G. E. T.

REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI GENOVA
COMUNE DI GENOVA

Committente

ITEC ENGENEERING

RAPPORTO GEOLOGICO TECNICO

A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEL T.STURLA NEL TRATTO VIA DEI LUOGHI SANTI - PONTE ROMANO

COMUNE DI GENOVA

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

Genova, 10 Giugno 2015 **Dott. Geol. Cristiano Pastore**

SOMMARIO

PREMESSA **3**

GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA DEL SITO **4**

GEOMORFOLOGIA 4
GEOLOGIA 4
IDROGEOLOGIA 5

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E GEOTECNICHE **7**

SONDAGGI 7
INDAGINI CON METODI GEOFISICI 7
GEOTECNICA 7

MODELLO GEOLOGICO – STRATIGRAFICO **8**

TERRENI DI RIEMPIMENTO 8
COLTRE DETRITICA ELUVIO-COLLUVIALE 8
CALCARI MARNOSI ALTERATI 8
CALCARI MARNOSI 8

RISULTATI DELLE PROVE GEOTECNICHE **9**

TERRENI DI RIPORTO 9
TERRENI DELLA COLTRE DETRITICA 9
RESISTENZA A TAGLIO IN CONDIZIONI DRENATE 10
CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ 11
SUBSTRATO ROCCIOSO 12

MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO **13**

INDAGINE GEOFISICA CON METODO MASW 2D **14**

INTERPRETAZIONE E RISULTATI 15

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO **16**

CONCLUSIONI **18**

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

Allegato1

Fotografia Aerea dell'area d'indagine

Ubicazione dell'area d'indagine (Scala 1:4.000)

Carta Geologica dell'area d'indagine (Scala 10.000)

Planimetria indagini geognostiche e geofisiche (Scala 1:10.000)

Carta Zonizzazione Sismica (Scala 1:20.000)

Allegato 2

Documentazione fotografica e Stratigrafia del sondaggio S7

Allegato 3

Sezione Sismica MASW 2D

Allegato 4

Certificati delle prove geotecniche di laboratorio

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

PREMESSA

G.E.T. Srl è stata incaricata da ITEC ENGENEERING della redazione del rapporto geologico-tecnico relativo alla progettazione definitiva della messa in sicurezza del Torrente Sturla nel tratto tra Via dei Luoghi Santi e il Viadotto di Corso Europa.

Il presente rapporto è conforme alle seguenti normative:

- D.M. Infrastrutture 14 Gennaio 2008 e Circ. Min. Infrastr.e Trasp. 2 febbraio 2009 n° 617.
- "Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni" Circolare 2 febbraio 2008 del Consiglio Superiore LL.PP.

Gli interventi in progetto prevedono la realizzazione di una passerella pedonale individuata immediatamente a monte del viadotto stradale di Corso Europa, la risagomatura della sezione idraulica con sistemazione delle sponde e riprofilatura degli argini.

L'area di progetto è individuata sulla Foto aerea (Fig.1) e sulla Ubicazione Progetto (Fig.2) allegate.

La zona d'indagine si localizza in un tratto del Torrente Sturla pianeggiante con una sezione idraulica uniforme e priva di ostacoli.

L'indagine geologica è volta a caratterizzare i terreni su cui impostare la fondazione delle spalle della passerella di attraversamento pedonale e conoscere l'andamento del substrato roccioso nel alveo torrentizio per ottimizzare gli interventi di risagomatura e riprofilatura in progetto.

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA DEL SITO

Di seguito illustreremo il contesto geomorfologico, geologico e idrogeologico in cui si sviluppano gli interventi:

Geomorfologia

L'area dell'intervento si colloca in un ambito di valle torrentizia completamente urbanizzata dove pertanto le tracce della morfologia originale risultano completamente obliterate dagli edifici e dalla rete viaria. I pendi a minor acclività, la parte bassa dei versanti ed i fondo valle sono in genere interessate dalla presenza di coltri detritiche di copertura di natura eluvio colluviale dello spessore di alcuni metri.

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.

Geologia

Il corso del T.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.

