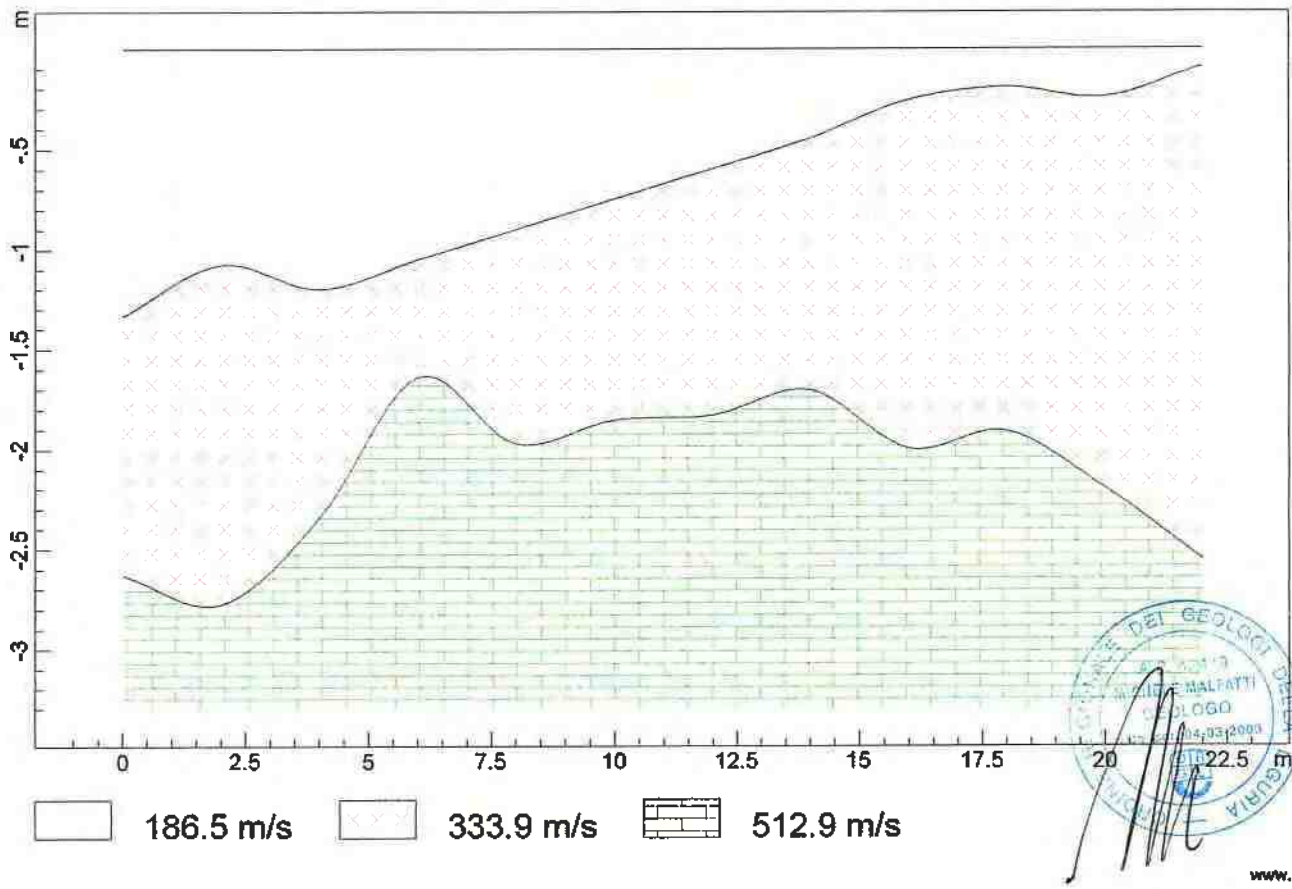
www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2
Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti
Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE

