

*Committente:*

Spett.le  
**Francesco Panarello**  
**Biscotti & Panettoni S.p.A.**  
[REDACTED]  
[REDACTED] Sanremo (IM)

*Progetto:*

**Ampliamento edificio industriale in  
via Carso 111, Genova**

*Oggetto:*

**Relazione geologica**  
D.M. Infrastrutture 17.01.2018.  
R.D. n. 3267/1923 e L.R. n. 4/1999

Revisione: REV.0  
Descrizione: Prima Emissione  
Data: **febbraio 2020**  
File: 1912LS\_188RST

## SOMMARIO

<b>1.0. PREMESSA</b>	pag. 3
<b>2.0 INQUADRAMENTO NORMATIVO</b>	pag. 3
<b>3.0 DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO</b>	pag. 4
3.1. <i>profilo geologico - geomorfologico</i>	pag. 4
3.2. <i>profilo idrogeologico - idrografico</i>	pag. 6
<b>4.0. INDAGINI IN SITO</b>	pag. 6
4.1. <i>indagini precedenti</i>	pag. 7
4.2. <i>sondaggi geognostici attuali</i>	pag. 10
<b>5.0. PROFILO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO</b>	pag. 12
5.1. <i>copertura sciolta</i>	pag. 12
5.2. <i>substrato roccioso</i>	pag. 13
<b>6.0. CONSIDERAZIONI DI CARATTERE SISMICO</b>	pag. 14
<b>7.0. REGIMAZIONE DELLE ACQUE</b>	pag. 15
<b>8.0. RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE</b>	pag. 17
<b>9.0. CONCLUSIONI E GIUDIZIO DI COMPATIBILITA'</b>	pag. 18

## ELENCO ALLEGATI

- Figura n.1** Corografia dell'area
- Figura n.2** Estratti cartografici PdB e PUC
- Figura n.3** Carta geologica
- Figura n.4** Planimetria dell'area
- Figura n.5** Planimetria indagini esistenti
- Figura n.6** Indagini in sito precedenti: sondaggi geognostici  
indagini sismiche
- Figura n.7** Indagini in sito attuali
- Figura n.8** Inviluppo a rottura ammasso roccioso
- Figura n.9** Parametri sismici
- Figura n.10** Sezioni stratigrafiche
- Figura n.11** Carta delle criticità geo-idrologiche
- Figura n.12** Valutazione del rapporto di permeabilità e  
dimensionamento della vasca di laminazione
- Figura n.13** Tavola di regimazione delle acque

## 1.0. PREMESSA

Su incarico della Committenza, sono state condotte le indagini geologiche sui terreni interessati dalle opere a progetto, relativamente all'ampliamento del fabbricato industriale Panarello in via Carso nel Comune di Genova.

In particolare, gli interventi prevedono, per quanto di competenza geologica, l'ampliamento dell'edificio in corrispondenza del prospetto SE realizzando un piccolo corpo di forma trapezoidale, a sostituzione della tettoia da oggi presente.

E' prevista inoltre la ristrutturazione del piccolo edificio presente a valle della fabbrica con contestuale ampliamento da realizzare sul prospetto N.

E' prevista inoltre la realizzazione di un parcheggio a raso sull'ampia fascia di terreno adiacente ed il conseguente consolidamento dei muri di fascia esistenti.

Sarà ripristinato il sistema di regimazione delle acque ed implementato per le nuove superfici a progetto realizzando adeguate vasche di raccolta e laminazione delle acque.

L'area in esame è individuabile nella Carta Tecnica Regionale scala 1:5000 elemento n. 213164 *Staglieno* il cui stralcio è riportato in allegato (**Fig.1**).

## 2.0. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Le indagini sono state condotte in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti ed in particolare al Testo Unico D.M. Infrastrutture 17.01.2018 "Aggiornamento norme tecniche per le costruzioni – NTC 2018".

L'area d'intervento rientra nelle zone sottoposte al vincolo idrogeologico, ai sensi del R.D. n. 3267/1923 e L.R. n. 4/1999.

Con riferimento alla pianificazione di Bacino (P.d.B. Ambito 14 - T. Bisagno) si rileva che l'area di stretto intervento è classificata con suscettività al dissesto elevata Pg3b (rif.: art. 16 c3, art. 16 ter) e rischio geologico moderato R1.

Con riferimento all'art. 16 delle Norme di Attuazione, nelle aree a suscettività al dissesto elevata Pg3b *oltre al regime normativo applicato nelle aree Pg3a, è consentita anche la nuova edificazione e l'esecuzione di opere infrastrutturali, purché tali interventi siano previsti dallo strumento urbanistico comunale adeguato al presente Piano di bacino.*

Con riferimento alla carta di zonizzazione l'area ricade nella zona E - *Aree con suscettività d'uso fortemente condizionata;* come riportato sulle Norme Geologiche del PUC del Comune di Genova secondo l'art.12 c5 .....*"Nel caso di dissesti cartografati nel Piano di bacino, gli esisti di eventuali istanze di ripermetrazione e/o riclassificazione con conseguente modifica del Piano di bacino, ai sensi dell'art.10 comma 5 della L.R. 58/09, hanno immediata prevalenza rispetto agli elaborati di*

PUC.”; pertanto si fa riferimento al Piano di Bacino Ambito 14 – T. Bisagno, aggiornato con la DDG n. 6056 dell'11/10/2019 entrata in vigore il 30/10/2019.

Con riferimento a quanto prescritto nelle norme di P.U.C. circa la Permeabilità e efficienza idraulica dei suoli (Art.14, c5) il rapporto di permeabilità non risulta garantito, come si evince dalle tavole progettuali, poiché si realizza un incremento di impermeabilizzazione rendendo quindi necessaria la realizzazione di sistemi di rallentamento e laminazione; si rimanda quindi alle tavole di progetto per quanto riguarda la raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

Sono stati sviluppati i calcoli sulla base delle superfici in gioco per il corretto dimensionamento della vasca di laminazione in funzione della suddetta stima (**Fig.11**) e i dettagli vengono illustrati nel Cap.7 e nella Tavola di regimazione delle acque (**Fig.12**).

Considerate complessivamente le opere edilizie in oggetto è possibile affermare che gli interventi previsti non sono in contrasto con le norme urbanistiche ed edilizie vigenti a scala comunale e si attesta la conformità alla Normativa del Piano di Bacino Ambito 14 come espressamente richiesto dalle Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C..

### 3.0. 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.

#### 3.1. profilo geologico – geomorfologico

L'area oggetto d'intervento è situata in località San Pantaleo, a valle della fermata di Capolinea della caratteristica funicolare Zecca - Righi, ad una quota di circa 244.0 m s.l.m. (**Fig.1**).

Con riferimento al Foglio n°82 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000, “Genova”, alla più recente cartografia regionale - Foglio CARG, tav. 213 – 230 e la carta geologica a corredo del PUC del Comune di Genova (**Fig.3**), l'area in oggetto è inserita all'interno dell'Unità del Monte Antola, e in particolare al Flysch del M.te Antola, costituito da calcari marnosi, marne calcaree, calcareniti ed argilliti, disposti in strati di potenza variabile anche nell'ordine del metro, di colore grigio scuro se freschi e grigio chiaro nelle normali condizioni di alterazione.

Tale successione costituisce un ammasso roccioso eterogeneo, poiché nella sequenza stratigrafica sono rappresentati materiali a comportamento geomeccanico (e di suscettività all'alterazione o degradazione) molto differente. In particolare, le argilliti, tenere e facilmente sfaldabili in scaglie e degradabili in terreno sciolto di natura argillosa, intercalate ai livelli di calcare marnoso, tenaci e compatti, costituiscono un orizzonte fragile anche se percentualmente poco significativo, nell'ambito dell'ammasso roccioso.

L'assetto strutturale di questo settore può essere inquadrato nei processi di evoluzione tettonica polifasica del Dominio Ligure nell'ambito della messa in posto delle falde appenniniche (orogenesi appenninica) e presenta motivi tettonici associati a uno stile plicativo caratterizzato da diverse fasi deformative.

La ripresa del sollevamento della catena ha determinato, inoltre, lo sviluppo di una tettonica recente espressa da lineamenti fra loro subortogonali (NNE-SSW e WNW-ESE) che ha comportato lo sviluppo di un modello strutturale configurato a blocchi soggetti a fenomeni di dislocazione indipendente. Nell'ambito di studio tali elementi hanno condizionato l'orientazione del reticolo idrografico minore e il quadro strutturale dell'ammasso roccioso.

Alla scala del versante la stratificazione è caratterizzata da giaciture assai variabili, con strutture plicative pluridecametriche aventi asse con direzione media NW-SE e vergenza sia verso SW sia verso NE; mentre alla mesoscala sulla base degli affioramenti presenti all'esterno dell'accumulo detritico (via Carso e Via San Pantaleo), l'assetto stratigrafico prevalente è contraddistinto da un'immersione verso NNW e inclinazione variabile tra 30° e 40° sul piano orizzontale.

Dal punto di vista geomorfologico, il versante esaminato è contraddistinto, lungo il crinale, dal substrato affiorante o sub-affiorante in associazione a coperture sciolte sottili e discontinue di natura eluvio-colluviale generate dai processi di degradazione naturale del sottostante basamento lapideo.

Lungo la porzione mediana, la riduzione dell'acclività è associata alla presenza di un accumulo detritico di origine gravitativa di spessore plurimetrico costituito da terreni a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa, breccia in matrice limoso-argillosa o livelli lapidei completamente destrutturati e argillificati e coinvolti nel meccanismo d'imposta.

Il settore inferiore è distinto nuovamente dalla comparsa di affioramenti del basamento roccioso, sebbene sporadici e discontinui, sempre molto alterati e degradati che fanno supporre una riduzione della rappresentatività verticale della copertura di versante.

In corrispondenza degli affioramenti individuati lungo il crinale spartiacque il substrato roccioso è contraddistinto da condizioni di conservazione da discrete a buone, mentre lungo via Carso il basamento lapideo appare contraddistinto da un maggiore grado di fratturazione e alterazione che ne condizionano sensibilmente il comportamento geomeccanico; la distribuzione degli affioramenti cartografati consente di confermare una riduzione dello spessore delle coperture sciolte nelle porzioni di versante che delimitano lateralmente il corpo di frana.

### 3.2. profilo idrogeologico-idrografico

Dal punto di vista idrografico, lo schema dei deflussi superficiali appare poco sviluppato in funzione della ridotta estensione del bacino di riferimento; il reticolo di drenaggio naturale è rappresentato da alcuni modesti colatori che traggono origine a partire dalla porzione mediana del versante e rappresentano le aste di riferimento per tutte le acque superficiali, regimate o meno.

In ragione delle caratteristiche morfologiche dell'area, gli apporti meteorici tendono in parte a infiltrarsi nel sottosuolo e in parte a defluire in superficie; tale aliquota scorre con una certa regolarità grazie alla copertura vegetale e ai terrazzamenti antropici, che attenuano l'acclività del comparto e l'azione erosiva delle acque.

Per quanto attiene alle caratteristiche idrogeologiche del comparto, queste risultano strettamente dipendenti dall'assetto stratigrafico e in particolare:

- le coltri sciolte superficiali possono essere considerate terreni permeabili per porosità con coefficienti medio-bassi in funzione della granulometria prevalente, si può stimare un valore di conducibilità idraulica  $k$  tra  $10^{-6}$  m/s e  $10^{-7}$  m/s (tra  $10^{-4}$  m/s e  $10^{-5}$  cm/s);
- il substrato roccioso, stante la natura calcareo-marnosa con intercalazioni di argilliti, si deve ritenere impermeabile in condizioni d'assoluta integrità, ma in considerazione del livello di fratturazione e alterazione acquisito, risulta invece permeabile per fratturazione/fessurazione secondaria, almeno nei livelli superficiali, dove le discontinuità possono rappresentare vie di deflusso preferenziali: l'acqua può saturare le fratture in profondità e trovare vie di percolazione secondo i rapporti geometrici esistenti tra i giunti coniugati dell'ammasso roccioso. Un accettabile campo valori del coefficiente di permeabilità, lievemente superiore a quello assegnato per il materiale sciolto, è compreso tra  $10^{-5}$  m/s e  $10^{-6}$  m/s ( $10^{-3}$  m/s e  $10^{-4}$  cm/s).

## 4.0. INDAGINI IN SITO

L'assetto stratigrafico del comparto in esame è stato ricostruito attraverso una prima fase bibliografica e una serie di indagini in sito di tipo dirette e/o indirette condotte ad altro titolo nel comparto oggetto di studio; in seguito a questa fase propedeutica sono state eseguite indagini specifiche a supporto delle opere a progetto rappresentate da n. 3 sondaggi geognostici come meglio specificato nel proseguo.

L'attività di ricerca si è avvalsa del supporto dell'Ufficio Geologico del Comune di Genova, dei dati reperibili sul portale cartografico della Regione Liguria e d'indagini geologiche pregresse condotte dalla Committenza nell'ambito dei terreni di proprietà, permettendo di acquisire i risultati di alcuni sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove SPT, analisi di laboratorio e indagini geofisiche eseguite nei pressi dell'area di studio (**Fig.5**).

#### 4.1. Indagini precedenti

Sono stati acquisiti i risultati di alcuni sondaggi geognostici a carotaggio continuo ad asse verticale condotti nell'ambito d'interventi edilizi eseguiti all'interno del corpo di frana:

- n.2 sondaggi eseguiti da E.L.C.I. S.p.a. nel 1991 a supporto dell'ampliamento dell'edificio industriale di via Carso, 111 (Bellini A., 1993; Gattoronchieri L., 2004);
- n.2 sondaggi eseguiti da GeA S.a.s. nel 2005 a supporto della costruzione di una casa bifamiliare in via Cima di San Pantaleo (Romanelli S., 2005);
- n.2 sondaggi eseguiti da M3d s.r.l. nel 2010 a supporto dell'istanza di concessione in sanatoria e sistemazione delle aree di pertinenza in via Cima di San Pantaleo, 2 (Dassereto C., 2010).

Relativamente ai sondaggi eseguiti nel 1991, spinti fino a profondità comprese tra 20.2 m (S1) e 22.2 m (S2), non è stato possibile visionare documentazione fotografica inerenti alle cassette catalogatrici ma sono state acquisite specifiche informazioni sulla stratigrafia dedotta lungo le due verticali e riportata nel seguito per pronto riferimento (Gattoronchieri L., 2004):

- da 0.0 m a 8.5 m (S1) e 9.7 m (S2): riporto e copertura detritica a matrice argillosa con clasti lapidei eterometrici;
- da 8.5 m (S1) e 9.7 m (S2) a 17.5 m (S1) -15.5 m (S2): calcari marnosi molto alterati e fratturati;
- da 17.5 m (S1) -15.5 m (S2); substrato sano o poco alterato.

Le perforazioni del 2005 sono state eseguite a valle di via Cima di San Pantaleo in corrispondenza del settore centro-meridionale del versante e sono state spinte a una profondità compresa tra 15 m (S1) e 10 m (S2); anche di tali prospezioni non è stato possibile visionare la documentazione fotografica inerente il materiale carotato ma sono state acquisite le relative colonne stratigrafiche che hanno consentito di ricostruire il seguente assetto del sottosuolo (Romanelli S., 2005):

- da 0.0 m a 1.2 m (S1) e 0.8 m (S2): coltivo vegetale e terreno agricolo a prevalente matrice limoso-sabbiosa;
- da 1.2 m (S1) e 0.8 m (S2) a 15 m (S1) e 10 m (S2): breccia in matrice limoso-sabbiosa, ghiaia in matrice limoso-argillosa e trovanti lapidei.

Le perforazioni eseguite nel 2010 sono state condotte a monte di via Cima di San Pantaleo, in prossimità del margine sud-occidentale dell'accumulo gravitativo e sono state spinte a una profondità di 10 m da p.c. Relativamente a tali indagini dirette è

stato possibile acquisire la documentazione fotografica relativa alle cassette catalogatrici e ricostruire il seguente assetto del sottosuolo:

#### Sondaggio S1

- da 0.0 m a 1.8 m: riporto;
- da 1.8 m a 10 m: copertura detritica a prevalente frazione grossolana in matrice limoso-argillosa più o meno abbondante, con blocchi e trovanti lapidei;

#### Sondaggio S2

- da 0.0 m a 3.0 m: copertura sciolta a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa in matrice limoso-argillosa;
- da 3.0 m a 5.0 m: trovante lapideo di natura calcareo-marnosa;
- da 5.0 m a 9.0 m: breccia in scarsa matrice fine e livelli lapidei completamente destrutturati;
- da 9.0 m a 10 m: livello lapideo variamente alterato e fratturato.

Dalla documentazione acquisita è emerso che uno dei due fori di sonda è stato attrezzato con tubo piezometrico e le successive letture freatiche non hanno ravvisato la presenza di una superficie di falda a carattere permanente.

Durante le perforazioni sono state effettuate anche delle prove in sito tipo SPT e prelevati dei campioni di materiale su cui sono state eseguite delle specifiche analisi di laboratorio, i cui esiti sono riportati nelle tabelle seguenti:

Sond.	Profondità	N1	N2	N3	Nspt
S1	1.50 m – 1.95 m	12	10	25	35
S1	3.50 m – 3.80 m	15	20	R	-
S1	4.50 m	R			
S2	1.50 m – 1.95 m	10	7	18	25
S2	3.00 m -3.45 m	12	9	22	31
S2	4.50 m	R			
Sond/sigla	Profondità	% ghiaia	% sabbia	%P <sub>200</sub>	Class USCS
S1-C2	4.2 m – 4.5 m	34.91	28.07	37.02	GC – ghiaia argillosa con sabbia
S1-C1	9.0 m – 9.2 m	38.67	23.04	38.29	GC – ghiaia argillosa con sabbia
S2-C1	4.1 m -4.3 m	43.53	20.51	35.96	GC – ghiaia argillosa con sabbia
S2-C2	9.5 m -9.7 m	24.11	31.15	44.74	SC – sabbia argillosa con ghiaia

Sui campioni prelevati sono stati determinati anche i limiti di Atterberg, ricavando un limite liquido (LL) compreso tra 33 (S1-C2) e 44 (S2-C1), un limite plastico (LP) tra 16 (S1-C2) e 26 (S2-C1) e un indice di plasticità tra 16 (S1-C1) e 19 (S2-C2).