Dal punto di vista generale il litotipo dominante della valle del T.Sturla è costituito da calcari marnosi appartenenti alla Formazione del Flysch di Monte Antola, ascrivibile cronologicamente al Cretaceo Superiore. Tale Formazione caratterizza tutto il levante genovese.

L'Unità è costituita da alternanze di calcari e calcari marnosi di colore variabile dal grigio scuro al grigio chiaro, in strati e banchi di spessore molto vario (fino a 8 – 10 m), di solito a base calcarenitica.

Sono spesso presenti argilliti grigio scure ad accentuata fissilità ed arenarie straterellate; si intercalano marne, marne calcare, marne argilloso –siltose di tipo ardesiaco talora grigio-azzurre, in banchi di potenza sino a 10 – 15 metri.

In generale la competenza della roccia è funzione dalla 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 rigidezza e quindi rispondono agli eventi deformativi in modo più plastico.

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

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.

Risalendo il corso dello Sturla fino all'altezza di C.so 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.

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.

L'assetto geolitologico sopra descritto è raffigurato nell'allegato stralcio alla scala 1:10.000 della carta geologica del territorio del Comune di Genova (Fig.3).

Idrogeologia

L'area di progetto è interessata dalla sequenza flyschoide di M.te Antola dove la litologia predominante è rappresentata da calcari e calcari marnosi. Questi sono permeabili per fessurazione e mostrano, talvolta, un blando carsismo, in considerazione della variabilità litologica presente nell'ambito delle formazione la permeabilità dell'ammasso può essere condizionata, in modo significativo dalla presenza, in particolare, degli interstrati argillitici che costituiscono delle soglie a minor permabilità. Un secondo fattore che può contribuire a ridurre la permeabilità dell'ammasso è l'intasamento della fratture per la presenza di materiale minuto, talvolta plastico. All'ammasso roccioso del flysch può essere attribuita una permeabilità media ,isotropa, dell'ordine di $5*10E^{-7}$ m/s (Ottonello, 1999).

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

I materiali argillitici che formano la base dei calcari costituiscono delle soglie impermeabili, così come le argille di Ortovero presenti, in aree addiacenti la zona d'intervento. La presenza di queste soglie di permeabilità a contatto dei calcari provoca, in alcuni casi zone, di emergenza idrica.

I depositi alluvionali sono presenti limitatamente nel tratto finale dell'asta torrentizia con spessori crescenti tra circa 2 m e 10 m. La permeabilità media dei deposti alluvionali è dell'ordine di $2\text{-}4*E^{-3}$ m/s.

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOFISICHE E GEOTECNICHE

Per la progettazione definitiva nel tratto tra Via dei Luoghi Santi e il Viadotto di Corso Europa è stata eseguita nel maggio 2016 una campagna di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche finalizzata alla caratterizzazione lito – stratigrafica e geotecnica del sito Le indagini geognostiche sono consistite in:

- sondaggi meccanici a carotaggio continui
- profili geosimici a rifrazione
- prove geotecniche di laboratorio

La posizione delle indagini è stata localizzata in Via Dell'Arena immediatamente a monte del viadotto stradale di Corso Europa (Fig.4).

Sondaggi

E' stato eseguito 1 sondaggio meccanico ad asse verticale (S7) e carotaggio continuo del diametro di 101mm, utilizzando sia un carotiere semplice con utensile di vidia e un carotiere doppio T6 con corona diamantata spinto fino alla profondità di 15 m. Nel corso delle perforazioni sono state eseguite prove di penetrazione dinamica SPT (Standard Penetration Test) e prelevati campioni di terreno e di roccia da sottoporre ad analisi di laboratorio.

Indagini con metodi geofisici

E' stato effettuato 1 profilo geosismico con il metodo della rifrazione e MASW 2D (Multichannel Analysis Surface Waves) per il calcolo del profilo verticale della velocità delle onde di taglio Vs. Lo stendimento, denominato **AB** è stato disposto lungo Via dell'Arena, esteso per circa 115m, con penetrazione delle onde di compressione P comprese tra 30m.

