COMUNE DI GENOVA
SETTORE ATTUAZIONE OPERE IDRAULICHE
DIREZIONE INFRASTRUTTURE E DIFESA DEL SUOLO
Via di Francia 3 - 16149 GENOVA

OPERE IDRAULICHE E STRUTTURALI DI ARGINATURA SUL TORRENTE VARENNA IN LOCALITÀ SAN CARLO DI CESE VAL VARENNA A GENOVA PEGLI

- 2° lotto funzionale -

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA	L
Prima emissione:	gennaio 2022
Aggiornamento:	

c_d969.Comune di Genova - Prot. 28/02/2022.0077015.E

Il Responsabile Unico del Procedimento
Il Direttore
Dott. Arch. Roberto Valcalda

Il Geologo
Dott.ssa Elisabetta Barboro
Consulente ambientale
Pianificazione Territoriale
Via Luigi Cibrario 31/6
16154 Genova
Cell: 335 6450816
ebarboro@epap.sicurezzapostale.it

Studio di Geologia
Dott.ssa ELISABETTA BARBORO

COMUNE DI GENOVA

CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA

OPERE IDRAULICHE E STRUTTURALI DI ARGINATURA SUL TORRENTE VARENNA IN LOCALITA' SAN CARLO DI CESE – VAL VARENNA – GENOVA PEGLI
- 2° LOTTO FUNZIONALE -



Committente: COMUNE DI GENOVA

RELAZIONE GEOLOGICA

DOTT.SSA ELISABETTA BARBORO
O.R.G.L. N°164

Rif.11/2022

Genova, Gennaio 2022

Geologo Consulente ambientale Pianificazione Territoriale
Via Luigi Cibrario 31/6 –16154 Genova
Cell 335 6450816 tel/fax 010/6049472
email ebarboro@gmail.com
pec ebarboro@epap.sicurezzapostale.it

INDICE

1. PREMESSA ..... - 2 -
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO ..... - 3 -
3. VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO ..... - 4 -
4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ..... - 6 -
5. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO ..... - 7 -
5.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO ..... - 7 -
5.2. LINEAMENTI GEOLOGICI ..... - 8 -
5.3. CENNI GEOLOGICO -STRUTTURALI E TETTONICA ..... - 10 -
5.4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE ..... - 11 -
6. INDAGINI GEOGNOSTICHE SEGUITE IN SITU ..... - 12 -
6.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE ..... - 12 -
6.2. AMMASSO ROCCIOSO ..... - 20 -
7. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO NEL TERRITORIO DI GENOVA ..... - 22 -
7.1. SISMICITÀ STORICA ED EFFETTI MACROSISMICI DOCUMENTATI NEL COMUNE DI GENOVA (DAL 1000 AL 2008) ..... - 22 -
7.2. SISMICITÀ RECENTE (DAL 1985 AL 2017) ..... - 23 -
8. CLASSIFICAZIONE SISMICA ..... - 24 -
8.1. SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE ..... - 26 -
9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI INVESTIGATI ..... - 27 -
9.1. COSTITUZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO ..... - 27 -
9.2. PARAMETRIZZAZIONE ..... - 27 -
10. CONCLUSIONI ..... - 28 -

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la definizione delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche idrogeologiche a supporto delle opere da realizzare per il 2° lotto del progetto inerente "Opere idrauliche e strutturali di arginatura sul torrente Varenna in località San Carlo di Cese – Val Varenna – a Genova Pegli" e fa seguito ai lavori del 1° lotto funzionale delle suddette opere, ultimati nel 2017.

L'intervento in progetto (ossia Il 2° lotto qui previsto) costituisce il completamento verso valle dei lavori di messa in sicurezza dell'alveo, estendendosi dalla briglia di valle eseguita nel corso del 1° lotto (a quota 288,75 m s.l.m.) fino alla briglia di valle preesistente subito a valle dell'area abitata (a quota 284,94 m s.l.m.), per un tratto dello sviluppo in asse alveo di ml 205.

Tale intervento, sviluppandosi a margine del nucleo abitato, ha lo scopo di difendere le abitazioni dalle esondazioni delle portate di piena, in maniera tale da permettere il deflusso della corrente in condizioni di sicurezza per la popolazione residente, garantendovi il regolare deflusso in occasione degli eventi di piena del corso d'acqua senza intervenire sull'alveo naturale del torrente, pur ripristinandone la naturale ampiezza e, nel contempo, garantendo i franchi idraulici di sicurezza dei nuovi muri di difesa spondale, oltre che della passerella pedonale già realizzata nel contesto del 1° lotto funzionale.

Le opere previste nel presente 2° lotto, sono costituite, sinteticamente, dalle seguenti:

- Scavi per l'ampliamento della sezione di deflusso delle portate di piena, in destra orografica, dal ciglio di valle della spalla della nuova passerella pedonale fino alla briglia di valle, per uno sviluppo di 122,50 m, comprendenti lo sbancamento per la ricostituzione delle sezioni primigenie dell'alveo naturale pur senza incidere sull'alveo attivo, oltre sistemazioni locali del terreno di risulta dagli scavi per ulteriori 20 m, nonché gli scavi di fondazione per le nuove opere di difesa arginale;
- *opere di difesa idraulica*, costituite da nuovi argini in calcestruzzo armato da realizzare fuori dalla sezione d'alveo, a difesa delle abitazioni e infrastrutture circostanti, ossia, in particolare:
  - arginatura in sinistra alveo, disposta a diretta difesa del nucleo urbano contro il rischio di esondazione, con sviluppo di ml 150 circa, a partire dal limite di monte dell'intervento (sezione 0), fino alla nuova passerella, e da questa, a difesa dell'esistente strada comunale e delle case che vi si affacciano, fino ad una formazione rocciosa, ove la strada comunale prende quota sovralzandosi con congruo franco oltre il profilo del pelo libero della portata duecentennale e s'innesta sulla via San Carlo di Cese, di collegamento con la via Aurelia a Pegli;
  - arginatura in destra alveo, disposta dalla nuova passerella, fino alla esistente briglia di valle, a difesa dell'abitato ivi esistente; tale arginatura è prevista dello stesso tipo di quella in sinistra, di sviluppo complessivo pari a 122,50 m, terminando in corrispondenza del muro andatore della preesistente briglia di valle (a quota 284,94 m s.l.m.);
- *opere di collettamento idraulico delle acque a scorrimento superficiale*: sono costituite da:
  - collettori di raccolta e smaltimento acque di superficie: vengono convogliate in apposito nuovo collettore da realizzare in parallelo e a tergo dei nuovi muri d'argine, sia in sinistra che in destra alveo, a livello del cordolo di testa dei micropali di fondazione, per convogliarne le acque verso valle, scaricandole nel torrente dove finisce la nuova struttura muraria, con valvola "a clapet" eliminando ogni altro scarico;
  - sistemazione e adeguamento degli attuali scarichi laterali, intercettandoli nei collettori di cui sopra o adeguandone l'immissione nel t. Varenna, come per il rio senza Nome in sponda sinistra

presso sez. 7, alla progr. 91 m da inizio lotto);

- *opere di finitura e/o di arredo urbano*: sono costituite da:

o ripristino delle pavimentazioni stradali, nel tratto in sinistra alveo a valle della passerella pedonale, ove la nuova arginatura va si sovrappone all'esistente pur avendo fondazioni autonome, da realizzare immediatamente retro muro d'argine attuale;

o realizzazione di un tracciolino pedonabile in sponda destra, a margine della nuova arginatura, in continuità della rampa della passerella pedonale, protetto verso fiume da appositi parapetti; verso monte il tracciolino viene confinato con rete metallica plasticata a maglia quadrata a cura e spese delle proprietà confinanti;

o finiture di completamento dei muri d'argine mediante rivestimento in pietrame ad opus incertum, in foglio, incollato alle superfici in vista e coronato in testa muro con apposite copertine costituite da lastre piane in pietra dello spessore di 5 cm, munite di gocciolatoio.

Le caratteristiche geotecniche dei terreni incontrati sono state ottenute da dati desunti da precedenti indagini geognostiche, da dati bibliografici, e da rilevamenti in situ.

Di seguito verranno specificate le condizioni di stabilità sia dei terreni investigati che delle strutture esistenti rispetto al contesto geologico dell'area, ed infine verranno date alcune osservazioni sulla fattibilità dell'intervento con le adeguate opere da eseguirsi, in fase esecutiva, in aggiunta e/o in sostituzione a quelle previste.

In base agli elementi emersi dall'indagine di dettaglio si espongono di seguito le considerazioni e conclusioni scaturite.

Modalità d'indagine

In considerazione dell'incidenza delle opere sul terreno e delle condizioni generali della zona, la metodologia d'indagine adottata ha previsto, nell'ordine:

- ricerca bibliografica e consultazione di risultati di prove in sito eseguite in settori adiacenti a quello in esame;
- consultazione della cartografia relativa al Piano di Bacino T.Varenna e degli studi geologici connessi al PUC di Genova;
- esame di dettaglio del terreno al fine di accertarne le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche;
- rielaborazione di quanto emerso dalle indagini di superficie e dalle campagne geognostiche eseguite per il precedente lotto funzionale 1° e redazione della presente relazione tecnica

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

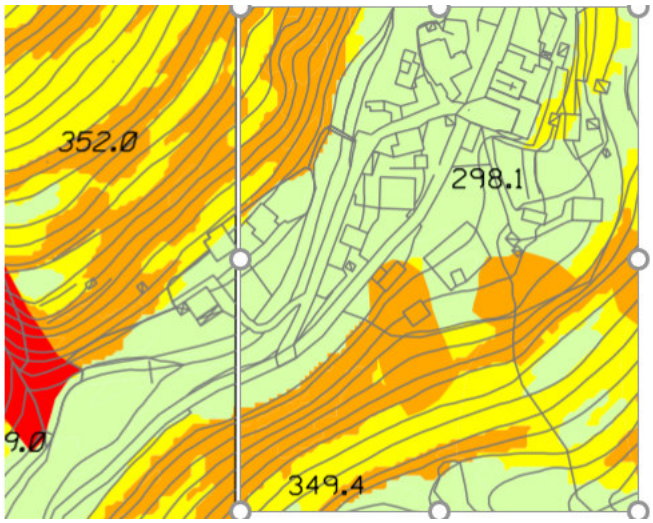
- Decreto Ministeriale 17.01.2018 Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare n°7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
- Eurocodice 8 (1988) - Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture- Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) - Progettazione geotecnica - Parte I: Regole Generali. – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) - Progettazione geotecnica- Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) - Progettazione geotecnica- Parte II: Progettazione assistita con prove in

sito (2002). UNI

- D.G.R. n°216 del 17/03/2017 della Regione Liguria
- Piano di Bacino T.Varenna
- Regolamento Regionale n.1/2016
- L.R. n.4/99 della Regione Liguria
- P.U.C. del Comune di Genova

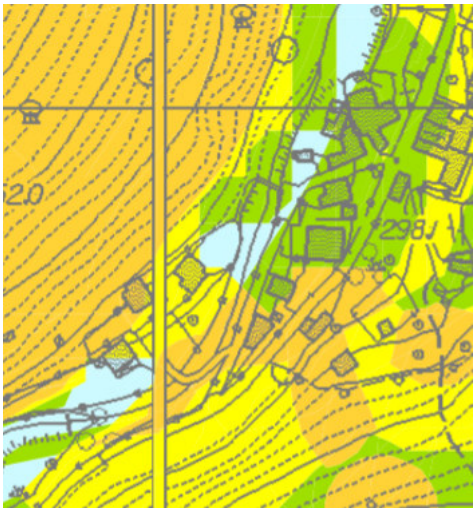
3. VINCOLI DI CARATTERE GEOLOGICO

L'area in esame è classificata, secondo le normative vigenti di carattere geologico del PUC del Comune di Genova, come "Zona B non urbanizzata.



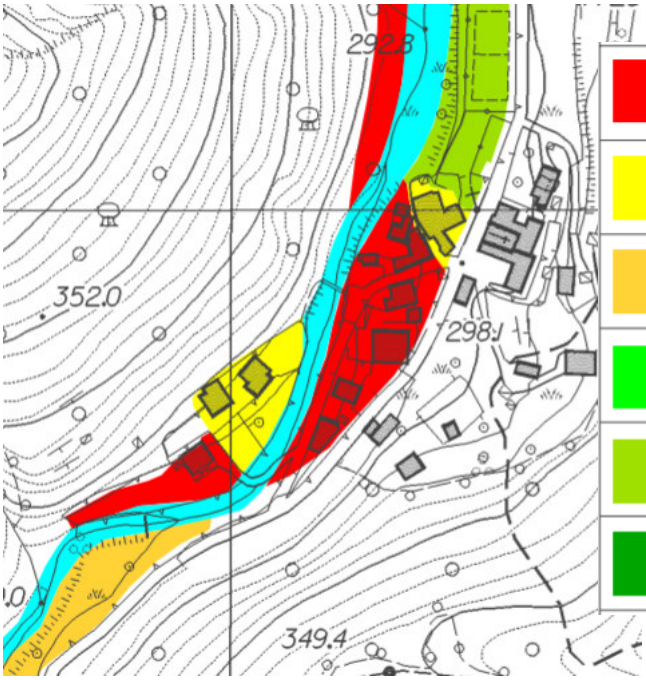
Zona B: Aree con suscettivita' d'uso parzialmente condizionata

Per quanto riguarda il Piano di Bacino T.Varenna rientra in zona a suscettività al dissesto molto bassa Pg0, Pg1 bassa Pg2 media, in sponda destra, in sponda sinistra in Pg0, Pg1 e Pg3b elevata



	MOLTO ELEVATA	Pg4
	ELEVATA	Pg3a
	ELEVATA	Pg3b
	MEDIA	Pg2
	BASSA	Pg1
	MOLTO BASSA	Pg0

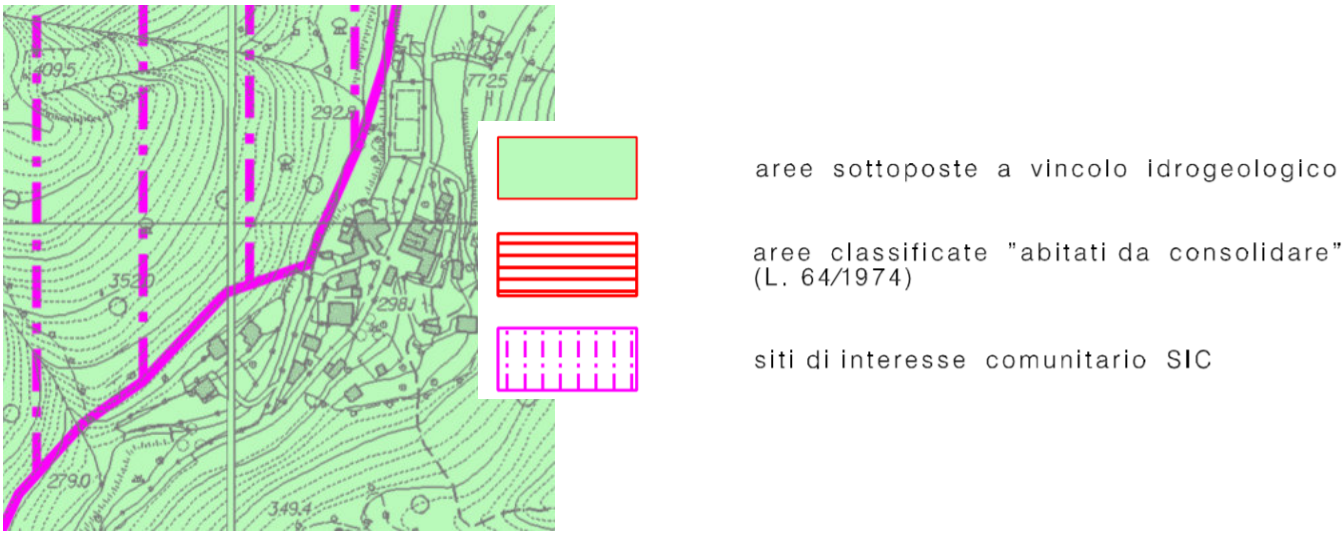
Per il tematismo dell'esondabilità, la sponda destra risulta in parte in Fascia A e Fascia B, mentre la sponda sinistra rientra tutta in Fascia A



	FASCIA A
	FASCIA B
	FASCIA B* (Aree storicamente inondate in tratti non indagati o con indagini non sufficienti)
	FASCIA C
	FASCIA C (Aree storicamente inondate in tratti indagati)
	FASCIA C (Aree ex inondabili)

Per quanto riguarda il reticolo idrografico regionale i nuovi interventi interferiscono con il tratto del T.Varenna interessato, è presente un rivo laterale, affluente di destra del T.Varenna





L'area ricade all'interno della zona sottoposta al vincolo per scopi idrogeologici ai sensi della L.R.4/99.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area d'intervento si trova nel ponente genovese, a nord di Pegli, in Val Varenna, presso l'abitato di San Carlo di Cese, posto a media vallata. La morfologia a carattere montano è costituita da una valle intestata tra versanti da acclivi (sponda sinistra T. Varenna) a molto acclivi (sponda destra T. Varenna). L'asta del T. Varenna cambia spesso direzione condizionata dall'assetto geologico-strutturale e, presso San Carlo di Cese, ha un andamento NNE-SSW. Il torrente è sempre ricco d'acqua e presenta molti tratti sovralluvionati con presenza di blocchi lapidei grandi e ciclopici. Il nucleo dell'abitato di San Carlo di Cese è disposto prevalentemente sulla sponda sinistra del corso d'acqua tranne alcuni edifici in sponda destra, collegati con il nucleo abitato con una passerella.

5. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO

In ottemperanza a quanto indicato dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni, nei paragrafi successivi viene esposta la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito, che consiste nella ricostruzione delle peculiarità litologiche, stratigrafiche, strutturali, idrogeologiche, geomorfologiche e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio, in accordo con quanto evidenziato negli elaborati tematici consultati a livello di bacino ed a scala comunale.

Sono di seguito riassunte tutte le risultanze conseguenti.

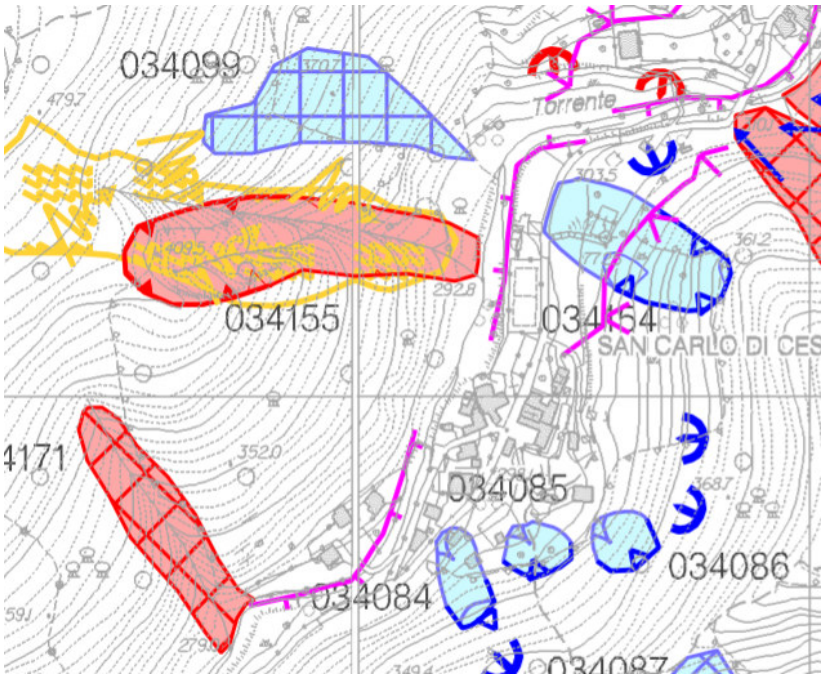
5.1. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

La Val Varenna presenta un profilo trasversale fortemente asimmetrico, con il versante occidentale più esteso ed il versante orientale caratterizzato da una morfologia giovanile con pendii ripidi. Fattori discriminanti della conformazione del bacino, che si sviluppa lungo una direttrice Nord-Sud ed ha chiusura ad imbuto verso il mare, risultano i caratteri fisici e strutturali con i quali si presentano le litologie prevalenti. In tutta la valle è evidente il controllo tettonico da parte di linee di discontinuità orientate prevalentemente NE-SO, N-S, lungo le quali si trovano impostati i numerosi rivi del bacino a percorso breve e rettilineo. Una tale situazione ha influenzato e influenza tuttora in maniera preponderante la dinamica evolutiva della valle, determinando situazioni di equilibrio limite con conseguenti fenomeni di erosione areale intensa e favorendo in questo modo il trasporto da parte dei corsi d'acqua di grandi quantità di materiale solido. La predisposizione all'instabilità ed all'erosione riscontrata in quest'area, prevalentemente a carico delle rocce serpentinitiche

Nella parte bassa, a partire dai Tre Ponti fino alla foce, il torrente Varenna mostra una prevalente attività di deposito di modeste coperture alluvionali da prevalentemente ghiaiose nella parte medio-alta, a prevalentemente sabbiose nella parte bassa vicino alla foce, in un alveo con lieve pendenza Nel tratto intermedio, per contro, si ha accentuazione immediata della pendenza con restringimento della valle, che localmente assume l'aspetto di una "Forra", con formazione di numerose anse profonde (Carpenara, loc. Bric. Bardenco, Chiesino, Granara), le quali presentano alveo in roccia, sponde in erosione e assenza di materiali sciolti alluvionali, caratteri che si osservano in un tratto di torrente in cui prevale l'azione di trasporto e di erosione e dove il deposito è scarso o del tutto assente.

Nel tratto in esame la sponda di destra mostra fianchi ripidi in roccia serpentinitica a tessitura massiccia (zona passerella pedonale e zona briglia, con un limitato, sia in estensione che spessore, deposito alluvionale. In sponda sinistra l'urbanizzazione dell'abitato di San Carlo di Cese ha mutato l'originaria morfologia del versante mostrando riporti antropici in superficie e poi coltre detritica frammista a deposito alluvionali; quest'ultimo risulta di spessori non superiori al 3m.

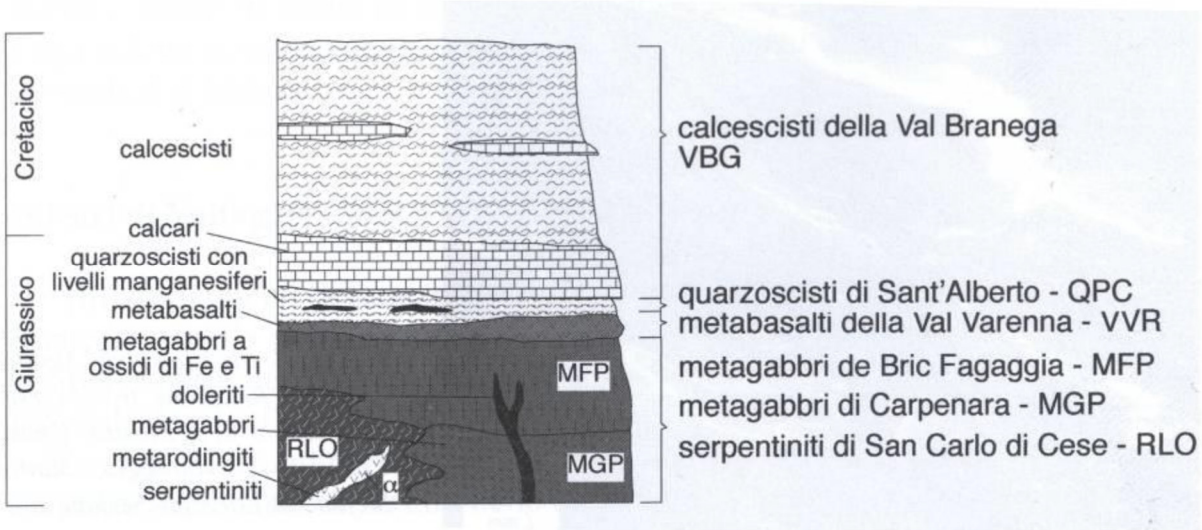
Dall'analisi della cartografia della franosità del Piano di Bacino del T.Varenna e da rilievi in situ, si possono escludere, nel tratto del torrente indagato, la presenza di fenomeni franosi in atto; sono invece presenti fenomeni di erosione lineare lungo il corso d'acqua e forme di erosione attiva sulle scarpate rocciose affioranti.



5.2. LINEAMENTI GEOLOGICI

L'indagine geologica di dettaglio eseguita sul territorio ha evidenziato le seguenti informazioni sulle condizioni litologiche dall'area investigata.

Dal punto di vista geologico la zona in esame fa parte del Gruppo di Voltri ed appartiene, fa-cendo riferimento alla nuova cartografia geologica del progetto CARG Foglio 213-230 “Genova”, all’Unità tettonometamorfica Palmaro-Caffarella



Questa unità affiora in una fascia allungata lungo la costa da Prà a Sestri Ponente dove assume un andamento N-S, dalla costa sino al Monte Pesucco, comprendendo così tutta la Val Varenna.

I terreni ascrivibili a questa unità appartengono a successioni oceaniche metamorfiche, riconducibili ad un numero ridotto di termini litologici: calcescisti, quarzoscisti, metagabbri, metabasalti, prasiniti e serpentiniti.

Le serpentiniti sono considerate derivanti dal materiale peridotitico del mantello terrestre superiore, i metagabbri derivanti dalle sequenze intrusive gabbriche (strato 3 della crosta oceanica), i

metabasalti dai basalti dello strato 2 oceanico, mentre i calcescisti e le quarziti sarebbero gli equivalenti metamorfici delle coperture sedimentarie della crosta oceanica (strato 1).

Il substrato dell'area è riferibile alla Formazione dei serpentinoscisti antigoritici di San Carlo di Cese, costituita da serpentiniti antigoritiche massicce e da serpentinoscisti derivanti dal metamorfismo di grado medio-basso di rocce peridotitiche, di cui conservano localmente sia le caratteristiche strutturali e tessiturali sia relitti paragenetici

Localmente, a causa dell'interessamento da parte dell'ammasso ofiolitifero di passaggi tettonici, compaiono i talcoscisti, i quali sono caratterizzati da una pronunciata fissilità in scagliette molto sottili con notevole sviluppo di talco e clorite a spese del serpentino. In alcuni punti del lotto in esame affiora il talcoscisto in scadenti condizioni geomeccaniche.

Frequentemente la serpentinite assume una tessitura ed una scistosità fogliacea diventando nel contempo povera e priva di minerale relitto.

Sono rari nei serpentinoscisti le intercalazioni di talcoscisti i quali peggiorano le condizioni di consistenza dell'ammasso roccioso.

La serpentinite assume, in questa zona, una scistosità fogliacea, presentando segni di alterazione superficiale, i quali producono livelli detritici di colore marrone-rossastro.



