



**CONVENZIONE TRA REGIONE LIGURIA E INFRASTRUTTURE LIGURIA
 PER "PROGETTAZIONI CONNESSE AGLI INTERVENTI NECESSARI ALLA
 REALIZZAZIONE E AL RIPRISTINO DI OPERE INFRASTRUTTURALI DI
 INTERESSE REGIONALE IN RELAZIONE AI DANNI ALLUVIONALI -
 ADDENDUM DEL 17 LUGLIO 2012"**

Attività:

**TORRENTE STURLA: SISTEMAZIONE IDRAULICA DEL TRATTO
 COMPRESO FRA VIA DELLE CASSETTE E VIA APPARIZIONE**

Oggetto:

PROGETTO PRELIMINARE

Titolo:

RELAZIONE GEOLOGICA IDROGEOLOGICA E SISMICA

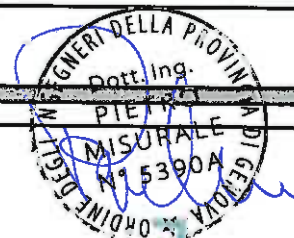
Doc. n: 030\PRE\GEO\R001

Timbro e firma

ITEC
 engineering

SEDE LEGALE E UFFICI
 19038 SARZANA LA SPEZIA
 Via Cisa, 136 C
 TEL. +39 0187 610532 • FAX +39 0187 610775

UFFICI
 16129 GENOVA
 Via Antonio Cecchi, 7/9
 TEL. +39 010 5959690 • FAX +39 010 5848355



Rev.	Data	Sez.	Pag.	Redatto	Controllato	Approvato	Descrizione
1	05-04-2013			ITEC	FB	SB	Per emissione
2	12-06-2014			ITEC	FB	SB	Oss. Provincia
3	31-07-2015			ITEC	FB	SB	Oss. CTB

Dott. Geol. CRISTIANO PASTORE
Via S.Giorgio 5 – 17011 Albisola Sup (SV)
Cell. 3923877651
P.I. 01826920066
E.mail cristiano.pastore@pec.geologipiemonte.it

REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI GENOVA
COMUNE DI GENOVA

Committente

INFRASTRUTTURE LIGURIA
GRUPPO FILSE

RAPPORTO GEOLOGICO TECNICO

A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE PRELIMINARE
DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL T.STURLA
NEL TRATTO
TRA VIA DELLE CASSETTE E VIA APPARIZIONE

COMUNE DI GENOVA

**(ai sensi D.M. Infrast. 14 Genn 2008 - Circ. Min. Infrast e Trasp.n° 612 del 2 Febr.2009 –
D.Lgs 152/06 art.186 - D.Lgs n.4 art.2 comma 23)**

Genova, 21 Marzo 2013

Dott. Geol. Cristiano Pastore



INDICE

1	PREMESSA	2
2	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELLA VALLE DEL TORRENTE STURLA	2
2.1	CARATTERI GEOMORFOLOGICI	2
2.2	CARATTERI GEOLITOLOGICI	2
3	TIPOLOGIA DELLE OPERE PREVISTE DAL PROGETTO	4
4	VINCOLI NORMATIVI (PIANO DI BACINO T. STURLA)	4
5	RICHIAMO ALLA SITUAZIONE STRATIGRAFICA DESCRIZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA DELLE AREE A VALLE DELL'AREA DI PROGETTO	5
5.1	TERRENI DI RIPORTO	6
5.2	ALLUVIONI GROSSOLANE	6
5.3	TERRENI FINI E COESIVI	7
5.4	ROCCIA DEL SUBSTRATO	7
6	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA D'INTERVENTO	8
7	PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE	9
7.1	UBICAZIONE DELLE INDAGINI	9
7.2	SPECIFICHE TECNICHE ESECUTIVE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E DELLE PROVE GEOTECNICHE	9
7.2.1	Sondaggi geognostici	9
7.2.2	Prospezione geo-sismica	10
7.2.3	Analisi geotecniche di laboratorio	10
ALLEGATI		
Allegato A	Figure	
Allegato B	Stratigrafie dei sondaggi storici	
Allegato C	Risultati delle prove geotecniche e geomeccaniche	

1 PREMESSA

Questo rapporto illustra gli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici relativi al torrente Sturla a supporto della progettazione preliminare degli interventi di messa in sicurezza nel tratto compreso tra il ponte di Via Apparizione e il Ponte di Via delle Casette.

Viene inoltre illustrato un quadro conoscitivo di massima delle caratteristiche geologiche dei terreni investigati, ricavato da indagini e studi pregressi eseguiti a valle del Ponte di Via delle Casette, e pianificata una campagna di indagini geognostiche e geofisiche di dettaglio nel tratto in studio, propedeutica alla progettazione delle opere strutturali e idrauliche previste.

2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DELLA VALLE DEL TORRENTE STURLA

Il corso del torrente Sturla si snoda, risalendo dalla foce verso monte, dapprima in zona densamente urbanizzata fino circa all'altezza dell'intersezione con l'autostrada Genova-La Spezia, punto oltre il quale la densità urbana si riduce notevolmente. Il torrente prosegue in questa situazione fino a San Desiderio dove si biforca dapprima in due rami che a loro volta trovano origine in rivi distinti quali, per il ramo sinistro, il rio Ciapon ed il rio Mezzario che risalgono, con un'ampia curva in intervento.

2.1 CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Tutto il tratto terminale dello Sturla scorre incanalato in un denso tessuto urbano e non è pertanto possibile risalire all'andamento morfologico naturale. Questa condizione caratterizza anche la parte mediana dell'asta circa fino all'intersezione con il viadotto dell'autostrada Genova-La Spezia.

A monte di questo punto i fianchi della valle si presentano costituiti in prevalenza di roccia calcarea sub-affiorante od affiorante, in buono stato di conservazione e con giacitura favorevole od indifferente rispetto al pendio.

Bordano per tratti saltuari il corso del torrente, prevalentemente in sponda destra, alcune placche, anche estese, costituite da coltri eluvio-colluviali molto sottili (spessori in genere inferiori a 2.0 m).

L'assetto morfologico cambia sostanzialmente verso la testa della valle, grosso modo in corrispondenza della biforcazione dello Sturla in due rami distinti, immediatamente a valle di San Desiderio. In questa parte di valle le coltri presenti sul fianco sinistro si ispessiscono notevolmente e si evidenziano forme di versante quali erosione laterale.

Immediatamente a monte di San Desiderio si evidenzia, sul fianco sinistro della diramazione destra del torrente, una vasta porzione di versante interessata da un movimento franoso attivo a carico della coltre detritica.

A quote superiori si individuano, sia in destra sia in sinistra, alcune ampie zone costituite da frane, anche antiche, quiescenti, per le quali, peraltro si possono ipotizzare riprese di movimento.

L'assetto geomorfologico sopra descritto è raffigurato nell'allegato stralcio alla scala 1:5000 della carta geomorfologica del territorio del Comune di Genova (Figura 1 – Allegato A)

2.2 CARATTERI GEOLITOLOGICI

Come detto nel capitolo precedente sia la parte media sia il tratto terminale dell'asta si sviluppano in ambiente cittadino densamente urbanizzato questo, di fatto, limita la possibilità di individuare estesi affioramenti rocciosi. Nella zona compresa tra la Via Brigata Salerno, Via Era e Viale Cembrano è comunque possibile osservare almeno due affioramenti, seppur di limitata estensione, del substrato roccioso calcareo.

In questa parte del suo corso il torrente è bordato da una fascia di alluvioni antiche e recenti che si estende per 50-100 m su entrambe le sponde. Ovviamente le alluvioni sono quasi totalmente mascherate dall'urbanizzazione.

Dal punto di vista generale il litotipo dominante della valle del torrente Sturla è costituito da calcari marnosi

Torrente Sturla: sistemazione idraulica del tratto compreso fra via delle Casette e via Apparizione

Progetto Preliminare – Relazione geologica

appartenenti alla Formazione del Flysch di Monte Antola, ascrivibile cronologicamente al Cretaceo Superiore. Tale Formazione caratterizza tutto il levante genovese.

La Formazione del Flysch di Monte Antola è costituita da una sequenza ripetuta di calcari marnosi, marne calcaree, livelli di peliti e, meno frequentemente, calcari arenacei. Nell'ambito della Formazione la potenza degli strati è estremamente variabile tra spessori plurimetrici caratteristici della facies propriamente calcarea o calcareo-marnosa a spessori submetrici e centimetrici propri dei livelli pelitici.

La Formazione è stata interessata, nel corso della sua evoluzione, da più fasi tettoniche che ne hanno fortemente condizionato l'assetto strutturale originando sia pieghe a diversa scala sia scistosità di frattura. Nell'ambito della Formazione sono anche rilevabili lineazioni molto sviluppate. Le interferenze reciproche tra tutti i sistemi di discontinuità variamente ripiegati concorrono a dar luogo a situazioni locali di stabilità molto variabili da punto a punto in relazione alla orientazione dei pendii. In generale la competenza della roccia è funzione della sua litologia, infatti le bancate di calcari compatti costituiscono l'elemento più rigido con comportamento fragile mentre i livelli pelitici, laminati o scistosi, presentano caratteristiche di minor rigidità e quindi rispondono agli eventi deformativi in modo più plastico.

Diversa è anche la risposta delle varie litologie al degrado ed all'alterazione superficiale: i livelli calcarei presentano in genere una minor sensibilità al degrado e quindi sono meno alterabili mentre i livelli di peliti si alterano con maggior facilità, in particolare in presenza di intensa circolazione idrica sub-superficiale, dando luogo, in condizioni di alterazione estrema, a livelli di consistenza terrosa e plastica che, al più, conservano tracce della struttura preesistente. Questi strati, che sono frequentemente intercalati a bancate calcaree sane e di elevata resistenza meccanica, costituiscono elementi di notevole debolezza che possono dar luogo, in condizioni di giacitura sfavorevoli, alla predisposizione al dissesto dei pendii naturali o dei fronti di scavo artificiali. I livelli pelitici costituiscono pertanto l'elemento condizionante delle scelte progettuali e del dimensionamento di opere di sostegno di fronti di scavo.

La permeabilità dell'ammasso è condizionata dalle differenziazioni litologiche, infatti i calcari sono permeabili per fratturazione mentre i livelli pelitici sono decisamente meno permeabili.

Risalendo il corso dello Sturla fino all'altezza di Corso Europa, si riscontra la presenza, per un tratto di poche centinaia di metri lungo la sponda destra, sottostante una sottile copertura alluvionale e/o di riporti antropici, delle marne appartenenti alla Formazione delle Argille di Ortovero. Queste sono un deposito di sedimenti, prevalentemente in facies limo-argillosa, di età pliocenica, talora con livelli subordinati a base siltosa e di sabbia anche a granulometria grossolana. Il contatto tra le due Formazioni è di natura tettonica e, localmente, assume caratteri di trasgressione dove i sedimenti pliocenici hanno riempito le zone di fossa (Graben di Terralba) originatesi per abbassamento del substrato calcareo e che si sviluppa con andamento sub parallelo alla costa dal ponente al levante cittadino.

Procedendo ancora verso monte il corso dello Sturla continua ad essere bordato dalla Formazione dell'Antola, mentre la fascia di alluvioni si restringe sempre più fino a sparire quasi totalmente a monte del viadotto dell'autostrada, fatta eccezione delle zone di meandro dove si rilevano ancora modesti accumuli alluvionali.