I sondaggi sono stati attrezzati con tubo inclinometrico (S1) e piezometrico (S2). Dalla documentazione consultata non è stato possibile reperire alcuna informazione in merito a eventuali letture di esercizio della strumentazione di monitoraggio inclinometrico, mentre per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea nel tubo piezometrico è stata individuata una superficie di falda a carattere permanente attestata a una profondità di circa 8.6 m da p.c.

L'attività di ricerca bibliografica ha permesso di acquisire anche gli esiti di due misure di microtremore ambientale (H/V) condotte all'interno dei terrazzamenti a monte di via Cima di San Pantaleo, in direzione nord rispetto allo stabilimento industriale distinto dal civ. 111 di via Carso. Le misure effettuate hanno permesso di definire il seguente assetto del sottosuolo:

- da 0 m a 2 m: copertura aerata ( $V_s \sim 170$  m/s);
- da 2 m a 10 m: accumulo detritico e substrato lapideo destrutturato e decompresso ( $V_s \sim 401$  m/s);
- da 10 m da p.c.: substrato roccioso variamente alterato e fratturato ( $V_s \sim 720$  m/s).

L'attività di ricerca bibliografica ha permesso di acquisire gli esiti di quattro prove penetrometriche condotte con strumentazione medio-leggera eseguite nel 2005 (Romanelli S., 2005) localizzate a valle della carrabile denominata Cima di San Pantaleo nel medesimo comparto interessato dall'esecuzione dei sondaggi geognostici effettuati nel 2005; le prospezioni sono state interrotte a una profondità variabile tra 2.6 m e 4.0 m a seguito del raggiungimento del rifiuto strumentale e hanno permesso di attraversare un primo orizzonte aerato a prevalente frazione sabbioso-limoso di spessore di circa 1.5 m- 2.0 m ( $N_{10\text{medio}} \text{ PP1} = 13$ ;  $N_{10\text{medio}} \text{ PP2} = 7$ ;  $N_{10\text{medio}} \text{ PP3} = 9$ ;  $N_{10\text{medio}} \text{ PP4} = 9$ ) e un sottostante livello ascrivibile a un mezzo a prevalente frazione sabbioso-ghiaiosa con breccia, scaglie, frammenti lapidei e trovanti ( $N_{10\text{medio}} \text{ PP1} = 31$ ;  $N_{10\text{medio}} \text{ PP2} = 31$ ;  $N_{10\text{medio}} \text{ PP3} = 24$ ;  $N_{10\text{medio}} \text{ PP4} = 19$ ).

Al fine di eseguire la ripermetrazione del corpo geomorfologico, attualmente identificato come area a suscettività al dissesto elevata Pg3b, è stata realizzata una specifica campagna d'indagini geofisiche costituita da quattro tomografie sismiche in onde P effettuate secondo un allineamento trasversale al versante lungo via Carso (SS1), via Cima di San Pantaleo (SS2-SS3) e via San Pantaleo (SS4), al fine d'indagare l'intero sviluppo longitudinale della coltre superficiale e correlare i dati delle prospezioni dirette e indirette eseguite ad altro titolo. Per questo caso specifico vengono considerati gli stendimenti SS1 e SS2-SS3.

Gli stendimenti sismici sono stati condotti secondo una lunghezza variabile tra 72 m (SS4) e 100 m (SS1) utilizzando geofoni verticali SunFul con frequenza centrale di 40 Hz posti a una interdistanza di 4.0 m e unità di acquisizione Seismic Source “DaqLink III”.

I risultati ottenuti dagli stendimenti sismici hanno permesso d’individuare un potente accumulo detritico eterogeneo con blocchi, trovanti e livelli lapidei completamente destrutturati e grado di addensamento crescente con la profondità, sovrapposto al substrato roccioso strutturato. La sequenza stratigrafica descritta è riportata nel prospetto sottostante:

Materiale*	SS1		SS2-SS3	
	Vp (in m/s)	Potenza (in m)	Vp (in m/s)	Potenza (in m)
A1	580-1500	da 2 a 7	600-1500	da 8 a 12
A2	1500- 2200	da 7 a 10	1500-2200	da 12 a 19
R	2200- 2600	da 10-17	2200-2400	da 19-22

\*A1: Accumulo detritico aerato e scarsamente addensato

A2: Accumulo detritico mediamente addensato con blocchi e trovanti

R: Substrato roccioso strutturato

L’indagine sismica ha permesso, inoltre, di acquisire alcune informazioni utili per definire il contenuto d’acqua nei materiali attraversati: dalle velocità rilevate è presumibile che la porzione medio-basale dell’accumulo detritico ( $V_p > 1500$  m/s) sia contraddistinta da condizioni di elevata umidità o di saturazione.

I dettagli delle prospezioni sismiche, unitamente al commento dei risultati e ai grafici relativi ai tempi di arrivo letti, quote topografia e rifrattori, velocità e sezioni interpretate sono riportati nella **Fig.5**.

#### 4.2. Sondaggi geognostici attuali

Sono stati eseguiti n. 3 sondaggi a rotazione ad asse verticale con recupero continuo di materiale, identificate come Sa, Sb e Sc ed ubicate come riportato in **Fig.4**; le perforazioni sono state spinte alle profondità di 10.0 m (Sa), 17.0 m (Sb) 13 m (Sc) rispetto a p.c., per complessivi 40.0 m.l. di perforazione. Inoltre è stato eseguito un sondaggio a rotazione con asse inclinato, denominato So (**Fig.4**) per la verifica dello stato delle fondazioni. Il foro di sondaggio Sb è stato attrezzato con tubo piezometrico per il monitoraggio del livello di falda.

Per l’esecuzione dei sondaggi sono stati impiegati tubi di rivestimento del diametro di 140 mm e carotieri da 116 mm.

Le prospezioni hanno permesso di constatare direttamente la stratigrafia dei terreni in corrispondenza dei punti d'intervento, costituita da sabbia con limo e argilla ghiaiosa e presenza di blocchi eterometrici di natura calcareo-marnosa.

Per la stratigrafia di dettaglio di ogni sondaggio, si rimanda alle schede riassuntive in allegato (**Fig.7**).

In sintesi le stratigrafie prevedono:

#### sondaggio Sa

p.c. – 1.3 m: Asfalto e sottofondo stradale sabbia limosa con abbondante ghiaia e frammenti lapidei subangolari, colore marrone, sciolto;

1.3 m – 10.0 m: Sabbia con limo e argilla ghiaiosa con presenza di blocchi e frammenti lapidei eterometrici, colore grigio marrone chiaro, mediamente addensata.

#### sondaggio Sb

p.c. – 1.2 m: Asfalto e sottofondo stradale sabbia limosa con abbondante ghiaia e frammenti lapidei subangolari, colore marrone, sciolto;

1.2 m – 17.0 m: Sabbia con limo e argilla ghiaiosa con presenza di blocchi e frammenti lapidei eterometrici, colore grigio marrone chiaro, mediamente addensata.

#### sondaggio Sc

p.c. – 0.5 m: Asfalto e sottofondo stradale sabbia limosa con abbondante ghiaia e frammenti lapidei subangolari, colore marrone, sciolto;

0.5 m – 13.0 m: Sabbia con limo e argilla ghiaiosa con presenza di blocchi e frammenti lapidei eterometrici, colore grigio marrone chiaro, mediamente addensata.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi sono state eseguite n.8 prove con strumentazione Standard (A.G.I., 1977) i cui risultati, sono utilizzati per la stima dei parametri geotecnici.

I terreni attraversati presentano resistenza dinamica variabile, con valori di  $N_{spt}$  variabile tra 6 e 33 a causa dell'eterogeneità del materiale che costituisce il deposito di coltre superficiale. Per la stima dei parametri geotecnici si rimanda al capitolo successivo.

Durante la campagna geognostica sono stati prelevati n.3, di cui n.2 rimaneggiati e n.1 proveniente dalle prove SPT per le successive prove di identificazione (analisi granulometriche e limiti). Il prospetto dei campioni analizzati ed i relativi risultati sono riassunti in allegato (**Fig.7**).

In sintesi si possono descrivere i seguenti aspetti relativi al terreno sciolto:

- i terreni presentano un fuso granulometrico ben gradato, con frazione sabbiosa sempre rilevante con percentuali tra 18% e 35% e ghiaia tra 11% e 37%; l'analisi areometrica mostra considerevoli percentuali di

- limo, comprese tra 23% e 37% e argilla comprese tra 21% e 32%;  
l'indice di plasticità varia tra 9.5 e 17;
- secondo la nomenclatura AGI (1977) il terreno si può descrivere mediamente come sabbia con limo e argilla e argilla ghiaiosa;

## 5.0. PROFILO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO

Il profilo stratigrafico proposto, desunto dalle indagini geognostiche dirette ed indirette, prevede la sovrapposizione del terreno sciolto rimaneggiato con spessore superiore a 17.0 m, sovrapposto al basamento lapideo fratturato nel livello superficiale.

Tutti gli elementi emersi nel corso delle indagini, hanno permesso di ricostruire le sezioni stratigrafiche, elaborate sulla base delle sezioni fornite dal Progettista e preparate al fine di fornire l'immediata comprensione dei rapporti geometrici esistenti tra i terreni descritti (**Fig.10**).

Sono di seguito attribuiti alle unità individuate i parametri geotecnici e geomeccanici, desunti dall'esperienza personale e dal confronto con prove di laboratorio condotte su materiali simili.

### 5.1 Copertura superficiale

I terreni sciolti sono presenti in modo variabile sul comparto in esame e presentano potenza superiore a 17.0 m.

La copertura è caratterizzata da un terreno a granulometria ben gradata, contenente tutte le classi granulometriche con percentuali significative, dalla ghiaia fino all'argilla.

Dal punto di vista geotecnico tale successione è ascrivibile a sabbia con limo e argilla ghiaiosa, ghiaia argillosa con sabbia, breccia fine in scarsa matrice limoso-argillosa, blocchi e trovanti disarticolati o livelli lapidei completamente argillificati e destrutturati di transizione con il sottostante basamento lapideo in facies litoide.

La natura eterogenea della coltre detritica non permette di ricondurla con precisione a una tipologia geotecnica ben definita; nel caso di specie in termini di resistenza al taglio si ritiene plausibile associarvi un comportamento essenzialmente attritivo indotto dal mutuo incastro tra i singoli elementi costitutivi.

La definizione dell'angolo di resistenza al taglio è stata ricavata dagli esiti delle prove in sito, correlando il valore medio di  $N_{10}$  lungo la singola verticale a quello delle prove S.P.T. (Standard Penetration Test) attraverso la seguente formulazione (Vannelli e Benassi, 1983):

$$1) \text{ se } N_{10} < 15 \rightarrow N_{10} = N_{SPT} \quad 2) \text{ se } N_{10} > 15 \rightarrow N_{10} = 1.2 N_{SPT}.$$

Una volta ricavato il corrispondente valore di  $N_{spt}$  si è provveduto ad applicare le seguenti correlazioni valide per sabbie in genere e per basse tensioni litostatiche:

$$\text{Sowers: } \varphi = 28 + 0.28 * N_{spt}$$

$$\text{Meyerhof: } \varphi = 23.7 + 0.57 * N_{spt} - 0.006 * N_{spt}^2 \text{ (% limo > 5\%)}$$

I risultati ottenuti sono riportati nel prospetto seguente:

Prova	N <sub>10</sub>	N <sub>spt</sub>	Correlazione	
			Φ (°) – S	Φ (°) - Mey
PP1-2005	13	13	31.6	30.1
PP2-2005	7	7	30.0	27.4
PP3-2005	9	9	30.5	28.3
PP4-2005	9	9	30.5	28.3
S1-1	-	35	37.8	36.3
S2-1	-	25	35.0	34.2
S2-2	-	31	36.7	35.6
Sb-1	-	33	37.24	35.97
Sb-2	-	11	31.08	29.24
Sb-3	-	15	32	30.9
Sb-4	-	14	31.92	30.50
Sb-5	-	27	35.56	34.72
Sc-1	-	7	29.96	27.40
Sc-2	-	6	29.68	26.90

Nonostante i risultati ottenuti dalle correlazioni presentino valori di angolo di attrito superiori a 34°, in via cautelativa si considera il solo intervallo compreso tra 28° e 30°. In considerazione della natura del materiale indagato la coesione drenata dev'essere considerata nulla o, al più trascurabile (5-10 kPa) in corrispondenza degli intervalli argillificati o contraddistinti da una maggiore percentuale di matrice limoso-argillosa.

La densità secca stimata è di 16 kN/m<sup>3</sup> - 17 kN/m<sup>3</sup>, mentre in condizioni naturali, prossime alla saturazione, il peso di volume si attesta su valori tra 18 kN/m<sup>3</sup> e 19 kN/m<sup>3</sup>.

## 5.2 Substrato roccioso

La Formazione Flysch del Monte Antola (FAN) è rappresentata da calcari marnosi, calcareniti fini, siltiti marnose e argilliti, in strati in generale mostra condizioni di conservazione scadenti soprattutto nei livelli superficiali, con un grado di

fratturazione significativo; i giunti sono pervasivi alla scala dell'affioramento e mostrano una disposizione irregolare come è possibile osservare nei limitati affioramenti più prossimi all'area d'interesse.

La profondità di reperimento è stimata sulla base delle indagini realizzate intorno ai 20.0 m circa.

Allo scopo di definire l'indice di qualità del substrato roccioso, si è proceduto alla valutazione secondo la metodologia proposta da Hoek e Marinos (2000) che prevede l'utilizzo dell'indice G.S.I. (Geological Strength Index), ottenuto dalla stima dell'indice R.M.R. (Rock Mass Rating) di Bieniawski (1989) secondo la seguente formulazione:

$$\text{G.S.I.} = \text{R.M.R. (1989)} - 5 = (\text{R1} + \text{R2} + \text{R3} + \text{R4} + 15) - 5$$

Adottando tale metodologia, si ottiene un campo valore del G.S.I. compreso tra 35 e 39, che appare coerente con quanto riportato dagli Autori per le formazioni tipo Flysch. Le caratteristiche dell'ammasso roccioso consentono infatti di assimilare il mezzo lapideo in esame alla tipologia E (in subordine F) indicata dagli autori.

Per la determinazione dei parametri in chiave di resistenza e deformabilità si utilizza apposito programma di calcolo (RocLab, 1.031, 2007) basato sulla più recente versione del criterio di rottura di Hoek-Brown (Hoek et al., 2002) che richiede i seguenti parametri d'ingresso: a) resistenza della matrice rocciosa (30 MPa); b) Geological Strength Index (38); c) costante di Hoek  $m_i$  ( $8 \pm 2$ ); d) fattore di disturbo D (0.7), peso di volume naturale 26 kN/m<sup>3</sup>.

I valori dei parametri ottenuti con i relativi grafici degli involucri a rottura (piano  $\sigma_1$ - $\sigma_3$  e  $\tau$ - $\sigma'$ ) sono riportati nella **Fig.8**; in un intervallo tensionale compreso tra 0.1 e 0.2 MPa, possono essere adottati valori di angolo di resistenza al taglio pari a 43°- 47° e coesione intercetta di 52-63 kPa.

## 6.0. CONSIDERAZIONI DI CARATTERE SISMICO

Secondo quanto contenuto nelle Norme tecniche per le costruzioni, a livello progettuale risulta necessario controllare il grado di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che si possono verificare nel sito in oggetto e valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, attraverso la definizione dell'entità e delle caratteristiche dell'azione sismica.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base espressa a sua volta in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$ , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e$  (T) con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Ai fini della presente normativa, le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri:  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno;  $F_0$  = valore

massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Gli spettri sismici dipendono in particolare dalle coordinate geografiche del sito pertanto, al fine di ricavare i valori dei parametri a partire dai nodi del reticolo di riferimento per un assegnato periodo di ritorno (**Fig.9**), sono di seguito riportate le coordinate geografiche medie dell'area d'intervento (Ultrasoft 3D, 2009):

Latitudine 44.426043 N - Longitudine 8.937287 E

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata, in prima approssimazione, riconducendo l'assetto stratigrafico del sito ad una specifica categoria di sottosuolo: con riferimento al profilo stratigrafico proposto nel presente documento, ed alle indagini sismiche da cui si ottiene un valo di  $V_{seq}$  pari a 504 m/s corrispondente ad una categoria di sottosuolo di tipo B che comprende *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.* Per quanto riguarda gli effetti topografici, ovvero la modifica all'azione sismica indotta dalla geometria superficiale del terreno, la morfologia del sito di edificazione è stata associata alla categoria  $T_2$  (pendenza  $>15^\circ$ ).

I parametri necessari per le verifiche agli stati limite in condizioni sismiche sono stati derivati con apposito programma di calcolo "Geostru" e riassunti nella **Fig.9**, imponendo, in assenza di specificazioni da parte del Progettista, una vita nominale dell'opera di 50 anni (opere ordinarie) ed una classe III (affollamento significativo).

In funzione dell'assetto stratigrafico ed idrogeologico dell'area descritto in precedenza, si ritiene che, in ragione del fuso granulometrico dei terreni, del loro spessore e dell'assenza di falda permanente a livello del p.c., non sussistano le condizioni predisponenti al verificarsi di fenomeni di liquefazione dei terreni.

## 7.0. REGIMAZIONE DELLE ACQUE

L'area in oggetto di studio presenta allo stato attuale carenze per quanto riguarda la raccolta e la gestione delle acque provenienti dai fabbricati e da altre superfici impermeabili: le caditoie presenti sono occluse, le canaline superficiali sono insufficienti e i pluviali spesso non sono collegati alle tubazioni interrato. Tale situazione ha causato criticità geo-idrologiche, riportate in **Fig.11**, come crolli dei muri fascia, lesioni a muri di sostegno e nelle murature e l'instaurarsi del fenomeno di soliflusso nella scarpata a valle dell'edificio principale. Inoltre, senza un adeguato sistema di regimentazione delle acque, le opere in progetto costituirebbero un aggravio della situazione iniziale.