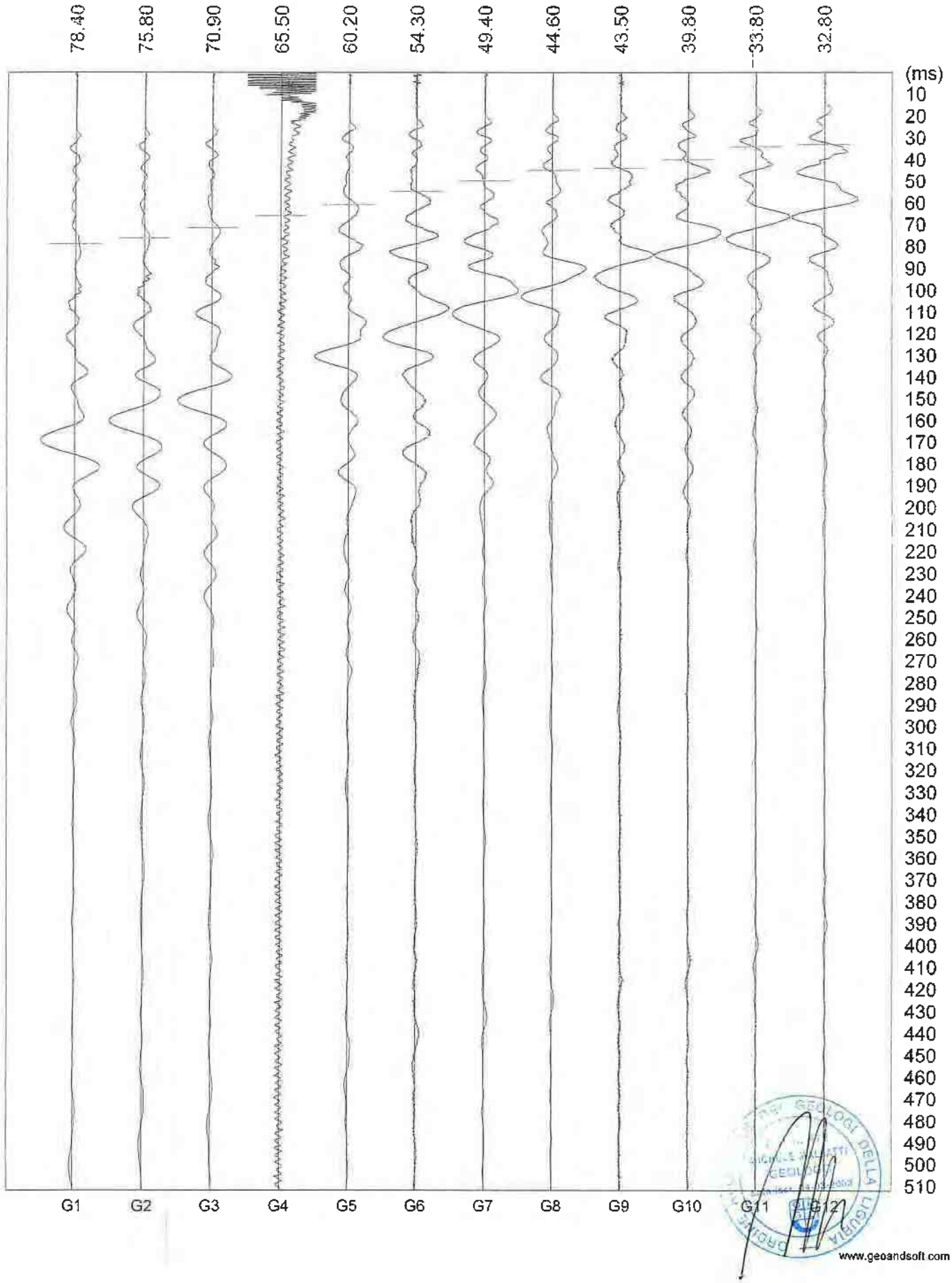


www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

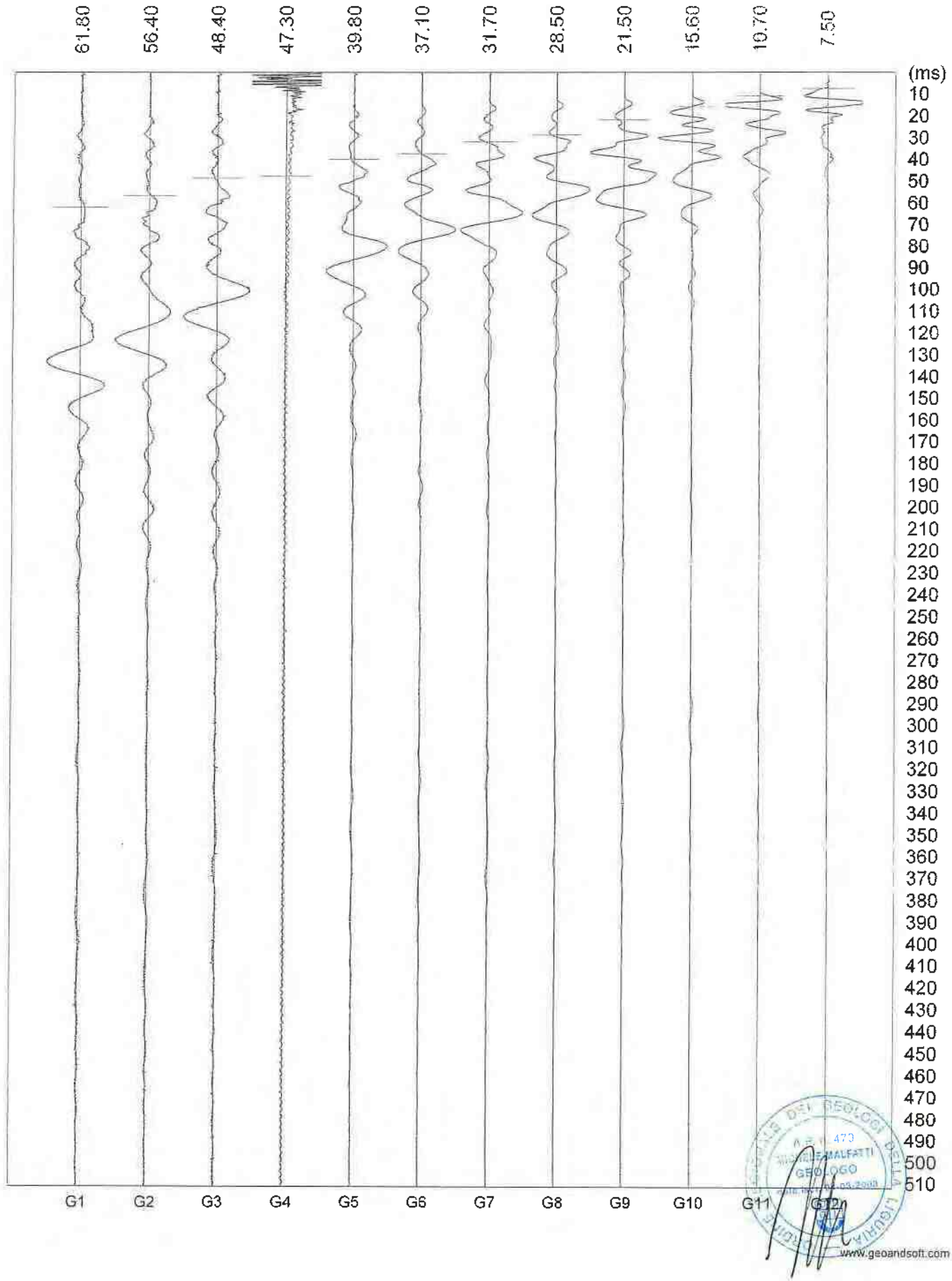