La presenza del Flysch dell'Antola su entrambi i fianchi della valle persiste fino alla biforcazione dello Sturla all'altezza di San Desiderio dove compaiono aree di affioramento del membro basale della Formazione costituito dalle Argilliti di Montoggio.

Le Argilliti di Montoggio sono costituite da peliti di colore prevalente grigio scuro-nerastro benché possano assumere colorazioni diverse, dal rosso bruno al verdastro, dovute a varie impurità nella composizione mineralogica. Sono presenti, come intercalazioni, quarziti a grana molto fine, molto dure, laminate con patine brune di alterazione. L'ammasso si presenta interessato da un intenso stato fessurativo.

L'assetto geometrico relativo tra le diverse famiglie di discontinuità può creare, localmente, delle condizioni geomeccaniche dell'ammasso argillitico sfavorevoli alla stabilità e quindi ad una generale predisposizione al dissesto dei versanti. Infatti le argilliti sono tenere, quindi facilmente erodibili e praticamente impermeabili, mentre i calcari sovrastanti sono più duri e permeabili per fratturazione. Pertanto questi ultimi si configurano come un "serbatoio" delle acque di infiltrazione che si accumulano al contatto con le sottostanti argilliti, delle quali promuovono il degrado e l'alterazione con conseguente decadimento delle proprietà di resistenza. L'accumulo delle acque genera, inoltre, in concomitanza con l'innalzamento del livello di falda, zone di impregnazione nella

Torrente Sturla: sistemazione idraulica del tratto compreso fra via delle Casette e via Apparizione

Progetto Preliminare – Relazione geologica

copertura detritica.

L'assetto geolitologico sopra descritto è raffigurato nell'allegato stralcio alla scala 1:10000 della carta geologica del territorio del Comune di Genova.(Figura 2, Allegato A)

3 TIPOLOGIA DELLE OPERE PREVISTE DAL PROGETTO

I lavori di sistemazione idraulica e strutturale del tratto dell'asta del T. Sturla compreso tra Via dei Luoghi Santi e il Ponte di C.so Europa prevede la risagomatura della sezione idraulica con sistemazione delle sponde e riprofilatura degli argini con la realizzazione di diverse tipologie d'intervento, brevemente richiamate nel seguito:

Muri a mensola in c.a.

muro d'argine con altezza media di 5 m (4 m fuori terra, 1m interrato) con un piede a mensola verso l'interno di 3,1 m. A tergo del muro al piede verrà realizzata una condotta di drenaggio.

Paratia con micropali

muro d'argine gettato in opera con altezza media 4.5 m collegato attraverso un cordolo alla sottofondazioni in micropali previsti di \varnothing 200 mm e lunghezza 6 m immersi nel bedrock roccioso.

Scogliera in massi cementati

Riprofilatura dell'argine con un angolo di 60° circa con successiva posa di massi in pietra naturale provenienti da cava, con blocchi di peso da 3 a 5 t o, in alternativa 1-3 t con intasamento con materiale granulare e cls R'bk 200.

Ricostruzione della passerella pedonale

4 VINCOLI NORMATIVI (PIANO DI BACINO T. STURLA)

Vincolo Idrogeologico

Ricade in area sottoposta a Vincolo Idrogeologico il tratto collinare dell'asta dello Sturla a monte di via Borgoratti. Nel tratto compreso tra il Ponte Romano e via Borgoratti il limite del Vincolo coincide con il corso del torrente. A valle del Ponte Romano lo Sturla si sviluppa in area non vincolata (si veda la Figura 3, Allegato 1).

Suscettività al dissesto

L'alveo e le sponde dello Sturla ricadono nelle classi PG0 e PG1, caratterizzate, rispettivamente, da suscettività molto bassa e bassa (si veda la Figura 4, Allegato A).

Aree inondabili

Le fasce spondali dello Sturla ricadono, per la maggior parte, in zone considerate inondabili con tempo di ritorno minore o eguale a 50 anni (si veda la Figura 5, Allegato A).

Rischio Idrogeologico

Le fasce spondali e le aree limitrofe sono classificate a rischio idrogeologico molto elevato (si veda la Figura 6, Allegato A)

Tutte le carte richiamate sono tratte dalla cartografia di piano.

5 RICHIAMO ALLA SITUAZIONE STRATIGRAFICA DESCRIZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA DELLE AREE A VALLE DELL'AREA DI PROGETTO

In attesa di eseguire indagini geognostiche specifiche nel tratto di torrente oggetto degli interventi è possibile fornire un inquadramento litostratigrafico e geotecnico preliminare ragionevolmente corretto, utilizzando le informazioni e i dati disponibili da indagini pregresse eseguite per conto del Comune di Genova. Questi dati sono da considerarsi utili allo scopo in quanto l'assetto complessivo del settore può essere considerato sostanzialmente omogeneo per quanto riguarda la natura delle coperture alluvionali e del bedrock.

Negli anni tra 1996-1999, lungo il tratto del torrente Sturla che va dall'incrocio Via Brigata Salerno – Viale Cembrano-Via Era e successivamente da Via delle Casette al Ponte dei Mille sono state eseguite campagne di indagini geognostiche in situ ed analisi geotecniche di laboratorio relativamente al progetto definitivo delle nuove arginature della sponda destra del tratto terminale del torrente Sturla e in previsione della preparazione del progetto esecutivo e della progettazione di nuovi argini lungo la sponda sinistra del torrente.

Sono stati eseguiti in totale 8 sondaggi geognostici con profondità variabili tra 7 m e 20 m e alcuni profili di geosismica a rifrazione per una ricostruzione stratigrafica di dettaglio dei tratti in progetto. La posizione dei sondaggi è riportata nella Figura 7 (Allegato A) mentre le relative stratigrafie sono raccolte nell'Allegato B.

E' possibile distinguere, nell'ambito del comparto investigato, due zone con caratteristiche stratigrafiche differenziate. Tali zone vengono qui di seguito descritte in dettaglio.

La sponda destra del T. Sturla, nel tratto di Via Brigata Salerno compreso tra il ponte di Via dei Mille ed il cancello di accesso al campo sportivo di Villa Gentile, prospiciente il fornice del viadotto della ferrovia Genova - La Spezia), è caratterizzata dalla sequenza stratigrafica che segue:

- Si rileva la presenza di uno strato di terreni di riporto di spessore variabile tra 1.0 e 2.0 m. Questi riempimenti storici sono costituiti da materiali prevalentemente naturali, di granulometria eterometrica ed elementi più grossolani costituiti da ghiaia sub-arrotondata e detriti angolari lapidei, entrambi di litologia calcarea. E' presente una matrice di natura limo-sabbiosa poco o non plastica. Il grado di addensamento di questo materiale è generalmente basso.
- al letto del riporto si riscontra un secondo strato costituito da alluvioni a granulometria grossolana con ciottoli lavorati, di dimensioni da pluricentriche a decimetriche, di natura calcarea. Questo scheletro grossolano è immerso in una matrice fine di natura limo-sabbiosa e/o argillo-sabbiosa. La potenza di questo strato varia tra 10.0 e 14.0 m. Una lente di notevole spessore (massimo circa 4 m) ed estensione longitudinale, costituita da terreni fini, plastici ed omogenei di natura argillosa e limosa, interrompe la continuità verticale delle alluvioni nel tratto compreso tra le verticali di indagine S4 ed S6. La continuità della lente in direzione della costa non è determinata, mentre risulta evidente che essa si interrompe in un punto intermedio situato tra i sondaggi S6 ed S5 in quanto in corrispondenza di quest'ultimo le alluvioni sono a diretto contatto con il substrato roccioso.
- il tetto del bedrock, raggiunto in tutti e tre i sondaggi, è localizzato a profondità variabili tra 12 e 16 m rispetto al piano stradale (quote assolute comprese tra 4.0-4.60 m s.l.m.m.). La profondità minima si evidenzia sulla verticale di indagine corrispondente al sondaggio S6. Il substrato, che affiora sulla sponda sinistra del T. Sturla ad alcune decine di metri di distanza dai punti di indagine, è costituito da calcari marnosi ed argilliti appartenenti alla sequenza caratteristica della Formazione di Monte Antola. La facies calcareo-marnosa è prevalente e si presenta generalmente in uno stato di conservazione da sano a debolmente alterato con i caratteri di intensa fratturazione tipici della Formazione. L'alterazione è decisamente maggiore laddove sono presenti i livelli argillitici che risultano, inoltre, intensamente fratturati per scistosità. Sulle carote prelevate si distinguono due sistemi di discontinuità, il primo rappresentato da fratture con andamento sub-orizzontale o comunque a bassa inclinazione (circa 10°), un secondo inclinato secondo un angolo sempre maggiore di 45°. La spaziatura dei giunti è variabile tra pluricentrica e decimetrica (min. 8, max. 20 cm). Le superfici dei giunti si presentano in prevalenza ondulate e poco scabre con patine rossastre per ossidazione.

La seconda zona caratterizzata dal punto di vista stratigrafico è delimitata dai profili verticali corrispondenti ai sondaggi S1, S2, S3 ed S7.

In questo settore si osserva un deciso approfondimento del substrato di calcari marnosi in direzione dell'alveo del Torrente Sturla: sistemazione idraulica del tratto compreso fra via delle Casette e via Apparizione

torrente. Questa situazione rispecchia l'andamento morfologico superficiale in quanto i calcari marnosi, che affiorano con continuità sul margine destro di Via Brigata Salerno, costituiscono il fianco, piuttosto acclive, di una collina che si innalza in direzione di Sturla e Corso Europa.

Procedendo dallo sperone roccioso, sul quale è impostata la spalla del viadotto ferroviario, in direzione di Viale Cembrano, il bedrock si approfondisce da circa 1 m (verticale di S3) a circa 13 m (verticale di S7).

Uno strato superficiale di terreni di riporto granulari ed eterometrici è diffuso con continuità su tutta l'area investigata. Il suo spessore varia da un minimo di circa 1 m (S3) ad un massimo di circa 4.0 m (S2, S7). Lungo l'allineamento S3-S2 il riporto si trova a diretto contatto con il tetto dei calcari, mentre nelle altre posizioni tra i due risulta interposto uno strato costituito da alluvioni ghiaioso-sabbiose con matrice limosa. Lo spessore di questo strato è variabile in funzione della quota del piano di campagna e della profondità del bedrock. Si passa infatti rapidamente da spessori di pochi metri al di sotto di via Brigata Salerno a circa 9 m sotto l'alveo del torrente e sull'allineamento S1-S7.

Le caratteristiche di alterazione e fratturazione del calcare marnoso del substrato sono sostanzialmente analoghe a quelle descritte in precedenza. Si distinguono, localmente, alternanze di livelli argillitici, scistosi, di colore grigio e livelli calcareo marnosi. Le carote prelevate nel sondaggio S3 rivelano la presenza di un terzo sistema di fratturazione non evidente negli altri punti di indagine.