Pertanto, con riferimento a quanto prescritto nelle norme di P.U.C. circa la Permeabilità e efficienza idraulica dei suoli (Art.14, c5), non essendo il rapporto di

permeabilità garantito, come si evince dalle tavole progettuali, essendo in progetto un incremento di impermeabilizzazione è necessaria la realizzazione di vasche di laminazione.

Infatti, si evidenzia come allo stato attuale, per una superficie complessiva di 11548 m<sup>2</sup>, 933 m<sup>2</sup> risultino impermeabili poiché rappresentati da coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione < 3°, 1925 m<sup>2</sup> in Pavimento in asfalto o cls, 171 m<sup>2</sup> in Coperture metalliche con inclinazione > 3° e 8519 m<sup>2</sup> di Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole.

Nella configurazione di progetto, risultano 1107 m<sup>2</sup> rappresentati da coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione < 3°, 1922 m<sup>2</sup> in Pavimento in asfalto o cls, 567 m<sup>2</sup> in Superfici in ghiaia sciolta, che rappresentano la nuova area parcheggi e 7952 m<sup>2</sup> di Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole.

Sviluppando i calcoli come da allegato (**Fig.12**) si evince che il rapporto minimo di permeabilità da garantire è pari al 70%, ma in via cautelativa il rapporto di permeabilità è stato portato al 75%, comportando la realizzazione di una serie di vasche di compensazione che raccolgano i contributi idrici delle nuove superfici impermeabili di volumetria totale non inferiore ai 40 m<sup>3</sup> posizionate come indicato in **Fig.13**.

Le vasche dovranno essere dotate inoltre di sistemi di trattamento delle acque di prima pioggia poiché, le acque di dilavamento provenienti dalle aree, entrando in contatto con superfici potenzialmente contaminate dalle sostanze presenti su tali superfici, dovranno essere trattate adeguatamente tramite separazione di oli, fanghi ed idrocarburi eventualmente presenti.

Al fine di dirigere le acque superficiali nelle vasche di laminazione (**Fig.13**) è necessario:

- ripristinare la canale posta lungo la via carrabile a monte dell'edificio, in modo tale da indirizzare le acque verso l'intercapedine presente e da qui raccoglierle in una prima vasca di raccolta di volume non inferiore a 5 m<sup>3</sup>; le acque così raccolte saranno successivamente indirizzate verso le vasche di laminazione tramite opportune tubature (diam. non inferiore a 250 mm) ;
- realizzazione di canaline e traverse lungo la rampa in modo tale da portare i deflussi verso le vasche di laminazione in prossimità dell'area di parcheggio secondo lo schema indicato;
- realizzazione di nuove canaline e caditoie per la raccolta delle acque nell'area di parcheggio e lungo la rampa di accesso;

- ripristino di tutte le caditoie, canaline, pluviali e relativi pozzetti, in modo tale da regimare le acque correttamente come previsto nella figura in allegato.

La normativa impone che le acque provenienti dai sistemi di regimazione delle acque debba essere smaltite nella rete fognaria o in un impluvio naturale; nella situazione attuale ciò non è possibile poiché non è presente una rete fognaria e l'impluvio naturale è posto ad una distanza notevole e comporterebbe l'attraversamento di diversi appezzamenti di terreno di altrui proprietà.

Le acque dapprima trattenute nelle vasche saranno pertanto indirizzate nel sistema di raccolta appartenente alla strada denominata Via Cima di San Pantaleo, dopo essere state rallentate da un apposito pozzetto di trattenuta.

## 8.0. RACCOMANDAZIONI ESECUTIVE

Sono di seguito illustrate le condizioni geologiche e geotecniche d'intervento ed alcuni criteri e raccomandazioni costruttive utili per la realizzazione delle opere a progetto:

- gli scavi in generale, al fine di garantire condizioni di sicurezza per le maestranze, dovranno prevedere fronti di scavo temporaneo in terra con un angolo non superiore a 60° rispetto al piano orizzontale;
- per quanto attiene alle strutture fondazionali, queste saranno riferite alla copertura detritica, si rimanda, in accordo alle normative vigenti, alla relazione di calcolo per tutte le analisi relative al dimensionamento geotecnico delle opere a progetto, comprensive delle verifiche agli stati limite tra la resistenza del terreno e la combinazione delle azioni, sia in condizioni statiche sia in campo dinamico; stante la stratigrafia accertata per il sito d'intervento si suggerisce la realizzazione di fondazioni profonde.
- è necessario il ripristino dei muri in pietra interessati da crolli nella zona di parcheggio prevedendo inoltre interventi di ingegneria naturalistica al fine di minimizzare fenomeni erosivi;
- è necessario inoltre la regimentazione delle acque superficiali così come indicato nei paragrafi precedenti,
- relativamente alla gestione dei materiali connessi ai movimenti terra, per cui è vigente il D.P.R. 13.06.2017 n. 120, si ricorda che è obbligo del Produttore effettuare indagini e analisi atte a integrare i dati disponibili e a supportare le valutazioni in ordine alla sussistenza dei requisiti di non contaminazione delle terre movimentate, in modo da poterne consentire il loro riutilizzo in cantiere; nel caso in cui si intendesse riutilizzare il materiale di scavo in un altro sito, occorre predisporre una comunicazione ad ARPAL secondo le modalità indicate nel D.P.R. n. 120/2017, mentre in alternativa il materiale di risulta può

essere trattato come rifiuto e conferito in idoneo sito di recupero o smaltimento acquisito il relativo codice CER.

## 9.0. CONCLUSIONI E GIUDIZIO DI COMPATIBILITA'

Sulla base di quanto emerso nel corso delle indagini, in considerazione della tipologia d'intervento il sito in oggetto è ritenuto idoneo sotto il profilo geologico a ospitare le opere in progetto, in considerazione soprattutto delle prescrizioni su indicate.

Tenendo conto della ricostruzione dei caratteri di pericolosità geologica del territorio, analizzati nel presente elaborato tecnico, si esprime un giudizio positivo in merito alla compatibilità degli interventi edilizi a progetto in relazione agli strumenti di pianificazione geologica del territorio vigenti a scala comunale e di bacino.

L'intervento in progetto, se attuato seguendo le raccomandazioni costruttive indicate in precedenza, non altera quindi l'assetto geomorfologico dei luoghi e non comporta interferenza con i manufatti limitrofi.

Genova, febbraio 2020

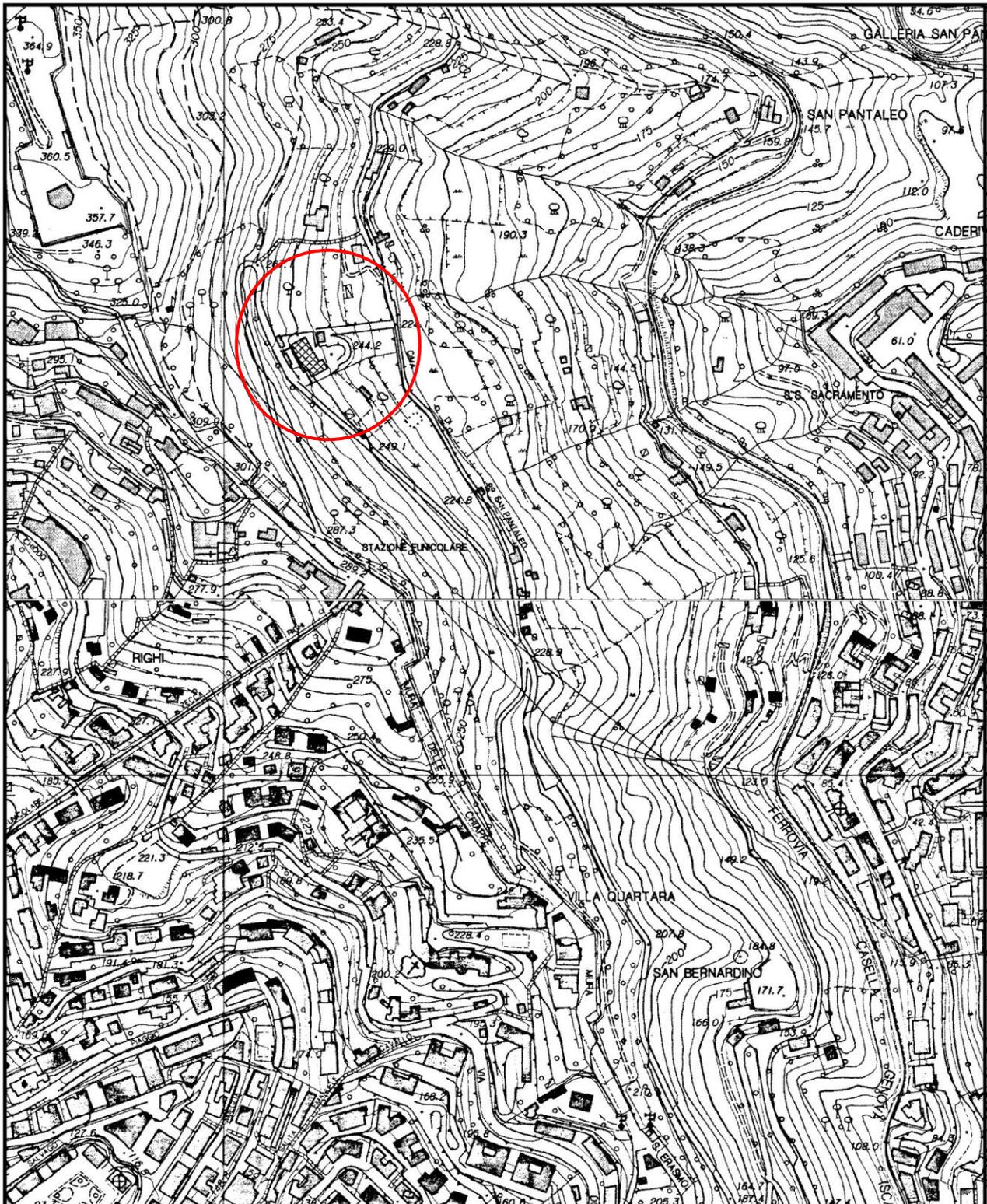
Geol. Luca Sivori



A circular professional stamp of the Regional Order of Geologists of Liguria. The stamp contains the following text: 'ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA' around the perimeter, 'A.P. n. 495' at the top, 'LUCA SIVORI GEOLOGO' in the center, and 'data iscr. 16/01/2004' at the bottom. There is also a small logo at the bottom center of the stamp.

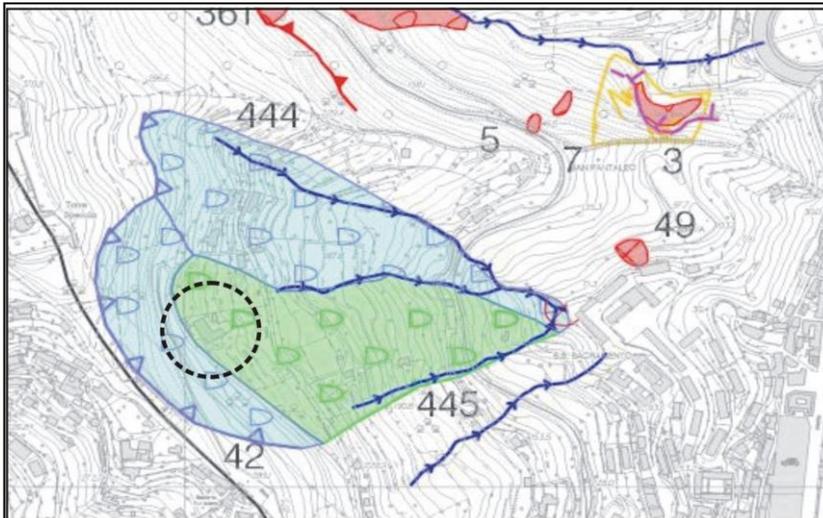
## ELENCO ALLEGATI

- Figura n.1** Corografia dell'area
  - Figura n.2** Estratti cartografici PdB e PUC
  - Figura n.3** Carta geologica
  - Figura n.4** Planimetria dell'area
  - Figura n.5** Planimetria indagini esistenti
  - Figura n.6** Indagini in sito precedenti: sondaggi geognostici  
indagini sismiche
  - Figura n.7** Indagini in sito attuali
  - Figura n.8** Inviluppo a rottura ammasso roccioso
  - Figura n.9** Parametri sismici
  - Figura n.10** Sezioni stratigrafiche
  - Figura n.11** Carta delle criticità geo-idrologiche
  - Figura n.12** Valutazione del rapporto di permeabilità e  
dimensionamento della vasca di laminazione
  - Figura n.13** Tavola di regimazione delle acque
-

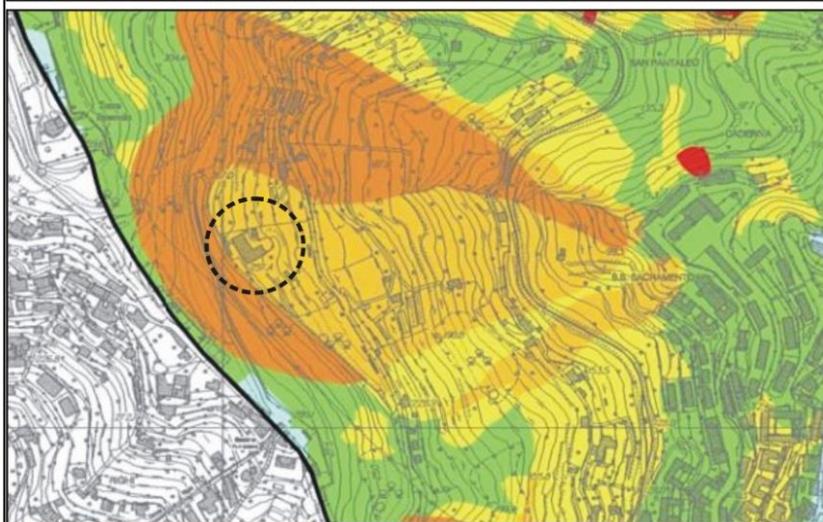


Estratto CTR elementi n.213163 Genova e n.213164 Staglieno

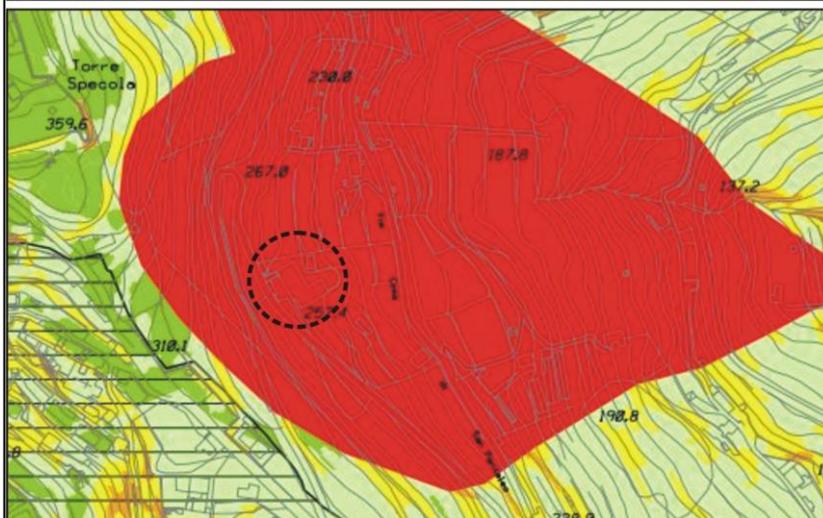
1	Corografia dell'area
n.	figura
5000	Spett.le PANARELLO SpA
scala	committente



PdB – T. Bisagno  
Carta della franosità



PdB – T. Bisagno  
Carta della suscettività al dissesto  
Suscettività elevata Pg3b e rischio moderato R1



PUC Genova  
Zonizzazione geologica  
zona E - Aree con suscettività d'uso fortemente condizionata  
*Decreto del Direttore Generale n. 6056 dell'11/10/2019.*  
Approvazione della variante relativa alla ripermetrazione di area sita in loc. San Pantaleo in Comune di Genova, classificata Pg3a (frana quiescente) nella carta della suscettività al dissesto.

2

Estratti cartografici PdB e PUC

n.