Geotecnica

I campioni prelevati principalmente rimaneggiati, a causa della granulometria del terreno, e carote di roccia per eseguire prove geotecniche e geomeccaniche di laboratorio.

I tipi ed il numero di prove eseguite è riassunto nella tabella inserite nel **Allegato 3** insieme ai certificati del laboratorio.

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

MODELLO GEOLOGICO – STRATIGRAFICO

L'analisi e la correlazione delle informazioni stratigrafiche tratte dal terreno e dalla roccia estratti durante i sondaggi e dai risultati dell'indagine geofisica hanno permesso di ricostruire un modello lito – stratigrafico sufficientemente accurato del sottosuolo del sito di progetto.

La sequenza stratigrafico tipica è costituita, dall'alto verso il basso da:

Terreni di Riempimento

Strato superficiale di spessore circa 3.00 m costituito da materiali granulari ghiaioso-sabbiosi con frazione fine prevalentemente argillosa, mediamente addensato, colore bruno. Verso i 3.50 per 1 m circa è stato rilevato un manufatto in cemento che molto probabilmente risulta essere un vecchio muro d'argine del Torrente Sturla.

Coltre Detritica Eluvio-Colluviale

Strato di spessore 3.00 m circa compreso tra 4.30m e 7.50m costituito da ghiaie e sabbie argillose, di colore bruno, poco addensate con matrice fine mediamente plastica e consistente.

Calcari Marnosi Alterati

Strato di transizione tra coltre e substrato roccioso (calcareo marnoso), costituito da roccia fratturata di colore grigio scuro disarticolata prevalentemente lungo i piani di fratturazione (35°- 40°). Questo strato si estende tra 7.50-8.00m.

Calcari Marnosi

Calcari marnosi di colore grigio scuro. Si alternano bancate di roccia più massiva e compatta (8.00-12.00m) ad altre a prevalente componente argillitica più fratturate e alterate. La discontinuità principale è costituita dalla scistosità che presenta una inclinazione di 35°- 40° che condiziona fortemente i valori di RQD.

La stratigrafica del sondaggio, inserita nel **Allegato 2**, illustra quanto sopra descritto.

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

RISULTATI DELLE PROVE GEOTECNICHE

Si illustrano nel seguito i risultati delle prove geotecniche condotte in laboratorio sui campioni rimaneggiati e indisturbati dei terreni di copertura, e sugli spezzoni di carote del substrato calcare marnoso.

Terreni di riporto

E'stato prelevato un campione rimaneggiato nel livello costituito dai terreni di riporto tra 1.30-1.50 m sul quale sono stati determinati analisi granulometrica e limiti di plasticità.

Questi terreni risultano essere costituiti da materiali etereogenei ghiaioso sabbioso a matrice argillosa classificati secondo USCS come **GC** ghiaie argillose con sabbia.

Terreni della coltre detritica

Sono stati analizzati 5 campioni coltre terrigena, 4 rimaneggiati e 1 indisturbato, dei quali sono state determinate le caratteristiche fisiche, granulometriche e di plasticità e definita la classificazione secondo il sistema USCS (Unified Soils Classification System), i risultati sono poi sintetizzati nella Tabella Riassuntiva nell'Allegato 3.

Massa volumica

E' stato possibile calcolare la massa volumica soltanto su 3 campioni, i valori rientrano nell'intervallo 20-23 kN/m^3 circa.

Distribuzione granulometrica

La distribuzione granulometrica è stata determinata per tutti i campioni, le percentuali in peso delle singole frazioni (ghiaia – sabbia – limo + argilla).

Tali analisi hanno evidenziato come la coltre terrigena sia costituita in da terreni granulari eterogenei in prevalenza ghiaiosi e subordinatamente sabbiosi in matrice fine argillosa.

Non sembra esserci alcuna netta zonazione granulometrica anche se i materiali più fini sono più superficiali, nel complesso, predominano i geo-materiali caratterizzati da uno scheletro prevalentemente ghiaioso.

Plasticità

La frazione fine, sebbene presente in percentuale molto simili rispetto alla frazione sabbiosa conferisce alla matrice un grado di plasticità medio-basso.