I livelli più superficiali del bed rock sono fratturati; i piani di fratturazione sblocchettano la formazione in direzione ortogonale a quella della scistosità.

Inoltre sono più frequenti lenti o masse prasinitiche a prevalenza ad occelli di albite e dall'aspetto massiccio.

Le serpentiniti affiorano diffusamente sia in sponda destra che di sinistra del T.Varenna nel tratto in esame, si presentano come rocce massicce e fratturate, localmente interessate da una scistosità pervasiva, brunastre all'alterazione e da verdi fino a nerastre alla frattura per la presenza diffusa di magnetite.

In sponda idrografica di sinistra nella zona immediatamente a monte del centro abitato di San Carlo di Cese affiorano terreni appartenenti alla Formazione dei Calcescisti della Val Branega,

composta da scisti quarzo micenei più o meno calciferi spesso con livelli nerastri, ricchi di cloritoide di spessore millimetrico, boudinati.

Il calcemicascisto si presenta come una roccia molto scistosa a grana generalmente minuta ed a colorazione grigia, al taglio fresco, con patine argentee più o meno abbondanti in funzione della quantità di miche; se alterato assume un'aspetto rugginoso con graduale perdita della consistenza, per la dissoluzione, da parte delle acque, dei carbonati e per l'argillificazione delle miche. Sempre a livello di osservazioni macroscopiche è possibile definire una sommaria paragenesi mineralogica costituita da calcite e miche a cui si associa una quantità variabile di quarzo; la calcite forma per lo più lenti e noduli circondati dalle lamine di miche.

Il complesso metamorfico in esame risulta intensamente ripiegato e fratturato in conseguenza delle sollecitazioni tettoniche a cui è stato sottoposto

In corrispondenza dell'area in esame il substrato è caratterizzato da fasce di alterazione più o meno estese, di colore marroncino, generate da avanzati processi di argillificazione che interes-sano profondamente la stessa associazione mineralogica dei materiali lapidei.

Settori alterati si intercalano anche alla roccia sana in corrispondenza delle intersezioni tra i vari sistemi di frattura.

La giacitura prevalente dei piani di scistosità risulta sub-verticale.

Le coltri detritiche che i depositi alluvionali, vista la morfologia della valle stretta ed in frequente stato di erosione a discapito della deposizione, sono limitate in spessore che di estensione; nella zona dell'abitato storico di San Carlo di Cese, questi ultimi depositi risultano frammisti superficialmente da riporti antropici

5.3. CENNI GEOLOGICO -STRUTTURALI E TETTONICA

La storia geologica di questo settore delle Alpi Liguri inizia nel Giurassico medio quando, in seguito all'apertura dell'Atlantico centrale ed alla deriva verso est della placca africana, si vennero a creare le condizioni per l'apertura di un bacino oceanico (bacino ligure - piemontese) compreso tra il paleo continente europeo (avampaese) ed il paleo-continente africano (dominio insubrico). Successivamente, si instaurarono le condizioni che portarono all'orogenesi alpina, con la progressiva chiusura del bacino con la collisione tra i due paleo-continenti.

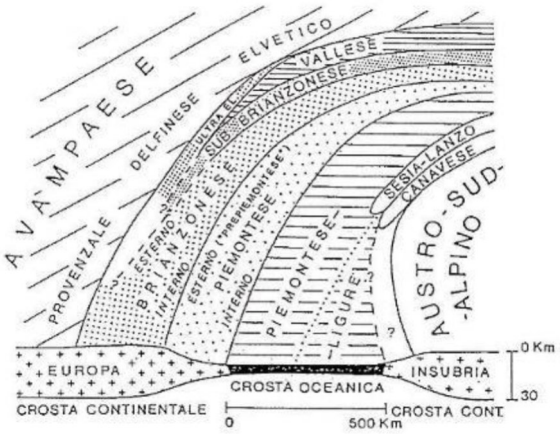
Le principali fasi orogenetiche alpine si sono realizzate in quest'area tra i 90 ed i 40 milioni di anni fa (Cretaceo sup. - Eocene), determinando la deformazione sia dei depositi oceanici (per altro in gran parte subdotti), sia dei depositi continentali, prossimi alla zona di sutura, che risultano traslati verso l'avampaese: ne consegue una struttura a falde di ricoprimento. Ognuna di queste falde costituisce tradizionalmente una unità tettonica o stratigrafico - strutturale la cui successione stratigrafica e la relativa posizione nell'edificio della catena testimoniano, pur con alcune incertezze, l'appartenenza ad un dato dominio paleogeografico.

Alla fine dell'Eocene le Alpi Liguri risultano ormai formate ed emerse (anche se ancora in sollevamento) e costituiscono la zona di alimentazione dei depositi postorogenici.

Tra l'Oligocene sup. ed il Miocene inf. viene a crearsi, nell'area a sud, un braccio di mare (Mar Ligure) in conseguenza alla rotazione antioraria del Blocco Sardo-Corso mentre ad est è presente il Bacino Terziario Ligure - Piemontese (i cui depositi caratterizzano la zona delle Langhe ed affiorano solo sporadicamente nell'area genovese).

Il Messiniano rappresenta una cesura di primaria importanza dal punto di vista dell'evoluzione fi-

siografica del territorio, poiché l'abbassamento drastico del livello base dell'erosione ha "congela-to", il reticolo idrografico preesistente. Le principali strutture vallive e le dorsali montuose si deli-neano in modo già simile all'attuale. Nel contesto delle unità recenti questo dato è significativo poi-ché tutti i depositi posteriori suturano una paleogeografia continentale complessa e morfologica-mente matura, in cui gli assi vallivi corrispondono generalmente a quelli attuali e su cui la sedimen-tazione è funzione del tasso di sollevamento della catena e delle variazioni eustatiche del livello del mare. Si assiste quindi a eventi polifasici di erosione e deposizione all'interno delle valli.



Schema paleogeografico ipotetico durante il Giurassico medio superiore dall'esterno avampaese)

Gruppo di Voltri

Le successioni appartenenti a questo Gruppo sono riferibili al dominio piemontese – ligure ovvero ad un bacino oceanico, costituito da originarie rocce intrusive ed effusive e da sedimenti di vario tipo deposti sopra le lave basaltiche; in letteratura sono state distinte al suo interno numerose Unità Tettonometamorfiche riconducibili tradizionalmente a due insiemi principali:

• Unità costituite prevalentemente da rocce metagabbriche e serpentinitiche (Unità Beigua, Unità Ponzema, Unità S.Luca Colma).

• Unità costituite da prevalenti calcescisti e prasiniti (metabasiti), ma anche da subordinate rocce di origine mantellica quali serpentiniti e peridotiti (Unità Alpicella, Unità Ortiglieto, Unità Palmaro-Caffarella, Unità Voltri-Rossiglione).

I litotipi dell'Unità Voltri hanno registrato un picco metamorfico eclogitico mentre la riequilibratura metamorfica delle rocce dell'Unità Palmaro-Caffarella è limitata alla facies scisti-blu (Federico et al. 2004).

L'evoluzione degli studi petrografico-strutturali, svolti in anni recenti, ha portato ad una diversa articolazione delle unità tettono-metamorfiche; in particolare l'Unità Tettonometamorfica Palmaro Caffarella verrebbe separata dall'Unità del Gruppo di Voltri in quanto le sue caratteristiche petrografiche indicherebbero una diversa evoluzione metamorfica. Nel presente studio si è deciso, comunque, di mantenere unite le due unità sopra citate in quanto gli elementi distintivi non sono identificabili in affioramento (necessitano di analisi in sezione sottile per identificare le paragenesi).

5.4. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

L'idrografia di superficie della zona è rappresentata dal T. Varenna.

La Val Varenna presenta un profilo trasversale fortemente asimmetrico, con il versante occidentale più esteso ed il versante orientale caratterizzato da una morfologia giovanile con pendii ripidi. Fattori

discriminanti della conformazione del bacino, che si sviluppa lungo una direttrice Nord-Sud ed ha chiusura ad imbuto verso il mare, risultano i caratteri fisici e strutturali con i quali si presentano le litologie prevalenti. In tutta la valle è evidente il controllo tettonico da parte di linee di discontinuità orientate prevalentemente NE-SO, N-S, lungo le quali si trovano impostati i numerosi rivi del bacino a percorso breve e rettilineo. Una tale situazione ha influenzato e influenza tuttora in maniera preponderante la dinamica evolutiva della valle, determinando situazioni di equilibrio limite con conseguenti fenomeni di erosione areale intensa e favorendo in questo modo il trasporto da parte dei corsi d'acqua di grandi quantità di materiale solido.

Uno dei temi principali dell'idrogeologia è ovviamente la permeabilità delle formazioni conside-rate, dalla quale dipendono i meccanismi di infiltrazione, circolazione e distribuzione delle acque in sotterraneo.

Le caratteristiche ed il comportamento dei vari tipi di terreno, sul piano idrogeologico, sono state individuate sulla base dello stato di fratturazione e/o alterazione degli ammassi rocciosi e sulle caratteristiche granulometriche delle coltri detritiche riscontrate nei sondaggi geognostici e dalle osservazioni di superficie.

Quindi si è fatta una distinzione di massima tra zone permeabili per fratturazione (essenzial-mente le aree con substrato roccioso affiorante e/o subaffiorante) e zone a permeabilità primaria per porosità (coltri eluvio-colluviali, alluvioni, accumuli detritici di diversa origine).

Nel primo caso si può parlare quindi di permeabilità secondaria per fatturazione.

Vi è da evidenziare come esistano differenze anche importanti tra le modalità con cui si realiz-zano i fenomeni di infiltrazione e circolazione idrica in rapporto alle caratteristiche delle fratture della roccia presente.

Le rocce di serpentiniti, interessate da un'intensa fatturazione ed alterazione nei livelli su-perficiali, quindi ricche di fratture aperte o beanti, sono caratterizzate da permeabilità secondaria per fratturazione, con coefficiente di permeabilità che localmente può assumere valori molto elevati.

I materiali sciolti, comunque essi siano disposti, sono invece prevalentemente permeabili per porosità; la permeabilità per porosità è infatti dovuta alla presenza nella formazione di pori, spazi di dimensioni idonee, che formano una rete continua per cui l'acqua può passare filtrando da un poro all'altro. Pertanto, sui versanti, le acque di precipitazione e di scorrimento superficiale, penetrando più o meno agevolmente nelle coltri, possono raggiungere il substrato roccioso, in corrispondenza del quale trovano una superficie che determina meccanismi di deflusso per gravità verso gli impluvi e, comunque, verso il fondovalle.

La coltre detritica presente sull'area dell'intervento può essere stimata a permeabilità medio-bassa, in considerazione del fatto che essa è costituita da una matrice argilloso-limosa, anche se lo scheletro lapideo risulta grossolano.

MODELLO STRATIGRAFICO LOCALE

6. INDAGINI GEOGNOSTICHE SEGUITE IN SITU

6.1. INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE

Per la determinazione della stratigrafia e delle caratteristiche dei terreni è stata realizzata nei mesi di marzo e aprile 2010 una campagna geognostica di dettaglio comprendente sondaggi meccanici, prove in sito, prove di laboratorio e indagini sismiche.

Sondaggi meccanici a rotazione

Nel periodo compreso tra il 29/03/2010 ed il 30/04/2010, in corrispondenza del tratto di alveo oggetto dell'intervento in progetto, sono stati realizzati dall'impresa Pro.Mo.Geo. S.r.l., 13 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo con diametro di perforazione di 101 mm.

I sondaggi sono stati spinti fino alle profondità indicate nella tabella seguente:

S13	S14	S16	S17	S18	S19	S20	S21
5,00 mt.	5,00 mt.	30,00 mt.	5,00 mt.	5,00 mt.	5,00 mt.	7,30 mt.	5,00 mt.

S22	S23	S24	S25	S26
8,00 mt.	8,00 mt.	5,00 mt.	5,00 mt.	5,00 mt.

In tutti i sondaggi è stato raggiunto il substrato roccioso, da molto fratturato a fratturato, costituito nei sondaggi S14 ed S16 da calcescisti e nei restanti sondaggi da serpentiniti.

Al di sopra del substrato roccioso sono presenti riporti, depositi alluvionali e coltri detritiche, a granulometria prevalentemente grossolana, di spessore variabile tra 1,70÷7,10 mt.

Gli spessori maggiori sono stati riscontrati all'interno del sondaggio S16, in sponda sinistra del T. Varenna, immediatamente a monte del tratto di alveo interessato dall'intervento in progetto.

Prove S.P.T.

All'interno dei fori di sondaggio S14 e S16, sono state realizzate 4 prove S.P.T. (Standard Penetration Test). Da tali prove è possibile determinare le caratteristiche geotecniche dei riporti.

Tabella dei dati ricavati:

RIPORTI

Sondaggio	Prof. (m)	N_{SPT}	N_1	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
S16	-1,50	27	48,1	93,2	34,8
S16	-3,00	39	49,1	94,2	38,1
S16	-4,50	Rif.	-	-	-

SUBSTRATO ROCCIOSO MOLTO FRATTURATO

Sondaggio	Prof. (m)	N_{SPT}	N_1	Densità relativa Dr (%)	φ' (°)
S14	-2,40	Rif.	-	-	-

I valori di N_{SPT} sono stati normalizzati per tener conto dell'influenza della pressione del terreno sovrastante, riferendoli ad un valore unitario della pressione verticale efficace, utilizzando la formula seguente:

$N_1 = N \times C_N$ dove $C_N = 1/\sigma_v^n$; n=0,5 (Liao & Whitman, 1985)

Va comunque fatto osservare che la distribuzione dei valori non risente in modo lineare della profondità, ma solamente delle condizioni locali di granulometria e addensamento.

Essendo in presenza di depositi ghiaioso-sabbiosi, i valori sono stati aumentati in un rapporto di 65/60. In presenza di depositi ghiaiosi i valori ottenuti sono generalmente sovrastimati per la presenza di materiale lapideo grossolano.

Per la determinazione del grado di addensamento è stata utilizzata la correlazione proposta da Terzaghi e Peck (1948)-Skempton (1986), che utilizza il valore normalizzato di N_{SPT} (N_1):

per $D_r > 0,35$

$(N_1)/D_r^2 = 60$

Sulla base dei risultati ottenuti i riporti risultano molto addensati.

Il rifiuto ottenuto nella prova alla profondità di -4,50 mt in S16 è legata alla presenza di ciottoli e frammenti lapidei grossolani all'interno dei riporti.

L'angolo di attrito efficace φ' è stato determinato utilizzando la correlazione diretta di Peck-Hanson & Thornburn:

$$\varphi' = 27,2 + 0,28\ N_{SPT}$$

Stendimenti sismici a rifrazione

Ad integrazione dei sondaggi geognostici, nel mese di aprile 2010, è stata realizzata un'indagine geofisica consistente nell'esecuzione di 3 stendimenti sismici a rifrazione in onde P.

Gli stendimenti C ed E sono stati eseguiti con andamento all'incirca SO-NE, mentre lo stendimento D è stato eseguito con andamento all'incirca O-E, in sponda destra del T. Varenna.

La lunghezza delle stese varia tra 60÷120 mt.

L'indagine sismica a rifrazione registra la velocità di propagazione delle onde sismiche nei terreni presenti e attraverso l'elaborazione dei dati ricavati consente di determinare indirettamente presenza e profondità di discontinuità fra complessi litologici a diversa densità e comportamento elastico. La profondità d'indagine dipende dalla lunghezza dello stendimento e dalle caratteristiche elastiche dei terreni presenti.

I valori di velocità sismica sono proporzionali al grado di addensamento dei materiali e le superfici di discontinuità individuate delimitano orizzonti a litologia diversa e, entro la stessa litologia, livelli con caratteristiche fisico-meccaniche differenziate.

I valori di velocità per ogni materiale possono variare in intervalli abbastanza ampi, al variare delle condizioni del materiale stesso (fatturazione, compattazione, presenza di fluidi, saturazione, stato tensionale, ecc…) e non identificano univocamente un particolare litotipo, ma anche materiali diversi possono presentare analoghi valori di velocità di propagazione delle onde sismiche.

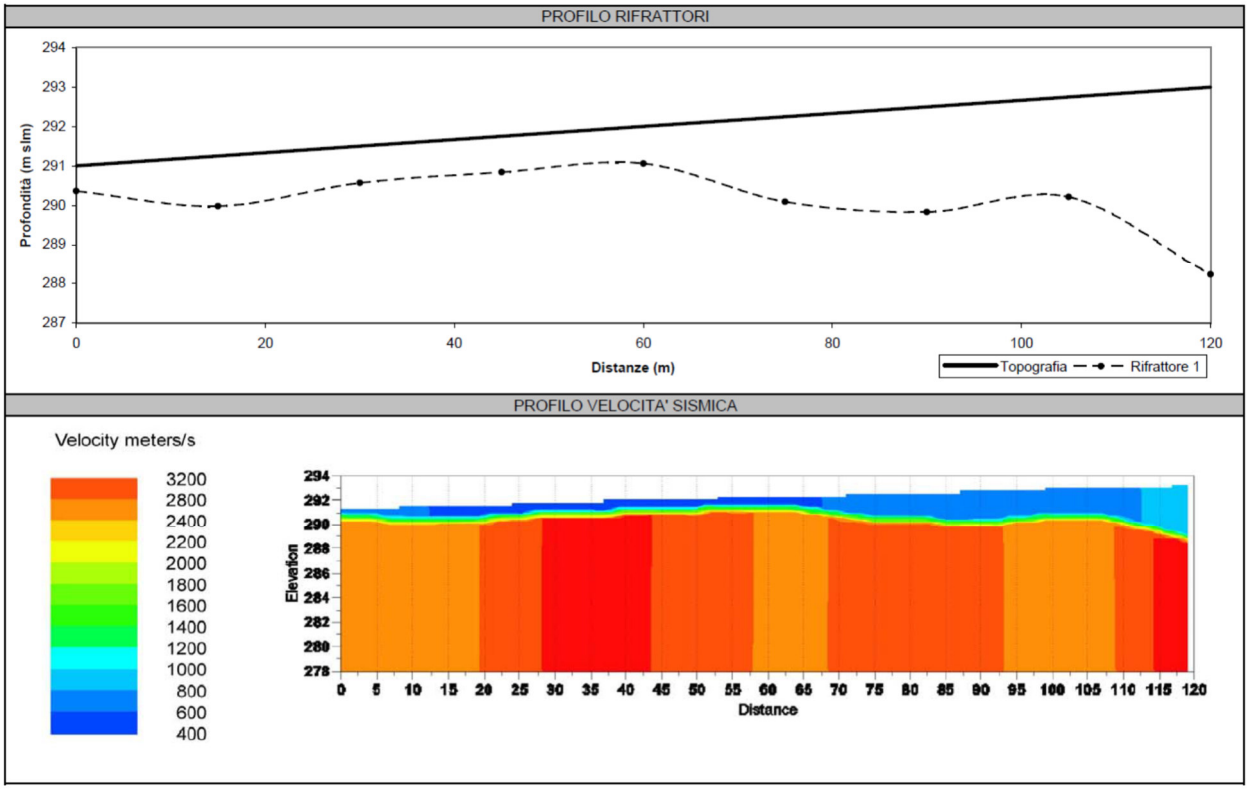
L'andamento del limite superficiale appare omogeneo in tutte le stese e coerente nelle prove vicine. L'andamento del limite profondo è decisamente meno omogeneo. La presenza delle anomalie, riportate nelle figure seguenti, è da ricercarsi nell'esistenza di intervalli caratterizzati da differenti gradi di addensamento, non sempre presenti e continui lateralmente. Le immagini decisamente poco naturali sono legate all'impossibilità per la sismica a rifrazione di poter individuare inversioni di velocità, non possono essere visti strati più lenti sotto strati più veloci, per tale motivo la presenza di sottili intervalli veloci influenzano il profilo sottostante.

Sulla base di quanto sopra descritto, i risultati ottenuti dai dati ricavati sono i seguenti:

Stesa C

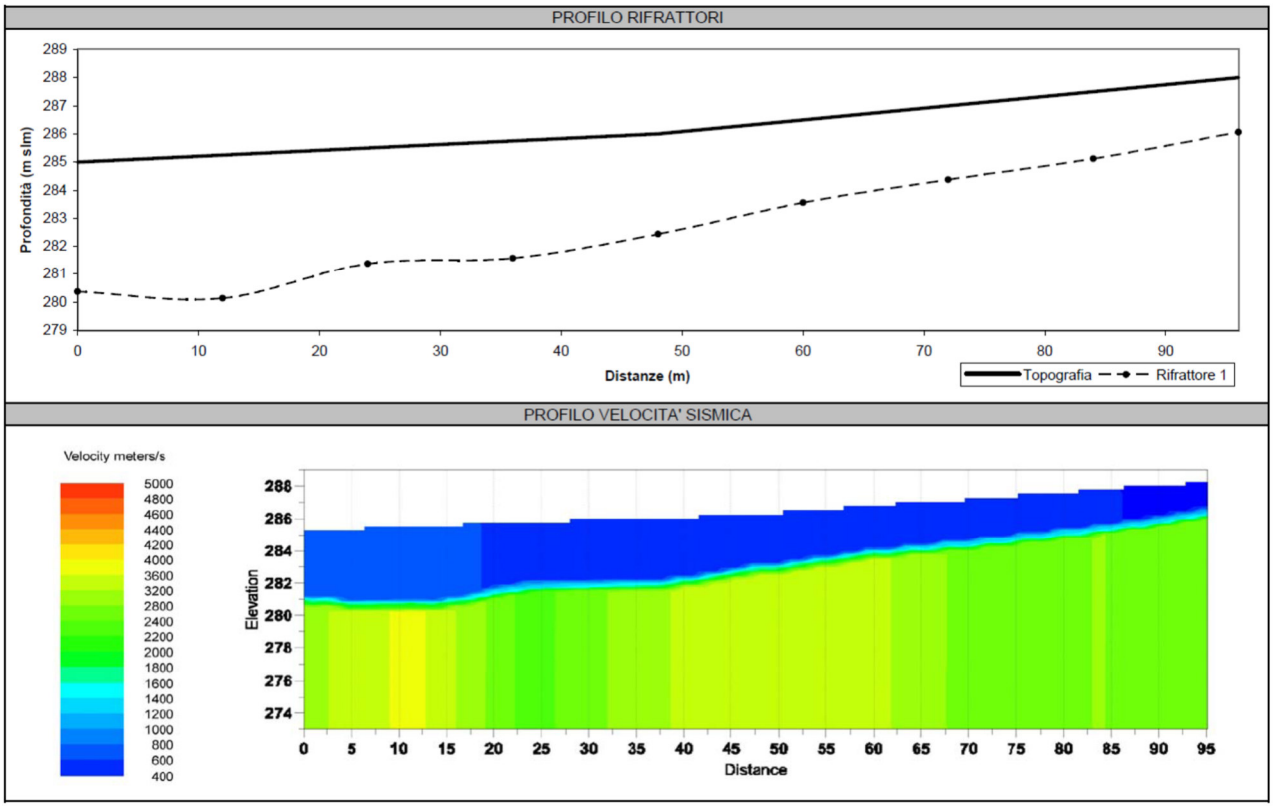
- livello caratterizzato da velocità medie inferiori a 1200 mt/sec e spessori variabili tra 0,9÷4,0 mt. Il livello è associabile alla coltre di copertura;
- livello caratterizzato da velocità medie di propagazione delle onde sismiche tra 1200÷2000 mt/sec e spessori inferiori a 1 mt. Il livello è correlabile al livello superficiale alterato e/o molto fratturato del substrato roccioso;

- livello caratterizzato da velocità medie di propagazione delle onde sismiche superiori a 2000 mt/sec. Il livello è correlabile al substrato roccioso.



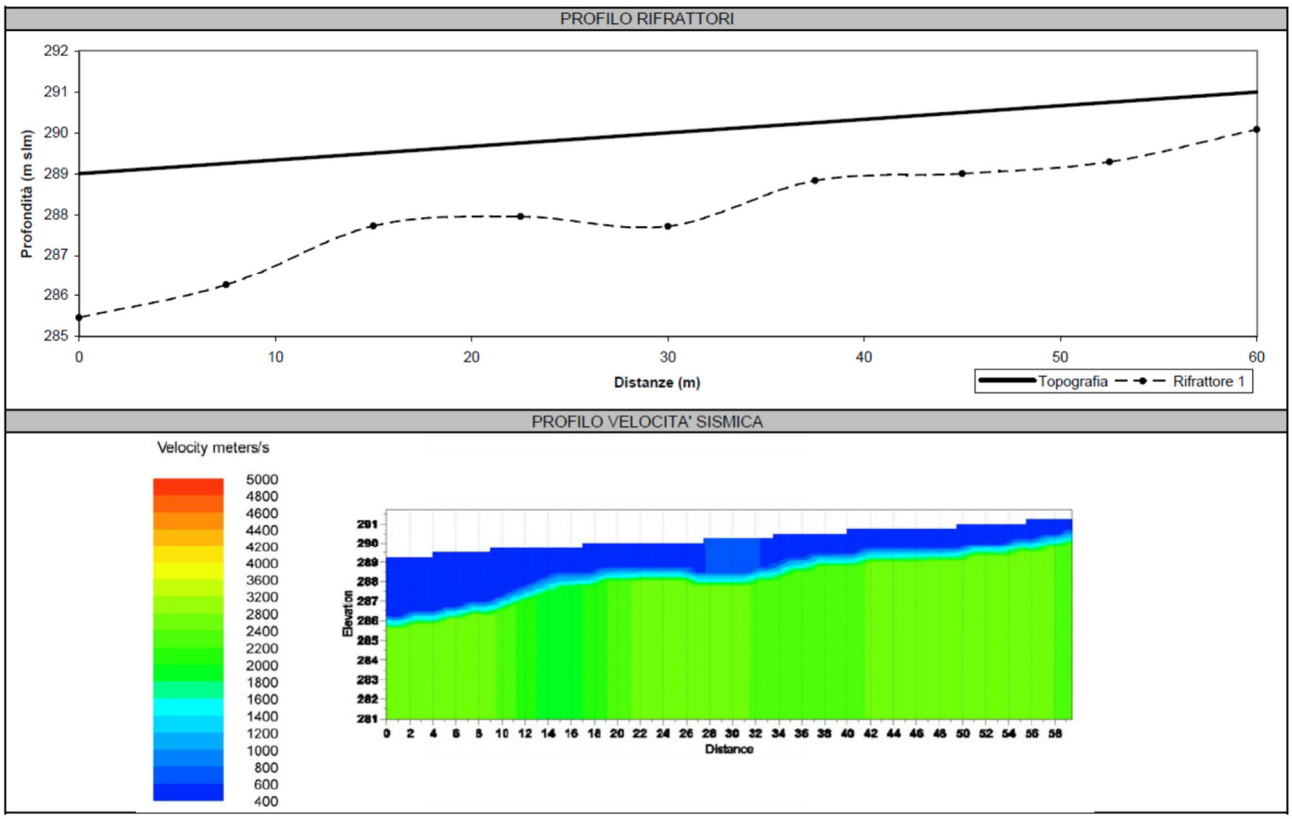
Stesa D

- livello caratterizzato da velocità medie inferiori a 1200 mt/sec e spessori variabili tra 1,0÷4,0 mt. Il livello è associabile alla coltre di copertura;
- livello caratterizzato da velocità medie di propagazione delle onde sismiche tra 1200÷1800 mt/sec e spessori inferiori a 1 mt. Il livello è correlabile al livello superficiale alterato e/o molto fratturato del substrato roccioso;
- livello caratterizzato da velocità medie di propagazione delle onde sismiche superiori a 1800 mt/sec. Il livello è correlabile al substrato roccioso.