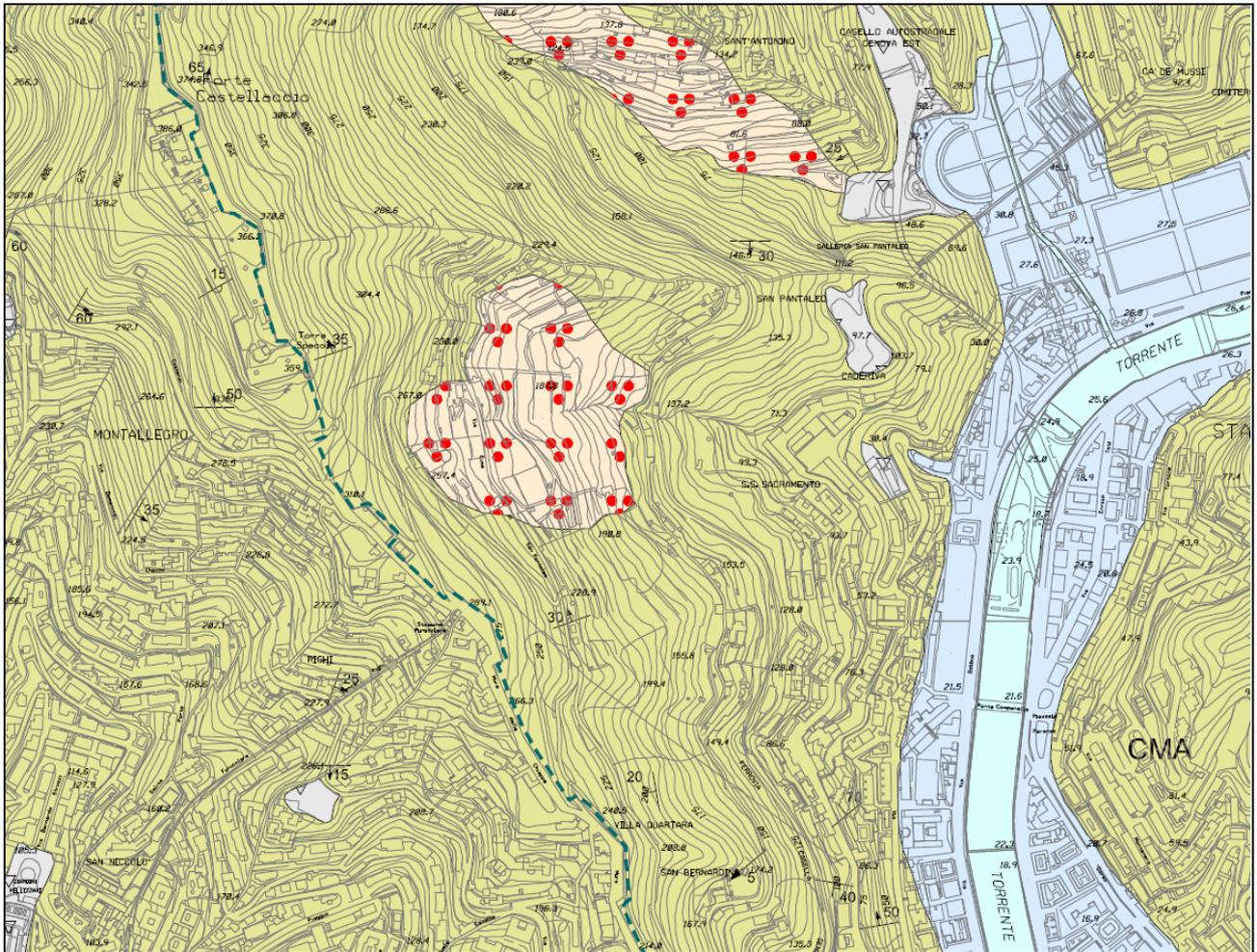
figura

//

Spett.le PANARELLO SpA

scala

committente



Estratto Carta Geologica PUC Genova

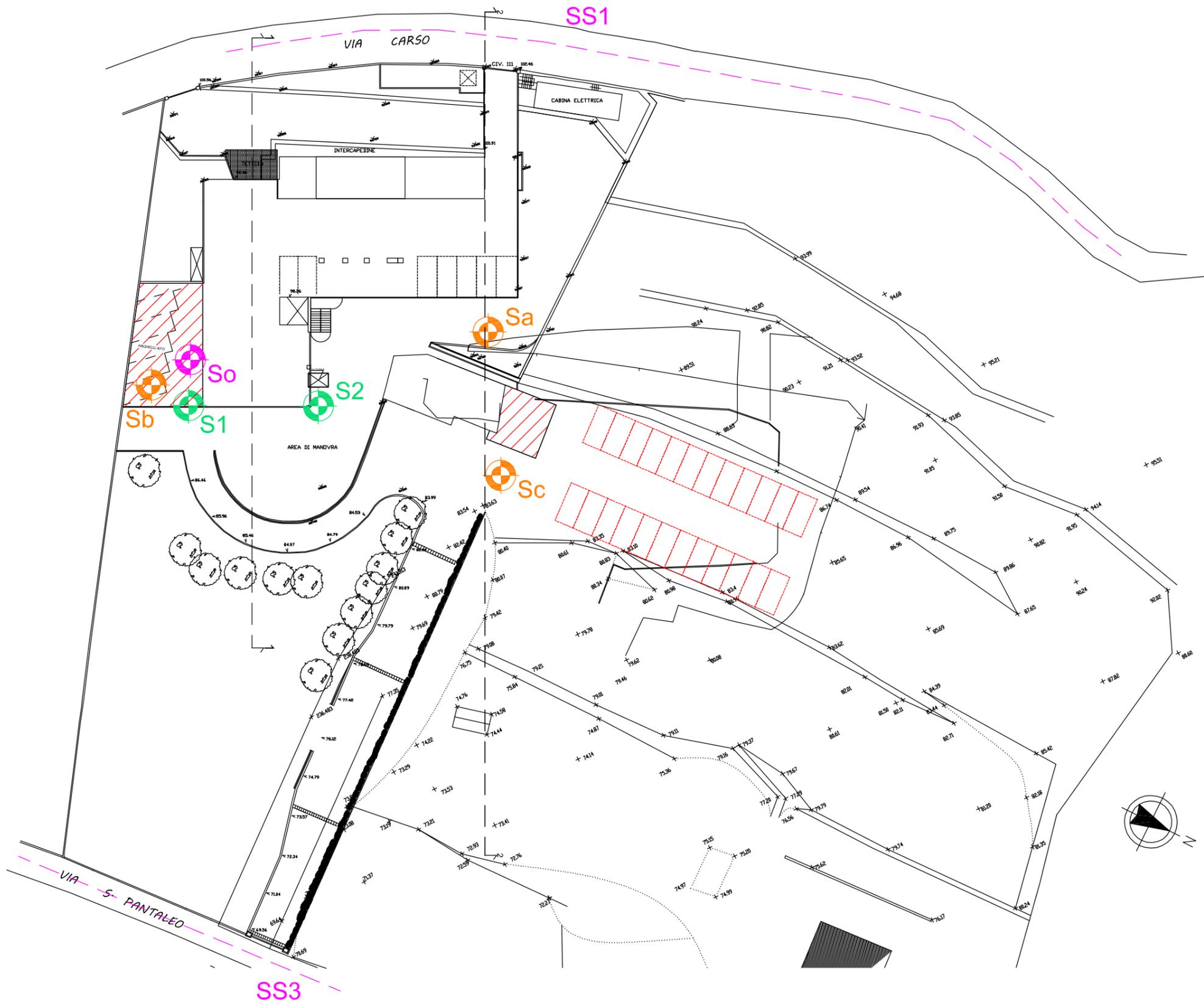
LEGENDA

FORME ANTROPICHE	}		RIP	Riparti artificiali e discariche
			CD	Coltri eluvio-colluviali di importanza particolare
			DF	Ammassi detritici di falda
			AA	Sedimenti di alveo
QUATERNARIO	}		AM	Sedimenti alluvionali e marini Depositi ghiaiosi e sabbiosi posti a quota più elevata rispetto agli alvei attuali o all'attuale livello del mare, talvolta terrazzati e/o coperti da coltri eluvio-colluviali di spessore variabile

UNITA' TETTONICA ANTOLA

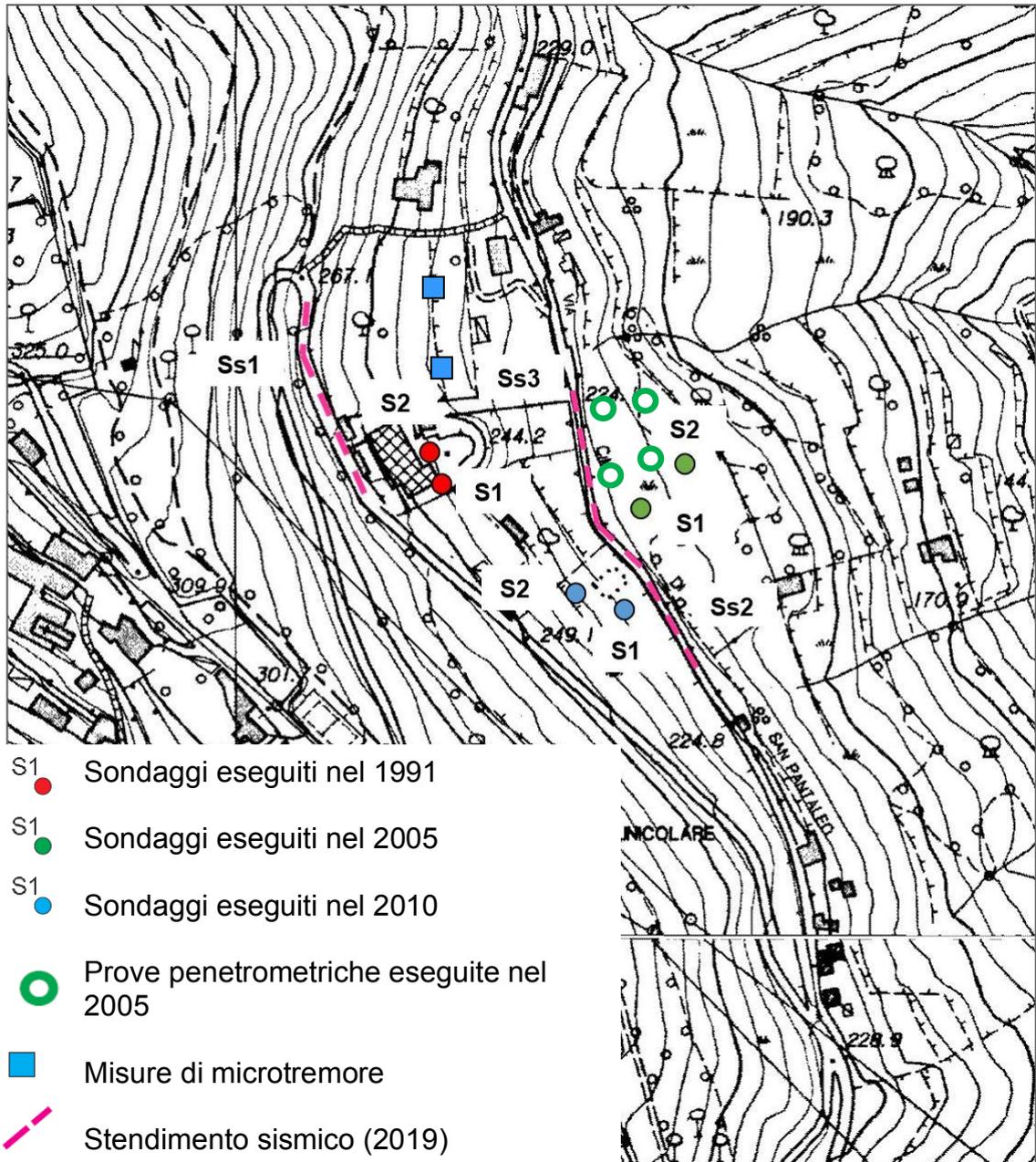
PALEOCENE - CRETACEO	}		CMA	Formazione del M. Antola Torbiditi calcareo-marnose talvolta siltose, calcareniti, marne e marne calcaree, alternate ad argilliti emipelagiche
			AMO	Argilliti di Montoggio Argilliti emipelagiche di colore nero e verdastro

3	Carta geologica
n.	figura
//	Spett.le PANARELLO SpA
scala	committente



LEGENDA	
Ampliamenti a progetto	
Parcheggi a progetto	
Sondaggi eseguiti nel 1991	
Sondaggi attuali	
Sondaggio inclinato	
Stesa sismica eseguita nel 2019	
Sezione stratigrafica	

4	Planimetria dell'area
n.	figura
500	Spett.le PANARELLO SpA
scala	committente



5

Planimetria indagini esistenti

n.

figura

/

Spett.le PANARELLO SpA

scala

committente

6	Indagini in sito esistenti: sondaggi geognostici
n.	figura
/	Spett.le PANARELLO SpA
scala	committente

**A) Sondaggi meccanici a rotazione**

Furono eseguiti nel giugno 1991 dalla E.L.C.I. S.p.A. per l'ampliamento dell'edificio industriale sovrastante.

La stratigrafia dei terreni è la seguente:

- da p.c. a m. 8,50 (S1) e 5,70 (S2): materiali di riporto giacenti sulle coltri naturali (detrito di falda). Terreni a matrice argillosa di colore marroncino con clasti lapidei eterometrici;
- da m. 8,50 (S1) e 9,70 (S2) a m. 17,50 – 15,50: calcari marnosi molto fratturati e alterati (cappellaccio);
- da m. 17,80 (S1) e 15,50 (S2): substrato sano o poco alterato.

*Sondaggi geognostici eseguiti nel 1991*

---

### STRATIGRAFIA - S1

SCALA 1 : 66 Pagina 1/1

Riferimento: Romanelli Stefano - Geologo	Sondaggio: S1
Località: San Pantaleo - Genova	Quota: 200m s.l.m.
Impresa esecutrice: GeA S.a.s.	Data: luglio 2005
Coordinate:	Redattore: dott. Geol. Stefano Romanelli
Perforazione: rotazione a carotaggio continuo	

e mm	R v	A r	S s	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 – 100	S.P.T. S.P.T.	N	RQD % 0 – 100	prof. m	DESCRIZIONE
120															Terreno agricolo, a scheletro calcareo medio-minuto e matrice limoso-sabbiosa, con frustoli di vegetali.
					1									1.1	
							SPT 1 < 1,50 1,95				12-10-25	35		1.3	Piccolo trovante calcareo mamoso
					2										Breccia detritica color marroncino a scheletro medio-grossolano in matrice sabbioso-limosa
					3									3.0	
							SPT 2 < 3,50 3,80				15-20-50/5cm	Rif		3.5	Trovanti fortemente fratturati con sacche detritiche sabbioso-limose
					4										Orizzonte di colore bruno, a scheletro medio-grossolano, in matrice limoso-argillosa
							1) Dia < 4,20 4,50								
							SPT 3 < 4,50 4,55				50/5cm	Rif		4.8	Trovante c.m. fratturato
					5									5.1	Breccia detritica più compatta, a scheletro grossolano eterometrico in matrice sabbioso-limosa
					6									5.9	Trovanti fratturati
														6.5	Breccia detritica color marroncino a scheletro medio-grossolano in matrice sabbioso-limosa
					7									7.0	Piccolo trovante c.m. molto fratturato
														7.4	Breccia detritica più compatta, a scheletro grossolano eterometrico in matrice sabbioso-limosa
					8										
							2) Dia < 9,00 9,20							9.0	Orizzonte di colore bruno, a scheletro medio-minutoo, in matrice limoso-argillosa, localmente sabbio-limosa
					9									9.7	Piccolo trovante calcareo mamoso
					10									10.0	Orizzonte di colore bruno, a scheletro medio-grossolano, in matrice limoso-argillosa
														10.5	Breccia detritica più compatta, a scheletro grossolano eterometrico in matrice sabbioso-limosa
					11										
					12										
					13									13.0	Trovanti fratturati o detrito molto grossolano, a matrice limoso-sabbiosa
														13.6	Breccia detritica compatta color marroncino/grigetto a scheletro medio grossolano eterometrico in matrice sabbioso-limosa
					14									14.0	Trovanti fratturati con vene detritiche o detrito a scheletro grossolano, assimilabile ad un cappellaccio di alterazione, a matrice sabbioso-limosa
					15									15.0	

6690 08 DIC. 05  
EDIFICI PRIVATI

installato tubo inclinometrico nel sondaggio S1

Sondaggio geognostico S1 eseguiti nel 2005

**STRATIGRAFIA - S2**

SCALA 1 : 45 Pagina 1/1

Riferimento: Romanelli Stefano - Geologo										Sondaggio: S2			
Località: San Pantaleo- Genova										Quota: 200m s.l.m.			
Impresa esecutrice: GeA S.a.s.										Data: luglio 2005			
Coordinate:										Redattore: dott. Geol. Stefano Romanelli			
Perforazione: rotazione a carotaggio continuo													
Ø mm	R v	A f	Pz	metri bati	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 – 100	S.P.T. S.P.T.	RQD % 0 – 100	prof m	DESCRIZIONE
120													Terreno agricolo e/o di riporto colore marroncino a scheletro medio-minuto in matrice limoso-sabbiosa, con frustoli di vegetali
												0,8	Piccolo trovante calcareo mamoso
												1,3	Breccia detritica color marroncino a scheletro medio grossolano (Ø=3-5cm)
						SPT 1 < 1,50 < 1,96				10-7-18	25		
												3,5	
												3,8	Piccolo trovante calcareo mamoso
												4,1	Breccia detritica marroncina a scheletro medio-grossolano in matrice sabbioso-limosa
						1) Dis < 4,10 < 4,30						4,3	Orizzonte color bruno a scheletro medio-minuto (ghiaioso-sabbioso) e matrice fine limoso-argillosa
										50/5cm	Rif	4,8	Trovanti c.m. fortemente fratturati con incluse sacche detritiche a matrice sabbioso-limosa
						SPT 3 < 4,50 < 4,95						5,0	Breccia detritica colore marroncino debolmente compatta, a scheletro medio-grossolano in matrice sabbioso-limosa
												6,0	Trovanti fratturati o detrito molto grossolano, a matrice sabbioso-limosa
												6,8	Breccia detritica colore runo/grigio, a scheletro da medio a molto grossolano (Ø=5/10cm) in matrice sabbioso-limosa
												7,5	Grosso trovante calcareo-mamoso compatto, con vene di calcite
												9,0	Breccia detritica grigia, parzialmente saturo, a scheletro da medio a molto grossolano (Ø=5-10cm), subangoloso ed irregolare, in matrice limosa, subordinatamente argillosa
												9,5	Trovante calcareo mamoso parzialmente fratturato, con vene calcitiche
												9,7	Orizzonte colore bruno scuro plastico, parzialmente saturo, a scheletro subordinato minuto, talvolta medio, in abbondante matrice sabbioso-limosa, subordinatamente argilloso-limosa
						2) Dis < 9,50 < 9,70							

6690 06 DIC. 05

installata strumentazione piezometrica nel sondaggio S2

Sondaggi geognostico S2 eseguiti nel 2005

**Sondaggio S1**

- 0,00 ÷ 1,80 metri: materiale di riporto
- 1,80 ÷ 3,00 metri: coltre detritica grigio-marrone eterogenea e fortemente eterometrica, con trovanti poligenici di varia pezzatura e forma; apparentemente poco coesiva
- 3,00 ÷ 4,00 metri: aumento della frazione fine, colore marrone, maggiormente coesiva
- 4,00 ÷ 5,10 metri: strato roccioso (argilliti di colore grigio) molto competente e poco fratturato con RQD  $\approx$  75% ÷ 80%
- 5,10 ÷ 5,50 metri: coltre
- 5,50 ÷ 6,50 metri: trovanti argillitici molto fratturati
- 6,50 ÷ 7,50 metri: coltre
- 7,50 ÷ 8,00 metri: trovanti fratturati
- 8,00 ÷ 8,80 metri: coltre
- 8,80 ÷ 9,00 metri: trovante fratturato
- 9,00 ÷ 9,50 metri: coltre
- 9,50 ÷ 10,00 metri: coltre più coesiva con aumento della frazione fine