Su tutti i campioni è stato possibile determinare i limiti di consistenza, i valori ottenuti sono i seguenti:

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

Limite liquido (LL) compreso tra	35 e 38%	valore medio 37
Limite plastico (LP) compreso tra	20 e 24 %	valore medio 22
Indice di plasticità (IP) compreso tra	14 e 17	valore medio 15

Classificazione dei terreni

Dalla combinazione tra distribuzione granulometrica e grado di plasticità deriva la distribuzione dei tipi di terreni presenti nella coltre detritica che risulta essere prevalente ghiaioso-argillosa a bassa plasticità (**GC**) con livello di sabbie argillose di bassa plasticità(**SC**) più superficiale.

Resistenza a taglio in condizioni drenate

I parametri di resistenza a taglio in condizioni drenate, quindi in termini di tensioni efficaci sono l'angolo di attrito effettivo ϕ' e la coesione effettiva c', per la tipologia di terreni investigati, si sono ricavati con prove di taglio diretto "lente" tipo CD, nel nostro caso se stato possibile eseguire tale prova sul campione S1 Ci1.

La prova ha fornito valore di angolo di 30.8° valore compatibile con la plasticità di questi terreni.

Sulla stessa prova è stato inoltre calcolato il valore di coesione effettiva di 14.1 kPa.

Oltre alla prova di taglio diretto, valori dell'angolo di taglio su terreni granulari possono essere ricavati dai risultati di prove SPT in foro. Nel corso del sondaggio sono state eseguite 5 prove SPT con un intervallo di 1.50 m fino alla profondità di 7.50 m.

Nel nostro caso però i terreni esaminati presentano uno scheletro grossolano che altera in modo sostanziale l'attendibilità della prova. Questi valori di incerta validità non saranno utilizzati per la stima dei parametri geotecnici del terreno.

Anche per conoscere la densità relativa D_R sono utilizzabili i dati ricavabili dai test SPT, ove è stato possibile la D_R è stata ricavata attraverso la formula che segue:

$$D_R = \sqrt{N_{1(60)} * C_p} * 100$$

Dove Cp è un fattore correttivo della granulometria del terreno e dipende da D50

Si è riscontrato che la maggior parte dei terreni granulari risultano mediamente densi (D_R 50-60%) o densi (D_R 60-80%).

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

Caratteristiche di deformabilità

Il valore del Modulo di Elasticità E dei terreni esaminati è stimato in base ai risultati delle prove SPT.

Tra le numerose correlazioni empiriche tra Nspt ed E suggerite in letteratura, che spesso forniscono valori in disaccordo, si sono utilizzate le due equazioni di seguito richiamate al fine di consentire una stima media del valore da attribuire ad E.

Il Manuale EPRI (1990) suggerisce di utilizzare per ghiaie e sabbie normal consolidate, l'espressione:

$$E/100 = 5*N_{1(60)}$$

Infine Bowles (1996) consiglia di utilizzare, per sabbie ghiaiose con fine sopra falda, l'equazione:

$$E_s = 1200*[N_{1(60)} + 6]$$

Mentre per Nspt >15 la relazione suggerita è:

$$Es = 1200*[N_{1(60)} + 6]+2000$$

Modulo di reazione orizzontale

Si considera che il Modulo di reazione orizzontale $\mathbf{k_h}$ cresca linearmente con la profondità secondo la legge:

$$k_h = n_h*z/d$$

dove:

$\mathbf{n_h}$ è un coefficiente che dipende dalla densità del terreno e che per ghiaie sabbiose mediamente dense sotto falda vale 4000kN/m3, sopra falda 6000 4000kN/m3 (CGS, 1992).

z è la profondità, in m, alla quale si desidera calcolare il valore di k_h,

d è il diametro del palo, in m.

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

Substrato roccioso

Come specificato nel paragrafi precedenti, il substrato roccioso costituito da calcari marnosi si presenta generalmente massivo lapideo debolmente fratturato prevalentemente lungo i giunti di strato che presentano morfologia planare con inclinazione dell'ordine di 45°-50°.

