

COMUNE DI GENOVA

Committenti:

SALATI ARMANDO S.p.A.

Oggetto:

**PIANO URBANISTICO OPERATIVO
AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA
EX AREA VERRINA**

RELAZIONE GEOLOGICA

(REV. 2)

STUDIO ASSOCIATO BELLINI
Geologi

Data :

26 settembre 2016

**Via Galata 9/1
16121 - GENOVA
Tel - Fax 010-586503 - 566277
Partita I.V.A. 01270990995**



INDICE

<u>1.0 PREMESSA.....</u>	<u>3</u>
<u>2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI.....</u>	<u>4</u>
2.1. RAPPORTI CON IL P.U.C. DEL COMUNE DI GENOVA PER GLI ASPETTI INERENTI LA ZONIZZAZIONE E LA SUSCETTIVITÀ D'USO DEL TERRITORIO, OLTRE ALLA MICROZONAZIONE SISMICA.....	4
2.2. RAPPORTI CON IL PIANO DI BACINO PER GLI ASPETTI INERENTI LA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO E LE FASCE FLUVIALI.....	8
<u>3.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO DELLA ZONA.....</u>	<u>12</u>
<u>4.0 INDAGINI IN SITU.</u>	<u>15</u>
4.1. SONDAGGI GEOGNOSTICI CAMPAGNA 2015.	16
4.2. PROVE SPT IN FORO.	18
4.3. LIVELLI IDRICI NEI FORI DI SONDAGGIO.....	20
4.4. PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO TIPO LEFRANC.	22
4.5. STENDIMENTI SISMICI TOMOGRAFICI.	23
<u>5.0 DATI GEOGNOSTICI PREESISTENTI – CAMPAGNA 2004.....</u>	<u>26</u>
<u>6.0 MODELLO GEOLOGICO.</u>	<u>27</u>
<u>7.0 NATURA E COMPORTAMENTO GEOTECNICO DEI TERRENI.</u>	<u>29</u>
7.1. MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO.	29
7.2. PARAMETRI DI RESISTENZA DELL'AMMASSO ROCCIOSO CON IL CRITERIO DI HOEK E BROWN.	31
<u>8.0 CONSIDERAZIONI IN MERITO AL RISCHIO SISMICO.....</u>	<u>34</u>
<u>9.0 ESAME DEL PROGETTO.....</u>	<u>38</u>
<u>10.0 PROBLEMATICHE GEOLOGICHE DEL PUO: NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE.</u>	<u>41</u>
10.1. PREPARAZIONE D'AREA: SBANCAMENTO E OPERE DI SOSTEGNO.....	41
10.2. PREVISIONE SULLA TIPOLOGIA DEI MATERIALI DI RISULTA DEGLI SBANCAMENTI.	43
10.3. SOLUZIONI FONDAZIONALI PER GLI EDIFICI E PER I MURI STRADALI.	44
10.4. FORMAZIONE DEL RILEVATO STRADALE.....	45
10.5. DISCIPLINA DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTOSUPERFICIALI.	50
10.6. RAPPORTI CON LE PREESISTENZE AL CONTORNO.	51

10.7. L'AMBITO D.....	51
<u>11.0 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DEGLI INTERVENTI</u>	
<u>SULL'IMPERMEABILIZZAZIONE SUPERFICIALE DEL COMPARTO.....</u>	52
<u>12.0 DICHIARAZIONE CONCLUSIVA.....</u>	52
<u>ELENCO ALLEGATI</u>	53

1.0 PREMESSA.

E' stata sottoposta a indagine geologica, geognostica e geofisica l'ex Area Industriale Verrina di Genova Prà (**ALL. 1**: corografia della zona in scala 1:5.000), dove è prevista l'attuazione di un Piano Urbanistico Operativo che tratta della riqualificazione urbana dell'area, comprendente la demolizione delle strutture industriali e degli edifici e manufatti correlati oggi esistenti e la realizzazione di un nuovo articolato insediamento urbano, su progetto dell'Arch. Fabio Pontiggia, destinato all'uso commerciale, residenziale e per servizi pubblici.

Le finalità dell'indagine é stata quella di:

- inquadrare le caratteristiche geologiche geomorfologiche e idrogeologiche della zona;
- verificare, in dettaglio, la stratigrafia del sottosuolo e ricostruire il modello geologico di riferimento progettuale;
- analizzare le possibili problematiche connesse con l'esecuzione dei lavori e proporre soluzioni adeguate, per gli aspetti di competenza, con valenza di Norme Geologiche di Attuazione del PUO.

La campagna di indagini in situ ha compreso l'esecuzione di sondaggi meccanici a rotazione, con prelievo continuo di campione e di stendimenti sismici tomografici in onde S e in onde P.

Lo studio si è avvalso, inoltre, delle risultanze di una precedente campagna di indagini geognostiche realizzata sulla medesima area a fini ambientali, ma che ha consentito anche la verifica degli aspetti stratigrafici.

Si illustrano nel seguito i contenuti dello studio.

2.0 RIFERIMENTI NORMATIVI.

Per lo svolgimento del presente studio sono state prese a riferimento le seguenti normative:

D.M. 14.01.08 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Circolare n. 617 del 2/2/2009 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Istruzioni per l'applicazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

P.U.C. del Comune di Genova, approvato con DD n° 2015/118.0.0./18 ed entrato in vigore il 3/12/2015: carta di zonizzazione geologica del territorio e normativa geologica associata, carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Piano di Bacino D.L. 180/98 ambiti 12 e 13, approvato con Delibera del Consiglio Provinciale n. 65 del 12/12/2002, comprese le successive modifiche.

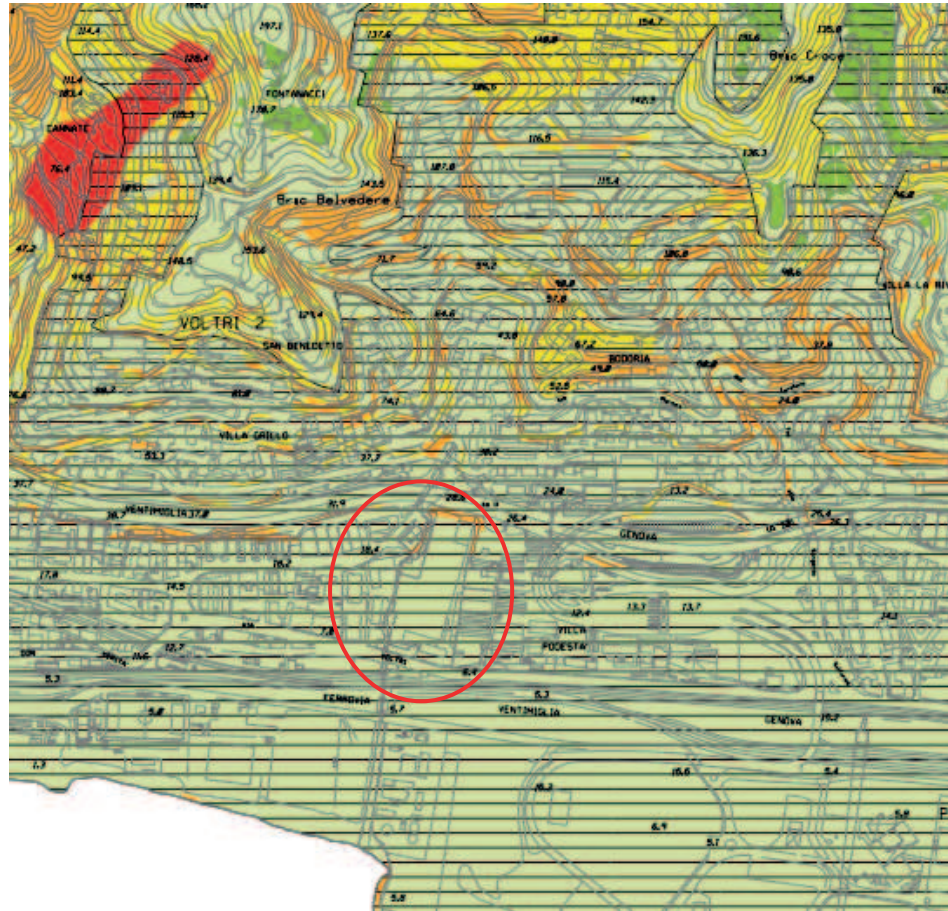
2.1. Rapporti con il P.U.C. del Comune di Genova per gli aspetti inerenti la zonizzazione e la suscettività d'uso del territorio, oltre alla microzonazione sismica.

Nell'ambito degli studi geologici del P.U.C. 2015 del Comune di Genova è stata redatta la carta di zonizzazione geologica che suddivide il territorio comunale in classi a diverso grado di "fragilità", sotto gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici, alle quali si associa una normativa geologica di riferimento che stabilisce l'ammissibilità degli interventi in rapporto al contesto e il grado di approfondimento delle indagini da eseguire.

Con riferimento a tale zonizzazione, la proposta progettuale in esame è compresa nella zona B urbanizzata, con suscettività d'uso parzialmente condizionata ossia, come espresso dalle citate Norme all'Art. 23, con

condizionamenti eliminabili con interventi di piccola o media difficoltà e onerosità (Fig. 1).

Con riferimento alla microzonazione sismica di livello1 elaborata dal PUC 2015, si riporta in Fig. 2 lo stralcio della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica. L'area del P.U.O. in esame risulta una zona stabile, suscettibile di amplificazione locale di tipo stratigrafico, per la presenza di depositi alluvionali e marini per spessori > 3.00 m. Si esclude peraltro la necessità di procedere con una microzonazione sismica di livello 2 ai sensi della D.G.R. 471/2010, poiché l'Unità Urbanistica di riferimento (Prà) è classificata in zona 4 dalla D.G.R. 1362/2010.



LEGENDA



Fig. 1: Stralcio fuori scala della Carta di zonizzazione e suscettività d'uso del PUC 2015 vigente.

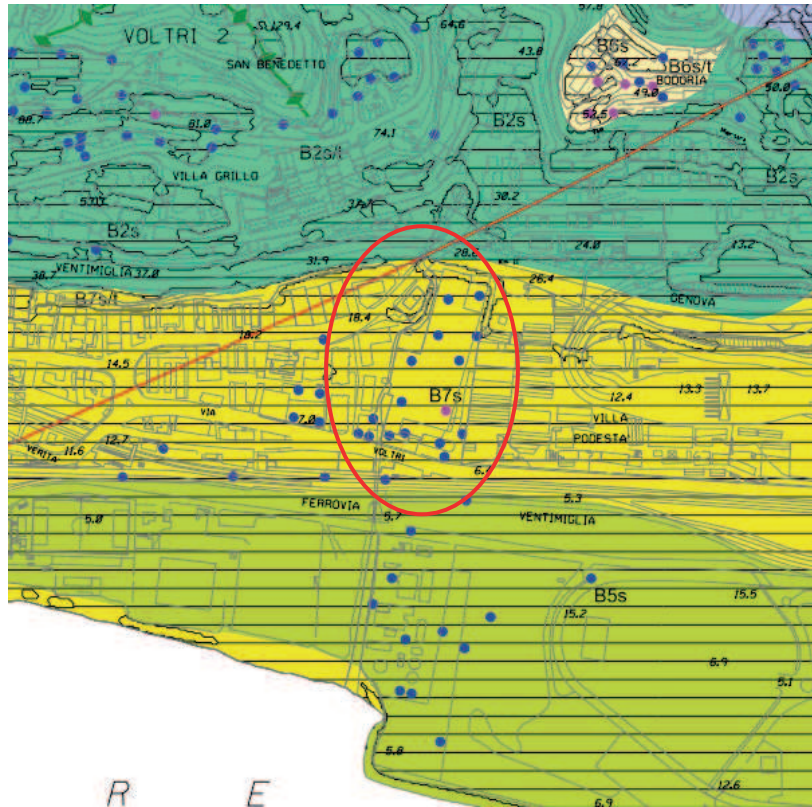


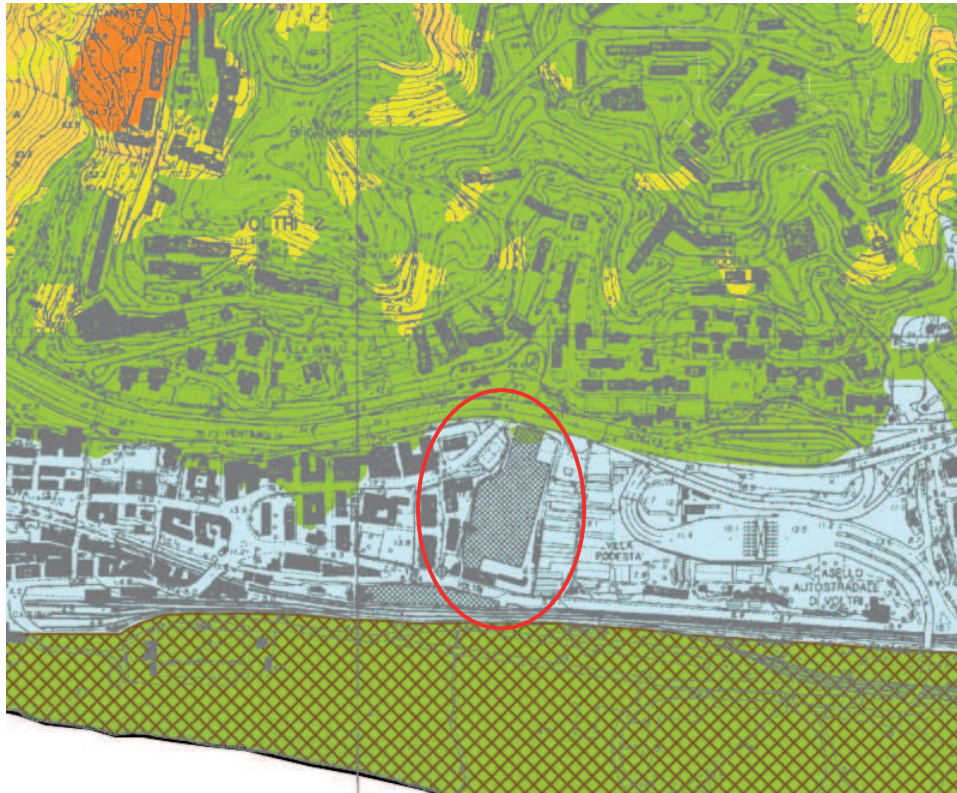
Fig. 2: Stralcio fuori scala della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica del PUC 2015, vigente.

2.2. Rapporti con il Piano di Bacino per gli aspetti inerenti la suscettività al dissesto e le fasce fluviali.

Secondo il Piano di Bacino Stralcio di cui all'art. 1, comma 1 del D.L. 11.06.98 n.180 convertito in legge 03.08.98 n. 267 e s.m.i. la zona di intervento, ricade all'interno dell'Ambito 12 e 13 (approvato con D.C.P. n. 65 del 12.12.2002, e comprese le successive modifiche).

In Fig. 3 è riportato un estratto della carta della suscettività al dissesto del Piano per la quale la zona di interesse ricade in classe di suscettività Molto bassa Pg0 e confina, sia a Nord che a Sud, con aree in classe Bassa Pg1.

Per completezza di inquadramento rispetto ai vincoli territoriali esistenti sull'area, si richiama in Fig. 4 un estratto della Carta delle Fasce Fluviali, dal quale si evince che l'area del PUO è priva di condizionamenti per la tematica dell'inondabilità. Si segnala unicamente la presenza di una criticità idraulica puntuale per portate con tempi di ritorno 200ennali, sul tombino di sottopasso della Via Prà, che convoglia verso mare le acque del Rio San Giuliano.



LEGENDA

CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO		NORME DI ATTUAZIONE
	MOLTO ELEVATA Pg4	Art. 16, c. 2
	ELEVATA Pg3a	Art. 16, c. 3
	ELEVATA Pg3b	Art. 16, c. 3-ter
	MEDIA Pg2	Art. 16, c. 4
	BASSA Pg1	Art. 16, c. 4
	MOLTO BASSA Pg0	Art. 16, c. 4
CLASSI SPECIALI		
	TIPO A - Cave attive, miniere attive e discariche in esercizio	Art. 16bis, c. 2
	Area oggetto di accordo di programma approvato con D.G.R. n. 1047 del 7/8/2012	
	TIPO B1 - Cave inattive e miniere abbandonate	Art. 16bis, c. 3
	TIPO B2 - Discariche dismesse e riporti antropici	Art. 16bis, c. 5

Fig. 3: Estratto fuori scala della Carta della suscettività al dissesto dei versanti del vigente Piano di Bacino – Ambiti 12-13.

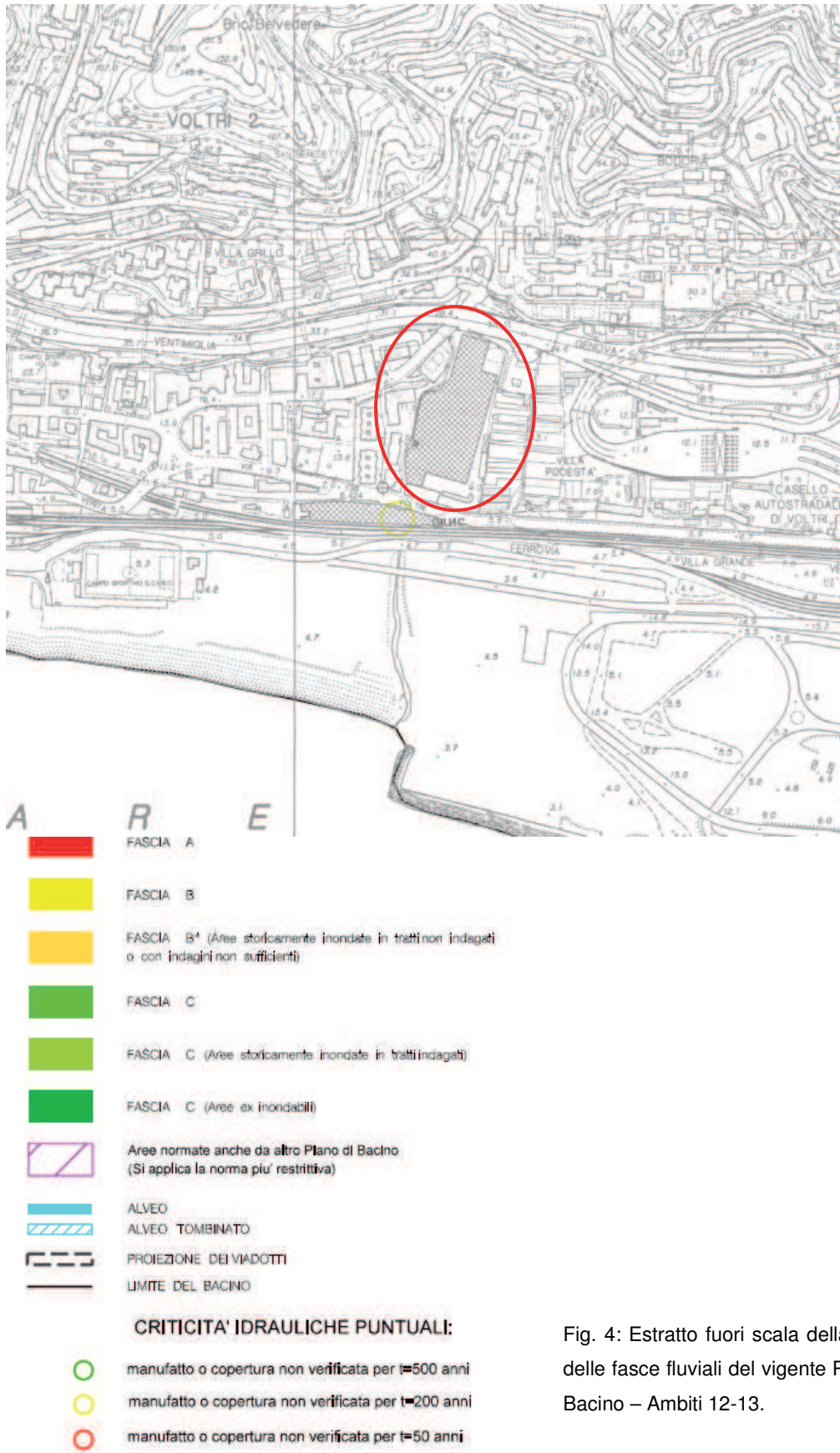


Fig. 4: Estratto fuori scala della Carta delle fasce fluviali del vigente Piano di Bacino – Ambiti 12-13.

Infine, in relazione alla Carta del Reticolo Idrografico di cui alla D.G.R. 1449/12, la proprietà in esame è sviluppata lungo la sponda orografica sinistra del Rio San Giuliano. Il rivo, infatti, scorre a cielo aperto lungo il confine occidentale dell'area d'intervento, attraversa tombinato la Via Prà e la ferrovia e prosegue nuovamente a giorno, fino a mare.

Il PUO propone una sistemazione dell'area che, in tema di distanza dal corso d'acqua, il cui bacino risulta di estensione pari a 1.1 Km², tiene conto delle prescrizioni della normativa vigente (Regolamento regionale n. 3/2011 recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua coordinato con il Regolamento regionale 16 marzo 2016, n. 1). Ad ogni modo, per tali aspetti si rimanda alla relazione di progetto e ai contributi specialistici di argomento idrologico e idraulico.

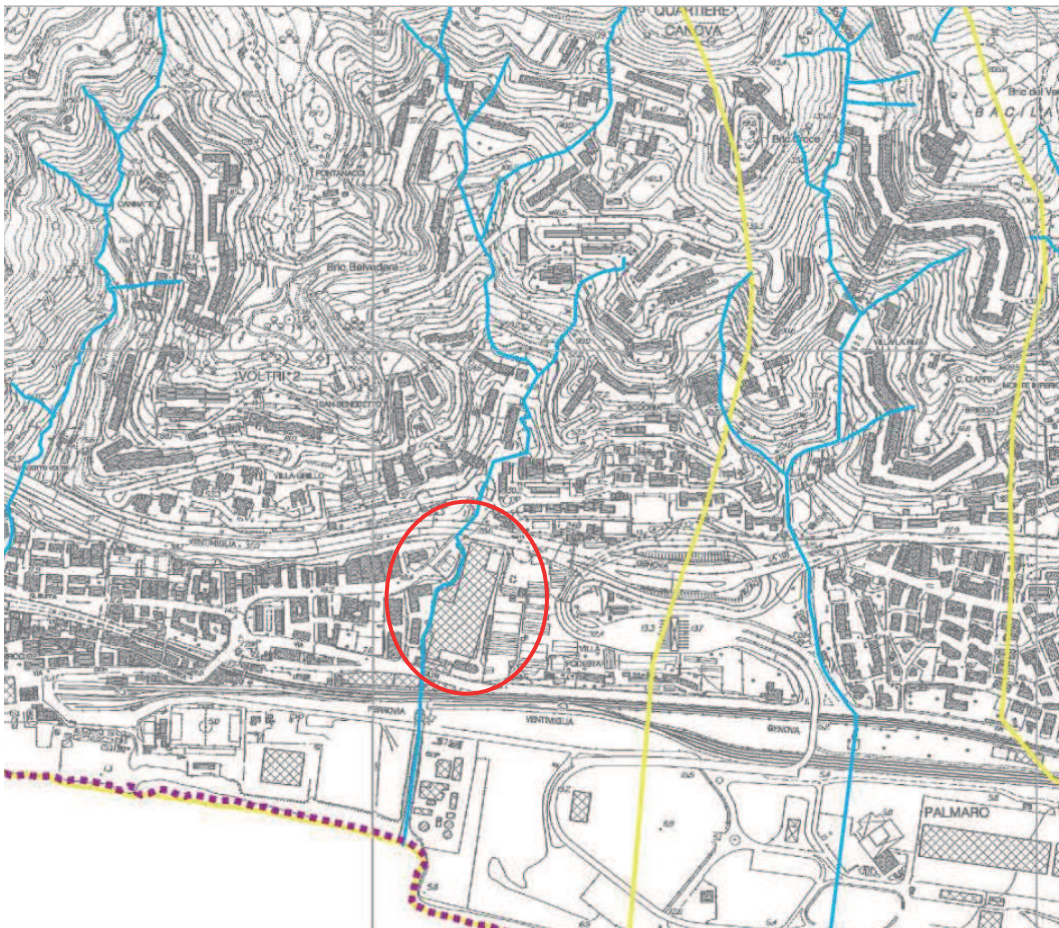


Fig. 5: Estratto fuori scala dalla Carta del Reticolo Idrografico Regionale di cui alla D.G.R. 1449 del 30.11.12.

3.0 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO DELLA ZONA.

Dal punto di vista morfologico l'area esaminata interessa la fascia pedemontana e costiera, sviluppata ai piedi degli ambiti collinari tra Voltri e Prà, in sinistra dell'incisione torrentizia del Rio San Giuliano.

Le modifiche urbanistiche della zona hanno progressivamente cancellato i lineamenti morfologici originari dei luoghi sia nel settore collinare, dove negli anni settanta sono stati costruiti i palazzi del quartiere Canova, sia nella zona a mare, dove è stato realizzato il riempimento di Voltri che ha spostato a Sud la linea costiera.

Sulla rottura di pendenza versante - piana, corre l'autostrada Genova Ventimiglia, che ha comportato pesanti modifiche della morfologia naturale, soprattutto a Est del sito in esame, per la creazione del piazzale e delle rampe di svincolo.

A Ovest dell'ex Area Verrina l'insediamento urbano è denso e continuo, più antico rispetto alle aree collinari e sempre a vocazione residenziale. Invece immediatamente a Est, si notano ancora le serre e le aree di coltivazione che caratterizzavano originariamente tutta la zona e che rientravano nella proprietà della Villa Podestà.

In **ALL. 2** si produce una sequenza cartografica storica della zona che evidenzia come il sito in esame occupi quella che un tempo era proprio la fascia litorale, separata dal mare solo dalla linea ferroviaria e dalla Via Aurelia.

L'area oggetto di riqualificazione si estende complessivamente per circa 19.400 mq e confina a Nord con l'Autostrada A10 Genova Ventimiglia, a Sud, appunto con la Via Aurelia (qui denominata Via Prà) a Ovest con il Rio San Giuliano e a Est con la cosiddetta "Piana delle Serre" di Villa Podestà.

La morfologia attuale è articolata su tre ampi ed estesi gradoni derivati dagli interventi modificatori che sono stati attuati per la costruzione dei capannoni e degli edifici industriali. Tali interventi sono riassumibili in:

- sbancamento del versante nel settore nord dove è stato ricavato un piano a q.a. 12 circa. Sul confine corre una sequenza di muri gradonati in testa ai quali passa l'autostrada;
- sistemazione dell'area sottostante secondo altri due piani a quote decrescenti da monte verso mare (q.a. 9 – 6 circa) con collocazione di riporti, per il livellamento del terreno, di spessore crescente dal settore centrale al settore meridionale.

Da tali interventi si ricava che la morfologia naturale era definita da:

- una zona a pendenza media nel settore nord;
- un piano a leggera inclinazione verso mare per la parte restante.

Mentre il settore di monte è propriamente riconducibile a un ambito morfologico di fascia pedemontana, il piano inclinato verso mare rappresenta un terrazzo marino quaternario che caratterizza questo tratto di fascia costiera, sul quale sono collocate Villa Podestà e le serre che la circondano.

Si deve altresì osservare che i riporti di maggiore spessore presenti nel settore meridionale dell'area si raccordano verso mare con il rilevato stradale della Via Aurelia e della sede ferroviaria.

Il confronto tra gli estratti cartografici della zona dall'ottocento a oggi (**ALL. 2**) attesta la progressiva e graduale modificazione dei luoghi, con particolare evidenza per l'avanzamento della linea costiera.

La ricostruzione dell'andamento morfologico del profilo del substrato, con riferimento alla netta rottura di pendenza esistente tra l'ambito collinare e la fascia costiera, passando per un settore intermedio di localizzazione pedemontana, ove è impostata l'autostrada, trova conferma nella stratigrafia dei terreni presenti a substrato della zona.

Infatti, l'ossatura rocciosa del versante sotteso dal tratto costiero in esame è costituita da calcescisti e scisti quarzo-micacei, con intercalazioni calcaree, appartenenti alla formazione dei "Calcescisti del Turchino", dell'Unità Tettonometamorfica Voltri. Questi si trovano in contatto tettonico con "scaglie" di serpentiniti e serpentinoscisti e presentano locali intercalazioni di scisti actinolitico-cloritici in corrispondenza di faglie tendenzialmente orientate NE/SO.

In copertura al substrato roccioso, a partire dal settore centrale dell'area investigata e sino al suo margine meridionale, è presente verso Est il deposito di terrazzo, costituito da sabbie e ghiaie di origine marina, mentre verso Ovest affiorano i depositi alluvionali continentali legati all'attività del Rio San Giuliano.

La sistemazione del terreno alle quote attuali, infine, ha comportato, negli anni, la posa di strati superficiali di materiali di riporto e la formazione, come noto, di vere e proprie colmate, come nell'area a mare del litorale indagato.

Dal punto di vista idrogeologico, i calcescisti, quantunque localmente allentati e fratturati, devono essere considerati un substrato scarsamente o per nulla permeabile, sul quale appoggiano i sedimenti alluvionali, che risultano, invece, permeabili per porosità. I calcescisti rappresentano, dunque, il letto dell'acquifero, alimentato dai versanti a monte e presumibilmente mescolato, verso mare, con acque saline.

Non si può escludere che possa essere localmente attiva una circolazione idrica sotterranea anche nel substrato, in associazione a orizzonti particolarmente fratturati o in prossimità dei contatti tettonici effettivamente constatati nell'ambito esaminato. Si tratterebbe, in questo caso, di fenomeni puntuali di filtrazione, o di addensamenti localizzati, ma si ritiene plausibile escludere, anche sulla base delle indagini di seguito illustrate, la presenza di una falda idrica circolante negli ammassi rocciosi a substrato, continua e significativa.

In tema di deflussi superficiali, si richiama la presenza del Rio San Giuliano che scorre a cielo aperto in aderenza all'attuale edificio industriale ed è tombinato nei tratti di monte, all'altezza della Via Ventimiglia e di valle, per sottopassare la Via Aurelia e la Ferrovia.

Al corso d'acqua può essere associata una falda di subalveo discendente dai versanti a monte e di competenza dei depositi alluvionali.

4.0 INDAGINI IN SITU.

Al fine di approfondire le conoscenze geologiche e stratigrafiche della zona e di verificare le caratteristiche geotecniche dei terreni nel sottosuolo dell'ex edificio industriale Verrina, nonché le condizioni idrogeologiche, è stata programmata, assistita e interpretata una campagna di indagini geognostiche, geotecniche e geofisiche, che ha compreso l'esecuzione di:

- 11 sondaggi meccanici a rotazione con prelievo continuo di campione;
- N. 10 prove SPT in foro;
- N. 4 prove di permeabilità in foro tipo Lefranc;
- n. 3 stendimenti sismici tomografici con misura della velocità delle onde P e delle onde S.

L'indagine ha inoltre compreso l'installazione di tubi piezometrici nei fori di sei sondaggi per il monitoraggio dei livelli idrici della falda in sottosuolo.

Inoltre, lo studio si è potuto avvalere delle risultanze stratigrafiche di altri 13 sondaggi meccanici a rotazione eseguiti nel 2004 a fini ambientali, sempre all'interno della medesima area, di modo che il quadro di conoscenze acquisito risulta senz'altro esaustivo e consente la ricostruzione di un modello geologico affidabile.

L'ubicazione di tutte le indagini è riportata sulla planimetria dell'**ALL. 3**. Le stratigrafie dei sondaggi geognostici dell'attuale fase d'indagine, con i rapporti di perforazione e le fotografie dei reperti in cassetta, sono rispettivamente contenuti negli allegati **ALL. 4** e **ALL. 5**, mentre le stratigrafie dei sondaggi della campagna 2004 sono presentate in forma schematica in **ALL. 6**.

4.1. Sondaggi geognostici campagna 2015.

Gli undici sondaggi sono stati approfonditi fino a 12 m dal p.c. ed hanno tutti raggiunto il substrato roccioso sano, ma soltanto quelli ubicati nel settore meridionale e centrale dell'area, alle q.a. 6.00 e 9.00 circa, hanno preliminarmente incontrato i depositi alluvionali, tanto da poter dire che, considerando i complessivi metri di perforazione, l'80% ha interessato roccia in buono e ottimo stato di conservazione mentre solo il 20% circa ha attraversato materiali sciolti. In sintesi si riferisce quanto segue.

- Tutte le perforazioni hanno incontrato un primo strato di terreno di riporto, costituito in prevalenza da ghiaia eterometrica in matrice sabbiosa debolmente limosa, con clasti di lato fino a qualche centimetro, prevalentemente di calcescisti, e meno frequentemente di serpentiniti. All'interno del capannone questi costituiscono lo strato di sottofondo della pavimentazione in calcestruzzo che presenta uno spessore medio di 0.30 m nell'edificio a Ovest (S3 e S4) e di 0.20 m nel capannone (S6, S7, S8, S10) con ispessimenti localizzati (2.10 m in S9) in corrispondenza delle zone che erano gravate dalla presenza di macchinari particolarmente pesanti. Nelle aree esterne la pavimentazione, laddove presente, è costituita da asfalto (S1 e S2), altrimenti lo strato di terreno di riporto è mescolato a terreno vegetale rimaneggiato, come in S5 e in S11.
- Lo spessore dei riporti sotto la pavimentazione del capannone e dell'edificio adiacente a Ovest è dell'ordine di 1.00-1.50 m (massimo in S6 con 1.90 m). All'esterno il massimo spessore si riscontra in S2 (3.00 m) ubicato sulla rampa, evidentemente artificiale, che risale dal piazzale d'ingresso al capannone e in S11 (2.60 m) nella zona delle serre dove, più che di materiali riportati, si tratta di terreni rimaneggiati nell'ambito delle attività agricole.
- Al di sotto dei riporti, la stratigrafia del sottosuolo denota una situazione differenziata tra zona Nord e zona Sud. Infatti, i sondaggi a Nord (S6, S7,

S8, S9, S10) hanno incontrato, sotto ai riporti descritti, direttamente l'ammasso roccioso sano, solo localmente fratturato, costituito, qui come in tutta l'area, da calcescisti con vene e noduli di quarzo e calcite, localmente con livelli cataclastici, con piani di scistosità in assetto prevalentemente subverticale e localmente ripiegati e caotici.

- Nel settore Sud – occidentale sono stati reperiti brecce cataclastiche massicce (S4) e scisti actinolitico-cloritici (S1), di colore verdolino. Intercalazioni di scisti ofiolitici cataclastici si riscontrano anche a contatto di livelli di calcescisti molto fratturati, plasticizzati e caotici (S10), che evidentemente segnalano la presenza di discontinuità tettoniche di piccola e media scala.
- Nel settore Sud, come a Est, in zona serre, sono presenti, in copertura al substrato, materiali sciolti riconducibili a ghiaie e sabbie grossolane, di litologie tipiche del fondo litogenetico (ofioliti e calcescisti). I clasti sono mediamente elaborati e appiattiti, tipicamente di origine marina. Granulometricamente si distingue una sovrapposizione di strati prevalentemente sabbiosi su strati ghiaiosi. Lo spessore è variabile da punto a punto senza apparente correlazione e raggiunge i 3.50-4.00 m (S11 e S5). E' elevato il grado di alterazione e ossidazione per processi pedogenetici, che conferisce una tipica colorazione rossiccia e ocrea.
- In S3 e S4, invece, dove il materiale ha uno spessore di 1.60-1.70 m ed è poco alterato e caotico, si riconoscono ghiaie sabbiose e limose degli apporti alluvionali del Rio San Giuliano.
- Il profilo gradonato del substrato in corrispondenza degli edifici e del capannone deriva da una modifica artificiale dello stato dei luoghi, soprattutto nel settore nord della proprietà e non consente di risalire al profilo originario del pendio roccioso.
- Invece, a Sud, si riconosce l'andamento naturale del tetto del substrato, dolcemente degradante verso mare, con ondulazioni secondarie in parte confluenti verso il Rio San Giuliano e in parte orientate verso Sud/Est, come se il capannone occupasse una sorta di piano rialzato o modesto promontorio.

- L'esame delle stratigrafie di sondaggi eseguiti sulla fascia litoranea e reperiti nella Banca Dati Sondaggi Geologici della Regione Liguria, conferma l'andamento descritto e identifica un terrazzamento, con margine all'altezza della linea ferroviaria, oltre la quale il fondale si approfondisce velocemente. Il riempimento artificiale nella zona del Terminal Europa di Voltri, antistante l'area d'interesse rivela spessori di 7.00-8.00 m e al di sopra di sedimenti marini ghiaiosi e sabbiosi. Il substrato passa da q.a. 2.00 all'ingresso dell'ex Area Verrina a q.a. – 3.00 all'altezza della Ferrovia e scende bruscamente a q.a. - 7.50 nel tratto centrale dell'area VTE.
- Con riferimento allo stato di conservazione dei calcescisti ricavabile dall'indice RQD misurato in corso di perforazione per ogni metro di avanzamento, si riferisce di una condizione decisamente buona. A parte situazioni puntuali (S7 e S9), che possono essere messe in relazione a locali complicità tettoniche, come visto in precedenza, l'indice RQD si attesta mediamente sul 60%, con valori frequentemente dell'ordine del 70%-80%, nonostante la struttura scistosa dei calcescisti, che notoriamente inficia la misura dell'indice RQD in cassetta, poiché il campione, una volta estratto dal carotiere, tende a "spacchettarsi" secondo i piani di scistosità che rappresentano la principale superficie di debolezza all'interno dell'ammasso roccioso.

4.2. Prove SPT in foro.

In corso di perforazione sono state effettuate complessivamente n. 10 prove penetrometriche dinamiche (SPT) all'interno dei depositi ghiaiosi e sabbiosi, laddove reperiti. I valori di NSPT sono stati elaborati per ricavare i parametri di resistenza dei materiali, utilizzando alcuni metodi di interpretazione tipici dei terreni granulari. Indubbiamente il numero di prove che è stato possibile eseguire è ridotto, ma del resto, come già detto, la presenza di terreni

sciolti in loco è limitata e circoscritta al settore meridionale della proprietà. In sintesi si riferisce che le prove eseguite a intervalli medi di 1.50 m, hanno registrato il rifiuto strumentale nel 20% dei casi, fatto imputabile al raggiungimento della roccia (S4) o alla presenza di ciottoli grossolani che hanno ostacolato l'infissione della punta di prova (S11).

Complessivamente sono stati riscontrati terreni con grado di addensamento medio e uniforme sulle verticali indagate. Le misure sono coerenti e, trascurando i singoli valori evidentemente influenzati dalla granulometria grossolana del deposito, si ritengono pienamente affidabili.

Tutti i livelli distinti e descritti, nonostante la presenza di matrice fine, manifestano comunque un comportamento prevalente tipico di terreni granulari. L'interpretazione delle prove SPT proposta nel seguito fa pertanto riferimento ai terreni granulari, con una componente sabbiosa e limosa che ne influenza direttamente la resistenza al taglio.

Le determinazioni dell'angolo di attrito effettivo e del modulo elastico E, in funzione della profondità sono illustrati nella tabella sottostante.

TABELLA													
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELLE PROVE SPT IN FORO													
SOND.	prof. (m)	wt (m)	γ (kN/m ³)	σ'_{vo} (kPa)	Nspt	ER	Cp	(N1)60 ⁽¹⁾	D _R (%)	$\phi^{(2)}$ (°)	$\phi^{(3)}$ (°)	E ⁽⁴⁾ (MPa)	E ⁽⁵⁾ (MPa)
S1	1,5	2,0	19	28,5	25	60	67,53	26	62	48,2	40,1	38,6	38,7
S2	1,5	1,8	19	28,5	18		67,53	19	53	45,0	37,1	33,0	29,9
	3,0	1,8	19	45,2	29		67,53	27	63	48,0	40,4	39,1	39,5
S3	1,5	2,7	19	28,5	25		67,53	26	62	48,2	40,1	38,6	38,7
S4	1,5	1,8	19	28,5	63		67,53	66	99	56,9	51,9	68,8	86,6
	3,1	1,8	19	46,1	R		67,53						
S5	1,5	1,8	19	28,5	21		67,53	22	57	46,5	38,4	35,4	33,7
S11	1,5	4,5	19	28,5	3		67,53	3	22	28,5	27,0	21,1	11,0
	3,0	4,5	19	57,0	4		67,53	3	23	28,6	27,3	21,4	11,3
	5,0	4,5	19	90,1	R	60	67,53						

NOTE

- 1) Nspt corretto per granulometria, diametro del foro, lunghezza delle aste, energia di battuta, tipo di campionatore, tensione litostatica
- 2) Angolo di attrito effettivo con correzione per tensione σ'_v (Curve di Schmertmann)
- 3) Angolo di attrito effettivo secondo National Highway Institute (NHI, 2003)
- 4) Modulo E per sabbie e ghiaie (Denver, 1982)
- 5) Modulo E per sabbie sature (Bowles, 1996)

I riporti superficiali sono assimilati alle alluvioni descritte, risultando del tutto analoghi, sia come granulometria, sia come densità. Diversamente, i terreni di copertura della zona delle serre, rimaneggiati dalle pratiche colturali, sono scarsamente addensati e con parametri di resistenza e deformabilità peggiori. Si tratta peraltro di terreni che non saranno interessati dalle proposte progettuali in esame.