Stesa E

- livello caratterizzato da velocità medie inferiori a 1200 mt/sec e spessori variabili tra 0,5÷3,0 mt. Il livello è associabile alla coltre di copertura;
- livello caratterizzato da velocità medie di propagazione delle onde sismiche tra 1200÷1800 mt/sec e spessori inferiori a 1 mt. Il livello è correlabile al livello superficiale alterato e/o molto fratturato del substrato roccioso;
- livello caratterizzato da velocità medie di propagazione delle onde sismiche superiori a 1800 mt/sec. Il livello è correlabile al substrato roccioso.



Indagine sismica down-hole

In corrispondenza del sondaggio S16 è stata eseguita un'indagine geofisica mediante l'applicazione della metodologia sismica Down-Hole per la determinazione delle caratteristiche meccaniche ed elastiche dei terreni e per ricavare la velocità delle onde di taglio (Vs) all'interno dei terreni indagati.

Le prove sismiche Down-Hole vengono eseguite con lo scopo di misurare la velocità delle onde sismiche dirette che si propagano dalla superficie nel terreno in profondità.

Il terreno viene energizzato in superficie, in prossimità di testa foro e la registrazione avviene in foro grazie ad un geofono triassiale ancorato a profondità via via crescenti. In particolare, tale geofono registra gli spostamenti (tradotti sotto forma di impulsi elettrici) lungo tre direzioni ortogonali tra loro (x, y, z). Le misurazioni sono state effettuate ogni metro di profondità.

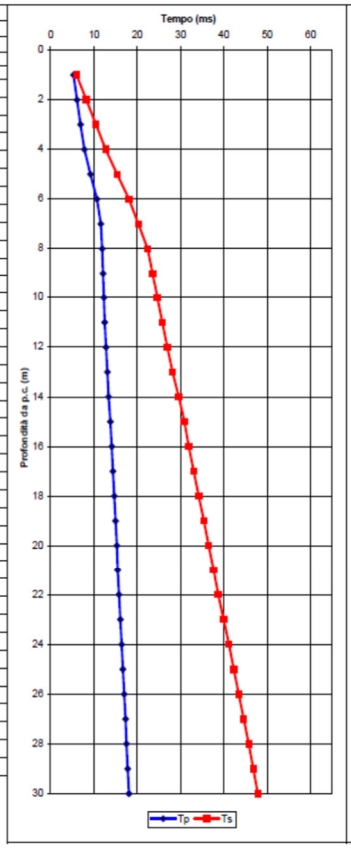
I risultati ottenuti sono i seguenti:

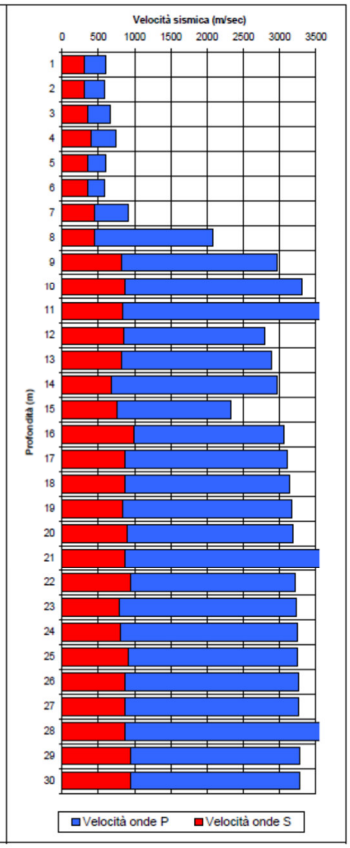
PROVA DOWN-HOLE — Committente: Comune di Genova — Località: San Carlo di Cese

Scoppio	Tempi				Velocità sismiche				Parametri				
	Tp	Tp corr	Ts	Ts corr	Vp	Vp/m	Vs	Vs/m	Vp/Vs	ρ	Poisson	E din	G din
(n°)	(ms)	(ms)	(ms)	(ms)	(m/s)	(m/s)	(m/s)					Mpa	Mpa
1	5.30	1.68	6.00	3.33	597	597	300	300	1.99	1.80	0.33	432.29	162.50
2	6.10	3.38	8.25	6.60	591	586	303	306	1.92	1.80	0.31	441.50	168.15
3	6.90	4.88	10.50	9.39	615	669	319	358	1.87	1.80	0.30	600.02	230.99
4	7.80	6.24	12.70	11.89	641	735	336	400	1.84	1.80	0.29	742.75	288.02
5	9.20	7.89	15.35	14.70	634	606	340	356	1.70	1.80	0.24	563.82	227.76
6	10.70	9.57	18.10	17.56	627	595	342	350	1.70	1.80	0.24	544.72	220.53
7	11.60	10.66	20.25	19.80	657	916	354	446	2.05	1.80	0.34	963.78	358.44
8	11.90	11.14	22.40	22.02	718	2082	363	451	4.61	1.80	0.48	1081.74	366.60
9	12.10	11.48	23.55	23.23	784	2970	387	824	3.60	1.80	0.46	3566.52	1222.87
10	12.30	11.78	24.65	24.38	849	3309	410	871	3.80	1.80	0.46	3997.73	1366.51
11	12.50	12.06	25.80	25.56	912	3593	430	843	4.26	1.80	0.47	3763.64	1279.39
12	12.80	12.42	26.95	26.74	966	2701	449	849	3.29	1.80	0.45	3756.28	1296.09
13	13.10	12.76	28.15	27.96	1018	2884	465	818	3.53	1.80	0.46	3507.49	1204.27
14	13.40	13.10	29.60	29.43	1068	2958	476	682	4.34	1.80	0.47	2462.00	836.29
15	13.80	13.53	30.90	30.75	1108	2329	488	760	3.06	1.80	0.44	2998.08	1040.77
16	14.10	13.86	31.90	31.76	1155	3063	504	986	3.11	1.80	0.44	5048.65	1750.35
17	14.40	14.18	33.05	32.92	1199	3102	516	861	3.60	1.80	0.46	3892.26	1334.56
18	14.70	14.50	34.20	34.08	1241	3134	528	862	3.63	1.80	0.46	3905.04	1338.22
19	15.00	14.82	35.40	35.29	1282	3160	538	828	3.82	1.80	0.46	3607.69	1232.83
20	15.30	15.13	36.50	36.40	1322	3182	549	903	3.52	1.80	0.46	4273.44	1467.31
21	15.50	15.34	37.65	37.55	1369	4684	559	865	5.42	1.80	0.48	3989.62	1345.70
22	15.80	15.66	38.70	38.61	1405	3216	570	947	3.40	1.80	0.45	4688.93	1614.03
23	16.10	15.96	39.95	39.87	1441	3229	577	797	4.05	1.80	0.47	3354.69	1142.93
24	16.40	16.27	41.20	41.12	1475	3241	584	797	4.07	1.80	0.47	3357.82	1143.83
25	16.70	16.58	42.30	42.22	1508	3250	592	906	3.59	1.80	0.46	4303.90	1476.04
26	17.00	16.89	43.45	43.38	1540	3258	599	867	3.76	1.80	0.46	3953.33	1352.10
27	17.30	17.19	44.60	44.53	1570	3265	606	867	3.77	1.80	0.46	3956.11	1352.90
28	17.50	17.40	45.75	45.68	1609	4849	613	867	5.59	1.80	0.46	4016.11	1353.61
29	17.80	17.71	46.80	46.74	1638	3278	620	950	3.45	1.80	0.45	4721.06	1623.27
30	18.10	18.01	47.85	47.79	1666	3282	628	950	3.46	1.80	0.45	4723.71	1624.05

Dove:
ρ: Peso di volume
Poisson: Modulo di Poisson
E din: Modulo di Yuong
G din: Modulo di deformazione al taglio

Sondaggio S16





La Vs_{eq} ricavata dalla prova è risultata pari a 363 mt/sec.

Point load test

Durante le fasi di perforazione sono state realizzate 9 prove di Point Load Test, portando a rottura sotto un carico puntiforme spezzoni di carota di dimensioni variabili del substrato costituito da calcescisti e serpentiniti.

Tale prova, effettuata con direzione di carico ortogonale, permette una stima abbastanza attendibile della resistenza a compressione monoassiale (σ_c) della roccia.

I risultati ottenuti sono i seguenti:

PRO.MO.GEO. SRL			POINT LOAD TEST					
COMMITTENTE		COMUNE DI GENOVA						
LOCALITA'		S. Carlo di Cese - Pegli (GE)						
Sondaggio (sigla)	Campione (sigla)	Profondità (m)	Litologia	Orientazione	Diametro (mm)	Lettura (KN)	Is (MPa)	Is(50) (MPa)
S13	PL1	3.00-3.60	Serpentiniti	Ortogonale	88,9	10,25	1,30	1,68
				Ortogonale	88,9	8,98	1,14	1,47
				Ortogonale	88,9	11,14	1,41	1,83
				Ortogonale	88,9	12,25	1,55	2,01
				Ortogonale	88,9	9,85	1,25	1,61
				Ortogonale	88,9	15,36	1,94	2,52
S14	PL1	4.40-4.60	Calcescisti	Ortogonale	88,9	1,99	0,25	0,33
				Ortogonale	88,9	2,14	0,27	0,35
S16	PL1	9.80-10.00	Calcescisti	Ortogonale	88,9	3,56	0,45	0,58
				Ortogonale	88,9	4,85	0,61	0,80
	PL2	13.65-14.00	Calcescisti	Ortogonale	88,9	5,25	0,66	0,86
				Ortogonale	88,9	4,78	0,60	0,78
	PL3	15.70-16.00	Calcescisti	Ortogonale	88,9	5,36	0,68	0,88
				Ortogonale	88,9	5,66	0,72	0,93
	PL4	22.60-23.00	Calcescisti	Ortogonale	88,9	8,74	1,11	1,43
				Ortogonale	88,9	6,98	0,88	1,14
				Ortogonale	88,9	7,85	0,99	1,29
	PL5	28.00-28.40	Calcescisti	Ortogonale	88,9	4,58	0,58	0,75
				Ortogonale	88,9	6,98	0,88	1,14
				Ortogonale	88,9	6,63	0,84	1,09
S17	PL1	1.60-2.00	Calcescisti	Ortogonale	88,9	4,55	0,58	0,75
				Ortogonale	88,9	6,32	0,80	1,04
				Ortogonale	88,9	3,98	0,50	0,65
	PL2	4.00-4.30	Serpentiniti	Ortogonale	88,9	10,70	1,35	1,75
				Ortogonale	88,9	12,03	1,52	1,97

Prove di Laboratorio

All'interno dei sondaggi S13 ed S16 sono stati prelevati 5 campioni di roccia da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Sui campioni è stata effettuata la determinazione della resistenza alla compressione uniassiale.

Segue lo schema della quota relativa di estrazione e del sondaggio:

Campione	Sondaggio	Profondità (mt.)	Livello	Prove
CR1	S13	-2,50/-2,70	Serpentiniti	σ_c
CR2	S13	-2,80/-3,00	Serpentiniti	σ_c
CR3	S13	-4,00/-4,30	Serpentiniti	σ_c
CR4	S13	-4,45/-4,55	Serpentiniti	σ_c
CR1	S16	-14,25/-14,45	Calcescisti	σ_c

(*) CR = Campioni lapidei;

σ_c = resistenza a compressione uniassiale.

Nelle tabelle seguenti vengono riportati i risultati ottenuti:

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE (A.S.T.M. D7012-07 - Metodo C)	S13-CR1	S13-CR2	S13-CR3	S13-CR4	S16-CR1
σ_c (MPa)	**26,51**	**6,67**	**31,41**	**11,51**	**13,43**

6.2. AMMASSO ROCCIOSO

Le Serpentiniti e Serpentinoscisti ascrivibili all'unità Palmaro - Caffarella si presentano di colore verde, da chiaro a scuro, in frattura fresca; quando alterate, assumono colorazioni più arancioni-rossicce, talvolta marroni. In affioramento si presentano con caratteristiche tessiturali e strutturali estremamente varie.

Si tratta di una formazione che, come litotipo, è caratterizzata da valori dei parametri geomeccanici molto elevati, ma che, considerata come ammasso roccioso, presenta fratturazioni variamente orientate, (anche se viene in generale rispettato l'ordinamento in due sistemi grosso modo normali tra loro), spesso riempite di materiale talcoso.

Nel frequente caso di contatto tettonico tra le serpentiniti e i calcescisti, infatti, esso può realizzarsi attraverso un abbondante orizzonte di talco, inconsistente e "untuoso", variamente inclinato.

Il comportamento d'insieme è quindi condizionato da tale aspetto; essendo l'equilibrio geomorfologico spesso al limite, nell'ambito dei versanti si ha predisposizione a fenomeni di instabilità per cause naturali, quali scalzamenti per erosione o antropiche, quali sbancamenti. Nel caso di giaciture dei contatti a "franapoggio", tali fenomeni si sviluppano come scorrimenti rapidi e talvolta improvvisi.

Per caratterizzare l'ammasso esso verrà rappresentato con un "modello continuo equivalente", secondo il criterio di rottura non lineare di Hoek e Brown, che consente di stimare coesione e angolo di attrito di ammasso, con l'equivalenza al criterio classico di Mohr-Coulomb.

Criterio di rottura di Hoek – Brown per ammassi rocciosi serpentinite massiccia

Il criterio di rottura di Hoek – Brown per un ammasso roccioso è espresso dalla seguente equazione

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 + \sigma_c \left(m \frac{\sigma'_3}{\sigma_c} + s \right)^a$$

dove

σ'_1 e σ'_3 sono gli sforzi efficaci principali rispettivamente massimo e minimo a rottura

m	è il valore della costante del criterio di Hoek – Brown per l'ammasso roccioso
s ed a	sono due costanti che dipendono dalle caratteristiche dell'ammasso roccioso
σc	è la resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta

Il parametro m può essere ricavato in funzione di GSI, riducendo opportunamente il suo omologo relativo al materiale roccioso intatto mi, mediante le seguente relazione di natura empirica:

$$m = m_i \cdot \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 4D}\right).$$

In tabella sottostante sono riportati valori tipici di mi del modello Hoek-Bown per alcuni ammassi rocciosi. Sulla base di tale figura si è scelto un valore mediato tra quelli suggeriti: mi= 10.

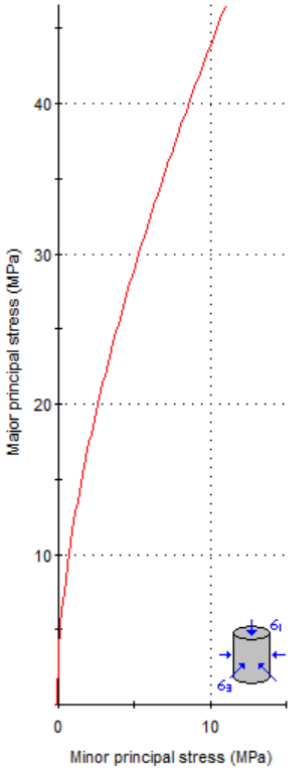
Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
SEDIMENTARY	Clastic		Conglomerate (22)	Sandstone 19	Siltstone 9	Claystone 4
				Greywacke (18)		
	Non-Clastic	Organic		Chalk 7		
				Coal (8-21)		
		Carbonate	Breccia (20)	Sparitic Limestone (10)	Micritic Limestone 8	
		Chemical		Gypstone 16	Anhydrite 13	
METAMORPHIC	Non Foliated		Marble 9	Hornfels (19)	Quartzite 24	
	Slightly foliated		Migmatite (30)	Amphibolite 25 - 31	Mylonites (6)	
	Foliated*		Gneiss 33	Schists 4 - 8	Phyllites (10)	Slate 9
IGNEOUS	Light		Granite 33		Rhyolite (16)	Obsidian (19)
			Granodiorite (30)		Dacite (17)	
	Dark		Diorite (28)		Andesite 19	
			Gabbro 27	Dolerite (19)	Basalt (17)	
			Norite 22			
	Extrusive pyroclastic type		Agglomerate (20)	Breccia (18)	Tuff (15)	

Valori tipici di mi per alcuni ammassi rocciosi

I coefficienti s ed a possono essere calcolati come segue:

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right),$$
$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left[\exp\left(-\frac{GSI}{15}\right) - \exp\left(-\frac{20}{3}\right)\right]$$

Con riferimento al campo di variabilità degli stati tensionali agenti nell'intorno dell'opera da realizzare, si può procedere alla linearizzazione del criterio di Hoek e Brown e all'individuazione dei

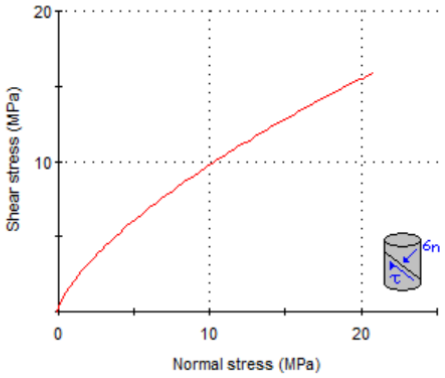


Hoek-Brown Classification
intact uniaxial comp. strength (sigci) = 44 MPa
GSI = 51 mi = 15 Disturbance factor (D) = 0
intact modulus (Ei) = 12980 MPa
modulus ratio (MR) = 295

Hoek-Brown Criterion
mb = 2.607 s = 0.0043 a = 0.505

Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 2.514 MPa friction angle = 34.30 deg

Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.073 MPa
uniaxial compressive strength = 2.809 MPa
global strength = 9.515 MPa
deformation modulus = 4233.42 MPa



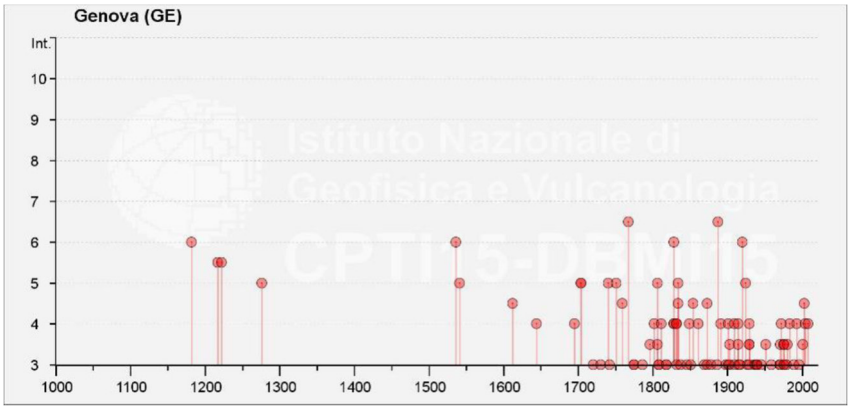
ELEMENTI DI SISMICA GENERALE

7. ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO NEL TERRITORIO DI GENOVA

7.1. SISMICITÀ STORICA ED EFFETTI MACROSISMICI DOCUMENTATI NEL COMUNE DI GENOVA (DAL 1000 AL 2008)

Con riferimento all'analisi della sismica storica del territorio interessato vengono esaminati i dati riportati nel D.M.I. 2011 che contiene 86.071 MDP (Macroseismic Data Points) relativi a 1.684 terremoti il cui epicentro ricade all'interno dell'area CPTI11; i dati sono riferiti a 15.416 località di cui 14.150 in territorio italiano; in particolare sono stati estratti i dati disponibili per il comune di Genova.

Nella tabella seguente viene riportato l'elenco dei terremoti con intensità epicentrale uguale o superiore a 4-5, i valori relativi alla intensità al sito, il tempo all'origine (anno, mese, giorno), l'area epicentrale (località, intensità epicentrale e magnitudo momento) e una descrizione degli effetti risentiti a Genova (dati estratti da Guidoboni et al. 2007 e da Camassi et al. 2011).



Intensità mascrosismiche dal 1000 al 2008 nel Comune di Genova

Dalla consultazione del catalogo emerge che le intensità sismiche massime osservate sono pari a IS = 6 per gli eventi del 1182, 1536, 1828 e 1920 ed IS=6-7 per gli eventi del 1767 e 1887.

Gli eventi per i quali sono noti danni al tessuto urbano nel capoluogo ligure e nelle località limitrofe sono i seguenti:

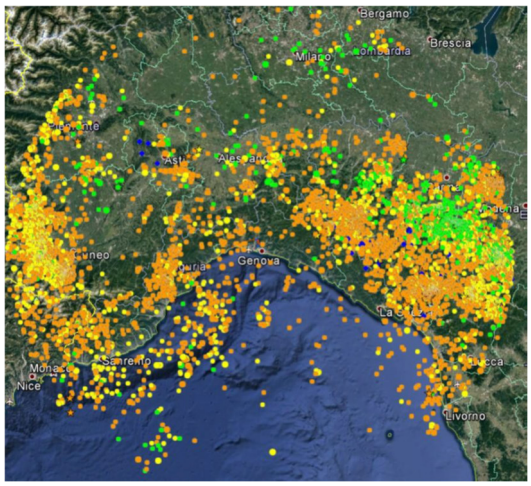
- 9 ottobre 1828 con epicentro in Valle Staffora (Io 8; M 5,72; IGE 6,5);
- 23 febbraio 1887 con epicentro nel Mar Ligure al largo della costa imperiese (Io 9; M 6,27; IGE 6,5);
- 7 settembre 1920 con epicentro nella Garfagnana (Io 10; M 6,53; IGE 6).
- Danni sono stati segnalati, sia pure dubitativamente, anche per l'evento del 12 maggio 1802 con epicentro nella Valle dell'Oglio (Io 8; M 5,60; IGE 4).

Il terremoto avvenuto il 23 febbraio 1887 risulta associato ad onde di tsunami.

7.2. SISMICITÀ RECENTE (DAL 1985 AL 2017)

Per quanto concerne i sismi che hanno interessato l'area di Genova dal 05 gennaio 1985 al 31 dicembre 2017, i dati sono stati recuperati dal database ISIDE dell'INGV considerando un'area di raggio 150 km dal Comune di Genova che include le aree epicentrali dei terremoti più intensi di cui al paragrafo precedente

Database ISIDE: distribuzione terremoti periodo 1985-2017.



Dalla planimetria si possono distinguere le seguenti aree sorgenti:

· lungo l'arco appenninico da Alessandria alla Toscana (in quest'area avvengono i terremoti con

maggior profondità e magnitudo);

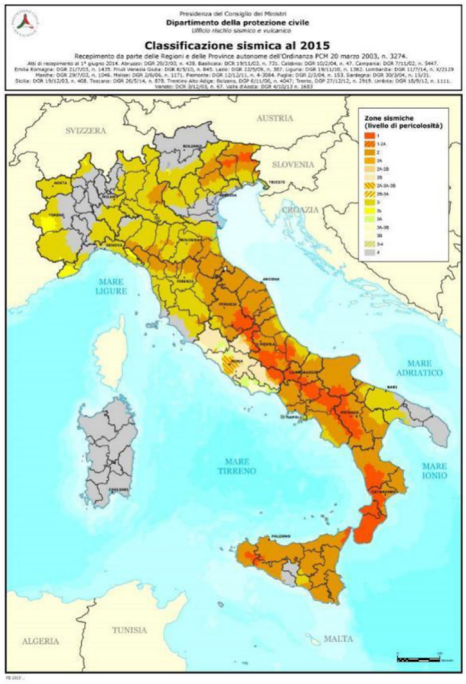
· un'area interessa la Liguria sud-occidentale e l'arco alpino

· si nota la presenza di alcuni epicentri in mare soprattutto nell'area di ponente, ubicati per lo più in corrispondenza della prosecuzione in mare dei canyon.

In generale le profondità sono per la maggior parte entro i 20 km (60 km per l'area appenninica) e le magnitudini più rappresentate variano tra 1 e 2.

8. CLASSIFICAZIONE SISMICA

La normativa sismica italiana, entrata in vigore l'8 maggio del 2003 con la pubblicazione sulla G.U. dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 e in seguito aggiornati con l'O.P.C.M. 3519/06, suddivide il territorio italiano in quattro zone sismiche, abbandonando così la precedente terminologia di "categorie sismiche". I criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale, emanati con l'ordinanza P.C.M. n. 3274 del 2003 si basano sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

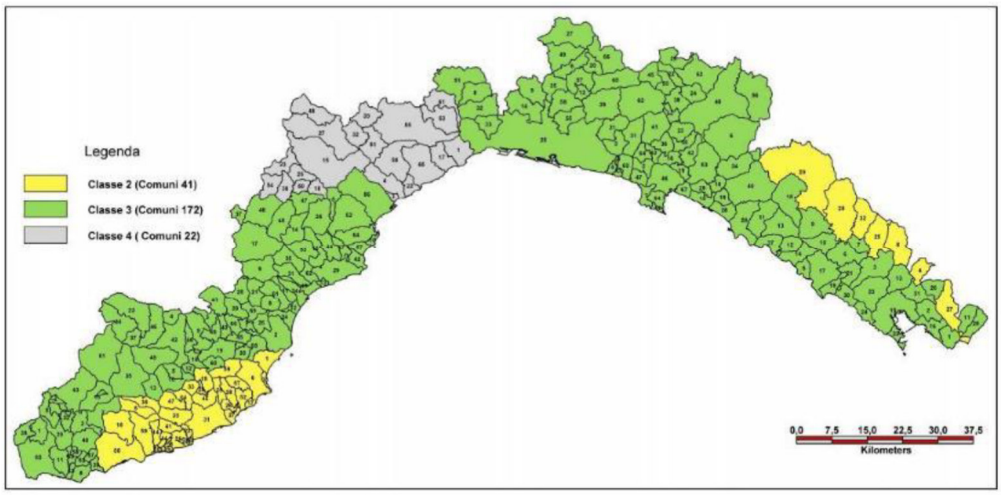


Classificazione Sismica al 2015 (Dipartimento di Protezione Civile, Ufficio rischio sismico e vulcanico)

Uno dei cambiamenti fondamentali apportati dalla normativa è stata l'introduzione della zona 4, in questo modo tutto il territorio italiano viene definito come sismico. Di fatto, sparisce il territorio "non classificato", che diviene zona 4, nel quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica. L'appartenenza a ciascuna zona sismica comporta l'adozione di specifiche caratteristiche prestazionali per nuovi edifici e strutture, regolate da opportune norme sismiche contenute nel medesimo provvedimento legislativo, e successive modifiche ed integrazioni.