*Sondaggio geognostico S1 eseguiti nel 2010*

### **Sondaggio S2**

- 0,00 ÷ 0,30 metri: terreno vegetale
- 0,30 ÷ 2,00 metri: coltre ghiaiosa-sabbiosa apparentemente non coesiva, colore marroncino e fortemente eterometrica
- 2,00 ÷ 3,00 metri: coltre limo-argillosa marrone bruno, molto plastica e apparentemente coesiva
- 3,00 ÷ 5,00 metri: strato roccioso (argilliti di colore grigio) molto competente e poco fratturato con RQD  $\approx$  75% ÷ 80%
- 5,00 ÷ 5,50 metri: coltre detritica limo-argillosa
- 5,50 ÷ 9,00 metri: cappellaccio d'alterazione del substrato roccioso, fortemente brecciato e di natura argillitica
- 9,00 ÷ 10,00 metri: substrato roccioso (argilliti di colore grigio) molto competente e relativamente poco fratturato con RQD  $\approx$  60%

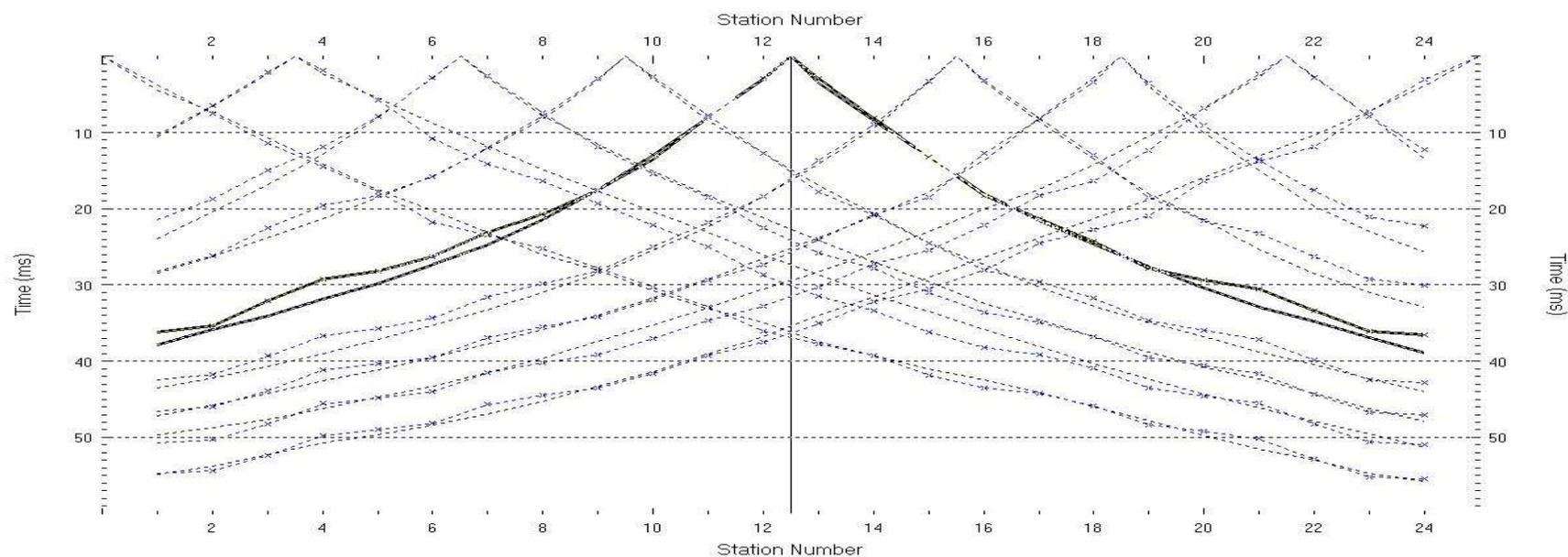


*Sondaggio geognostico S2 eseguiti nel 2010*

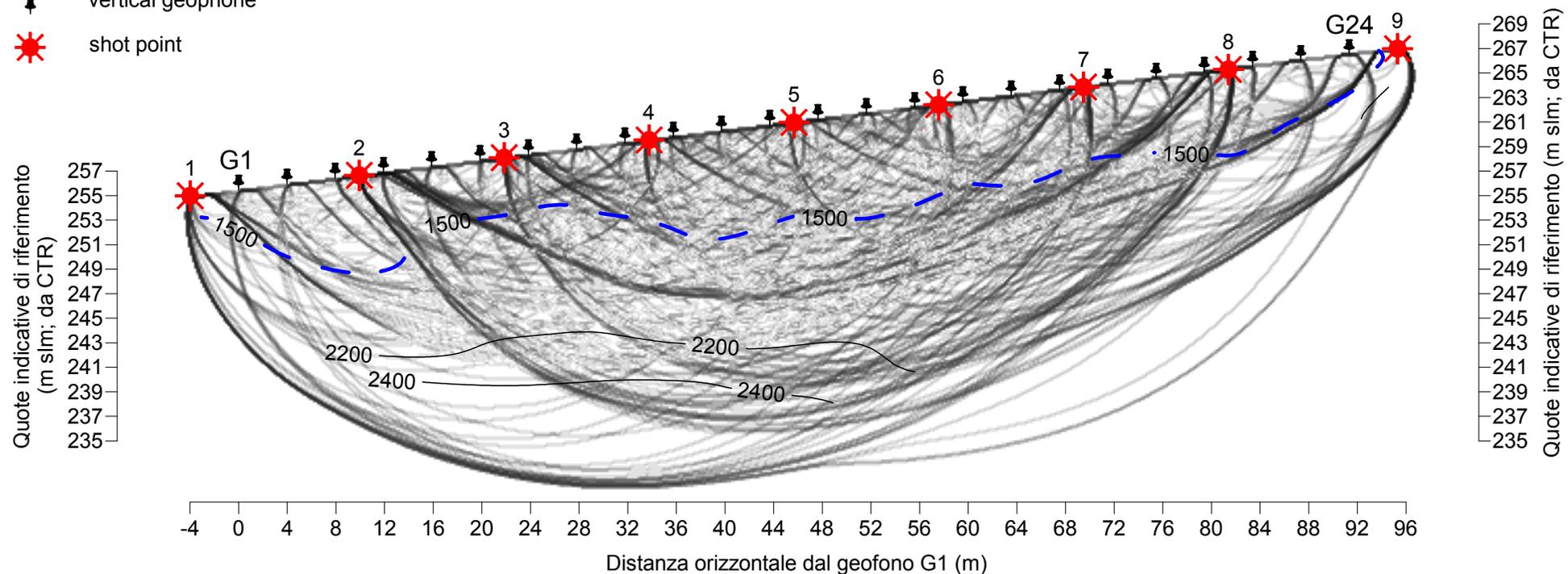
6	Indagini in sito esistenti: indagini sismiche
n.	figura
/	Spett.le PANARELLO SpA
scala	committente

---

# STENDIMENTO SISMICO SS1: DROMOCRONE E RAY COVERAGE, SCALA 1:500

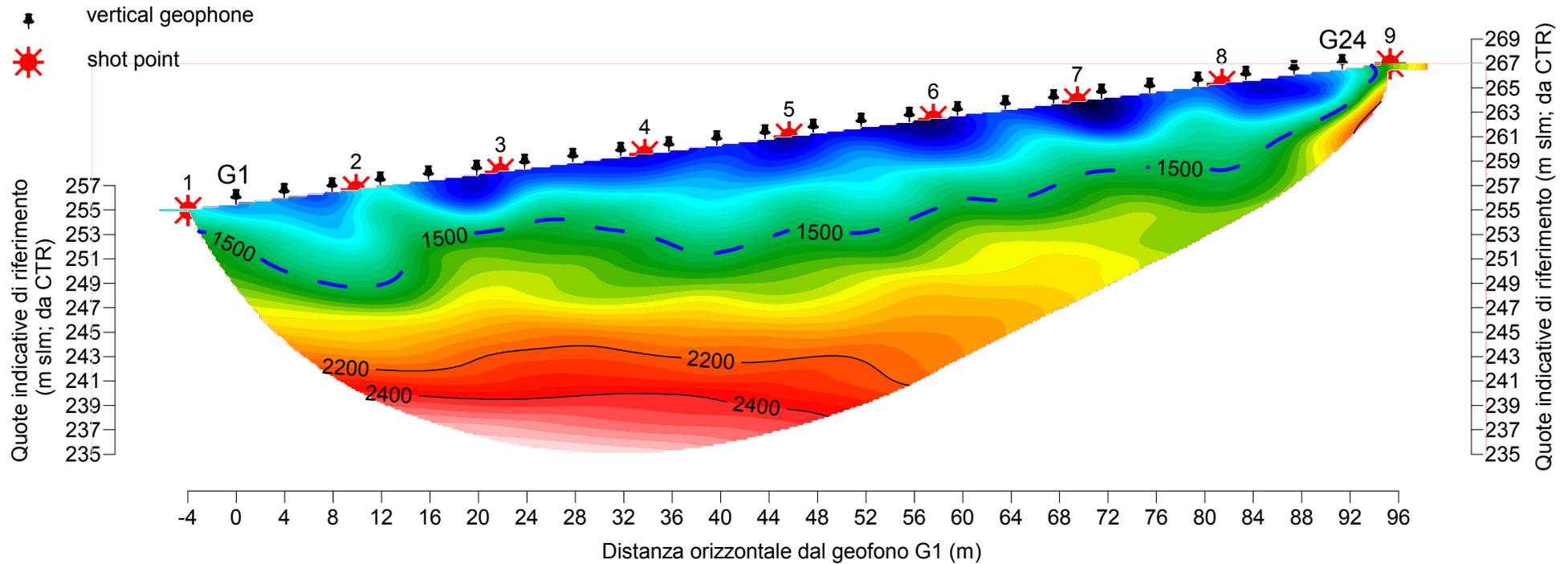


- ⬇ vertical geophone
- ☀ shot point



SS1, 30 WET iterations, RMS error 2.0 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.20

# STENDIMENTO SISMICO SS1: ELABORAZIONE TOMOGRAFICA, SCALA 1:500



SS1, 30 WET iterations, RMS error 2.0 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.20

## IPOTESI INTERPRETATIVA

$V_p = 580$  (min vel riscontrata) - 1500 m/s: materiali estremamente eterogenei per composizione e densità, gradienti di velocità estremamente variabili. Tali caratteristiche possono essere associate a terreni costituenti un corpo colluviale. Umidità progressivamente passante da molto bassa ad elevata

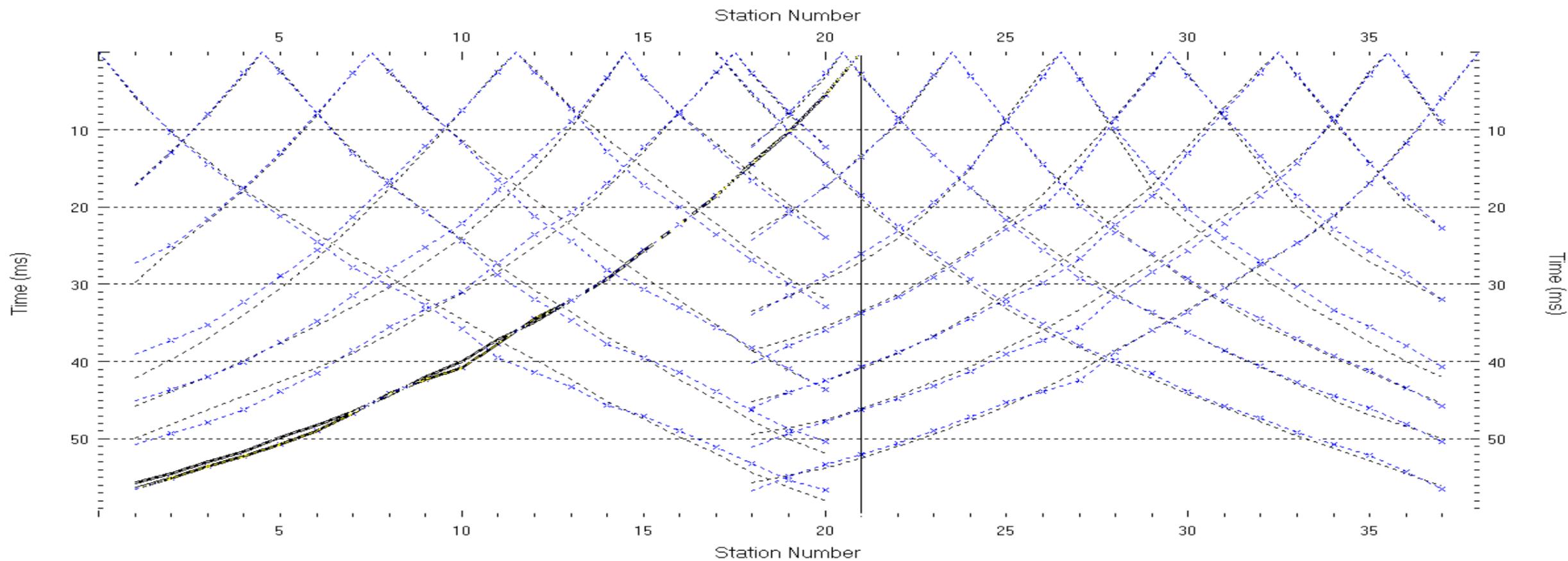
$V_p = 1500$  - 2200 m/s: caratteristiche sostanzialmente analoghe a quelle dei materiali soprastanti, ma con densità medie più elevate e probabili condizioni di elevata umidità o saturazione. Verosimilmente l'orizzonte in questione comprende blocchi, massi, erratici di dimensioni anche plurimetriche.

I gradienti di velocità tendono a regolarizzarsi e ad aumentare a partire dall'isolinea  $V_p = 2200$  m/s

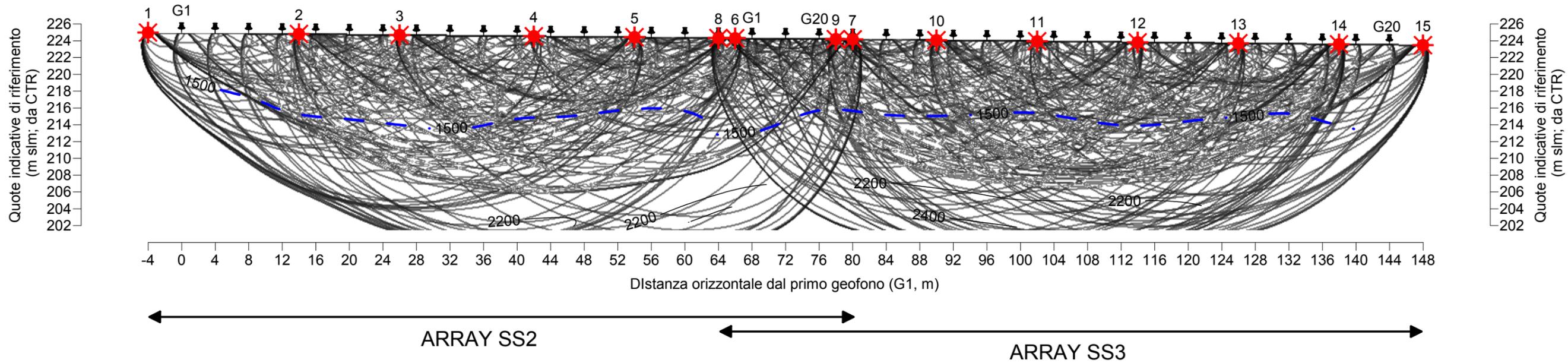
$V_p = 2200$  - 2400 m/s: probabile bedrock rigido in condizioni geomeccaniche medie discrete - buone (III-II classe Bieniawski).

$V_p > 2400$  m/s: probabile bedrock rigido in condizioni geomeccaniche medie buone - ottime (II-I classe Bieniawski).