Particolarmente utile risulta l'ultimo punto dell'indagine condotta nel 1999 (sondaggio S8) che consente di definire la situazione stratigrafica esistente all'altezza della confluenza del rio Penego nello Sturla quindi all'altezza del Ponte Romano, in sponda sinistra. In questo caso il substrato di calcari marnosi è presente alla profondità di circa 7.5 m. I terreni sciolti di copertura sono costituiti, procedendo verso il basso, da circa 2 m di terreni di riporto granulari ed eterometrici, al di sotto dei quali si riscontrano 3 metri di alluvioni ghiaioso-sabbiose con matrice limosa. I ciottoli hanno forma subangolare e dimensione massime di circa 8 cm. Tra queste ed il calcare sono interposti due livelli, meno di 1 m di spessore ciascuno, costituiti rispettivamente da argilla sabbiosa ed argilla con abbondanti inclusi di clasti calcarei.

La presenza della falda è stata rilevata in tutti i fori di indagine con sede in corrispondenza dei terreni granulari. Lungo l'allineamento S4-S6-S6 la falda risultava presente, al momento dell'esecuzione dei sondaggi, ad una profondità di 3.2 m rispetto al piano stradale, quindi ad una quota assoluta leggermente inferiore all'alveo del torrente. Nella zona dell'incrocio Via Brigata Salerno-Via Era-Viale Cembrano la falda si approfondisce lungo la direttrice S3-S1-S7, infatti è stata rilevata alla profondità di 2.8 m (nei calcari) in corrispondenza di S3, a 2.0 m in S1 (circa quota alveo) e 6.3 m in S7.

Le sezioni stratigrafiche che illustrano le situazioni sopra descritte sono presentate nella Figura dell'Allegato A.

Si sottolinea che l'assetto stratigrafico caratteristico del tratto a monte del Ponte Romano, pur riproponendo la sequenza descritta in precedenza, è, molto probabilmente, caratterizzato da una progressiva risalita del substrato calcareo con conseguente assottigliamento, fino a scomparsa, delle coperture sedimentarie e dei depositi alluvionali che possono comunque costituire sottili materassi localizzati.

L'esame dei risultati delle analisi geotecniche e geomeccaniche di laboratorio consente di distinguere e caratterizzare, oltre al substrato roccioso, tre diverse tipologie di terreni sciolti che sono descritte nel seguito.

5.1 TERRENI DI RIPORTO

Sono costituiti da ghiaie sabbioso limose (simbolo di classificazione GM) nelle quali la frazione fine costituisce circa il 20% e risulta debolmente plastica (Indice Plastico pari a 5). Lo stato di addensamento del riporto, dedotto da valori di N_{spt} che risultano sempre inferiori a 10, è basso (D_r pari a circa 40%). Cautelativamente si associa al riporto un valore di angolo di attrito efficace di 30° .

5.2 ALLUVIONI GROSSOLANE

Sono rappresentate prevalentemente da ghiaie sabbioso limose (GM), più raramente argillose (GC). Occasionalmente la frazione sabbiosa è più abbondante e si hanno pertanto sabbie limose (SM). La percentuale

di frazione fine varia tra il 20 ed 25% e la plasticità risulta sempre medio-bassa (Indice Plastico compreso tra 5 ed 8). Lo stato di addensamento dei depositi di alluvioni può essere stimato dai valori di N_{spt} . Questi risultano in prevalenza maggiori di 25, solo in due prove si è ottenuto un valore minore di 20 mentre in 5 prove si è avuto rifiuto alla penetrazione. La presenza diffusa di grossi ciottoli e trovanti lapidei induce una certa cautela nella valutazione del grado di addensamento del deposito e nella stima del valore dell'angolo di attrito. In questa ottica si attribuisce ai depositi di alluvioni una densità media che corrisponde a D_r del 60-65%. A terreni granulari di queste caratteristiche può essere associato un valore di angolo di attrito effettivo, cautelativo, di 38° .

Il quadro complessivo dei valori di N_{spt} , ottenuti nei terreni granulari, rispetto alla profondità è presentato nel grafico della Figura 9 (Allegato A).

5.3 TERRENI FINI E COESIVI

Questi terreni sono sostanzialmente rappresentati dalla notevole lente messa in evidenza dalla sezione A-A. Il tipo di terreno più frequente è costituito da argille di plasticità medio-bassa (CL). I valori del passante al setaccio di apertura 0.075 mm variano infatti tra il 60 ed il 90%, il Limite Liquido è generalmente superiore a 40 e l'Indice di Plasticità varia tra 11 e 29. La frazione sabbiosa è talvolta presente in percentuale rilevante (20-30%). In pochi casi si identificano terreni fini costituiti da limi (ML) con indice plastico inferiore a 10. Il tenore di acqua naturale di questi terreni varia tra il 32 ed il 20% ed è in prevalenza prossimo al Limite Plastico, in pochi casi superiore. L'indice di consistenza I_c è generalmente compreso tra 0.7 ed 1.0, in due casi vale 0.5.

Il peso di volume varia tra 19 e 21 kN/m³.

La resistenza al taglio di breve termine C_u è stata determinata sia mediante prove triassiali UU sia, sulla carota appena recuperata, con pocket penetrometer e tor-vane. I valori di C_u ottenuti con i diversi metodi sono riassunti nella tabella (.). Si osserva una certa dispersione di risultati (valori minimi di C_u intorno a 30 kPa e valori massimi di circa 80 kPa). Questi valori indicano, comunque, che questi terreni argillosi sono mediamente sovraconsolidati.

5.4 ROCCIA DEL SUBSTRATO

La resistenza meccanica del calcare marnoso è condizionata da grado di alterazione e dallo stato di fratturazione. Spezzoni di carota prelevati in livelli costituiti da calcari sani, poco fratturati e comunque con giunti ricristallizzati, privi di interstrati argillitici, con RQD compreso tra il 50 ed il 90% hanno valori di resistenza di picco, determinata mediante compressione monoassiale, compresi tra 60 e 90 MPa. Nel caso di calcari moderatamente alterati, fratturati con giunti non sigillati ed RQD non superiore al 20% la resistenza di picco a compressione è compresa tra 13 e 20 MPa.

Gli interstrati argillitici, scistososi e molto più alterati, possono avere consistenza quasi terrosa e sono praticamente delle sabbie argillose con inclusi lapidei.

Il prospetto riassuntivo dei risultati delle prove di laboratorio eseguite sui campioni dei terreni e della roccia è presentato nell'Allegato C.

6 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA D'INTERVENTO

Categoria di sottosuolo

Considerando la stratigrafia esistente ricavata dalle indagini eseguite negli anni scorsi, dove alluvioni grossolane mediamente addensate ricoprono il substrato roccioso costituito da calcari marnosi, per il sito in studio si ritiene ragionevole, non disponendo del valore di V_s equivalente ($V_s 30$) attribuire il sottosuolo alla Categoria "B" (rocce tenere, rif. TAB. 3.2 II delle NTC).

Il sito in indagine presenta le seguenti coordinate:

Lat 44°40'

Long 8°98'

e considerando la condizione di Stato Limite del Danno (SLD) con periodo di riferimento di 50 anni è caratterizzato dal punto di vista sismico dai i seguenti parametri:

$a_g = 0.031 g$

$F_o = 2.532$, valore max del fattore di amplificazione spettrale su suolo rigido

$T_c^* = 0.211$, periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro di accelerazione orizzontale

L'accelerazione massima attesa al sito a_{max} è data da :

$$a_{max} = S_s \times S_T \times a_g$$

dove:

S_s è il fattore di amplificazione stratigrafico pari a **1.2**

S_T T è il fattore di amplificazione topografico

Nel caso di un tratto di alveo con $i > 15^\circ$ **$S_T = 1.0$**

Pertanto **$a_{max} = 0.037$**

In fase d'indagine i parametri sopraindicati verranno verificati con una un'indagine sismica di tipo Noise Analysis Surface Waves NASW al fine di ottenere un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (onde S).

7 PROGRAMMA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

Ad integrazione delle indagini già eseguite lungo le sponde del T. Sturla, in previsione della redazione del progetto definitivo lungo il tratto compreso tra il ponte di Via Apparizione e il ponte di Via delle Casette si pianifica l'esecuzione delle indagini geognostiche e geotecniche di seguito indicate

7.1 UBICAZIONE DELLE INDAGINI

Esecuzione di n° 6 sondaggi geognostici, L = 10 m ciascuno.

Esecuzione di 5 profili geosismica a rifrazione, di cui 2 tipo NASW di lunghezza totale pari 440 m.

Le ubicazioni dei punti di indagine e la posizione delle stese di geosismica sono riportate nelle planimetrie allegare insieme al posizionamento delle differenti tipologie di intervento (Figure 10a-10b-10c, Allegato A).

7.2 SPECIFICHE TECNICHE ESECUTIVE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E DELLE PROVE GEOTECNICHE

7.2.1 Sondaggi geognostici

Normativa di riferimento:

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, Associazione Geotecnica Italiana (AGI), 1977.

I sondaggi geognostici avranno asse verticale e saranno eseguiti a rotazione e carotaggio continuo del diametro minimo di mm 101. Il fluido di perforazione sarà costituito da acqua additivata di aerante sintetico (schiumogeno).

I tratti di foro in terreni incoerenti saranno rivestiti per assicurare la stabilità delle pareti.

E' previsto l'uso di carotiere semplice con corona di widia e di doppio carotiere con corona diamantata.

Tutti i sondaggi dovranno raggiungere il substrato roccioso. Sulla base delle informazioni disponibili si presume che il substrato sarà incontrato a profondità comprese tra 7 e 10 m circa. Il substrato lapideo sarà penetrato per non meno di 3 metri. Eventuali risparmi sulle lunghezze di perforazione a causa di ritrovamento del substrato a quote superiori potrà essere utilizzato per eseguire un ulteriore sondaggio in una postazione da definirsi successivamente.

Le carote recuperate saranno poste in cassette catalogatrici a scomparti sulle quali saranno riportate le profondità delle manovre ed i tratti corrispondenti al prelievo dei campioni. Tutte le cassette saranno fotografate a colori e ciascuna foto dovrà riportare, ben visibile, una tabella sulla quale sarà identificato il Progetto, il Committente, il numero del sondaggio e l'intervallo di profondità.

Nei tratti di perforazione in terreni sciolti saranno prelevati campioni dei seguenti tipi, da utilizzarsi per le successive analisi di laboratorio:

- terreni incoerenti di qualsiasi granulometria: campioni rimaneggiati, sigillati in sacchetti di plastica robusta, identificati dalla dicitura S-numero del sondaggio-CR numero progressivo del campione.
- terreni coesivi: campioni indisturbati prelevati mediante infissione a pressione di un campionatore a parete sottile (tubo Shelby) o rotativo (tipo Denison). le estremità del tubo campionatore saranno immediatamente sigillate dopo il prelievo per garantire la conservazione del tenore di umidità naturale. Le fustelle riporteranno sul fianco la dicitura S-numero del sondaggio-CI-numero progressivo del campione

I campioni saranno prelevati in entrambi i casi con la frequenza di uno ogni due di perforazione e comunque ad ogni variazione significativa della natura del terreno.

Torrente Sturla: sistemazione idraulica del tratto compreso fra via delle Casette e via Apparizione

Progetto Preliminare – Relazione geologica

Doc. N. 030\PRE\GEO\R001_Rev.1

Pagina 9 di 11

Saranno inoltre selezionati, a cura del geologo supervisore delle indagini, spezzoni significativi di carote di roccia da utilizzare per le successive prove di laboratorio.