La normativa nazionale è stata recepita dalla Regione Liguria con il DGR n. 530/2003, che ha individuato le zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica; il più recente DGR n.1308/2008 (pubblicata sul Burl n. 47 del 19 novembre 2008) ha portato alla nuova classificazione sismica della Regione Liguria.

Nel 2017 in data 17 marzo la Giunta della Regione Liguria, con delibera n. 216, ha aggiornato la classificazione delle zone sismiche. Tra le principali novità risalta la reintroduzione della zona 2 e il reinserimento in zona 3 dei Comuni di Genova e Savona. In conformità a tale normativa l'area ricade in Zona sismica 3.



Classificazione Sismica della Regione Liguria da DGR 216/2017

Sulla base della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria, approvata con D.G.R. n°216 del 17/03/2017, il Comune di Genova ricade in Zona 3 (bassa pericolosità).

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

Secondo quanto espresso dalle NTC 2018 le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La presenza degli strati di terreno più superficiali induce una modificazione nelle onde sismiche, tale modificazione è una delle cause più importanti degli estesi danneggiamenti prodotti da alcuni terremoti, in ragione degli effetti locali o effetti di sito.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, V_S.

Ciò premesso si è provveduto ad una classificazione sismica dei terreni investigati in termini di "Categorie di sottosuolo" ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto.

Sulla base delle indagini geognostiche pregresse effettuate il suolo di fondazione dal pc. attuale ricade quindi nella **Categoria di sottosuolo B** secondo la Tab. 3.2.II del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni":
B) *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti,* caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 mt/sec e 800 mt/sec.

Per quanto riguarda l'amplificazione topografica, considerate le caratteristiche morfologiche il sito in esame ricade nella **Categoria topografica T1**.

8.1. SUSCETTIBILITÀ ALLA LIQUEFAZIONE

Il termine "liquefazione" denota una diminuzione di resistenza al taglio e/o di rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci del terreno.

Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Ai sensi del Decreto Ministeriale 17.01.2018 - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (§ 7.11.3.4.2), la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 mt dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ($N_{1)60}$>30 oppure qc_{1N}>180 dove ($N_{1)60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc < 3,5 ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità Uc > 3,5.

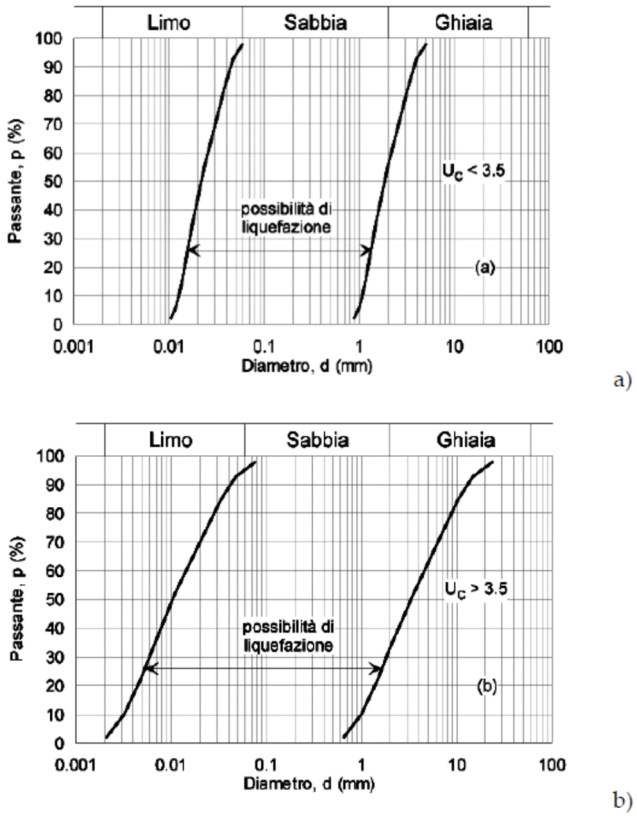


Fig. 7.11.1 – *Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione*

Nel nostro caso è verificata la circostanza di cui al punto 1 del § 7.11.3.4.2. NTC 2018.

ELEMENTI PER MODELLO GEOTECNICO

9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI INVESTIGATI

9.1. COSTITUZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Sponda sinistra

1.Il primo orizzonte comprende materiali di riporto eterogeneo, il quale risulta sciolto, con percentuali di ghiaia e sabbia;

2.Il secondo orizzonte comprende la coltre detritica rimaneggiata a ghiaia eterometrica prevalentemente medio grossolana con sabbia debolmente limosa; colore marrone. (tratto stradale)

2' Il secondo orizzonte comprende i depositi alluvionali costituiti da ghiaia medio grossolana eterometrica e con sabbia e limo localmente limosa;

3.Il terzo orizzonte comprende Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso costituito da serpentiniti, assimilabile ad una ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa; clasti angolari

4.Il quarto livello comprende il substrato roccioso composto serpentiniti fratturate con forme di alterazione nelle fratturate

Sponda destra

1.Il primo orizzonte comprende i depositi alluvionali costituiti da ghiaia medio grossolana eterometrica e con sabbia e limo localmente limosa, frammisti superficialmente da detritica rimaneggiata a ghiaia eterometrica prevalentemente medio grossolana con sabbia debolmente limosa

2.Il secondo orizzonte comprende il substrato roccioso composto serpentiniti fratturate con forme di alterazione nelle fratturate

9.2. PARAMETRIZZAZIONE

Per la definizione del modello geotecnico locale è stato fatto riferimento al modello stratigrafico definito nella parte I.

La stratigrafia del sottosuolo indagato è stata ricostruita sulla base dell'interpretazione dei dati forniti dalla campagna di rilevamento condotta in sito alla scala di dettaglio superficie nel comparto in esame.

In base a quanto previsto dal D.M. 17.01.2018, in questo paragrafo vengono fornite indicazioni circa i parametri geotecnici medi dei materiali presenti nel "volume significativo", cioè la parte di sottosuolo influenzata, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.

L'Ingegnere Progettista, per il progetto delle opere, in base alla sua sensibilità ed esperienza, agli strumenti di calcolo utilizzati, ai livelli di sicurezza traguardati, al tipo di vulnerabilità dell'opera, potrà scegliere autonomamente i parametri di progetto che più ritiene adeguati e pertinenti al problema in esame, supportati dalle verifiche di stabilità delle opere di sostegno e fondazioni in rapporto all'interazione con il terreno.

RIPORTI ETEROGENEI PREVALENTEMENTE GROSSOLANI IN MATRICE LIMOSA

γ = 2 t/mt^3 peso di volume
γ_{sat} = 2,1 t/mt^3
φ' = 30° angolo di resistenza al taglio
c' = 0 coesione

COLTRE DETRITICA RIMANEGGIATA A GHIAIA ETEROMETRICA PREVALENTEMENTE MEDIO GROSSOLANA CON SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA

γ = 2 t/mt^3 peso di volume
γ_{sat} = 2,1 t/mt^3
φ' = 25°-26° angolo di resistenza al taglio
c' = 10 KPa coesione drenata
φ_u = 10° angolo di resistenza
c_u = 40-50 KPa coesione non drenata

ALLUNIONI COSTITUITI DA GHIAIA MEDIO GROSSOLANA ETEROMETRICA E CON SABBIA E LIMO LOCALMENTE LIMOSA

γ = 2 t/mt^3 peso di volume
γ_{sat} = 2,1 t/mt^3
φ' = 27°-28° angolo di resistenza al taglio
c' = 0 coesione

CAPPELLACCIO DI ALTERAZIONE DEL SUBSTRATO E/O ROCCIA DESTRUTTURATA

γ = 2,1 t/mt^3 peso di volume
φ' = 28°-29° angolo di resistenza al taglio
c' = 30-40 KPa coesione

SERPENTINITI FRATTURATE

γ = 2,6 t/mt^3 peso di volume
φ' = 34°35° angolo di resistenza al taglio
c = 100 KPa coesione

10. CONCLUSIONI

Sulla base dell'indagine eseguita si è giunti alle seguenti condizioni:
-la stratigrafia è risultata:

Sponda sinistra

1.Il primo orizzonte comprende materiali di riporto eterogeneo, il quale risulta sciolto, con percentuali di ghiaia e sabbia;
2.Il secondo orizzonte comprende la coltre detritica rimaneggiata a ghiaia eterometrica prevalentemente medio grossolana con sabbia debolmente limosa; colore marrone. (tratto stradale)
2' Il secondo orizzonte comprende i depositi alluvionali costituiti da ghiaia medio grossolana eterometrica e con sabbia e limo localmente limosa;
3.Il terzo orizzonte comprende Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso costituito da serpentiniti, assimilabile ad una ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa; clasti angolari
4.Il quarto livello comprende il substrato roccioso composto serpentiniti fratturate con forme di alterazione nelle fratturate

Sponda destra

1.Il primo orizzonte comprende i depositi alluvionali costituiti da ghiaia medio grossolana eterometrica e con sabbia e limo localmente limosa, frammisti superficialmente da detritica rimaneggiata a ghiaia eterometrica prevalentemente medio grossolana con sabbia debolmente limosa

2.Il secondo orizzonte comprende il substrato roccioso composto serpentiniti fratturate con forme di alterazione nelle fratturate

- ai sensi della D.G.R. n°216 del 17/03/2017, il Comune di Rossiglione ricade in Zona 3 (molto bassa pericolosità); l'indagine sismica che rilevato che il piano delle fondazioni rientrano in classe B di sottosuolo e condizioni topografiche T1

-secondo i dettami del PUC del Comune di Genova, come "Zona B non urbanizzata.; per quanto riguarda il Piano di Bacino T.Varenna rientra in zona a suscettività al dissesto molto bassa Pg0, Pg1 bassa Pg2 media, in sponda destra, in sponda sinistra in Pg0, Pg1 e Pg3b Per il tematismo dell'esondabilità, la sponda destra risulta in parte in Fascia A e Fascia B, mentre la sponda sinistra rientra tutta in Fascia A

-Il quadro stratigrafico e geotecnico prospettato suggerisce interventi di scavo da affrontare con cautela, soprattutto laddove in fregio a preesistenze edilizie o infrastrutture, sia per non turbare gli equilibri ad oggi constatati, sia per la sicurezza delle maestranze.

In considerazione del compendio di osservazioni geologiche e geomorfologiche direttamente condotte, nonché dei riscontri avuti attraverso le indagini dirette e indirette compiute, confrontate con i numerosi dati già disponibili, si ritiene che non sussistano problematiche in ordine alla stabilità dei luoghi, sia allo stato esistente che con le modifiche connesse all'introduzione delle opere, che anzi intervengono migliorando la sicurezza idrogeologica generale del comparto, fatti salvi gli esiti delle verifiche geotecniche, strutturali, sismiche e delle interferenze coi manufatti esistenti che sono state doverosamente condotte dai progettisti.

In conclusione pertanto si ritiene di poter esprimere un giudizio di piena compatibilità del progetto con il contesto geologico entro il quale sarà inserito, e con le norme citate.

La presente relazione costituisce adempimento alle Norme Tecniche di cui al D.M. 17.01.2018



ALLEGATI:

TAV. 1 - CARTA GEOLOGICA IN SCALA 1:5.000
TAV. 2 - CARTA GEOMORFOLOGICA IN SCALA 1:5.000
TAV. 3 – PLANIMETRIA DI PROGETTO CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO IN SCALA 1:700
TAV. 4 – SEZIONI GEOLOGICHE IN SCALA 1:300
REPORT INDAGINE GEOGNOSTICA

CARTA GEOLOGICA

Scala 1: 5000

(Base tratta dalla C.T.R. 1:5000)

TAV. 1

LEGENDA

UNITA' TETTONOMETAMORFICA PALMARO-CAFFARELLA

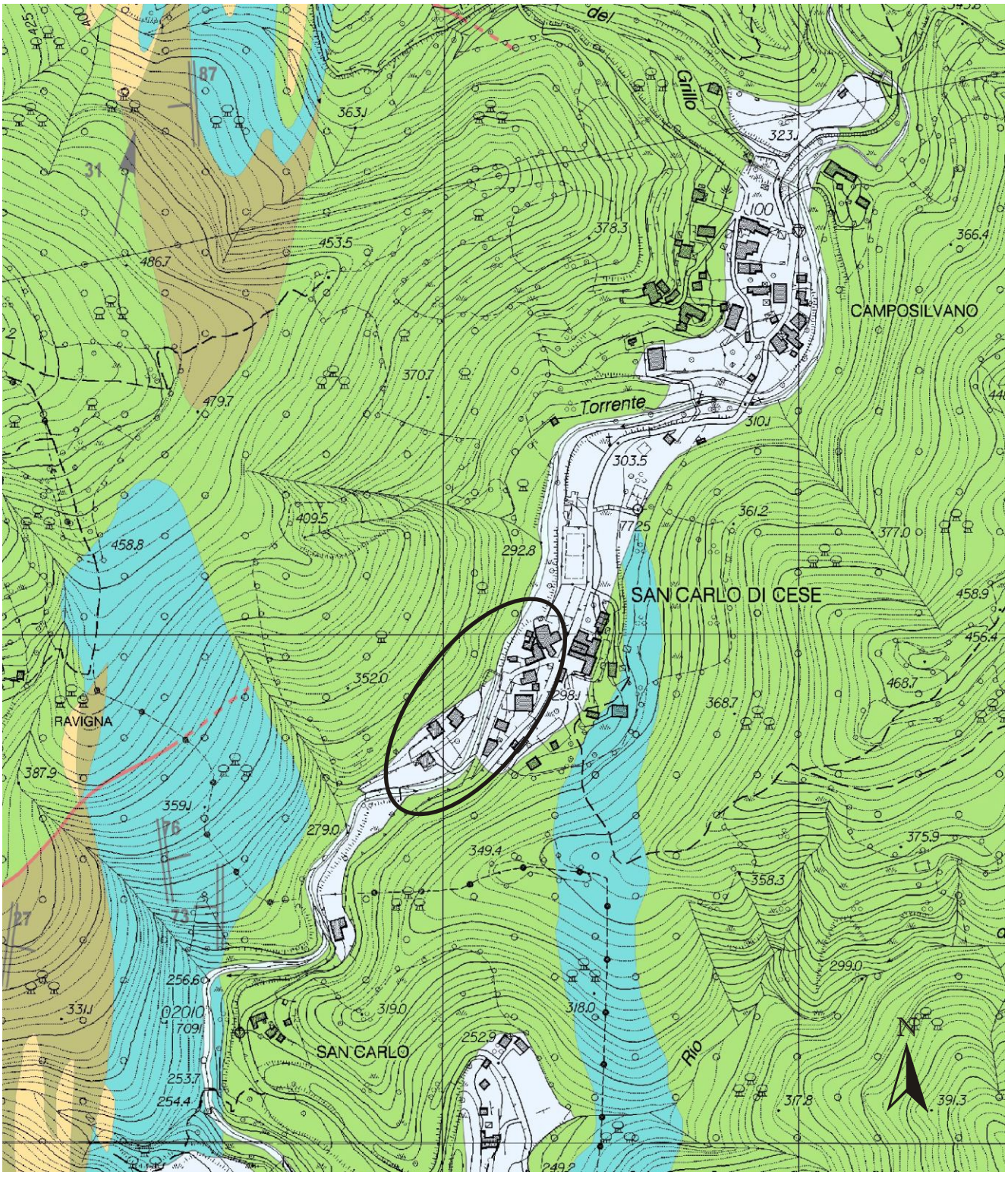
- Calcescisti della Val Branega
- Serpentiniti di San Carlo di Cese
- Metagabbri di Carpenara
- Metabasiti della Val Varenna

QUATERNARIO

- Sedimenti di alveo
- Sedimenti alluvionali

DATI STRUTTURALI

- 50 — Giaciture inclinate di stratificazione e scistosita' principali
- Faglie certe e presunte
- Ubicazione dell'area in esame



CARTA GEOMORFOLOGICA

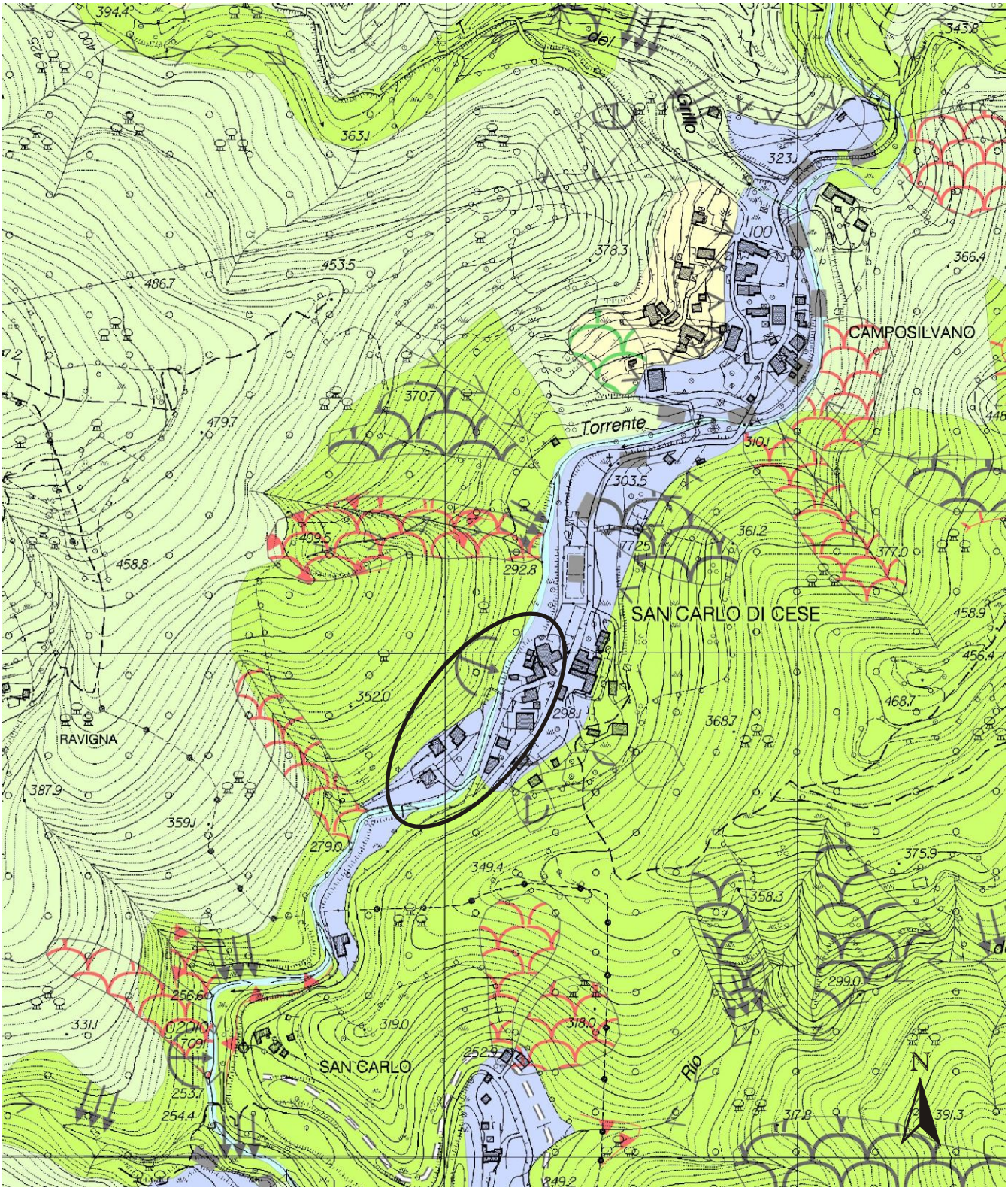
Scala 1: 5000

(Base tratta dalla C.T.R. 1:5000)

TAV. 2

LEGENDA

- Alluvioni antiche
- Alluvioni attuali
- Coltri eluvio-colluviali o miste di spessore da 0 a 3 mt.
- Roccia affiorante e/o subaffiorante in buone condizioni di conservazione
- Roccia affiorante e/o subaffiorante in scadenti condizioni di conservazione
- Frane attive
- Frane quiescenti
- Frane stabilizzate
- Cigli attivi
- Frane di dimensioni non cartografabili
- Aree soggette a franosità diffusa di tipo superficiale
- Erosione di fondo
- Erosione laterale
- Orli di terrazzo fluviale o marino
- Radici di terrazzo fluviale
- Ubicazione dell'area in esame



PLANIMETRIA DI PROGETTO
CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO

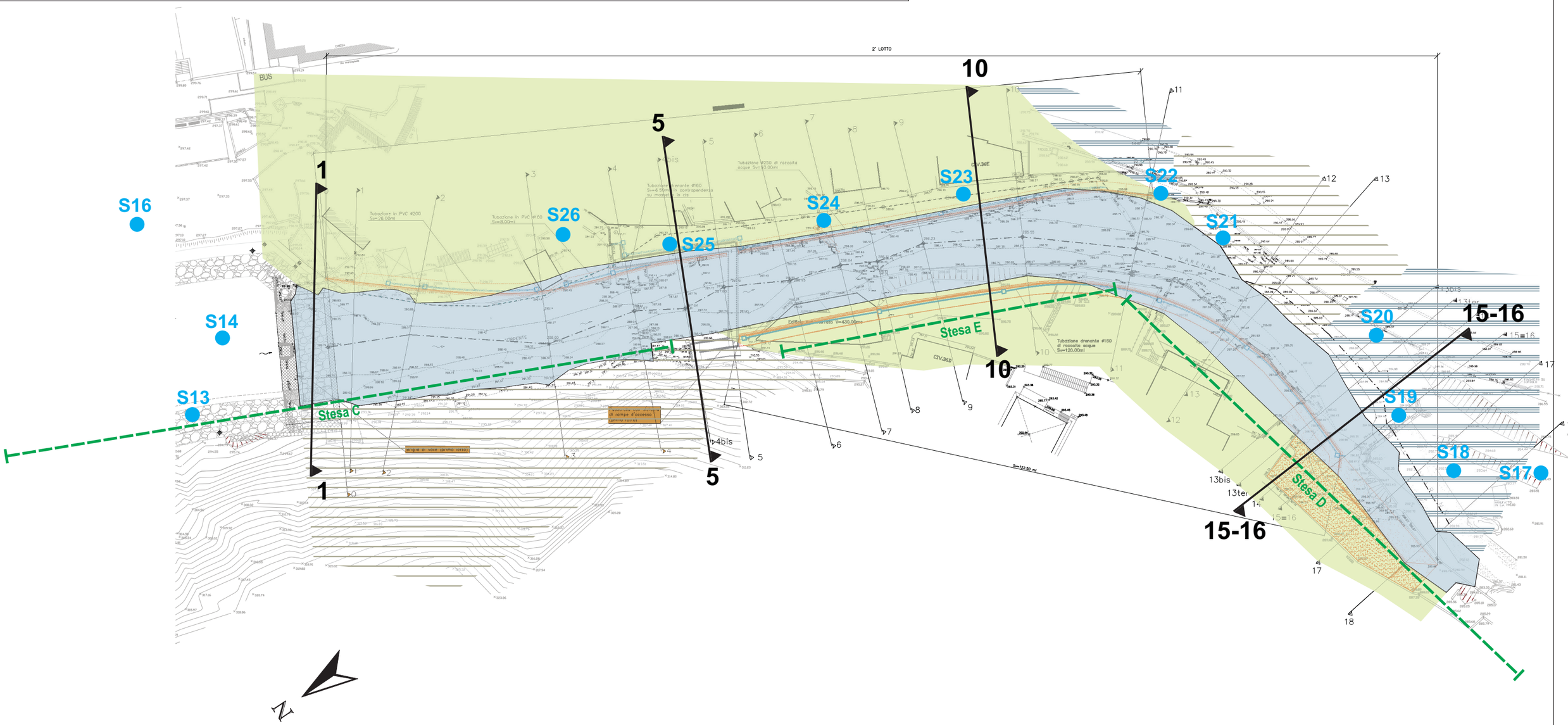
Scala 1:700

TAV. 3

LEGENDA

- Roccia affiorante (serpentiniti)
- Roccia subaffiorante (serpentiniti)
- Depositi alluvionali frammisti a coltri detritiche, di spessore inferiore a 3 mt.
- Depositi alluvionali in alveo

- S1 — Sondaggi a carotaggio continuo (2010)
- Stesa C — Profili sismici a rifrazione (2010)
- 5 5 — Traccia delle sezioni



SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE

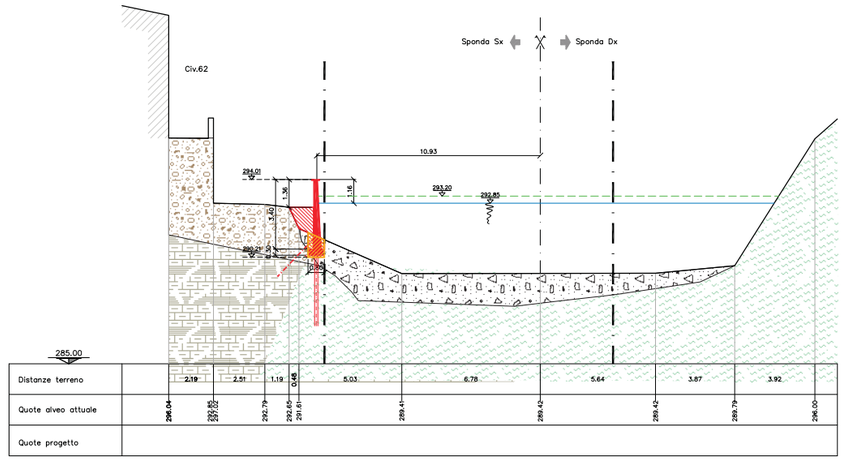
Scala 1: 300

TAV. 4

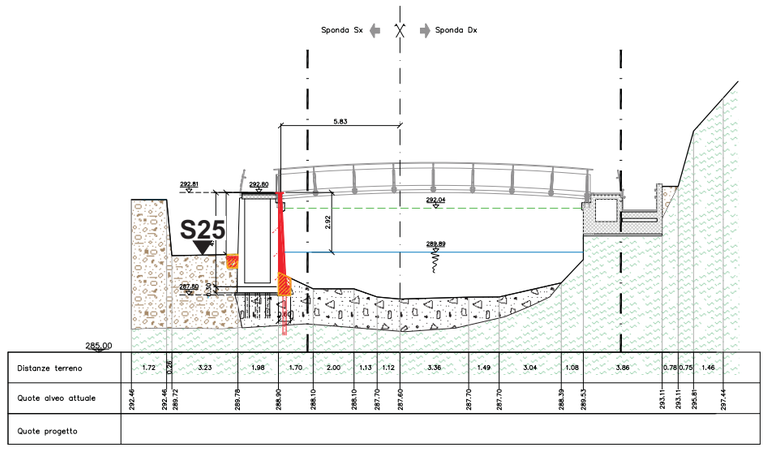
LEGENDA

- Riporti
- Depositi alluvionali in alveo
- Depositi alluvionali frammisti a coltri detritiche
- Livello di alterazione (serpentiniti)
- Substrato roccioso da molto fratturato nei primi livelli a più compatto (serpentiniti)
- Substrato roccioso da molto fratturato nei primi livelli a più compatto (calcescisti)

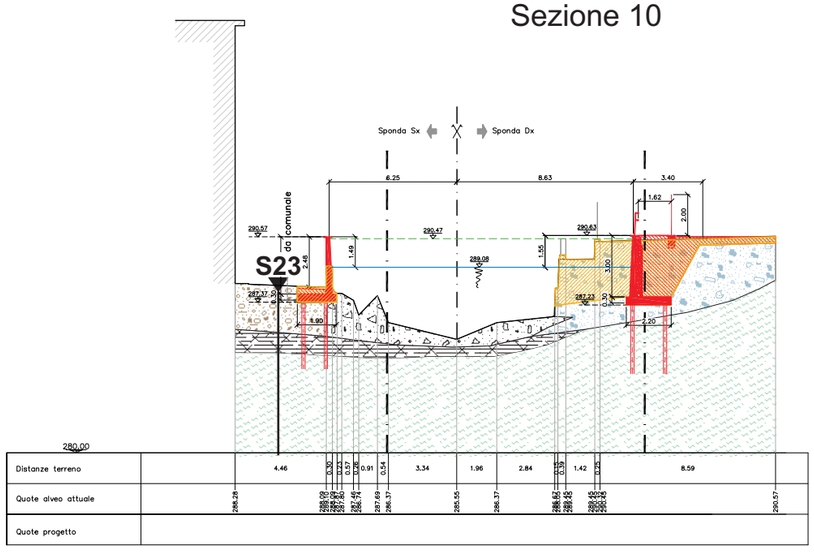
Sezione 1



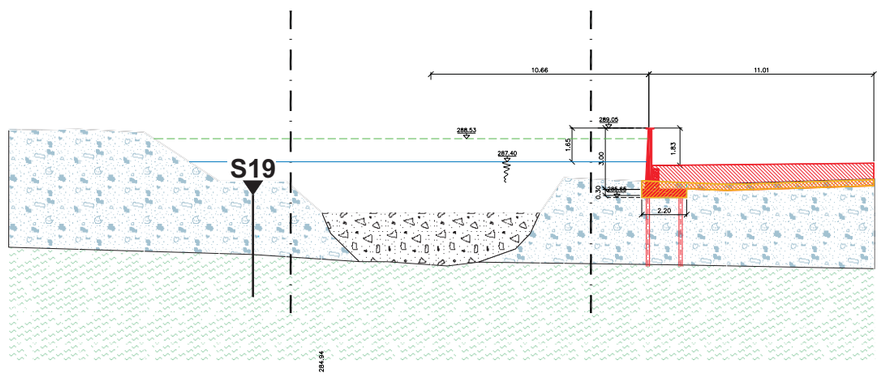
Sezione 5



Sezione 10



Sezione 15-16



Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***
Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***
Sondaggio: ***S 16***
Quota caposaldo: ***297.20m s.l.m.***
Data inizio: ***27/04/2010***
Data termine: ***30/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni
CR campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.
Tipo... Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio
20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation
20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

0,00

5.70

Materiale di riporto costituito da ghiaia con sabbia debolmente limosa e debolmente ciottolosa; clasti poligenici (presenza di laterizi e frammenti di calcestruzzo), angolari, diametro massimo 7-8cm; colore grigio-marrone; asciutto.