4.3. Livelli idrici nei fori di sondaggio.

I fori dei sondaggi S1, S3, S5, S6, S10, S11 sono stati muniti di piezometro microfessurato di diametro da 2" o da 3" per la misura dei livelli idrici presenti in sottosuolo e per consentire campionamenti di tipo ambientale. I piezometri sono stati spurgati al termine della campagna geognostica.

Gli elementi raccolti confermano la presenza di una falda idrica in sottosuolo. L'acquifero è rappresentato dal deposito alluvionale, mentre il limite inferiore si ritiene sia costituito dal substrato roccioso di calcescisti, seppure non possa essere esclusa filtrazione idrica localizzata negli orizzonti fratturati dell'ammasso. Il livello idrico, fino ad oggi non ha mostrato oscillazioni particolari ad eccezione di S10. Si tiene a precisare che l'abbassamento di livello idrico registrato in S10 rispetto ai dati degli altri piezometri, porta a escludere che si tratti di oscillazione di falda naturale, bensì di un lento assorbimento dell'acqua di perforazione, trattandosi di un sondaggio che ha incontrato i calcescisti sani e compatti subito al di sotto della pavimentazione del capannone.

Maggiormente significativa invece può ritenersi la circolazione idrica sotterranea nei terreni a levante dell'ex Area Verrina, sia per il maggiore spessore dei terreni sciolti delle coperture, sia per la condizione estensiva di terreno agricolo mantenuto a superficie permeabile.

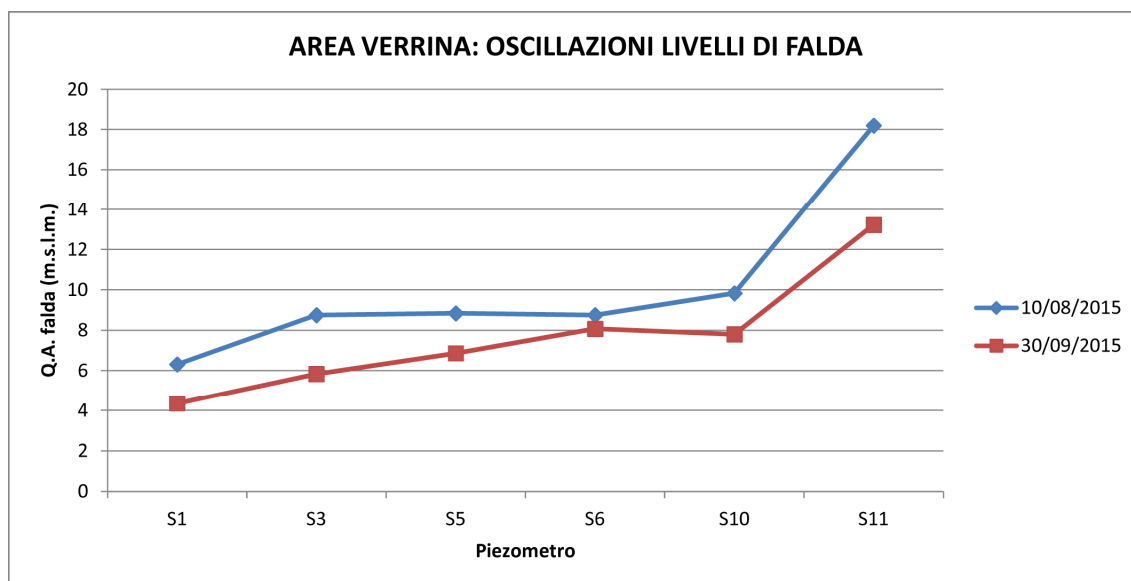


Fig. 6: Oscillazione dei livelli idrici nei piezometri.

Il gradiente idraulico ricavato dalle misure di livello nei piezometri indica una principale direzione di drenaggio da Nord a Sud, parallelamente al corso del Rio San Giuliano, che può essere interpretata con la presenza di uno scorrimento sotterraneo la cui principale alimentazione dipende, appunto, dai versanti a monte dell'Autostrada, mentre non è apprezzabile, allo stato delle misure disponibili, la direzione di flusso verso il Rio San Giuliano.

La temperatura dell'acqua mostra oscillazioni dell'ordine di 2°C e risulta più alta in S10 (20.5 °C) e soprattutto nel piezometro S1 (21.8°C), il quale, per la sua posizione, potrebbe risentire di perdite o scarichi di acque bianche dai sottoservizi stradali.

Oscilla meno la temperatura misurata a fondo foro (valore medio 17°C) e resta sempre più alta nel sondaggio S1 (18.6°C).

Vale inoltre la pena evidenziare il quadro idrogeologico dell'incisione del Rio San Giuliano. Si tratta di un rivo che nel suo percorso superiore è stato rettificato, canalizzato e tombinato. Analogamente nel tratto in aderenza alla proprietà il rivo, pur correndo a cielo aperto, presenta un alveo dal percorso condizionato dagli edifici e dalle strade ai margini, fino all'intersezione con la Via Prà.

Nonostante le modifiche, il corso d'acqua resta comunque un organismo idrologico ben individuato, che rappresenta, in sottosuolo, una via di smaltimento preferenziale, verso la quale le acque di filtrazione sotterranea possono senz'altro convergere, soprattutto in regimi di piena meteorica.

4.4. Prove di permeabilità in foro tipo Lefranc.

Per investigare la permeabilità del deposito alluvionale in sottosuolo, sono state effettuate n. 4 prove di permeabilità del tipo Lefranc, a carico variabile. Le interpretazioni analitiche delle prove sono riportate nell'**ALL. 7**, mentre la tabella che segue ne riassume i risultati.

I dati dimostrano che il complesso alluvionale investigato denota una permeabilità media, con coefficienti K dell'ordine di 10^{-6} m/sec, senza apprezzabili distinzioni tra i sedimenti ghiaioso-sabbiosi e sedimenti con maggiore percentuale di sabbia. La causa è da ricercare nella presenza diffusa di una percentuale, seppure bassa, di componente fine limosa.

Sondaggio	Profondità mt da p.c.	Terreno	Lefranc	Coefficiente di permeabilità K
S1	2.00 – 2.50	Alluvioni ghiaioso- sabbiose	Carico variabile	$1.71 * 10^{-6}$ m/sec
S2	2.50 – 3.00	Riporti ghiaiosi e sabbiosi	Carico variabile	Assorbimento nullo in 20 minuti
S3	2.80 – 3.30	Alluvioni ghiaioso- sabbiose	Carico variabile	$2,43 * 10^{-6}$ m/sec
S5	2.50 – 3.00	Alluvioni sabbioso- ghiaiose	Carico variabile	$2.90 * 10^{-6}$ m/sec

4.5. Stendimenti sismici tomografici.

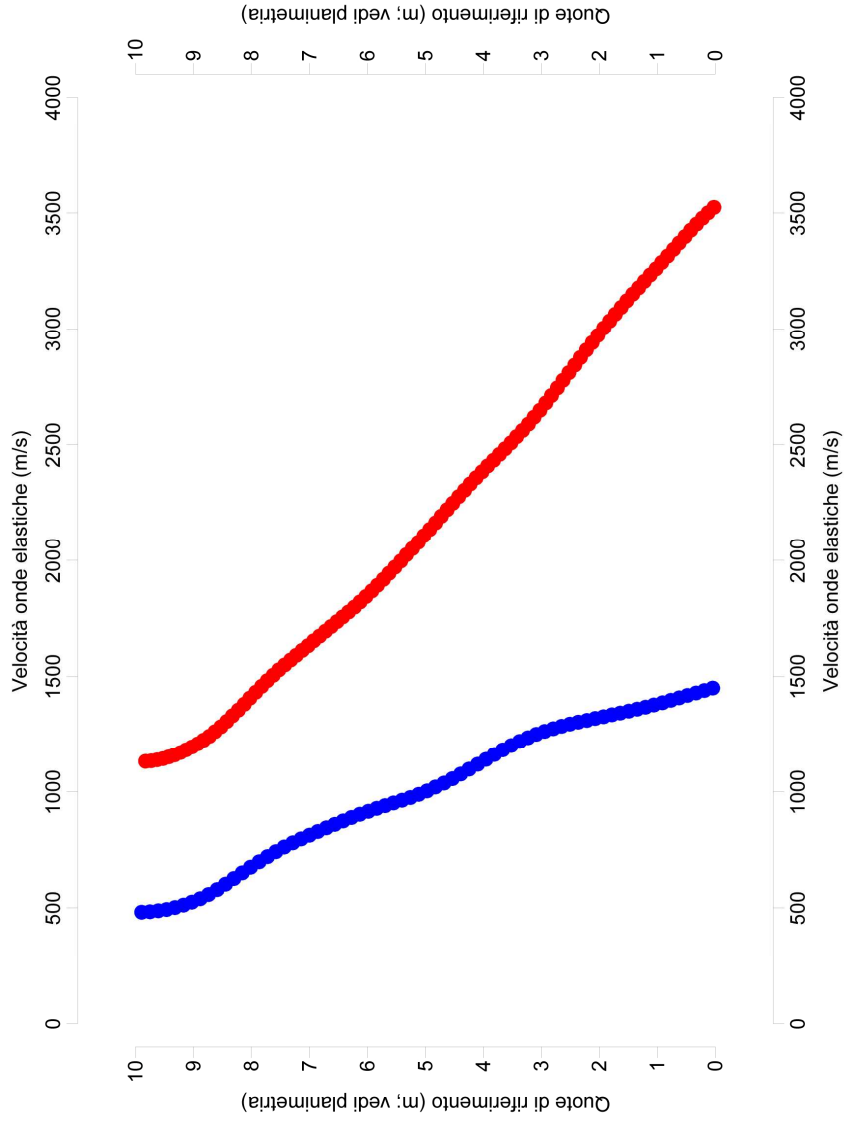
Per correlare le risultanze puntuali dei sondaggi, acquisire ulteriori informazioni sugli andamenti stratigrafici in sottosuolo e caratterizzare, dal punto di vista sismico, i terreni in sottosuolo, sono stati eseguiti tre stendimenti sismici tomografici, di cui due con registrazione della velocità delle onde P e uno con registrazione della velocità delle onde di taglio S, ottenute con energizzazione tramite battuta orizzontale su piastra metallica. L'ubicazione è tracciata sulla planimetria dell'**ALL. 3**. Le risultanze interpretative compaiono, invece, nell'**ALL. 8** che riporta, oltre alla descrizione del metodo, i grafici e le stratigrafie sismiche delle prove redatte direttamente dal Tecnico esecutore.

Rimandando al dettaglio degli elaborati allegati per i risultati analitici delle indagini sismiche, in sintesi preme evidenziare quanto segue.

- Dal punto di vista della stratigrafia sismica (onde P), lo strato più superficiale ha velocità delle onde P crescenti con la profondità tra 1000 m/sec e 1600 m/sec e spessori in media compresi tra 3.00 e 4.00 m in tutti i profili. Tale livello è interpretabile come il livello alluvionale ghiaioso-sabbioso, rimaneggiato in superficie e/o misto a riporti, ad addensamento crescente con la profondità.
- Il rifratore principale profondo è rappresentato dalla roccia di substrato che in condizioni ottimali, quando è sana e compatta, ha una velocità delle onde sismiche P superiore a 2300-2500 m/sec. Tale materiale si riscontra direttamente al di sotto delle alluvioni ed è sormontato da un livello sempre litoide e compatto, ma con V_p dell'ordine di 2000 m/sec. Il tetto del substrato si approfondisce debolmente verso Sud e presenta ondulazioni anche in direzioni Est/Ovest (stendimento SS2), con progressivo approfondimento in direzione Ovest, verso il corso d'acqua Rio San Giuliano.

- Lo stendimento effettuato con le onde S, denominato SS1 onde S, ha confermato la sequenza stratigrafica riscontrata con le onde P permettendo di misurare i seguenti valori medi di Vs:
 - Vs medio dell'ordine di 500 m/sec nelle alluvioni;
 - Vs > 800 m/sec nell'ammasso roccioso, fin dai primi metri più superficiali, con valori massimi dell'ordine di 1300 m/sec alle maggiori profondità raggiunte.
- Il confronto delle velocità di propagazione delle onde P e delle onde S sulla medesima verticale (S5) della figura sottostante (Fig. 7), ne mostra la mancata corrispondenza, oltre la profondità di 2.00 m circa, denotando il fatto che l'aumento solo delle Vp oltre tale profondità non corrisponde in realtà a un cambio litologico, bensì alla presenza di terreni saturi. Tale dato è in linea con le valutazioni idrogeologiche svolte nella zona, che vedono la presenza di falda all'interno dei depositi alluvionali e marini.

VARIAZIONE DELLA VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE "P" (ROSSO) ED ONDE "S" (BLU) CON LA PROFONDITA'.
TOMOGRAFIA SISMICA SS1, VERTICALE CORRISPONDENTE A PERFORAZIONE GEOGNOSTICA



N.B.: i dati sono stati limitati all'intervallo di profondità compreso tra il piano campagna e la quota 0.0 m onde evitare di incorrere in eventuali difetti di bordo all'approssimarsi della massima profondità investigata dagli stendimenti sismici.

Fig. 7: Velocità delle onde P e delle onde S a confronto.

Come noto, le velocità delle onde P e delle onde S sono in relazione con le caratteristiche elastiche del materiale investigato e consentono la determinazione analitica del modulo elastico longitudinale dinamico del materiale (E_d), del modulo elastico trasversale dinamico (G_d) e del coefficiente di Poisson dinamico. Tramite le note formule presenti in letteratura si ottiene pertanto:

Materiali	E_d (MPa)	G_d (MPa)	ν_d (Poisson)
Ghiaie e sabbie	1000-2000	400 - 800	0.38
Calcescisti	7000	2500	0.35

- Infine, la sequenza delle velocità delle onde S misurate in campo evidenzia immediatamente che, a partire da una profondità media di 3.00 m dal p.c. attuale, è presente l'isolinea di velocità 800 m/sec. Pertanto, la categoria sismica di sottosuolo dell'area in esame, anche nell'ipotesi di fondazioni con imposta sul piano campagna attuale, è la A "ammassi rocciosi affioranti", determinando un valore di V_{S30} del materiale senz'altro superiore a 800 m/sec. A essa potrà essere fatto riferimento per la definizione dell'incremento sismico nel calcolo delle fondazioni ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

5.0 DATI GEOGNOSTICI PREESISTENTI – CAMPAGNA 2004.

Sulla medesima area oggetto del presente studio era stata condotta, nel 2004, un'indagine di carattere ambientale, con perforazione di n. 13 sondaggi meccanici a rotazione, con prelievo continuo di campione, approfonditi tutti, tranne uno, fino al substrato roccioso.

La planimetria dell'**ALL. 3** riporta l'ubicazione di tali sondaggi, mentre in **ALL. 6** sono prodotte le stratigrafie schematiche.

In sintesi si riferisce che:

- i sondaggi localizzati nel settore Nord (Sondaggi 5-7-8-10-11) hanno confermano la presenza del substrato di calcescisti direttamente al di sotto di uno strato superficiale di materiali di riporto di spessore variabile tra 0.50 e 2.70 m;
- i sondaggi ubicati nel settore meridionale e spostati verso il Rio San Giuliano (Sondaggi 1-2-4-6-9-13) hanno incontrato, sotto ai riporti, depositi alluvionali di granulometria mista, ghiaioso-sabbiosa;
- i sondaggi realizzati nel tratto sud-orientale (Sondaggi S3 e S12) hanno reperito, sotto ai riporti, sabbie e ghiaie stratificate, alterate e ossidate, tipicamente di colore rossiccio e ocraceo;
- i due sondaggi eseguiti più a Sud 9 e 13, hanno incontrato a substrato serpentinoscisti;
- non sono disponibili dati geotecnici, né per i terreni né per il substrato, relativamente ai sondaggi 2004, essendo stati realizzati con finalità unicamente ambientali.

6.0 MODELLO GEOLOGICO.

Le sezioni geologiche dell'**ALL. 9** schematizzano la ricostruzione della geologia del sottosuolo nell'area di interesse.

Il modello geologico proposto si basa sui dati acquisiti nel corso delle campagne geognostiche che hanno interessato direttamente l'area in esame, oltre che sulle conoscenze generali della zona e su ricerche di archivio relative a indagini geognostiche svolte ad altro titolo.

L'insieme di dati geologici rivela, dunque, la presenza a substrato dell'ex Area Verrina, di un ammasso roccioso ascrivibile alla formazione dei Calcescisti del Turchino, comprendente calcescisti e calcemicascisti, con vene e noduli di quarzo e calcite, marcatamente scistosi. L'assetto giaciturale dei piani di

scistosità rilevato dai sondaggi è variabile. Prevale la disposizione subverticale dei piani, ma è frequente il reperimento di fasce cataclastiche e caoticizzate. (S6, S7, S9, S10), indici della presenza di lineazioni o discontinuità strutturali a scala locale, oltre che della sovrapposizione di diverse fasi deformative.

All'estremità meridionale della proprietà, proprio in fregio alla Via Prà, compaiono, in contatto tettonico con i calcescisti, rocce ofiolitiche date da serpentinoscisti e scisti actinolitico-cloritici. Dai dati disponibili si deduce che il contatto è orientato all'incirca Est/Ovest analogamente ai principali sistemi strutturali che caratterizzano l'Unità Voltri.

In copertura si è impostata la sedimentazione quaternaria, marina e fluviale, caratterizzata da una sequenza di sedimenti di granulometria mista, prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, di origine marina e fluviale, comunque rimaneggiati da fenomeni alluvionali legati all'attività del Rio San Giuliano.

All'estremità sud-orientale della proprietà, con prosecuzione verso Est, si reperiscono deposizioni di sabbie e ghiaie tipiche del terrazzamento marino che interessa tutta la fascia costiera di questo tratto. In ricerche e studi specialistici sulla geologia del Quaternario¹, sono state riconosciute due antiche linee di riva, attestate rispettivamente a q.a. 16 e a q.a. 7, con deposizioni di spiaggia, sottomarina ed emersa, per stazionamento del livello marino a livello più alti della fase attuale. Tali depositi, che sono interessati da episodi pedogenetici, sono stati ricoperti da limi sabbiosi con clasti spigolosi delle rocce del basamento, di provenienza continentale (S11), con dinamiche riconducibili a colate detritiche dai versanti a monte, di spessore in diminuzione verso mare.

¹ "Una palespiaggia tra Voltri e Palmaro (Genova): evidenze sedimentologiche e morfologiche" Carobene e Firpo, 1994.

7.0 NATURA E COMPORTAMENTO GEOTECNICO DEI TERRENI.

La stratigrafia media del sottosuolo della proprietà in esame comprende i seguenti livelli:

- il livello più superficiale è costituito da materiali di riporto, di spessore medio pari a 1.00 m nella parte settentrionale e mediana dell'area e 2.00 m nel settore a Sud. Tali materiali sono terreni di sottofondo delle pavimentazioni e dei percorsi stradali e risultano addensati. Si caratterizzano come terreni granulari;
- al di sotto, limitatamente alla zona centro-meridionale della proprietà, sono presenti alluvioni prevalentemente ghiaiose e sabbiose anche a matrice limosa e con ciottoli in subordine. Pur con le differenziazioni granulometriche descritte ai paragrafi precedenti, il modello geologico e geotecnico del sottosuolo che si propone, considera un unico strato alluvionale grossolano di spessore medio pari a 2.00 m, a comportamento prevalente tipo terreno granulare;
- complessivamente i terreni descritti, alluvioni e riporti, dal punto di vista del comportamento geotecnico sono assimilabili. Verranno pertanto considerati come un unico strato di spessore medio pari a 4.00 m.

7.1. Modello geotecnico del sottosuolo.

Materiali di riporto e depositi ghiaioso-sabbiosi, granulari (valori stimati dalle prove SPT) – spessore medio 4.00 m.

- peso di volume naturale γ_n : 19 KN/m³
- densità relativa D_r : 60%
- angolo di attrito ϕ : 40 gradi.
- coesione nulla.

Substrato roccioso: calcescisti.

direttamente affioranti sotto a 1.00 m di materiali di riporto e sottofondo nella metà settentrionale dell'area di intervento e reperibili dalla profondità media di 4.00 m dal p.c. attuale nella metà meridionale della proprietà.

Schematizzazione del modello geomeccanico.

Il substrato roccioso é costituito da calcescisti con frequenti vene di calcite e quarzo e con livelli calcarei di spessore centimetrico e decimetrico. E' dominante la fissilità sui piani di scistosità, che rappresentano i piani di debolezza principale dell'ammasso roccioso, ma complessivamente i sondaggi hanno rivelato che prevale una consistenza decisamente lapidea.

L'indicazione derivante dalla velocità sismica delle onde P, segnala la presenza di un ammasso compatto e di caratteristiche via via migliori in profondità.

La parametrizzazione di seguito indicata, valida entro le profondità d'interesse per le problematiche in esame, deriva da dati acquisiti nel corso di studi e approfondimenti svolti ad altro titolo sulla medesima formazione. Si richiama in particolare la parametrizzazione del litotipo ricavata dalle indagini per il progetto definitivo del nodo autostradale di Genova.

Parametri geotecnici:

- Peso di volume 26 KN/m³;
- RQD medio 60%.
- $m_i = 10$.
- Resistenza a compressione monoassiale 10-60 MPa. Relativamente a tale intervallo di valori, si segnala che i piani di scistosità caratteristici del materiale all'interno del provino favoriscono la rottura dello stesso secondo le superfici preferenziali di discontinuità preesistenti. I valori di resistenza a compressione monoassiale registrati in laboratorio sono conseguentemente inferiori rispetto a quelli del materiale integro (cioè senza scistosità) e

raggiungono un valore minimo in funzione della giacitura del piano di discontinuità esistente.

Da studi effettuati ad altro titolo si è appurato che, per i materiali in esame, l'inclinazione critica della scistosità su cui avviene la rottura nella prova di compressione monoassiale (in asse alla carota), determinando i minimi valori di resistenza, è compreso nel range 40 – 70 gradi rispetto all'orizzontale, che è proprio l'assetto giaciturale preferenzialmente riscontrato nei sondaggi.

Considerando che la problematica principale posta dalla proposta progettuale in esame attiene gli aspetti fondazionali delle nuove strutture, si ritiene ragionevole assumere, per la roccia integra, un valore di σ_c intermedio pari a 30 MPa, rimandando, al caso, a verifiche puntuali in fase di progettazione esecutiva degli interventi.

7.2. Parametri di resistenza dell'ammasso roccioso con il criterio di Hoek e Brown.

A fronte delle problematiche poste dalle opere in progetto, alla scala dell'areale esaminato, l'ammasso roccioso dei calcescisti può essere rappresentato da un "modello continuo equivalente" in accordo a una delle possibili formulazioni teoriche note in letteratura. I parametri geotecnici da utilizzare nei calcoli per descriverne, in termini quantitativi, il comportamento meccanico di insieme, comprendono:

- i parametri di deformabilità: il modulo di deformabilità di ammasso " E_m ".
- i parametri di resistenza: la coesione " c " e l'angolo di attrito " ϕ " di ammasso.

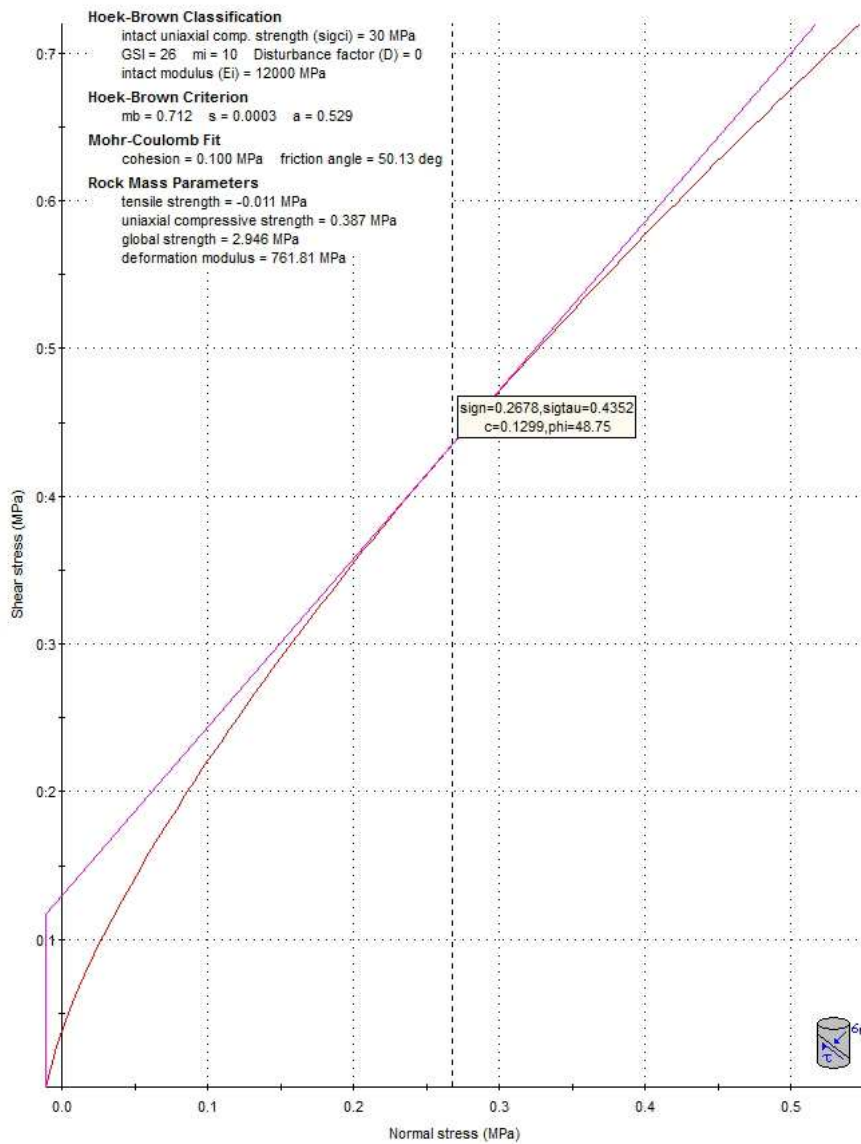
Tali parametri sono stati determinati, nel seguito, adottando il criterio di rottura non lineare di Hoek e Brown, nell'ultima formulazione proposta nel 2002,

che consente di stimare coesione e angolo di attrito di ammasso, con l'equivalenza al criterio classico di Mohr-Coulomb.

Per applicare il criterio di Hoek e Brown nella valutazione di problematiche fondazionali e di stabilità, è stato assunto un valore di GSI pari a 26, mentre per gli altri parametri richiesti (σ_{ci} e m_i) sono stati adottati i valori indicati in precedenza.

Infine per lo "stato di disturbo" D, in termini di grado di fratturazione e allentamento dell'ammasso, con riferimento alla problematica geotecnica in esame, si è assunta la condizione di assenza di disturbo corrispondente a $D = 0$. Con l'utilizzo del programma RocLab versione 1.033/2013, compilato dagli stessi Autori del criterio di rottura, si determinano i parametri di resistenza e di deformabilità espressi nei termini dell'interpolazione lineare di Mohr-Coulomb.

- angolo di attrito ϕ'_m : 50 gradi
- coesione c'_m : 100 KPa
- Il modulo di deformabilità di ammasso " E_m " è dell'ordine di 700 MPa.



In contesti analoghi, per la medesima formazione sono stati assunti i seguenti parametri:

φ (°)	49 per $\sigma'_n = 100$ kPa
	43 per $\sigma'_n = 200$ kPa
	40 per $\sigma'_n = 300$ kPa
	37 per $\sigma'_n = 400$ kPa
c (kPa)	50 per $\sigma'_n = 100$ kPa
	80 per $\sigma'_n = 200$ kPa
	100 per $\sigma'_n = 300$ kPa
	130 per $\sigma'_n = 400$ kPa

Resta inteso che la caratterizzazione geotecnica media dei diversi livelli distinti potrà essere usata come riferimento da parte dell'Ingegnere Strutturista nei calcoli progettuali, nelle verifiche di stabilità dei fronti di scavo per ricavare l'imposta del sedime dell'edificio commerciale e dei muri stradali a Est, per valutare l'interazione con le opere proposte e per i calcoli fondazionali. Rappresenta il modello di partenza sulla base del quale è possibile sviluppare la progettazione, con eventuali modifiche e precisazioni che possono certamente derivare dalla sensibilità e dall'esperienza del Progettista, anche in funzione delle normative cui intende riferirsi, degli strumenti di calcolo utilizzati, dei livelli di sicurezza traguardati, del tipo e della vulnerabilità dell'opera, ecc.

8.0 CONSIDERAZIONI IN MERITO AL RISCHIO SISMICO.

Si illustrano, nel seguito, alcune considerazioni in merito alla progettazione in esame in rapporto alle prescrizioni della normativa antisismica di cui al D.M. 14.01.08, precisando, comunque, per la valenza di tipo amministrativo che riveste l'informazione, che le delegazioni di Voltri e Prà del Comune di Genova ricadono in Zona 4, ai sensi della nuova classificazione sismica regionale (D.G.R. n. 1362/2010).

L'accelerazione massima prevista per il sito in esame può essere valutata con riferimento alla situazione stratigrafica (*coefficiente stratigrafico* S_S) e topografica (*coefficiente topografico* S_T):

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

Per ciò che attiene la categoria di suolo di fondazione distinta sulla base della velocità media di propagazione delle onde di taglio V_s entro 30 m di profondità, contati dalla quota del p.c. attuale, si è appurato che l'ambito in esame ricade su suoli di categoria A, corrispondenti a "ammassi rocciosi affioranti con valori di V_{s30} superiori a 800/m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3.00 m". Il

valore della V_s indicata deriva dall'elaborazione dei dati sperimentali acquisiti con le indagini geofisiche, commentate ai paragrafi precedenti.

Nel caso in esame, S_S (*coefficiente stratigrafico*) che viene calcolato con apposite formule dai valori di F_0 e Tc relativi al sottosuolo di categoria A, vale 1.

Invece, con riferimento alle condizioni topografiche, si richiama la categoria topografica T1, ovvero il caso della superficie pianeggiante o con inclinazione $< 15^\circ$. Questo determina un coefficiente topografico S_T pari a 1.

I valori dei coefficienti sismici e di a_g illustrati nel seguito sono ricavati con il software Geostru, disponibile on line sul sito www.geostru.com.

Dalle coordinate geografiche, viene definito il valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g), per la categoria di sottosuolo considerata, il fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (F_0), ed il periodo caratteristico (Tc) dello spettro (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro) riferiti a Tempi di Ritorno (T_R) compresi tra 30 e 975 anni.

Per poter definire il periodo di riferimento per l'azione sismica, da considerare nelle verifiche progettuali, occorre conoscere i dati dell'opera, che riguardano la sua vita nominale (V_N) e il coefficiente d'uso (C_U), e considerare la probabilità di superamento dello stato limite di progetto (P_{VR}).

Nel caso in esame, trattandosi di opere ordinarie, si ricava:

$$V_N = 50$$

La classe d'uso e il coefficiente d'uso C_U sono legati alle conseguenze di collasso e di operatività dell'opera. Nello specifico si indica una classe d'uso II: "Costruzioni con normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente, senza funzioni pubbliche e sociali essenziali", per la quale:

$$C_U = 1$$

Da dove si determina un valore del periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = V_N \cdot C_U$ pari a 50.

La probabilità di superamento nel periodo di riferimento corrispondente (P_{VR}) é definita dalla tabella seguente in funzione dello stato limite considerato:

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Quindi, è proprio in funzione degli stati limiti che si determina il *Periodo di ritorno sismico* T_R , con riferimento al quale potranno essere ricavati tutti i parametri a_g , F_0 e T_C e i coefficienti sismici da inserire nelle verifiche e nei calcoli strutturali.

Ad esempio, prendendo in considerazione lo “*stato limite di salvaguardia della vita*” **SLV**, nel caso di problemi fondazionali, i valori dei parametri T_R , a_g , F_0 , T_C forniti in relazione alla posizione del sito in esame latitudine: 44,429860, longitudine: 8,763667 sono:

$$T_R = 475 \text{ anni}$$

$$a_g = 0.060 \text{ g}$$

$$F_0 = 2.572$$

$$T_C = 0.292 \text{ s}$$

ed essendo $S_s = 1$ e $S_t = 1$, il valore dell’accelerazione massima orizzontale del terreno di fondazione per lo “*stato limite di salvaguardia della vita*” **SLV** risulta, pari a:

$$a_{max (SLV)} = S_s \cdot S_T \cdot a_g = 0.589 \text{ m/s}^2$$

I corrispondenti coefficienti sismici orizzontale e verticale K_h e K_v , nel caso in esame, nelle verifiche allo stato limite vita (SLV) risultano:

$$K_{h (SLV)} = 0.012$$

$$K_{v (SLV)} = \pm 0.006$$

Infine, vale la pena evidenziare l’assenza di riferimenti storici riconducibili a danni da terremoti sulle strutture dell’ex Stabilimento Verrina e sugli edifici limitrofi.

Approfondimenti nel merito sono comunque demandati allo Strutturista che, sulla base degli elementi forniti, effettuerà la progettazione antisismica delle opere in progetto, come previsto dalla Normativa vigente.

Il prospetto che segue illustra i coefficienti sismici per i diversi stati limiti della normativa.

Tipo di elaborazione: Fondazioni e stabilità di pendii							
Sito in esame.							
Latitudine: 44,4298598729419							
Longitudine: 8,76366743729993							
Classe: 2							
Vita nominale: 50							
Siti di riferimento							
Sito 1	ID: 16693	Lat: 44,4395	Lon: 8,7287	Distanza: 2970,782			
Sito 2	ID: 16694	Lat: 44,4422	Lon: 8,7986	Distanza: 3094,098			
Sito 3	ID: 16916	Lat: 44,3923	Lon: 8,8025	Distanza: 5190,977			
Sito 4	ID: 16915	Lat: 44,3895	Lon: 8,7327	Distanza: 5115,458			
Parametri sismici							
Categoria sottosuolo: A							
Categoria topografica: T1							
Periodo di riferimento: 50anni							
Coefficiente cu: 1							
	Prob. Sup. (%)	Tr (anni)	ag (g)	Fo	Tc* (s)		
Operatività (SLO)	81	30	0,021	2,564	0,170		
Danno (SLD)	63	50	0,027	2,537	0,198		
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,060	2,572	0,292		
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,075	2,597	0,308		
Coefficienti Sismici							
	Ss	Cc	St	Kh	Kv	Amax (m/sec ²)	Beta
SLO	1,000	1,000	1,000	0,004	0,002	0,203	0,200
SLD	1,000	1,000	1,000	0,005	0,003	0,264	0,200
SLV	1,000	1,000	1,000	0,012	0,006	0,583	0,200
SLC	1,000	1,000	1,000	0,015	0,007	0,731	0,200
Le coordinate sono espresse in ED50 - Geostru software - www.geostru.com							

9.0 ESAME DEL PROGETTO.

Il progetto di PUO in esame, redatto dall'Arch. Fabio Pontiggia per la parte architettonica e dall'Ing. Bruno Boldrin per la parte strutturale, propone la riqualificazione urbana di un'area di circa 19.400 mq nota come "Ex Area Verrina" di Genova Prà e comprende, oltre alla completa demolizione delle strutture industriali e degli edifici connessi, la realizzazione di:

- un edificio commerciale con relativi parcheggi pertinenziali nella metà meridionale dell'area (fase 1 Ambito A del PUO);
- una nuova strada pubblica di collegamento tra Via Prà e Via Ventimiglia impostata lungo il lato orientale della proprietà, con relative aree di parcheggio, viabilità pedonale di corredo e aree verdi (fase 1 Ambito C del PUO);
- la sistemazione idraulica del Rio San Giuliano, nel tratto che corre lungo il limite occidentale dell'area (fase 1 del PUO);
- la sistemazione di un edificio rurale esistente nella zona nord-orientale, esterna all'area industriale e collegata alla "piana delle serre" (fase 1 Ambito D del PUO);
- edifici residenziali con esercizi di vicinato e parcheggi pertinenziali nella metà settentrionale dell'area (fase 2 Ambito B del PUO).

La proposta del PUO, riportata in Fig. 8, non comporta opere in sottosuolo rispetto alla quota 6.00 della viabilità esistente (Via Prà), ma prevede l'esecuzione di uno sbancamento nella metà meridionale dell'area, dove troverà posto il centro commerciale. Ciò al fine di ribassare e correlare, al piano stradale citato, il terreno oggi sviluppato prevalentemente a q.a. 9, con interessamento, per un breve tratto, anche del settore di monte, che si trova a q.a. 12.

Per contro, non sono previsti sbancamenti nel settore Nord, dove gli edifici residenziali e i muri previsti sono impostati alla quota del piano campagna attuale.

E' richiesto poi un generalizzato intervento di riporto, di spessore crescente da Sud a Nord, fino a un massimo di circa 8.00 m, per costruire la viabilità pubblica di collegamento tra Via Prà e Via Ventimiglia con aree parcheggio, impostata su rilevato contenuto da muri.

Per quanto sopra descritto, le problematiche di competenza che dovranno essere affrontate e risolte a livello di progettazione esecutiva degli interventi, riguardano (**ALL. 10**: carta di sintesi delle problematiche geologiche e geotecniche del PUO):

- la preparazione dell'area attinente la realizzazione dello sbancamento nel tratto mediano per raggiungere la quota di imposta di progetto, variabile tra q.a. 4.80 e q.a. 6.00, con ordinata di sterro pari mediamente a 3.00 m, che localmente raggiunge i 6.00 metri, sul limite Nord, nonché presso lo spigolo Nord/Est dell'impronta di scavo;
- le scelte fondazionali per gli edifici e per i muri stradali;
- la formazione del rilevato stradale e dell'area piana prevista in adiacenza nel tratto a Nord;
- la disciplina delle acque superficiali e sottosuperficiali;
- i rapporti con le preesistenze al contorno.

Si tralascia in questa sede ogni riferimento in merito alle tematiche idrologiche e idrauliche, nonché relative alla sistemazione del Rio San Giuliano, in quanto specificatamente affrontate dal progetto e dalla relazione idraulica redatta dall'Ing. Rocca, della Società ITEC Engineering di Genova.

**AMBITO SPECIALE DI
RIQUALIFICAZIONE URBANA
ex Verrina
Genova Voltri-Prà**

P.U.O.

**FASI DI INTERVENTO E
AMBITI FUNZIONALI**

FASE 1	
AMBITO C	Interventi Sistemazione Idraulica Rio San Giuliano
AMBITO D	Strada Pubblica e Opere Connesse
AMBITO A	Cessione Area con interventi definiti in Convenzione
AMBITO A	Edificio Commerciale GSV con relativi Parcheggi Pertinenziali e Opere Connesse
FASE 2	
AMBITO B	Edifici Residenziali, Es.zi di vicinato, Connettivo urbano, Parcheggi Pertinenziali e Opere Connesse

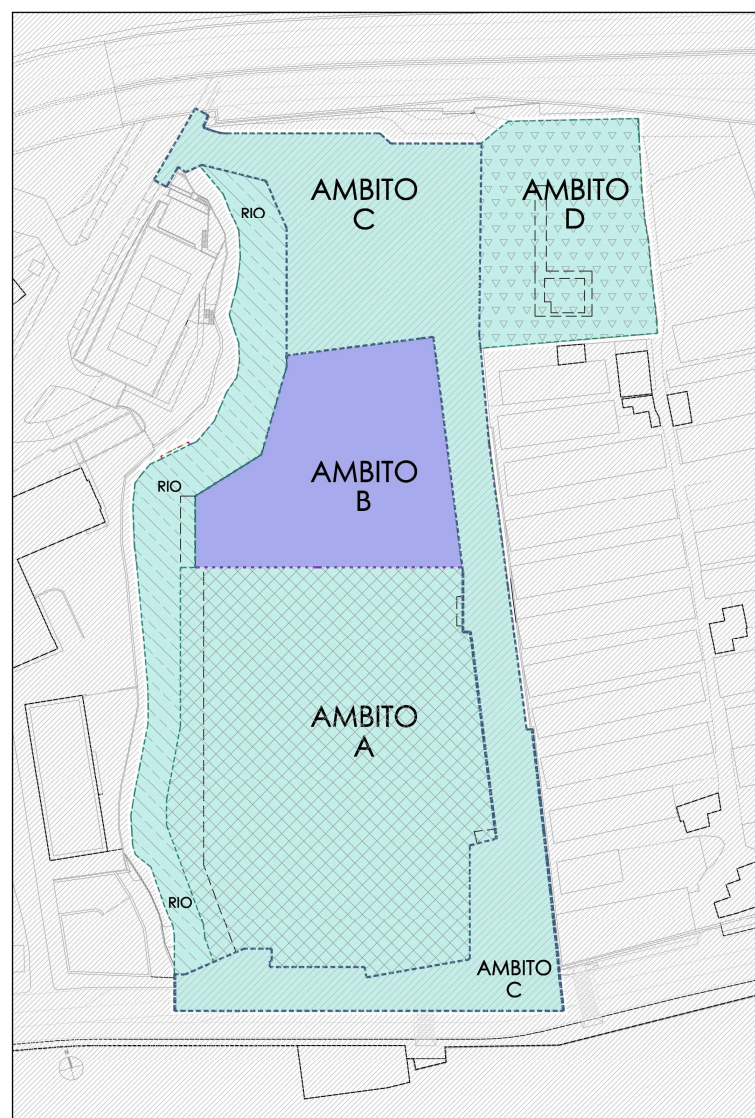


Fig. 8: Riqualificazione urbana ex Area Verrina a Genova Prà: Fasi e Ambiti del PUO.