La discreta qualità dell'ammasso roccioso è testimoniata da valori di RQD generalmente maggiori di 80% che diminuiscono in presenza di livelli più argillitici.

Alcuni spezzoni di carote di dimensioni adeguate sono stati utilizzati per eseguire 2 prove di compressione non confinata per determinare la resistenza della roccia "integra" e la massa volumica. Le prove hanno fornito valori di C_o compresi tra 16MPa 27MPa, valore medio 22 MPa. La massa volumica media è 2570 kg/m^3.

Tali valori confermano l'attribuzione alla Classe III della classificazione geomeccanica RMR di Bieniawski (Z.T. Bieniawski, 1989) con un rating complessivo presumibile 60-40 dell'ammasso roccioso presente nell'area d'intervento, già ampiamente classificato nei precedenti studi della zona d'indagine in accordo con la qualità media che si riscontra in Liguria nelle porzioni più superficiali od esposte di un flysch tettonicamente disturbato.

In conseguenza della descrizione geologica della struttura dell'ammasso roccioso è possibile stimare il valore, o, più correttamente, un intervallo di valori, di Geological Strength Index (GSI, Hoek, 1995). In questo caso il valore di GSI risulta compreso tra 40 e 50.

E' noto che le proprietà di resistenza a compressione e deformabilità di ammassi rocciosi costituiti da rocce di qualità scadente e/o flyschoidi possono essere stimate con sufficiente approssimazione attraverso il GSI utilizzando il criterio modificato di Hoek – Brown (Hoek, 1995 – Hoek, Kaiser & Bawden, 1995 – Hoek, Marinos & Benissi, 1998 – Hoek & Marinos, 2001 – Hoek, Carranza Torres & Corkum, 2002). Questo tipo di valutazioni portano ad attribuire all'ammasso roccioso in questione una resistenza a compressione Co compresa tra 20 e 25 MPa.

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

MODELLO GEOTECNICO DI PROGETTO

In base a quanto illustrato nei paragrafi precedenti è infine possibile stabilire i parametri di resistenza e deformabilità che rappresentano il modello geotecnico e geomeccanico da utilizzare per le analisi e la progettazione geotecnica dell'opera.

Terreni di riporto e Coltre detritica eluvio-colluviale

- Peso di volume unitario 20-23 kN/m^3
- Angolo di attrito effettivo' 30.5°
- Coesione effettiva c' 14 kPa
- Modulo di Elasticità E 90MPa
- Modulo di reazione orizzontale k_h 6000*z/d

Substrato roccioso (Calcari Marnosi-Formazione dell'Antola)

- Peso di volume unitario 25.70(kN/m^3)
- Resistenza a compressione dell'ammasso roccioso scm 22 (MPa)

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

INDAGINE GEOFISICA CON METODO MASW 2D

Le misure tipo M.A.S.W. sono utili per la definizione della categoria sismica dei terreni in ottemperanza alle nuove N.T.C. - D.M.14 gennaio 2008 integrato con la circ. 02/02/09 N° 617 C.S. LL.PP.

Il metodo M.A.S.W. è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio VS, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.
Il metodo di indagine M.A.S.W. utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5-10Hz e 70-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa tra i 30m ed i 50m, in funzione della rigidezza del suolo e delle caratteristiche della sorgente e presenta una maggiore affidabilità per profondità di circa 20m.

Il risultato finale del processo di elaborazione è il profilo verticale delle velocità delle onde S. (Si veda **Allegato 3**).

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

Interpretazione e risultati

La topografia della superficie del tratto investigato è pianeggiante in quanto lo stendimento è stato posizionato nel tratto al termine della discesa di Via delle Casette e Via dell'Arena con orientamento SW-NE per una lunghezza di 112 m costeggiando la sponda destra del Torrente Sturla (si veda documentazione fotografica Allegato 3).