CR 1 3,00-3.50
CR 2 4.50-5,00

5.70

1.40

Depositi alluvionali passanti, a circa 6.20m di profondità, gradualmente al cappellaccio di alterazione del substrato roccioso, costituiti da ghiaia medio-grossolana eterometrica e con sabbia e limo localmente limosa; clasti prevalentemente di calcescisti, da angolari ad arrotondati; colore marrone-grigio; umido-molto umido, saturo oltre i 6.60m di profondità..

CR 3 6.50-7,00

7.10

2.70

Substrato roccioso costituito da calcescisti, di colore grigio-nero, con struttura orientata, frantumato con discontinuità molto ravvicinate e alterazione media o debole, presente con patine di alterazione o materiale di riempimento limoso.
Superfici di scistosità planari o ondulate subverticali.
Superfici di discontinuità irregolari variamente orientate.

CR 4 8,00-8.30

9.80

20.20

Substrato roccioso costituito da calcescisti, di colore grigio, con struttura orientata, da poco fratturato a fratturato con discontinuità da ravvicinate a moderatamente ravvicinate oltre i 26m di profondità e alterazione debole o assente, presente con patina diffusa.
Superfici di scistosità planari o ondulate subverticali.
Superfici di discontinuità irregolari variamente orientate.
Presenza di livelli frantumati tra 10.80-11.50m, 12.00-12.60m, 15.20-15.40m, 16.10-16.40m, 17.00-18.40m, 20.00-21.00m e tra 23.00-24.00m di profondità.

CAR 1 14,00-14.40
CAR 2 15,00-15.30

(20,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità
LUGEON profondità e U.L.
LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test
0 10 20 30 40 50 N

Prof.: 1.50 m — 7 14 13 — 27
Prof.: 3.00 m — 16 18 21 — 39
Prof.: 4.50 m — Rif. (11 cm) — Rif.

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

17
100
44
34
36
76
78
67
55
17
32
40

Strumentazione

Inclinometro

Tubo in PVC per Down Hole

3"

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento
127 mm
10,00

Metodo e diametro
Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 30,00 m

Fluido
Acqua limpida

Utensili
Carotiere semplice Corona di Widia
Carotiere doppio Corona di Widia
Carotiere doppio Corona diamantata
7.10

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 6
Rivest.(127): 10 m

Cor. Diam.: 22.9 m
Car. Doppio: 22.9 m
TUBO IN PVC 3": 30m per Down Hole

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***

Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***

Sondaggio: ***S 16***

Quota caposaldo: ***297.20m s.l.m.***

Data inizio: ***27/04/2010***

Data termine: ***30/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

(20,00)

20.20

30,00

(40,00)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni

CR campione rimaneggiato.
CI campione indisturbato.

Tipo... Sigla e profondità

CAR 3
29.40-29.80

Percentuale di carotaggio

20% 40% 60% 80%

100

Rock Quality Designation

20% 40% 60% 80%

11 58 12 77 31 60 63 100 69 74

Descrizione dei litotipi

Substrato roccioso costituito da calcescisti, di colore grigio, con struttura orientata, da poco fratturato a fratturato con discontinuità da ravvicinate a moderatamente ravvicinate oltre i 26m di profondità e alterazione debole o assente, presente con patina diffusa.
Superfici di scistosità planari o ondulate subverticali.
Superfici di discontinuità irregolari variamente orientate.
Presenza di livelli frantumati tra 10.80-11.50m, 12.00-12.60m, 15.20-15.40m, 16.10-16.40m, 17.00-18.40m, 20.00-21.00m e tra 23.00-24.00m di profondità.

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità

LUGEON profondità e U.L.

LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test

0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Tubo in PVC per Down Hole

20,00

30,00

Piezometro
Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento

Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 30,00 m

Metodo e diametro

Fluido

Acqua limpida

30,00

Utensili

Carotiere semplice Corona di Widia

Carotiere doppio Corona di Widia

Carotiere doppio Corona diamantata

30,00

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 6

Rivest.(127): 10 m

Cor. Diam.: 22.9 m

Car. Doppio: 22.9 m

TUBO IN PVC 3": 30m per Down Hole

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***

Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***

Sondaggio: ***S 16***

Quota caposaldo: ***297.20m s.l.m.***

Data inizio: ***27/04/2010***

Data termine: ***30/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

(20,00)

20.20

30,00

(40,00)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni

CR campione rimaneggiato.
CI campione indisturbato.

Tipo... Sigla e profondità

CAR 3
29.40-29.80

Percentuale di carotaggio

20% 40% 60% 80%

100

Rock Quality Designation

20% 40% 60% 80%

11 58 12 77 31 60 63 100 69 74

Descrizione dei litotipi

Substrato roccioso costituito da calcescisti, di colore grigio, con struttura orientata, da poco fratturato a fratturato con discontinuità da ravvicinate a moderatamente ravvicinate oltre i 26m di profondità e alterazione debole o assente, presente con patina diffusa.
Superfici di scistosità planari o ondulate subverticali.
Superfici di discontinuità irregolari variamente orientate.
Presenza di livelli frantumati tra 10.80-11.50m, 12.00-12.60m, 15.20-15.40m, 16.10-16.40m, 17.00-18.40m, 20.00-21.00m e tra 23.00-24.00m di profondità.

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità

LUGEON profondità e U.L.

LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test

0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Tubo in PVC per Down Hole

20,00

30,00

Piezometro
Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento

Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 30,00 m

Metodo e diametro

Fluido

Acqua limpida

30,00

Utensili

Carotiere semplice Corona di Widia

Carotiere doppio Corona di Widia

Carotiere doppio Corona diamantata

30,00

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 6

Rivest.(127): 10 m

Cor. Diam.: 22.9 m

Car. Doppio: 22.9 m

TUBO IN PVC 3": 30m per Down Hole

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***
Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***
Sondaggio: ***S 17***
Quota caposaldo: ***285.68m s.l.m.***
Data inizio: ***07/04/2010***
Data termine: ***07/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni
CR campione rimaneggiato.
CI campione indisturbato.
Tipo...
Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio
20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation
20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

0,00

1,00 — Potenza strato: 1,00

CR 1
0,00-0.90

Coltre detritica costituita da ghiaia eterometrica con sabbia medio-fine debolmente limosa; clasti angolari, dimensioni minori o uguali a 0.5cm, diametro massimo 5-7cm; colore da marrone a beige; asciutto.
Presenza di laterizi.

1,00

Potenza strato: 2,40

Trovante di serpentinoscisto sano poco fratturato.

100

3,40

CR 2
3.40-3.60

Potenza strato: 1,60

33
20

Substrato roccioso costituito da serpentiniti, fratturato (fratture ravvicinate) con alterazione assente, di colore grigio-nero con strie verdi.
Superfici di scistosità lisce, planari con inclinazione pari a circa 60°.
Superfici di discontinuità lisce o poco irregolari, planari, variamente orientate.

5,00

(20,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità
LUGEON profondità e U.L.
LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test
0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento
127 mm
1,00

Metodo e diametro
Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 5,00 m

Fluido
Acqua limpida
5,00

Utensili
Carotiere semplice Corona di Widia
Carotiere doppio Corona di Widia
Carotiere doppio Corona diamantata
1,00
5,00

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 1
Rivest.(127): 1 m

Cor. Diam.: 4 m
Car. Doppio: 4 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***

Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***

Sondaggio: ***S 18***

Quota caposaldo: ***283.74m s.l.m.***

Data inizio: ***07/04/2010***

Data termine: ***07/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni

CR campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.

Tipo...

Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio

20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation

20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

0,00

1,00

Coltre detritica costituita da ghiaia eterometrica con sabbia medio-fine debolmente limosa; clasti angolari, dimensioni minori o uguali a 0.5cm, diametro massimo 5cm; colore beige, asciutto.

CR 1
0,00-1,00

1,00

4,00

Substrato roccioso costituito da serpentiniti, fratturato con alterazione bassa, presente con patine color ocra lungo le principali discontinuità, di colore grigio-nero con strie verdi.
Superfici di discontinuità lisce o poco irregolari, planari, con inclinazioni comprese tra 60°-90°;

CR 2
2,00-2.70

100

5,00

(20,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità

LUGEON
profondità e U.L.

LEFRANC
profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test

0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento

127 mm

4.30

5,00

Metodo e diametro

Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 5,00 m

Fluido

Acqua limpida

Utensili

Carotiere semplice Corona di Widia

Carotiere doppio Corona di Widia

1,00

Carotiere doppio Corona diamantata

5,00

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 1

Rivest.(127): 4.3 m

Cor. Diam.: 4 m

Car. Doppio: 4 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***
Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***
Sondaggio: ***S 19***
Quota caposaldo: ***285.77m s.l.m.***
Data inizio: ***06/04/2010***
Data termine: ***07/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni
CR campione rimaneggiato.
CI campione indisturbato.
Tipo...
Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio
20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation
20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

Profondità (m)	Potenza strato (m)	Campioni	Descrizione dei litotipi
0,00			
1,30	1.30	CR 1 0.50-1.30	Coltre detritica costituita da ghiaia medio-grossolana con sabbia limosa; clasti angolari, dimensioni medie pari a 1.5-2.0cm, diametro massimo 7cm; colore beige-grigio; asciutto.
1,50	0.20		Blocco lapideo.
2,30	0.80		Blocco lapideo frantumato assimilabile a ghiaia grossolana con sabbia; clasti angolari; colore grigio.
2,90	0.60		Calcestruzzo armato con inerti grossolani.
5,00	2.10	CR 2 3.50-4.40 CAR 1 4,00-4.20	Substrato roccioso costituito da serpentiniti, molto fratturato con alterazione medio-bassa di colore nero.

Carotaggio: 100

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità
LUGEON profondità e U.L.
LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test
0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento
127 mm
4,00

Metodo e diametro
Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 5,00 m

Fluido
Acqua limpida
5,00

Utensili
- Carotiere semplice Corona di Widia
- Carotiere doppio Corona di Widia — 1.30 / 2.00
- Carotiere doppio Corona diamantata — 1.50 / 5,00

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 1
Rivest.(127): 4 m

Cor. Diam.: 3.20 m
Car. Doppio: 3.20 m

(20,00)

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***

Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***

Sondaggio: ***S 20***

Quota caposaldo: ***289.12m s.l.m.***

Data inizio: ***09/04/2010***

Data termine: ***09/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni

CR campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.

Tipo... Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio 20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation 20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

Profondità (m)	Potenza strato (m)	Campioni	Descrizione dei litotipi
0,00			
1,60	1.60	CR 1 1,00-1.60	Materiale di riporto costituito da ghiaia medio-grossolana con sabbia eterometrica debolmente limosa; clasti serpentinitici, angolari; colore beige-grigio chiaro; asciutto.
2,20	0.60		Blocco lapideo di serpentinite sano fratturato di colore grigio
7,30	5.10	CR 2 5,00-5.30	Substrato roccioso costituito da serpentiniti, di colore grigio-nero, con struttura orientata, da frantumato a fratturato con discontinuità da molto ravvicinate a ravvicinate con alterazione assente. Superfici di scistosità planari con inclinazioni di circa 60°. Superfici di discontinuità irregolari variamente orientate.

Percentuale di carotaggio: 100

Rock Quality Designation: 48, 0, 33

(20,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità

LUGEON profondità e U.L.

LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test 0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento: 127 mm, 5,00

Metodo e diametro: Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 7.30 m

Fluido: Acqua limpida, 7,30

Utensili

Carotiere semplice Corona di Widia	Carotiere doppio Corona di Widia	Carotiere doppio Corona diamantata
1.60		7.30

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 2

Rivest.(127): 5 m

Cor. Diam.: 5.7 m

Car. Doppio: 5.7 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***

Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***

Sondaggio: ***S 21***

Quota caposaldo: ***289.88m s.l.m.***

Data inizio: ***02/04/2010***

Data termine: ***02/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni

CR campione rimaneggiato.
CI campione indisturbato.

Tipo...

Sigla e profondità

- CR 1 1,00-1.80
- CR 2 3,00-3.80

Percentuale di carotaggio

20% 40% 60% 80%

100

12

Rock Quality Designation

20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

0,00

2,40 — 2.40

Materiale di riporto costituito da ghiaia medio-grossolana con sabbia limosa; clasti poligenici, angolari, dimensioni medie 1-2cm, diametro massimo 6cm; colore bruno; umido.

4,00 — 1.60

Substrato roccioso costituito da serpentiniti, frantumato assimilabile ad una ghiaia eterometrica angolare con alterazione media.

5,00 — 1,00

Substrato roccioso costituito da serpentiniti, fratturato con prevalenza di fratture subverticali, di colore grigio-nero con strie verdi.
Superfici di discontinuità lisce o poco irregolari, planari, con alterazione bassa o nulla.

(20,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità

LUGEON — profondità e U.L.

LEFRANC — profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test

0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento

127 mm

4,00

Metodo e diametro

Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 5,00 m

Fluido

Acqua limpida

5,00

Utensili

- Carotiere semplice Corona di Widia
- Carotiere doppio Corona di Widia — 2.60
- Carotiere doppio Corona diamantata — 5,00

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 1
Rivest.(127): 4 m

Cor. Diam.: 2.4 m
Car. Doppio: 2.4 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it
e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***
Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***
Sondaggio: ***S 22***
Quota caposaldo: ***290.20m s.l.m.***
Data inizio: ***12/04/2010***
Data termine: ***12/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni
CR campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.
Tipo... Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio
20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation
20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

0.00

0.20 (0.20)
Asfalto.

2.60 (2.40)
CR 1 0.70-2,00
Materiale di riporto costituito da ghiaia eterometrica con sabbia e ciottoli debolmente limosa; clasti poligenici, angolari, subordinatamente subarrotondati-arrotondati, diametro massimo 12cm; colore grigio-beige; asciutto.

4.20 (1.60)
CAR 1 3.20-3.350
Cappellaccio di alterazione del substrato roccioso costituito da serpentiniti, assimilabile ad una ghiaia eterometrica con sabbia debolmente limosa; clasti angolari, diametro massimo 15cm; colore grigio; saturo oltre i 3.00m di profondità.
Presenza di blocchi tra 3.30-3.50m da p.c.
100

8,00 (3.80)
CR 2 7,00-7.50
Substrato roccioso costituito da serpentiniti, con struttura orientata, da fratturato a frantumato, con alterazione debole o assente e discontinuità da molto ravvicinate a ravvicinate, di colore grigio-nero.
Superfici di scistosità planari con inclinazioni di circa 60°.
0
18
0

(20,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità
LUGEON profondità e U.L.
LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test
0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento
127 mm
5.60

Metodo e diametro
Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 8,00 m

Fluido
Acqua limpida
8,00

Utensili
Carotiere semplice Corona di Widia
2.00
Carotiere doppio Corona di Widia
Carotiere doppio Corona diamantata
8,00

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 2
Rivest.(127): 5.6 m

Cor. Diam.: 6.00m
Car. Doppio: 6.00m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***

Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***

Sondaggio: ***S 23***

Quota caposaldo: ***287.87m s.l.m.***

Data inizio: ***31/03/2010***

Data termine: ***01/04/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni

CR campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.

Tipo...

Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio

20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation

20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

Profondità (m)	Potenza strato (m)	Descrizione dei litotipi
0.00 / 0.10	0.10	Asfalto.
2.00	1.90	Materiale di riporto costituito da ghiaia angolare grossolana con sabbia e blocchi debolmente sabbiosa; colore da beige a grigio. Presenza di laterizi.
3.00	1.00	Substrato roccioso costituito da serpentiniti, fratturato-frantumato con alterazione altra tra 3.30-7.00m di profondità.
8.00	5.00	Substrato roccioso costituito da serpentiniti, sano o poco alterato, fratturato di colore grigio-nero con sfumature verdi. Superfici di scistosità lisce e planari, subverticali con inclinazioni comprese tra 60°-80°. Superfici di discontinuità variamente orientate con patina di alterazione color ocra diffusa.
(20,00)		

CR 1 0.80-1.50

CR 2 7.50-8.00

100

20

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità

LUGEON profondità e U.L.

LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test

0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento

127 mm

6,00

Metodo e diametro

Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 8,00 m

Fluido

Acqua limpida

8,00

Utensili

Carotiere semplice Corona di Widia

Carotiere doppio Corona di Widia

Carotiere doppio Corona diamantata

2.50

7.00

3.30

8,00

Annotazioni

Computo metrico

N° casse: 2

Rivest.(127): 6 m

Cor. Diam.: 1.5 m

Car. Doppio: 1.5 m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it
e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***
Cantiere: ***San Carlo di Cese***
Sondaggio: ***S 24***
Quota caposaldo: ***288.65m s.l.m.***
Data inizio: ***29/03/2010***
Data termine: ***29/03/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni
CR campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.
Tipo... Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio
20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation
20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

Profondità (m)	Potenza strato (m)	Campioni	Descrizione dei litotipi
0.00			
0.10	0.10		Asfalto.
1.30	1.30		Materiale di riporto costituito da ghiaia medio-grossolana sabbioso-limosa; colore marrone. Presenza di molti laterizi.
2.30	1.00		Coltre detritica costituita da ghiaia eterometrica prevalentemente medio-grossolana con sabbia debolmente limosa; colore marrone. Presenza di blocchi lapidei frantumati tra 1.70-2.00m dal p.c.
5.00	2.70	CR 1 2.50-3.30 CR 2 4.40-5,00	Substrato roccioso costituito da serpentiniti di colore grigio, frantumato, assimilabile ad una ghiaia eterometrica angolare sabbioso-limosa con alterazione alta.

Percentuale di carotaggio: 100

(20,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità

LUGEON profondità e U.L.

LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test
0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento
127 mm
3,00

Metodo e diametro
Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 5,00 m

Fluido
Acqua limpida
5,00

Utensili
Carotiere semplice Corona di Widia
Carotiere doppio Corona di Widia
4.50
Carotiere doppio Corona diamantata
5,00

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 1
Rivest.(127): 3 m

Cor. Diam.: 0.50m
Car. Doppio: 0.50m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. A. Daniele

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***
Cantiere: ***S. Carlo di Cese - Pegli (GE)***
Sondaggio: ***S 25***
Quota caposaldo: ***289.74m s.l.m.***
Data inizio: ***31/03/2010***
Data termine: ***31/03/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni
CR campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.
Tipo... Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio
20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation
20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

Profondità (m)	Potenza strato (m)	Campioni	Descrizione dei litotipi
0.00			
0.10	0.10		Asfalto.
	2.30	CR 1 0.40-1,00	Materiale di riporto costituito da ghiaia angolare grossolana con sabbia e blocchi debolmente sabbiosa; colore da beige a grigio. Presenza di laterizi.
2.40			
	1.20		Blocchi lapidei da poco fratturati a fratturati.
3.60			
	1.40	CR 2 3.50-4.20	Substrato roccioso costituito da serpentiniti, fratturato-frantumato con alterazione medio-alta.
5.00			

Percentuale di carotaggio: 100

(20,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità
LUGEON profondità e U.L.
LEFRANC profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test
0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento: 127 mm, 3,00

Metodo e diametro: Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 5,00 m

Fluido: Acqua limpida, 5,00

Utensili

Carotiere semplice Corona di Widia	Carotiere doppio Corona di Widia	Carotiere doppio Corona diamantata
1.00		1.30
2.40		5,00

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 1
Rivest.(127): 3 m

Cor. Diam.: 2.90m
Car. Doppio: 2.90m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. S. Battilana

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)

Pro.Mo.Geo. S.r.l. - Società di programmazione e monitoraggio geotecnico - via Fiasella 7/3, 16121 GENOVA - Tel e fax: 010/583713

INTERNET
http://www.promogeo.it

e-mail
info@promogeo.it

Committente: ***COMUNE DI GENOVA***
Cantiere: ***San Carlo di Cese***
Sondaggio: ***S 26***
Quota caposaldo: ***291.00m s.l.m.***
Data inizio: ***30/03/2010***
Data termine: ***30/03/2010***

Quote

Quota assoluta (m)

Profondità (m)

Potenza strato (m)

Risultato dei sondaggi

Stratigrafia

Campioni
CR campione rimaneggiato. CI campione indisturbato.
Tipo... Sigla e profondità

Percentuale di carotaggio
20% 40% 60% 80%

Rock Quality Designation
20% 40% 60% 80%

Descrizione dei litotipi

0.00
0.10 — 0.10

Asfalto.

3.00 — 3.00

CR 1
1,00-2,00

100

Coltre detritica costituita da ghiaia eterometrica prevalentemente medio-grossolana con sabbia debolmente limosa; colore marrone.
Presenza di blocchi lapidei pluricentimetrici tra 0.10-1.20m e tra 1.90-2.10m dal p.c.

5.00 — 2.00

CR 2
4.20-5,00

Substrato roccioso costituito da serpentiniti di colore grigio, frantumato, assimilabile ad una ghiaia eterometrica angolare sabbioso-limosa con alterazione alta.

(20,00)

Idrogeologia

Livello della falda

Prove di permeabilità

LUGEON
profondità e U.L.