10.0 PROBLEMATICHE GEOLOGICHE DEL PUO: NORME GEOLOGICHE DI ATTUAZIONE.

10.1. Preparazione d'area: sbancamento e opere di sostegno.

Dalle risultanze dell'indagine geognostica illustrata ai paragrafi precedenti, si desume che lo sbancamento per raggiungere la quota di imposta del primo livello dell'edificio commerciale previsto nell'Ambito A del PUO interesserà, oltre allo strato superficiale di riporti, le alluvioni ghiaiose e sabbiose, fino a lambire il tetto della formazione rocciosa di substrato (sezioni geologiche interpretative in **ALL. 9**).

Sul limite di monte, invece, il fronte di sbancamento sarà intagliato, integralmente, nei calcescisti, a parte il livello superficiale dei riporti di sottofondo della pavimentazione del capannone industriale, mediamente inferiore a 1.00 m, che dovrà essere asportato in fase di demolizione delle strutture.

A fronte di quanto sopra, l'esecuzione dello sbancamento coinvolge la scelta delle tipologie di sostegno dei fronti e le indicazioni sulle modalità di scavo.

Seppure lo sbancamento principale venga realizzato pressoché integralmente a carico di un substrato roccioso variamente ripiegato, fratturato e scistoso, la tipologia del materiale può essere considerata omogenea alla scala del fronte previsto e tale da far ritenere alquanto improbabile l'insorgere di scivolamenti e fenomeni di instabilità estensivi e importanti, con garanzia di stabilità anche su profilature a elevata pendenza.

A questo deve aggiungersi la considerazione che il taglio previsto in direzione Est/Ovest confina a monte con la parte di area che sarà interessata dall'Ambito B del PUO, con tempistiche di realizzazione successive.

Pertanto, con riferimento alla preparazione d'area dell'Ambito A del PUO, nella fase esecutiva degli sbancamenti non si ravvisano particolari situazioni di

rischio per la stabilità dei settori Nord del PUO, ma anzi, una volta demoliti il capannone e gli edifici esistenti, l'area dell'Ambito B sarà restituita come una spianata a quota 12, e sarà consentito quindi, nell'Ambito A, di sagomare il fronte di scavo in modo da conferire stabilità nel corso dei lavori, quindi, ad esempio, abbattendo l'angolo di scarpa o realizzando un profilo gradonato, senza particolari accorgimenti.

In alternativa, qualora sia preferibile adottare una profilatura subverticale per le altezze richieste, si potrà risolvere la stabilità, nel transitorio dei lavori, ricorrendo a sistemi di rinforzo sistematico, ad esempio, del tipo soil nailing, realizzando una parete chiodata con rivestimento in spritz beton armato.

Occorre in ogni caso tenere presente che l'opera di sostegno definitiva del fronte dovrà considerare l'interazione con i carichi trasmessi dagli edifici previsti nell'Ambito B soprastante e richiederà, pertanto, un coordinamento della progettazione dei due Ambiti confinanti.

Sempre con riferimento alla preparazione d'area, analoghi sistemi di rinforzo sistematico, da mettere in opera progressivamente in fase di ribasso del fronte di scavo, dovranno essere attuati sul fronte di sbancamento a Est, lungo il confine con il tracciato della futura viabilità, soprattutto nei tratti di massima altezza, attesi presso lo spigolo Nord-orientale dell'Ambito A.

Questo perché a Est, la vicinanza del confine con altra proprietà e la necessità di salvaguardare il muro esistente sul perimetro del lotto di intervento, impongono l'assunzione di particolari cautele a salvaguardia della stabilità, tanto più che nella zona è presente, in copertura al substrato, il deposito alluvionale ghiaioso-sabbioso per spessori dell'ordine di 3.00 – 4.00 m.

Per la scelta della soluzione tecnica più idonea, per i relativi calcoli e verifiche strutturali, nonché per la valutazione dell'interazione opera - terreno ai fini del sostegno definitivo dei fronti, sia di quelli previsti interamente in calcescisti, sia di quelli con alluvioni nella parte superiore, si rimanda al progetto della preparazione d'area dell'Ingegnere Strutturista.

Le modalità di sbancamento e il dimensionamento delle opere di sostegno potranno essere agevolmente confermate una volta completate le demolizioni, con l'apertura preliminare di trincee di scavo, perpendicolari allo

sviluppo dei fronti principali e di maggiore altezza previsti a progetto, al fine di verificare le ipotesi assunte.

Infine, preme segnalare la necessità di:

- nelle zone di emergenza puntuale delle acque di filtrazione, che dovessero manifestarsi sul fronte di scavo, prevedere adeguate opere di captazione che consentano lo smaltimento controllato delle suddette acque, evitando in tal modo che si formino addensamenti a tergo delle opere di sostegno;
- a prescindere dal manifestarsi delle emergenze puntuali di cui al punto precedente, corredare l'opera di sostegno prevista contro il fronte di monte dello sbancamento, di sistemi drenanti per consentire lo smaltimento controllato di eventuali deflussi derivanti dall'infiltrazione in sottosuolo.

A partire dalle considerazioni sopra esposte, l'Ingegnere Strutturista, per il progetto esecutivo delle opere di preparazione d'area che riceverà il modello geologico illustrato ai paragrafi precedenti, potrà scegliere i parametri di progetto che più ritiene congeniali e pertinenti al problema in esame, supportati dalle verifiche di stabilità dei fronti in corso d'opera e definitive, con i sistemi di sostegno adottati.

10.2. Previsione sulla tipologia dei materiali di risulta degli sbancamenti.

Sulla base delle indagini geognostiche illustrate ai paragrafi precedenti e dalle sezioni geologiche interpretative dell'**ALL. 9**, si prevede che una percentuale dell'ordine del 60% delle risulite degli sbancamenti sarà costituito da materiali detritici ghiaioso-sabbiosi, contenenti clasti di calcescisti e rocce ofiolitiche (preferibilmente serpentiniti), mentre la restante parte sarà rappresentata da detriti di calcescisti, con possibili inclusioni di serpentinoscisti.

Le risulite descritte, per caratteristiche granulometriche e composizione litologica, opportunamente mescolate, stese a strati rullati e compattati, potranno essere utilizzate nella formazione del rilevato stradale.

10.3. Soluzioni fondazionali per gli edifici e per i muri stradali.

Sulla scorta del modello geologico dei luoghi si è appurato che al piano di sedime degli edifici residenziali previsti nell'Ambito B, verrà agevolmente reperita la formazione rocciosa di substrato in buono stato di conservazione.

Invece, per l'edificio commerciale dell'Ambito A, sarà lambito il tetto della roccia alla quota del fondo scavo soltanto nella zona Nord, mentre al limite Sud e a Est sarà necessario prevedere approfondimenti dello scavo di fondazione per raggiungere uniformemente i calcescisti.

Al limite meridionale dell'Ambito A, si ritiene che il sedime degli edifici giunga a interessare anche i serpentinoscisti e gli scisti actinolitico-cloritici, evidenziati dalle indagini e derivanti dalla presenza di un contatto tettonico orientato nella zona all'incirca Est-Ovest.

Seppure in prima approssimazione possano essere attribuite a tali litotipi caratteristiche di resistenza e deformabilità analoghe a quelle dei calcescisti, non si esclude la possibilità di comportamenti differenziali sottocarico, che dovranno essere adeguatamente verificati all'atto degli scavi, prevedendo eventuali irrigidimenti delle fondazioni nella zona.

In tutti i casi, nel contesto esaminato, si ritiene che le strutture previste possano usufruire di fondazioni dirette, prevedendo, come già detto, scavi di approfondimento onde raggiungere sempre il substrato roccioso di buona qualità geomeccanica descritto in precedenza, compensando i dislivelli con la posa di uno strato di magrone di adeguato spessore.

Sarà inoltre necessario ripulire a regola d'arte il piano della roccia dalla presenza di eventuali riempimenti terrosi o settori specifici di alterazione.

Anche nel caso degli edifici residenziali dell'Ambito B deve essere raggiunta uniformemente la roccia di substrato alle quote di imposta delle fondazioni. Nel tratto dove l'edificio residenziale di levante risulta sopraelevato rispetto al piano campagna attuale (sezioni di progetto 4-5), la necessità di approfondire gli appoggi per raggiungere la quota del piano attuale in roccia, ad

esempio con pilastri, offre la possibilità di ricavare ulteriori volumi utilizzabili come alternativa alla creazione di un terrapieno.

Analogamente, i muri di sostegno di valle del rilevato stradale e delle sistemazioni adiacenti nell'Ambito C dovranno essere riferiti al substrato roccioso sano, che sarà rinvenuto alle quote di imposta con lo scavo della preparazione d'area dell'Ambito A lungo tutto lo sviluppo della strada, ad eccezione del primo tratto a Sud. Analogamente sarà reperita roccia in buono stato di conservazione direttamente alla quota del piano campagna attuale, laddove è impostato il muro previsto al limite occidentale dell'Ambito C, in fregio al corso d'acqua.

Sarà compito, pertanto, dell'Ingegnere Strutturista, valutare le pressioni trasmesse in fondazione dall'opera di sostegno e verificare la necessità di approfondire il piano di imposta per riferirsi alla roccia, anche nel tratto a Sud, adottando, in tutti i casi, fondazioni di tipo diretto.

10.4. Formazione del rilevato stradale.

Come già descritto, è prevista la realizzazione di una strada pubblica lungo il confine orientale del lotto di intervento (Ambito C del PUO) che, dalla quota di Via Prà, prosegue in salita verso monte, per collegarsi alla Via Ventimiglia.

Ciò comporta la formazione di un rilevato di spessore crescente da zero, all'altezza della rotonda sulla Via Prà, a circa 8.00 m, all'innesto sulla Via Ventimiglia, con un breve tratto centrale di spessore 11.00 m laddove il piano campagna è ribassato. Il rilevato si estende oltre l'impronta stradale nel settore nord, a monte delle residenze, mantenendo uno spessore massimo di circa 8.00 m, dove è prevista la creazione di un'area, complanare alla strada, destinata a parcheggi pubblici, percorsi pedonali e verde naturale che si estende fino alle residenze dell'Ambito B e verso Ovest, fino alla distanza consentita dal rivo.

La volumetria complessiva dei materiali necessari è di circa 28.000 mc.

Il rilevato stradale é contenuto sul lato occidentale da muri di altezza crescente, con piani di imposta che si adeguano al profilo gradonato del piano derivante dalla preparazione d'area dell'Ambito A e che si raccordano nell'Ambito B sul profilo di stato attuale. All'interno della curva della strada a Nord, dove sono previsti parcheggi e un'area verde, il rilevato si estende fino all'Ambito B e alle pertinenze del corso d'acqua e il progetto prevede l'inserimento di muri di contenimento che spiccano dalla quota del p.c. attuale e che, sul lato del Rio San Giuliano, verranno parzialmente rinterrati per creare la fascia di rispetto rifinita come area verde.

Lungo il lato orientale, invece, con riferimento alla planimetria del progetto stradale riportato a stralcio in Fig. 9, si evidenzia che il rilevato:

- nel primo tratto rettilineo, fino al conseguimento della livelletta stradale quota 14 si "appoggia" sul muro esistente sul confine orientale della proprietà;
- nel tratto successivo, tra la livelletta a quota 14 e la livelletta a quota 19, giunge a superare il colmo del muro esistente a Est, pertanto richiede l'esecuzione di un'opera di sostegno anche su tale lato;
- nel tratto a seguire che, una volta raggiunta la livelletta a quota 20, si mantiene pianeggiante fino al confine con le pertinenze autostradali, deve raccordarsi con la scarpata che delimita l'Ambito D, e pertanto è necessario estendere il riempimento in modo da raggiungere la quota dell'area agricola;
- infine, nell'ultimo tratto, orientato Est/Ovest e complanare ai parcheggi e alle aree verdi a monte delle residenze, sarà necessario realizzare un muro di sostegno alto circa 8.00 m anche lungo il fianco settentrionale, che mantenga separati e non interferenti le nuove opere rispetto all'autostrada.

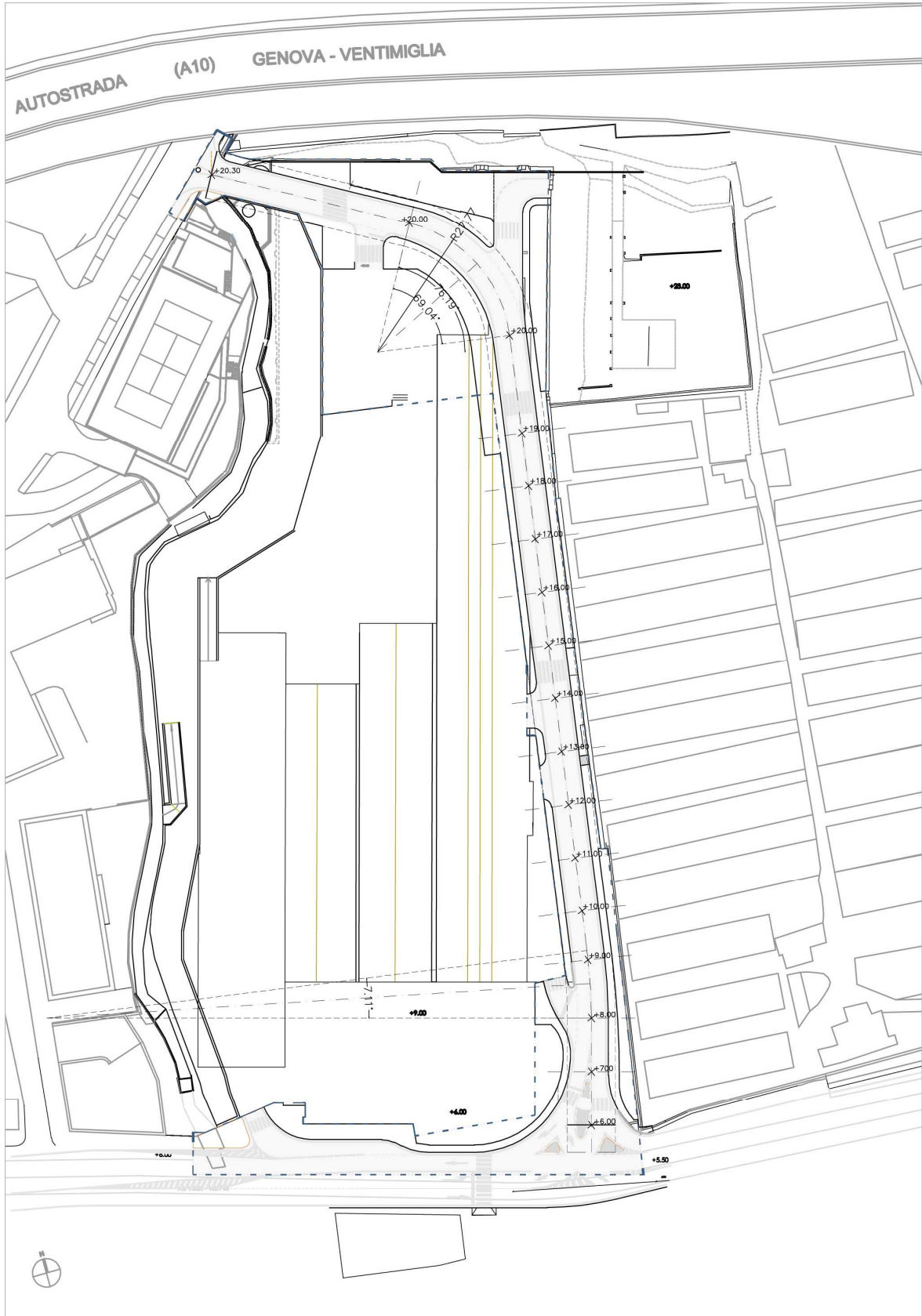


Fig. 9: planimetria del nuovo tracciato stradale previsto dal PUO.

Nelle situazioni descritte, le problematiche esecutive, oltre alle tematiche fondazionali dei muri di cui si è già trattato, concernono la tipologia del materiale da utilizzarsi per la formazione del corpo del rilevato e le sue modalità di posa.

Pur rinviando alla competenza e alla responsabilità del Progettista e del Direttore dei Lavori il dettaglio delle operazioni, pare opportuno, in questa sede, fornire alcune prescrizioni di tipo generale.

- Per la preparazione del piano di posa del rilevato stradale dovrà essere eliminata ogni vegetazione e la sottostante cotica di terreno vegetale, facendo in modo che il piano di imposta sia privo di avvallamenti e preparato in modo tale da evitare il ristagno di acque piovane. Durante i lavori di smacchiamento e scoticatura si deve evitare che i mezzi possano rimaneggiare i terreni di impianto. Il piano di fondazione del rilevato dovrà quindi conseguire i valori richiesti di deformabilità, da verificare, ad esempio, tramite prove di carico su piastra.
- I materiali che costituiranno il corpo del rilevato stradale devono avere granulometria mista, con frazione di ghiaia e sabbia prevalente e matrice limoso-argillosa poco plastica. Si rimanda, ad ogni modo, alle indicazioni del Progettista che terranno conto delle doti di portanza richieste per la tipologia stradale.
- La stesa dei materiali dovrà quindi essere eseguita per strati di spessore opportuno, evitando variazioni nel contenuto d'acqua o granulometriche nel materiale impiegato; durante le fasi di lavoro si dovrà garantire il rapido deflusso delle acque meteoriche, conferendo sagomature a pendenza trasversale ed evitando ristagni idrici.
- Lo spessore di ogni singolo strato del rilevato sarà stabilito in ragione delle caratteristiche dei materiali, delle macchine e delle modalità di compattazione

del rilevato. Lo spessore deve in ogni modo risultare superiore a due volte la dimensione massima dei frammenti lapidei presenti nella terra impiegata.

- A tale proposito, si raccomanda che la distribuzione granulometrica del fuso impiegato in ogni singolo strato sia il più possibile omogenea, per evitare che vengano a contatto strati di materiale grossolano e strati di terre più fini, con rischi di cedimenti dovuti alla migrazione del fine all'interno dei vuoti degli strati più grossolani.
- La compattazione deve essere effettuata con rulli vibranti di caratteristiche adeguate agli spessori da costruire. La rullatura dovrà essere eseguita a rifiuto con successive passate, verificando e al caso correggendo il grado di umidità per facilitare il costipamento.
- Lo stato di addensamento conseguito dovrà essere sottoposto a prove di controllo per verificare se sono stati raggiunti idonei requisiti di costipamento, in funzione delle esigenze progettuali. Le prove di controllo della portanza devono essere eseguite mediante misure del modulo di deformazione.
- Analogamente, dovranno essere verificate a più riprese le caratteristiche geotecniche della miscela predisposta per i riporti, quindi:
 - granulometria;
 - contenuto d'acqua;
 - limite liquido e indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
 - i valori della densità massima del secco e dell'umidità ottimale di costipamento tramite prova di compattazione Proctor modificato (norma ASTM D1557);
- Nel tratto che sarà realizzato a copertura e riempimento della scarpata dell'Ambito D, oltre alle operazioni di scoticatura superficiale previste, è opportuna una gradonatura del piano di imposta del rilevato.

- In ultimo, in tema di regimazione delle acque, i muri di sostegno della strada dovranno essere dotati di opportuni sistemi drenanti per favorire l'allontanamento delle eventuali acque di infiltrazione dal corpo del rilevato. Si consiglia, al proposito, di predisporre sistemi d'intercettazione delle acque provenienti dai barbacani del muro sul confine Est, laddove saranno coperti dal corpo del rilevato stradale, impiegando geosintetici drenanti collegati a tubazioni di scarico opportunamente posizionate.

10.5. Disciplina delle acque superficiali e sottosuperficiali.

Le condizioni idrogeologiche dei luoghi desunte dalle indagini, hanno evidenziato la presenza di una falda idrica, all'interno dei depositi ghiaioso-sabbiosi, confinata a letto dai calcescisti del substrato.

Seppure si tratti, a parere di chi scrive, di un acquifero limitato come spessori ed esteso solo nel settore meridionale del PUO, è da mettere in conto la previsione di incontrare, in fase di scavo, percolazioni e filtrazioni sotterranee o anche venute idriche, al passaggio coperture sciolte - substrato.

Fatti salvi gli accorgimenti necessari in fase esecutiva, la cui definizione operativa dovrà essere contenuta nel progetto della cantierizzazione delle varie fasi di intervento, in linea generale si prescrive quanto segue:

- il drenaggio delle acque sotterranee con barbacani ed eventualmente con canne drenanti suborizzontali nei punti di filtrazione, sui muri di sostegno dei fronti di sbancamento. Le acque intercettate saranno convogliate verso i sistemi fognari previsti dal progetto e/o verso Il Rio San Giuliano;
- l'intercettazione e il convogliamento delle acque del rilevato stradale, con predisposizione di sistemi di allontanamento e convogliamento dai muri di sostegno verso le reti fognarie;

- la predisposizione di opere di regimazione delle acque superficiali per il tracciato stradale, i piazzali e le sistemazioni a verde dell'area.

10.6. Rapporti con le preesistenze al contorno.

Vale la pena unicamente segnalare, per quanto di competenza, la necessità di approfondire la tematica del rapporto degli interventi proposti con le strutture di contenimento del tracciato autostradale, nel settore Nord del PUO, Ambito C, prevedendone il rilievo di dettaglio, per verificare le geometrie e definire le soluzioni esecutive atte a evitare ogni interferenza planoaltimetrica con la nuova strada prevista.

Parimenti dovranno essere appurate le caratteristiche geometriche, la consistenza strutturale e le quote d'imposta del muro sul confine orientale dell'area del PUO al fine di prevedere, se del caso, opportuni interventi di rinforzo o adeguamento per risolvere le interferenze con il rilevato stradale.

10.7. L'Ambito D.

In ultimo, per completare il quadro dell'intervento di PUO proposto si cita l'Ambito D ove è previsto il recupero dell'edificio rurale esistente e il mantenimento all'uso agricolo del terreno al contorno, per i quali non si forniscono specifiche prescrizioni attuative, trattandosi di un intervento che non pone problematiche geologiche particolari.

11.0 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DEGLI INTERVENTI SULL'IMPERMEABILIZZAZIONE SUPERFICIALE DEL COMPARTO.

La realizzazione del PUO proposto non comporta la creazione di nuove superfici impermeabilizzate ma, rispetto alla situazione attuale dell'areale, dove è presente una copertura impermeabile continua di edifici, capannoni e superfici asfaltate, migliora le caratteristiche del terreno in tema di permeabilità introducendo diverse zone a terreno naturale.

Ad ogni modo, per l'ottemperanza alla Normativa del PUC 2015 sulla permeabilità e l'efficienza idraulica dei suoli, si rimanda alle valutazioni e alle verifiche analitiche illustrate nel Progetto.

12.0 DICHIARAZIONE CONCLUSIVA.

Sulla base dello studio svolto e commentato nella presente relazione, in osservanza alle prescrizioni del D.M. 14.01.08 e delle Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. del Comune di Genova, relativamente alla fase di accertamento di fattibilità delle opere in progetto, gli scriventi ritengono che l'intervento proposto sia attuabile sotto l'aspetto geologico e geotecnico.

Le problematiche geologiche puntualmente individuate e analizzate sulla base di un'approfondita campagna di indagini geognostiche e geofisiche sono state trattate in sede di normativa geologica attuativa del PUO.

Per contro, per la valutazione degli aspetti idrologici e idraulici, connessi all'attuazione del progetto proposto, trattandosi di area in fregio ad un corso d'acqua, il Rio San Giuliano, con bacino di primo livello, si rimanda alla relazione idraulica che accompagna il progetto.

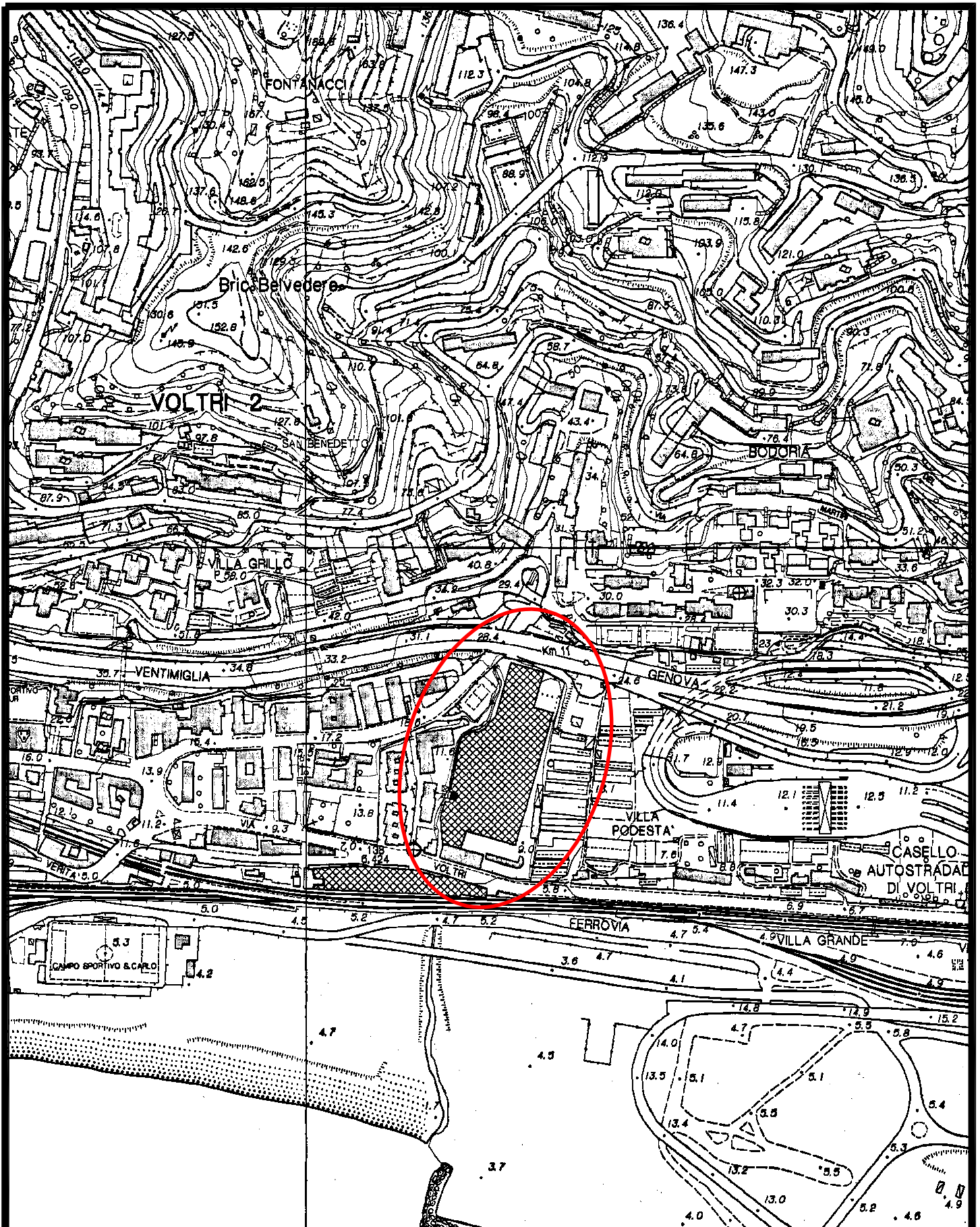
Genova, 26.09.2016



ELENCO ALLEGATI

- ALL. 1:** Corografia della zona, in scala 1:5.000.
- ALL. 2:** Stralci cartografia storica della zona di Voltri-Prà Palmaro.
- ALL. 3:** Ubicazione indagini geognostiche e geofisiche e tracce di sezione, in scala 1:1.000.
- ALL. 4:** Stratigrafie sondaggi geognostici campagna 2015 e relativi rapporti di perforazione.
- ALL. 5:** Documentazione fotografica dei reperti dei sondaggi della campagna geognostica 2015.
- ALL. 6:** Stratigrafie schematiche dei sondaggi della campagna geognostica 2004.
- ALL. 7:** Prove di permeabilità in foro tipo Lefranc: grafici di interpretazione.
- ALL. 8:** Rilievi geofisici: Stendimenti sismici tomografici in onde P e in onde S: relazione di commento alle indagini del Dott. Giorgio Lombardi 13.08.2015.
- ALL. 9:** Sezioni geologiche interpretative, in scala 1:300.
- ALL. 10:** Carta di sintesi delle problematiche geologiche e geotecniche del PUO, in scala 1:1.000.

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’ INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p align="center">Corografia della zona</p>	<p align="center">ALL. 1</p>	



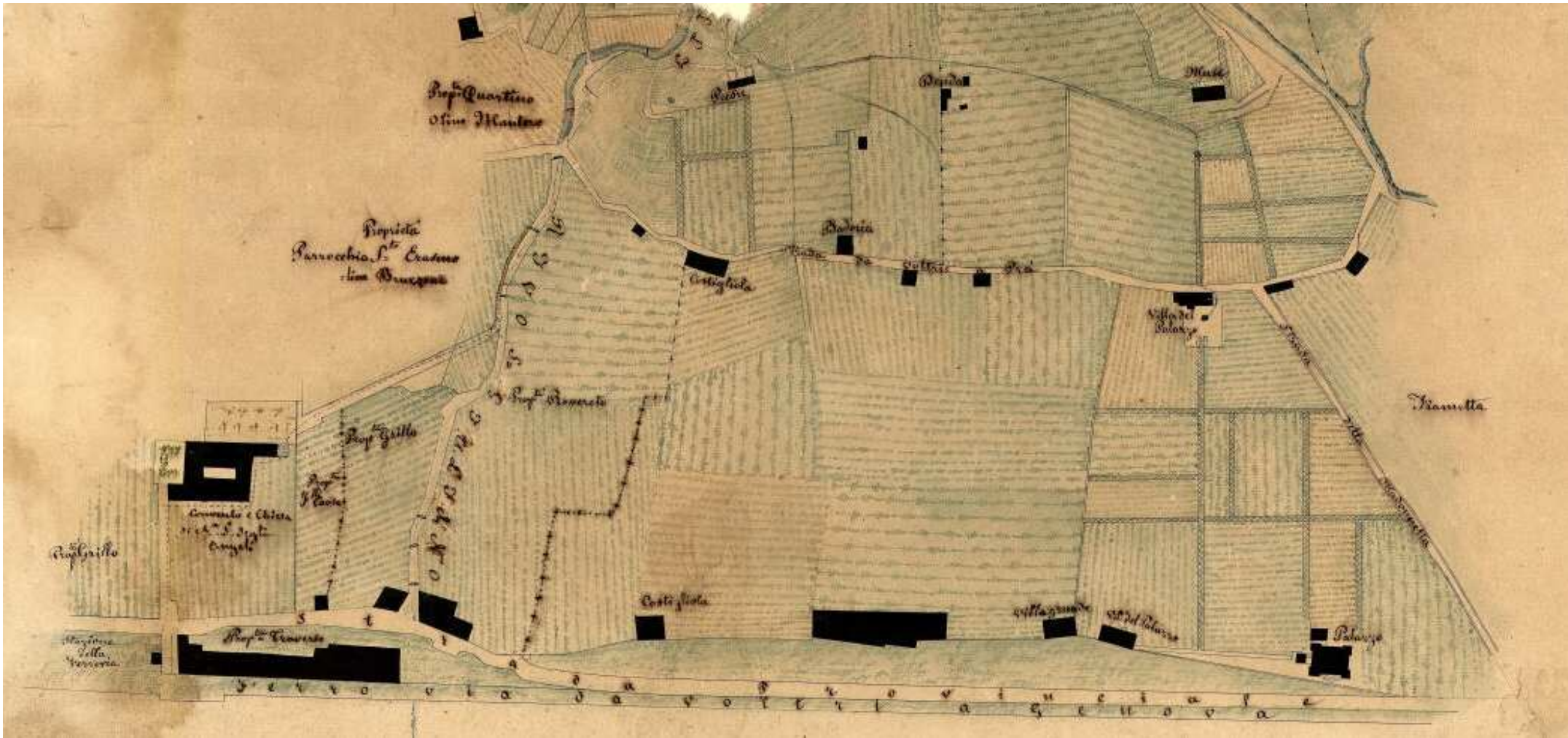
<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’</p> <p align="center">INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p align="center">Stralci cartografia storica della zona Voltri-Prà Palmaro</p>	<p align="center">ALL. 2</p>	



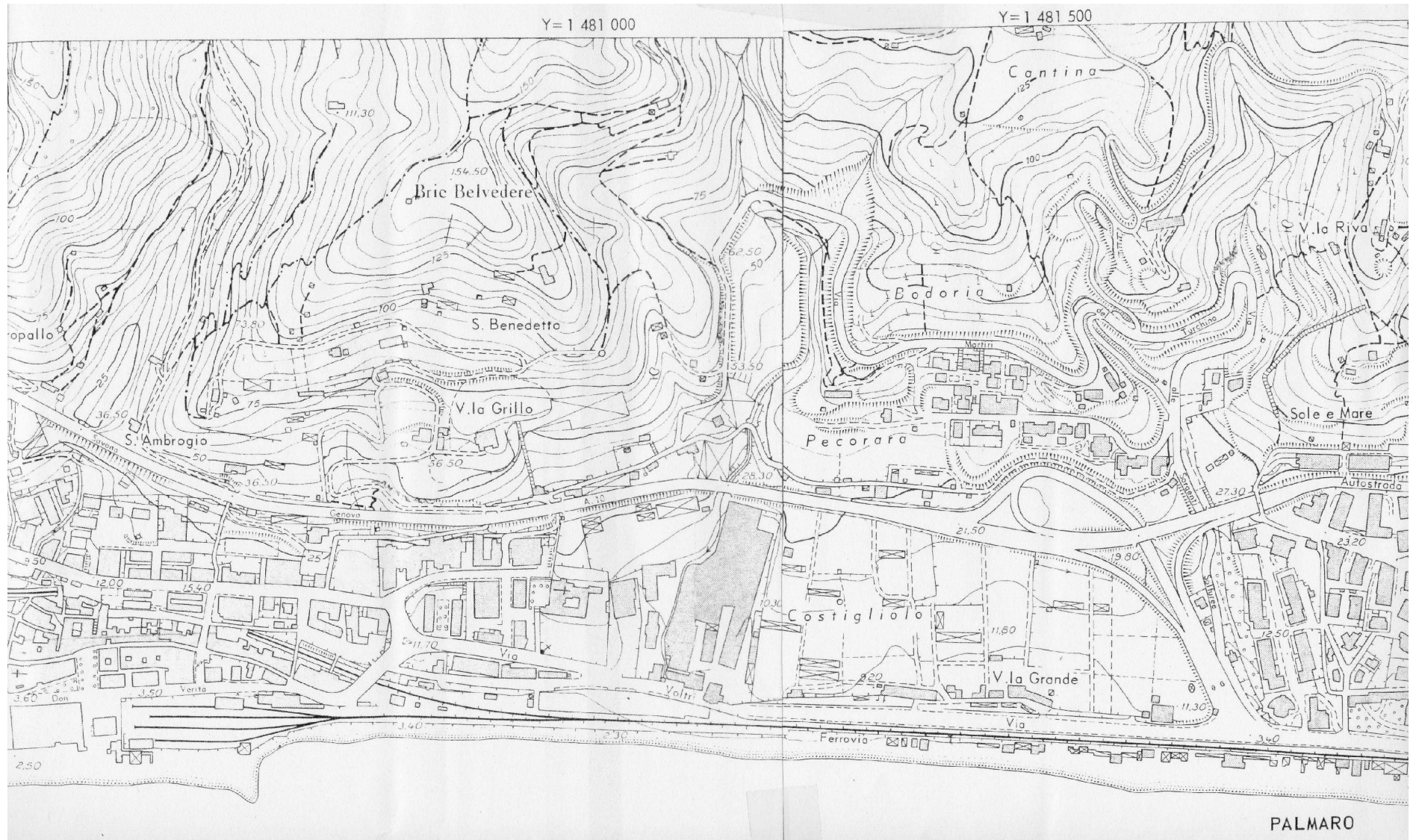
Archivio di Stato di Genova: "Pianta del Capitaneato di Voltri" – Sec XVIII prima metà.



Archivio di Stato di Genova: "Da Voltri fino a Pegli" – Sec XVIII ultimo quarto.



Archivio di Stato di Genova - "Planimetria della proprietà dell'illustrissimo Signor Avvocato Barone Andrea Podestà sita sugli confini dei Comun di Prà e Voltri e terreni adiacenti al Rio San Giuliano ed ubicazione delle opere di presa" ca 1858.



Comune di Genova - Corografia del tratto costiero tra Prà-Palmaro e Voltri – estratto del 1965.