www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

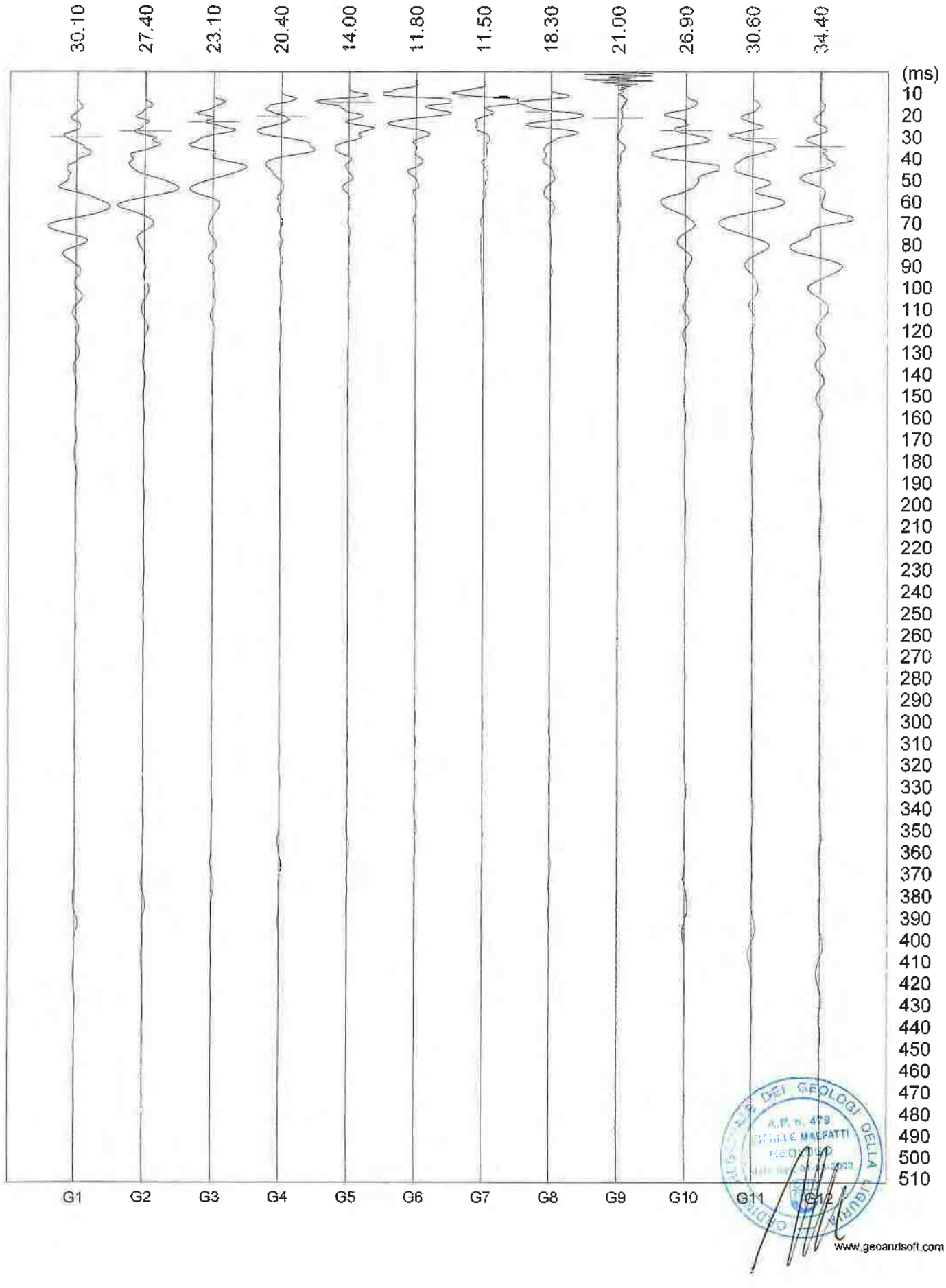


www