LEFRANC
profondità e K (cm/s)

Geotecnica

Prove pressiometriche tipo Menard

Standard Penetration Test
0 10 20 30 40 50 N

Pocket Penetrometer (kg/cm²)

Torvane Shear Test (kg/cm²)

Strumentazione

Inclinometro

Piezometro a tubo aperto

Piezometro Casagrande

Assestimetro

Estensimetro

Perforazione

Rivestimento
127 mm
3,00

Metodo e diametro
Perforazione a carotaggio continuo. DIAMETRO: 101 mm. PROFONDITA': 5,00 m

Fluido
Acqua limpida
5,00

Utensili
Carotiere semplice Corona di Widia
Carotiere doppio Corona di Widia
Carotiere doppio Corona diamantata
4,00
5,00

Annotazioni

Computo metrico
N° casse: 1
Rivest.(127): 3 m

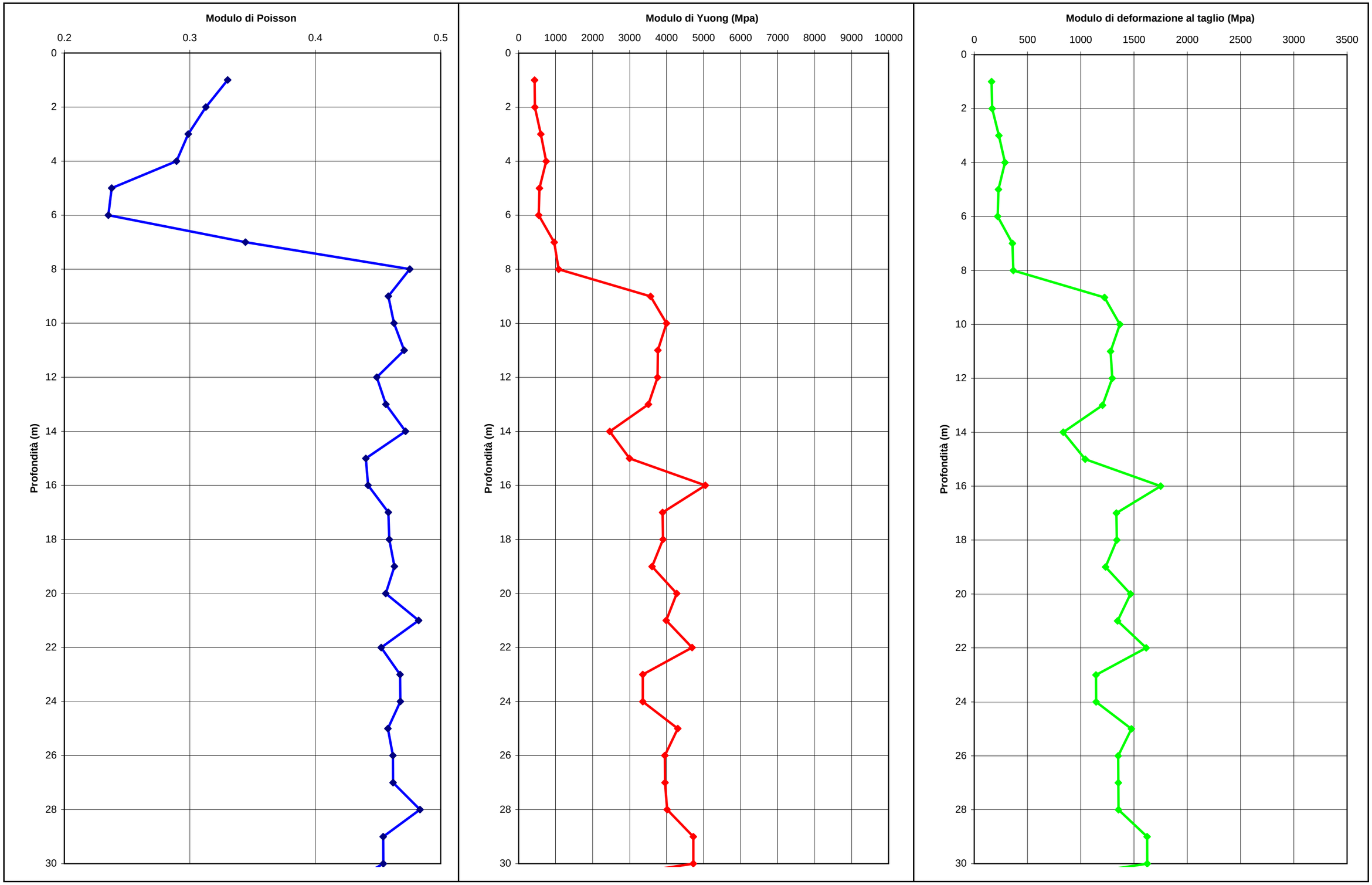
Cor. Diam.: 1.00m
Car. Doppio: 1.00m

APPROVATO DA:
Dott. Geol. U. Tidici

REDATTO DA:
Dott. Geol. A. Daniele

GRAFICA:
Dott. Geol. R. Maini

La riproduzione anche parziale, del presente documento, o dei dati in esso contenuti, è subordinata alla preventiva autorizzazione da parte di PRO.MO.GEO. S.r.l. (Modello stratigrafia 1.0 11/02/03)


Modulo di Poisson
0.2
0.3
0.4
0.5
Modulo di Yuong (Mpa)
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
Modulo di deformazione al taglio (Mpa)
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
Profondità (m)
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
22
24
26
28
30

PROVA DOWN-HOLE

Committente: **Comune di Genova**

Località: **San Carlo di Cese**

Scoppio	Tempi				Velocità sismiche				Parametri				
	Tp	Tp corr	Ts	Ts corr	Vp	Vp/m	Vs	Vs/m	Vp/Vs	ρ	Poisson	E din	G din
(n°)	(ms)	(ms)	(ms)	(ms)	(m/s)	(m/s)	(m/s)					Mpa	Mpa
1	5.30	1.68	6.00	3.33	597	597	300	300	1.99	1.80	0.33	432.29	162.50
2	6.10	3.38	8.25	6.60	591	586	303	306	1.92	1.80	0.31	441.50	168.15
3	6.90	4.88	10.50	9.39	615	669	319	358	1.87	1.80	0.30	600.02	230.99
4	7.80	6.24	12.70	11.89	641	735	336	400	1.84	1.80	0.29	742.75	288.02
5	9.20	7.89	15.35	14.70	634	606	340	356	1.70	1.80	0.24	563.82	227.76
6	10.70	9.57	18.10	17.56	627	595	342	350	1.70	1.80	0.24	544.72	220.53
7	11.60	10.66	20.25	19.80	657	916	354	446	2.05	1.80	0.34	963.78	358.44
8	11.90	11.14	22.40	22.02	718	2082	363	451	4.61	1.80	0.48	1081.74	366.60
9	12.10	11.48	23.55	23.23	784	2970	387	824	3.60	1.80	0.46	3566.52	1222.87
10	12.30	11.78	24.65	24.38	849	3309	410	871	3.80	1.80	0.46	3997.73	1366.51
11	12.50	12.06	25.80	25.56	912	3593	430	843	4.26	1.80	0.47	3763.64	1279.39
12	12.80	12.42	26.95	26.74	966	2791	449	849	3.29	1.80	0.45	3756.28	1296.09
13	13.10	12.76	28.15	27.96	1018	2884	465	818	3.53	1.80	0.46	3507.49	1204.27
14	13.40	13.10	29.60	29.43	1068	2958	476	682	4.34	1.80	0.47	2462.00	836.29
15	13.80	13.53	30.90	30.75	1108	2329	488	760	3.06	1.80	0.44	2998.08	1040.77
16	14.10	13.86	31.90	31.76	1155	3063	504	986	3.11	1.80	0.44	5048.65	1750.35
17	14.40	14.18	33.05	32.92	1199	3102	516	861	3.60	1.80	0.46	3892.26	1334.56
18	14.70	14.50	34.20	34.08	1241	3134	528	862	3.63	1.80	0.46	3905.04	1338.22
19	15.00	14.82	35.40	35.29	1282	3160	538	828	3.82	1.80	0.46	3607.69	1232.83
20	15.30	15.13	36.50	36.40	1322	3182	549	903	3.52	1.80	0.46	4273.44	1467.31
21	15.50	15.34	37.65	37.55	1369	4684	559	865	5.42	1.80	0.48	3989.62	1345.70
22	15.80	15.66	38.70	38.61	1405	3216	570	947	3.40	1.80	0.45	4688.93	1614.03
23	16.10	15.96	39.95	39.87	1441	3229	577	797	4.05	1.80	0.47	3354.69	1142.93
24	16.40	16.27	41.20	41.12	1475	3241	584	797	4.07	1.80	0.47	3357.82	1143.83
25	16.70	16.58	42.30	42.22	1508	3250	592	906	3.59	1.80	0.46	4303.90	1476.04
26	17.00	16.89	43.45	43.38	1540	3258	599	867	3.76	1.80	0.46	3953.33	1352.10
27	17.30	17.19	44.60	44.53	1570	3265	606	867	3.77	1.80	0.46	3956.11	1352.90
28	17.50	17.40	45.75	45.68	1609	4849	613	867	5.59	1.80	0.48	4016.11	1353.61
29	17.80	17.71	46.80	46.74	1638	3278	620	950	3.45	1.80	0.45	4721.06	1623.27
30	18.10	18.01	47.85	47.79	1666	3282	628	950	3.46	1.80	0.45	4723.71	1624.05

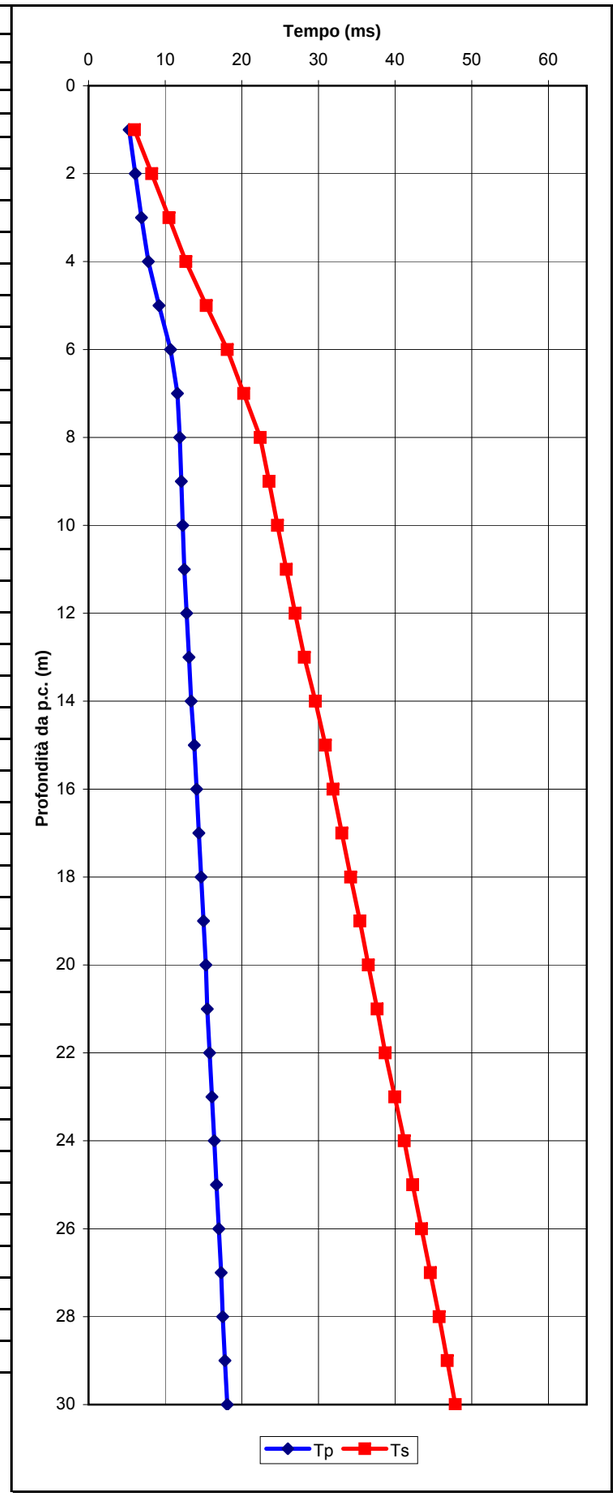
Dove:

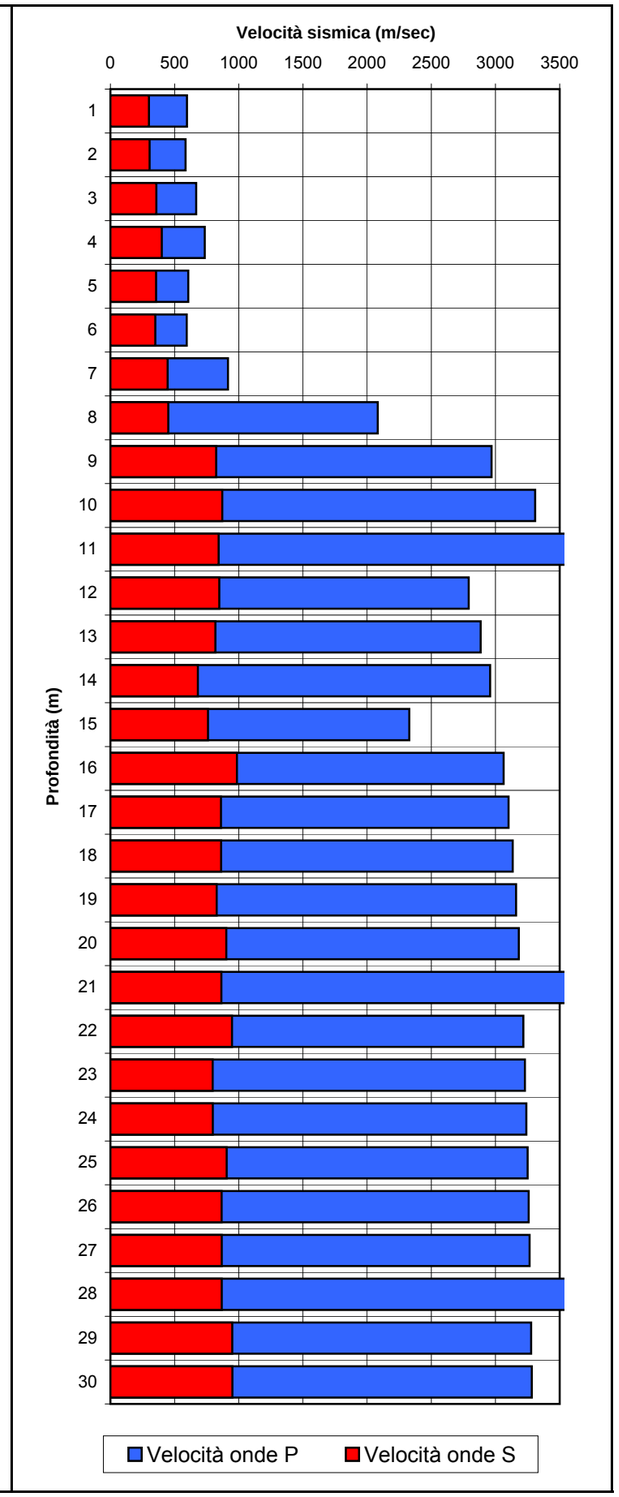
ρ: Peso di volume

Poisson: Modulo di Poisson

E din: Modulo di Yuong

G din: Modulo di deformazione al taglio





Sondaggio S16

INDAGINE SISIMICA A RIFRAZIONE

Committente:	**Comune di Genova**	Sistema di acquisizione:	**Pasi**
Località:	**S. Carlo di Cese - Pegli (GE)**	Sistema energizzazione:	**mazza 10 kg**
Stendimento:	**A**	Data:	**26/04/10**

RISULTATO INDAGINE

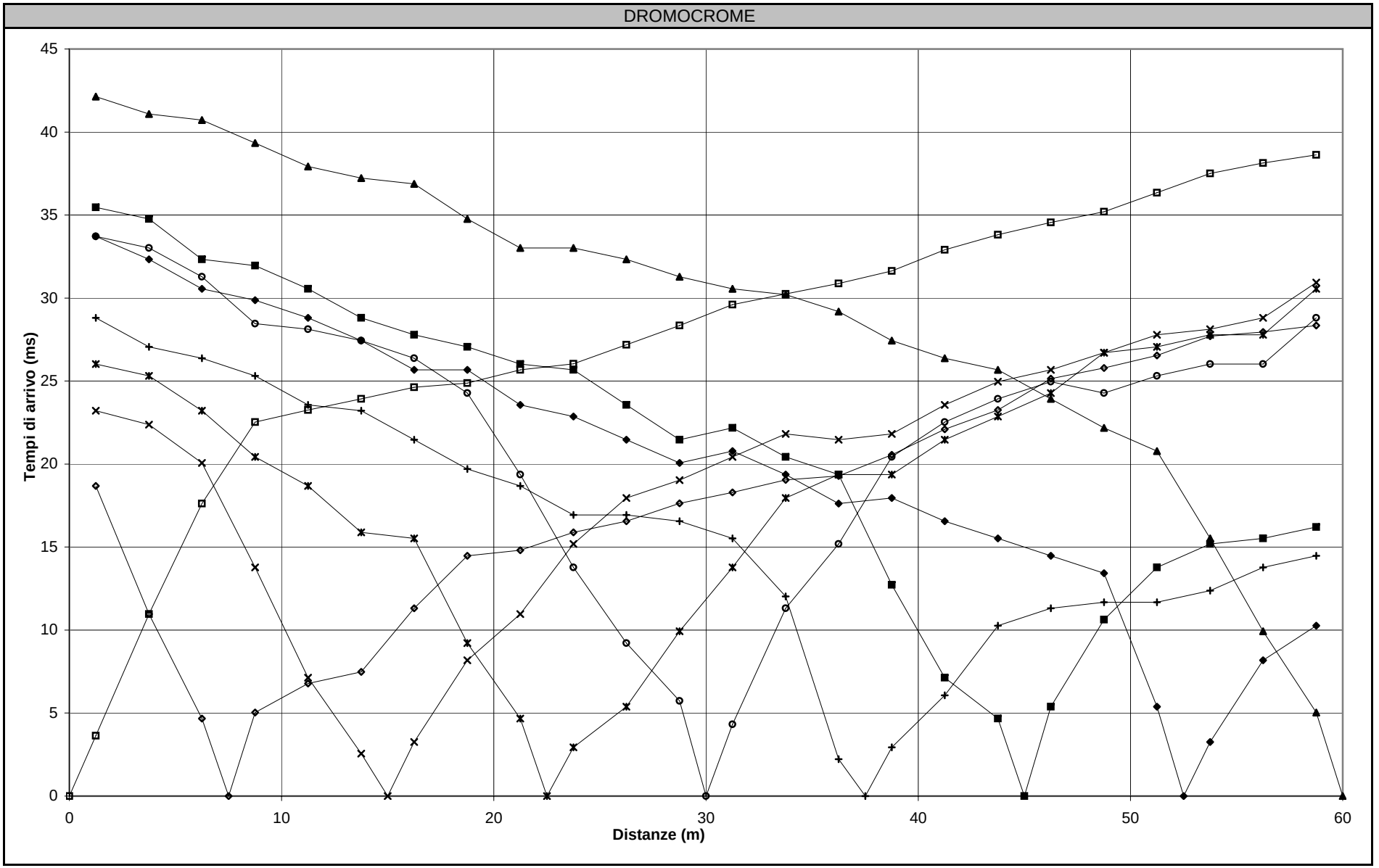
Numero geofono	Dist. (m)	Tempi di primo arrivo (ms)								
		SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9
Geofono 1	1.25	3.63	18.68	23.21	26.03	33.72	28.81	35.47	33.72	42.13
Geofono 2	3.75	10.97	10.97	22.37	25.31	33.02	27.06	34.77	32.33	41.08
Geofono 3	6.25	17.62	4.67	20.06	23.21	31.28	26.37	32.33	30.56	40.72
Geofono 4	8.75	22.53	5.03	13.77	20.43	28.46	25.31	31.96	29.87	39.33
Geofono 5	11.25	23.25	6.78	7.13	18.68	28.12	23.56	30.56	28.81	37.93
Geofono 6	13.75	23.93	7.48	2.56	15.88	27.43	23.21	28.81	27.43	37.22
Geofono 7	16.25	24.62	11.31	3.26	15.52	26.37	21.46	27.78	25.68	36.88
Geofono 8	18.75	24.88	14.47	8.18	9.22	24.28	19.71	27.06	25.68	34.77
Geofono 9	21.25	25.67	14.81	10.97	4.67	19.37	18.68	26.03	23.56	33.02
Geofono 10	23.75	26.04	15.88	15.18	2.93	13.77	16.93	25.68	22.87	33.02
Geofono 11	26.25	27.19	16.56	17.96	5.38	9.22	16.93	23.56	21.46	32.33
Geofono 12	28.75	28.34	17.63	19.03	9.93	5.73	16.56	21.46	20.06	31.28
Geofono 13	31.25	29.61	18.29	20.43	13.77	4.32	15.52	22.18	20.78	30.56
Geofono 14	33.75	30.25	19.04	21.81	17.96	11.31	12.02	20.43	19.37	30.21
Geofono 15	36.25	30.87	19.29	21.46	19.37	15.18	2.23	19.37	17.62	29.18
Geofono 16	38.75	31.63	20.56	21.81	19.37	20.43	2.93	12.72	17.96	27.43
Geofono 17	41.25	32.90	22.10	23.56	21.46	22.53	6.07	7.13	16.56	26.37
Geofono 18	43.75	33.81	23.25	24.96	22.87	23.93	10.27	4.67	15.52	25.68
Geofono 19	46.25	34.56	25.14	25.68	24.28	24.96	11.31	5.38	14.47	23.93
Geofono 20	48.75	35.20	25.79	26.71	26.71	24.28	11.68	10.63	13.43	22.18
Geofono 21	51.25	36.34	26.54	27.78	27.06	25.31	11.68	13.77	5.38	20.78
Geofono 22	53.75	37.50	27.70	28.12	27.78	26.03	12.38	15.18	3.26	15.52
Geofono 23	56.25	38.13	27.95	28.81	27.78	26.03	13.77	15.52	8.18	9.93
Geofono 24	58.75	38.63	28.34	30.93	30.56	28.81	14.47	16.21	10.27	5.03
Distanza scoppi m		0.00	7.50	15.00	22.50	30.00	37.50	45.00	52.50	60.00

ELABORAZIONE (Metodo delle intercette)

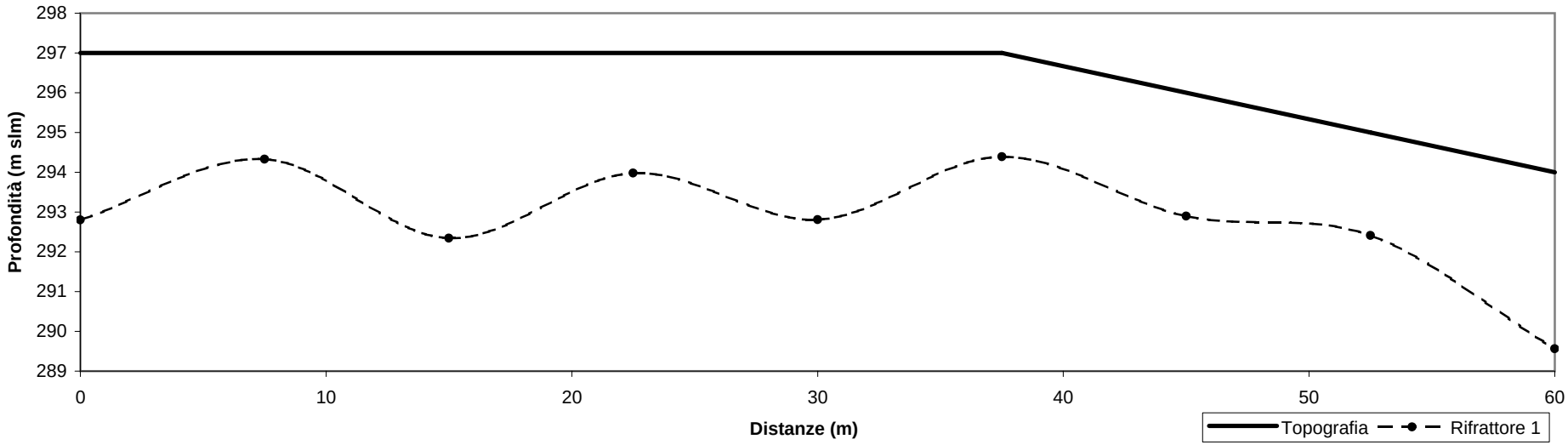
Scoppio n°	Ubicazione (m)	Quota (m slm)	Rifrattore 1		Rifrattore 2		Velocità onde sismiche (m/s)			
			Profondità (m)	Quota (m slm)	Profondità m	Quota (m slm)	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
1	0.00	297.00	4.20	292.80	-	-	473	2718	-	-
2	7.50	297.00	2.67	294.33	-	-	555	2629	-	-
3	15.00	297.00	4.66	292.34	-	-	563	2782	-	-
4	22.50	297.00	3.02	293.98	-	-	513	1554	-	-
5	30.00	297.00	4.19	292.81	-	-	445	2338	-	-
6	37.50	297.00	2.61	294.39	-	-	504	2780	-	-
7	45.00	296.00	3.10	292.90	-	-	452	2609	-	-
8	52.50	295.00	2.59	292.41	-	-	443	2417	-	-
9	60.00	294.00	4.44	289.56	-	-	474	2459	-	-

NOTE

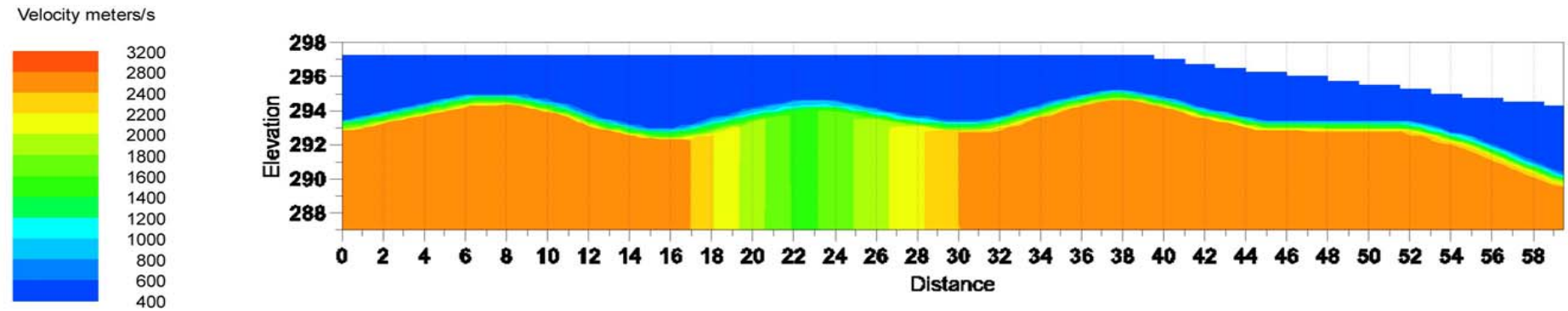
DROMOCROME


Tempi di arrivo (ms)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0
10
20
30
40
50
60
Distanze (m)

PROFILO RIFRATTORI



PROFILO VELOCITA' SISMICA



INDAGINE SISIMICA A RIFRAZIONE

Committente:	**Comune di Genova**	Sistema di acquisizione:	**Pasi**
Località:	**S. Carlo di Cese - Pegli (GE)**	Sistema energizzazione:	**mazza 10 kg**
Stendimento:	**B**	Data:	**26/04/10**