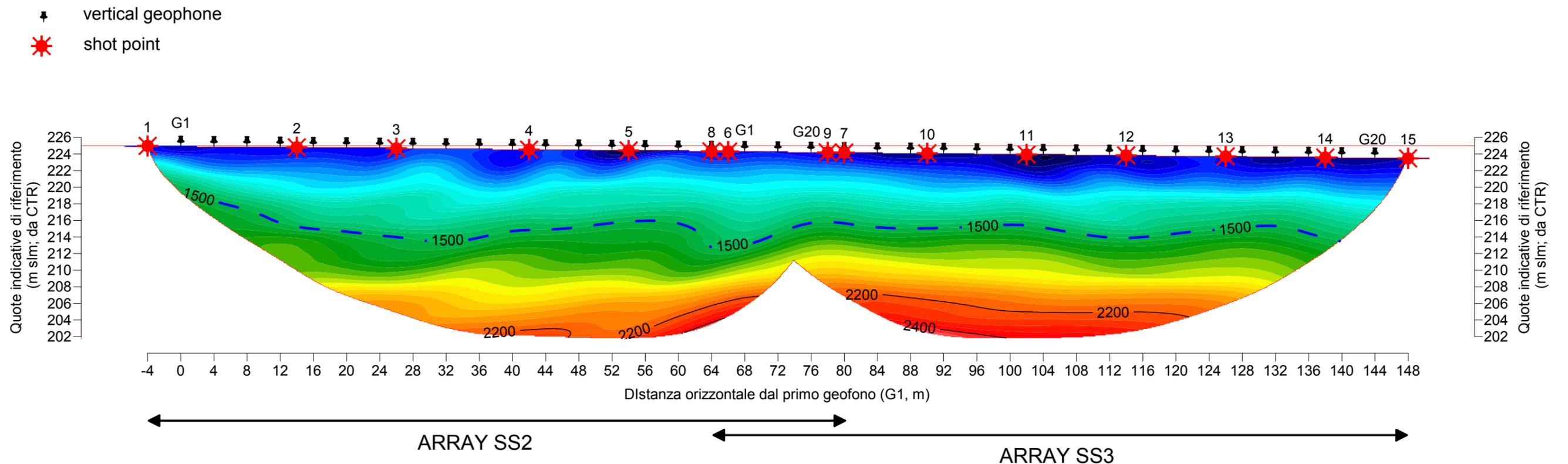
# STENDIMENTI SISMICI SS2 E SS3: DROMOCRONE E RAY COVERAGE, SCALA 1:500



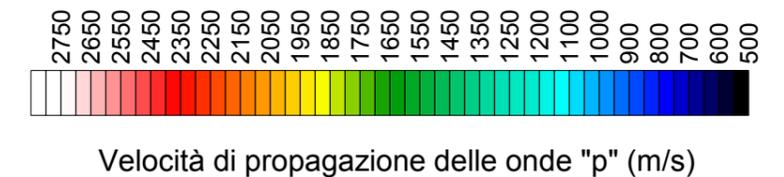
- ♣ vertical geophone
- ☀ shot point



## STENDIMENTI SISMICI SS2 E SS3: ELABORAZIONE TOMOGRAFICA, SCALA 1:500



SS2\_SS3, 30 WET iterations, RMS error 1.6 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.20



## IPOTESI INTERPRETATIVA

$V_p = 600$  (min vel riscontrata) - 1500 m/s: materiali estremamente eterogenei per composizione e densità, gradienti di velocità estremamente variabili. Tali caratteristiche possono essere associate a terreni costituenti un corpo colluviale. Umidità progressivamente passante da molto bassa ad elevata  
 $V_p = 1500 - 2200$  m/s: caratteristiche sostanzialmente analoghe a quelle dei materiali soprastanti, ma con densità medie più elevate e probabili condizioni di elevata umidità o saturazione. Verosimilmente l'orizzonte in questione comprende blocchi, massi, erratici di dimensioni anche plurimetriche.

I gradienti di velocità tendono a regolarizzarsi e ad aumentare a partire dall'isolinea  $V_p = 2200$  m/s

$V_p = 2200 - 2400$  m/s: probabile bedrock rigido in condizioni geomeccaniche medie discrete - buone (III-II classe Bieniawski).

$V_p > 2400$  m/s: probabile bedrock rigido in condizioni geomeccaniche medie buone - ottime (II-I classe Bieniawski).

---

7	Indagini in sito attuali
n.	figura
/	Spett.le PANARELLO SpA
scala	committente

---

GEOL. LUCA SIVORI  
 VIA G. DE PAOLI 13R - 16143 GENOVA  
 LUSIVORI@LIBERO.IT - 3498297788

SA

COMMITTENTE Francesco Panarello Panettoni Spa CANTIERE Via Carso - Genova  
 DATA INIZIO 31/01/2020 DATA FINE 31/01/2020  
 GEOLOGO: Geol. L.Sivori ATTREZZATURA Beretta B45  
 PERFORAZIONE: a rotazione a carotaggio continuo DIAMETRO CAROTIERE  $\phi$  101 mm

FOGLIO 1/1  
 PROFONDITA' FORO: 10.0 m  
 RILIEVO FALDA: -

PROFONDITA' DA P.C.	COLONNINA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	SPT	CAMPIONI	MANOVRA	ROD [%]							CAROTTAGGIO	DIMENSIONI SPEZZONI				N° DISC. PER METRO
						10	20	30	40	50	60	70		80	90	100	< 6 cm	
1 1.30		Asfalto e sottofondo stradale sabbia limosa con abbondante ghiaia e frammenti lapidei subangolari, colore marrone, sciolto.										SW (101 mm) T2D (101 mm)					1	
2		Sabbia con limo e argilla ghiaiosa con presenza di blocchi e frammenti lapidei eterometrici, colore grigio marrone chiaro, mediamente addensata.										SW (101 mm)					2	
3			3															
4			4															
5			5															
6			6															
7			7															
8			8															
9			9															
10.0 f.p.			10															
11																	11	
12																	12	
13																	13	
14																	14	
15																	15	
16																	16	
17																	17	
18																	18	
19																	19	
20																	20	

br livelli ridotti in breccia W corona widia  
 S carotiere semplice D corona diamante  
 T2 carotiere doppio (101) diametro perforazione





GEOL. LUCA SIVORI  
 VIA G. DE PAOLI 13R - 16143 GENOVA  
 LUSIVORI@LIBERO.IT - 3498297788

SB

COMMITTENTE Francesco Panarello Panettoni Spa CANTIERE Via Carso - Genova  
 DATA INIZIO 29/01/2020 DATA FINE 30/01/2020  
 GEOLOGO: Geol. L.Sivori ATTREZZATURA Beretta B45  
 PERFORAZIONE: a rotazione a carotaggio continuo DIAMETRO CAROTIERE  $\phi$  101 mm  
 ad asse verticale

FOGLIO 1/1  
 PROFONDITA' FORO: 17.0 m  
 RILIEVO FALDA: -

PROFONDITA' DA P.C.	COLONNINA STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	SPT	CAMPIONI	MANOVRA	ROD [%]						CAROTAGGIO	DIMENSIONI SPEZZONI				N° DISC. PER METRO	
						10	20	30	40	50	60		70	80	90	100		< 6 cm
1		Soletta in cls e riporto eterogeneo rappresentato da sabbia limosa con ghiaia e frammenti lapidei. Presenza di frammenti di laterizi. Colore grigio, sciolta	6-22-11															
2.00 2																		
3			8-5-6	C <sub>SPT</sub>														
4			7-8-7	C <sub>6</sub>														
5																		
6		Sabbia con limo e argilla ghiaiosa con presenza di blocchi e frammenti lapidei eterometrici, colore grigio marrone chiaro, mediamente addensata.	10-7-7															
7																		
8			10-12-15	C <sub>7</sub>														
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17.0 17																		
f.p.																		
18																		
19																		
20																		

SW  
(101 mm)

br livelli ridotti in breccia W corona widia  
 S carotiere semplice D corona diamante  
 T2 carotiere doppio (101)diametro perforazione

















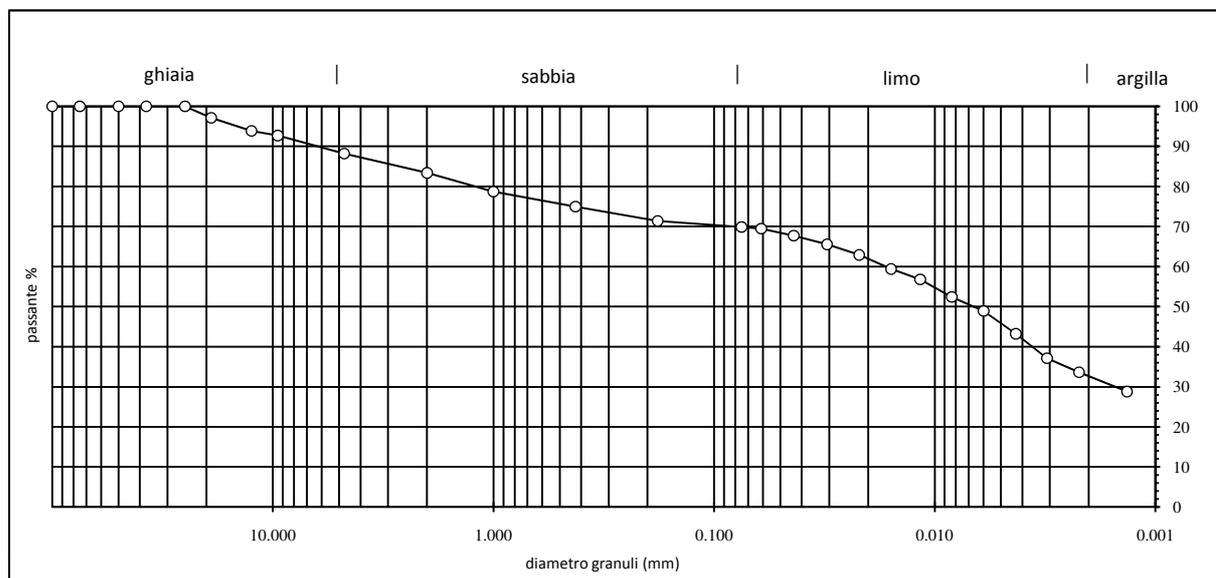
**ANALISI GRANULOMETRICA**

<b>Committente:</b> Panarello S.p.A.	<b>Sondaggio:</b> SB
<b>Cantiere:</b> Via Carso, 111	<b>Campione:</b> C7
<b>Località:</b> Genova	<b>Profondità:</b> 7.50 - 7.80 m
<b>Note:</b>	<b>Data esecuzione prova:</b> 4-6/02/2020
	<b>Specifica di prova:</b> ASTM D421-07/D422-07
	<b>Rep:</b> 20/018

M (gr) = 521.34					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00	Areometro tipo	152 H
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	Dispersivo	esametafosfato di sodio
25	0.00	0.00	0.00	100.00	Correz. dispersivo Cd	-1
19	15.03	2.88	2.88	97.12	Correz. menisco Cm	0.5
12.5	17.04	3.27	6.15	93.85	Correz. temperatura Ct	-4+0,25*T
9.50	6.00	1.15	7.30	92.70	Campione secco Psp (g)	40
4.75	23.40	4.49	11.79	88.21		
2.00	25.08	4.81	16.60	83.40		
1.00	24.45	4.69	21.29	78.71		
0.425	19.53	3.75	25.04	74.96	Peso spec. f<0,074 (Gs) =	2.72
0.180	18.53	3.55	28.59	71.41	Costante K =	1.000
0.075	7.89	1.51	30.11	69.89		
Fondo	364.39					

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	17.0	40.0	40.5	0.25	0.0611	39.75	99.39	69.47
1	17.0	39.0	39.5	0.25	0.0435	38.75	96.89	67.72
2	18.0	37.5	38.0	0.50	0.0308	37.50	93.77	65.54
4	18.0	36.0	36.5	0.50	0.0220	36.00	90.02	62.92
8	18.0	34.0	34.5	0.50	0.0158	34.00	85.02	59.42
15	18.0	32.5	33.0	0.50	0.0116	32.50	81.27	56.80
30	18.0	30.0	30.5	0.50	0.0084	30.00	75.02	52.43
60	18.0	28.0	28.5	0.50	0.0060	28.00	70.01	48.94
120	19.0	24.5	25.0	0.75	0.0043	24.75	61.89	43.26
240	19.0	21.0	21.5	0.75	0.0031	21.25	53.14	37.14
480	19.0	19.0	19.5	0.75	0.0022	19.25	48.13	33.64
1440	16.0	17.0	17.5	0.00	0.0013	16.50	41.26	28.84

Classificazione	USCS ML	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			11.79	18.31	37.44	32.46



Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 6/02/2020

**ANALISI GRANULOMETRICA**

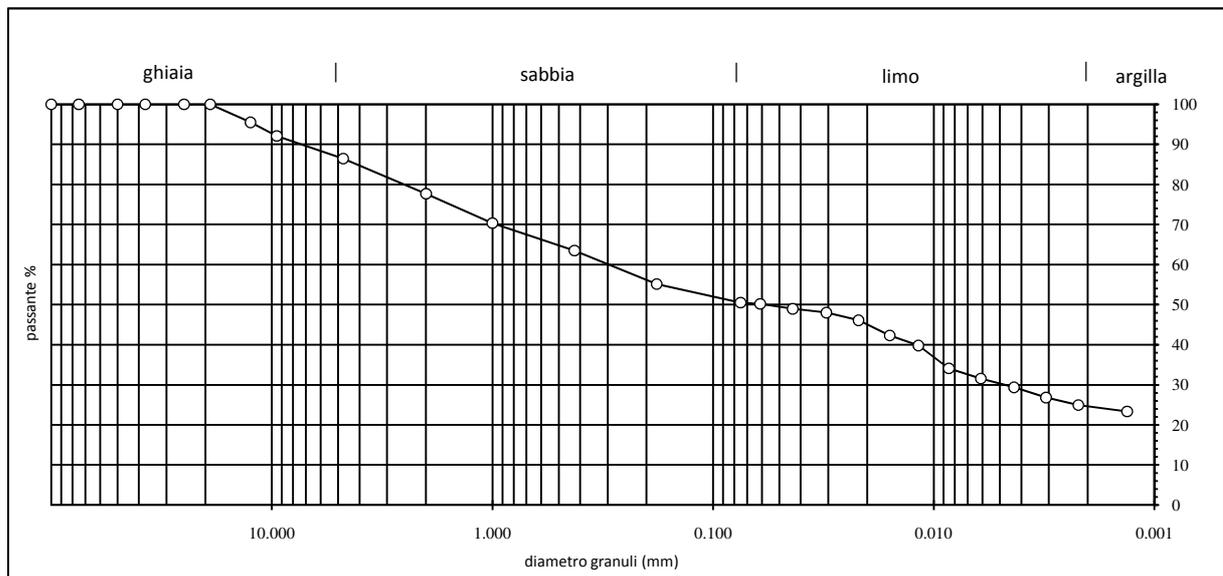
Rapporto di prova n° 20/018/001

<b>Committente:</b> Panarello S.p.A.	<b>Sondaggio:</b> SB
<b>Cantiere:</b> Via Carso, 111	<b>Campione:</b> SPT
<b>Località:</b> Genova	<b>Profondità:</b> 3.00 - 3.45 m
<b>Note:</b>	<b>Data esecuzione prova:</b> 4-6/02/2020
	<b>Specifica di prova:</b> ASTM D421-07/D422-07
	<b>Rep:</b> 20/018

M (gr) = 171.22					Analisi con areometro	
Setacci ASTM Apertura maglie (mm)	Massa terreno trattenuto (gr)	Parziale dei trattenuti %	Totale dei trattenuti %	Totale dei passanti %	Areometro n°	
100	0.00	0.00	0.00	100.00	1	
75	0.00	0.00	0.00	100.00		
50	0.00	0.00	0.00	100.00	Areometro tipo	152 H
37.5	0.00	0.00	0.00	100.00	Dispersivo	esametatafosfato di sodio
25	0.00	0.00	0.00	100.00	Correz. dispersivo	Cd
19	0.00	0.00	0.00	100.00	Correz. menisco	Cm
12.5	7.75	4.53	4.53	95.47	Correz. temperatura	Ct
9.50	5.77	3.37	7.90	92.10	Campione secco	Psp (g)
4.75	9.70	5.67	13.56	86.44		40
2.00	14.98	8.75	22.31	77.69		
1.00	12.57	7.34	29.65	70.35		
0.425	11.68	6.82	36.47	63.53	Peso spec. f<0,074 (Gs) =	2.72
0.180	14.35	8.38	44.85	55.15	Costante K =	1.000
0.075	7.90	4.61	49.47	50.53		
Fondo	86.52					

Tempo min	Temperatura °C	Letture R	Letture corr. R'=R+Cm	Corr. Temp. Ct	f grani mm	Letture ridotta R''=R'+Cd+Ct	% Parziale KR''	% Somma KR''X
0.5	17.0	40.0	40.5	0.25	0.0611	39.75	99.39	50.23
1	17.0	39.0	39.5	0.25	0.0435	38.75	96.89	48.96
2	18.0	38.0	38.5	0.50	0.0306	38.00	95.02	48.01
4	18.0	36.5	37.0	0.50	0.0219	36.50	91.27	46.12
8	18.0	33.5	34.0	0.50	0.0158	33.50	83.77	42.33
15	18.0	31.5	32.0	0.50	0.0117	31.50	78.77	39.80
30	18.0	27.0	27.5	0.50	0.0085	27.00	67.51	34.12
60	18.0	25.0	25.5	0.50	0.0061	25.00	62.51	31.59
120	19.0	23.0	23.5	0.75	0.0043	23.25	58.14	29.38
240	19.0	21.0	21.5	0.75	0.0031	21.25	53.14	26.85
480	19.0	19.5	20.0	0.75	0.0022	19.75	49.38	24.95
1440	16.0	19.0	19.5	0.00	0.0013	18.50	46.26	23.38

Classificazione	USCS ML	CNR-UNI	% ghiaia	% sabbia	% limo	% argilla
			13.56	35.91	25.95	24.58



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Dario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione  
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 21/12/2014