Nel corso della perforazione in terreni incoerenti saranno eseguite prove di penetrazione dinamica tipo SPT con la frequenza di una prova ogni metro e mezzo di avanzamento. Le prove SPT saranno eseguite in accordo alle raccomandazioni AGI utilizzando un maglio a sganciamento automatico e punta aperta (campionatore tipo Raymond). La massima attenzione dovrà essere rivolta a garantire la pulizia del fondo foro prima dell'inizio della prova e la verticalità delle aste durante l'esecuzione. Nel caso di presenza di terreni incoerenti con granulometria grossolana sarà utilizzata la punta chiusa.

Saranno installati piezometri a tubo aperto costituiti da tubo in PVC fessurato del diametro di 70 mm.

I piezometri saranno installati secondo le indicazioni fornite dalle Raccomandazioni AGI

Di ciascun sondaggio sarà redatta una stratigrafia di dettaglio dei terreni attraversati con particolare attenzione alla descrizione delle discontinuità della roccia (frequenza dei giunti, spaziatura minima e massima, apertura, stato di conservazione). La stratigrafia riporterà, oltre la descrizione dei terreni, tutti i parametri descrittivi della perforazione e delle operazioni eseguite.

7.2.2 Prospezione geo-sismica

Lo scopo delle prospezioni sismiche a rifrazione sarà di definire con continuità l'andamento del substrato in base alla misura della velocità delle onde di compressione nel terreno. I risultati delle prospezioni sismiche saranno calibrati in base alle evidenze stratigrafiche dei sondaggi adiacenti

7.2.3 Analisi geotecniche di laboratorio

Il programma definitivo delle attività di laboratorio sarà stabilito dopo aver esaminato i campioni prelevati nel corso dei sondaggi. Al momento attuale si prevede l'esecuzione delle analisi indicate nel seguito:

Normativa di riferimento: ASTM 04-08, Section 4

Terreni incoerenti

I campioni rimaneggiati di terreni incoerenti saranno sottoposti alle seguenti prove:

- determinazione della distribuzione granulometrica, tutti i campioni (nel caso che i campioni presenti una percentuale di frazione fine e plastica maggiore del 20% in peso sul totale si eseguirà inoltre la determinazione dei limiti di Atterberg).
- i campioni di natura prevalentemente sabbiosa saranno sottoposti a prove di taglio diretto di tipo consolidato-drenato per la determinazione dei parametri di resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci. Le prove saranno eseguite sulla frazione granulometrica con dimensione massima dei grani di 2 mm. ed i provini saranno ricostruiti al valore di densità in situ.

Terreni coesivi

I campioni di terreni fini coesivi saranno sottoposti alle seguenti prove:

- determinazione del contenuto in acqua naturale, tutti i campioni.
- determinazione della frazione passante al setaccio di magli a 0.075 mm, tutti i campioni. Nel caso che sia presente una frazione sabbiosa maggiore del 20% in peso sarà eseguita anche la distribuzione granulometrica per setacciatura.
- determinazione dei limiti di Atterberg, tutti i campioni
- determinazione del peso specifico assoluto dei grani,
- determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio in termini di tensioni efficaci mediante esecuzione di prove di taglio diretto del tipo consolidato-drenato

Torrente Sturla: sistemazione idraulica del tratto compreso fra via delle Casette e via Apparizione

Progetto Preliminare – Relazione geologica

- eventuale determinazione della resistenza al taglio in condizioni non drenate (a breve termine) mediante prove triassiali del tipo non consolidato-non drenato, nel caso si eseguiranno n. 4 prove su singoli provini.

Campioni di roccia

Per le prove sui campioni di roccia la normativa di riferimento è costituita dai metodi suggeriti dall' ISRM (Rock Characterization Testing and Monitoring)

Gli spezzoni di carote di roccia saranno sottoposti alle seguenti determinazioni:

- determinazione del peso specifico apparente,
- determinazione della resistenza a compressione di picco mediante prove di compressione monoassiale,. A seconda della qualità delle carote prelevate potranno essere eseguite prove di Point Load su spezzoni di carota. Ciascuna prova di Point Load consisterà nella rottura di due provini, uno con applicazione del carico puntiforme in direzione assiale ed uno con direzione diametrale.

Allegato A

Figure

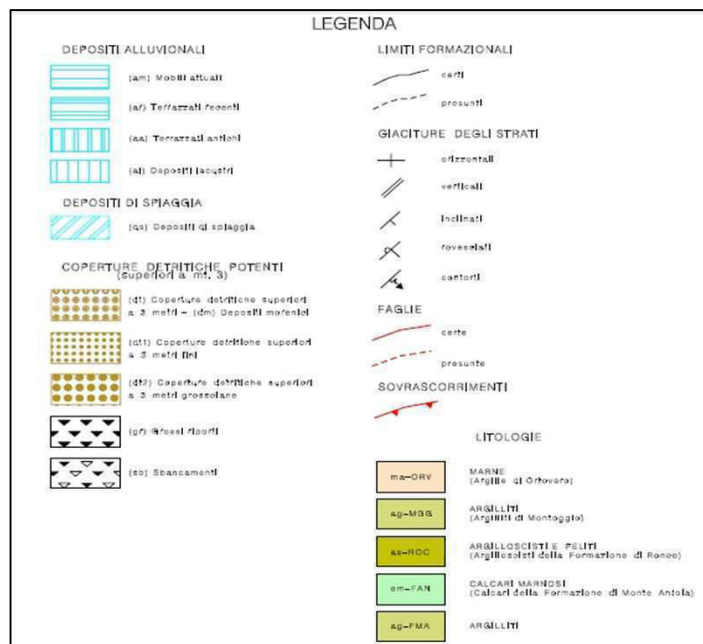
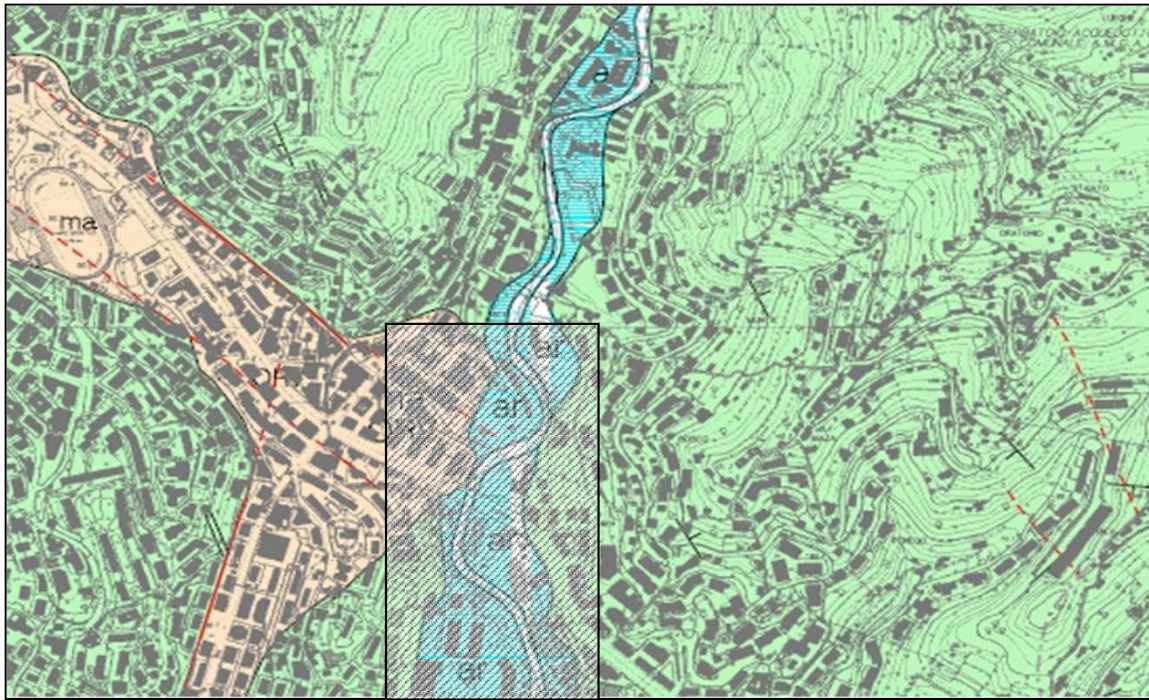


Figura 2
Carta geologica
 (stralcio da cartografia PdB Ambito 14)
 (Area di progetto evidenziata da tratteggio)

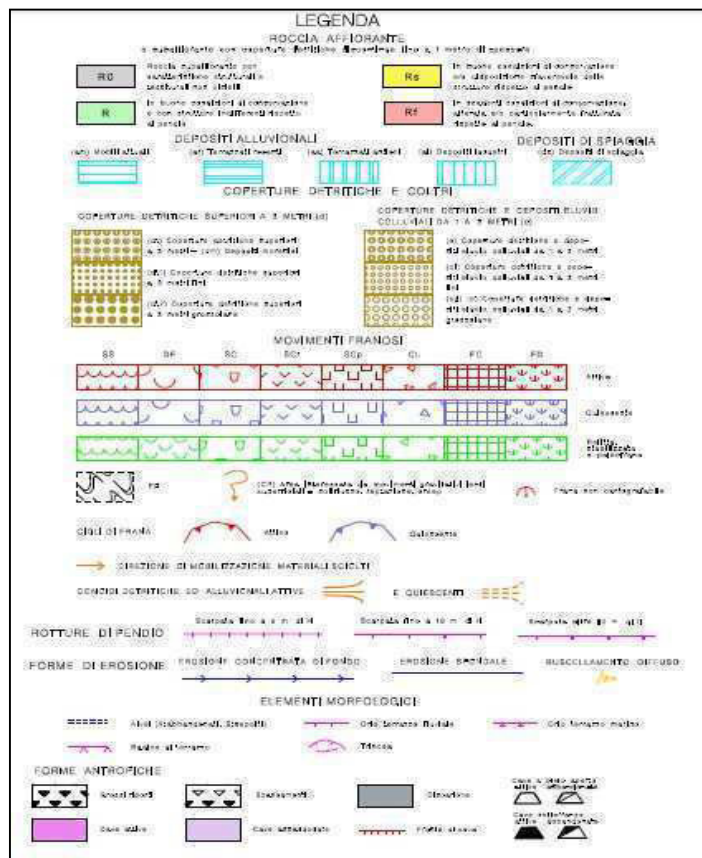
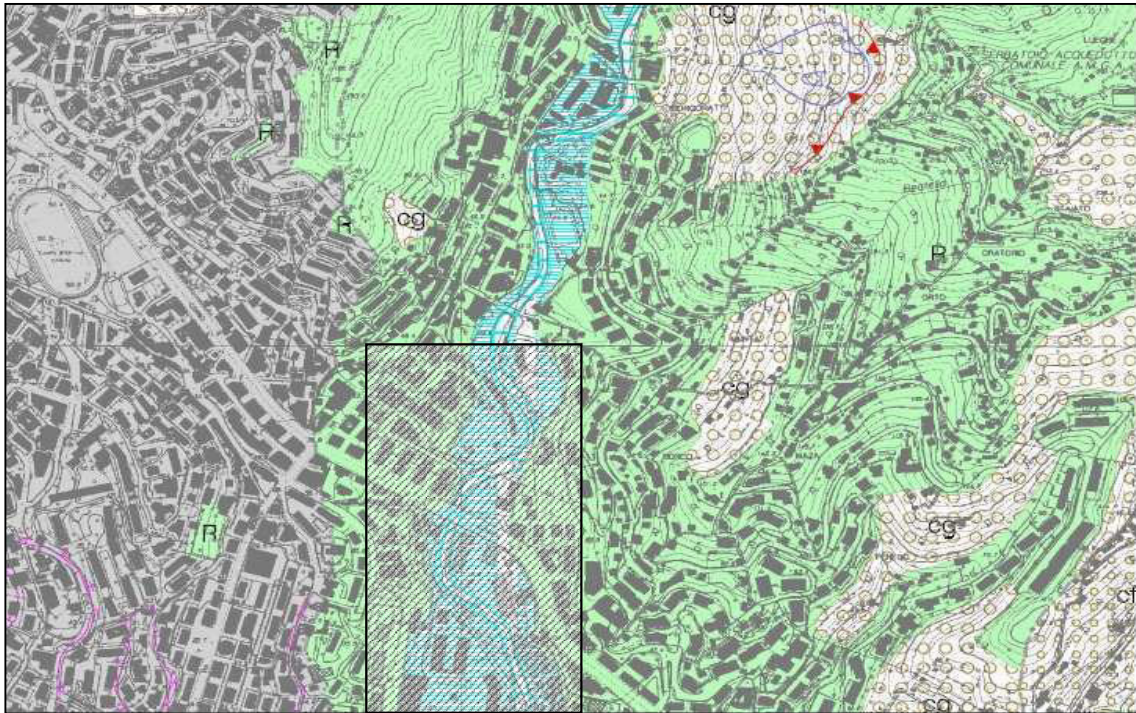