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

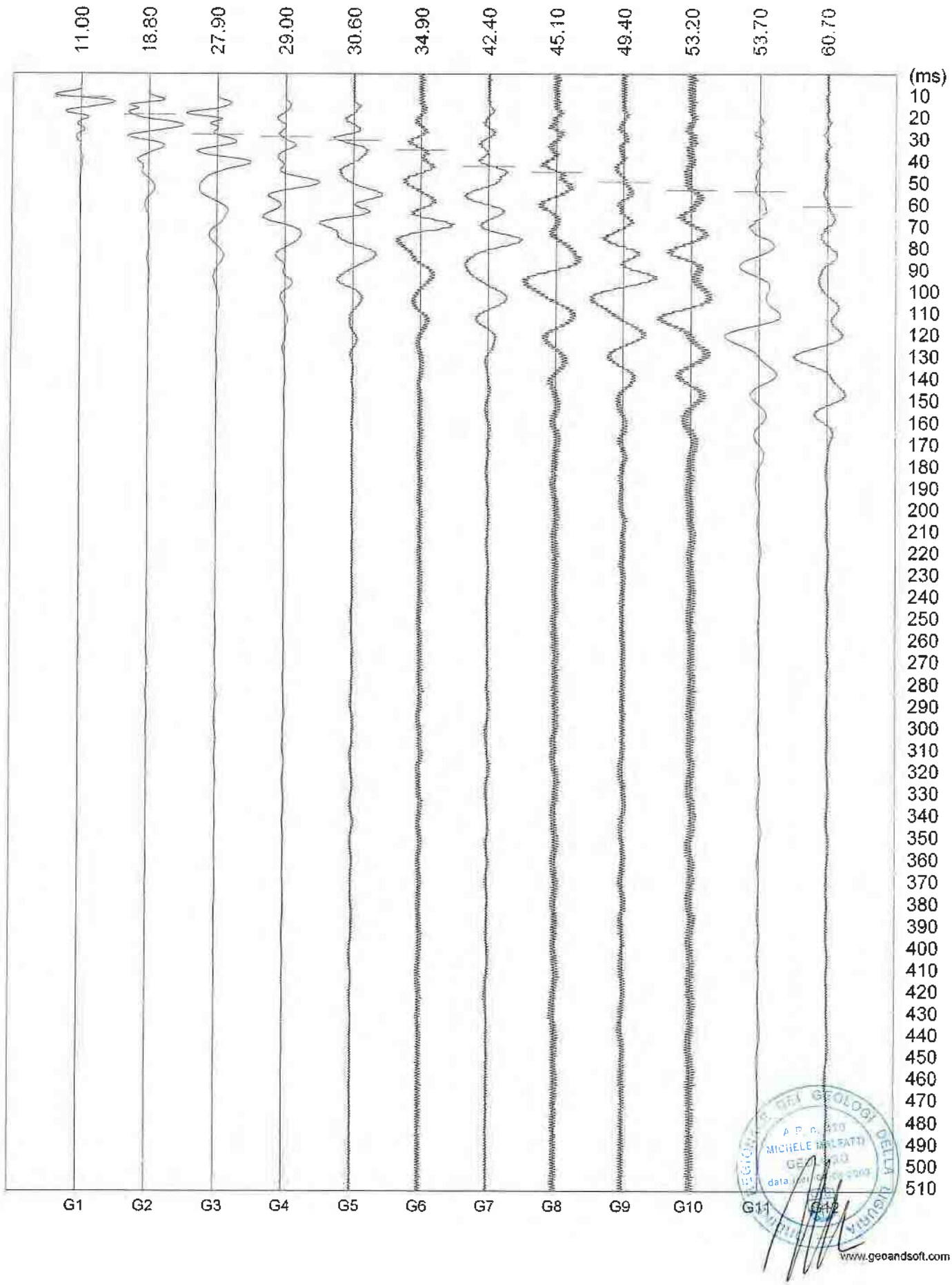


www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)