RISULTATO INDAGINE

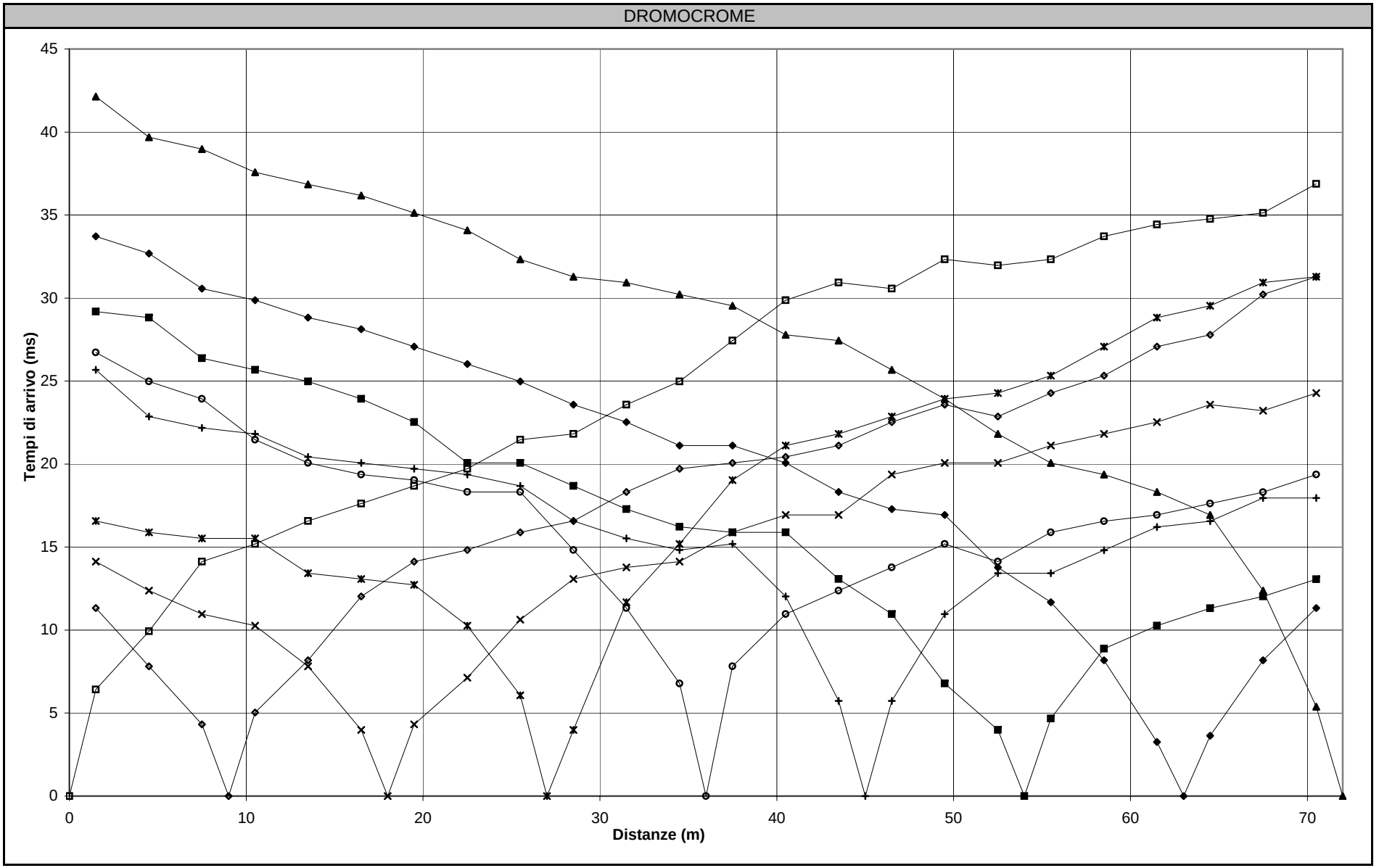
Numero geofono	Dist. (m)	Tempi di primo arrivo (ms)								
		SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9
Geofono 1	1.50	6.42	11.32	14.13	16.57	26.72	25.68	29.18	33.72	42.13
Geofono 2	4.50	9.93	7.82	12.38	15.88	24.97	22.87	28.82	32.68	39.68
Geofono 3	7.50	14.13	4.32	10.97	15.52	23.93	22.18	26.37	30.57	38.97
Geofono 4	10.50	15.18	5.03	10.27	15.52	21.47	21.82	25.68	29.87	37.58
Geofono 5	13.50	16.57	8.18	7.82	13.43	20.07	20.43	24.97	28.82	36.85
Geofono 6	16.50	17.62	12.02	3.98	13.07	19.37	20.07	23.93	28.12	36.18
Geofono 7	19.50	18.68	14.13	4.32	12.72	19.03	19.72	22.53	27.07	35.13
Geofono 8	22.50	19.72	14.82	7.13	10.27	18.32	19.37	20.07	26.03	34.08
Geofono 9	25.50	21.47	15.88	10.63	6.07	18.32	18.68	20.07	24.97	32.33
Geofono 10	28.50	21.82	16.57	13.07	3.98	14.82	16.57	18.68	23.57	31.28
Geofono 11	31.50	23.57	18.32	13.77	11.68	11.32	15.52	17.28	22.53	30.93
Geofono 12	34.50	24.97	19.72	14.13	15.18	6.78	14.82	16.22	21.12	30.22
Geofono 13	37.50	27.43	20.07	15.88	19.03	7.82	15.18	15.88	21.12	29.53
Geofono 14	40.50	29.87	20.43	16.93	21.12	10.97	12.02	15.88	20.07	27.78
Geofono 15	43.50	30.93	21.12	16.93	21.82	12.38	5.73	13.07	18.32	27.43
Geofono 16	46.50	30.57	22.53	19.37	22.87	13.77	5.73	10.97	17.28	25.68
Geofono 17	49.50	32.33	23.57	20.07	23.93	15.18	10.97	6.78	16.93	23.93
Geofono 18	52.50	31.97	22.87	20.07	24.28	14.13	13.43	3.98	13.77	21.82
Geofono 19	55.50	32.33	24.28	21.12	25.32	15.88	13.43	4.67	11.68	20.07
Geofono 20	58.50	33.72	25.32	21.82	27.07	16.56	14.81	8.88	8.18	19.37
Geofono 21	61.50	34.43	27.07	22.53	28.82	16.93	16.21	10.27	3.26	18.32
Geofono 22	64.50	34.77	27.78	23.57	29.53	17.62	16.56	11.31	3.63	16.93
Geofono 23	67.50	35.13	30.22	23.22	30.93	18.31	17.96	12.02	8.18	12.38
Geofono 24	70.50	36.88	31.28	24.28	31.28	19.37	17.96	13.06	11.32	5.38
Distanza scoppi m		0.00	9.00	18.00	27.00	36.00	45.00	54.00	63.00	72.00

ELABORAZIONE (Metodo delle intercette)

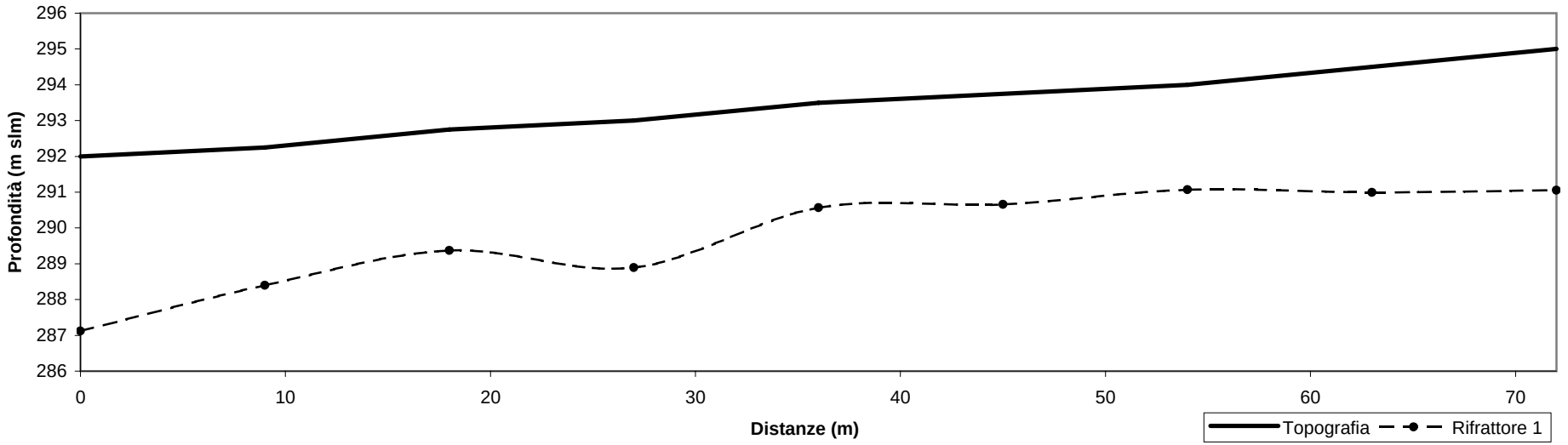
Scoppio n°	Ubicazione (m)	Quota (m slm)	Rifrattore 1		Rifrattore 2		Velocità onde sismiche (m/s)			
			Profondità (m)	Quota (m slm)	Profondità m	Quota (m slm)	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
1	0.00	292.00	4.88	287.12	-	-	778	2689	-	-
2	9.00	292.25	3.85	288.40	-	-	702	3185	-	-
3	18.00	292.75	3.38	289.37	-	-	765	2816	-	-
4	27.00	293.00	4.11	288.89	-	-	613	3375	-	-
5	36.00	293.50	2.93	290.57	-	-	491	3246	-	-
6	45.00	293.75	3.09	290.66	-	-	526	3536	-	-
7	54.00	294.00	2.93	291.07	-	-	678	2808	-	-
8	63.00	294.50	3.51	290.99	-	-	729	2858	-	-
9	72.00	295.00	3.95	291.05	-	-	520	2622	-	-

NOTE

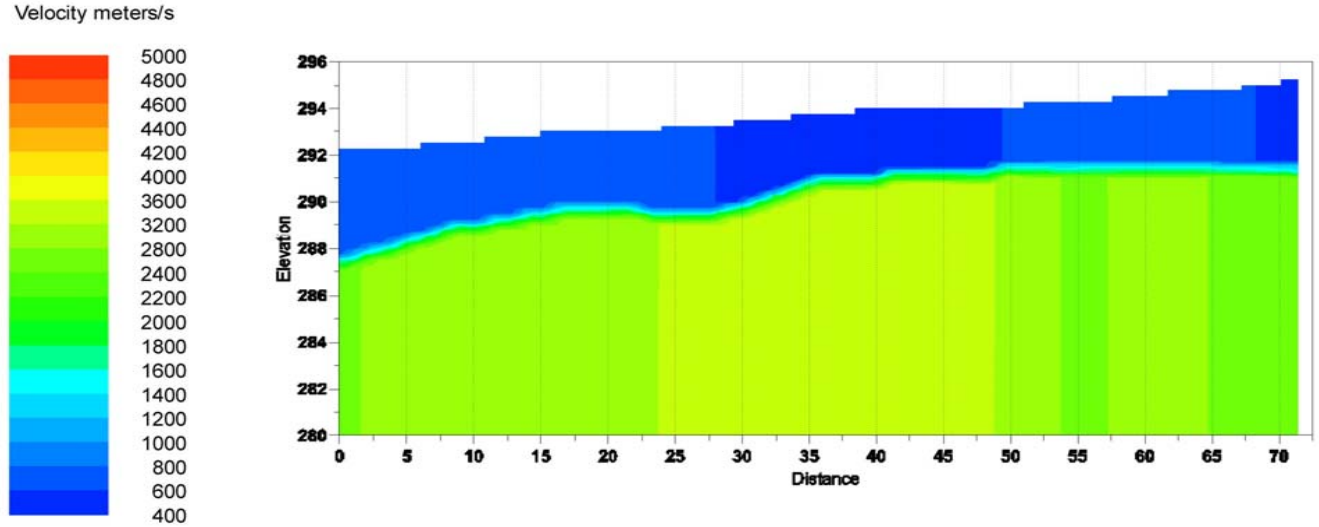
DROMOCROME


Tempi di arrivo (ms)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
0
10
20
30
40
50
60
70
Distanze (m)

PROFILO RIFRATTORI



PROFILO VELOCITA' SISMICA



INDAGINE SISIMICA A RIFRAZIONE

Committente:	**Comune di Genova**	Sistema di acquisizione:	**Pasi**
Località:	**S. Carlo di Cese - Pegli (GE)**	Sistema energizzazione:	**mazza 10 kg**
Stendimento:	**C**	Data:	**26/04/10**

RISULTATO INDAGINE

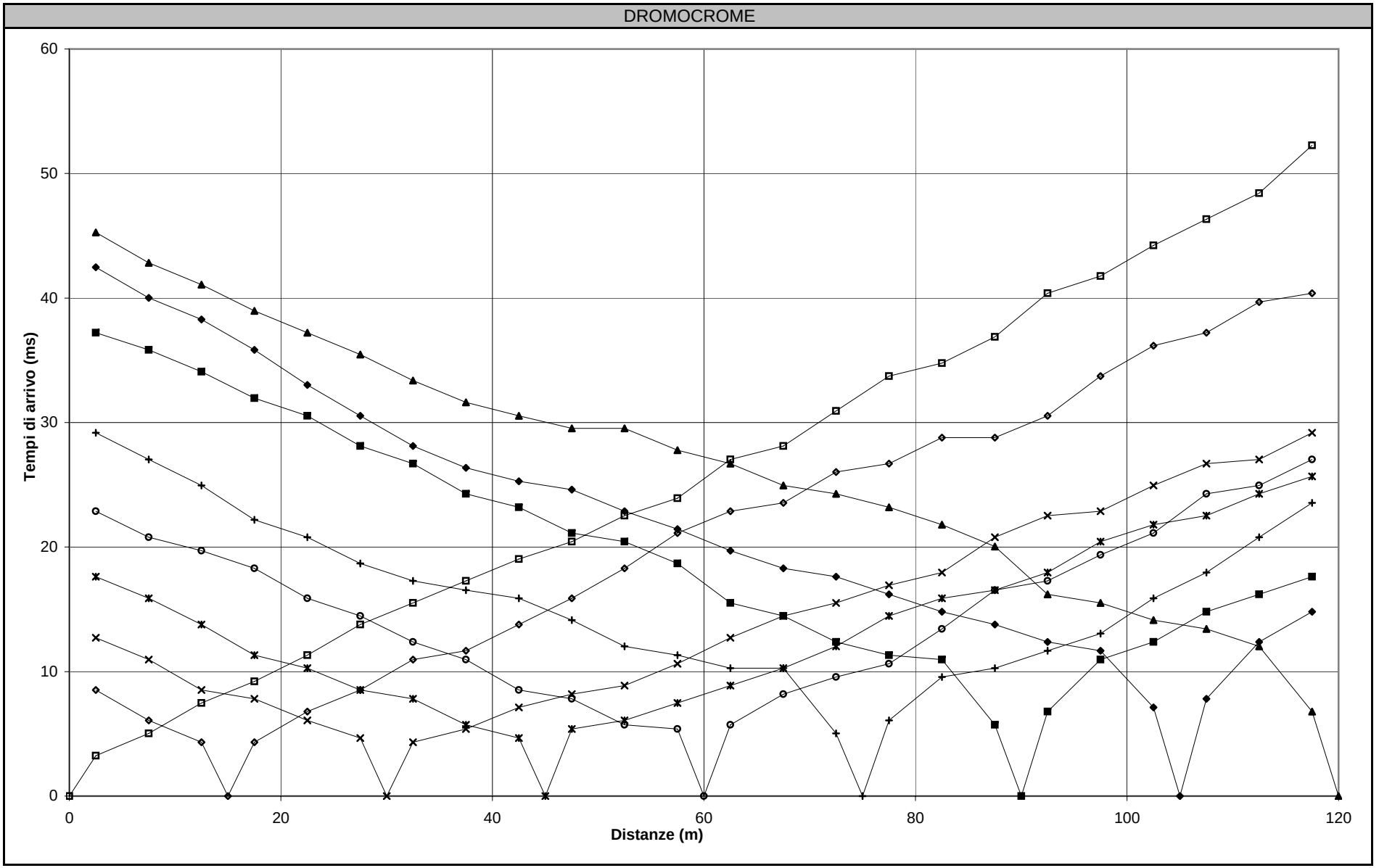
Numero geofono	Dist. (m)	Tempi di primo arrivo (ms)								
		SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9
Geofono 1	2.50	3.25	8.52	12.72	17.62	22.87	29.18	37.22	42.47	45.27
Geofono 2	7.50	5.03	6.07	10.97	15.88	20.78	27.04	35.83	40.02	42.83
Geofono 3	12.50	7.48	4.32	8.52	13.77	19.70	24.95	34.08	38.27	41.08
Geofono 4	17.50	9.22	4.32	7.82	11.31	18.29	22.18	31.95	35.83	38.97
Geofono 5	22.50	11.31	6.78	6.07	10.27	15.88	20.78	30.54	33.02	37.22
Geofono 6	27.50	13.77	8.52	4.67	8.52	14.47	18.68	28.12	30.54	35.47
Geofono 7	32.50	15.52	10.97	4.32	7.82	12.38	17.28	26.70	28.12	33.38
Geofono 8	37.50	17.28	11.68	5.38	5.73	10.97	16.54	24.28	26.37	31.62
Geofono 9	42.50	19.03	13.77	7.13	4.67	8.52	15.88	23.20	25.29	30.54
Geofono 10	47.50	20.43	15.88	8.18	5.38	7.82	14.13	21.12	24.62	29.53
Geofono 11	52.50	22.53	18.29	8.88	6.07	5.73	12.02	20.43	22.87	29.53
Geofono 12	57.50	23.93	21.12	10.63	7.48	5.38	11.31	18.68	21.45	27.78
Geofono 13	62.50	27.04	22.87	12.72	8.88	5.73	10.27	15.52	19.70	26.70
Geofono 14	67.50	28.12	23.54	14.47	10.27	8.18	10.27	14.47	18.29	24.95
Geofono 15	72.50	30.93	26.03	15.52	12.02	9.56	5.03	12.38	17.62	24.28
Geofono 16	77.50	33.72	26.70	16.93	14.47	10.63	6.07	11.31	16.20	23.20
Geofono 17	82.50	34.77	28.79	17.95	15.88	13.43	9.56	10.97	14.81	21.79
Geofono 18	87.50	36.88	28.79	20.78	16.54	16.54	10.27	5.73	13.77	20.04
Geofono 19	92.50	40.38	30.54	22.53	17.95	17.28	11.68	6.78	12.38	16.20
Geofono 20	97.50	41.77	33.72	22.87	20.43	19.37	13.06	10.97	11.68	15.52
Geofono 21	102.50	44.22	36.18	24.95	21.79	21.12	15.88	12.38	7.13	14.13
Geofono 22	107.50	46.33	37.22	26.70	22.53	24.28	17.95	14.81	7.82	13.43
Geofono 23	112.50	48.43	39.68	27.04	24.28	24.95	20.78	16.20	12.38	12.02
Geofono 24	117.50	52.27	40.38	29.18	25.68	27.04	23.54	17.62	14.81	6.78
Distanza scoppi m		0.00	15.00	30.00	45.00	60.00	75.00	90.00	105.00	120.00

ELABORAZIONE (Metodo delle intercette)

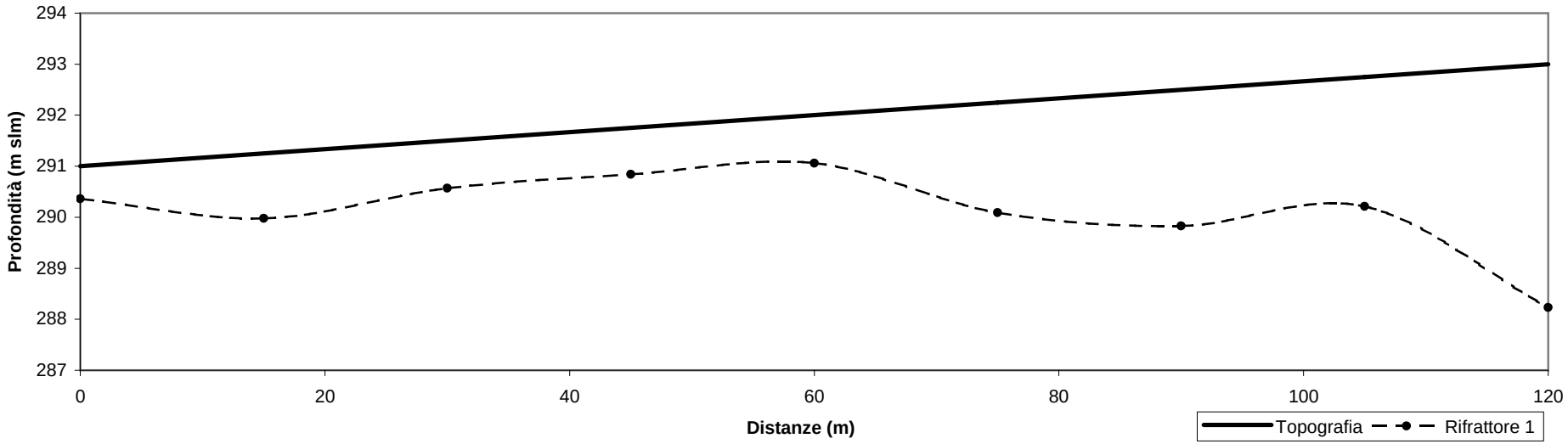
Scoppio n°	Ubicazione (m)	Quota (m slm)	Rifrattore 1		Rifrattore 2		Velocità onde sismiche (m/s)			
			Profondità (m)	Quota (m slm)	Profondità m	Quota (m slm)	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
1	0.00	291.00	0.64	290.36	-	-	762	2425	-	-
2	15.00	291.25	1.27	289.98	-	-	577	2571	-	-
3	30.00	291.50	0.93	290.57	-	-	556	3242	-	-
4	45.00	291.75	0.91	290.84	-	-	499	3199	-	-
5	60.00	292.00	0.94	291.06	-	-	450	2760	-	-
6	75.00	292.25	2.16	290.09	-	-	757	2843	-	-
7	90.00	292.50	2.67	289.83	-	-	683	2910	-	-
8	105.00	292.75	2.54	290.21	-	-	623	2484	-	-
9	120.00	293.00	4.77	288.23	-	-	955	3485	-	-

NOTE

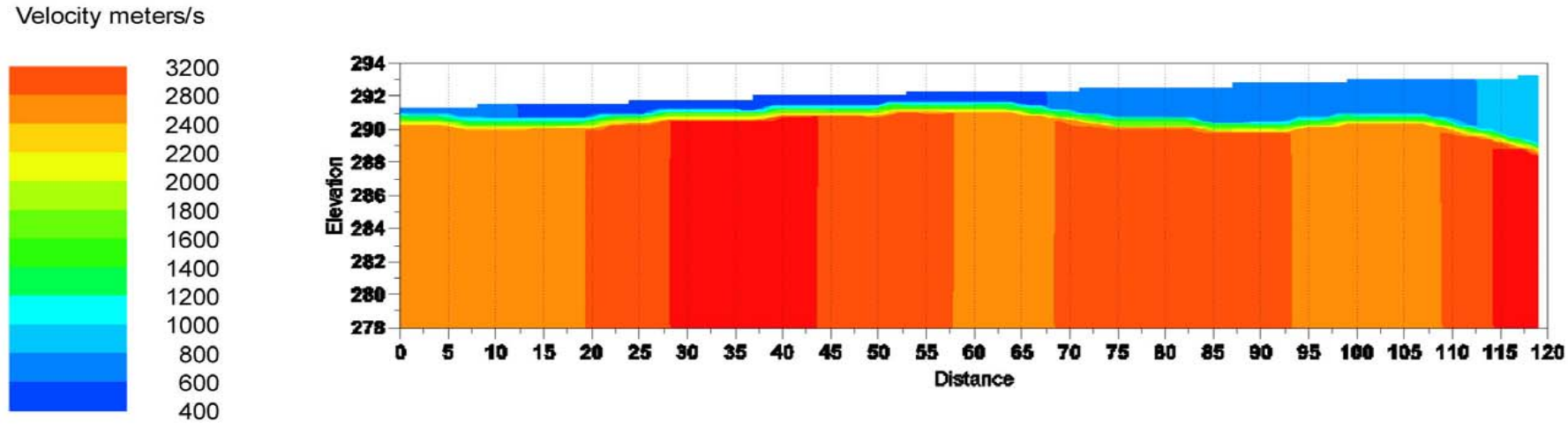
DROMOCROME


Tempi di arrivo (ms)
0
10
20
30
40
50
60
0
20
40
60
80
100
120
Distanze (m)

PROFILO RIFRATTORI



PROFILO VELOCITA' SISMICA



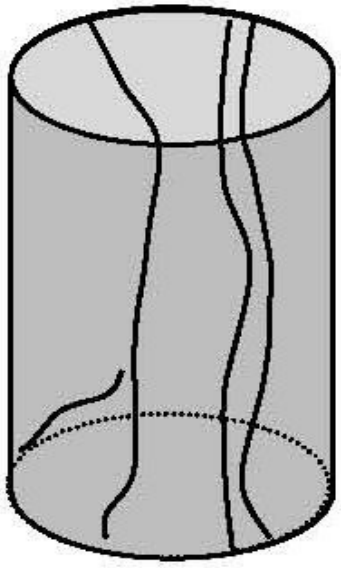
DETERMINAZIONE RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA (ASTM 7012-07 METODO C)

DATI CANTIERE	
COMMITTENTE	**COMUNE DI GENOVA**
LOCALITA'	**S. Carlo di Cese - Pegli (GE)**
DATA	**maggio-10**

DATI CAMPIONE	
SONDAGGIO	**S13**
CAMPIONE	**CR2**
PROFONDITA'	**2.80-3.00 m**
LITOLOGIA	**Serpentiniti**

CARATTERISTICHE FISICHE	
PESO DI VOLUME (Kn/M^3)	**27,32**
CONDIZIONI DI UMIDITA' A INIZIO PROVA	**Asciugato all'aria**

ROTTURA			
CARICO (KN)	**32,60**	TEMPERATURA (°C)	**20,5**
σ (Mpa)	**6,67**	VELOCITA' DI APPLICA. CARICO (MPa/s)	**0,15**

SCHIZZO DEL PROVINO A ROTTURA	NOTE
	

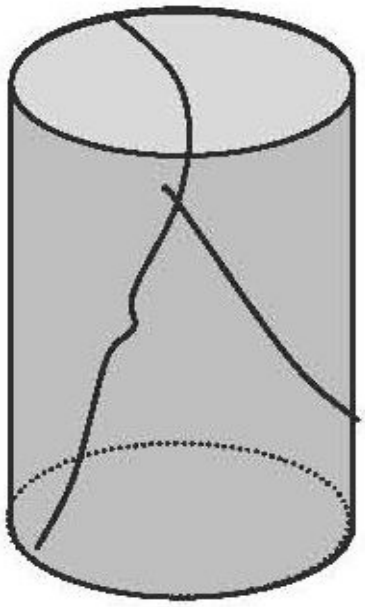
DETERMINAZIONE RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA (ASTM 7012-07 METODO C)

DATI CANTIERE	
COMMITTENTE	**COMUNE DI GENOVA**
LOCALITA'	**S. Carlo di Cese - Pegli (GE)**
DATA	**maggio-10**

DATI CAMPIONE	
SONDAGGIO	**S13**
CAMPIONE	**CR3**
PROFONDITA'	**4.00-4.30 m**
LITOLOGIA	**Serpentiniti**

CARATTERISTICHE FISICHE	
PESO DI VOLUME (Kn/M^3)	**26,74**
CONDIZIONI DI UMIDITA' A INIZIO PROVA	**Asciugato all'aria**

ROTTURA			
CARICO (KN)	**152,00**	TEMPERATURA (°C)	**20,5**
σ (Mpa)	**31,41**	VELOCITA' DI APPLICA. CARICO (MPa/s)	**0,15**