Figura 1
Carta geomorfologica
 (stralcio da cartografia PdB Ambito 14)
 (Area di progetto evidenziata da tratteggio)

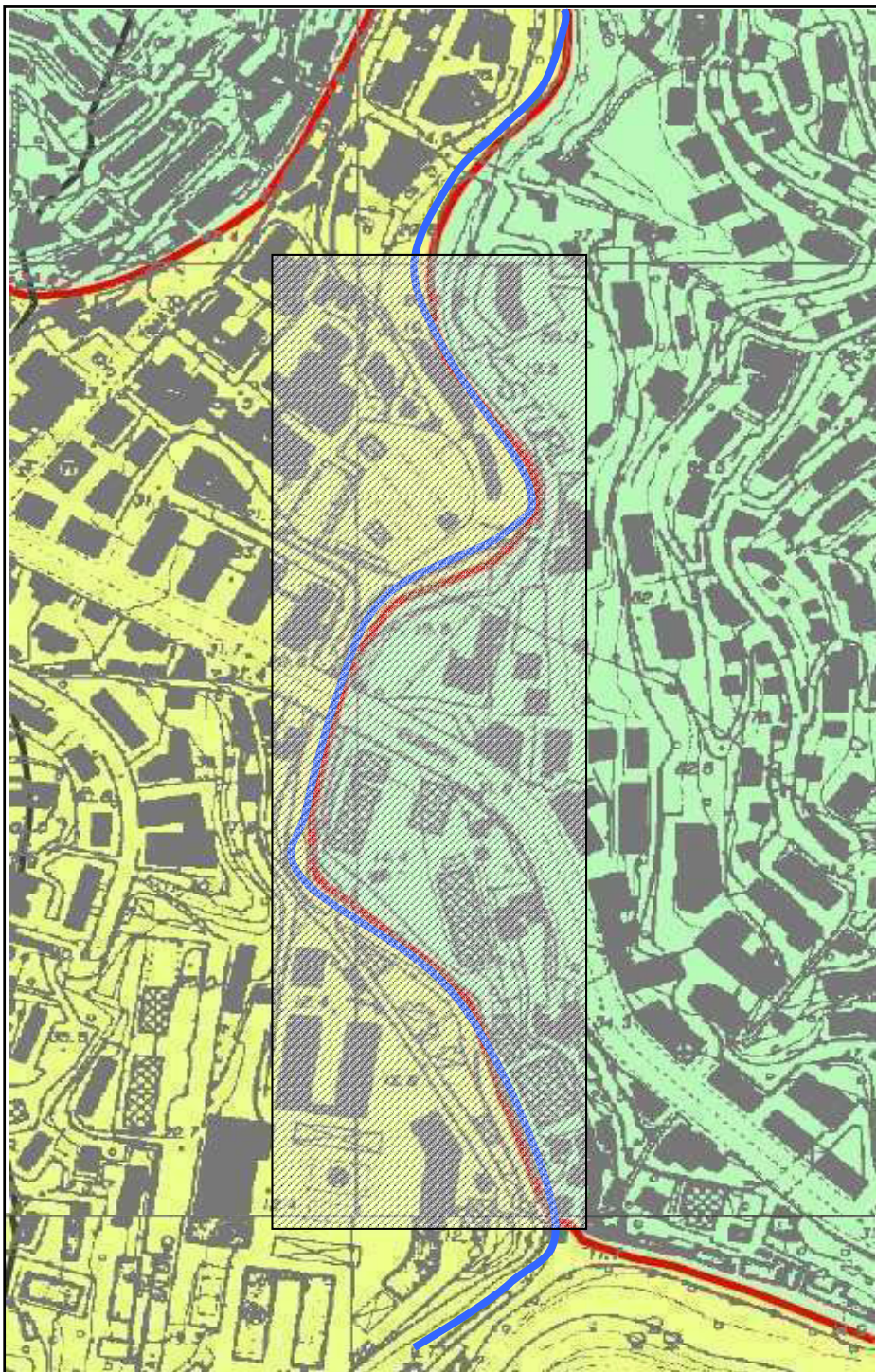
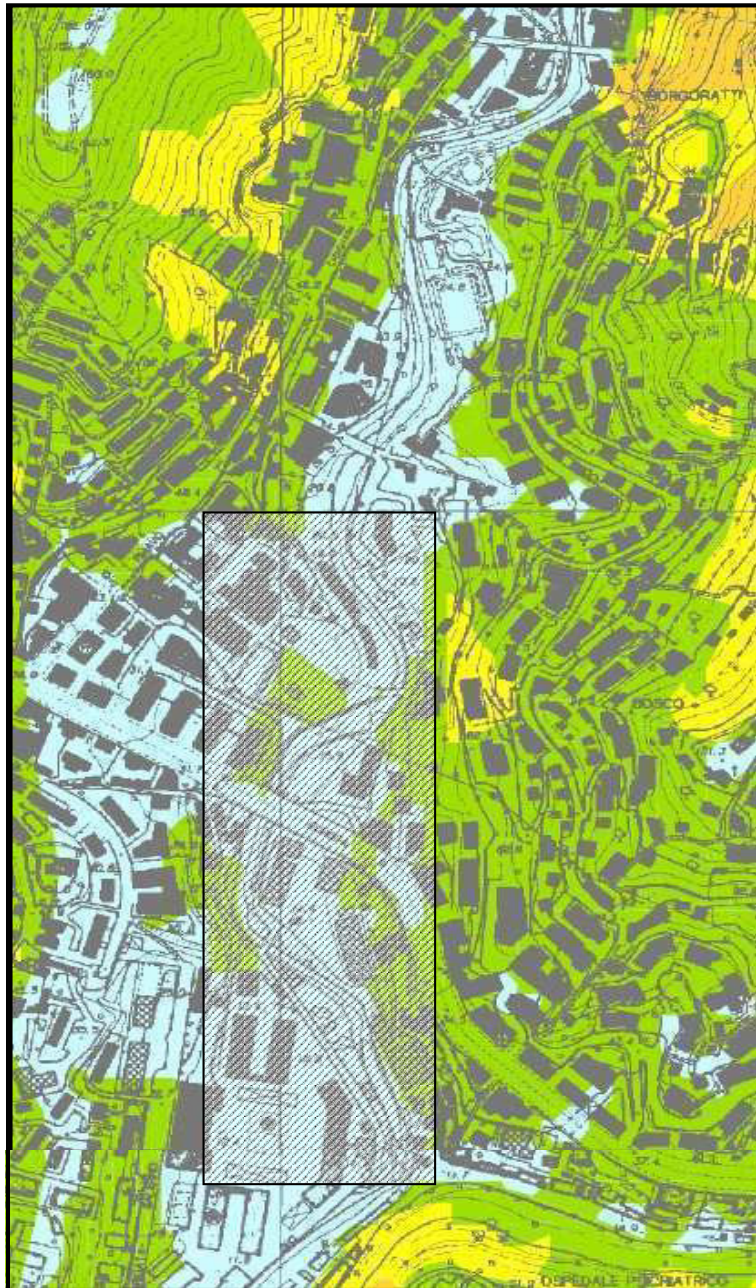


Figura 3 - Limiti del Vincolo Idrogeologico
(stralcio da cartografia PdB Ambito 14)
(Area di progetto evidenziata da tratteggio)




CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO		
	FRANA ATTIVA	Pg4
	FRANA QUIESCENTE	Pg3
	SUSCETTIVITA' ALTA	Pg3a
	SUSCETTIVITA' MEDIA	Pg2
	SUSCETTIVITA' BASSA	Pg1
	SUSCETTIVITA' MOLTO BASSA	Pg0

Figura 4
Carta della suscettività al dissesto
 (stralcio da cartografia PdB Ambito 14)
(Area di progetto evidenziata da tratteggio)