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’</p> <p align="center">INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p>Ubicazione indagini geognostiche e geofisiche e tracce di sezione</p>	<p align="center">ALL. 3</p>	

LEGENDA

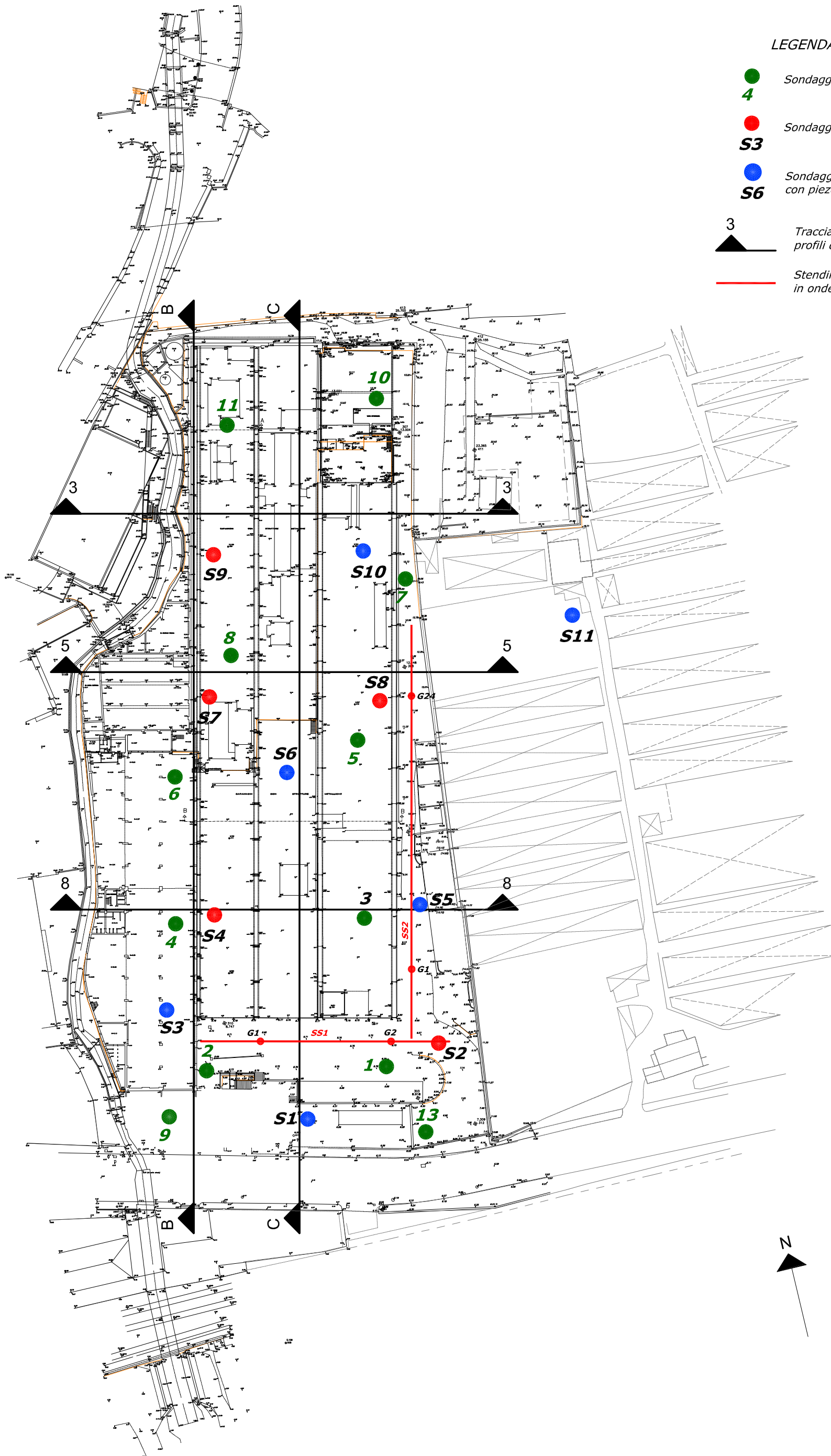
● 4 Sondaggi campagna geognostica 2004

● S3 Sondaggi campagna geognostica 2015

● S6 Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro

3 Traccia di sezione geologica su profili di progetto.

— Stendimento sismico tomografico in onde P e in onde S



<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’</p> <p align="center">INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p>Stratigrafie sondaggi geognostici campagna 2015 e relativi rapporti di perforazione.</p>	<p align="center">ALL. 4</p>	

Committente:	AREA EX-VERRINA			Comune:	GENOVA	Prov.	GE	
Località:	VOLTRI, GENOVA							
Quota bocca foro:	s.l.m.m.		Quota fondo foro:	[m]	Profondità Totale:	12,00		
Coordinate X:	1481140.3		Angolo rispetto alla verticale:	0 [°]	Impresa:	Borghi Drill srl		
Coordinate Y:	4919488.9		Terminato il:	07.08.15	Sondatore:	Stefano		
Iniziato il:	06.08.15							Sondaggio a rotazione n° S1

Falda [m]	Profondità [m]	Corona diamant.	Scala	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	ID	Prove di permeabilità		Strumentazione			
												Lugeon	Lefranc	Dilatometro	Piezometro	SPT	
	1,10						Pavimentazione in asfalto fino a 0,10 cm da p.c., sotto la quale sono presenti materiali incoerenti di riporto, scarsamente addensati, assimilabili a ghiaie e rari ciottoli, con clasti a spigoli vivi di diametro medio di 3-4cm delle rocce di fondo (calcescisti ed ofiolti), in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore marrone/ocraceo. (Materiali di riporto).	A - 3		F - 5	R						
L.F. -1,99m	2,10					0%	Terreni sciolti mediamente addensati, assimilabili a ghiaie e ciottoli con clasti mediamente arrotondati ed allungati di diametro fino a 10 cm delle litologie del fondo litogenico (calcescisti ed ofiolti), in matrice sabbiosa e limosa di colore marroncino, in particolare depositi sabbiosi fino a 1,80m e depositi ghiaiosi fino a 2,10m. (Depositati sabbiosi/ghiaiosi).	A - 2		F - 5	Dsg			tasca da 2,00m			spt - 1,5m (8, 13, 12)
						58%	Scisti ofiolitici di colore verde chiaro, untuosi al tatto per la presenza di fasi mineralogiche quali talco e sericite, mediamente fratturati e cataclastici, con giacitura della principale discontinuità strutturale (scistosità) che risulta inclinata di circa 45° rispetto all'asse del foro. Presenza di livelli alterati e destrutturati di colore marroncino fino a 3m ed orizzonti lievemente più fratturati e caoticizzati, anche per effetto della perforazione, tra 4,00m e 4,40m e tra 5,30m - 5,50m. (Substrato roccioso - Scisti ofiolitici).	A - 1	D - 4	F - 2	Ss			a 2,50m			
						49%											
						40%											
						72%											
						53%											
						73%											
						73%											
						75%											
						74%											

NOTE: **TIPO DI DISCONTINUITÀ** **TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO**

Installato tubo piezometrico da 3", cieco fino a 3,00m e microfessurato fino a fondo foro. Capitulo carrabile in ghisa. Eseguito spurgo piezometro con pompa sommersa.	L = Contatto rocce-roccia liscio	Φ [mm]	DA	A	TIPO
	R = Contatto roccia-roccia ruvido	140	PC	-3,00	widia
	I = Contatto roccia-roccia irregolare				
	E = Contatto roccia roccia striato				
	A = Giunto aperto				
	Ox = Giunto ossidato				
	Ag = Giunto con argilla				
	M = Giunto o faglia Mineralizzata				
	J = Discontinuità principale				

Compilato: Operatore 1 data: 11.08.15 Controllato: Operatore 2 data: 12.08.15

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. SONDA A ROTAZIONE
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-1 Poco fratturato	Sonda Comacchio MC450P.1 - perforazione meccanica a rotazione con prelievo continuo di campione
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-2 Fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-3 Molto fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-4 Estremamente fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soflice	F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c. 1,99 [m] misurata in data 10.08.15 Quota Perforazione con corona diamantata da p. c. 3,00 [m]

Committente:	AREA EX-VERRINA			Comune:	GENOVA	Prov.	GE
Località:	VOLTRI, GENOVA						
Quota bocca foro:	s.l.m.m.		Quota fondo foro:	[m]	Profondità Totale:	12,00	
Coordinate X:	1481170.4		Angolo rispetto alla verticale:	0 [°]	Impresa:	Borghi Drill srl	
Coordinate Y:	4919497.9		Terminato il:	06.08.15	Sondatore:	Stefano	
Iniziato il:	05.08.15		Sondaggio a rotazione n° S2				

Falda [m]	Profondità [m]	Corona diamant.	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	ID	Prove di permeabilità		Strumentazione			
											Lugeon	Lefranc	Dilatometro	Piezometro	SPT	
						Pavimentazione fino a 0,20 cm da p.c. e materiali di riporto con frammenti e scaglie di calcescisti. (Materiali di riporto).	A - 2		F - 5	R						spt - 1,5m (15, 8, 10)
	3,00					Terreni incoerenti parzialmente rimaneggiati, scarsamente addensati ed assimilabili a ghiaie e ciottoli di calcescisti prevalenti, con clasti allungati ed in parte arrotondati con diametro decrescente con la profondità, in particolare di 4-5 cm fino a circa 2m da p.c. e di 1-2 cm nel tratto sottostante. La matrice risulta sabbiosa debolmente viscosa di colore marrone/ocraceo. (Depositi ghiaiosi).	A - 2		F - 5	Dg		tasca da 2,50m				spt - 3,0m (8, 11, 18)
	4,10					Calcescisti di colore grigio con vene molto deformate e striate di quarzo e calcite bianca. Si presentano piuttosto massicci, compatti e litoidi, in generale poco fratturati e leggermente frantumati per effetto della perforazione poiché la scistosità principale risulta circa subverticale rispetto all'orizzontale e pertanto parallela rispetto all'asse del foro. Livello lievemente più fratturati tra 10,60m e 11,40m circa. (Substrato roccioso - Calcescisti).	A - 1	D - 2	F - 1	Sc		a 3,00m				
					40%											
					79%											
					88%											
					61%											
					76%											
					38%											
					52%											
					61%											

NOTE: TIPO DI DISCONTINUITÀ TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO

L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale	Φ [mm]	DA	A	TIPO
	RIVESTIMENTO	140	PC	-4.50
	FORO			

Compilato: Operatore 1 data: 11.08.15 Controllato: Operatore 2 data: 12.08.15

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. SONDA A ROTAZIONE
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-1 Poco fratturato	Sonda Comacchio MC450P.1 - perforazione meccanica a rotazione con prelievo continuo di campione
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-2 Fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-3 Molto fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-4 Estremamente fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soflice	F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c. 1,89 [m] misurata in data 06.08.15 Quota Perforazione con corona diamantata da p. c. 4,20 [m]

Committente:	AREA EX-VERRINA			Comune:	GENOVA		Prov.	GE
Località:	VOLTRI, GENOVA							
Quota bocca foro:	s.l.m.m.		Quota fondo foro:	[m]		Profondità Totale:	12,00	
Coordinate X:	1481117.1		Angolo rispetto alla verticale:	0 [°]		Impresa:	Borgi Drill srl	
Coordinate Y:	4919517.8					Sondatore:	Stefano	
Iniziato il:	30.07.15		Terminato il:	31.07.15		Sondaggio a rotazione n° S3		

Falda [m]	Profondità [m]	Corona diamant.	Scala	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	ID	Prove di permeabilità		Strumentazione					
												Lugeon	Lefranc	Dilatometro	Piezometro	SPT			
	0						Pavimentazione fino a 0,30 cm da p.c. e sottostanti materiali di riporto con frammenti e scaglie di calcescisti. (Materiali di riporto).	A - 2		F - 5	R								
	1,50						Terreni incoerenti parzialmente rimaneggiati, scarsamente addensati ed assimilabili a ciottoli e ghiaie grossolane di calcescisti prevalenti, con clasti mediamente arrotondati di diametro decrescente con la profondità. Matrice sabbiosa e debolmente limosa a partire da 1,5 m circa, di colore grigio fino a 1,5 m e di colore marrone da 1,5m a 3,10m. (Depositi ghiaiosi).	A - 2		F - 5	Dg							spt - 1,5m (7, 16, 9)	
L.F. -2,70m	3,20						Calcescisti di colore grigio con vene molto deformate e striate di quarzo e calcite bianca. Si presentano piuttosto massicci, compatti e litoidi, in generale poco fratturati e localmente frantumati per effetto della perforazione poiché la scistosità principale risulta circa subverticale rispetto all'orizzontale e pertanto parallela all'asse del foro. Debole fratturazione 'a dischetti' tra 5,20 m e 5,50 m circa. (Substrato roccioso - Calcescisti).	A - 1	D - 2	F - 1	Sc								lasca da 2,80m a 3,30m

NOTE:	TIPO DI DISCONTINUITÀ	TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO			
Installato tubo piezometrico da 2", cieco fino a 3,00m e microfessurato fino a fondo foro. Capitello in elevazione lucchettato. Eseguito spurgo piezometro con pompa sommersa.	L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale	Φ [mm]	DA	A	TIPO
		140	PC	-4.00	widia

Compilato: Operatore 1	data: 11.08.15	Controllato: Operatore 2	data: 12.08.15
------------------------	----------------	--------------------------	----------------

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. SONDA A ROTAZIONE
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-1 Poco fratturato	Sonda Comacchio MC450P.1 - perforazione meccanica a rotazione con prelievo continuo di campione
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-2 Fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-3 Molto fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-4 Estremamente fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soflice	F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c.	2,70 [m]	misurata in data 10.08.15	Quota Perforazione con corona diamantata da p. c.	3,50 [m]
----------------------	------------	---------------------------	---	------------

Committente:	AREA EX-VERRINA			Comune:	GENOVA		Prov.	GE
Località:	VOLTRI, GENOVA							
Quota bocca foro:	s.l.m.m.			Quota fondo foro:	[m]		Profondità Totale:	12,00
Coordinate X:	1481131.6			Angolo rispetto alla verticale:	0 [°]		Impresa:	Borgi Drill srl
Coordinate Y:	4919534.5					Sondatore:	Stefano	
Iniziato il:	29.07.15			Terminato il:	29.07.15		Sondaggio a rotazione n° S4	

Falda [m]	Profondità [m]	Corona diamant.	Scala	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	ID	Prove di permeabilità		Strumentazione				
												Lugeon	Lefranc	Dilatometro	Piezometro	SPT		
	L.F. -1,23m						Pavimentazione fino a 0,30 cm da p.c. e sottostanti materiali di riporto con frammenti e scaglie di calcescisti. (Materiali di riporto).	A - 2		F - 5	R							
	1,50						Terreni incoerenti parzialmente rimaneggiati, mediamente addensati ed assimilabili a ciottoli e ghiaie di calcescisti prevalenti, con clasti mediamente arrotondati di diametro decrescente con la profondità, in particolare fino a 10cm fino a circa 1,8 m da p.c. e di 3-4cm nel tratto sottostante. Matrice sabbiosa, debolmente limosa di colore grigio scuro da 1,5 m a 1,80 m e grigio chiaro da 1,80 m a 3,10 m. (Depositi a granulometria mista).	A - 2		F - 5	Dgs						spt - 1,5m (13, 30, 33)	
	3,10					30%	Calcescisti di colore grigio con vene molto deformate e striate di quarzo e calcite bianca. Si presentano in generale piuttosto massicci e litoidi e poco fratturati. Livello maggiormente fratturato tra 4,50 m e 5,00 m circa. (Substrato roccioso - Calcescisti).	A - 1	D - 1	F - 1	Sc							spt - 3,1m (50, -, -)
	5,50					45%	Brecce fortemente massicce e litoidi con clasti a spigoli vivi, poligeniche poiché costituite da frammenti del substrato roccioso di fondo (calcescisti ed ofiolti), eterometriche con diametro dei clasti che tende lievemente ad aumentare con la profondità, in particolare di diametro compreso tra 1-2 cm fino a 7,00 m. Matrice a grana molto fine di colore grigio/verde. Livello maggiormente caottizzato, ma litoidi, a partire da 11,00m. (Brecce ofiolitiche massicce).	A - 1	D - 1	F - 1	Cat							
						62%												
						86%												
						86%												
						69%												
						76%												
						80%												
						90%												

NOTE:	TIPO DI DISCONTINUITÀ	TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO				
	L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale	Φ [mm]	DA	A	TIPO	
		RIVESTIMENTO	140	PC	-3,70	widia
		FORO				

Compilato:	Operatore 1	data:	11.08.15	Controllato:	Operatore 2	data:	12.08.15
------------	-------------	-------	----------	--------------	-------------	-------	----------

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. SONDA A ROTAZIONE
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-1 Poco fratturato	Sonda Comacchio MC450P.1 - perforazione meccanica a rotazione con prelievo continuo di campione
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-2 Fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-3 Molto fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-4 Estremamente fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soflice	F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c.	1,23 [m]	misurata in data	30.07.15	Quota Perforazione con corona diamantata da p. c.	3,70 [m]
----------------------	------------	------------------	----------	---	------------

Committente:	AREA EX-VERRINA		Comune:	GENOVA		Prov.	GE
Località:	VOLTRI, GENOVA						
Quota bocca foro:	s.l.m.m.		Quota fondo foro:	[m]		Profondità Totale:	12,00
Coordinate X:	1481173.6		Angolo rispetto alla verticale:	0 [°]		Impresa:	Borgi Drill srl
Coordinate Y:	4919526.7				Sondatore:		Stefano
Iniziato il:	31.07.15		Terminato il:		04.08.15		Sondaggio a rotazione n° S5

Falda [m]	Profondità [m]	Corona diamant.	Scala	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	ID	Prove di permeabilità		Strumentazione			
												Lugeon	Leifanc	Dilatometro	Piezometro	SPT	
	L.F. -1,80m						Terreno vegetale di colore marrone scuro fino a 0,30cm da p.c., al di sotto della quale sono presenti terreni incoerenti scarsamente addensati, assimilabili a sabbie grossolane di colore giallo ocraceo con raro ghiaietto di calcescisti e rocce ofiolitiche del fondo litogenico. (Depositi sabbiosi).	A - 3		F - 5	Ds						spt - 1,5m (9, 11, 10)
	3,00						Terreni sciolti scarsamente addensati, assimilabili a ciottoli e ghiaie di calcescisti prevalenti, con clasti arrotondati di diametro decrescente con la profondità, in particolare fino a 5-6cm in matrice sabbiosa di colore grigio, parzialmente dilavata dalla perforazione. (Depositi ghiaiosi).	A - 1		F - 5	Dg		tasca da 2,50m				
	4,10						Calcescisti di colore grigio con vene di quarzo e calcite bianca che si presentano poco fratturati con orizzonti maggiormente cataclastici tra 4,50 m e 7,00 m. La scistosità principale risulta variabile ma mediamente subverticale rispetto all'orizzontale e pertanto parallela rispetto all'asse del foro. (Substrato roccioso - Calcescisti).	A - 1	D - 2	F - 1	Sc		a 3,00m				
						50%											
						81%											
						69%											
						53%											
						98%											
						98%											
						82%											
						82%											

NOTE:	TIPO DI DISCONTINUITÀ	TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO			
Installato tubo piezometrico da 3", cieco fino a 3,00m e microfessurato fino a fondo foro. Capitelto in elevazione lucchettato. Eseguito spurgo piezometro con pompa sommersa.	L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale	Φ [mm]	DA	A	TIPO
		RIVESTIMENTO	140	PC	-4,00
		FORO			

Compilato: Operatore 1	data: 11.08.15	Controllato: Operatore 2	data: 12.08.15
------------------------	----------------	--------------------------	----------------

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. SONDA A ROTAZIONE
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-1 Poco fratturato	Sonda Comacchio MC450P.1 - perforazione meccanica a rotazione con prelievo continuo di campione
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-2 Fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-3 Molto fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-4 Estremamente fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soflice	F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c.	1,80 [m]	misurata in data 10.08.15	Quota Perforazione con corona diamantata da p. c.	3,50 [m]
----------------------	------------	---------------------------	---	------------

Committente:	AREA EX-VERRINA			Comune:	GENOVA		Prov.	GE	
Località:	VOLTRI, GENOVA								
Quota bocca foro:	s.l.m.m.		Quota fondo foro:	[m]		Profondità Totale:	12,00		
Coordinate X:	1481141.1		Angolo rispetto alla verticale:	0 [°]		Impresa:	Borghi Drill srl		
Coordinate Y:	4919578.7					Sondatore:	Stefano		
Iniziato il:	30.07.15		Terminato il:			31.07.15			
						Sondaggio a rotazione		n°	S7

Falda [m]	Profondità [m]	Corona diamant.	Scala	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	ID	Prove di permeabilità		Strumentazione			
												Lugeon	Leifanc	Dilatometro	Piezometro	SPT	
	0,90						Pavimentazione in calcestruzzo fino a 0,20 cm da p.c., al di sotto della quale sono presenti terreni incoerenti parzialmente rimaneggiati, scarsamente addensati ed assimilabili a ghiaie con clasti mediamente arrotondati di diametro fino a 2-3cm in matrice sabbiosa e debolmente limosa di colore marroncino/ocraceo. (Materiali di riporto e/o rimaneggiati).	A - 2		F - 5	R						
L.F. -1,53m							Calcescisti di colore grigio con abbondanti vene di quarzo e calcite bianca, litoidi ma in generale molto fratturati e localmente frantumati anche per effetto della perforazione. Livelli cataclastici e brecciatii tra 1,00 m e 5,50 m con. La scistosità principale mostra un andamento variabile e tende ad essere subverticale a partire da 9,50 m. Fratturazione 'a dischetti' tra 6,00 m e 8,00 m. (Substrato roccioso - Calcescisti).	A - 2	D - 2	F - 3	Sc						

NOTE:	TIPO DI DISCONTINUITÀ	TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO			
	L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale	Φ [mm]	DA	A	TIPO
		140	PC	-7,50	widia

Compilato:	Operatore 1	data:	11.08.15	Controllato:	Operatore 2	data:	12.08.15
------------	-------------	-------	----------	--------------	-------------	-------	----------

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. SONDA A ROTAZIONE
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-1 Poco fratturato	Sonda 'Fraste' Multidrill PL - perforazione meccanica a rotazione con prelievo continuo di campione
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-2 Fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-3 Molto fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-4 Estremamente fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soflice	F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c.	1,53 [m]	misurata in data 31.07.15	Quota Perforazione con corona diamantata da p. c.	6,30 [m]
----------------------	------------	---------------------------	---	------------

Committente:	AREA EX-VERRINA			Comune:	GENOVA	Prov.	GE	
Località:	VOLTRI, GENOVA							
Quota bocca foro:	s.l.m.m.		Quota fondo foro:	[m]		Profondità Totale:	12,00	
Coordinate X:	1481147.6		Angolo rispetto alla verticale:	0 [°]		Impresa:	Borghi Drill srl	
Coordinate Y:	4919607.6		Terminato il:	30.07.15		Sondatore:	Stefano	
Iniziato il:	29.07.15						Sondaggio a rotazione	n° S9

Falda [m]	Profondità [m]	Corona diamant.	Scala	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	ID	Prove di permeabilità		Strumentazione		
												Lugeon	Leifanc	Dilatometro	Piezometro	SPT
L.F. -1,10m	2,10						Pavimentazione in calcestruzzo. (Materiali di riporto). Calcescisti di colore grigio con vene di quarzo e calcite bianca, molto fratturati e parzialmente frammentati anche per effetto della perforazione poiché la scistosità principale risulta, in genere, subverticale rispetto all'orizzontale e pertanto parallela rispetto all'asse del foro. Livelli maggiormente cataclastici, caotici e destrutturati a partire da 6,00 m ed in particolare tra 9,30 m e 12,00 m. (Substrato roccioso - Calcescisti).	A - 2	D - 4	F - 4	R					

NOTE:	TIPO DI DISCONTINUITÀ	TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO				
	L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale	Φ [mm]	DA	A	TIPO	
		RIVESTIMENTO	140	PC	-6.00	widia
		FORO				

Compilato: Operatore 1 data: 11.08.15 Controllato: Operatore 2 data: 12.08.15

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. SONDA A ROTAZIONE
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-1 Poco fratturato	Sonda 'Fraste' Multidrill PL - perforazione meccanica a rotazione con prelievo continuo di campione
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-2 Fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-3 Molto fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-4 Estremamente fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soflice	F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c. 1,10 [m] misurata in data 30.07.15 Quota Perforazione con corona diamantata da p. c. 1,50 [m]

Committente:	AREA EX-VERRINA		Comune:	GENOVA		Prov.	GE
Località:	VOLTRI, GENOVA						
Quota bocca foro:	s.l.m.m.		Quota fondo foro:	[m]		Profondità Totale:	12,00
Coordinate X:	1481177.7		Angolo rispetto alla verticale:	0 [°]		Impresa:	Borghi Drill srl
Coordinate Y:	4919607.6				Sondatore: Stefano		
Iniziato il:	05.08.15		Terminato il:		06.08.15		
						Sondaggio a rotazione	n° S10

Falda [m]	Profondità [m]	Corona diamant.	Scala	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	ID	Prove di permeabilità		Strumentazione			
												Lugeon	Leifanc	Dilatometro	Piezometro	SPT	
L.F. -0,40m	0,70						Pavimentazione in calcestruzzo fino a 0,20 m da p.c. al di sotto della quale pietrame e ciottoli in scarsa matrice limosa parzialmente dilavata di colore grigio. (Materiali di riporto).				R						
						0% 43% 58% 56% 63% 49% 52% 57% 70%	Calcescisti di colore grigio con vene di quarzo e calcite bianca, massicci e litoidi. Tra 0,70 m e 1,30 m circa frantumati anche per effetto della perforazione. Fratturazione "a dischetti" tra 7,00 m e 8,00 m e sovrastata principale disposta in genere a circa 45° rispetto all'asse del foro. (Substrato roccioso - Calcescisti).	A - 1	D - 1	F - 2	Sc						
	8,40					79% 78% 73%	Cataclaste di serpentinoscisti di colore verde chiaro, poco fratturata ma mediamente destrutturata, untuosa al tatto. (Cataclaste di serpentinoscisti).	A - 3	D - 3	F - 2	Cat						
	11,00						Calcescisti di colore grigio con vene di quarzo e calcite bianca, fortemente cataclastici e destrutturati fino a fondo foro. (Substrato roccioso - Calcescisti).										

NOTE: **TIPO DI DISCONTINUITÀ** **TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO**

Installato tubo piezometrico da 3", cieco fino a 3,00m e microfessurato fino a fondo foro. Capitello in elevazione lucchettato. Eseguito spurgo piezometro con pompa sommersa.	L = Contatto rocci-roccia liscio	R = Contatto roccia-roccia ruvido	I = Contatto roccia-roccia irregolare	E = Contatto roccia roccia striato	A = Giunto aperto	Ox = Giunto ossidato	Ag = Giunto con argilla	M = Giunto o faglia Mineralizzata	J = Discontinuità principale	Φ [mm]	DA	A	TIPO
										140	PC	-3,00	widia

Compilato: Operatore 1 data: 11.08.15 Controllato: Operatore 2 data: 12.08.15

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. SONDA A ROTAZIONE
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-1 Poco fratturato	Sonda 'Fraste' Multidrill PL - perforazione meccanica a rotazione con prelievo continuo di campione
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-2 Fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-3 Molto fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-4 Estremamente fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soflice	F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c. 0,40 [m] misurata in data 10.08.15 Quota Perforazione con corona diamantata da p. c. 1,30 [m]

Committente:	AREA EX-VERRINA			Comune:	GENOVA	Prov.	GE	
Località:	VOLTRI, GENOVA							
Quota bocca foro:	s.l.m.m.		Quota fondo foro:	[m]	Profondità Totale:	12,00		
Coordinate X:	1481221.6		Angolo rispetto alla verticale:	0 [°]	Impresa:	Borghi Drill srl		
Coordinate Y:	4919611.1		Terminato il:	07.08.15	Sondatore:	Stefano		
Iniziato il:	06.08.15							Sondaggio a rotazione n° S11

Falda [m]	Profondità [m]	Corona diamant.	Scala	Profilo stratigrafico	Caricaggio totale % di recupero	R.Q.D. %	Descrizione	Grado di alterazione	Grado di durezza	Grado di fratturazione	ID	Prove di permeabilità		Strumentazione		
												Lugeon	Lefranc	Dilatometro	Piezometro	SPT
	2,60						Terreno vegetale di colore marrone fino a 0,70 cm da p.c., sotto il quale sono presenti terreni incoerenti parzialmente rimaneggiati, scarsamente addensati, assimilabili a ghiaie con clasti debolmente appiattiti di diametro medio di 5-6 cm delle rocce del fondo litogenetico (calcescisti ed ofiolti), in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore marrone/ocraeo, parzialmente dilavata durante la perforazione. (Materiali di riporto).	A - 2	F - 5	R						spt - 1,5m (3, 1, 2)
L.F. -3,37m							Ciotoli e ghiaie di calcescisti e serpentinoscisti, con clasti mediamente arrotondati di diametro fino a 7-8 cm in matrice sabbiosa debolmente limosa di colore marrone, parzialmente dilavata durante la perforazione. (Depositi ghiaiosi e sabbiosi).	A - 2	F - 5	Dgs						spt - 3,0m (1, 2, 2)
	6,10						Calcescisti di colore grigio con vene di quarzo e calcite bianca, litoidi e mediamente massicci, fratturati anche per effetto della perforazione poiché la scistosità principale risulta, in genere, subverticale rispetto all'orizzontale e pertanto parallela rispetto all'asse del foro. (Substrato roccioso - Calcescisti).	A - 1	D - 2	F - 1	Sc					spt - 5,0m (10, 50, -)

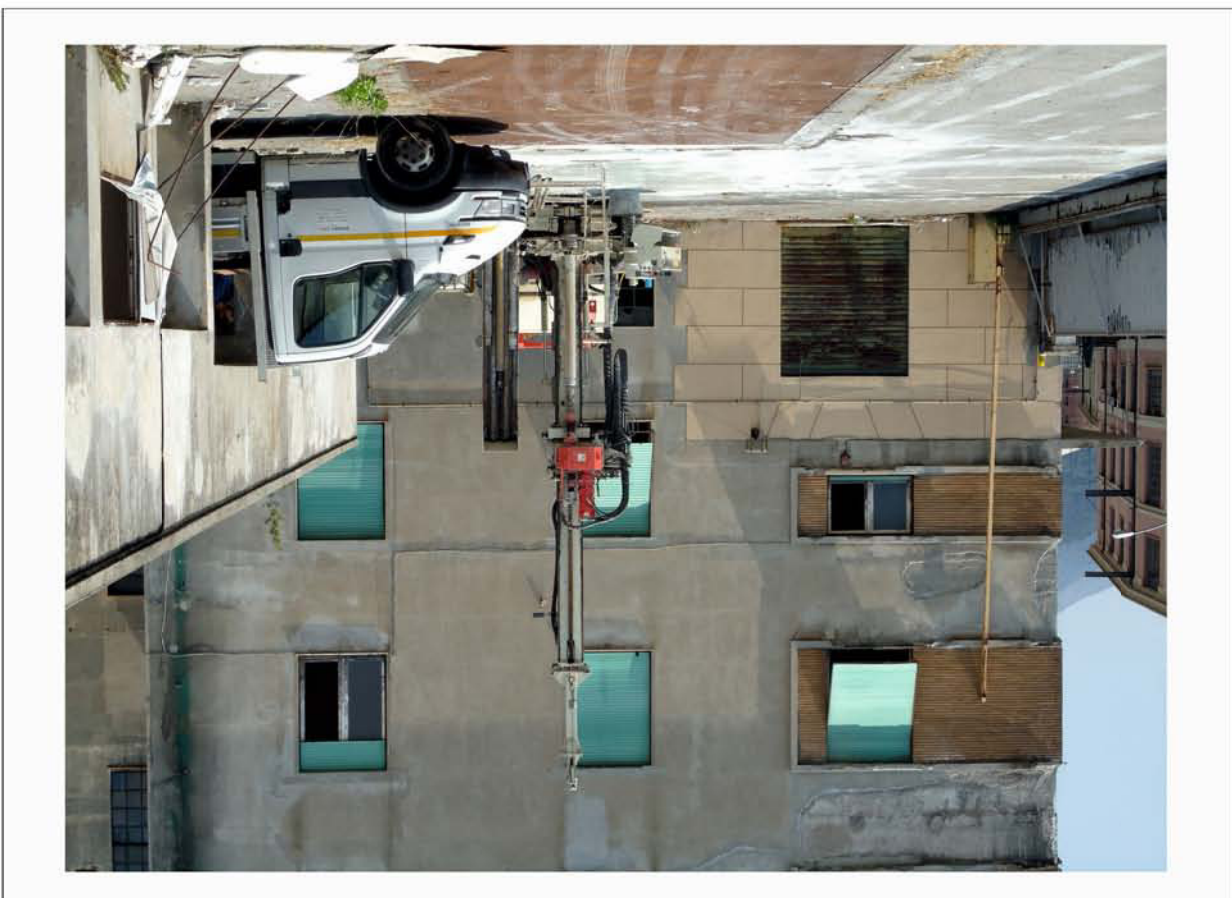
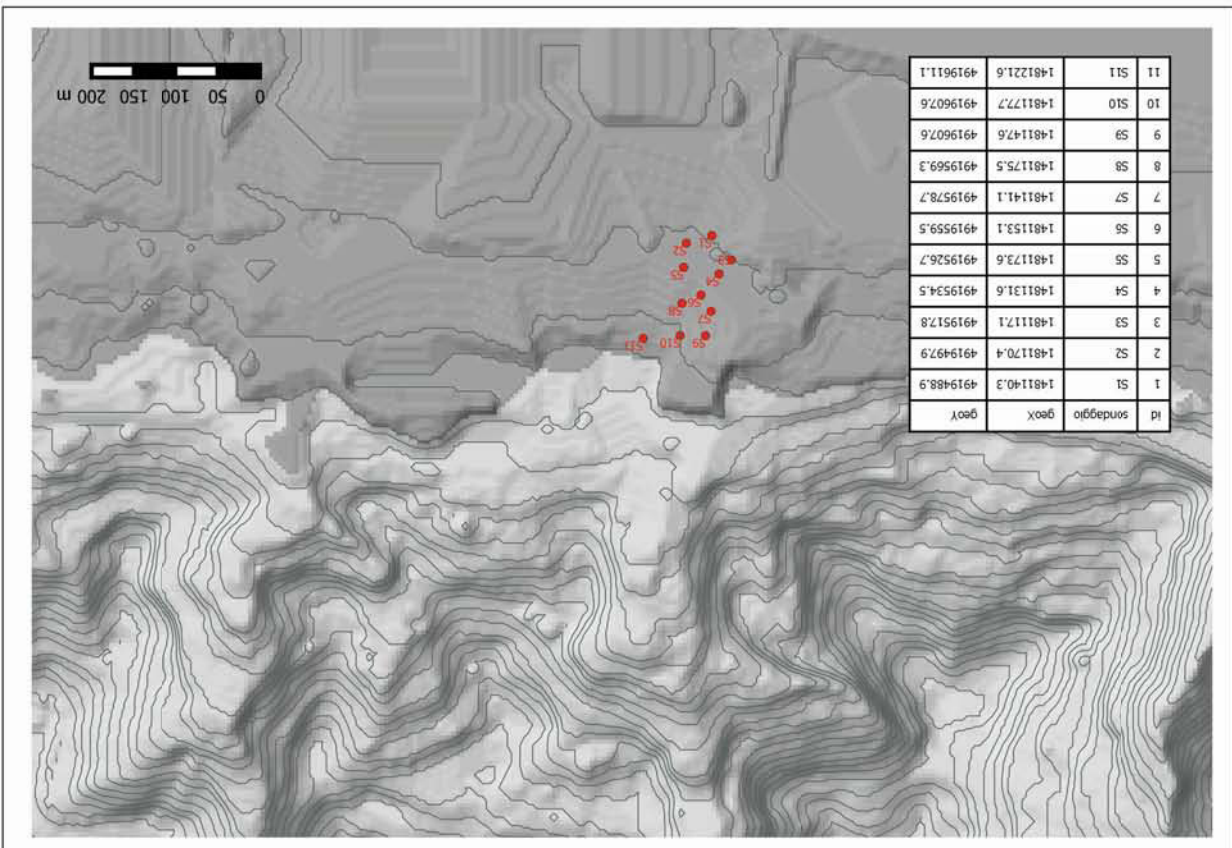
NOTE:	TIPO DI DISCONTINUITÀ	TIPO E DIAMETRO DEL SONDAGGIO				
Installato tubo piezometrico da 2", cieco fino a 3,00m e microfessurato fino a fondo foro. Capitello in pvc a raso. Eseguito spurgo piezometro con pompa sommersa.	L = Contatto rocci-roccia liscio R = Contatto roccia-roccia ruvido I = Contatto roccia-roccia irregolare E = Contatto roccia roccia striato A = Giunto aperto Ox = Giunto ossidato Ag = Giunto con argilla M = Giunto o faglia Mineralizzata J = Discontinuità principale	Φ [mm]	DA	A	TIPO	
		RIVESTIMENTO	140	PC	-6,00	widia
		FORO				

Compilato:	Operatore 1	data:	11.08.15	Controllato:	Operatore 2	data:	12.08.15
------------	-------------	-------	----------	--------------	-------------	-------	----------

ALTERAZIONE	DUREZZA	FRATTURAZIONE	Mod. SONDA A ROTAZIONE
A-1 Sana	D-1 Molto duro	F-1 Poco fratturato	Sonda 'Fraste' Multidrill PL - perforazione meccanica a rotazione con prelievo continuo di campione
A-2 Leggermente alterata	D-2 Duro	F-2 Fratturato	
A-3 Mediamente alterata	D-3 Mediamente duro	F-3 Molto fratturato	
A-4 Profondamente alterata	D-4 Poco duro	F-4 Estremamente fratturato	
A-5 Totalmente alterata e argillificata	D-5 Soflice	F-5 Terreno	

Quota Falda da p. c.	3,37 [m]	misurata in data	10.08.15	Quota Perforazione con corona diamantata da p. c.	6,20 [m]
----------------------	------------	------------------	----------	---	------------

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’ INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p align="center">Documentazione fotografica dei reperti dei sondaggi della campagna geognostica 2015.</p>	<p align="center">ALL. 5</p>	



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Committeente: Salati Armando S.p.a.

S1 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



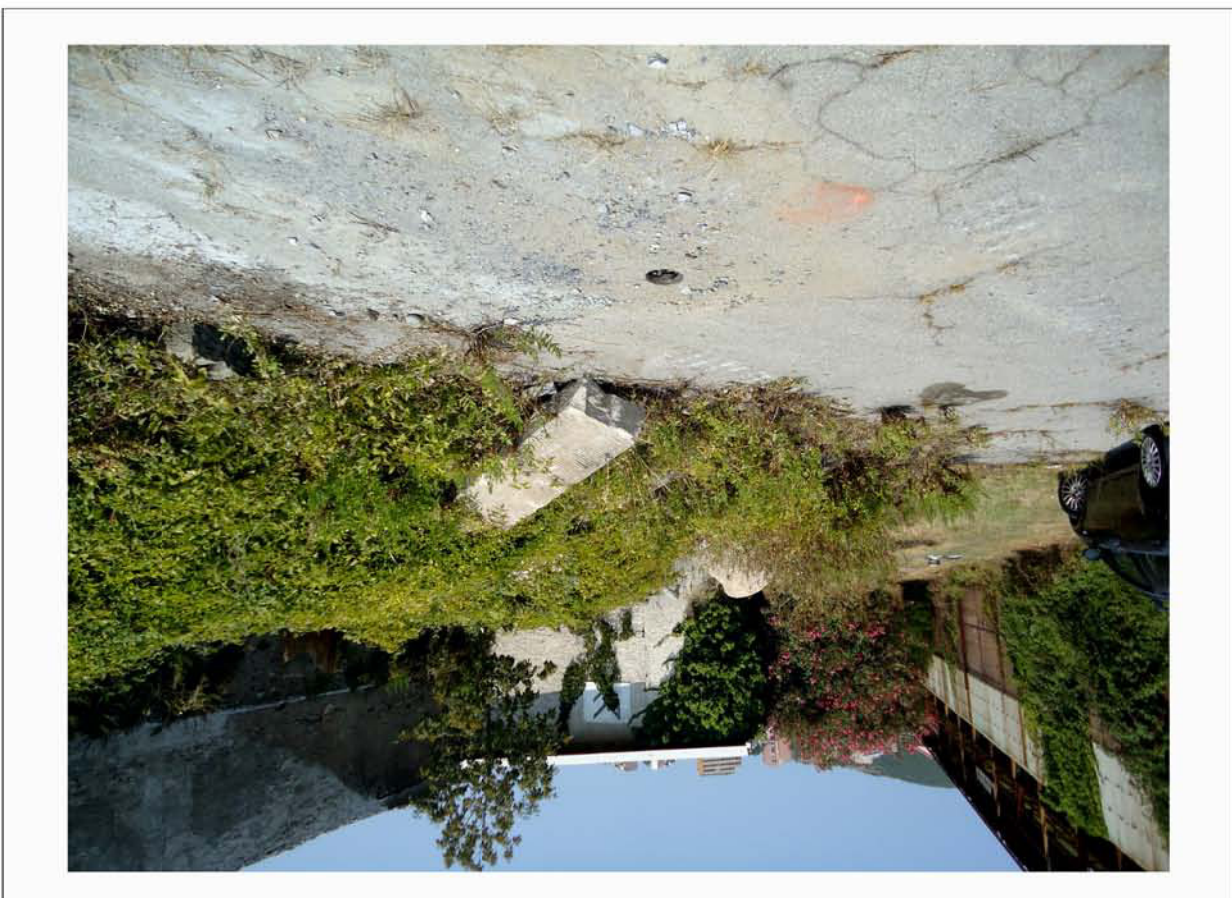
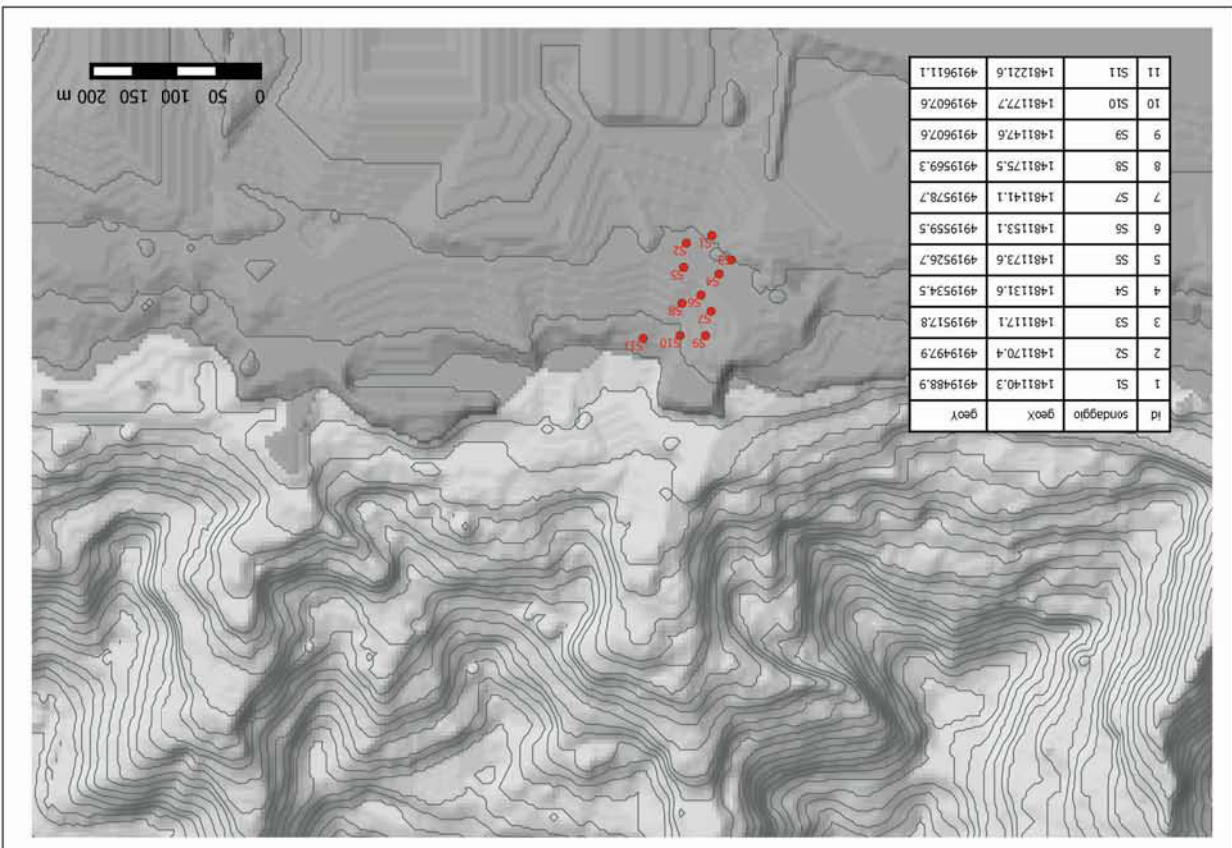
S1 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Committeente: Salati Armando S.p.a.

S1 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.00m





Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Committeente: Salati Armando S.p.a.