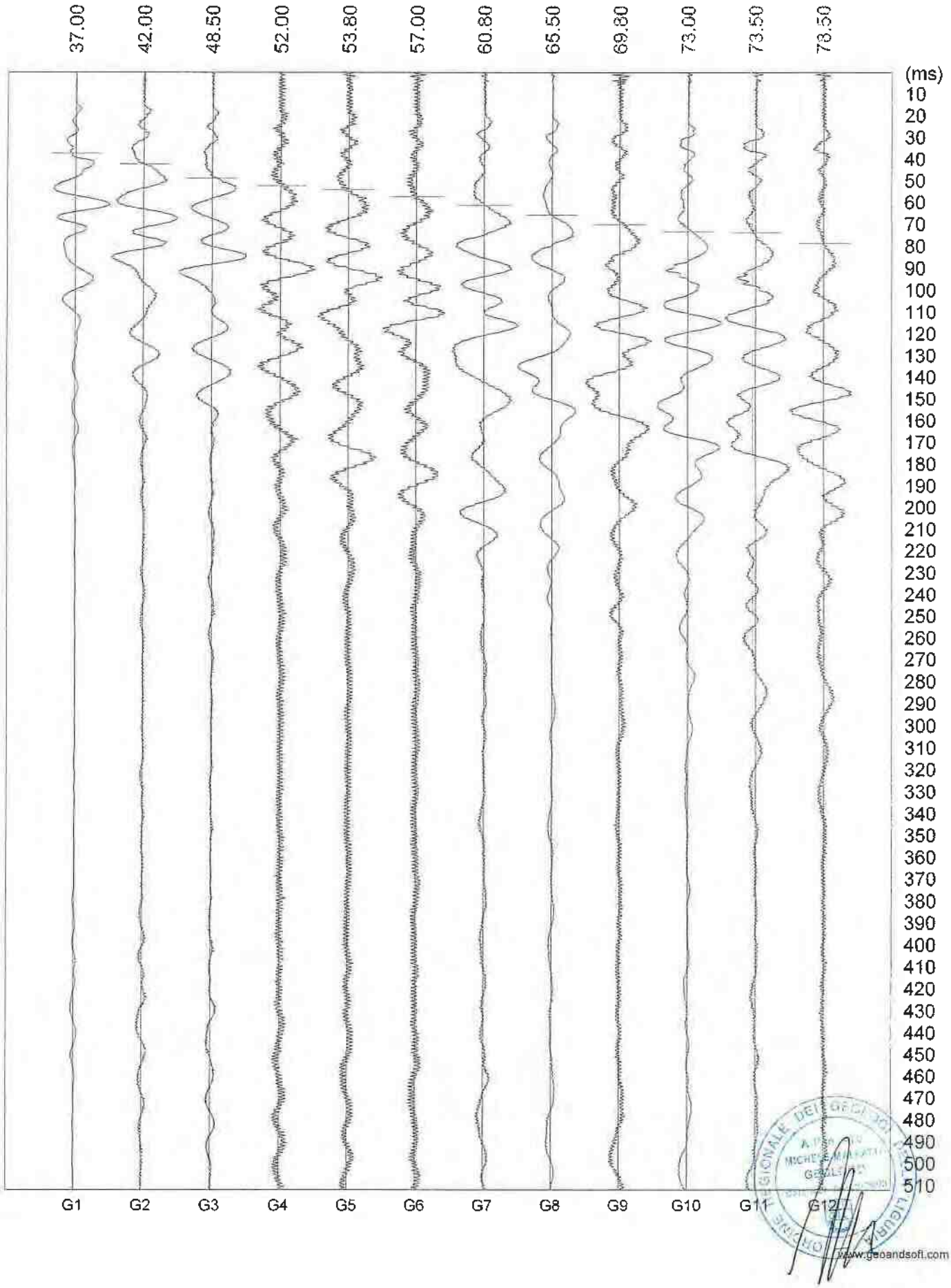


www.geoandsoft.com

INDAGINE SISMICA - Stesa 2

Realizzazione deposito terre e rocce da scavo e trattamento inerti

Loc. Camposaragna - Isola del Cantone (GE)



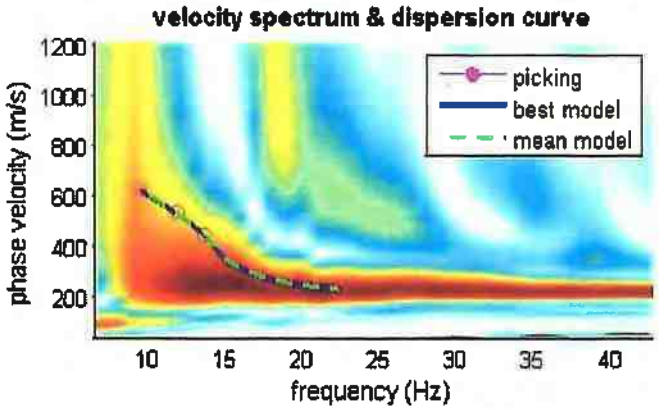
www.geoandsoft.com

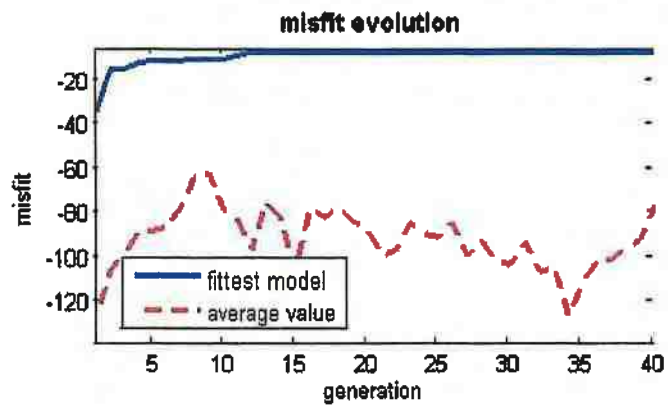
MB GEO di Michele Malfatti e Stefano Bruzzone
Studio Associato di Geologia