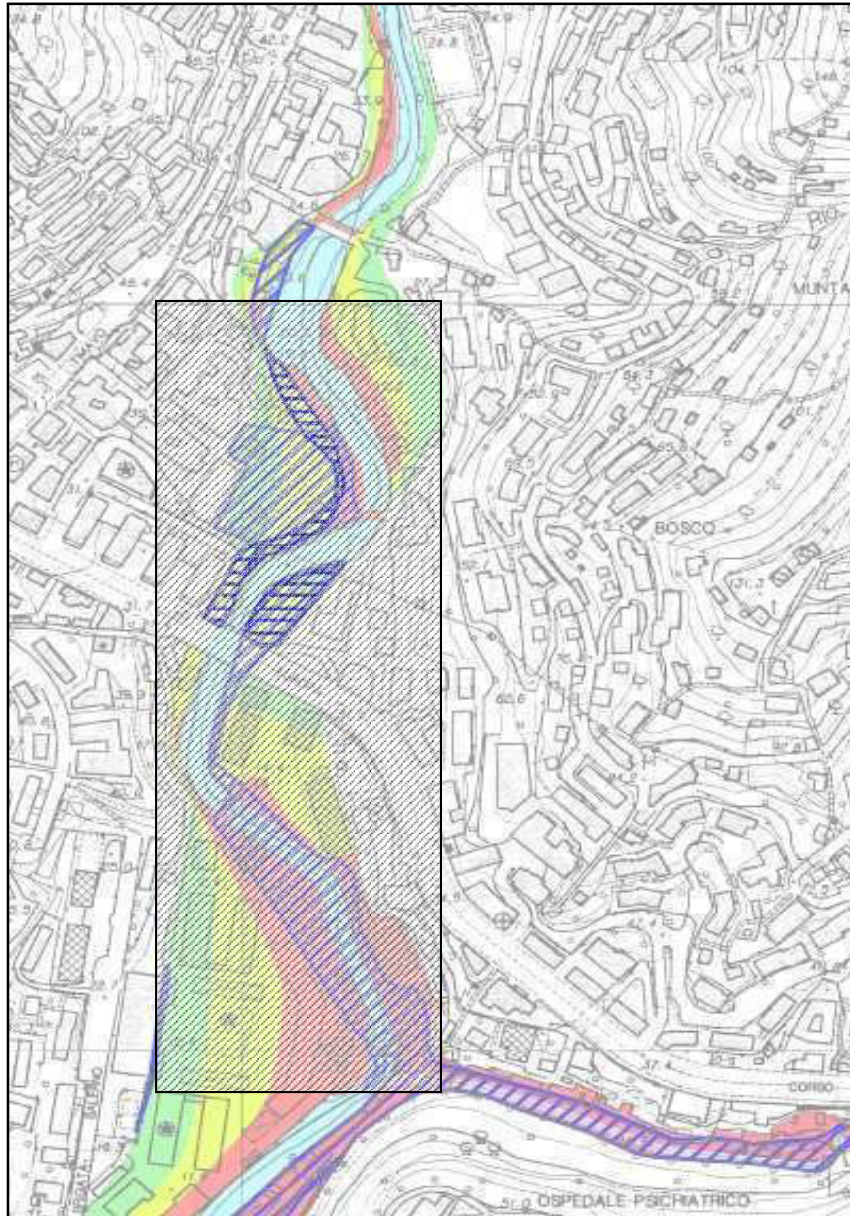
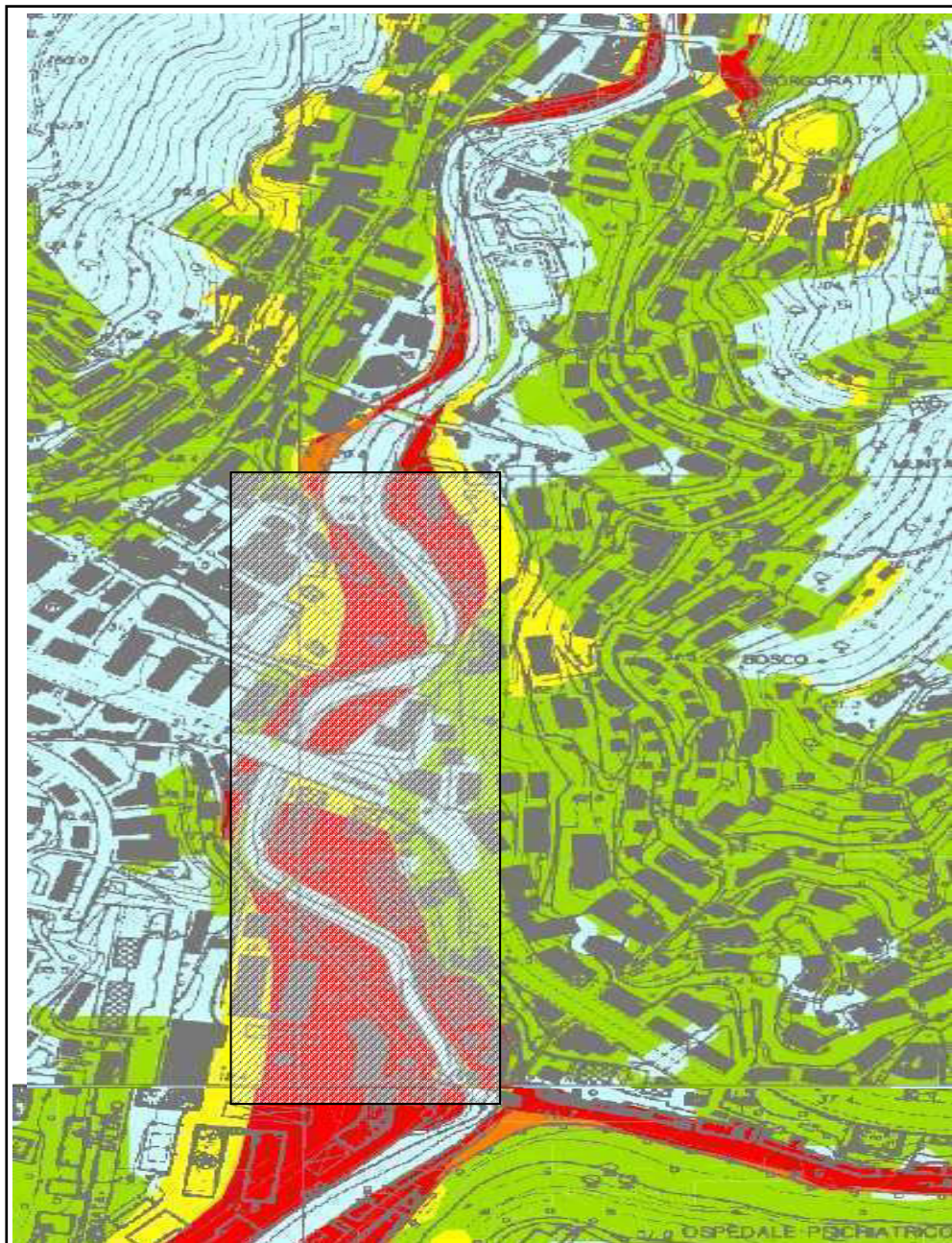


Figura 5
Carta delle aree inondabili
 (stralcio da cartografia PdB Ambito 14)
(Area di progetto evidenziata da tratteggio)



LEGENDA

CLASSI DI RISCHIO IDROGEOLOGICO

	RISCHIO MOLTO ELEVATO	R4
	RISCHIO ELEVATO	R3
	RISCHIO MEDIO	R2
	RISCHIO MODERATO	R1
	RISCHIO LIEVE O TRASCURABILE	R0

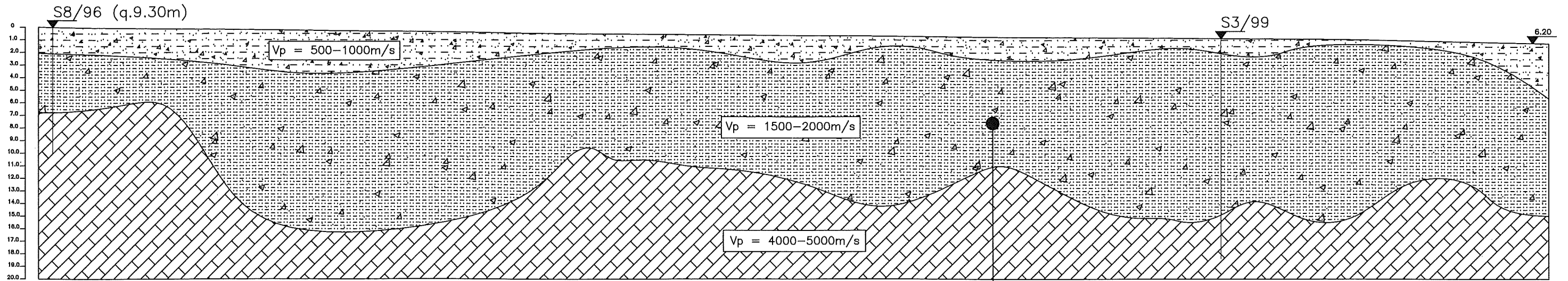
Figura 6
Carta del rischio idrogeologico
 (stralcio da cartografia PdB Ambito 14)
 (Area di progetto evidenziata da tratteggio)

Rev.	15/10/96	INSERIMENTO LINEE SEZIONI		Nota di revisione/revision notes
COMUNE DI GENOVA				
Diagn./draw		Scale	1:1000	Form. Commission/job
Contr./checked	A1	3	4	0
Appr./approved				
File vector: sru_geo.dwg	File raster:	File composite:	File config: sru_bw.plt	
ARGINATURA DEL TORRENTE STURIA				
DATA	15/10/96	OPERE IDRAULICHE E STRUTTURALI DI ADEGUAMENTO DELLA SEZIONE DI DEFUSSO DELLA PARTE INTERMEDIA DI VALLE DEL TORRENTE		
SCALA	1:1000	PROGETTO DEFINITIVO		
TAVOLA N. 10		OGGETTO DELL'INTERVENTO: SISTEMAZIONE IDRAULICA E VIABILITA'		
TTTOLO DELLA TAVOLA: UBICAZIONE INDAGINI GEONOSTICHE		CAMPAGNE 1996 - 1999		
PROGETTISTI: Gruppo di progettazione torrenze e zivi cittadini Coordinatore Prof. Ing. Marco Marchi Progettazione strutturale: Prof. Ing. Ludovico Masola, Prof. Ing. Riccardo Bossio, Dott. Ing. Paolo Costa Progettazione geotecnica: Dott. Ing. Fabrizio Pellì, Dott. Geol. Carlo Baracco				

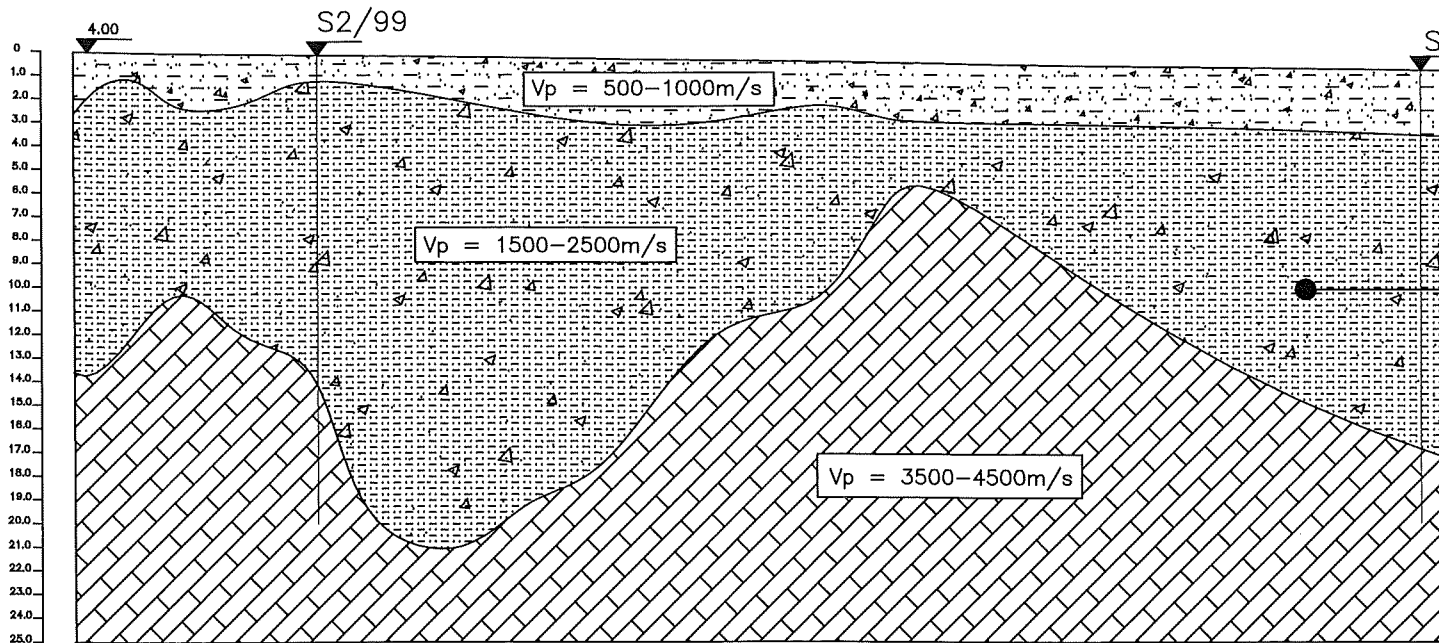
PS3 STESE DI GEOSIMICA ANNO 1999
 SONDAGGI GEONOSTICI ANNO 1999
 SONDAGGI GEONOSTICI ANNO 1996
 TRACCIA DI SEZIONE STRATIGRAFICA
 TRINCEE DI SCAVO PER INDAGINI E VERIFICHE SOTTOSERVIZI (DA ESEGUIRE)



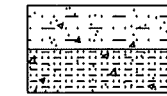
SEZIONE STRATIGRAFICA A-A'(99) - TRATTO COMPRESO TRA IL PONTE DI VIA DELLE CASETTE E L'EDIFICIO DELL'UNIVERSITA'



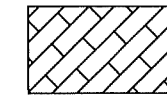
SEZIONE STRATIGRAFICA B-B'(99) - TRATTO COMPRESO TRA IL VIADOTTO FFSS ED IL PONTE DI VIA DEI MILLE



LEGENDA



Alluvioni recenti ed antiche - Quaternario
 Alternanze di ghiaie e sabbie argillose con strati, anche potenti, di argille plastiche, consistenti con poca ghiaia sottile. **NOTA** la distinzione in due livelli è basata sulla differenza di densità così come risulta dalle prospezioni che consentono di attribuire al terreno due valori di velocità V_p ben differenziati (riportati sulle sezioni).