S2 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



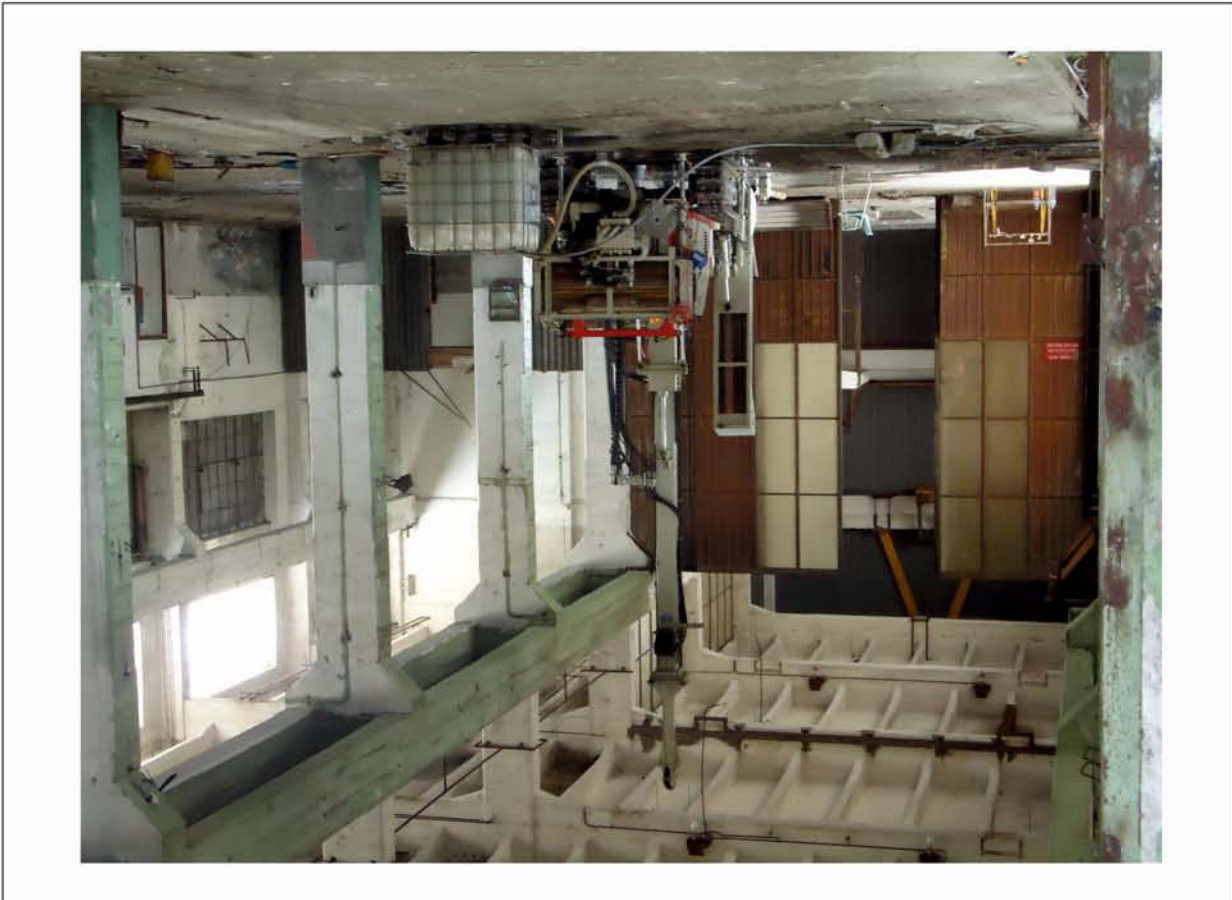
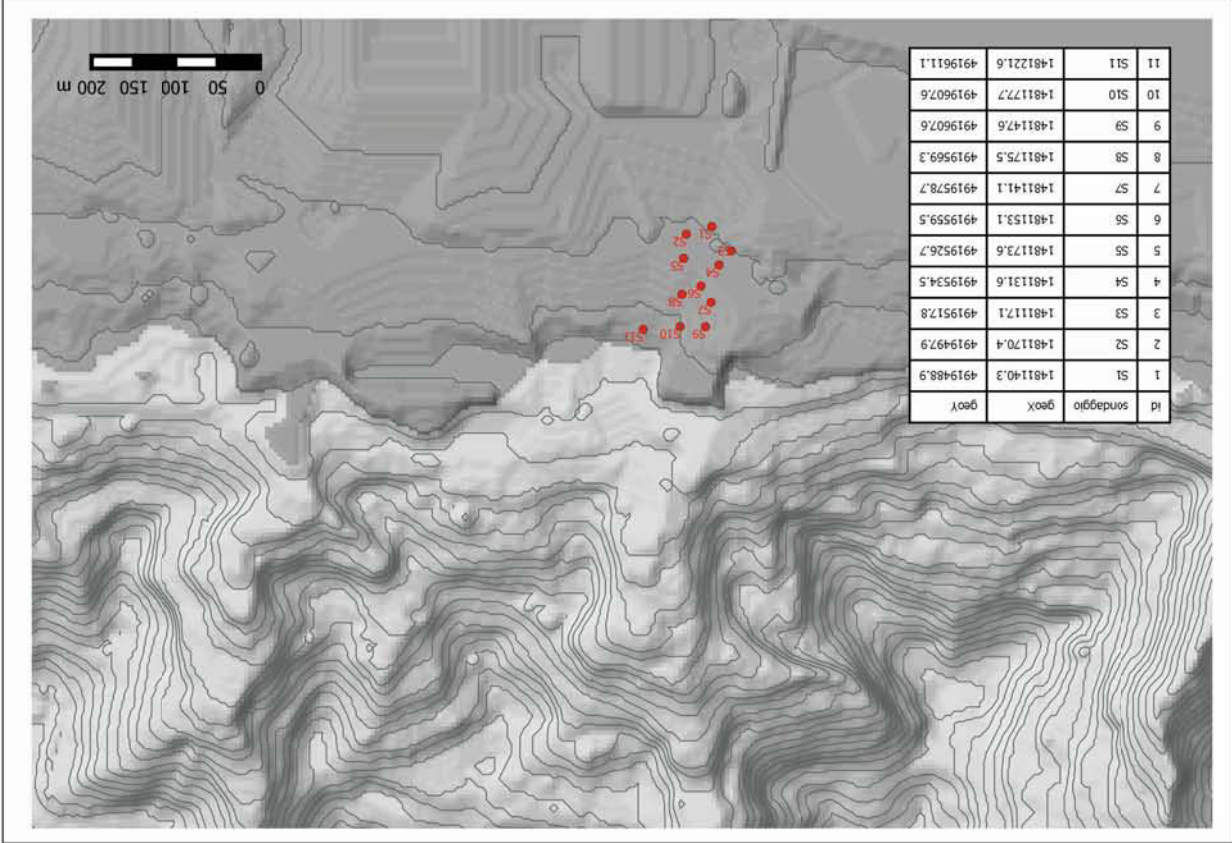
S2 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Committeente: Salati Armando S.p.a.

S2 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.00m





Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S3 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



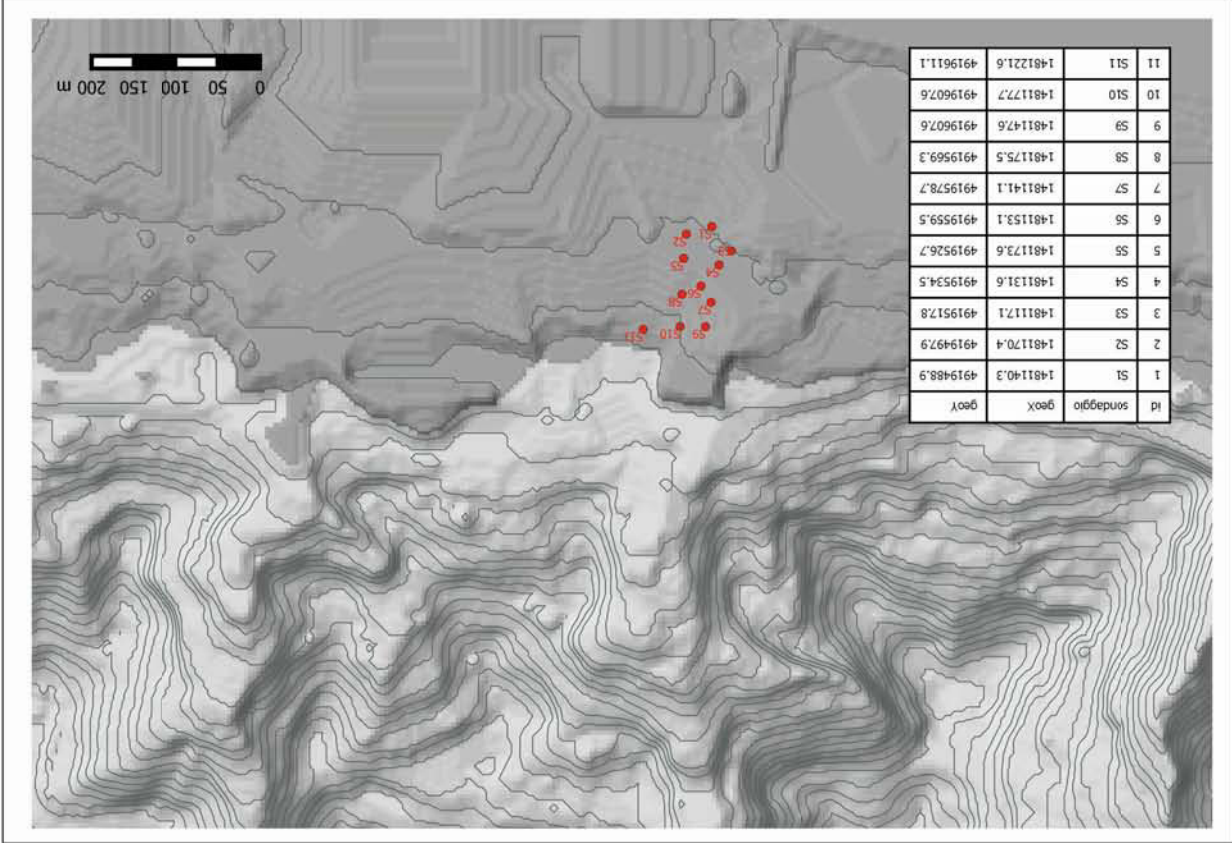
S3 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S3 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.00m





Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S4 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



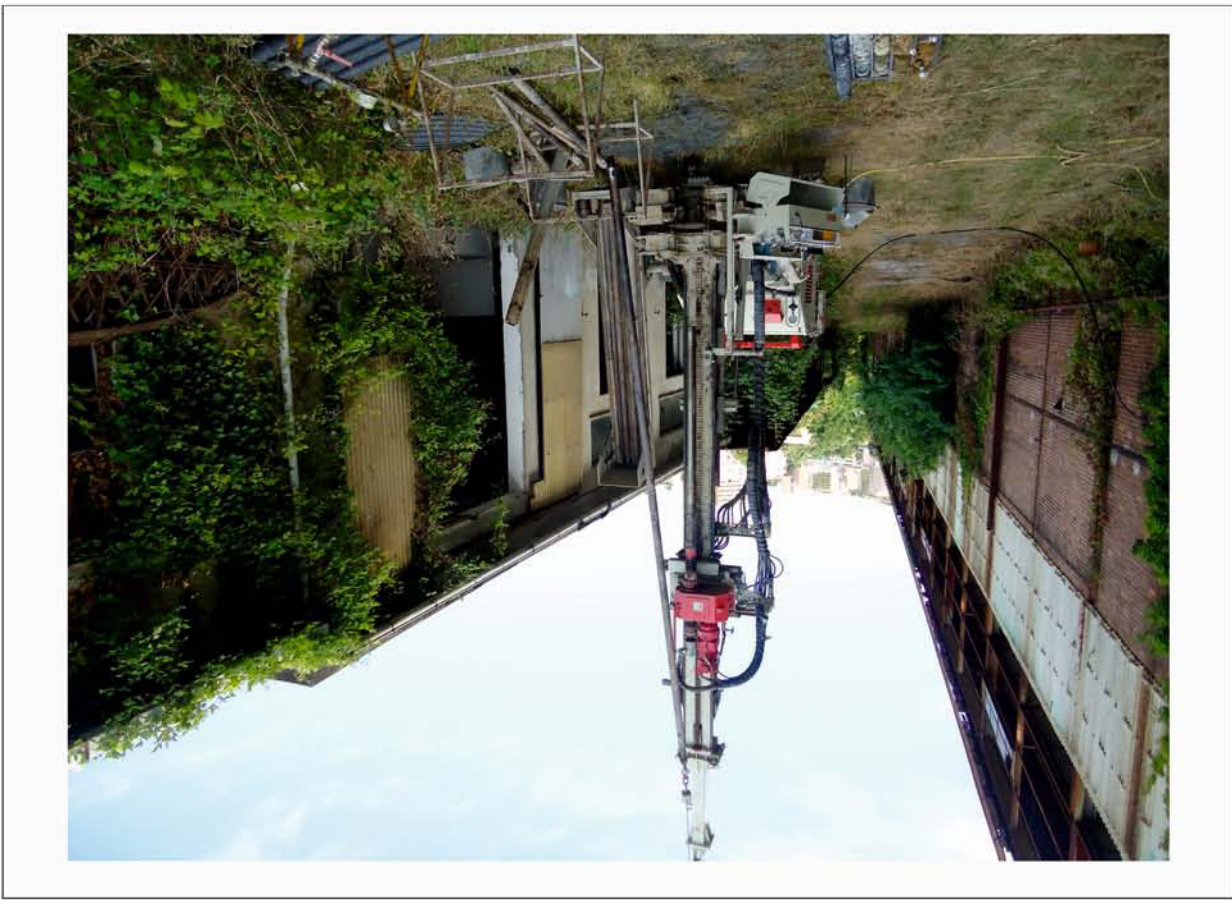
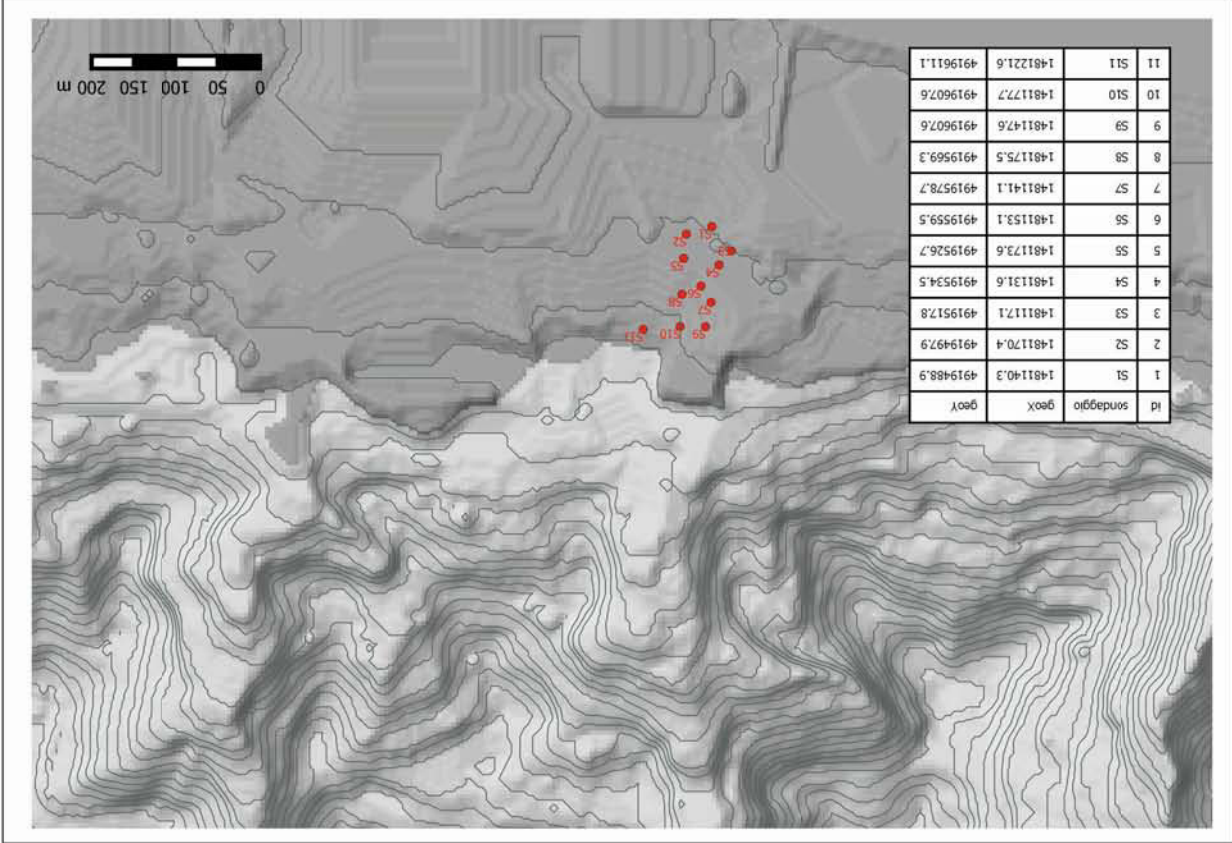
S4 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S4 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.00m





Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S5 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



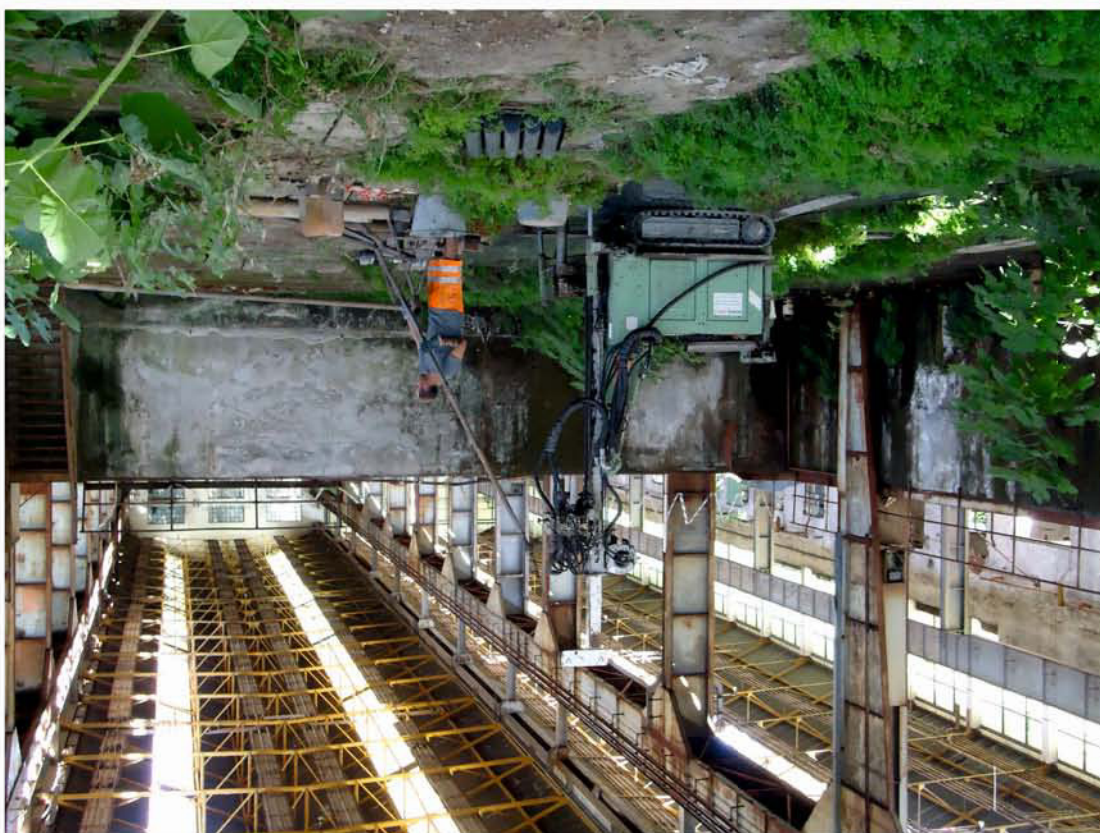
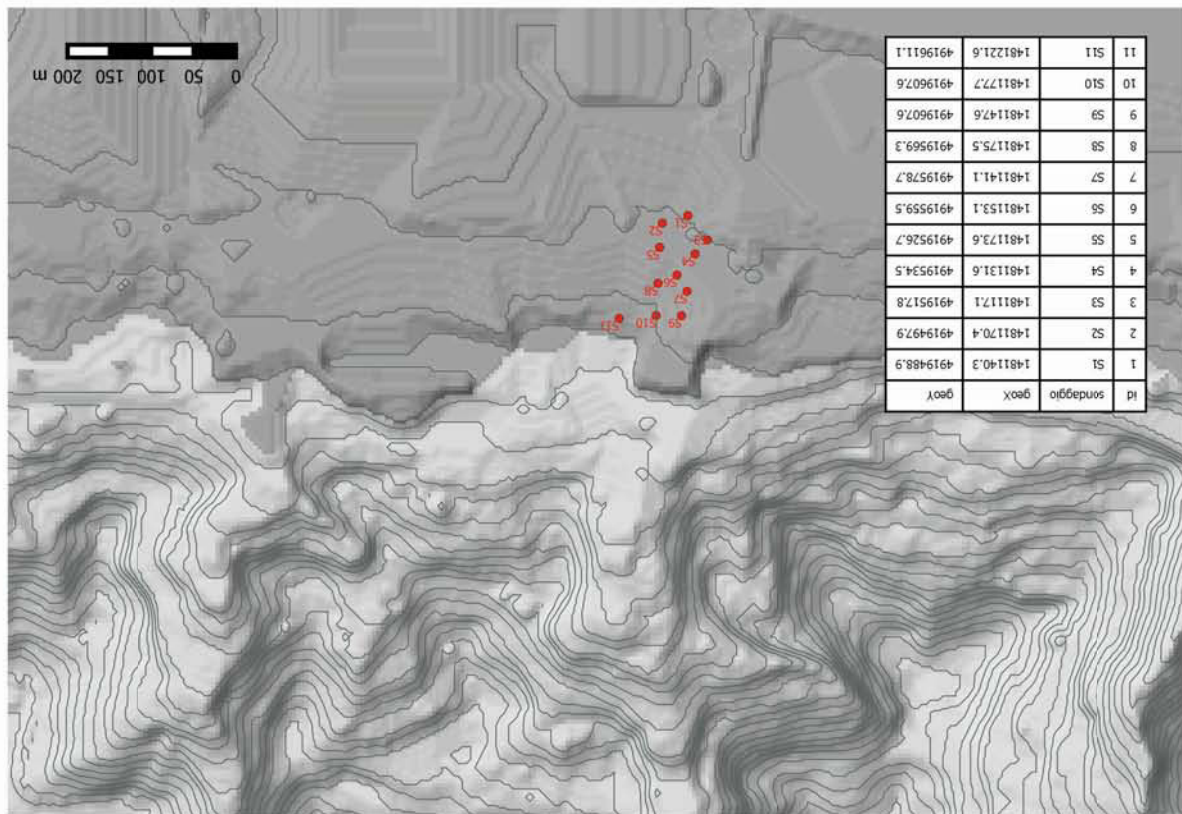
S5 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S5 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.00m





Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S6 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



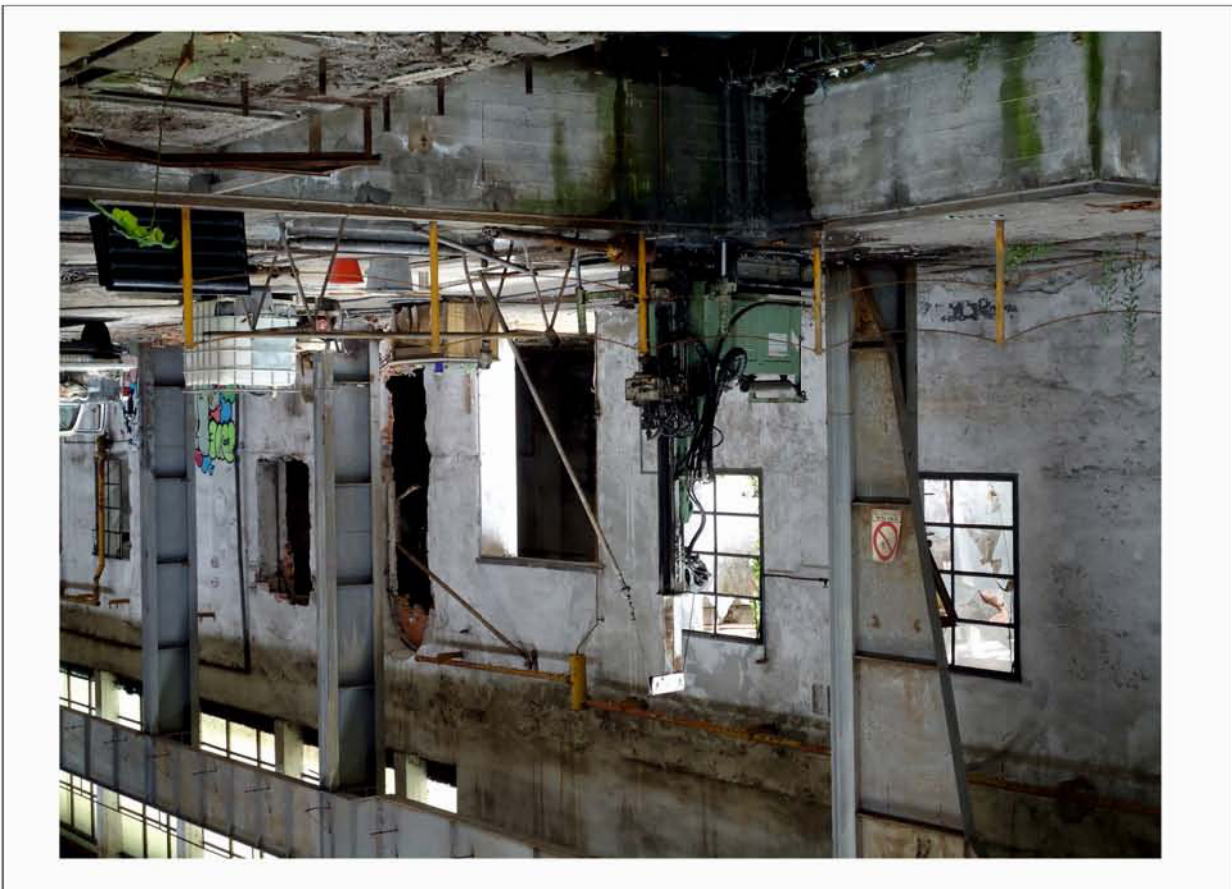
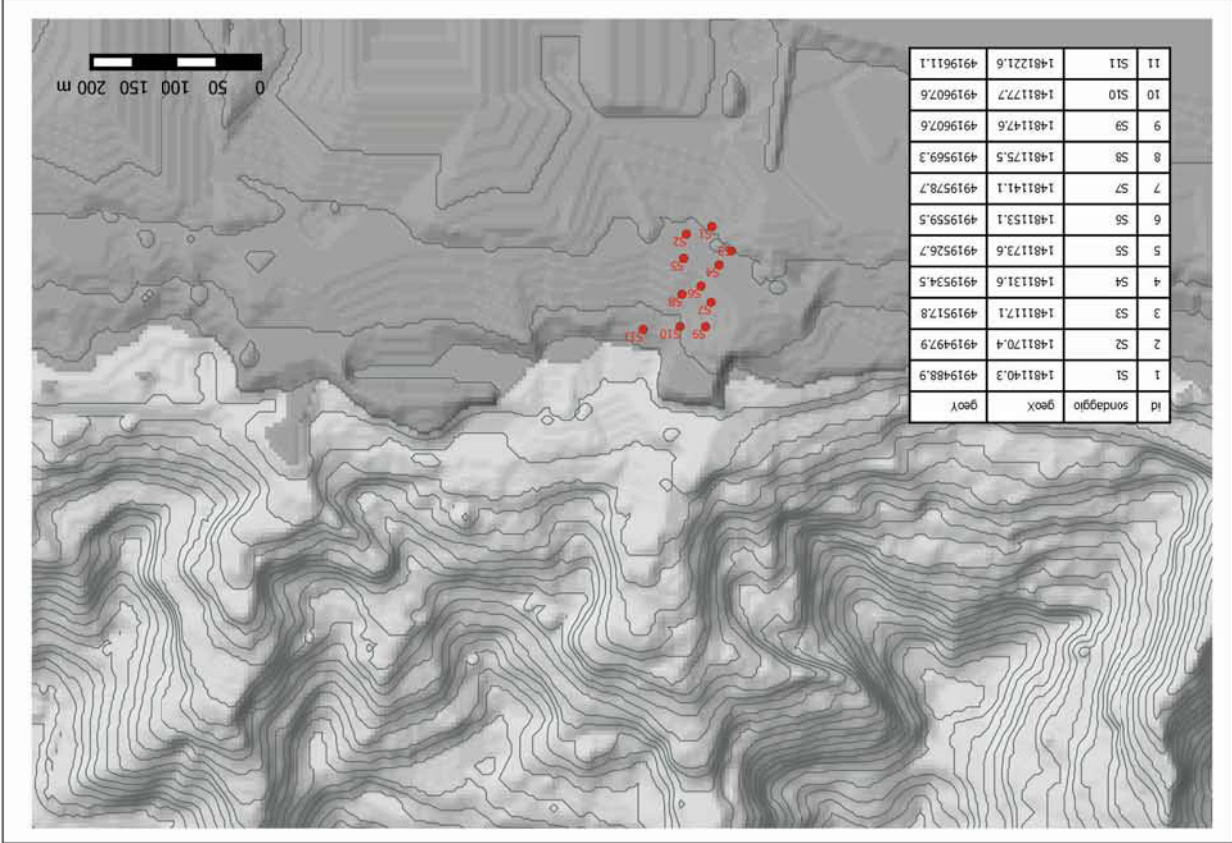
S6 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S6 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.20m





Cantere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Committente: Salati Armando S.p.a.

S7 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



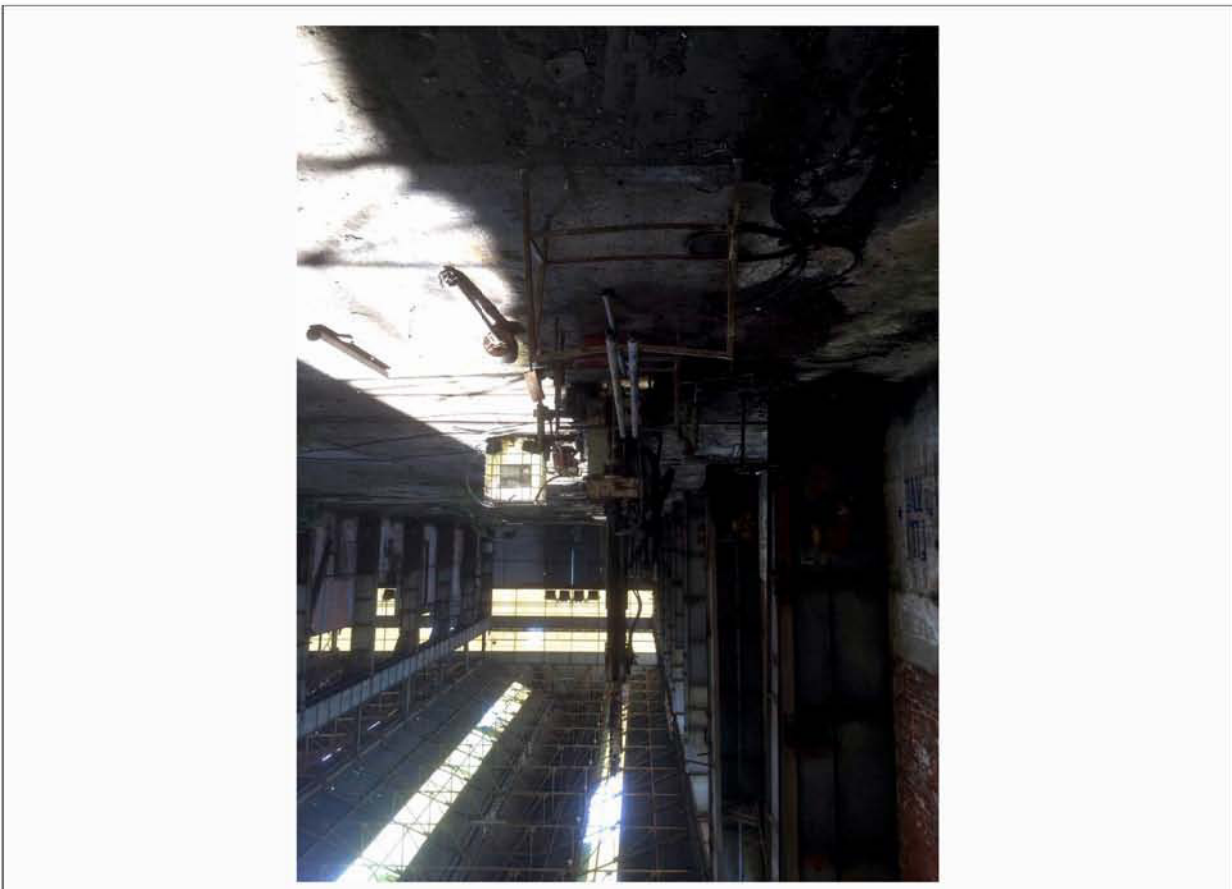
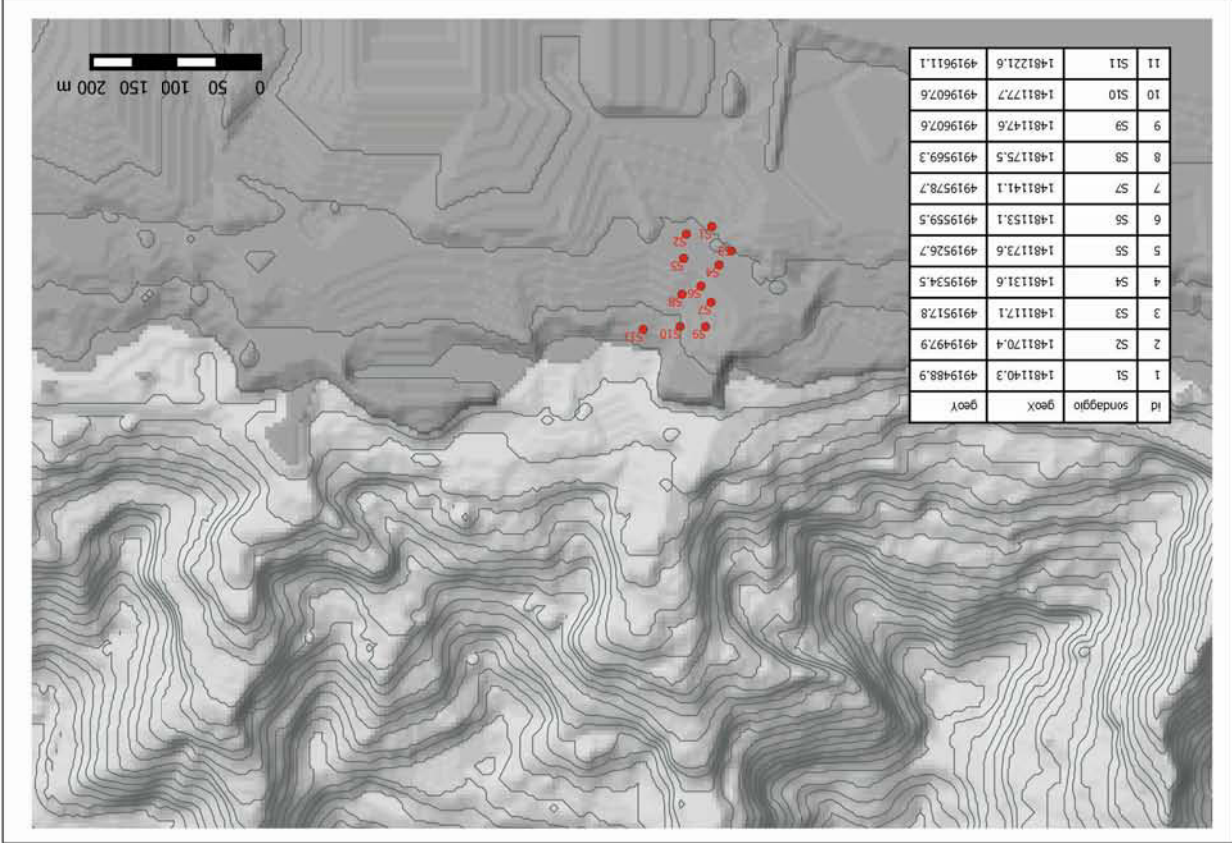
S7 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S7 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.00m





Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S8 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



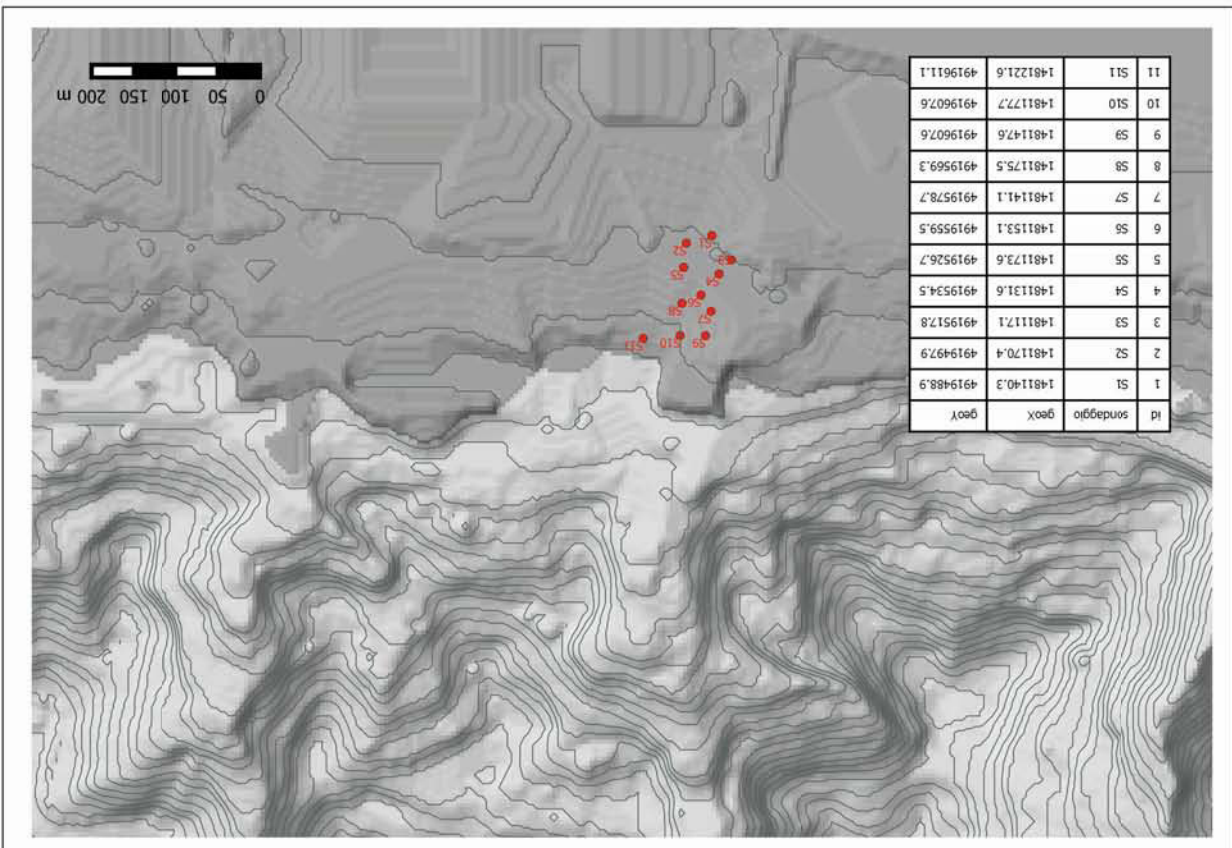
S8 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Committente: Salati Armando S.p.a.