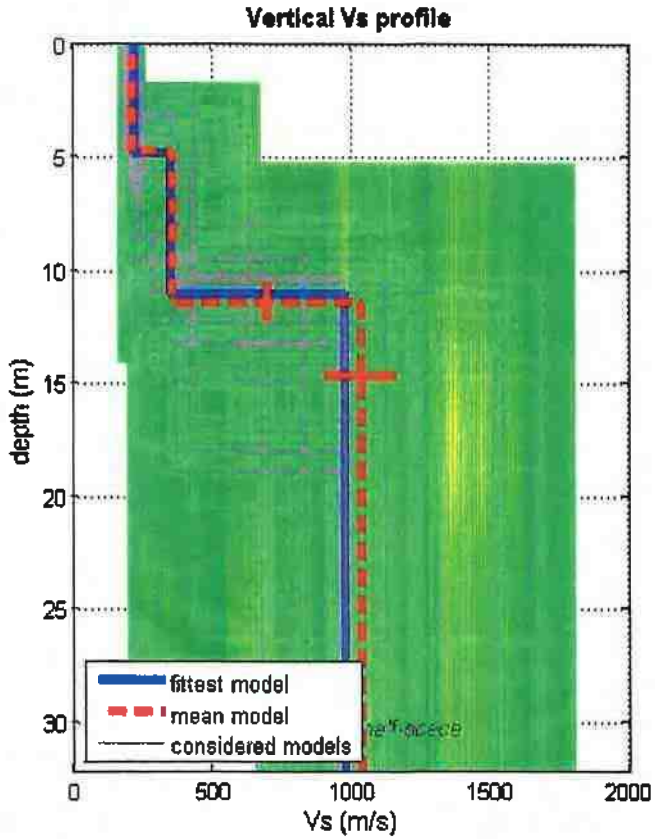
allegato 10

Elaborati indagine MASW







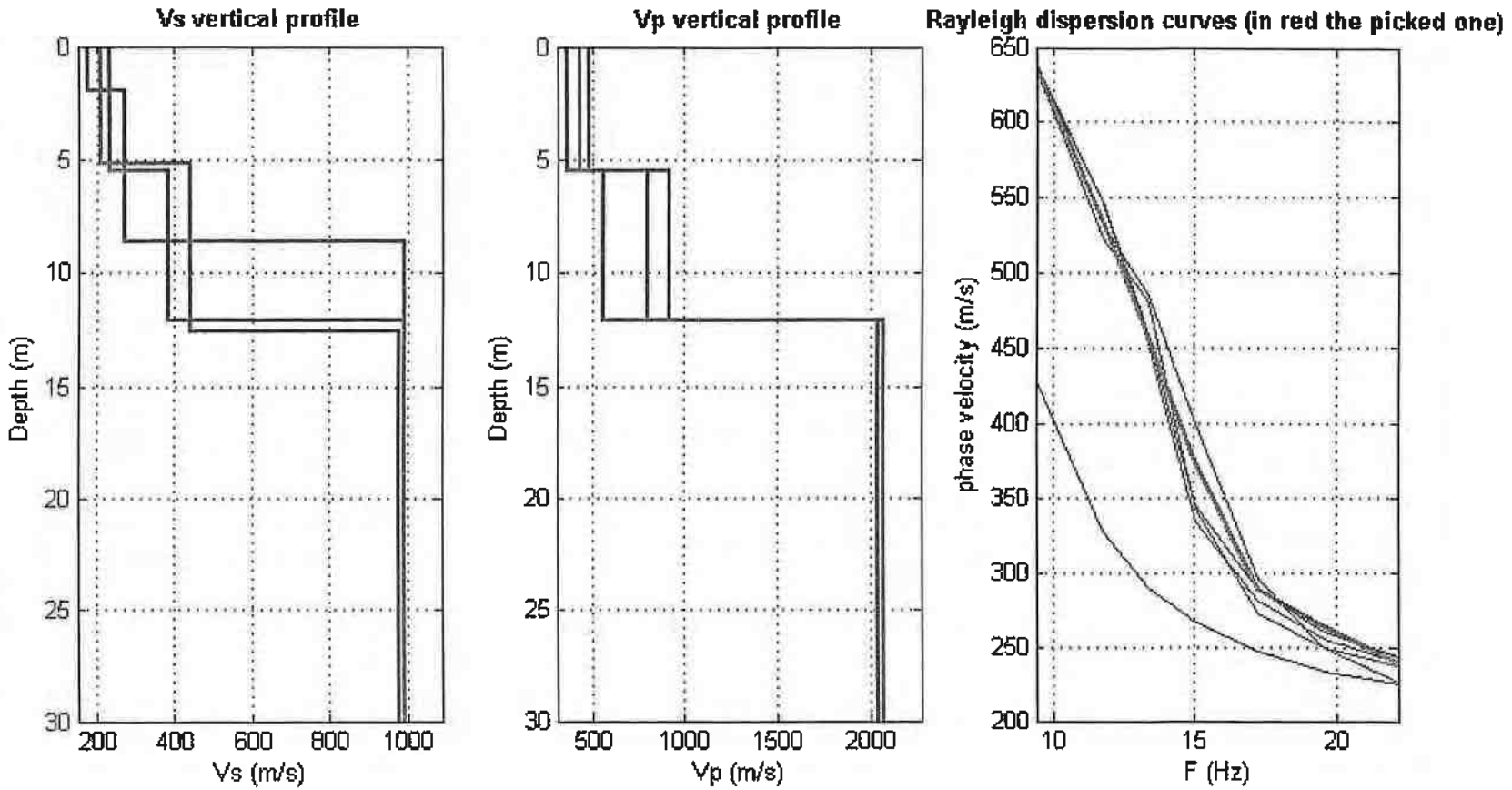


dataset: masw#1.DAT
dispersion curve: isolade.cdp
VS30 (best model): 509 m/s
VS30 (mean model): 514 m/s