Flysch di M.te Antola - Paleocene-Cretaceo
 Calcari marnosi sani o poco alterati, fratturati alternati a livelli argillitici ed argilloscistosi più alterati.

Caratteristiche geotecniche medie

peso vol. 18.9kN/m³ (17.01-20.44)
 Limite Liquido (terreni più ghiaiosi) 38% (33-41)
 Limite Liquido (terreni più argillosi) 53% (45-60)
 Indice Plastico (terreni più ghiaiosi) 17% (12-22)
 Indice Plastico (terreni più argillosi) 28% (20-39)
 Resistenza non drenata C_u 131kPa (53-184)
 Angolo di attrito efficace 24-28°
 Coesione efficace 17-23kPa

scale h = 1:500 ; v = 1:200

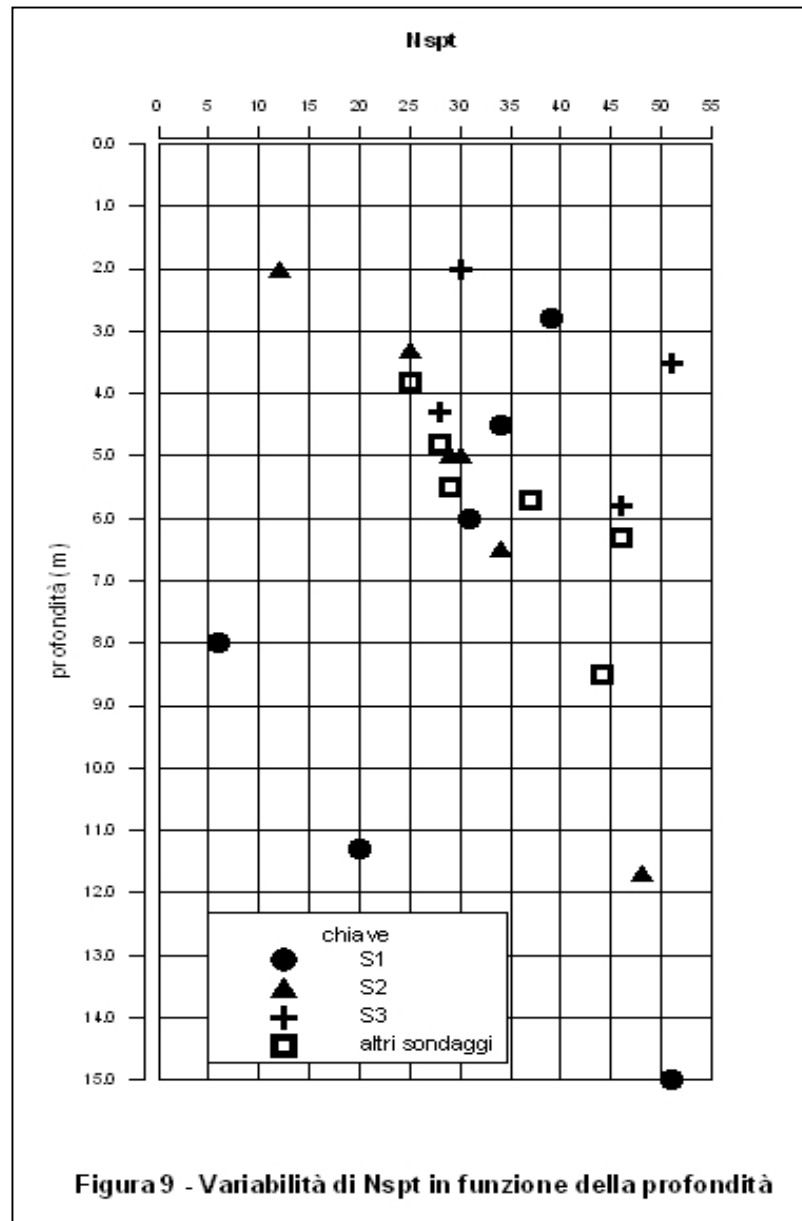


Figura9 - Variabilità di Nspt in funzione della profondità

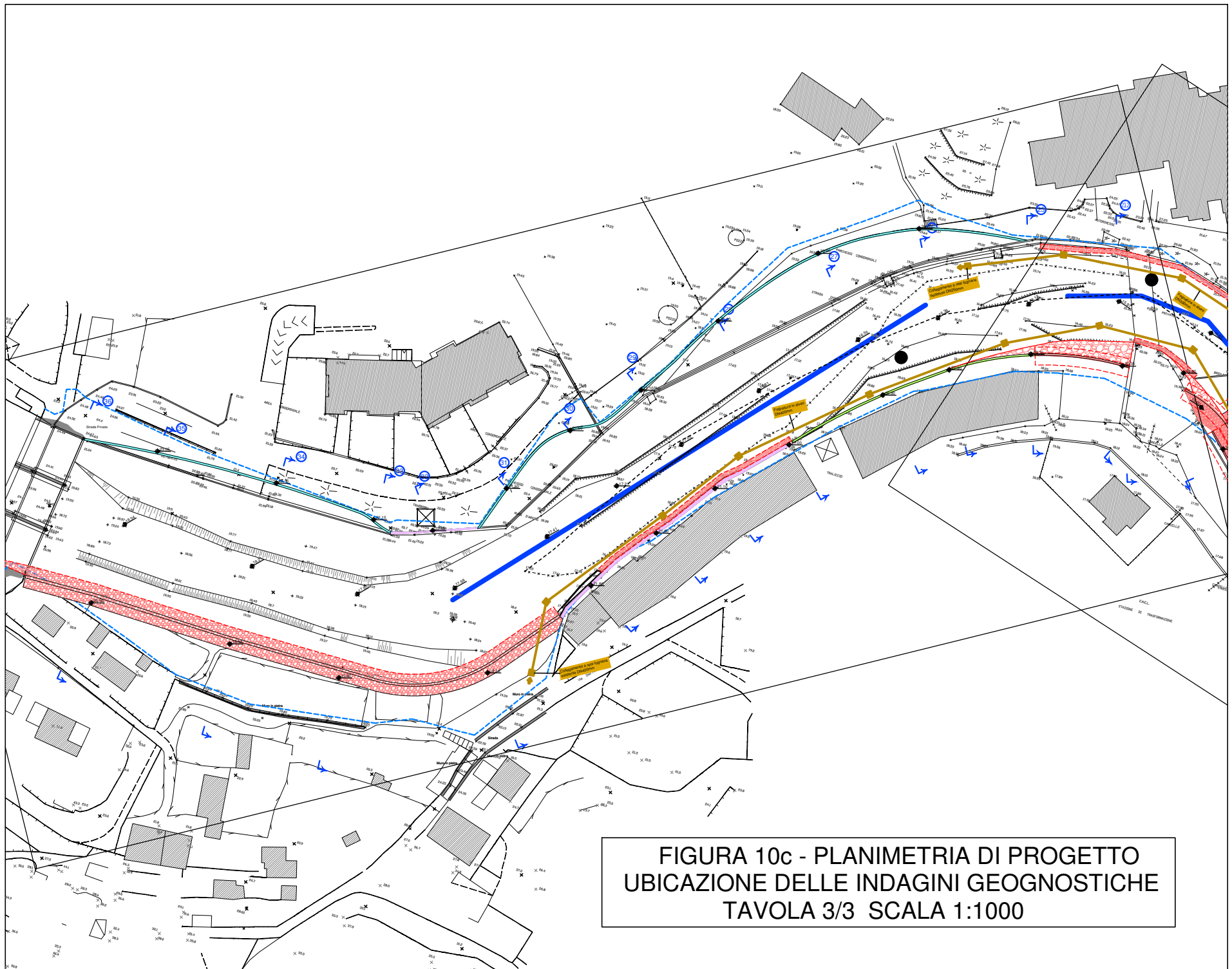
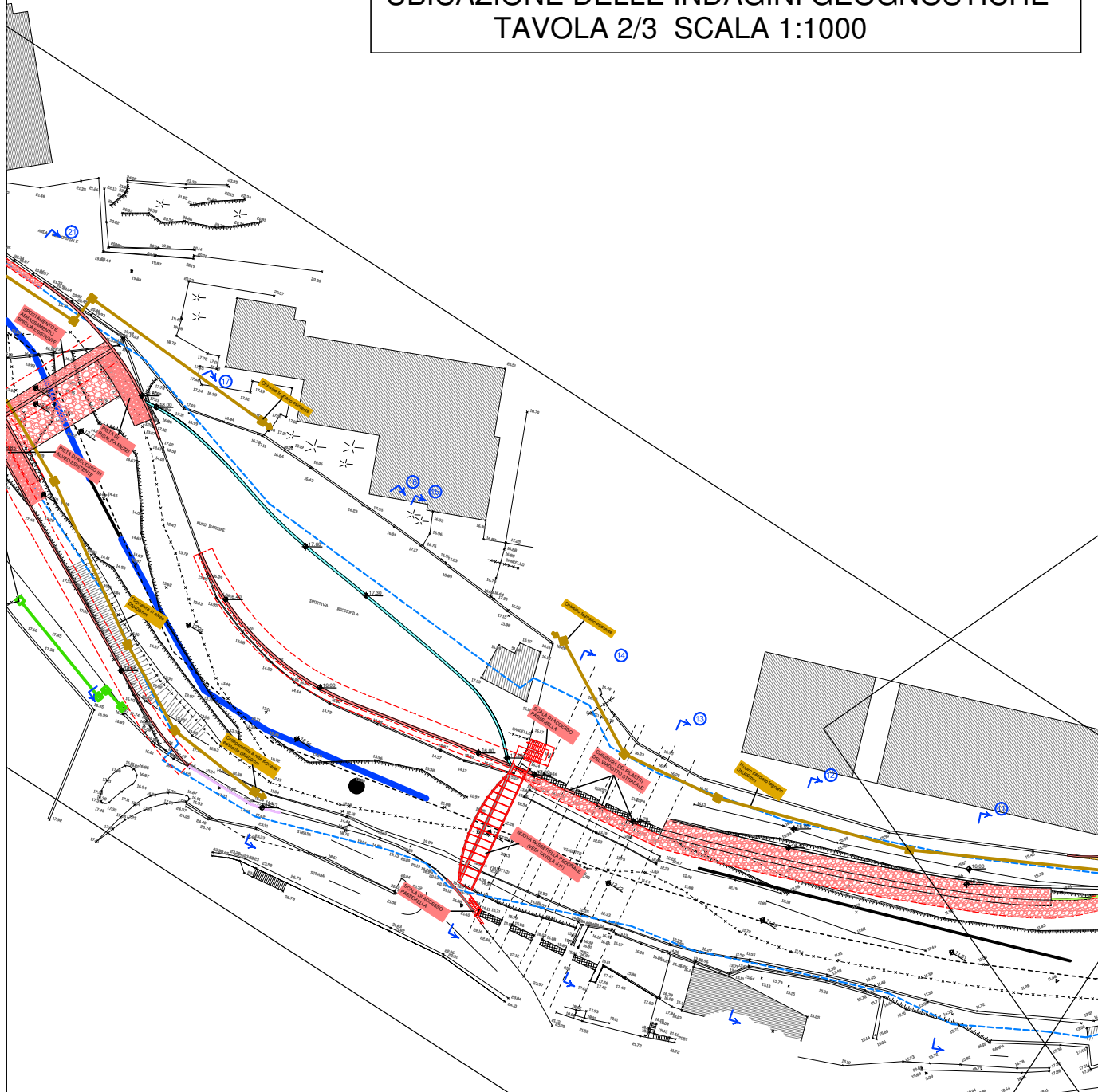