S8 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.20m





Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S9 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



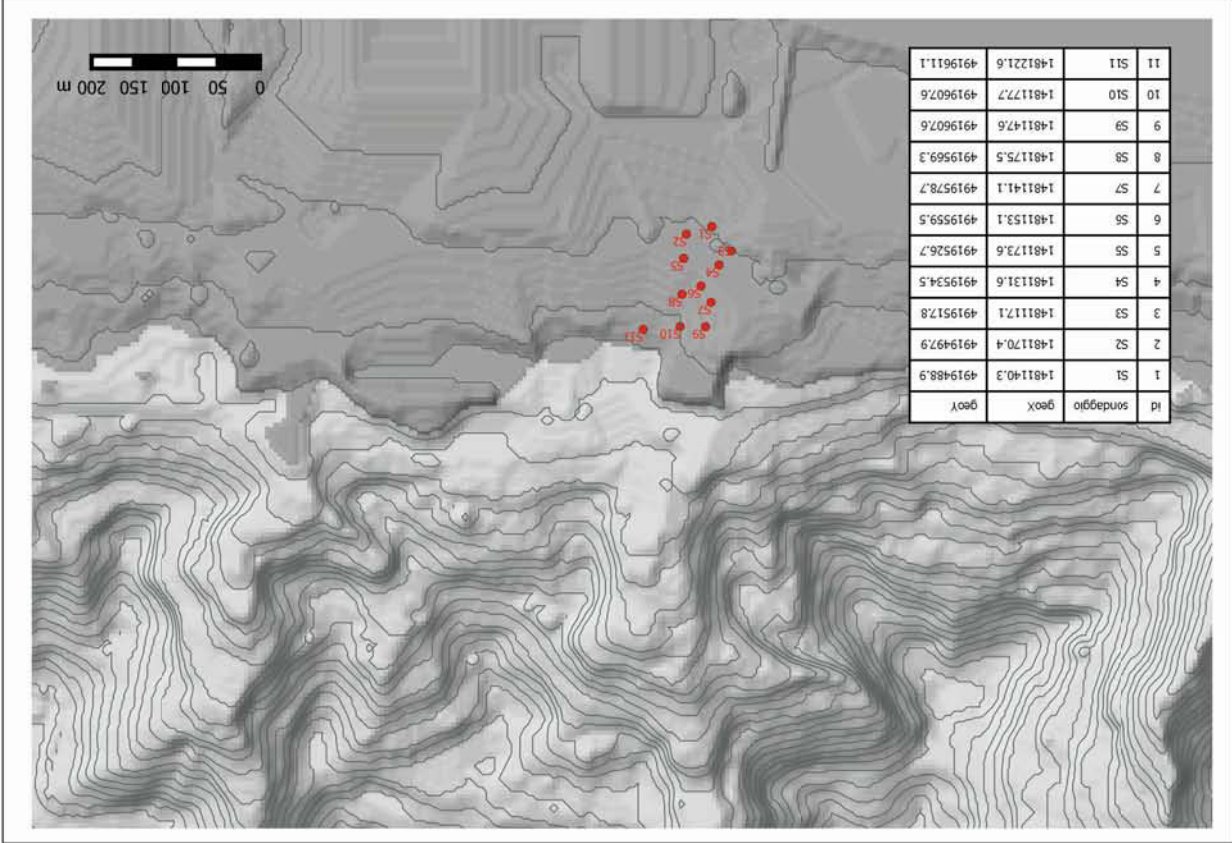
S9 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m





S9 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.00m

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S10 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



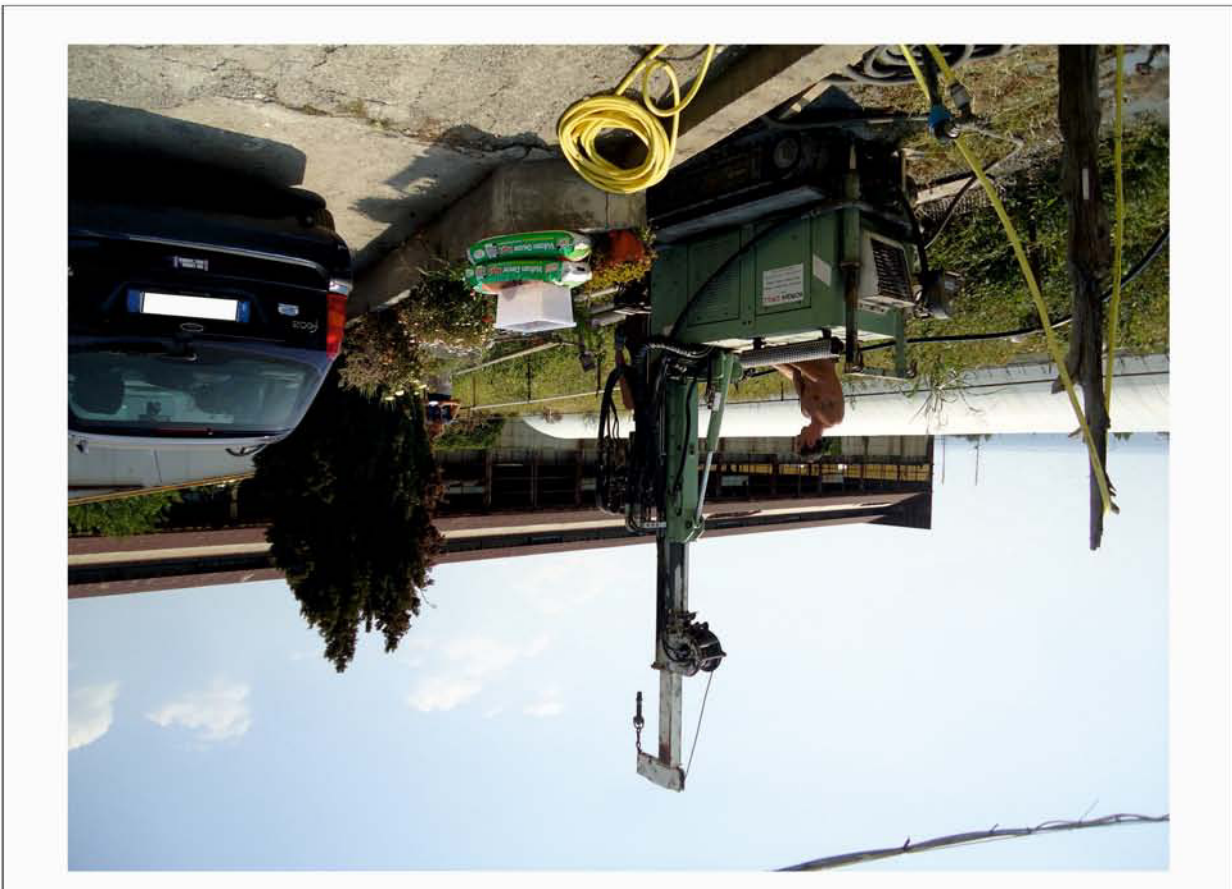
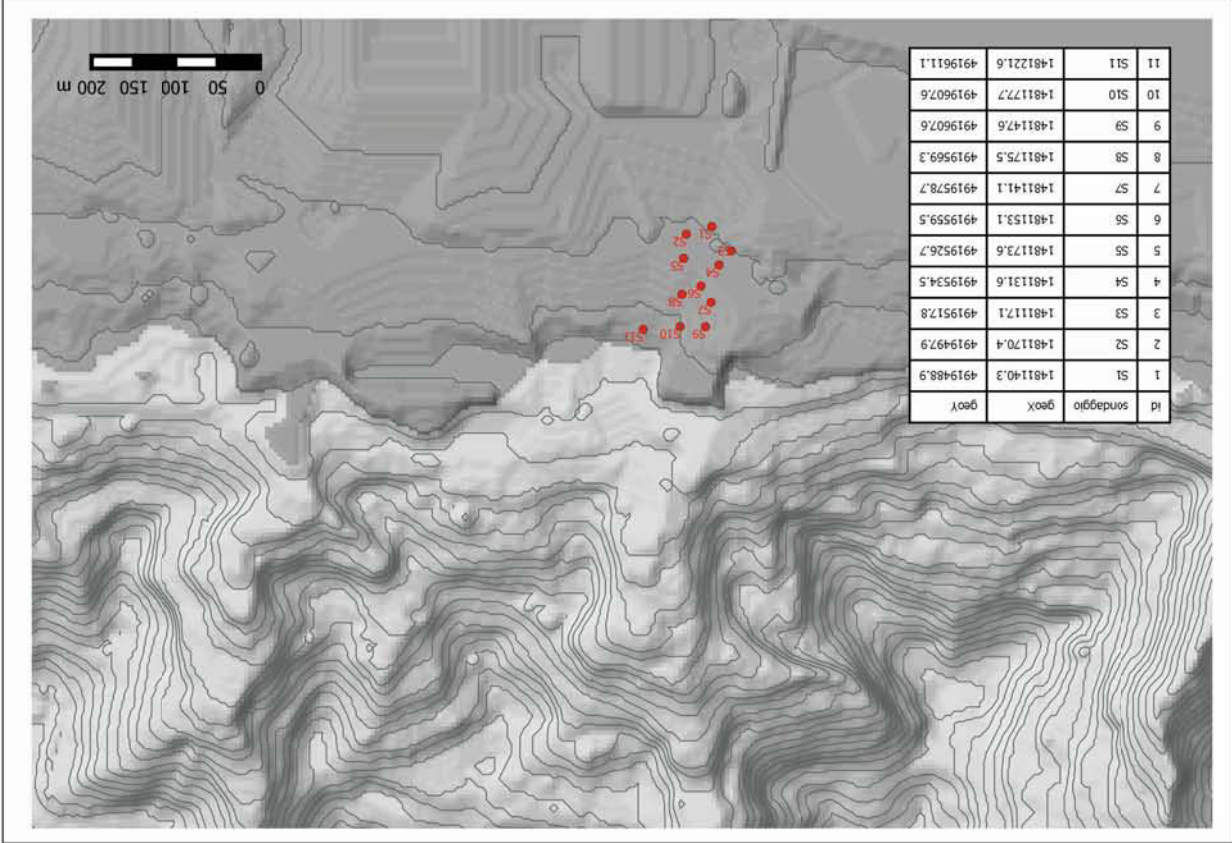
S10 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m



Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S10 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.00m





Cantere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
 Committente: Salati Armando S.p.a.

Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Committente: Salati Armando S.p.a.

S11 - Cassetta n° 1 da 0.00m a 5.00m



S11 - Cassetta n° 2 da 5.00m a 10.00m

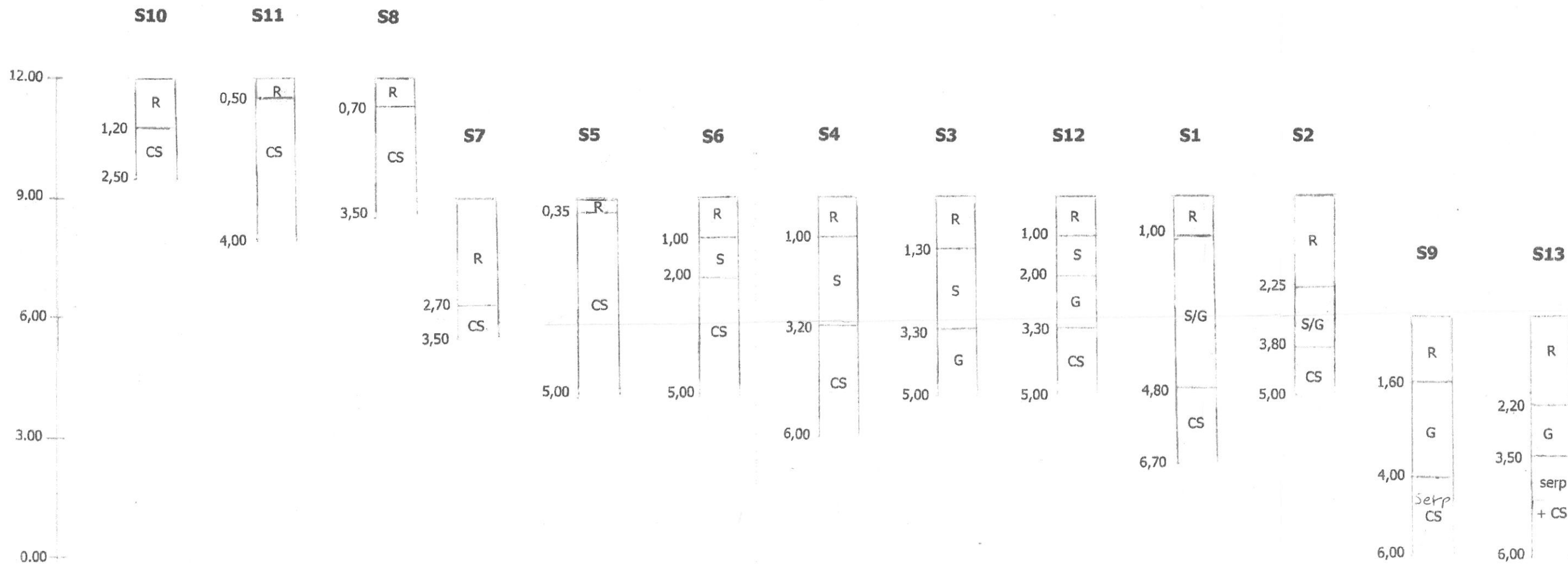


Cantiere: Area ex Verrina, Voltri (Genova)
Commitente: Salati Armando S.p.a.

S11 - Cassetta n° 3 da 10.00m a 12.00m



<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’</p> <p align="center">INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p>Stratigrafie schematiche dei sondaggi della campagna geognostica 2004.</p>	<p align="center">ALL. 6</p>	



- R = materiali di riporto
- S = sabbie
- G = ghiaie
- CS = calcemicascisti
- serp = serpentinoscisti

<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’ INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p>Prove di permeabilità in foro tipo Lefranc: grafici di interpretazione.</p>	<p align="center">ALL. 7</p>	

Prova di permeabilità' Lefranc a carico variabile - Ex Area Verrina - Genova Prà
 SONDAGGIO S1
 data 06/08/15

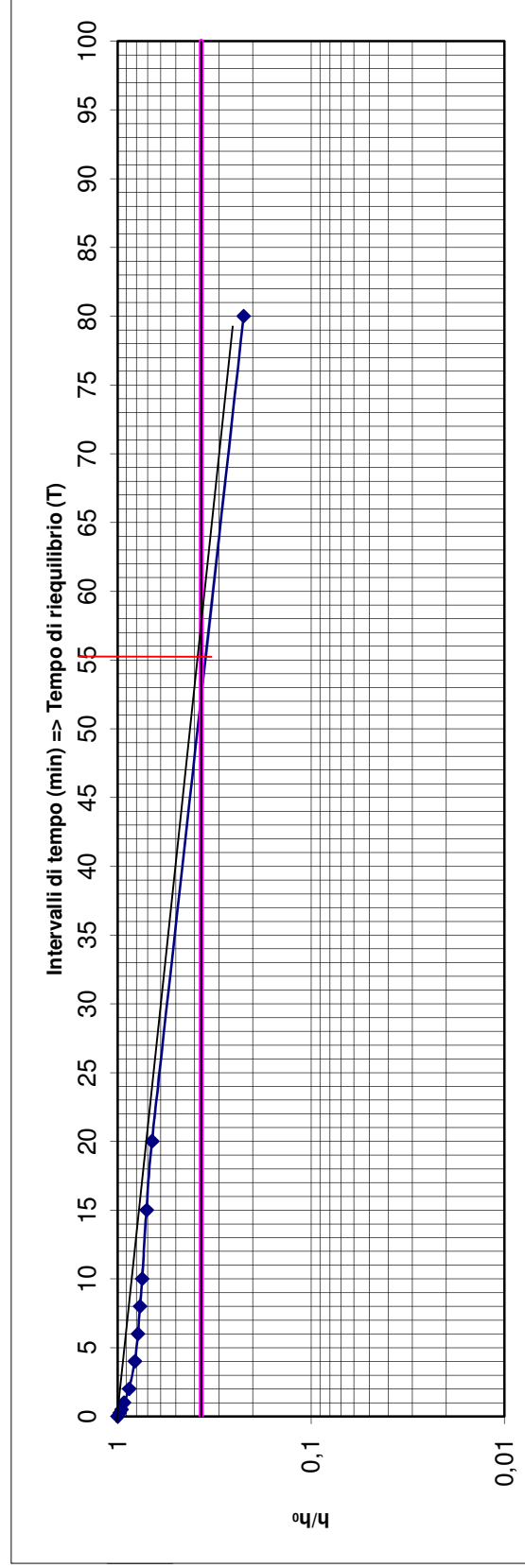
Profondità 2,50 m

t (min)	h(m)	h/ho	ho(m)		dh (m)
			1	2,06	
0,25	2,015	0,978155	2,06	2,06	0,045
0,5	1,97	0,956311	2,06	2,06	0,09
1	1,91	0,927184	2,06	2,06	0,15
2	1,8	0,873786	2,06	2,06	0,26
4	1,68	0,815534	2,06	2,06	0,38
6	1,62	0,786408	2,06	2,06	0,44
8	1,58	0,766699	2,06	2,06	0,48
10	1,54	0,747573	2,06	2,06	0,52
15	1,46	0,708738	2,06	2,06	0,60
20	1,37	0,665049	2,06	2,06	0,69
80	0,46	0,223301	2,06	2,06	1,60

$$K = A/FT \text{ (m/sec)}$$

L (tratto in prova in m): 0,5	Diametro rivestimento in m: 0,116
	Area sez. in prova (calc) 0,010563

F (fattore di forma calc.) 1,836	T (in secondi) dal grafico: 3360
K permeabilità (m/s) calc: 1,71228E-06	



Prova di permeabilità' Lefranc a carico variabile - Ex Area Verrina - Genova Prà
 SONDAGGIO S3
 data 30/07/15

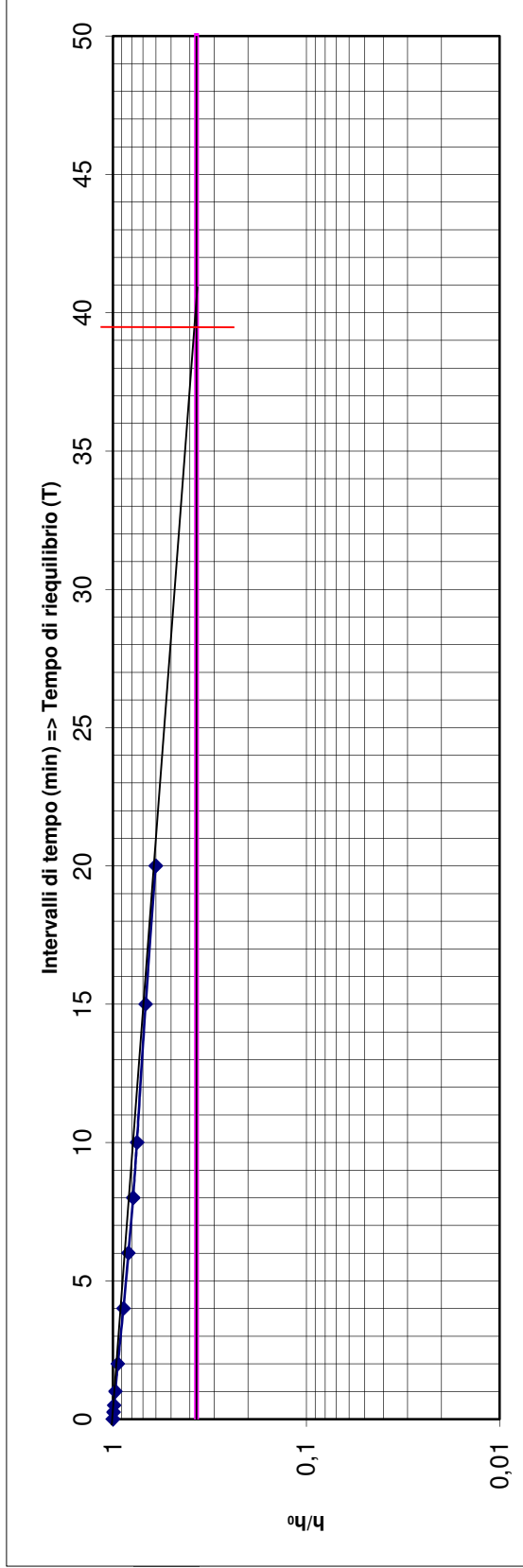
Profondità 2,80 - 3,30 m

t (min)	h(m)	h/ho	ho(m)		dh (m)
			1	2,86	
0,25	2,848	0,995804	2,86	2,86	0,012
0,5	2,822	0,986713	2,86	2,86	0,038
1	2,78	0,972028	2,86	2,86	0,08
2	2,7	0,944056	2,86	2,86	0,16
4	2,524	0,882517	2,86	2,86	0,336
6	2,38	0,832168	2,86	2,86	0,48
8	2,25	0,786713	2,86	2,86	0,61
10	2,15	0,751748	2,86	2,86	0,71
15	1,94	0,678322	2,86	2,86	0,92
20	1,72	0,601399	2,86	2,86	1,14

$$K = A/FT \text{ (m/sec)}$$

L (tratto in prova in m): 0,5	Diametro rivestimento in m: 0,116
	Area sez. in prova (calc) 0,010563

F (fattore di forma calc.) 1,836	T (in secondi) dal grafico: 2370
K permeabilità (m/s) calc: 2,42753E-06	



Prova di permeabilità' Lefranc a carico variabile - Ex Area Verrina - Genova Prà
 SONDAGGIO S5
 data 31/07/15

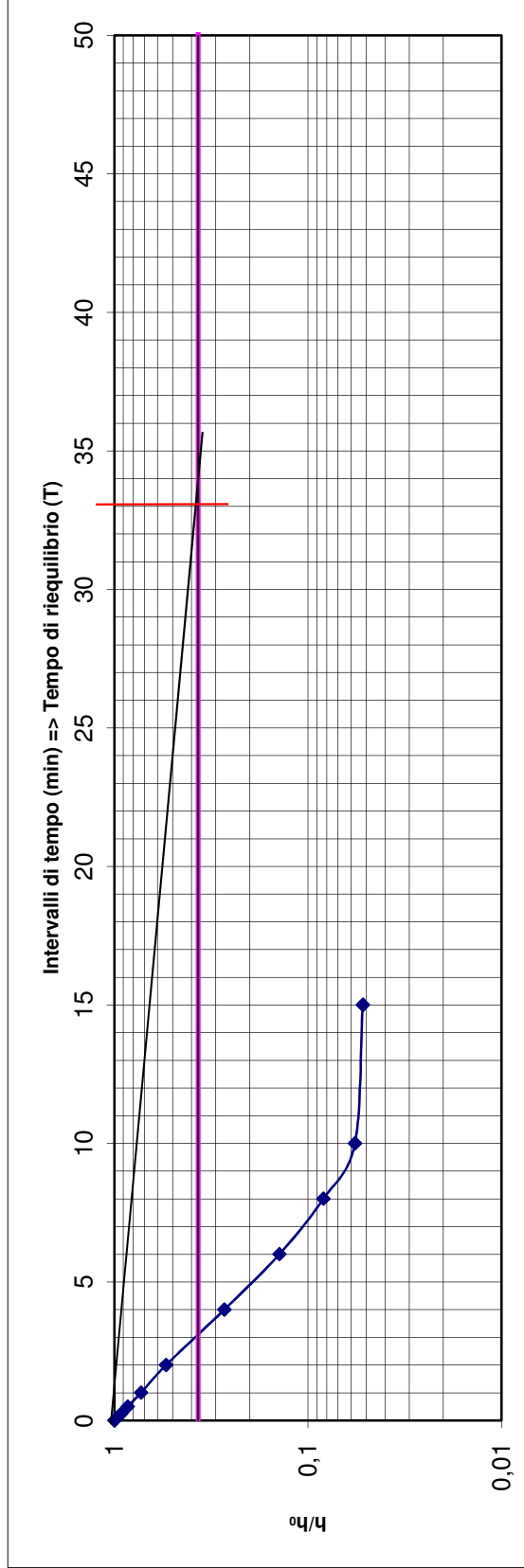
Profondità 2.50 -3.00 m

t (min)	h(m)	h/ho		dh (m)
		h/ho	ho(m)	
0	1,92	1	1,92	
0,25	1,77	0,921875	1,92	0,15
0,5	1,64	0,854167	1,92	0,28
1	1,4	0,729167	1,92	0,52
2	1,04	0,541667	1,92	0,88
4	0,52	0,270833	1,92	1,4
6	0,27	0,140625	1,92	1,65
8	0,16	0,083333	1,92	1,76
10	0,11	0,057292	1,92	1,81
15	0,1	0,052083	1,92	1,82

$$K = A/FT \text{ (m/sec)}$$

L (tratto in prova in m): 0,5	Diametro rivestimento in m: 0,116
	Area sez. in prova (calc) 0,010563

F (fattore di forma calc.) 1,836	T (in secondi) dal grafico: 1980
K permeabilità (m/s) calc: 2,90568E-06	



<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’</p> <p align="center">INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p>Rilievi geofisici - Stendimenti sismici tomografici in onde P e in onde S: relazione di commento alle indagini del Dott. Giorgio Lombardi - 13.08.2015.</p>	<p align="center">ALL. 8</p>	

COMUNE DI GENOVA

Committente: Borghidrill srl, Leivi (GE)

**Stendimenti sismici tomografici presso sito industriale
dismesso "Verrina" in Voltri**



RELAZIONE DI COMMENTO ALLE INDAGINI

Geologo dott. Giorgio Lombardi
Indagini geofisiche - Consulenze geologiche
Via Mongrifone 4/3B – 17100 SAVONA
tel: 338 5086317 e-mail: giorgiolombardi@ymail.com
PEC: giorgiolombardi@pec.it
[partita IVA: 01584990095](http://partitaIVA:01584990095)

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. PROSPEZIONI SISMICHE MEDIANTE STENDIMENTI TOMOGRAFICI: CENNI TEORICI.....	3
2.1. METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA DA SUPERFICIE.....	3
2.2. CENNI SULLA TECNICA DI MODELLIZZAZIONE TOMOGRAFICA DEI DATI SISMICI.....	4
2.3. MODALITÀ OPERATIVE PER LA REGISTRAZIONE DEGLI STENDIMENTI SISMICI.....	5
2.4. RISULTATI OTTENUTI.....	10

ALLEGATI AL TESTO

- TAV. 1:** Planimetria con ubicazione stendimenti sismici tomografici, scala 1:250
- TAV. 2:** Stendimento sismico SS1 onde "p": dromocrone e ray coverage, scala 1:200
- TAV. 3:** Stendimento sismico SS1 onde "p": elaborazione tomografica, scala 1:200
- TAV. 4:** Stendimento sismico SS1 onde "s": dromocrone e ray coverage, scala 1:200
- TAV. 5:** Stendimento sismico SS1 onde "s": elaborazione tomografica, scala 1:200
- TAV. 6:** Stendimento sismico SS2 onde "p": dromocrone e ray coverage, scala 1:200
- TAV. 7:** Stendimento sismico SS2 onde "p": elaborazione tomografica, scala 1:200

1. PREMESSA

Borghidrill s.r.l. ha richiesto allo scrivente l'esecuzione di n° 3 stendimenti sismici tomografici nell'ex stabilimento industriale "Verrina" in Genova Voltri, nel rispetto delle specifiche redatte dallo Studio Bellini in Genova.

Le prospezioni sono state eseguite in data 30.07.2015.

Nel seguito una rapida descrizione delle metodologie di indagine utilizzate e dei risultati ottenuti.

2. PROSPEZIONI SISMICHE MEDIANTE STENDIMENTI TOMOGRAFICI: CENNI TEORICI

2.1. METODOLOGIA D'INDAGINE SISMICA DA SUPERFICIE

Nel metodo in questione viene considerata la rifrazione, in corrispondenza di interfacce sepolte che separano mezzi in differenti condizioni di densità, di onde elastiche generate artificialmente in superficie.

Sempre presso la superficie vengono disposti - a distanza reciproca nota e normalmente costante - particolari sensori (geofoni) in grado di avvertire la perturbazione propagatasi nel volume solido sottostante a seguito della generazione di un'onda elastica ad un istante noto; i geofoni traducono la sollecitazione in un segnale elettrico ed attraverso un cavo multipolare trasferiscono quest'ultimo ad uno strumento di registrazione (sismografo multicanale). Il sismografo digitalizza i segnali ricevuti dai geofoni e registra i "sismogrammi" sotto forma di files.

I sismogrammi sono visualizzabili in un grafico binario nel quale vengono rappresentati per ogni canale (ognuno corrispondente ad un geofono) il dominio dei tempi sull'asse orizzontale (nell'ambito della "finestra di campionamento" scelta) e l'ampiezza del segnale elettrico (\pm mV) sull'asse verticale.

La prima perturbazione elastica ricevuta da ogni geofono a seguito della generazione dell'impulso può avere seguito un percorso "diretto" (ossia il tragitto più breve tra sorgente e ricevitore) oppure avere subito una o più "total-rifrazioni" presso superfici di discontinuità tra materiali caratterizzati da differenti stati di addensamento (nel presente metodo le riflessioni, sebbene spesso ben riconoscibili, non vengono considerate).

Oltre una certa distanza definita "critica" i raggi rifratti raggiungeranno i geofoni in superficie prima dei raggi diretti, nonostante il tragitto percorso sia più lungo, in virtù del tratto percorso a velocità più elevata presso l'interfaccia.

La trattazione teorica che sta alla base del metodo si basa sui principi e sulle leggi dell'ottica.

La configurazione ottimale dei parametri di acquisizione (distanza intergeofonica, numero di energizzazioni, geometria dello stendimento, lunghezza temporale della registrazione, ecc.) è necessariamente definita in sito in funzione delle condizioni logistiche, della presenza o meno di fonti di disturbo nei pressi e delle finalità dell'indagine.

Le velocità sismiche sono proporzionali al grado di addensamento dei materiali entro i quali la perturbazione elastica si propaga e, nel caso di ammassi rocciosi, possono essere indicative delle condizioni geomeccaniche degli stessi.

2.2. CENNI SULLA TECNICA DI MODELLIZZAZIONE TOMOGRAFICA DEI DATI SISMICI

Il metodo sismico tomografico costituisce una tecnica geofisica particolarmente utile per la ricostruzione della distribuzione dei valori di velocità di propagazione delle onde elastiche nei terreni e negli ammassi rocciosi. L'elevato potere risolutivo del metodo ne consente l'applicazione in svariati campi, quali:

- ricostruzione di strutture geologiche complesse in cui sia necessario individuare geometrie ed assetti con elevata precisione
- individuazione di anomalie di velocità (cavità, fratture, porzioni ammalorate all'interno di ammassi rocciosi)
- indagini archeologiche
- valutazione delle condizioni strutturali di manufatti

L'apporto significativo di informazioni ottenibili attraverso la metodologia di prospezione sismica tomografica non trova riscontro nelle tecniche di elaborazione tradizionali dell'indagine sismica, il cui utilizzo resta comunque di importanza cruciale per una corretta definizione dei parametri di input, e costituisce un elemento integrativo di grande importanza per la ricostruzione di dettaglio di strutture complesse.

Il metodo consiste in una particolare e complessa modalità di acquisizione, trattamento e rappresentazione grafica di dati di carattere sismico, il cui risultato finale fornisce una mappatura dettagliata della variazione dei valori di velocità sismica in una sezione piana contenente sia le sorgenti energizzanti che i sensori (geofoni).

Poiché le caratteristiche meccaniche di un materiale influenzano in modo determinante la velocità con cui un'onda elastica si propaga al suo interno, ne consegue che tanto più è dettagliata e precisa la conoscenza della distribuzione dei valori di velocità, tanto più definita è la caratterizzazione fisico-meccanica del materiale indagato.

Le velocità di propagazione delle onde elastiche vengono valutate attraverso la misura dei tempi di percorrenza necessari alle onde stesse per propagarsi dalle sorgenti (posizionate in superficie e/o in foro) ai sensori (geofoni da foro e/o da superficie).

Il piano verticale che interseca la superficie topografica lungo lo stendimento sismico viene suddiviso dal software di elaborazione, fino alla massima profondità di investigazione e limitatamente al campo coperto dai "ray – paths" (si rimanda, nello specifico, alle tavole allegate relative alla distribuzione di raggi sismici), in celle elementari le cui dimensioni sono condizionate dalla spaziatura tra i sensori e dalla quantità di sorgenti di energizzazione disponibili.

Il processo prevede normalmente l'assunzione di un "modello sintetico" di partenza (*pseudosezione*) che viene confrontato in termini di velocità delle singole celle con i dati acquisiti.

Rayfract, ovvero il software di tomografia sismica utilizzato nello specifico, impiega le soluzioni “Eikonali” per il calcolo dei tempi di percorso e per la modellazione della diffrazione, la rifrazione e la trasmissione delle onde sismiche.

Il modello sintetico iniziale o “modello di primo tentativo” (“*1D gradient initial model*”: gradiente monodimensionale di velocità) è generato su richiesta dal software partendo dalle dromocrone: queste, nota la geometria di acquisizione, vengono ricostruite punto per punto manualmente (evitando le funzioni di “*picking automatico*”) individuando il primo arrivo del fronte d’onda di pressione ad ogni geofono generato attraverso ogni energizzazione. Il modello di primo tentativo viene utilizzato come modello sintetico di partenza sul quale si procede con le inversioni tomografiche attraverso l’algoritmo di calcolo “*Wavepath Eikonal Traveltime tomography*”, (Schuster 1993; Watanabe 1999).

Le inversioni numeriche, attraverso vincoli impostati dall’utente, procedono fino a raggiungere la miglior convergenza possibile tra i primi arrivi di campagna e quelli sintetici.

Il grado di convergenza (sovrapponibilità tra il modello sintetico raffinato ed il dato misurato) è quantitativamente apprezzabile attraverso il valore “*RMS Error %*” associato ad ogni modello tomografico, consultabile negli allegati sotto forma di stringa di testo individuabile a fondo pagina insieme al numero di iterazioni di calcolo eseguite (“*# WET iterations*”) ed alla tipologia di modello di partenza utilizzato (“*1D-Gradient smooth initial model*”): sul piano teorico, minore è il valore “*RMS Error %*” maggiore è la “bontà” del modello finale fornito e di conseguenza il grado di affidabilità dello stesso. La tecnica tomografica “*Wavepath Eikonal Traveltime tomography*” modella i percorsi multipli della propagazione del segnale che contribuiscono ad un primo arrivo. Il procedimento “*Eikonal*”, utilizzato per il calcolo dei tempi di percorso, è in grado di modellare sia la diffrazione che la rifrazione e la trasmissione diretta delle onde sismiche. Di conseguenza la capacità di *Rayfract* di fornire l’immagine di un’anomalia di velocità è normalmente superiore rispetto a quella degli altri codici di calcolo tomografici presenti sul mercato, che trattano il percorso di un raggio sismico in modalità convenzionale.

2.3. MODALITÀ OPERATIVE PER LA REGISTRAZIONE DEGLI STENDIMENTI SISMICI

Gli stendimenti sismici SS1 a 24 geofoni, e SS2, a 12 geofoni, sono stati registrati nel dominio delle onde di pressione. Lo stendimento SS1 è stato inoltre replicato acquisendo nel dominio delle onde di taglio. Sono stati utilizzati geofoni verticali SunFul con frequenza centrale di 40 Hz e geofoni orizzontali SunFul con frequenza centrale di 14 Hz, questi ultimi disposti in concordanza di fase con asse ortogonale all’array sismico.



geofono verticale



geofono orizzontale

Lo sviluppo e l'ubicazione degli stendimenti sono riportati in allegato alla Tav. 1.

Per la generazione delle onde di pressione (onde "p") è stata utilizzata una massa battente (mazza con testa da 8.0 kg) accelerata a mano. Lo strumento di contrasto è costituito da una piastra circolare in ghisa poggiata al suolo. Il tempo zero è comunicato via cortocircuito tra testa della mazza e piastra al suolo.



Esempio di procedura di energizzazione per generazione onde "p"

Per generare le onde "s" è stato invece utilizzato un apposito strumento di contrasto orientato, in concordanza con i geofoni orizzontali, ortogonalmente all'asse dell'array sismico nei vari punti di shot. Presso ogni stazione di energizzazione di acquisizione sono state generate numerose (almeno 3 + 3) sollecitazioni di taglio polarizzate sullo stesso piano verticale ma caratterizzate da fasi opposte: ciò avviene energizzando un certo numero di volte con lo strumento di contrasto orientato secondo una direzione ortogonale all'array sismico e ripetendo successivamente le operazioni ruotando lo strumento di contrasto stesso di 180°.

Nelle foto di esempio seguenti si illustra un esempio relativo alle procedure di energizzazione per ottenere onde di taglio polarizzate sul medesimo piano verticale e caratterizzate da fasi contrapposte.



primo verso di energizzazione



secondo verso di energizzazione

Il "tempo zero" di generazione dell'impulso sismico viene sempre comunicato al sismografo attraverso il cortocircuito che avviene nell'istante in cui la testa di percussione urta la putrella di contrasto e nel quale, contestualmente, viene generata la sollecitazione di taglio che si trasmette al terreno per attrito radente attraverso la piastra di base dello strumento di contrasto.

Le registrazioni delle energizzazioni in fasi contrapposte sono state sottoposte, in fase di *post-processing*, ad analisi in raffronto reciproco per verificarne la coerenza, quindi sommate (operazione di *stacking*) previa inversione di fase via software di una delle due in maniera da ottenere una concordanza di fase "artificiale". La procedura è finalizzata ad enfatizzare il primo arrivo dell'onda di taglio attenuando al contempo la componente in onde "p" (non polarizzata, e che quindi virtualmente si

annulla sommando energizzazioni successive con fasi opposte) ed il *background noise* (componenti *random*, che statisticamente tendono ad essere annullate dai processi di sommatoria incrementale).

Presso ogni stazione di energizzazione sono state effettuate operazioni di *stacking* (sommatoria incrementale del segnale proveniente da più energizzazioni) al fine di ottimizzare il rapporto tra il segnale utile ed il disturbo .

Le caratteristiche specifiche degli stendimenti sono riportate nella tabella seguente.

Stendimento sismico	Copertura geofoni (m)	Offset (m)	Lunghezza totale (m)	n° shot points	g spacing (m)	n° geofoni
SS1 "p"	69.0	18.0 - 3.0	105.0	11		
SS1 "s"	69.0	18.0 - 3.0	105.0	9	2.0	24
SS2 "p"	33.0	15.0 - 3.0	63.0	9		

La registrazione dei dati è stata effettuata mediante un'unità Seismic Source "DaqLink III" di ultima generazione, dotata di convertitore A/D a 24 bit e corredata di pc portatile, cavo multipolare a 24 take-out e geofoni verticali SunFul 40 Hz.



Sistema di acquisizione Seismic Source Daq Link III

La copertura dei semipiani investigati attraverso la propagazione dei raggi sismici presso gli stendimenti tomografici sono visibili in allegato ("*Ray coverage*", Tavv. 2, 4, 6). Negli stessi allegati sono stati riportati i diagrammi dromocronici.

Il rapporto segnale - disturbo ambientale è risultato soddisfacente.

I valori "RMS ERROR", pari rispettivamente a 1,1 % (SS1 "p"), 1.4% (SS1 s) e 1.3% (SS2 "p") indicano una ottima convergenza tra i modelli sintetici ideali ed i dati reali acquisiti in loco, considerando anche il rapporto segnale - disturbo. I modelli tomografici finali, pertanto, sono caratterizzati da un grado di affidabilità potenziale elevato quanto meno dal punto di vista numerico.

2.4. RISULTATI OTTENUTI



Stendimento sismico tomografico SS1 "p", estremo iniziale (G1)



Stendimento sismico tomografico SS1 "s", estremo iniziale (G1)



Stendimento sismico tomografico SS1 "p", estremo finale (G24)



Stendimento sismico tomografico SS1 "s", estremo finale (G24)



Stendimento sismico tomografico SS2 "p", estremo iniziale (G1)



Stendimento sismico tomografico SS2 "p", estremo finale (G24)

I risultati delle elaborazioni tomografiche sono visibili nel dettaglio nelle sezioni allegare in Tavola 3, 5, 7, alle quali si rimanda per una disanima dettagliata.

L'elaborazione tomografica ha restituito i risultati evidenziando volutamente solo alcune isolinee di velocità sismica delle onde di pressione e di taglio ritenute significative: si demanda alla Committenza l'interpretazione finale.

Le sezioni tomografiche SS1 "p" ed "s" mostrano un'ottima coerenza reciproca, Idem dicasi per il punto di incrocio tra SS1 "p" e SS2 "p".

Relativamente alla definizione della categoria di sottosuolo risulta ridondante il calcolo del parametro "Vs30" poiché appare evidente dalla sezione presente in allegato alla Tav. 5 che ad una profondità media di circa 3.0 m dal piano campagna è presente l'isolinea di velocità $V_s = 800$ m/s. Ciò significa (considerando l'impossibilità da parte delle tecniche di prospezione sismica a rifrazione di apprezzare quantitativamente eventuali inversioni di velocità con la profondità) che a partire da tale profondità dal piano campagna la velocità di propagazione delle onde di taglio deve essere assunta con gradiente verticale positivo e maggiore o uguale a 800 m/s. Inevitabilmente, quindi, la media ponderata della velocità di propagazione delle onde di taglio nel sottosuolo per i primi 30 m di profondità (così come previsto dalla Normativa) è > 800 m/s.

Riportando la tabella ufficiale presente nella Normativa di riferimento:

Suolo	Descrizione geotecnica	Vs ₃₀ (m/s)
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs ₃₀ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	>800
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs ₃₀ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT ₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).	360÷800
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs ₃₀ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT ₃₀ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu ₃₀ < 250 kPa nei terreni a grana fina).	180÷360
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs ₃₀ inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT ₃₀ < 15 nei terreni a grana grossa e cu ₃₀ < 70 kPa nei terreni a grana fina).	<180
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).	-
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs ₃₀ inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu ₃₀ < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.	<100
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.	-

appare immediatamente evidente che la categoria di sottosuolo di riferimento, già a partire dal piano campagna, è la A.