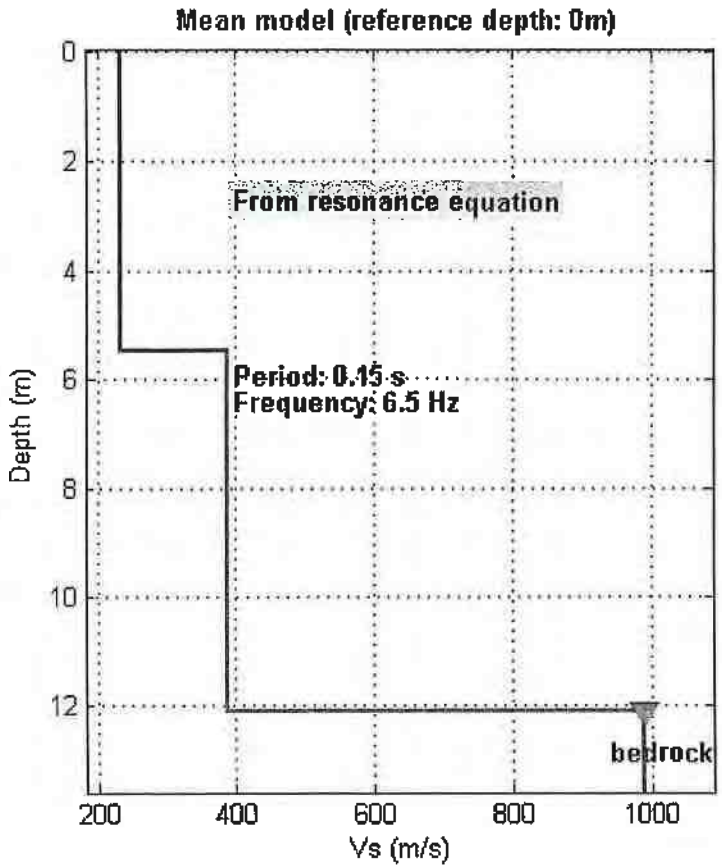
winMASW

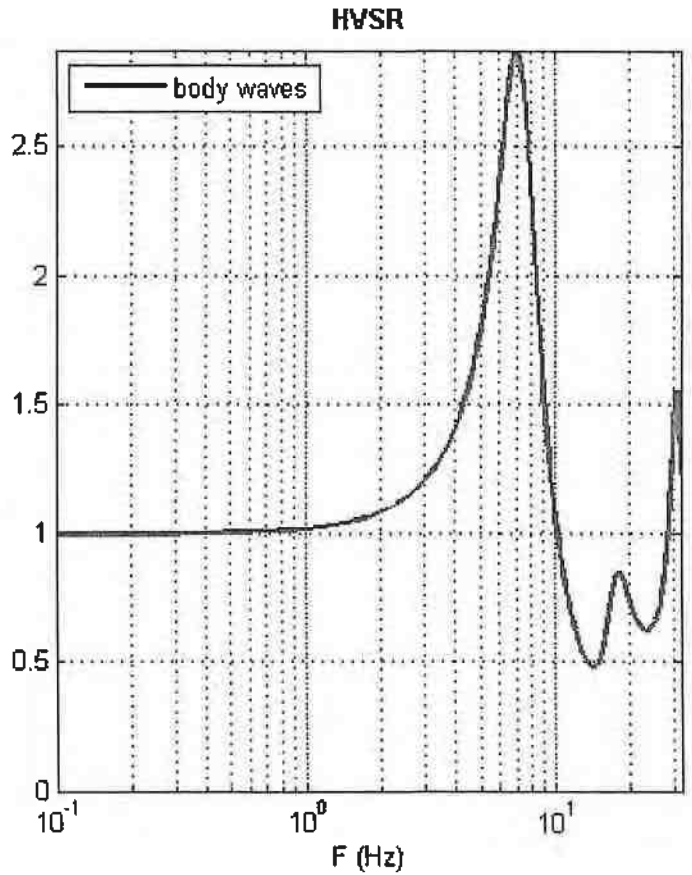
ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI LIGURIA
A.P. n.
MICHELE
GEOLOGO
data iscr.