FIGURA 10c - PLANIMETRIA DI PROGETTO
UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE
TAVOLA 3/3 SCALA 1:1000

FIGURA 10b - PLANIMETRIA DI PROGETTO
UBICAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE
TAVOLA 2/3 SCALA 1:1000

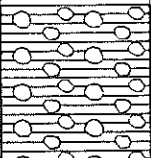
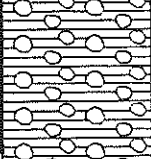
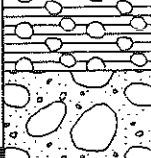
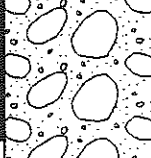
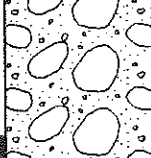
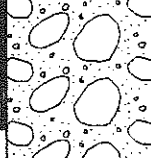
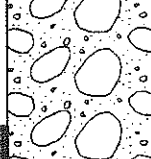
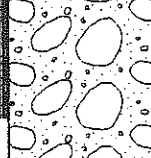
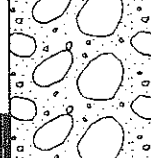
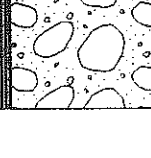




Allegato B

Stratigrafie dei Sondaggi

Sondaggio: S 1	Quota: p.c.
Committente: Comune di Genova	Perforatore:
Localita': Ge-Sturla	Cantiere:
Coordinate:	Data: 27.06.96

scala	stratigrafia	descrizione	campioni	carotaggio (%)				lqd (%)	falda (m)	nspt
				20	40	60	80			
1		terreni di riporto eterometrici. Sabbia con ghiaia e frammentazione di laterizi. Colore bruno rosato.								
2				2.1						
			C1							
			2.3							
3		depositi di ghiaie e ciottoli semilavorati poco addensati, bagnati, spesso in abbondante matrice limo sabbiosa poco plastica. Colore da grigio bruno a bruno. Trovanti di calcare marnoso di dimensioni decimetriche (c.m.) a 4.8-5.0 m, 8.1-8.2 m, 9.15-9.3 m.								
4				3.6						
			C2							
			3.8							
5										
6										
7			6.2							
			C3							
			6.4							
8										
9										
10			9.5							
			C4							
			9.7							

Sondaggio: S 3	Quota: p.c.
Committente: Comune di Genova	Perforatore:
Localita': Ge-Sturla	Cantiere:
Coordinate:	Data: 01.07.96

scala	stratigrafia	descrizione	campioni	carotaggio (%)				rgd (%)	falda (m)	nspt
				20	40	60	80			
1		terreni di riporto granulari asciutti.								
2		c.m. compatti sani poco fratturati con vene di calcite max 5 mm. Colore grigio. Tre sistemi di fratture: 1 incl. 60° (3 giunti per m), 2 incl. 0°-20° (2 giunti per m), 3 subparallela alla 1. Sup. di contatto scabre, pulite.								
3		c.m. di colore grigio. L'intersezione dei 3 sistemi di fratture genera una frammentazione diffusa nella roccia.							2.8	
4										
5										
6		c.m. alternati a livelli argillitici di consistenza lapidea con vene di calcite. Colore grigio scuro. Sistema di discontinuità suborizzontale dovuto a scistosità. Giunti lisci, ondulati.								
7		c.m. compatti sani fino a 6.70 m. Colore grigio. Da 6.70 m livello argillitico con marcata scistosità suborizzontale. Colore grigio scuro.	6.1 C11 6.6							

Sondaggio: S 4	Quota: p.c.
Committente: Comune di Genova	Perforatore:
Localita': Ge-Sturla	Cantiere:
Coordinate:	Data: 03.07.96

scala	stratigrafia	descrizione	campioni	carotaggio (%)			rgd (%)	falda (m)	nspt
				20	40	60			
1		terreni di riporto eterogeneo, eterometrico, composto da ghiaia e frammenti lapidei in matrice limo sabbios. Colore grigio bruno.							
2									
3		alluvioni ghiaiose in abbondante matrice sabbioso argillosa di bassa plasticità con ciottoli subarrotondati di dimensioni pluricentriche. Colore da grigio a bruno.						3.2	3.1
4								01-06-11	3.55
5									4.5
6								13-09-22	4.95
7			6.3						6
8		argilla limosa di media consistenza con numerosi ciottoli calcarei subarrotondati di dimensioni pluricentriche. Colore grigio. Da 7.5 m colore bruno.	C1 6.4						07-06-04
9			7.4						6.45
10			C2 7.6						
11		limo sabbioso poco consistente, colore grigio.	8.3						9
12			C3 8.4						04-04-04
13		argilla limosa media consistenza con alcuni ciottoli calcarei. Colore grigio bruno.	8.9						9.45
14			9.8						10.5
15		argilla limosa media consistenza con frammenti spigolosi di roccia alterata.	C5 10						03-04-06
16			11.4						10.95
17			C6 11.6						
18		frammenti alterati di c.m. in matrice limo argillosa mediamente plastica. Colore grigio. Da 14.0 m a 14.6 m argilla bruna consistente con lapidei di calcare marnoso di dimensioni pluricentriche. Fino a 12.6 m trovante di c.m. colore grigio.	14						
19			C7 14.2						
20		c.m. moderatamente alterati, molto fratturati. Colore grigio. Due sistemi di fratture: 1 incl. 40°-45° (6 per m), 2 suborizz. (5 per m).							

Le prove SPT a prof. 9.0 e 10.5 m sono state eseguite a punta aperta.

Sondaggio: S 6	Quota: p.c.
Committente: Comune di Genova	Perforatore:
Localita': Ge-Sturla	Cantiere:
Coordinate:	Data: 08.07.96

scala	stratigrafia	descrizione	campioni	carotaggio (%)				rqd (%)	falda (m)	nspt
				20	40	60	80			
1		terreno di riporto eterogeneo. Da 0.8 m ciottoli subarrotondati in matrice sabbiosa. Colore bruno.								
2		argilla sabbiosa di bassa plasticità, consistente. Colore bruno.	1.4							
			C1							
3		ghiaia e ciottoli in matrice limo sabbiosa. Ciottoli prevalentemente angolari di origine calcarea. Da 3.6 m matrice meno abbondante. Colore grigio bruno.	1.5							2.1
										02-05-07
4			3.1							2.55
			C2							
5			3.3							3.6
										13-11-15
6			6.5							5
			C3							14-23-19
7		limo sabbioso poco consistente, mediamente plastico. Colore grigio.	6.7							5.45
8		argilla limosa con sabbia con piccoli inclusi subarrotondati, media consistenza e plasticità. Colore bruno.	7.6							
			C11							
9			8.25							
			8.7							
10			C4							
			8.9							
11		frammenti spigolosi di c.m. eterometrici in matrice limo argilloso. Colore da grigio a grigio bruno.	9.7							
			C5							
12		c.m. legg. alterati fratturati. Colore grigio. Due sistemi di fratture: 1 suborizz. (7 per m), 2 subvert. (freq. non ril.). Giunti ondulati con patine di ossidazione rossastre. Da 13.0 m a 13.5 m c.m. molto fratturati.	12.1							
			C12							
13			12.3							

Sondaggio: s7	Quota: p.c.
Committente: Comune di Genova	Perforatore:
Localita': Ge-Sturla	Cantiere:
Coordinate:	Data: 10.07.96

scala	stratigrafia	descrizione	campioni	carotaggio (%)				falda (m)	nspt	
				20	40	60	80			20
1		terreno di riporto eterogeneo asciutto costituito da ciottoli e ghiaia in matrice sabbioso limosa. Clasti da subarrotondati a spigolosi, D max 85 mm. Colore grigio bruno.							1.6	
2									04-03-03	
3										2.05
4										3.5
5		ghiaia sabbiosa in matrice limosa. Clasti subangolari eterogenei. D max 50 mm. Colore bruno. Da 5.3 m aumenta la frazione fine. Da 7.5 a 8.0 m colore grigio con scarsita' di frazione fine.							05-05-03	
6									3.95	
7			6.1						4.5	
8			C1						13-24-26	
9			6.4					6.3	5.45	
10										
11									7.5	
12									Rif.	
13		ghiaia e sabbiosa e ciottoli in matrice limosa. Da 10.7 m aumenta la frazione fine. Clasti eterogenei, subangolari. Colore bruno. Probabili trovanti a 9.5 e 10 m.							7.55	
14										
15										10.5
16									Rif.	
17		frammenti spigolosi di c.m. spigolosi, eterometrici in matrice sabbioso limosa. Colore grigio.							10.57	
18										
19										12.5
20									43-Rif.	
21		c.m. sano lapideo grigio. Due principali sistemi di fratture: 1 incl. 45° (5 giunti per m), giunti lisci ondulati con patine di alterazione giallastre, 2 subverticale (freq. non vis.), giunti chiusi da calcite.							12.7	
22										
23										
24										
25		frammenti di c.m. molto fratturato ed alterato con forte componente argillitica (scistosa). Colore grigio scuro. Da 16.0 m c.m. come sopra grigio lapideo fratturato.	11.5							
26			C2							
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
65										
66										
67										
68										
69										
70										
71										
72										
73										
74										
75										
76										
77										
78										
79										
80										
81										
82										
83										
84										
85										
86										
87										
88										
89										
90										
91										
92										
93										
94										
95										
96										
97										
98										
99										
100										

Allegato C

Tabelle riassuntive dei risultati delle prove di laboratorio