Il dato viene a maggior ragione confermato per qualsiasi profondità di riferimento dal piano campagna (si rammenta come la Normativa richiede il calcolo del parametro V_{s30} e della conseguente categoria di sottosuolo con riferimento alla profondità di posa delle fondazioni dirette oppure alla profondità di immersione di fondazioni indirette

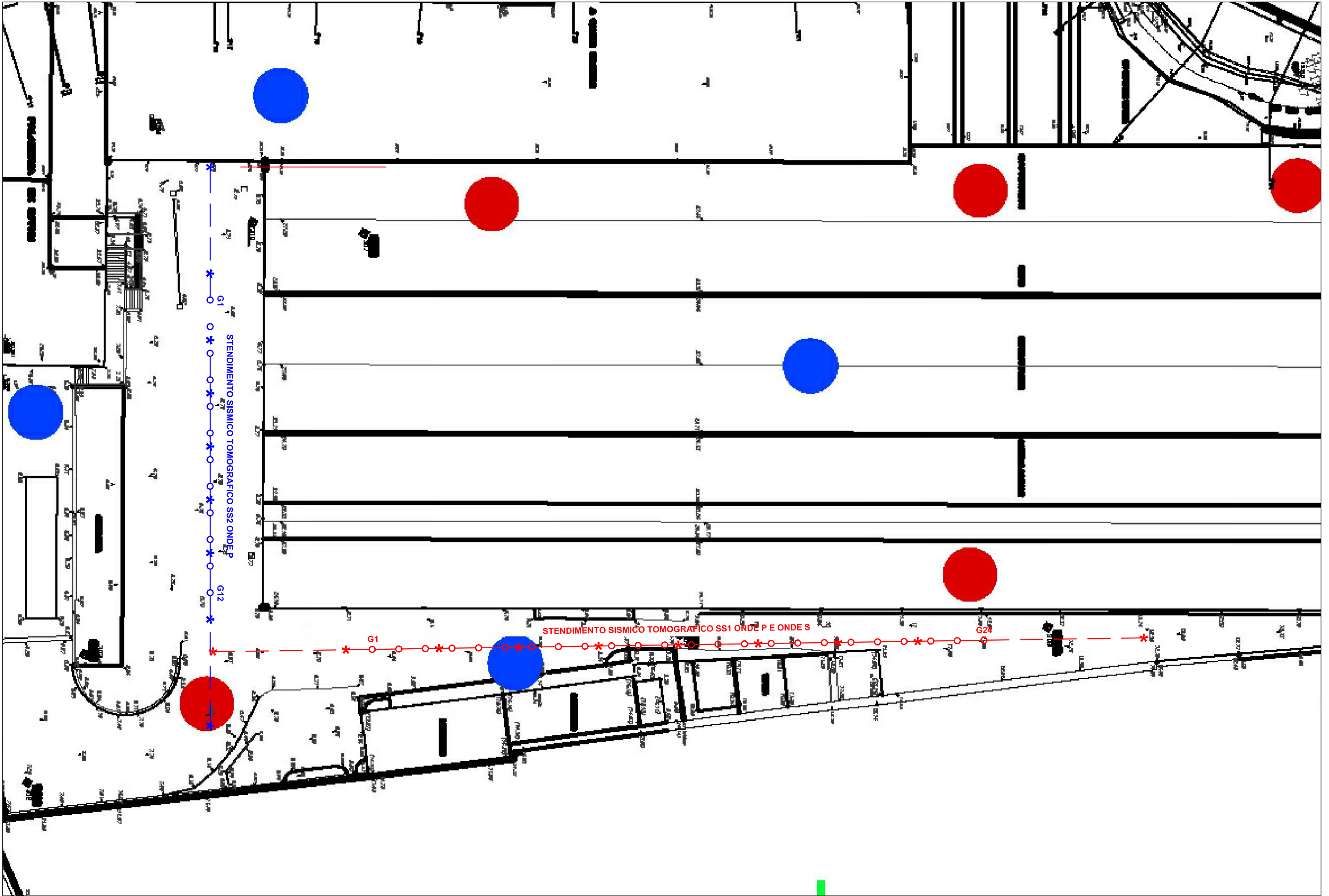
Savona, 13.08.2015

Geologo dott. Giorgio Lombardi

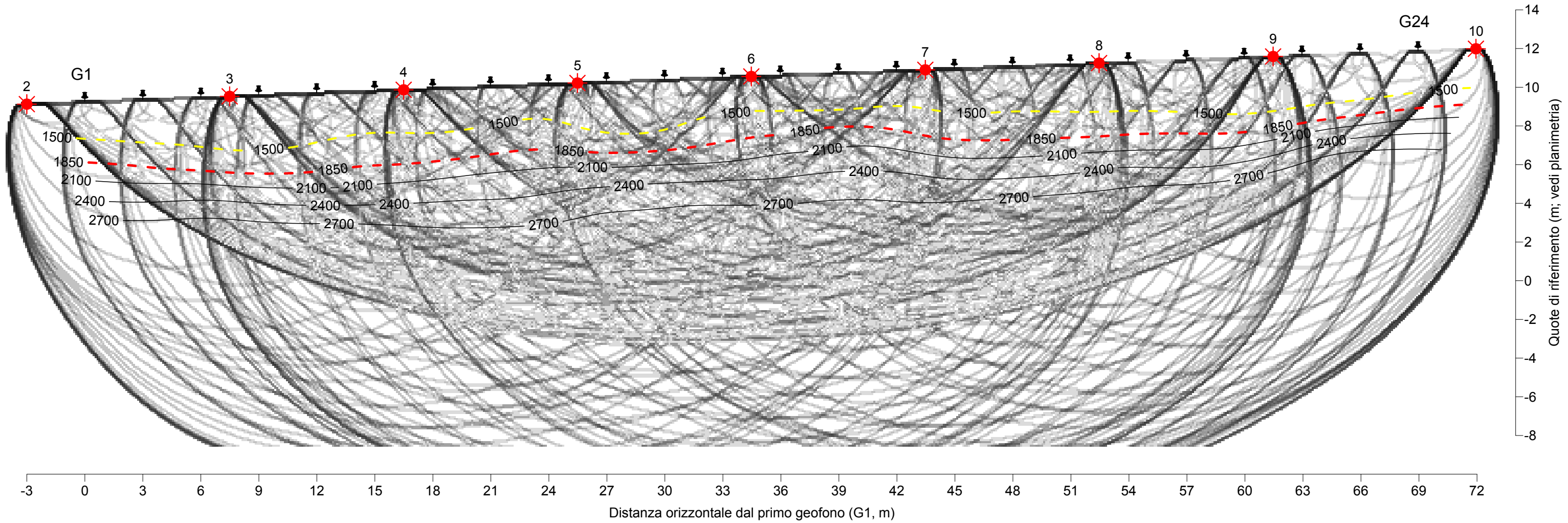
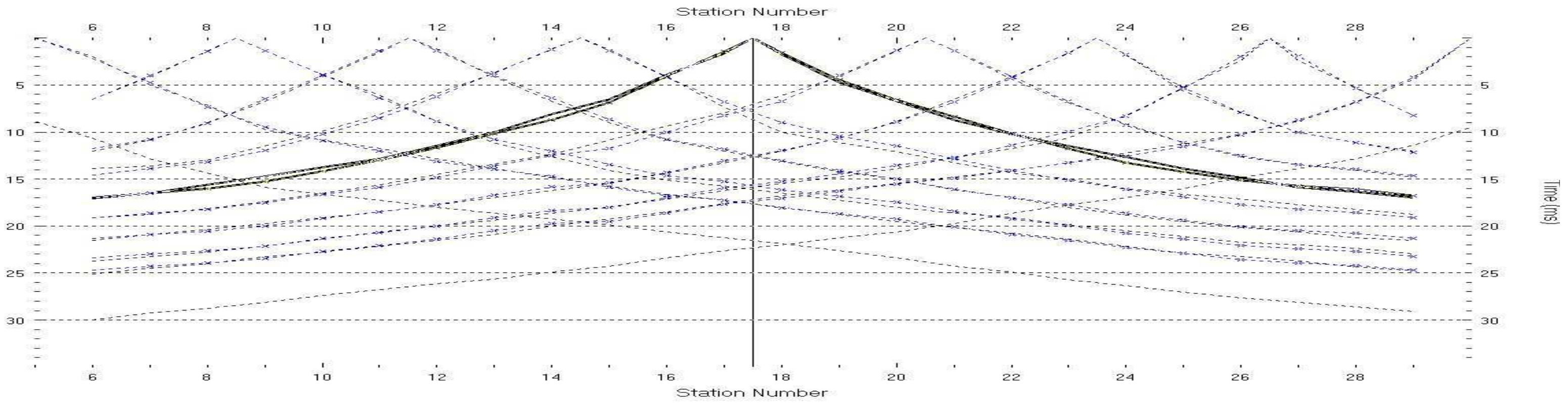


Giorgio Lombardi

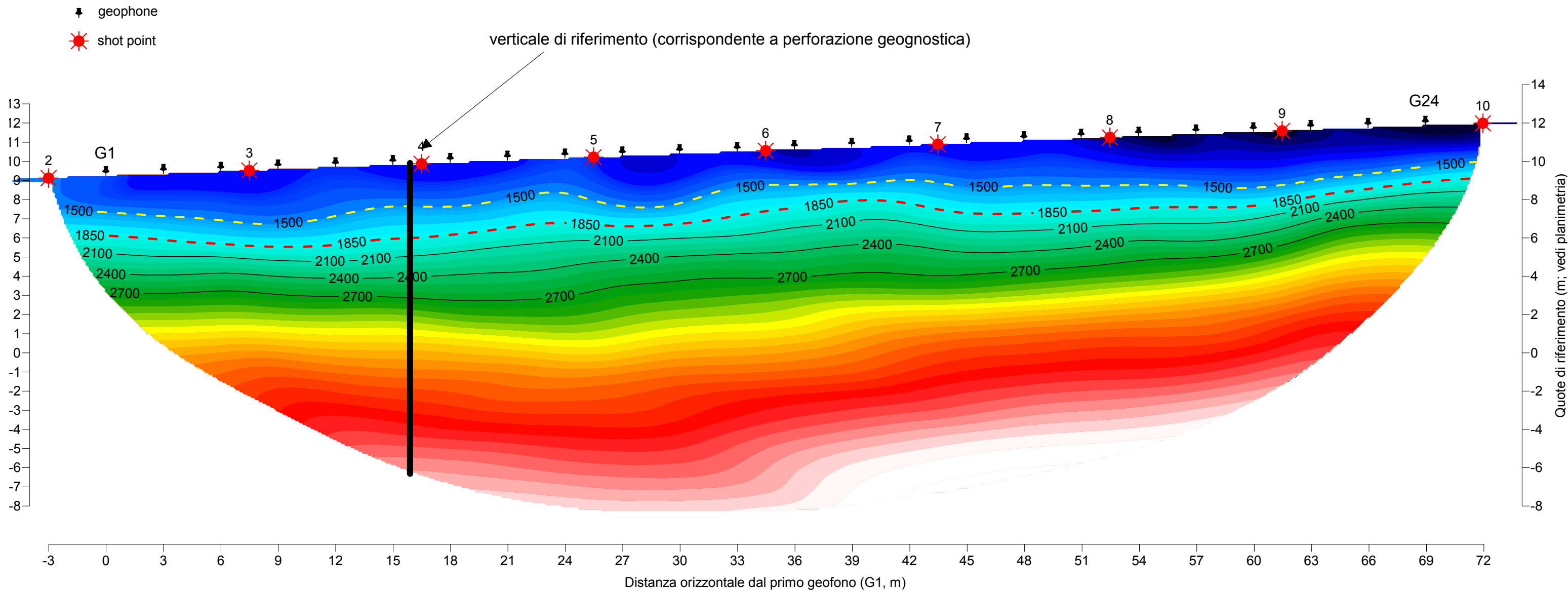
PLANIMETRIA CON UBICAZIONE STENDIMENTI SISMICI TOMOGRAFICI, SCALA 1:250



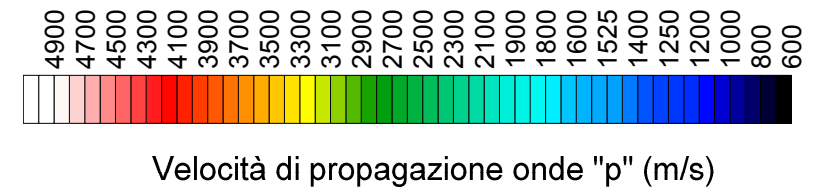
STENDIMENTO SISMICO SS1 "ONDE P": DROMOCRONE E RAY COVERAGE, SCALA 1:200



STENDIMENTO SISMICO SS1 "ONDE P": ELABORAZIONE TOMOGRAFICA, SCALA 1:200



SS1_P, 30 WET iterations, RMS error 1.1 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.20



IPOTESI INTERPRETATIVA

Vp = 700 - 1500 m/s: pavimentazione in cemento, riporti a densità da media ad elevata.

Vp = 1500 - 1850 m/s: depositi molto densi e/o umidi-saturi.

In corrispondenza dell'isolinea Vp = 1850 m/s si osserva un brusco incremento dei gradienti verticali di velocità, molto verosimilmente associabile all'interfaccia superiore del bedrock in condizioni geomeccaniche discrete-buone.

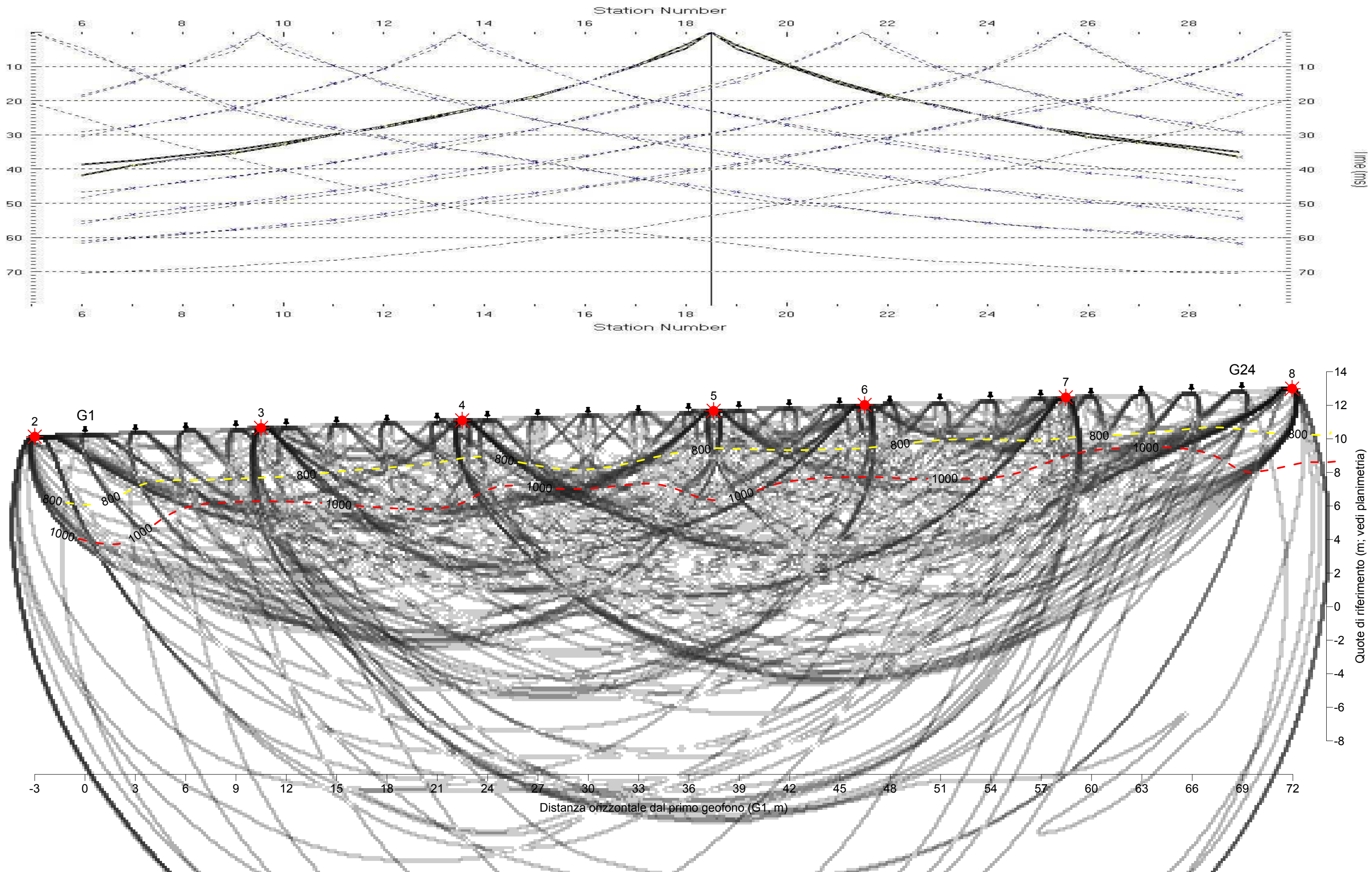
Vp = 1850 - 2100 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie discrete-buone (III-II classe Bieniawski)

Vp = 2100 - 2400 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie buone (II classe Bieniawski)

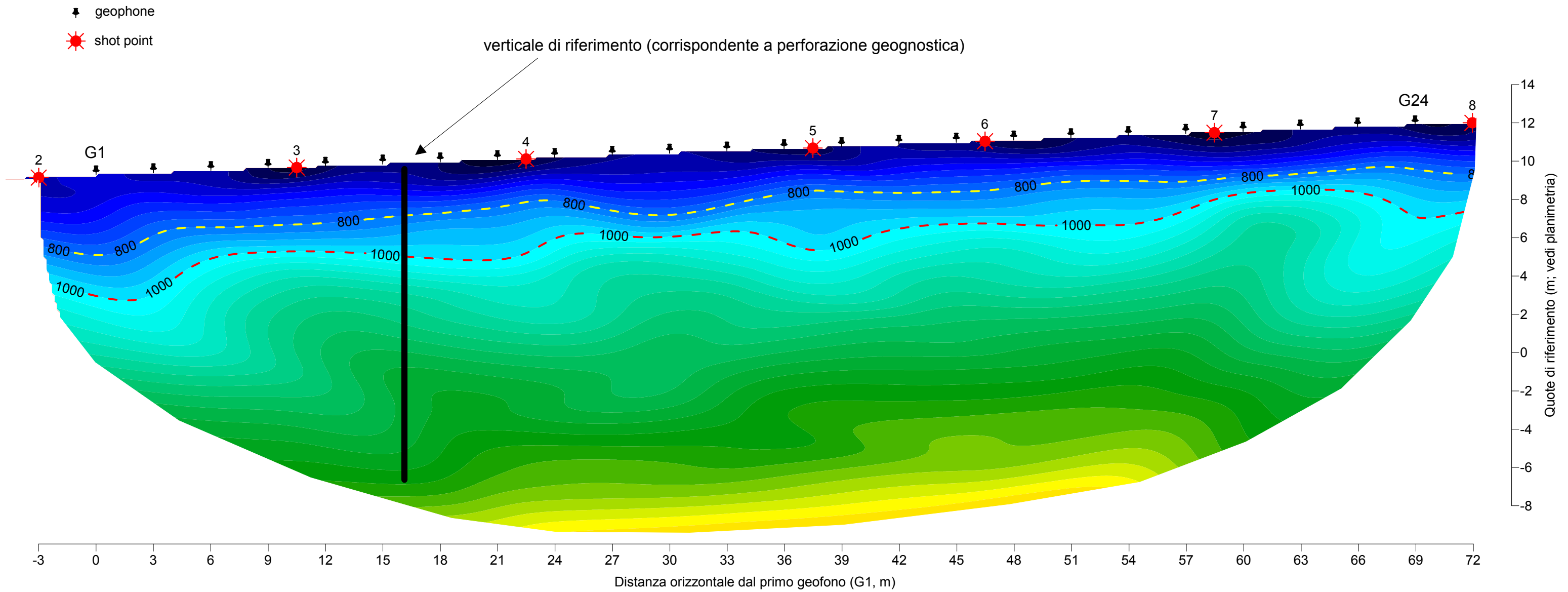
Vp = 2400 - 2700 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie buone-ottime (II-I classe Bieniawski)

Vp > 2700 m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie ottime (I classe Bieniawski)

STENDIMENTO SISMICO SS1 "ONDE S": DROMOCRONE E RAY COVERAGE, SCALA 1:200



STENDIMENTO SISMICO SS1 "ONDE S": ELABORAZIONE TOMOGRAFICA, SCALA 1:200



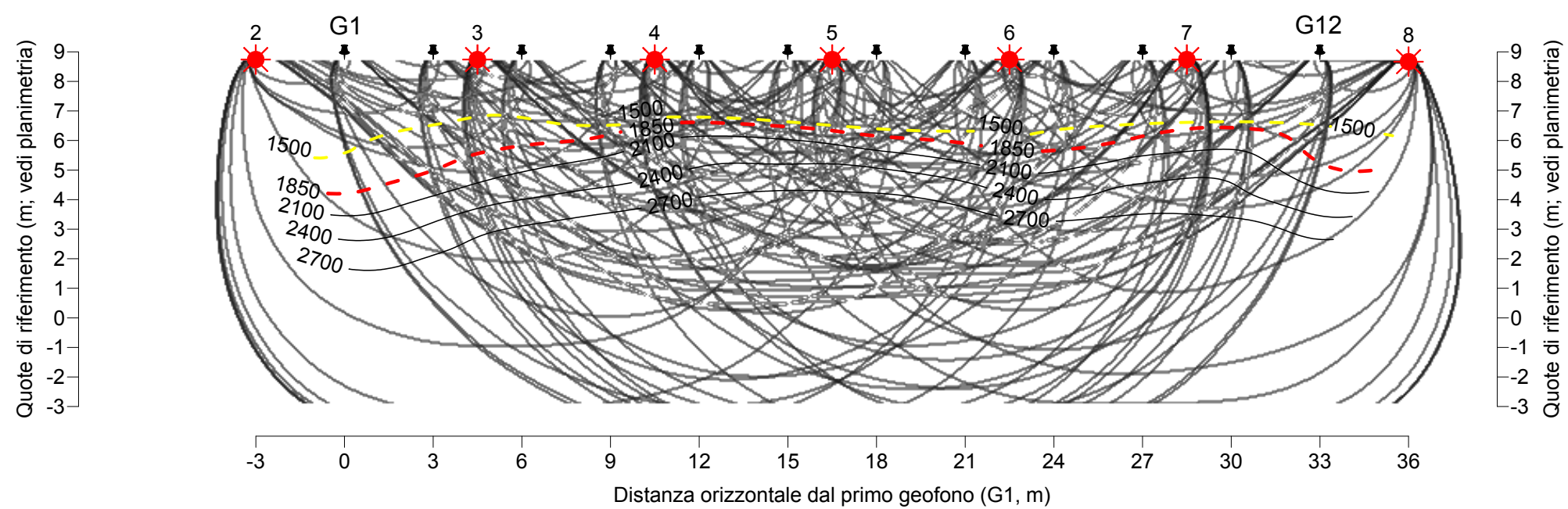
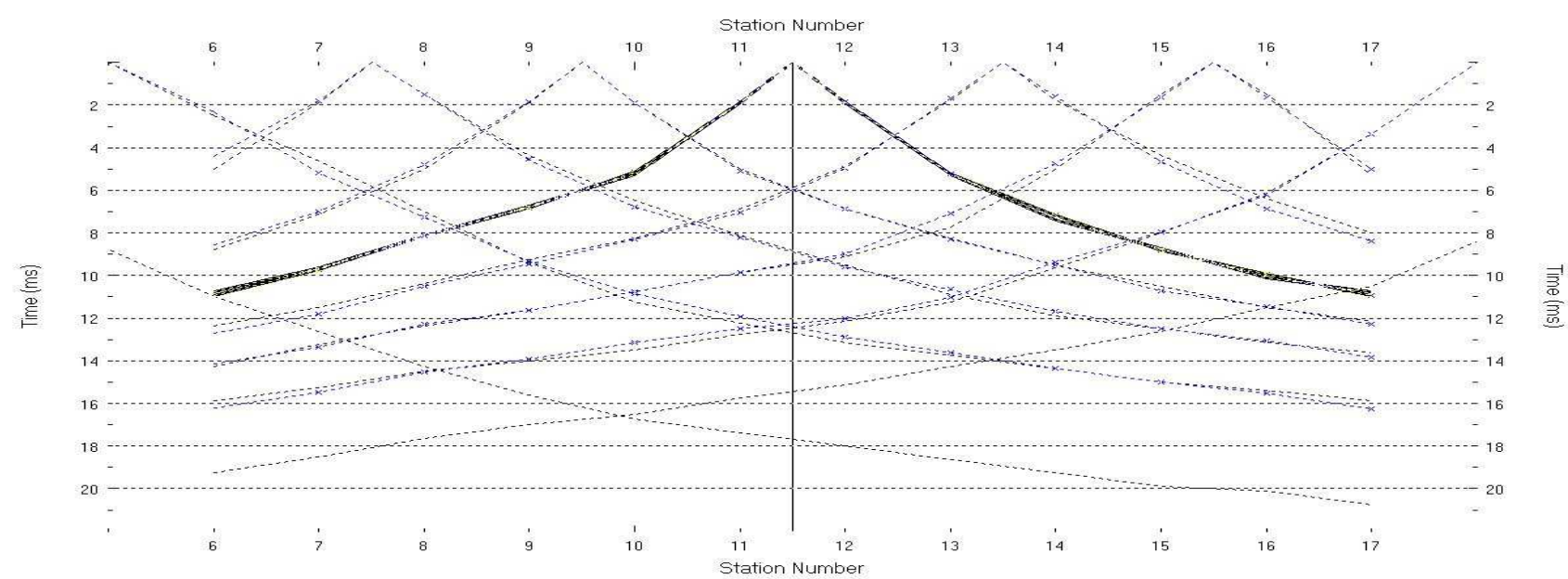
IPOTESI INTERPRETATIVA

$V_s < 800$ m/s: pavimentazione in cemento, riporti a densità da media ad elevata.



$V_s = 800 - 1000$ m/s: depositi grossolani molto densi.

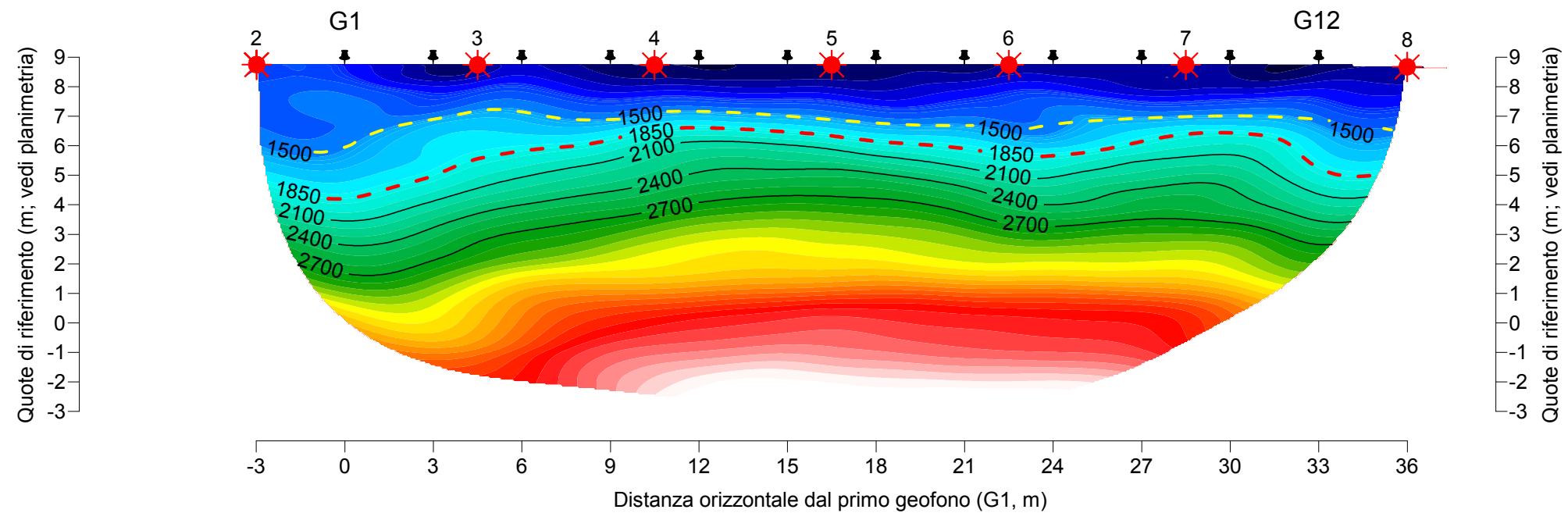
$V_s > 1000$ m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie da discrete ad ottime.

STENDIMENTO SISMICO SS2 "ONDE P": DROMOCRONE E RAY COVERAGE, SCALA 1:200

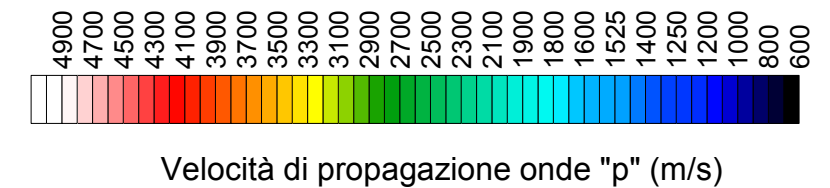


STENDIMENTO SISMICO SS2 "ONDE P": ELABORAZIONE TOMOGRAFICA, SCALA 1:200

 geophone
 shot point



SS2_p, 30 WET iterations, RMS error 1.3 %, 1D-Gradient smooth initial model, Version 3.20



IPOSTESI INTERPRETATIVA

$V_p = 700 - 1500$ m/s: pavimentazione in cemento, riporti a densità da media ad elevata.

$V_p = 1500 - 1850$ m/s: depositi molto densi e/o umidi-saturi.

In corrispondenza dell'isolinea $V_p = 1850$ m/s si osserva un brusco incremento dei gradienti verticali di velocità, molto verosimilmente associabile all'interfaccia superiore del bedrock in condizioni geomeccaniche discrete-buone.

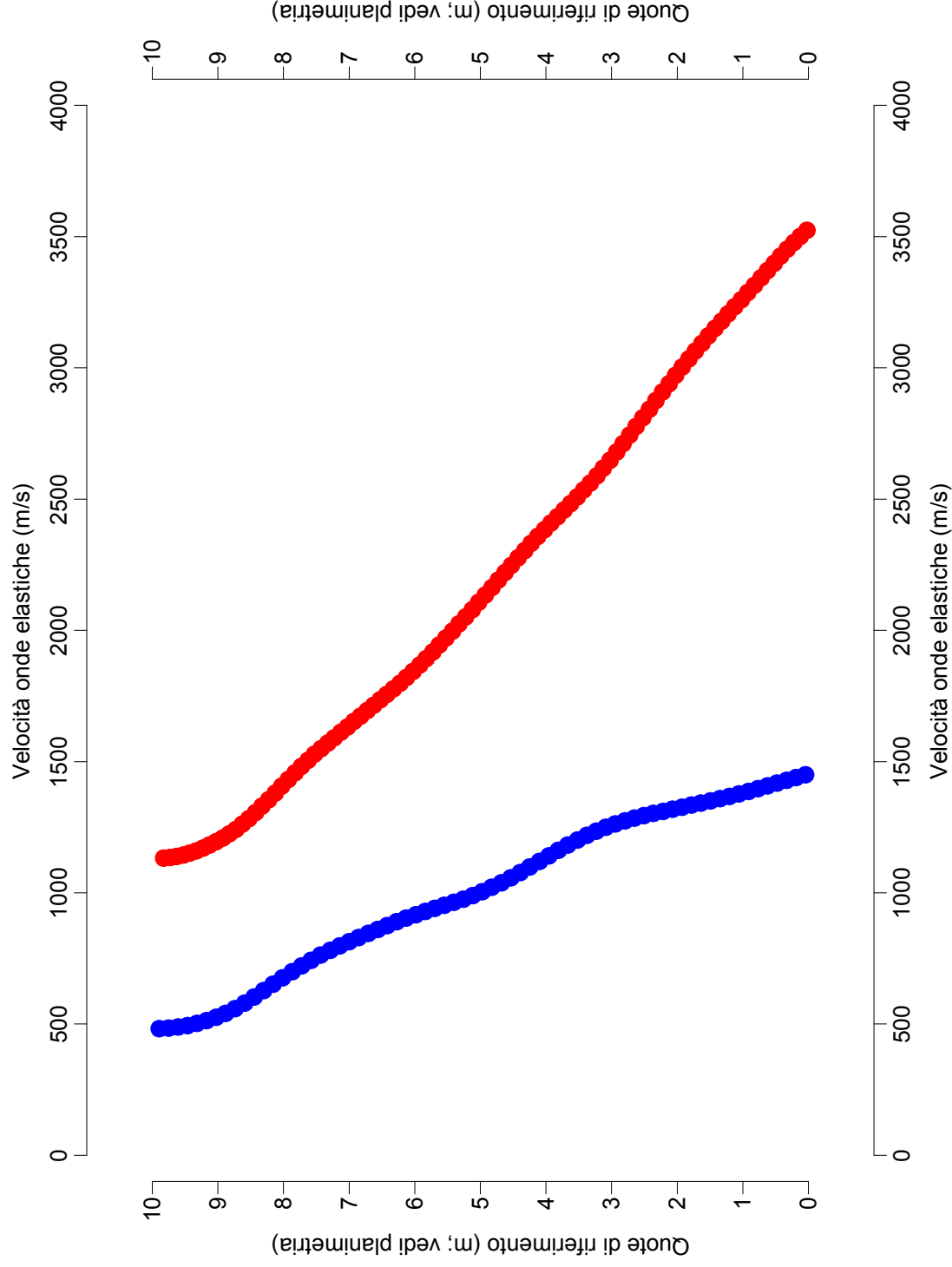
$V_p = 1850 - 2100$ m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie discrete-buone (III-II classe Bieniawski)

$V_p = 2100 - 2400$ m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie buone (II classe Bieniawski)

$V_p = 2400 - 2700$ m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie buone-ottime (II-I classe Bieniawski)

$V_p > 2700$ m/s: substrato roccioso in condizioni geomeccaniche medie ottime (I classe Bieniawski)

VARIAZIONE DELLA VELOCITA' DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE "P" (ROSSO) ED ONDE "S" (BLU) CON LA PROFONDITA'. TOMOGRAFIA SISMICA SS1, VERTICALE CORRISPONDENTE A PERFORAZIONE GEOGNOSTICA



N.B.: i dati sono stati limitati all'intervallo di profondità compreso tra il piano campagna e la quota 0.0 m onde evitare di incorrere in eventuali difetti di bordo all'approssimarsi della massima profondità investigata dagli stendimenti sismici.

TABELLA DEI VALORI NUMERICI LUNGO LA VERTICALE DI RIFERIMENTO

Depth	Layer	Vp	Vs	Density	Poisson	Shear	Young	Bulk
10	1	1100	482	1,80	0,38	418	1155	1620
9		1195	525	1,80	0,38	496	1370	1909
8		1406	676	1,80	0,35	823	2220	2462
7		1632	813	1,80	0,33	1190	3177	3208
6	2	1844	916	2,60	0,34	2182	5830	5932
5		2107	1004	2,60	0,35	2621	7093	8048
4		2384	1140	2,60	0,35	3379	9135	10272
3		2649	1262	2,60	0,35	4141	11207	12724
2		2972	1318	2,60	0,38	4517	12444	16943
1		3260	1385	2,60	0,39	4987	13864	20982
0		3524	1459	2,60	0,40	5535	15459	24909

LEGENDA

Depth: Quota di riferimento (m; vedi planimetria)

Layer: "strato"

Tp: tempo di primo arrivo dell'onda "p" (in ms)

Ts: tempo di primo arrivo dell'onda "s" (in ms)

Vp: velocità risultante dell'onda "p" (in m/s)

Vs: velocità risultante dell'onda "s" (in m/s)

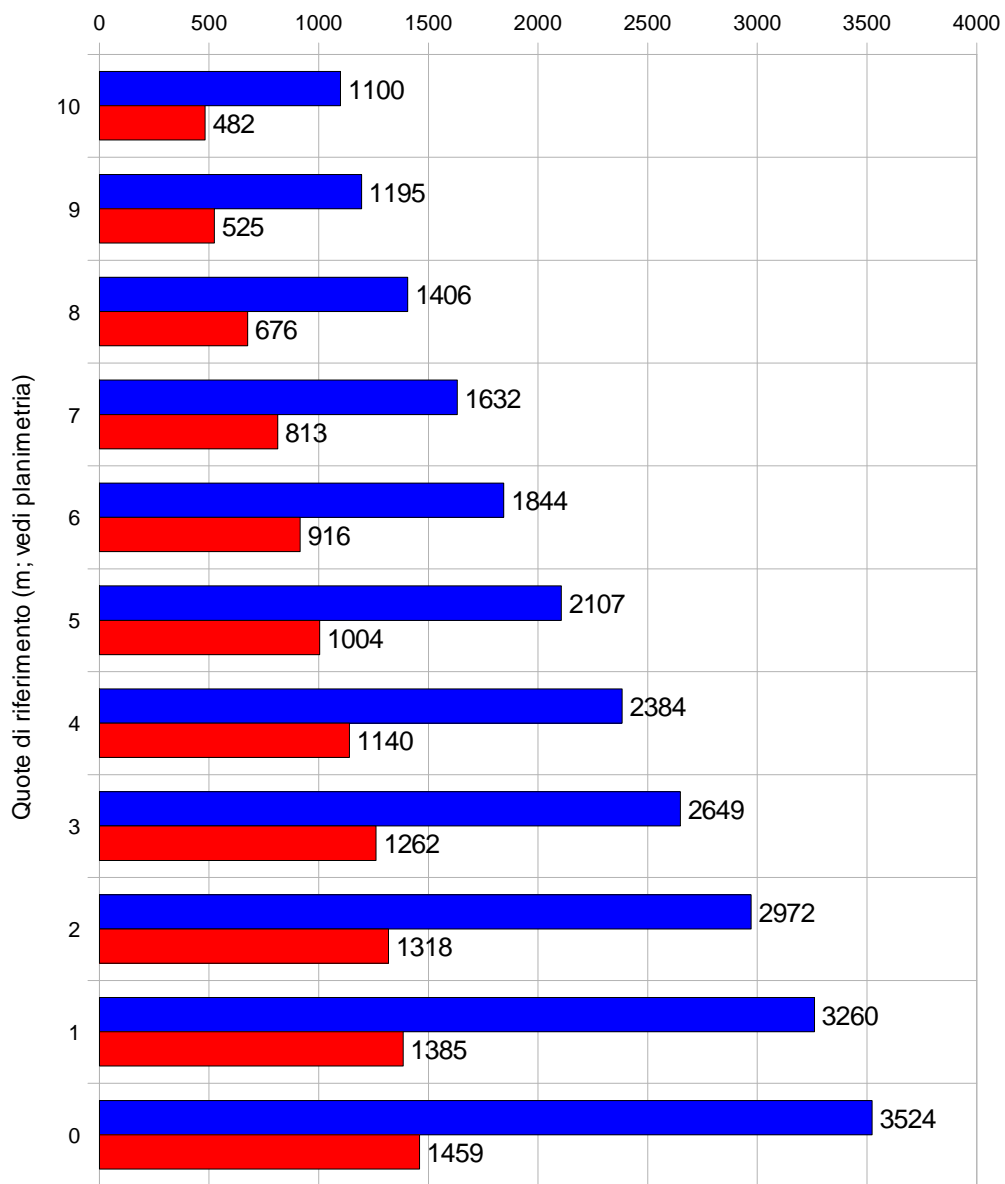
Density: densità (in t/mc; valore fornito dalla Committenza)

Poisson: coefficiente di Poisson (adimensionale)