Rapporto di prova n° 20/018/004

**LIMITI DI CONSISTENZA**

**Committente: Panarello S.p.A.**

**Cantiere: Via Carso, 111**

**Località: Genova**

**Note:**

**Sondaggio: SB**

**Campione: C6**

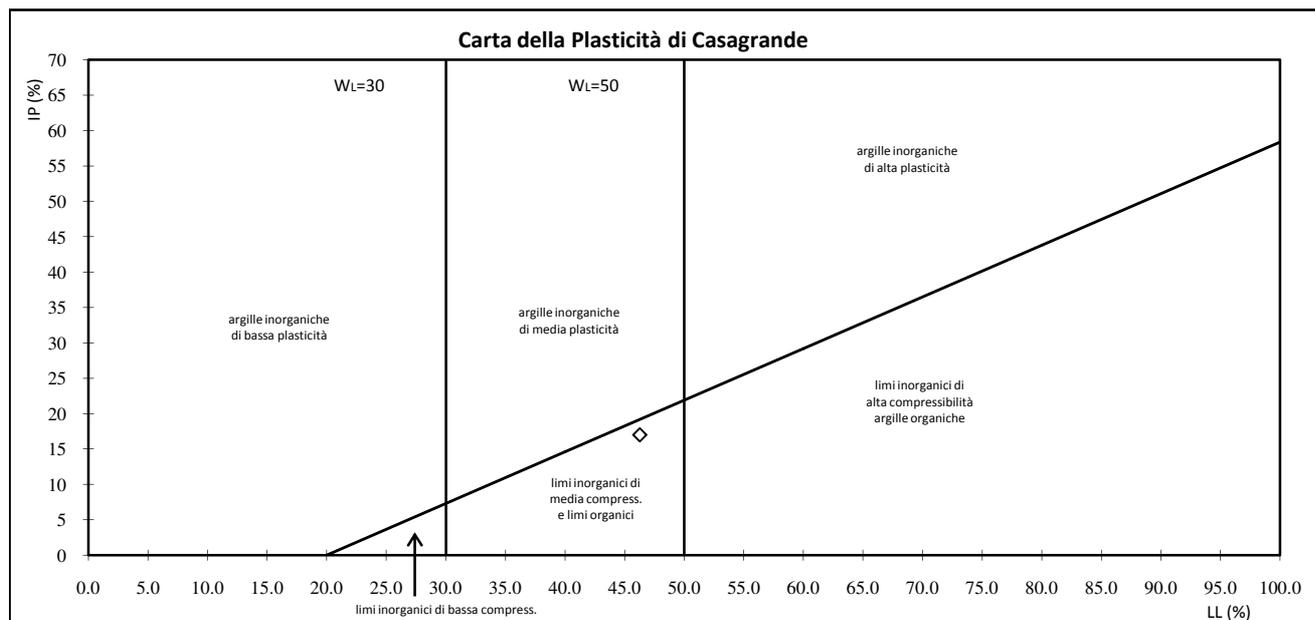
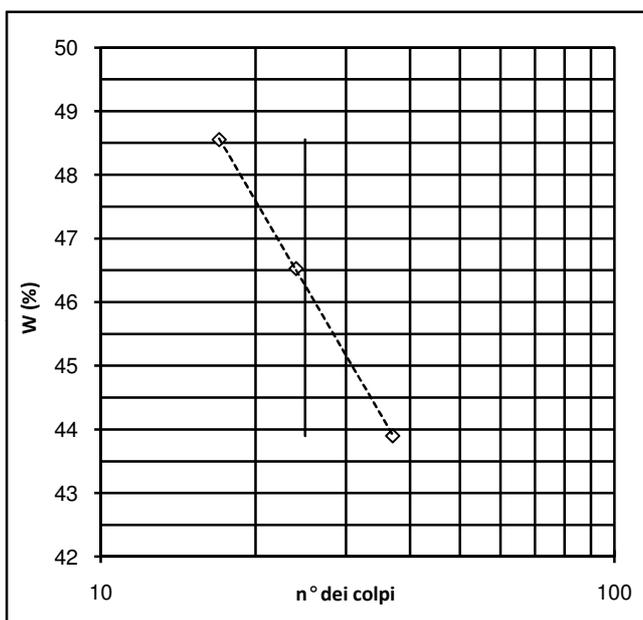
**Profondità: 4.20 - 4.50 m**

**Data esecuzione prova: 5-6/02/2020**

**Specifica di prova: ASTM D4318-10**

**Rep: 20/018**

<b>Limite liquido</b>	<b>LL (%) = 46.3</b>		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	62.21	58.18	59.09
Massa secca + t (g)	57.17	53.69	54.34
Massa acqua contenuta (g)	5.04	4.49	4.75
Tara t (g)	46.79	44.04	43.52
Massa secca netta (g)	10.38	9.65	10.82
Contenuto d'acqua W (%)	48.55	46.53	43.90
Numero colpi	17	24	37
<b>Limite plastico</b>	<b>LP (%) = 29.3</b>		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	15.51	15.60	
Massa secca + t (g)	13.92	13.99	
Massa acqua contenuta (g)	1.59	1.61	
Tara t (g)	8.48	8.49	
Massa secca (g)	5.44	5.50	
Contenuto d'acqua W (%)	29.23	29.27	
<b>Indice di Plasticità</b>	<b>(LL-LP) = IP 17.0</b>		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Dario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione  
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 21/12/2014

Rapporto di prova n° 20/018/006

**LIMITI DI CONSISTENZA**

**Committente: Panarello S.p.A.**

**Cantiere: Via Carso, 111**

**Località: Genova**

**Note:**

**Sondaggio: SB**

**Campione: C7**

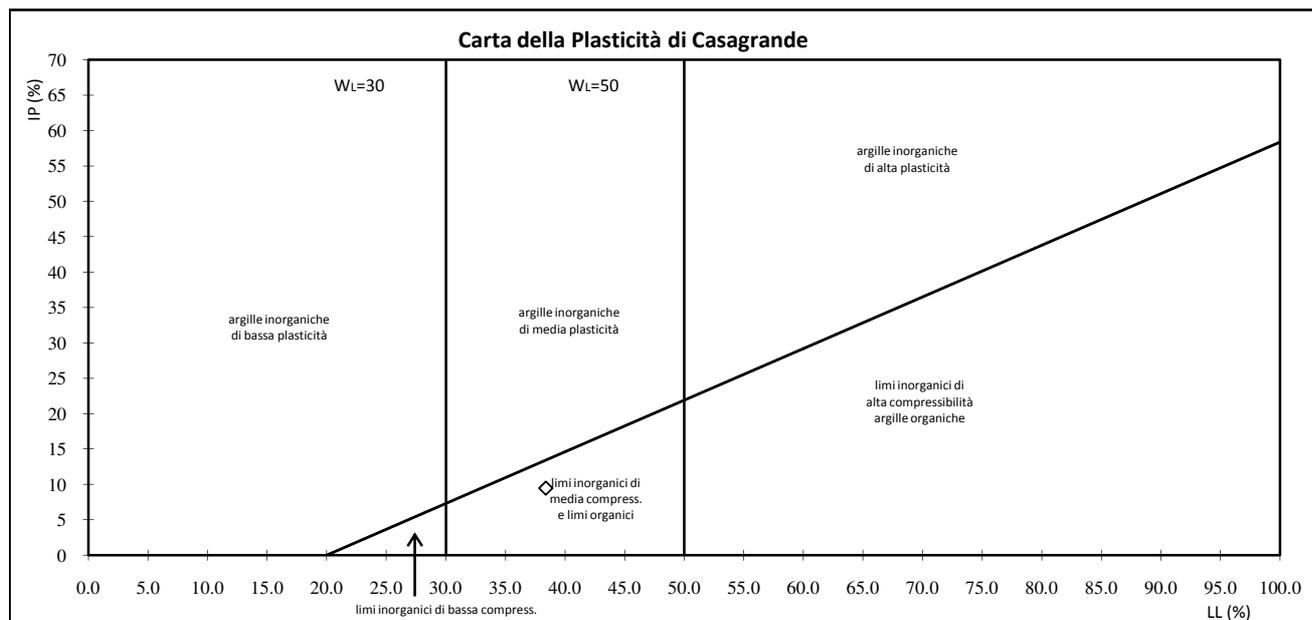
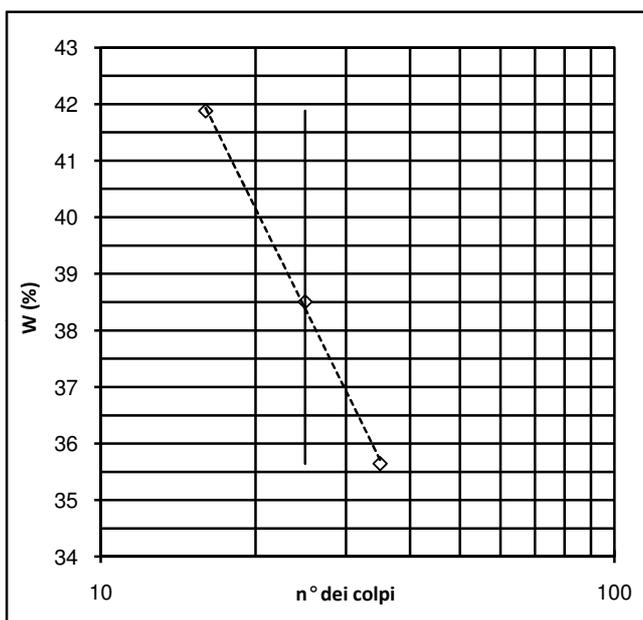
**Profondità: 7.50 - 7.80 m**

**Data esecuzione prova: 5-6/02/2020**

**Specifica di prova: ASTM D4318-10**

**Rep: 20/018**

<b>Limite liquido</b>	<b>LL (%) = 38.4</b>		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	59.15	58.32	56.28
Massa secca + t (g)	54.56	54.35	53.09
Massa acqua contenuta (g)	4.59	3.97	3.19
Tara t (g)	43.60	44.04	44.14
Massa secca netta (g)	10.96	10.31	8.95
Contenuto d'acqua W (%)	41.88	38.51	35.64
Numero colpi	16	25	35
<b>Limite plastico</b>	<b>LP (%) = 28.9</b>		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	15.25	15.34	
Massa secca + t (g)	13.92	13.95	
Massa acqua contenuta (g)	1.33	1.39	
Tara t (g)	9.32	9.14	
Massa secca (g)	4.60	4.81	
Contenuto d'acqua W (%)	28.91	28.90	
<b>Indice di Plasticità</b>	<b>(LL-LP) = IP 9.5</b>		



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Dario Filippi

Laboratorio autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
con Decreto n° 868 del 03/02/2010 per l'esecuzione e la certificazione  
di prove su terreni e su rocce ai sensi del D.P.R. n°380 del 06/06/2001

Data emissione: 21/12/2014

Rapporto di prova n° 20/018/002

**LIMITI DI CONSISTENZA**

**Committente: Panarello S.p.A.**

**Cantiere: Via Carso, 111**

**Località: Genova**

**Note:**

**Sondaggio: SB**

**Campione: SPT**

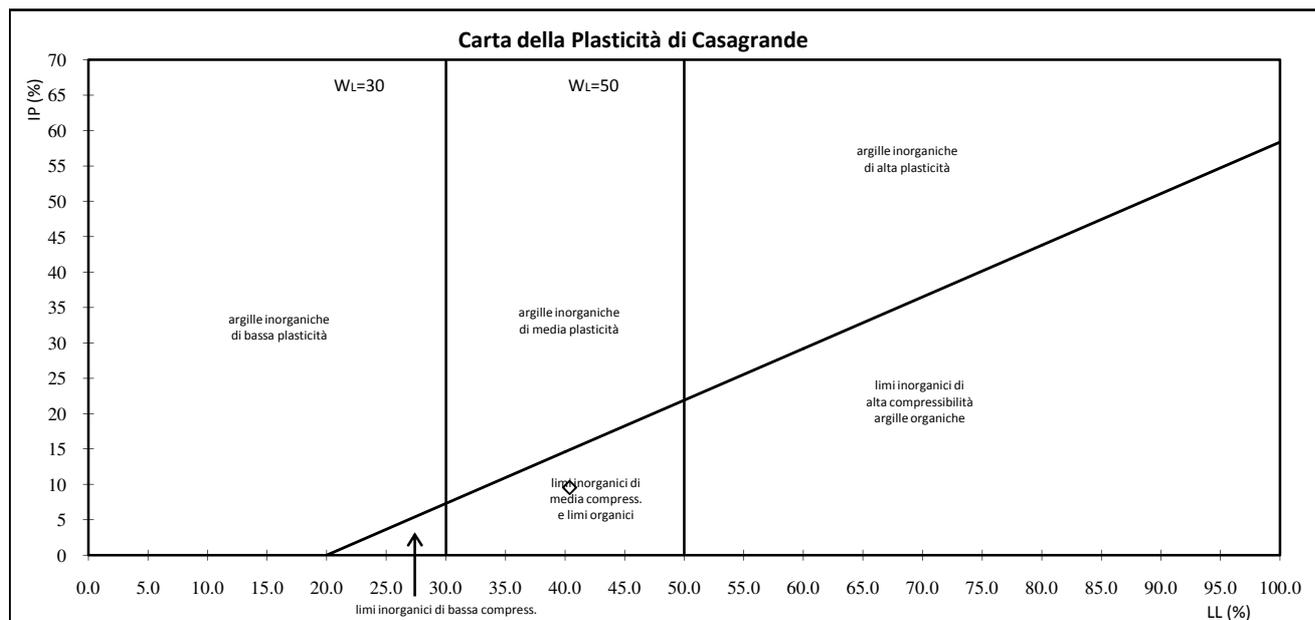
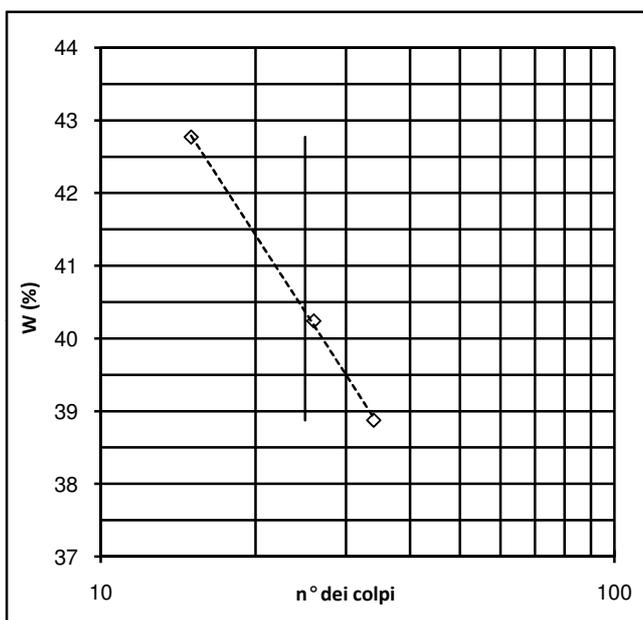
**Profondità: 3.00 - 3.45 m**

**Data esecuzione prova: 5-6/02/2020**

**Specifiche di prova: ASTM D4318-10**

**Rep: 20/018**

<b>Limite liquido</b>	<b>LL (%) = 40.4</b>		
Contenitore	1	2	3
Massa umida + t (g)	60.27	59.83	60.15
Massa secca + t (g)	56.84	56.47	57.04
Massa acqua contenuta (g)	3.43	3.36	3.11
Tara t (g)	48.82	48.12	49.04
Massa secca netta (g)	8.02	8.35	8.00
Contenuto d'acqua W (%)	42.77	40.24	38.88
Numero colpi	15	26	34
<b>Limite plastico</b>	<b>LP (%) = 30.8</b>		
Contenitore	A	B	
Massa umida + t (g)	17.04	17.09	
Massa secca + t (g)	15.17	15.21	
Massa acqua contenuta (g)	1.87	1.88	
Tara t (g)	9.10	9.11	
Massa secca (g)	6.07	6.10	
Contenuto d'acqua W (%)	30.81	30.82	
<b>Indice di Plasticità</b>	<b>(LL-LP) = IP</b>		<b>9.6</b>



Lo Sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio  
Dr. Dario Filippi

**Analysis of Rock Strength using RocLab**

**Hoek-Brown Classification**

intact uniaxial comp. strength ( $\sigma_{ci}$ ) = 30 MPa  
 GSI = 38  $m_i = 8$  Disturbance factor (D) = 0.7  
 intact modulus (E) = 27000 MPa  
 modulus ratio (MR) = 900

**Hoek-Brown Criterion**

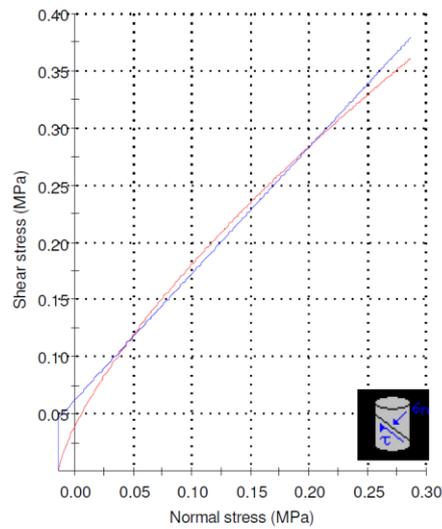
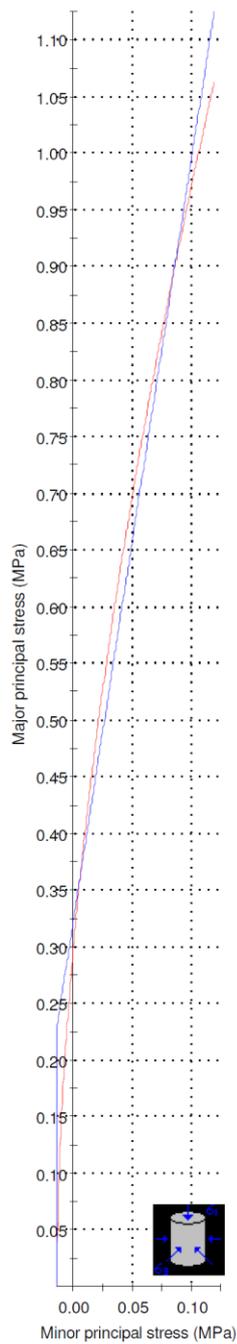
$m_b = 0.265$   $s = 0.0001$   $a = 0.513$

**Mohr-Coulomb Fit**

cohesion = 0.062 MPa friction angle = 47.83 deg

**Rock Mass Parameters**

tensile strength = -0.014 MPa  
 uniaxial compressive strength = 0.299 MPa  
 global strength = 1.923 MPa  
 deformation modulus = 1409.11 MPa



8

Inviluppi a rottura a.r.

n.

figura

/

Spett.le PANARELLO SpA

scala

committente

WG84: Lat 44.426843 - Lng 8.937287

ED50: Lat 44.427905 - Lng 8.938333

Mappa
Satellite

### Stati limite

Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1.5**

Stato Limite	Tr [anni]	$a_0$ [g]	$F_0$	$T_0$ [s]
Operatività (SLO)	45	0.029	2.528	0.203
Danno (SLD)	75	0.035	2.545	0.224
Salvaguardia vita (SLV)	712	0.080	2.529	0.291
Prevenzione collasso (SLC)	1482	0.103	2.520	0.299

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 75

### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T2

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,51	1,48	1,41	1,40
ST Amplificazione topografica	1,20	1,20	1,20	1,20

Acc.ne massima attesa al sito [m/s<sup>2</sup>]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.008	0.010	0.023	0.036
kv	0.004	0.005	0.012	0.018
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0.403	0.406	1.135	1.457
Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

9

n.