Spettro di velocità e curva di dispersione – profilo verticale della V_S30

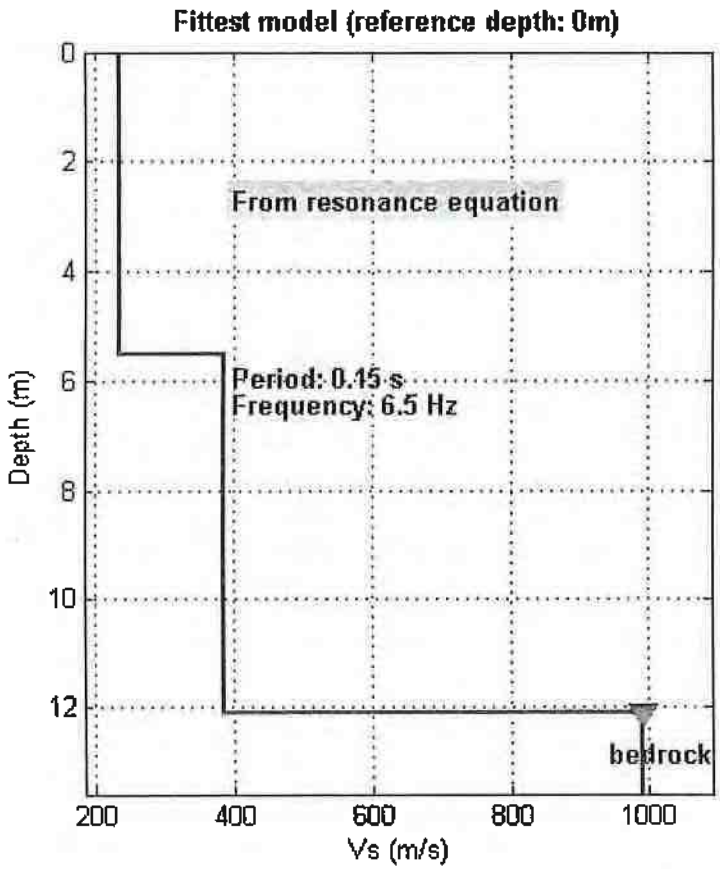


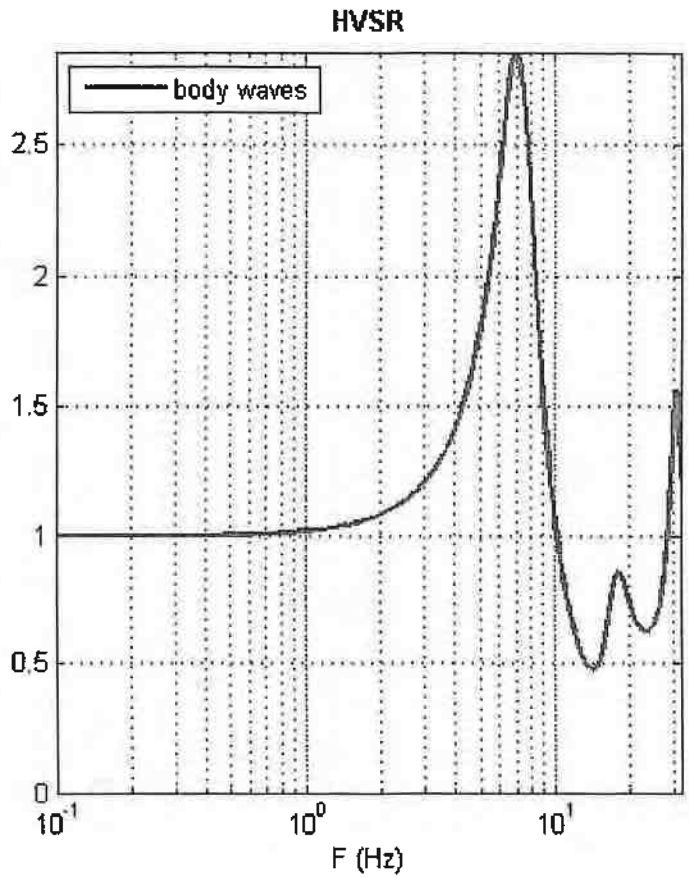
Profili verticali delle velocità delle onde S e P – Curva di dispersione delle onde di Rayleigh.



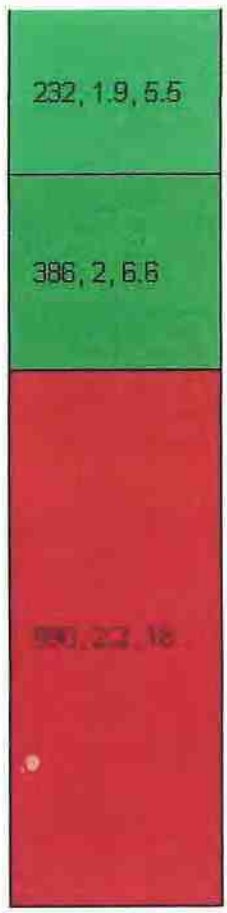


Profili medi della variazione in frequenza propri del sito.





Profili della variazione in frequenza propri del sito.



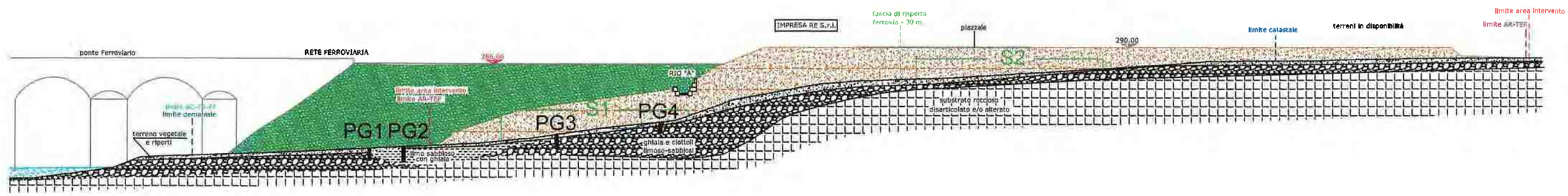
Vs (m/s)	density (gr/cm^3)	thickness (m)

Stratigrafia delle variazione della velocità delle onde S (V_S), densità (gr/cm^3) e spessore degli strati (m).



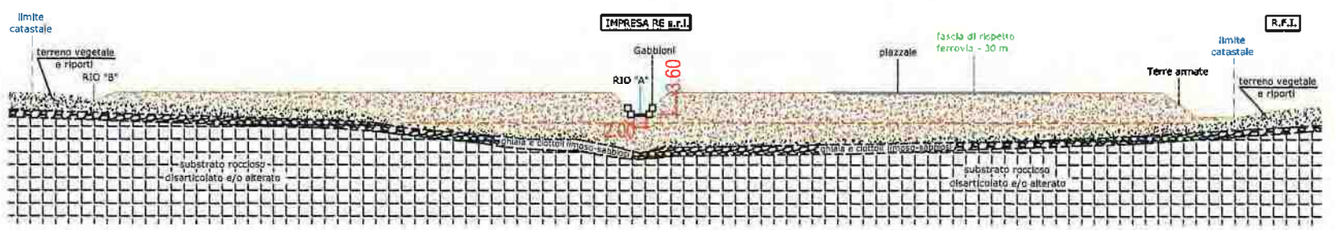
SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 5-5'

(scala 1:1000)



SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA 4-4'

(scala 1:1000)





MB GEO di Michele Malfatti e Stefano Bruzzone
Studio Associato di Geologia

Documentazione fotografica

(n. 9 fotografie)





Fotografia n. 1 – Vista del Settore 1.

Fotografia n. 2 – Vista del Settore 2.





Fotografia n. 3 – Pozzetto geognostico PG1.

Fotografia n. 4 – Pozzetto geognostico PG2.





Fotografia n. 5 – Pozzetto geognostico PG3.

Fotografia n. 6 – Pozzetto geognostico PG4.





Fotografia n. 7 – Test con penetrometro tascabile P1000 e scissometro T1000.

Fotografia n. 8 – Stesa sismica a rifrazione S1.





Fotografia n. 9 – Stesa sismica a rifrazione S2 e MASW.

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
n. 479
MICHELE MALFATTI
GEOLOGO
data iscr. 04-03-20