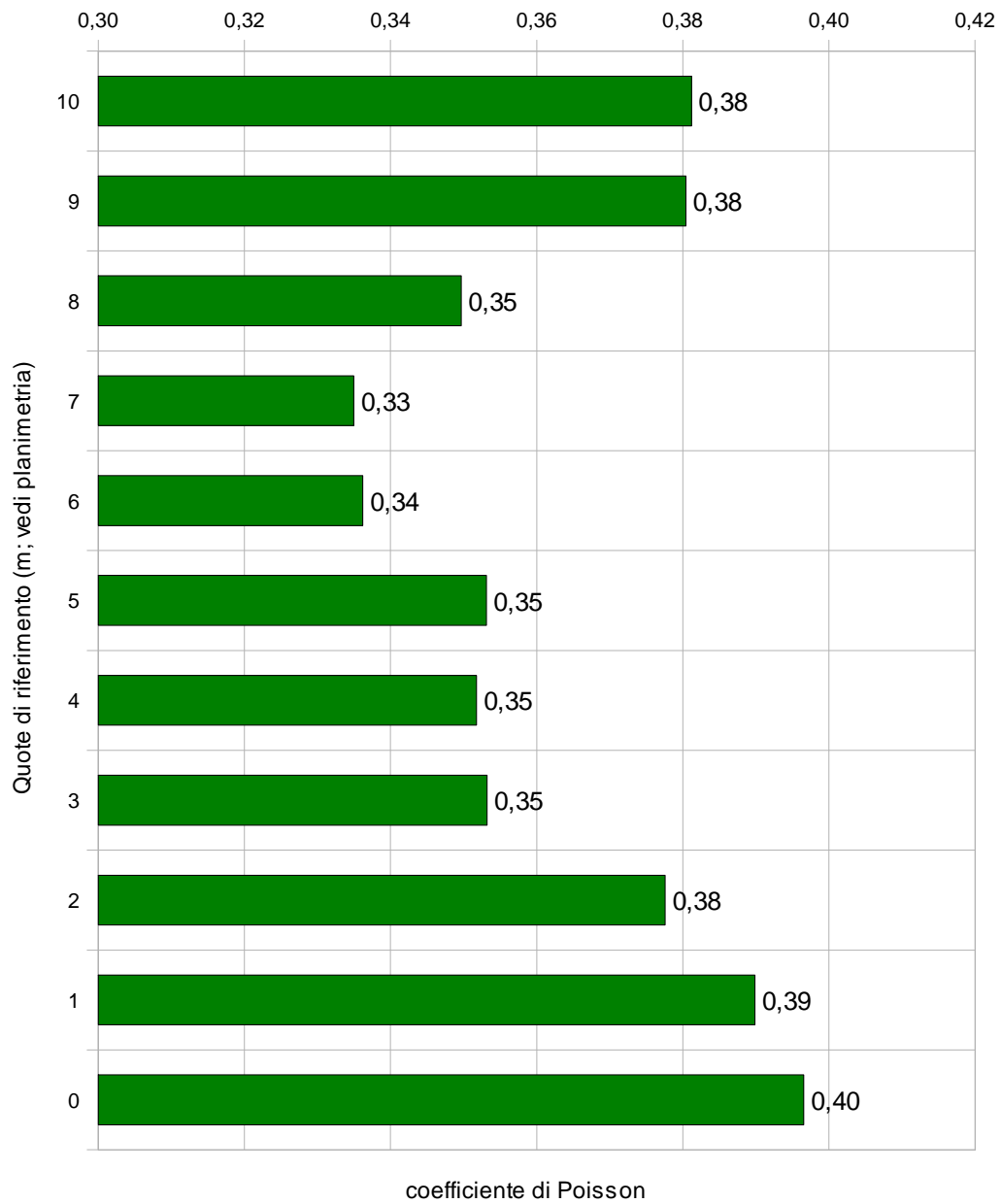
Shear: modulo di taglio o di rigidità (in Mpa)

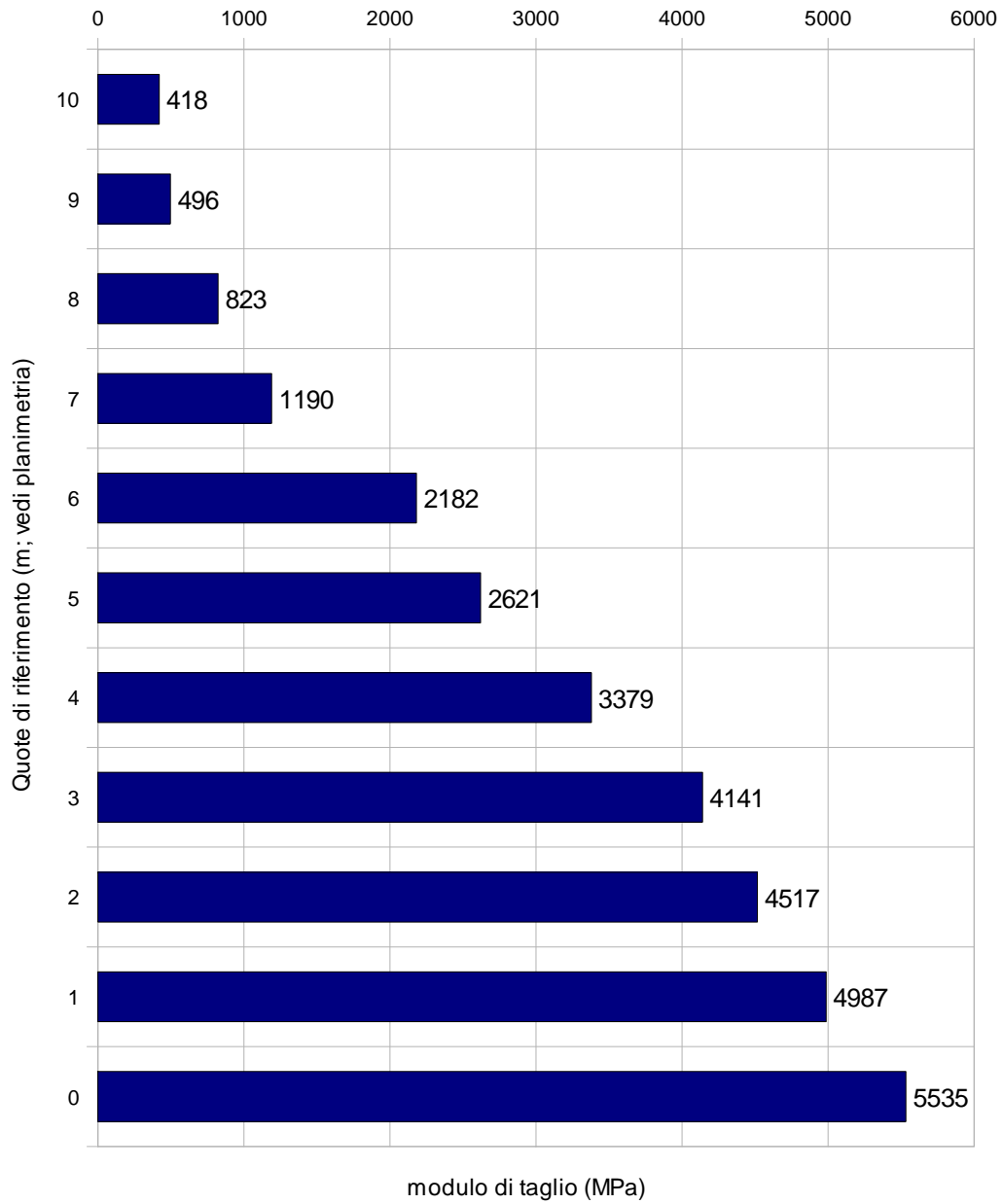
Young: modulo di Young (in Mpa)

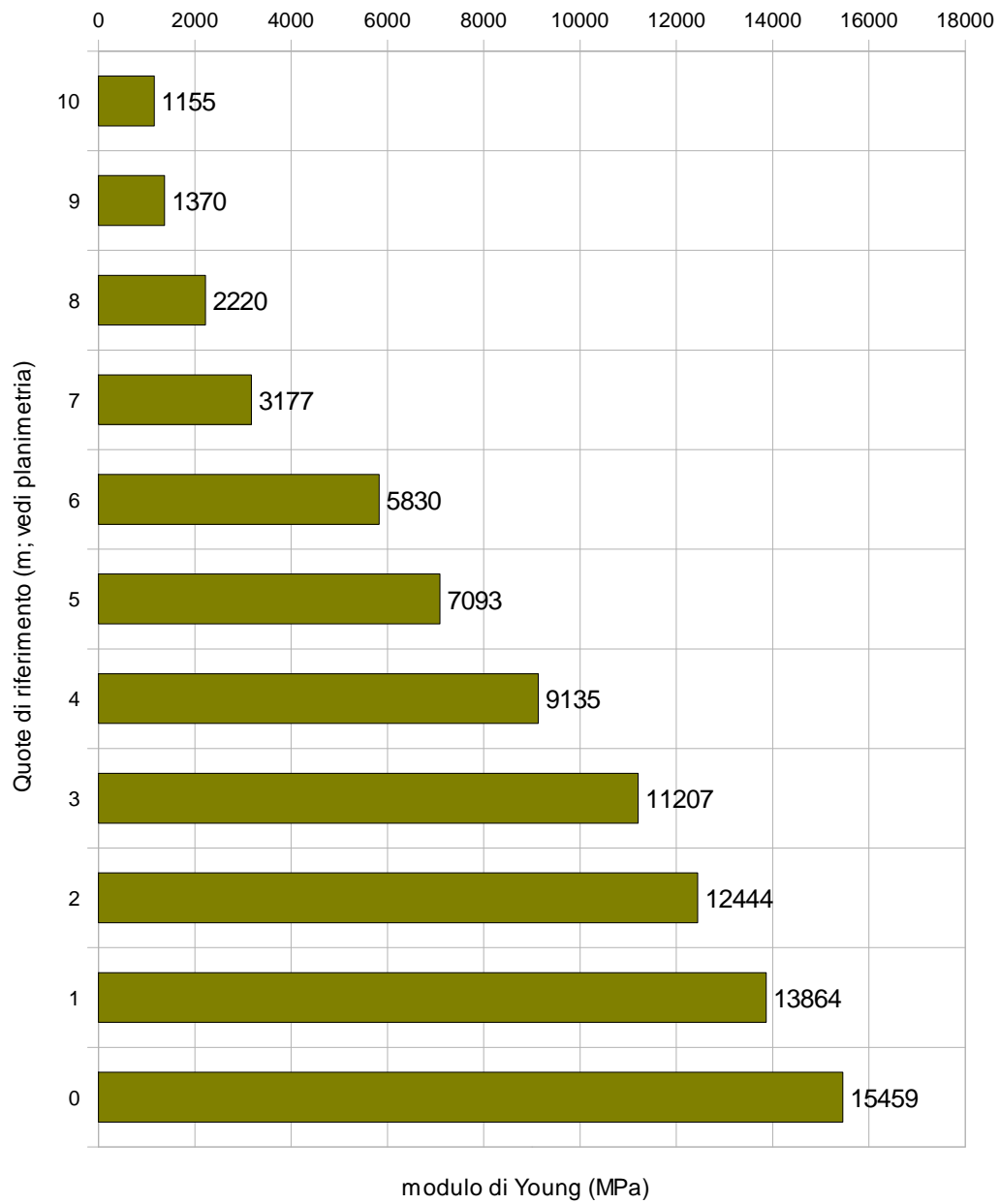
Bulk: modulo di Bulk (in Mpa)

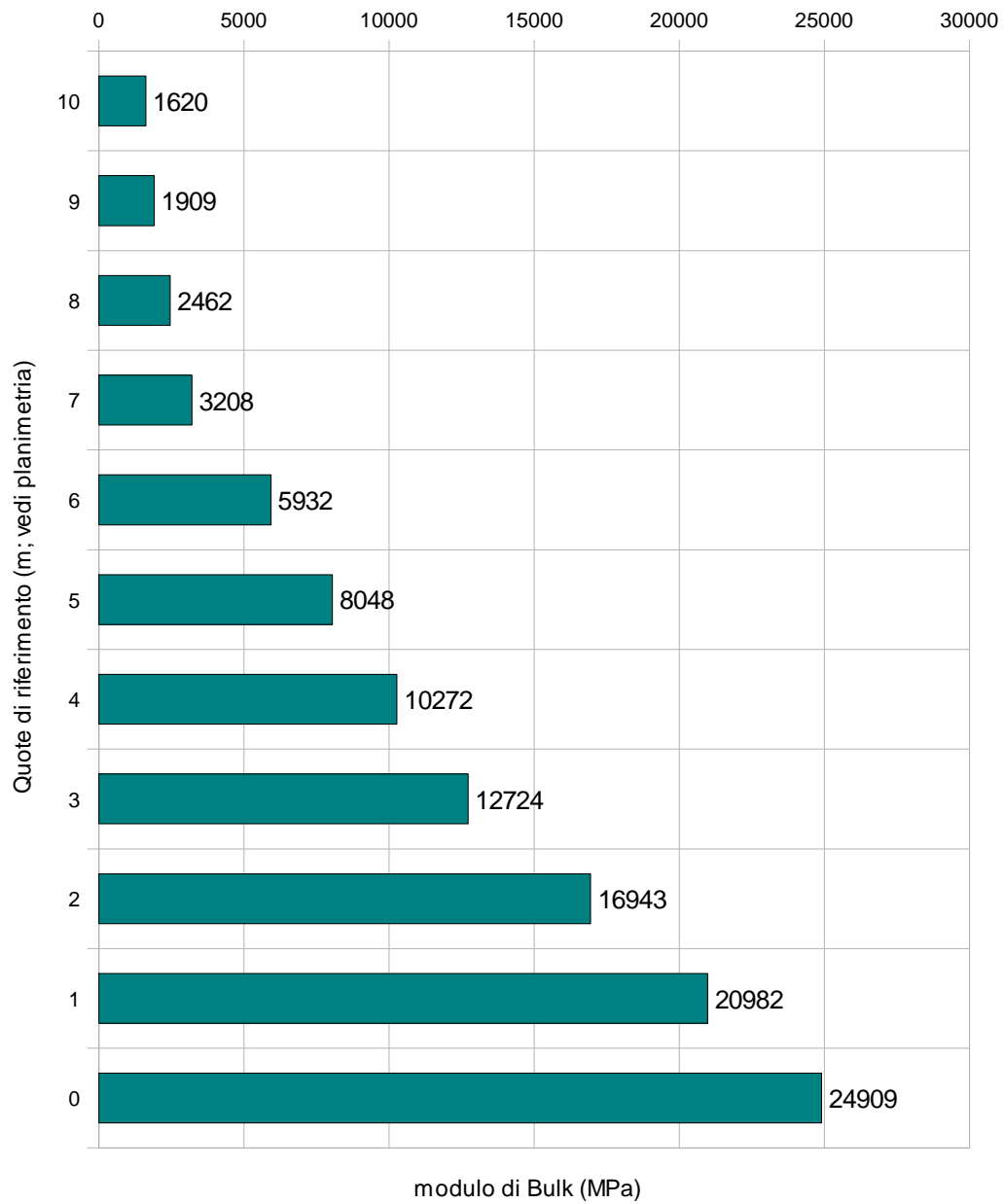



velocità (m/s. Vp in azzurro, Vs in rosso)







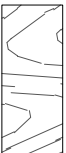



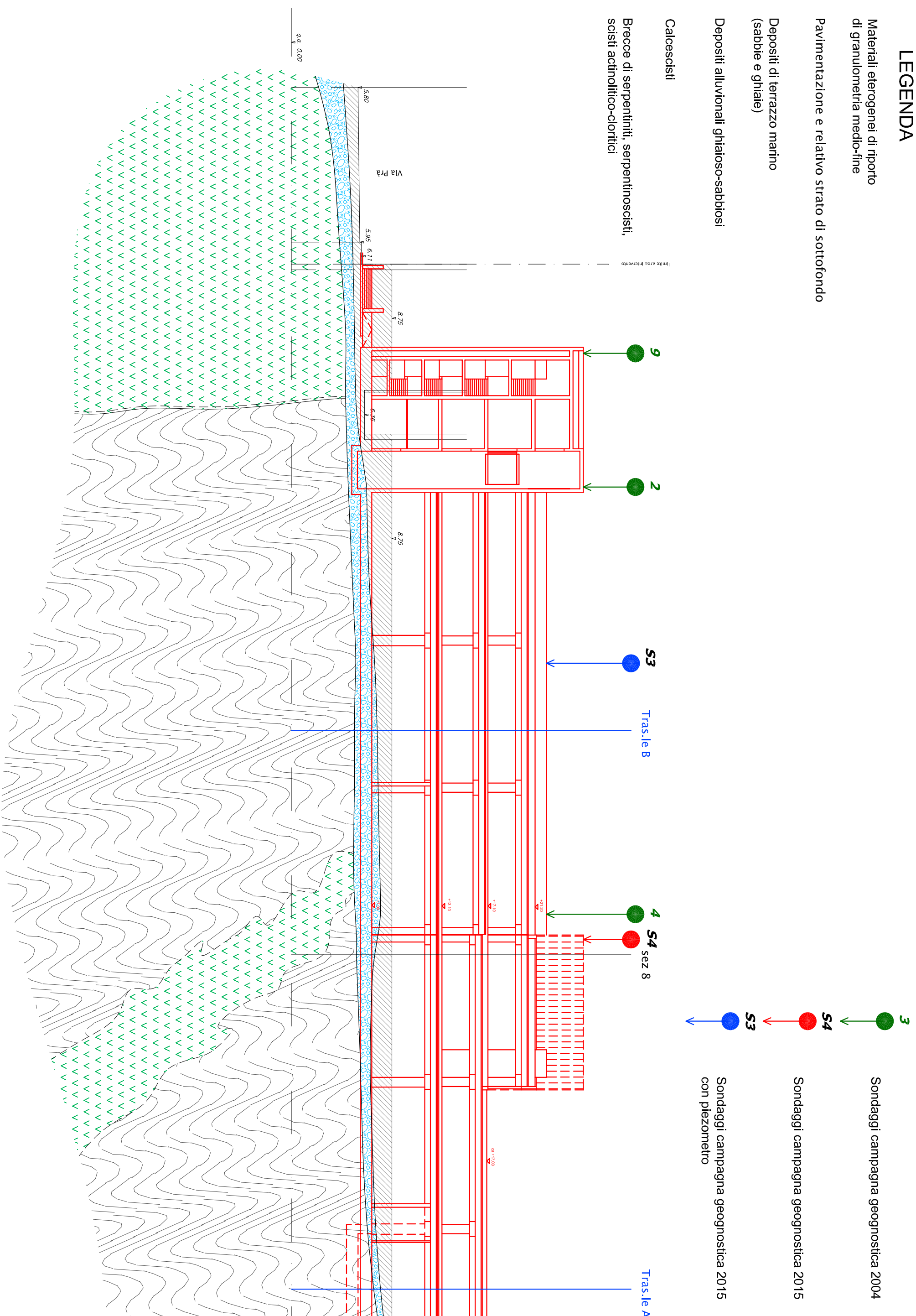




<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’ INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p>N. 5 sezioni geologiche interpretative.</p>	<p align="center">ALL. 9</p>	

LEGENDA

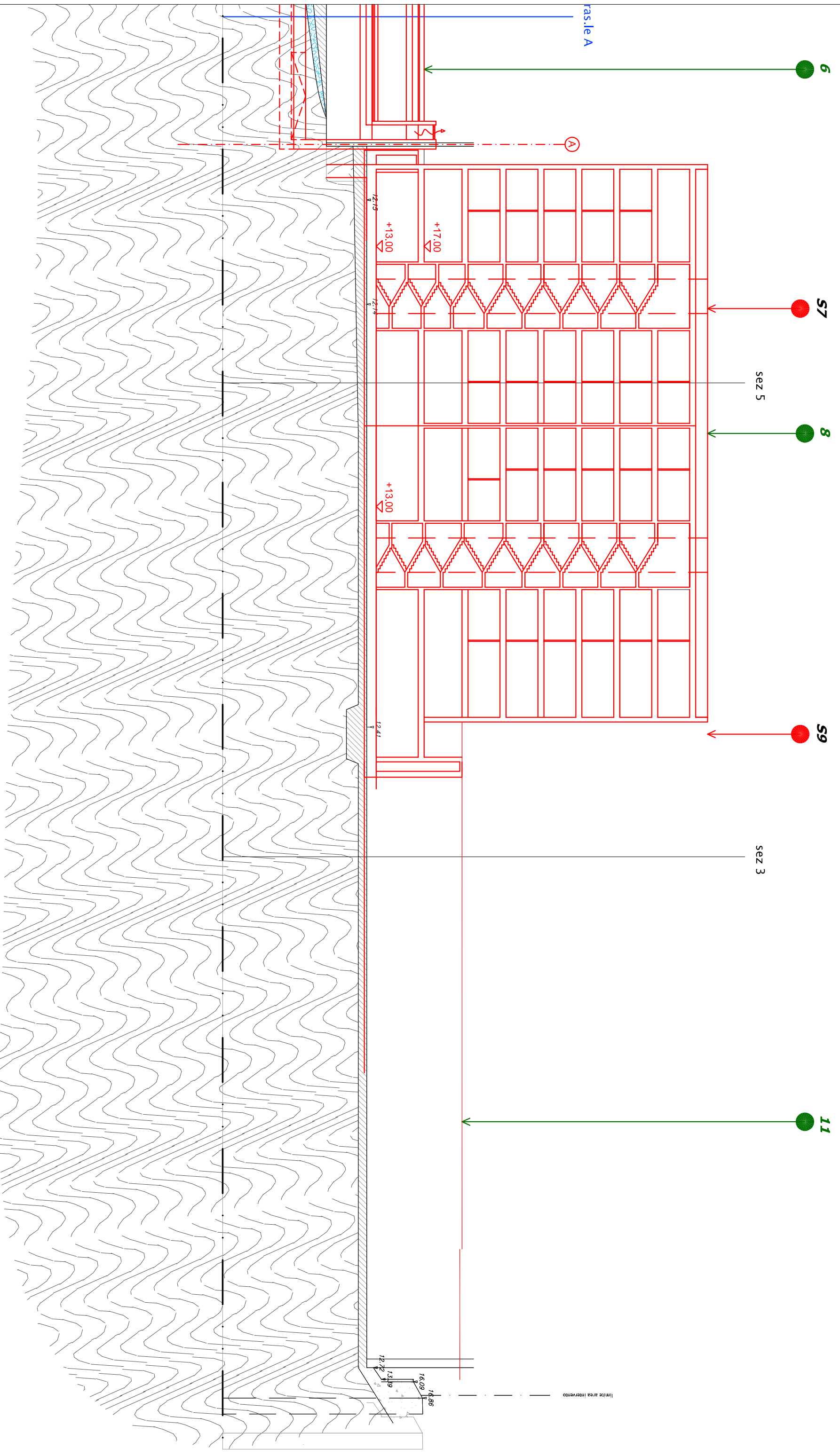
-  Materiali eterogenei di riporto di granulometria medio-fine
-  Pavimentazione e relativo strato di sottofondo
-  Depositi di terrazzo marino (sabbie e ghiaie)
-  Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi
-  Calcescisti
-  Breccie di serpentiniti, serpentinoscisti, scisti actinolitico-cloritici





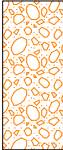

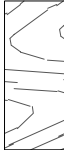

Sondaggi campagna geognostica 2004




Sondaggi campagna geognostica 2015

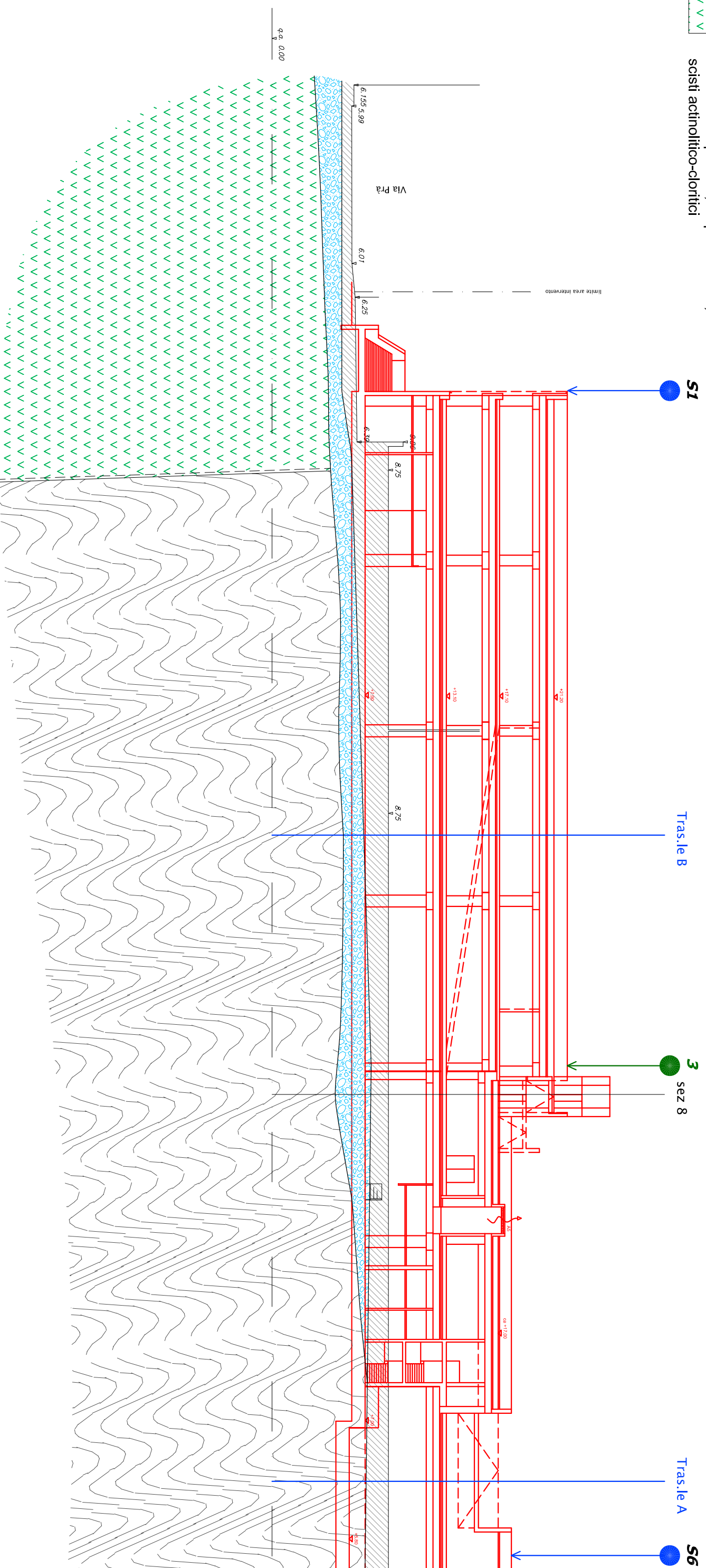
Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro

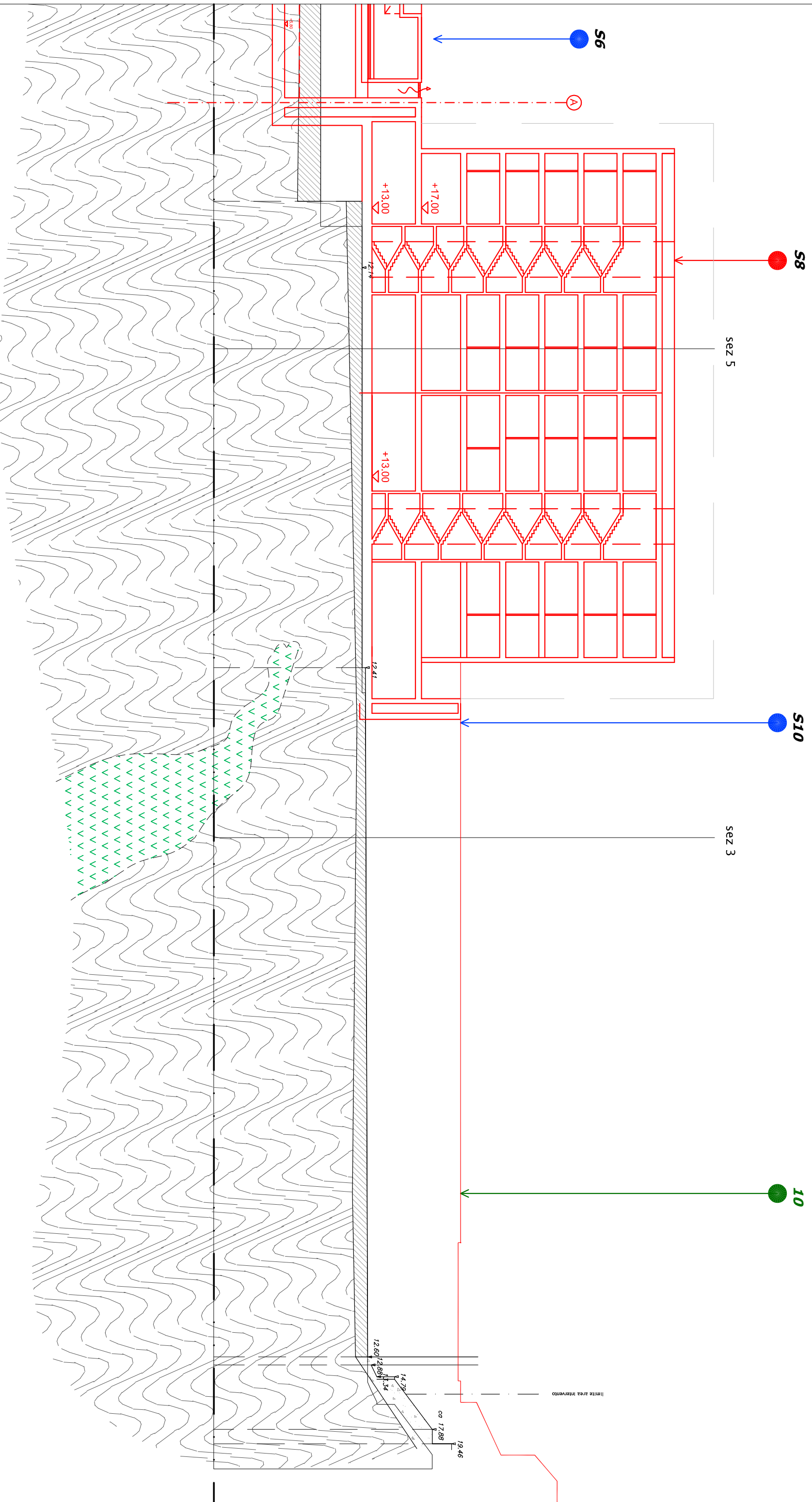


LEGENDA





-  Materiali eterogenei di riporto di granulometria medio-fine
-  Pavimentazione e relativo strato di sottofondo
-  Depositi di terrazzo marino (sabbie e ghiaie)
-  Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi
-  Calcescisti
-  Breccie di serpentiniti, serpentinoscisti, scisti actinolitico-cloritici




-  **3** Sondaggi campagna geognostica 2004
-  **S4** Sondaggi campagna geognostica 2015
-  **S3** Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro

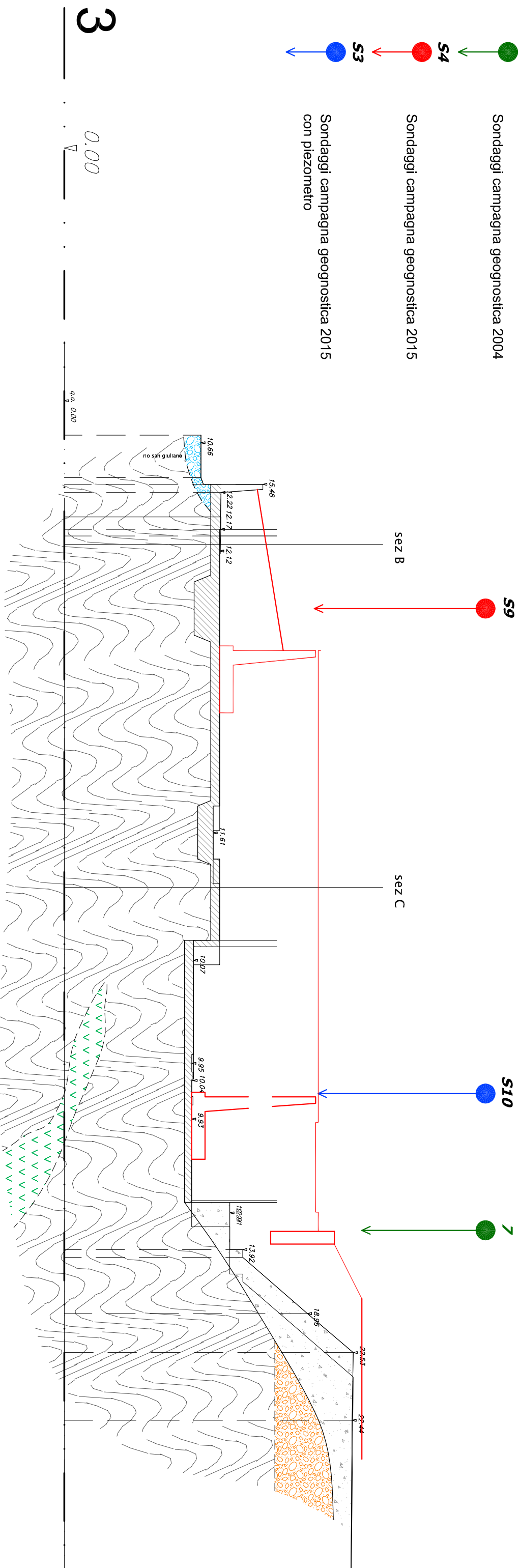




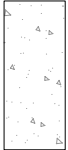



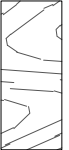

LEGENDA

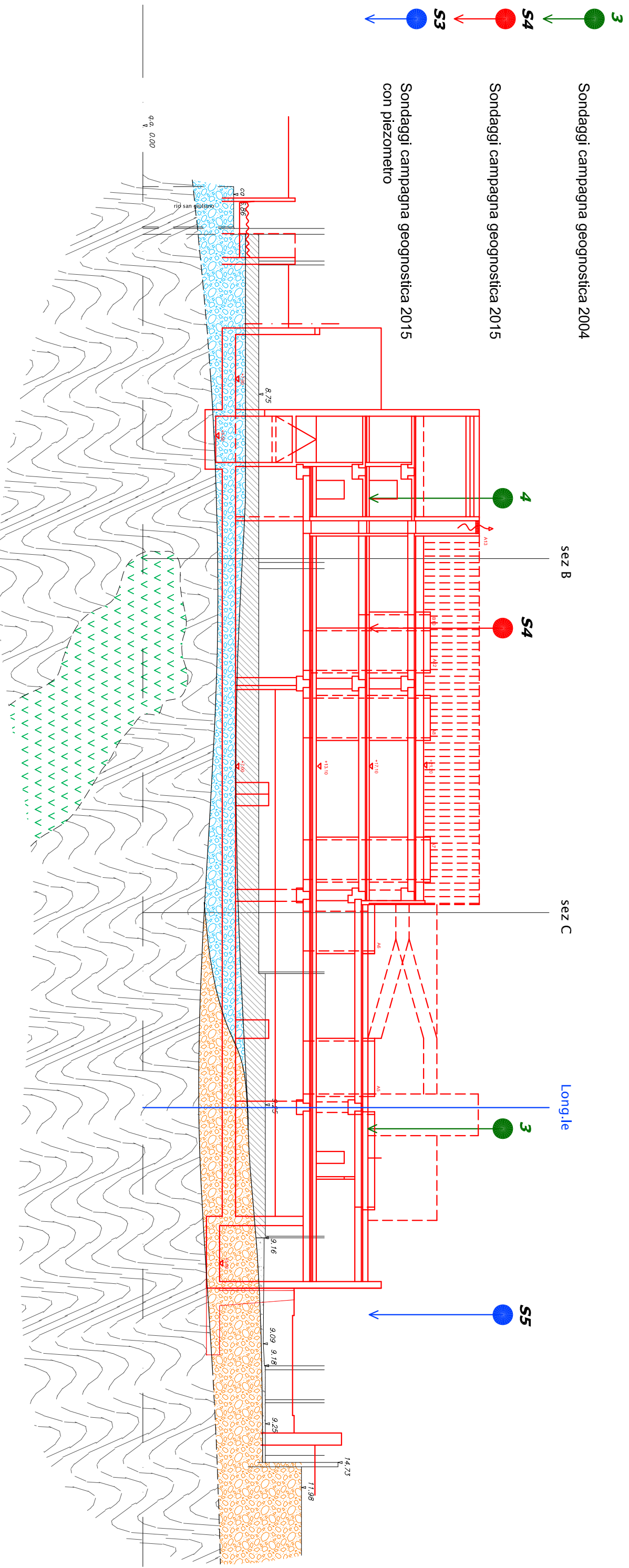
-  Materiali eterogenei di ripporto di granulometria medio-fine
-  Pavimentazione e relativo strato di sottofondo
-  Depositi di terrazzo marino (sabbie e ghiaie)
-  Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi
-  Calcescisti
-  Breccie di serpentiniti, serpentinoscisti, scisti actinolitico-cloritici

-  3 Sondaggi campagna geognostica 2004
-  S4 Sondaggi campagna geognostica 2015
-  S3 Sondaggi campagna geognostica 2015 con piezometro

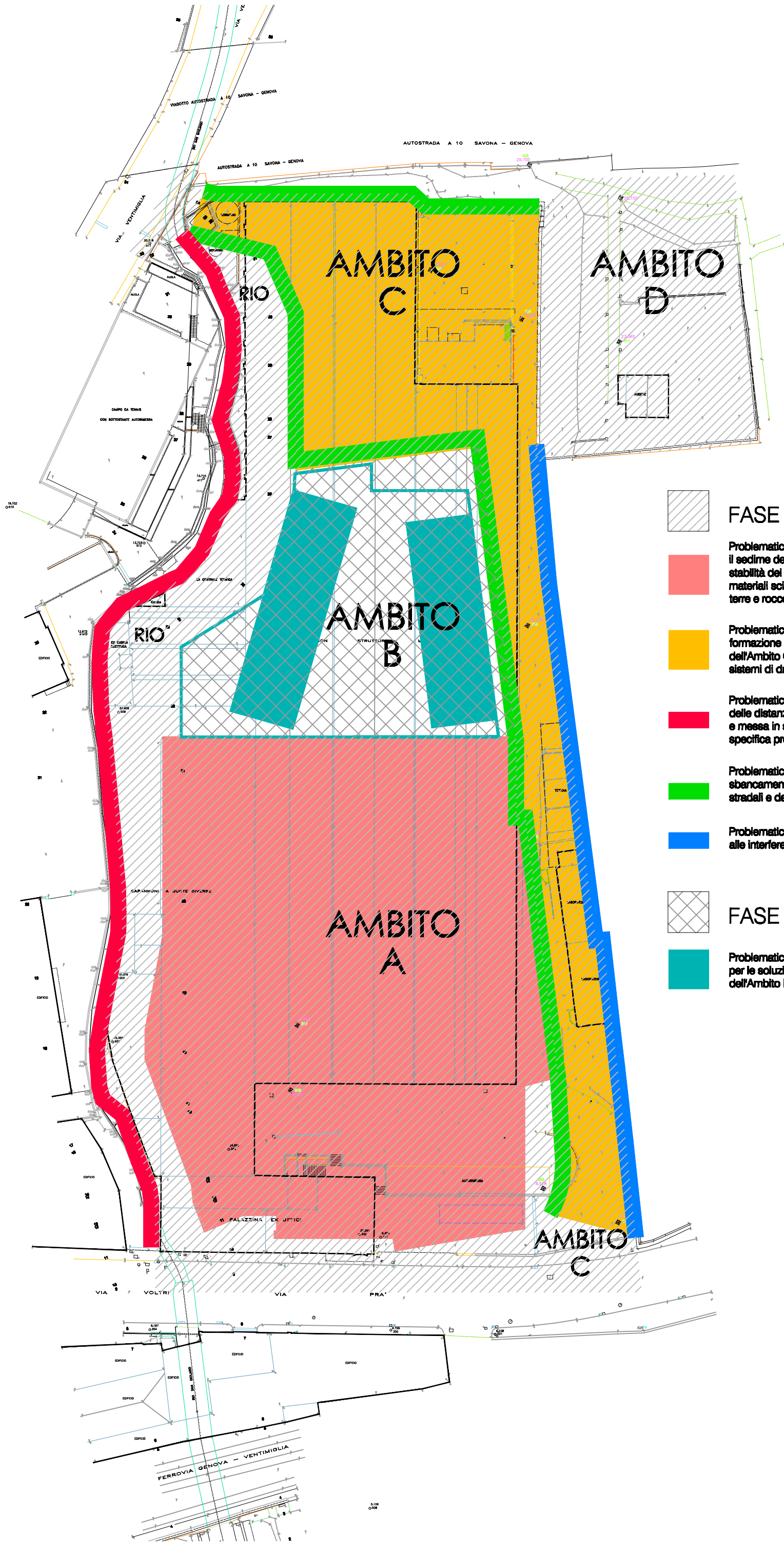


LEGENDA

-  Materiali eterogenei di riporto di granulometria medio-fine
-  Pavimentazione e relativo strato di sottofondo
-  Depositi di terrazzo marino (sabbie e ghiaie)
-  Depositi alluvionali ghiatoso-sabbiosi
-  Calcescisti
-  Breccie di serpentiniti, serpentinoscisti, scisti actinolitico-cloritici



<p>STUDIO ASSOCIATO BELLINI Geologi</p> <p>Via Galata 9/1 16121 - GENOVA</p>		<p>Data: 26.09.2016</p>
<p align="center">PIANO URBANISTICO OPERATIVO AMBITO DI RIQUALIFICAZIONE URBANA EX AREA VERRINA – GENOVA – PRA’ INDAGINE GEOLOGICA (REV.2)</p>		
<p>Carta di sintesi delle problematiche geologiche e geotecniche del PUO.</p>	<p align="center">ALL. 10</p>	



FASE 1



Problematiche geologiche e geotecniche per ricavare il sedime delle opere previste per l'Ambito A: stabilità dei fronti di sbancamento in roccia e in materiali sciolti, in presenza di falda, riutilizzo delle terre e rocce da scavo.



Problematiche geologiche e geotecniche per la formazione del rilevato stradale e opere connesse dell'Ambito C: tipologia del materiale, modalità di posa, sistemi di drenaggio.



Problematiche idrauliche del Rio San Giuliano: verifiche delle distanze, studio idraulico, opere di sistemazione e messa in sicurezza, oggetto di studi specialistici e specifica progettazione.



Problematiche geologiche e geotecniche per gli sbancamenti e le soluzioni fondazione dei muri stradali e delle opere connesse dell'Ambito C.



Problematiche geologiche e geotecniche connesse alle interferenze con le strutture esistenti



FASE 2



Problematiche geologiche e geotecniche per le soluzioni fondazionali degli edifici dell'Ambito B.