/

scala

Parametri sismici

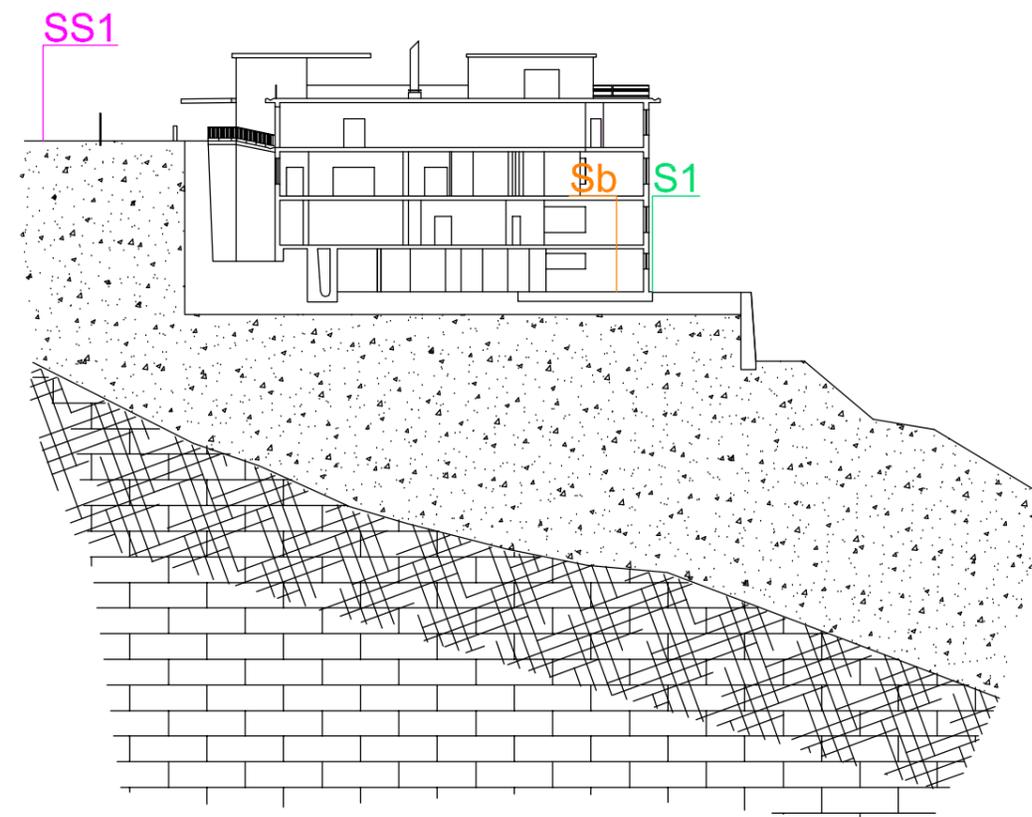
figura

Spett.le PANARELLO SpA

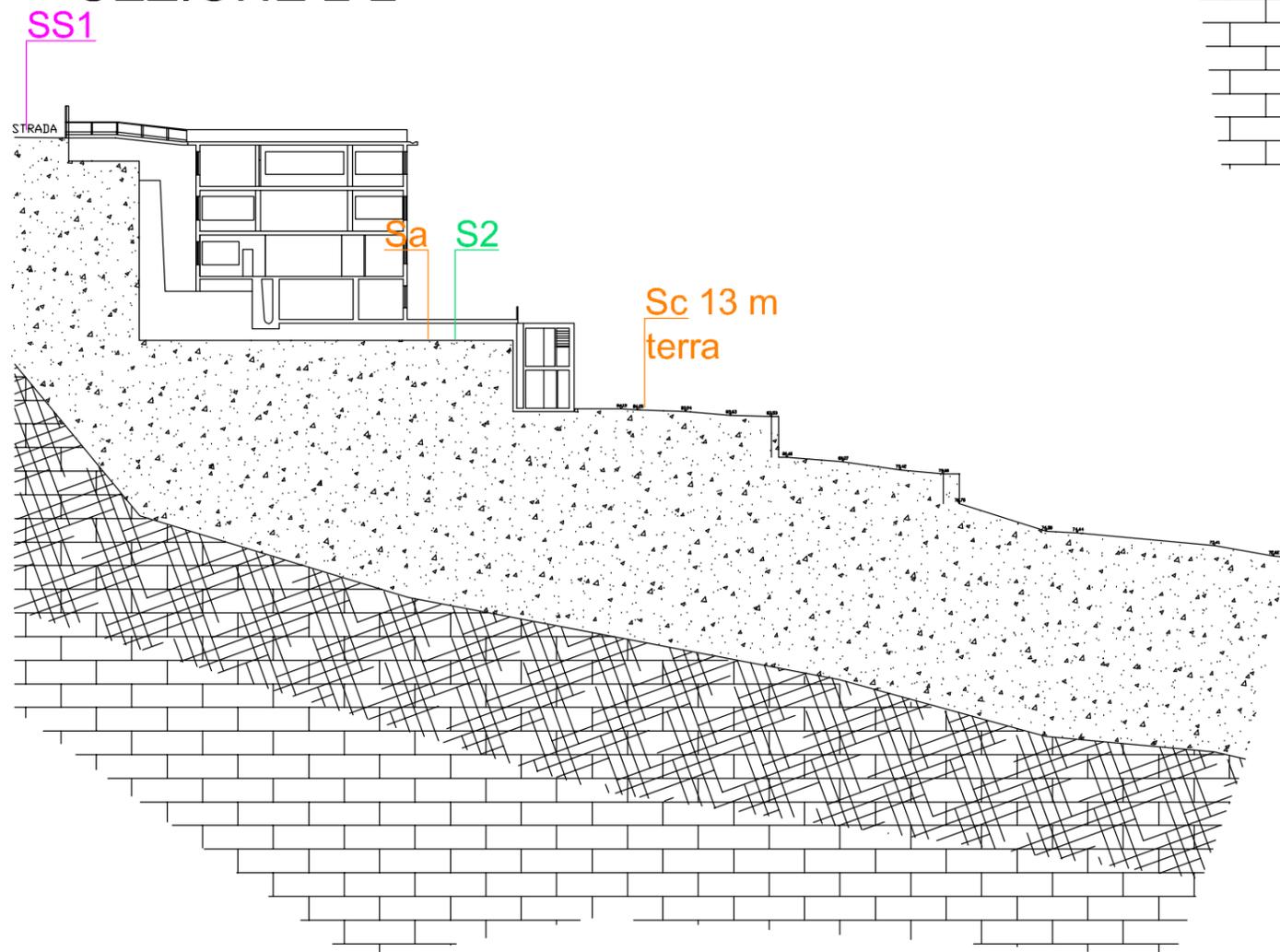
committente

- S1 Sondaggi eseguiti nel 1991
- Sc Sondaggi attuali
- SS1 Stesa sismica eseguita nel 2019

### SEZIONE 1-1



### SEZIONE 2-2



-  Copertura sciolta, sabbia con limo e argilla ghiaiosa con presenza di blocchi eterometrici
-  Substrato roccioso, Formazione Flysch del Monte Antola, a. alterato e fratturato fino a isolato in blocchi plurimetrici; b. ammasso roccioso mediamente fratturato

10	Sezioni stratigrafiche
n.	figura
500	Spett.le PANARELLO SpA
scala	committente



PERMEABILITA' DEI SUOLI E SISTEMI DI RITENZIONE TEMPORANEA ACQUE METEORICHE										
VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITA' DEL SUOLO										
<b>STATO ATTUALE</b>										
RAPPORTO PERMEABILITA' ATTUALE Rp = <span style="background-color: yellow;">69%</span>										
<b>TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO ATTUALE)</b>			<b>SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE</b>							
	Cd RIF.	Cd CALC.	Ψ'	Ψ''	Spe	m <sup>2</sup>				
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	8519,0		Ψ' = 0,10	Ψ'' =	7667,1	m <sup>2</sup>				
Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastri solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione < 3°	933,0		Ψ' = 0,85	Ψ'' =	140,0	m <sup>2</sup>				
Pavimento in asfalto o cls	1925,0		Ψ' = 0,90	Ψ'' =	192,5	m <sup>2</sup>				
Coperture metalliche con inclinazione > 3°	171,0		Ψ' = 0,95	Ψ'' =	8,6	m <sup>2</sup>				
Coperture discontinue (tegole in laterizio o simile)			Ψ' = 0,90	Ψ'' =	0,0	m <sup>2</sup>				
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole			Ψ' = 0,10	Ψ'' =	0,0	m <sup>2</sup>				
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole			Ψ' = 0,10	Ψ'' =	0,0	m <sup>2</sup>				
<b>SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Stato Attuale</b>	<span style="background-color: yellow;">11548,0</span> m <sup>2</sup>		<b>TOTALE Spe</b>				<span style="background-color: yellow;">8008,1</span> m <sup>2</sup>			
<b>STATO DI PROGETTO</b>										
RAPPORTO PERMEABILITA' PROGETTO Rp = <span style="background-color: yellow;">69%</span> Rp Equiv. x ritenzione = <span style="background-color: cyan;">75%</span>										
<b>TIPOLOGIA DI SUPERFICIE (STATO DI PROGETTO)</b>			<b>SUPERFICIE PERMEABILE EQUIVALENTE</b>							
	Cd RIF.	Cd CALC.	Ψ'	Ψ''	Spe	m <sup>2</sup>	Q	l/s		
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole	7952,0		Ψ' = 0,10	Ψ'' =	7156,8	m <sup>2</sup>	Q =	0,00	l/s	
Pavimento in asfalto o cls	1922,0	500,0	Ψ' = 0,90	Ψ'' =	192,2	m <sup>2</sup>	Q =	15,00	l/s	
Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastri solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione < 3°	1107,0	250,0	Ψ' = 0,85	Ψ'' =	166,1	m <sup>2</sup>	Q =	7,08	l/s	
Superfici in ghiaia sciolta	567,0	100,0	Ψ' = 0,30	Ψ'' =	396,9	m <sup>2</sup>	Q =	1,00	l/s	
Coperture continue con finiture in materiali sigillanti (terrazze, lastri solari, superfici poste sopra a volumi interrati) con inclinazione < 3° <small>Coperture a verde pensile con appesore e solette con spessore v del terreno naturale medio &gt; 50 cm con inclinazione max 12° (Sistema a tre strati - UNI 11235/2007 e terreno naturale con coefficiente di permeabilità equivalente della suddetta soletta)</small>			Ψ' = 0,10	Ψ'' =	0,0	m <sup>2</sup>	Q =	0,00	l/s	
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole			Ψ' = 0,10	Ψ'' =	0,0	m <sup>2</sup>	Q =	0,00	l/s	
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole			Ψ' = 0,10	Ψ'' =	0,0	m <sup>2</sup>	Q =	0,00	l/s	
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole			Ψ' = 0,10	Ψ'' =	0,0	m <sup>2</sup>	Q =	0,00	l/s	
Superfici a verde su suolo profondo: prati, orti, superfici boscate e agricole			Ψ' = 0,10	Ψ'' =	0,0	m <sup>2</sup>	Q =	0,00	l/s	
<b>SUPERFICIE RIFERIMENTO Sr Progetto</b>	<span style="background-color: yellow;">11548,0</span> m <sup>2</sup> 850,0 m <sup>2</sup>		<b>TOTALE Spe</b>				<span style="background-color: yellow;">7912,0</span> m <sup>2</sup>		<b>Op =</b> <span style="background-color: cyan;">23,08</span> l/s	
VERIFICA Sr Attuale = Progetto -----> <span style="background-color: orange;">OK!</span>										
<b>VERIFICHE STANDARD RICHIESTI :</b>										
Rp o Rp Equivalente Minimo da Garantire <span style="background-color: orange;">70%</span>			VERIFICA Rp e MIGLIORAMENTO <span style="background-color: orange;">OK!</span>			VASCA COMPENSAZIONE RICHIESTA <span style="background-color: orange;">SI</span>				
<b>DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE</b>										
<b>ALTEZZA E DURATA DELLA PIOGGIA CRITICA</b>										
Altezza di precipitazione critica	<span style="background-color: yellow;">60</span> mm		Deflusso istantaneo per ettaro <span style="background-color: yellow;">333,33</span> l/s*ha							
Durata pioggia critica	<span style="background-color: yellow;">30</span> min.									
<b>SCARICO CONCESSO E PORTATA DA LAMINARE</b>					<b>CALCOLO DEL VOLUME DELLA VASCA DI LAMINAZIONE</b>					
Qscarico	1,70 l/s		Ritardo da conseguire <span style="background-color: yellow;">30</span> min.		V vasca = 38490 litri <span style="background-color: yellow;">38,5</span> m <sup>3</sup>					
Portata da laminare	21,38 l/s									
<b>DIMENSIONAMENTO DEL TUBO DI CONTROLLO DI FLUSSO (scarico della vasca di laminazione)</b>										
$A_{sez.tubo} = \frac{Q}{0,6 \cdot \sqrt{(2 \cdot 9,81 \cdot h)}}$										
0,6      parametro idraulico fisso (adimensionale)										
h      - tirante utile nella vasca di laminazione espresso in m. (vedi Istruzioni , punto 3. 5) - oppure, nel caso di vasca di laminazione dotata di pompa di sollevamento, tirante utile nel pozzetto con scarico di fondo tarato, espresso in m. (vedi Istruzioni , punto 3. 5.ter)										
Q      Qscarico calcolata al punto 6)										
h = <span style="background-color: green;">1,50</span> m										
A <sub>sez.tubo</sub> = 0,00052 m <sup>2</sup>										
Diametro = 2 · √(A <sub>sez.tubo</sub> /π) = <span style="background-color: yellow;">25,8</span> mm										
VASCA COMPENSAZIONE CORRETTAMENTE DIMENSIONATA <span style="background-color: orange;">SI</span>										
<small>Versione marzo 2015</small>										

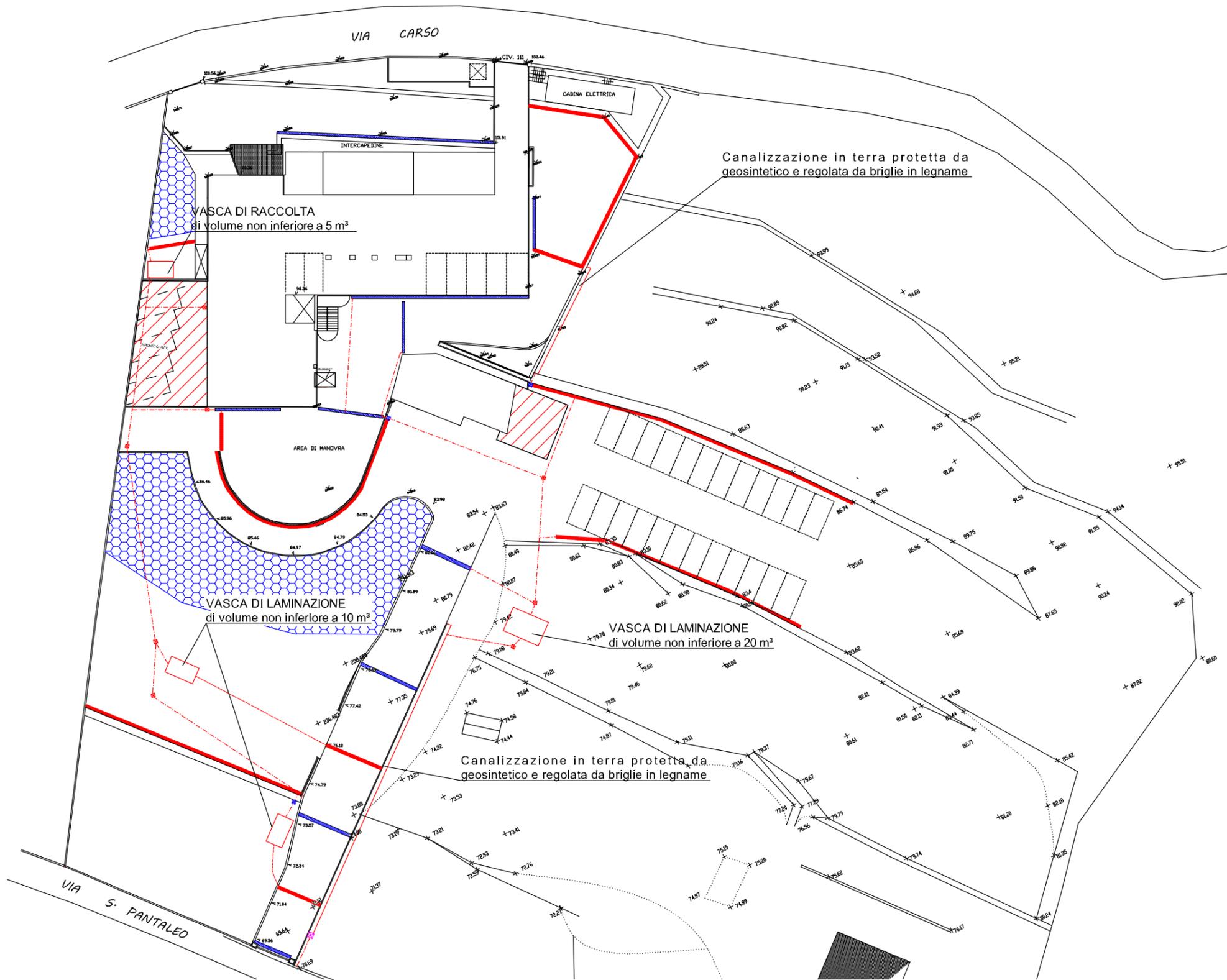
- LEGENDA**
- Valori da inserire con solo una cifra decimale
  - Valori di progetto talvolta necessari
  - Valori calcolati
  - Valori calcolati o non modificabili
  - Celle di controllo

12      Valutazione permeabilità suolo

n.      figura

/      Spett.le PANARELLO SpA

scala      committente



LEGENDA	
Canaline/caditoie da ripristinare	
Canaline/caditoie da realizzare	
Pozzetti	
Pozzetti di salto	
Pozzetti di rallentamento	
Tubo in PVC Ø 300	
Tubo in PE Ø 32	
Opere di ingegneria naturalistica	

13 n.	Tavola di regimazione delle acque figura
500 scala	Spett.le PANARELLO SpA committente