SCHIZZO DEL PROVINO A ROTTURA	NOTE
	

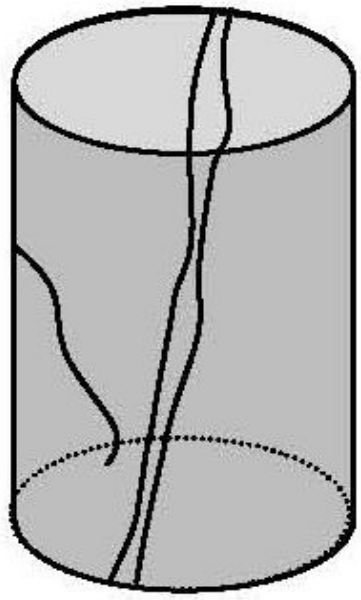
DETERMINAZIONE RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA (ASTM 7012-07 METODO C)

DATI CANTIERE	
COMMITTENTE	**COMUNE DI GENOVA**
LOCALITA'	**S. Carlo di Cese - Pegli (GE)**
DATA	**maggio-10**

DATI CAMPIONE	
SONDAGGIO	**S13**
CAMPIONE	**CR1**
PROFONDITA'	**2.50-2.70 m**
LITOLOGIA	**Serpentiniti**

CARATTERISTICHE FISICHE	
PESO DI VOLUME (Kn/M^3)	**27,85**
CONDIZIONI DI UMIDITA' A INIZIO PROVA	**Asciugato all'aria**

ROTTURA			
CARICO (KN)	**128,30**	TEMPERATURA (°C)	**20,5**
σ (Mpa)	**26,51**	VELOCITA' DI APPLICA. CARICO (MPa/s)	**0,15**

SCHIZZO DEL PROVINO A ROTTURA	NOTE
	

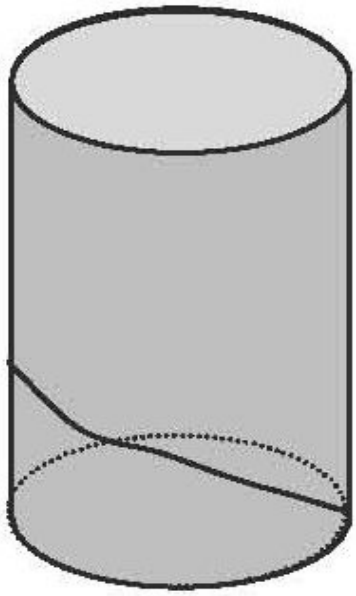
DETERMINAZIONE RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA (ASTM 7012-07 METODO C)

DATI CANTIERE	
COMMITTENTE	**COMUNE DI GENOVA**
LOCALITA'	**S. Carlo di Cese - Pegli (GE)**
DATA	**maggio-10**

DATI CAMPIONE	
SONDAGGIO	**S13**
CAMPIONE	**CR4**
PROFONDITA'	**4.45-4.55 m**
LITOLOGIA	**Serpentiniti**

CARATTERISTICHE FISICHE	
PESO DI VOLUME (Kn/M^3)	**27,64**
CONDIZIONI DI UMIDITA' A INIZIO PROVA	**Asciugato all'aria**

ROTTURA			
CARICO (KN)	**55,70**	TEMPERATURA (°C)	**20,5**
σ (Mpa)	**11,51**	VELOCITA' DI APPLICA. CARICO (MPa/s)	**0,15**

SCHIZZO DEL PROVINO A ROTTURA	NOTE
	

INDAGINE SISIMICA A RIFRAZIONE

Committente:	**Comune di Genova**	Sistema di acquisizione:	**Pasi**
Località:	**S. Carlo di Cese - Pegli (GE)**	Sistema energizzazione:	**mazza 10 kg**
Stendimento:	**D**	Data:	**26/04/10**

RISULTATO INDAGINE

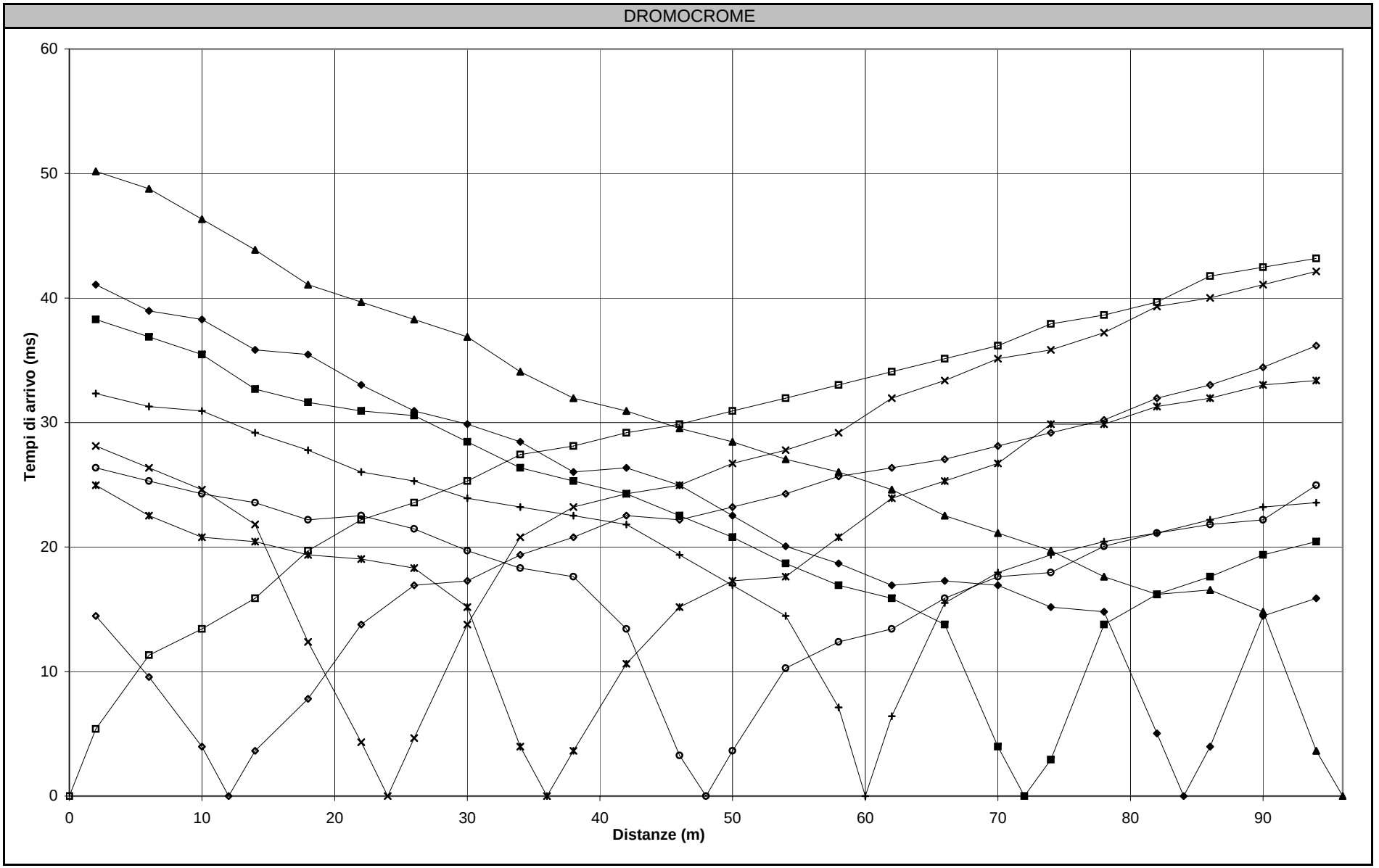
Numero geofono	Dist. (m)	Tempi di primo arrivo (ms)								
		SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9
Geofono 1	2.00	5.38	14.47	28.12	24.96	26.37	32.33	38.27	41.08	50.18
Geofono 2	6.00	11.31	9.56	26.37	22.53	25.31	31.28	36.88	38.97	48.77
Geofono 3	10.00	13.43	3.98	24.62	20.78	24.28	30.93	35.47	38.27	46.33
Geofono 4	14.00	15.88	3.63	21.81	20.43	23.56	29.18	32.68	35.83	43.88
Geofono 5	18.00	19.71	7.82	12.38	19.37	22.18	27.78	31.62	35.47	41.08
Geofono 6	22.00	22.18	13.77	4.32	19.03	22.53	26.03	30.93	33.02	39.68
Geofono 7	26.00	23.56	16.93	4.67	18.31	21.46	25.31	30.56	30.93	38.27
Geofono 8	30.00	25.31	17.28	13.77	15.18	19.71	23.93	28.46	29.87	36.88
Geofono 9	34.00	27.43	19.37	20.78	3.98	18.31	23.21	26.37	28.46	34.08
Geofono 10	38.00	28.12	20.78	23.21	3.63	17.62	22.53	25.31	26.03	31.96
Geofono 11	42.00	29.18	22.53	24.28	10.63	13.43	21.81	24.28	26.37	30.93
Geofono 12	46.00	29.87	22.18	24.96	15.18	3.26	19.37	22.53	24.96	29.53
Geofono 13	50.00	30.93	23.21	26.71	17.28	3.63	16.93	20.78	22.53	28.46
Geofono 14	54.00	31.96	24.28	27.78	17.62	10.27	14.47	18.68	20.06	27.06
Geofono 15	58.00	33.02	25.68	29.18	20.78	12.38	7.13	16.93	18.68	26.03
Geofono 16	62.00	34.08	26.37	31.96	23.93	13.43	6.42	15.88	16.93	24.62
Geofono 17	66.00	35.13	27.06	33.38	25.31	15.88	15.52	13.77	17.28	22.53
Geofono 18	70.00	36.18	28.12	35.13	26.71	17.62	17.96	3.98	16.93	21.12
Geofono 19	74.00	37.93	29.18	35.83	29.87	17.96	19.37	2.93	15.18	19.71
Geofono 20	78.00	38.63	30.21	37.22	29.87	20.06	20.43	13.77	14.81	17.62
Geofono 21	82.00	39.68	31.96	39.33	31.28	21.12	21.12	16.21	5.03	16.21
Geofono 22	86.00	41.77	33.02	40.02	31.96	21.81	22.18	17.62	3.98	16.56
Geofono 23	90.00	42.47	34.43	41.08	33.02	22.18	23.21	19.37	14.47	14.81
Geofono 24	94.00	43.18	36.18	42.13	33.38	24.96	23.56	20.43	15.88	3.63
Distanza scoppi m		0.00	12.00	24.00	36.00	48.00	60.00	72.00	84.00	96.00

ELABORAZIONE (Metodo delle intercette)

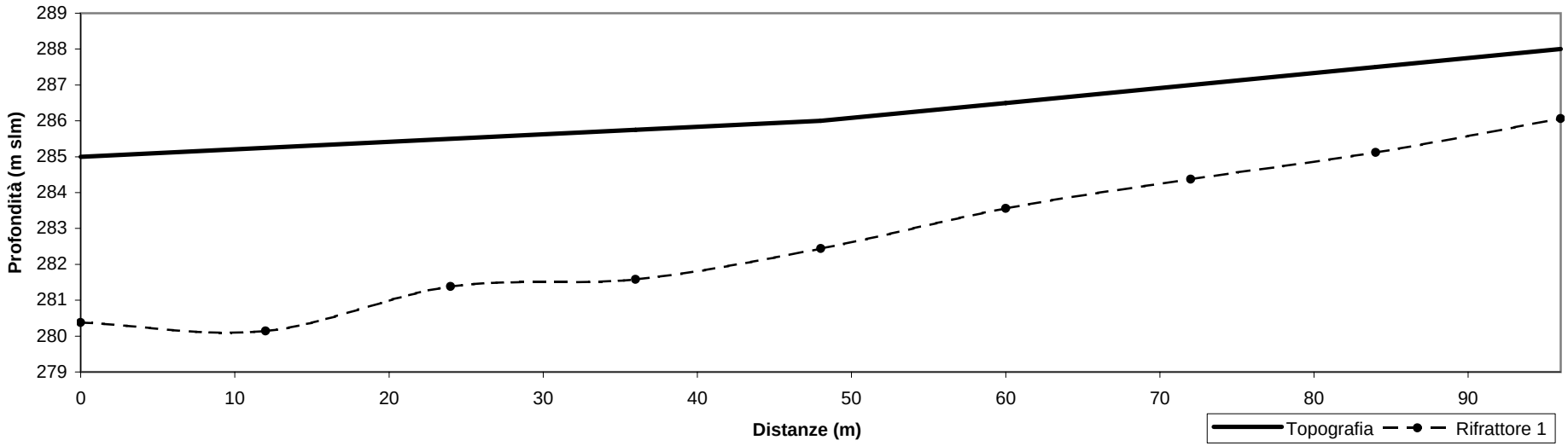
Scoppio n°	Ubicazione (m)	Quota (m slm)	Rifrattore 1		Rifrattore 2		Velocità onde sismiche (m/s)			
			Profondità (m)	Quota (m slm)	Profondità m	Quota (m slm)	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
1	0.00	285.00	4.62	280.38	-	-	672	3004	-	-
2	12.00	285.25	5.11	280.14	-	-	758	3737	-	-
3	24.00	285.50	4.12	281.38	-	-	469	2273	-	-
4	36.00	285.75	4.17	281.58	-	-	601	3045	-	-
5	48.00	286.00	3.56	282.44	-	-	575	3446	-	-
6	60.00	286.50	2.94	283.56	-	-	400	3376	-	-
7	72.00	287.00	2.63	284.37	-	-	435	2550	-	-
8	84.00	287.50	2.38	285.12	-	-	409	2812	-	-
9	96.00	288.00	1.94	286.06	-	-	358	2504	-	-

NOTE

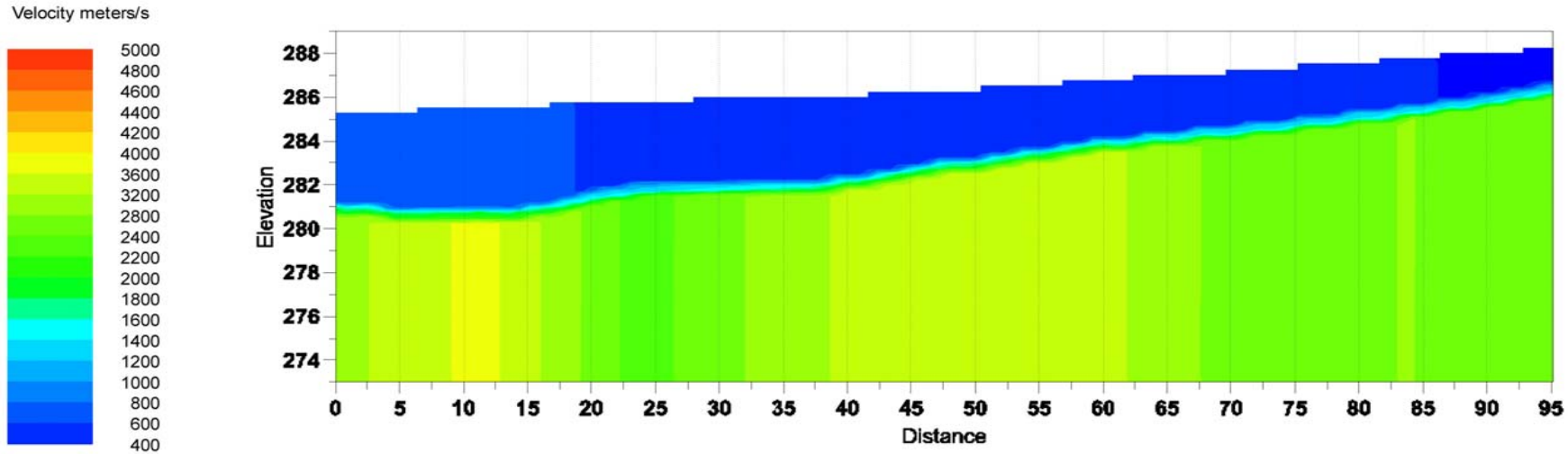
DROMOCROME


Tempi di arrivo (ms)
0
10
20
30
40
50
60
Distanze (m)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90

PROFILO RIFRATTORI



PROFILO VELOCITA' SISMICA



INDAGINE SISIMICA A RIFRAZIONE

Committente:	**Comune di Genova**	Sistema di acquisizione:	**Pasi**
Località:	**S. Carlo di Cese - Pegli (GE)**	Sistema energizzazione:	**mazza 10 kg**
Stendimento:	**E**	Data:	**26/04/10**

RISULTATO INDAGINE

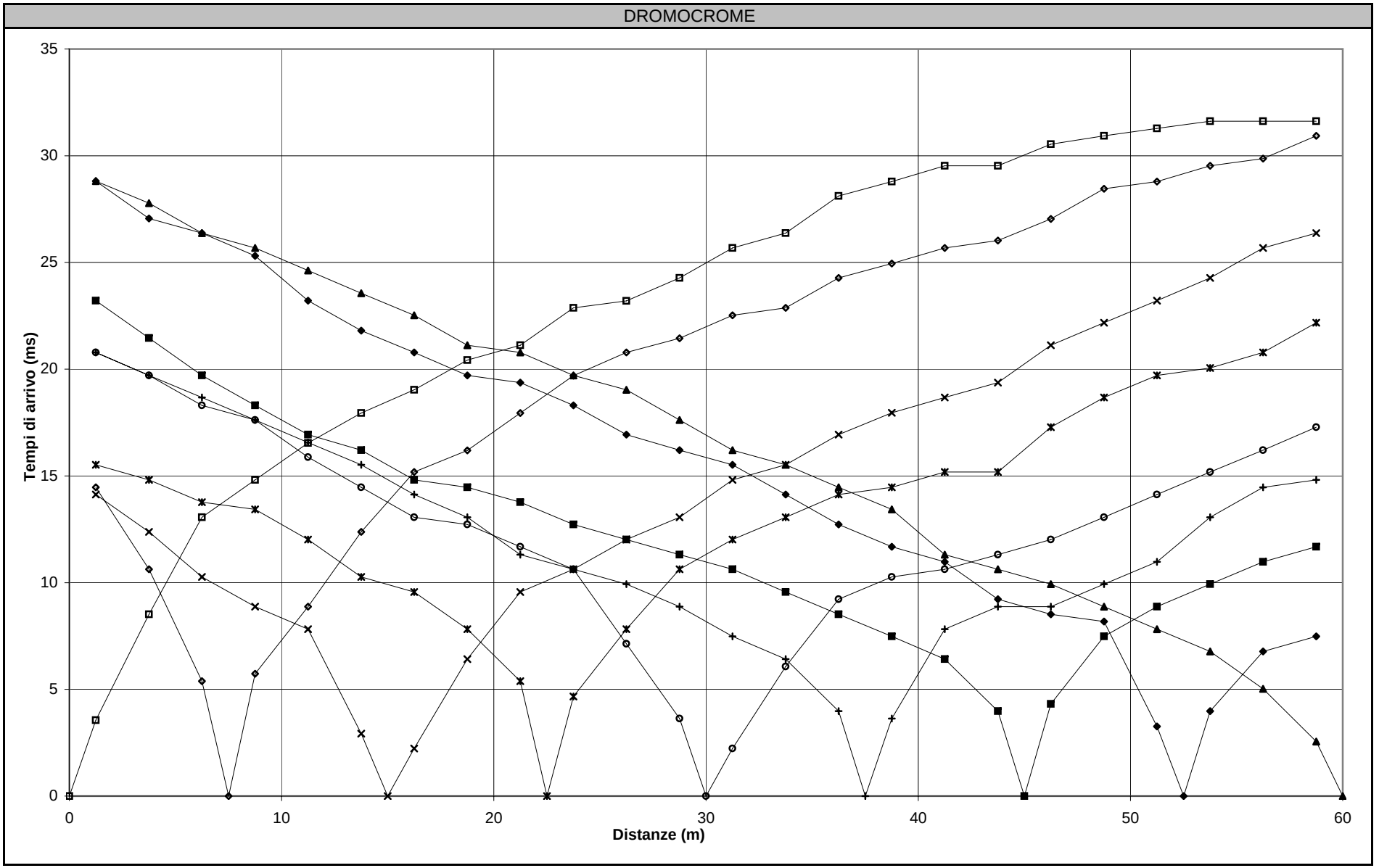
Numero geofono	Dist. (m)	Tempi di primo arrivo (ms)								
		SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9
Geofono 1	1.25	3.56	14.47	14.13	15.52	20.78	20.78	23.21	28.81	28.81
Geofono 2	3.75	8.52	10.63	12.38	14.81	19.71	19.71	21.46	27.06	27.78
Geofono 3	6.25	13.06	5.38	10.27	13.77	18.31	18.68	19.71	26.37	26.37
Geofono 4	8.75	14.81	5.73	8.88	13.43	17.62	17.62	18.31	25.31	25.68
Geofono 5	11.25	16.54	8.88	7.82	12.02	15.88	16.56	16.93	23.21	24.62
Geofono 6	13.75	17.95	12.38	2.93	10.27	14.47	15.52	16.21	21.81	23.56
Geofono 7	16.25	19.03	15.18	2.23	9.56	13.06	14.13	14.81	20.78	22.53
Geofono 8	18.75	20.43	16.20	6.42	7.82	12.72	13.06	14.47	19.71	21.12
Geofono 9	21.25	21.12	17.95	9.56	5.38	11.68	11.31	13.77	19.37	20.78
Geofono 10	23.75	22.87	19.70	10.63	4.67	10.63	10.63	12.72	18.31	19.71
Geofono 11	26.25	23.20	20.78	12.02	7.82	7.13	9.93	12.02	16.93	19.03
Geofono 12	28.75	24.28	21.45	13.06	10.63	3.63	8.88	11.31	16.21	17.62
Geofono 13	31.25	25.68	22.53	14.81	12.02	2.23	7.48	10.63	15.52	16.21
Geofono 14	33.75	26.37	22.87	15.52	13.06	6.07	6.42	9.56	14.13	15.52
Geofono 15	36.25	28.12	24.28	16.93	14.13	9.22	3.98	8.52	12.72	14.47
Geofono 16	38.75	28.79	24.95	17.96	14.47	10.27	3.63	7.48	11.68	13.43
Geofono 17	41.25	29.53	25.68	18.68	15.18	10.63	7.82	6.42	10.97	11.31
Geofono 18	43.75	29.53	26.03	19.37	15.18	11.31	8.88	3.98	9.22	10.63
Geofono 19	46.25	30.54	27.04	21.12	17.28	12.02	8.88	4.32	8.52	9.93
Geofono 20	48.75	30.93	28.45	22.18	18.68	13.06	9.93	7.48	8.18	8.88
Geofono 21	51.25	31.28	28.79	23.21	19.71	14.13	10.97	8.88	3.26	7.82
Geofono 22	53.75	31.62	29.53	24.28	20.06	15.18	13.06	9.93	3.98	6.78
Geofono 23	56.25	31.62	29.87	25.68	20.78	16.21	14.47	10.97	6.78	5.03
Geofono 24	58.75	31.62	30.93	26.37	22.18	17.28	14.81	11.68	7.48	2.56
Distanza scoppi m		0.00	7.50	15.00	22.50	30.00	37.50	45.00	52.50	60.00

ELABORAZIONE (Metodo delle intercette)

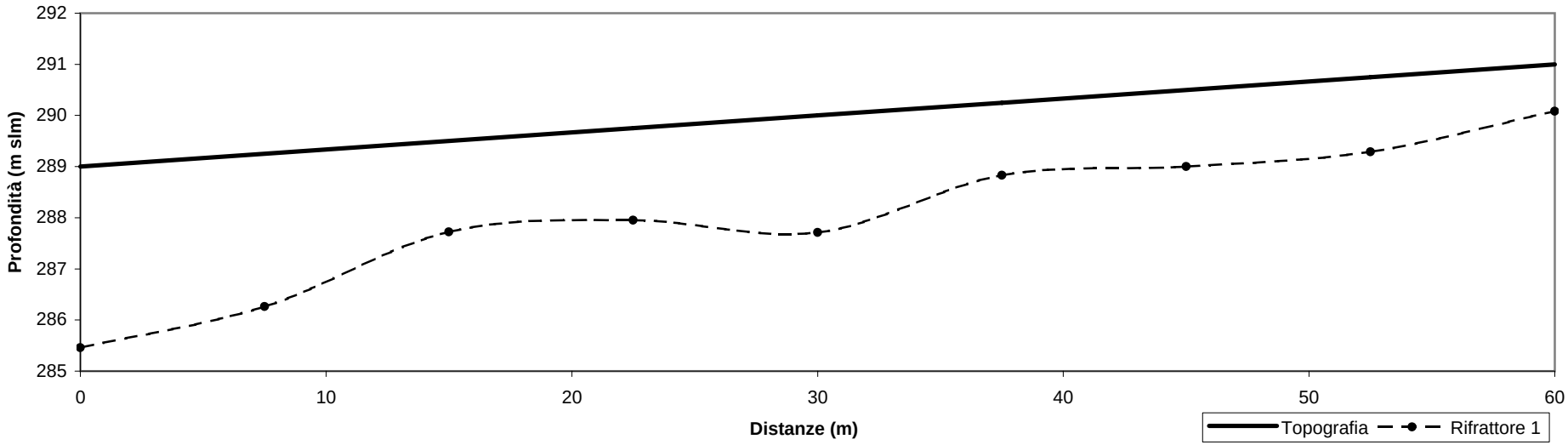
Scoppio n°	Ubicazione (m)	Quota (m slm)	Rifrattore 1		Rifrattore 2		Velocità onde sismiche (m/s)			
			Profondità (m)	Quota (m slm)	Profondità m	Quota (m slm)	Strato 1	Strato 2	Strato 3	Strato 4
1	0.00	289.00	3.54	285.46	-	-	527	2778	-	-
2	7.50	289.25	2.99	286.26	-	-	467	2669	-	-
3	15.00	289.50	1.78	287.72	-	-	565	1828	-	-
4	22.50	289.75	1.80	287.95	-	-	532	2473	-	-
5	30.00	290.00	2.29	287.71	-	-	632	2446	-	-
6	37.50	290.25	1.42	288.83	-	-	530	2279	-	-
7	45.00	290.50	1.50	289.00	-	-	542	2490	-	-
8	52.50	290.75	1.46	289.29	-	-	505	2803	-	-
9	60.00	291.00	0.92	290.08	-	-	484	2319	-	-

NOTE

DROMOCROME


Tempi di arrivo (ms)
0
5
10
15
20
25
30
35
0
10
20
30
40
50
60
Distanze (m)

PROFILO RIFRATTORI



PROFILO VELOCITA' SISMICA