Dall'interpretazione dei dati si possono evidenziare 3 rifrattori principali:

- uno posto alla profondità variabile di 7.5-11.0 m che separa il sismogramma superficiale caratterizzato da valori di V_S compresi tra 350 e 500 m/s interpretabile come terreni di riporto e/o copertura detritica;
- un secondo posto ad una profondità tra 14.0-22.0 m caratterizzato da V_S tra 600-1000 m/s riconducibile al bedrock calcareo (Calcari dell'Antola) alterato e fratturato;
- un terzo con una V_S > 1000 m/s costituito dal substrato calcareo-calcareo marnoso.

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

La zona di Sturla del Comune di Genova, dove è ubicato l'intervento, ricade in Categoria 4 .(Fig.5)

La classe di sottosuolo è definita in base alla velocità equivalente delle onde di taglio Vs30 che è stata determinata con la stesa sismica MASW e definisce un sottosuolo di **categoria B** (NTC, 2008):

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
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 $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
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 $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ 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.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

E' stata effettuata anche una valutazione della risposta sismica risposta locale secondo i dettami del D.M. 14 Gennaio 2008, tramite l'utilizzo del software SPETTRI NTC 1.0.3 sviluppato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

La definizione degli spettri di risposta ottenuti sono relativi allo Stato Limite di Esercizio (SLD-Stato Limite di

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

Danno) e allo Stato Limite Ultimo (SLV - Stato Limite di Salvaguardia).

In un primo stadio è stato individuato la pericolosità del sito sulla base dei risultati del progetto Sl dell'INGV

In un secondo momento sono stati calcolati gli spettri di risposta elastici relativi all'azione di progetto di riferimento (SLD e SLV). Gli spettri di risposta elastici ottenuti sono rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto per la tipologia di sito (categoria di suoli B - categoria topografica T1) individuata nell'area oggetto d'indagine.

Le tabelle e i diagrammi indicati sono consultabili nell'Allegato 3.

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

CONCLUSIONI

Il sito prescelto per gli interventi in progetto presenta caratteri geomorfologici, geologici ed idrogeologici nel complesso privi di criticità e quindi favorevoli alla fattibilità del progetto.

I caratteri geotecnici e geomeccanici dei terreni di fondazione evidenziano una situazione nel complesso priva di fattori negativi o, comunque, tali da condizionare in modo determinante le scelte progettuali. Alcune osservazioni sono tuttavia necessarie.

La realizzazione di fondazioni di tipo diretto è certamente possibile previa asportazione della cappa superficiale costituita da terreni di riporto ed adeguato approfondimento del piano di posa delle fondazioni (indicativamente 1.5-2.0 m).

Il terreno di appoggio è di tipo essenzialmente granulare con presenza di matrice limosa di plasticità trascurabile, prevalentemente in percentuale subordinata. I terreni di copertura, quindi, pur essendo ad ampia scala sostanzialmente omogenei presentano locali variazioni di granulometria e grado di addensamento. Le proprietà geotecniche medie attribuibili al terreno alla luce dei risultati delle indagini geognostiche e geotecniche sono soddisfacenti.

La composizione granulometrica e il basso o molto basso livello di plasticità dei terreni consente di attribuire loro un comportamento di tipo essenzialmente drenante, anche se la presenza di livelli di terreni fini erratici può, localmente, governare il regime di dissipazione delle sovrappressioni.

Dagli elaborati progettuali, le spalle della passerella pedonale dovrebbero essere impostate ad una quota assoluto da circa 16.50 m slmm,

Avendo una morfologia diversa sulle due spalle ma generalmente la stessa successione stratigrafica, la realizzazione di fondazioni dirette comporterebbe l'appoggio su terreni detritici granulari. Vista la presenza di un substrato calcareo poco profondo, potrebbe essere ragionevole la realizzazione di pali di sottofondazione al fine di immorsare le fondazioni nel substrato roccioso. Indicativamente si potrebbero eseguire pali di lunghezza lineare di 6 m rispetto all'attuale piano campagna così da impostarli per 3 m nel substrato roccioso.

10 Giugno 2016 **Dott. Geol. Pastore Cristiano**

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

ALLEGATO 1

Cartografia dell’area d’indagine

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D’Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

FOTO AEREA DELL'AREA D'INTERVENTO

AREA D'INTERVENTO

N

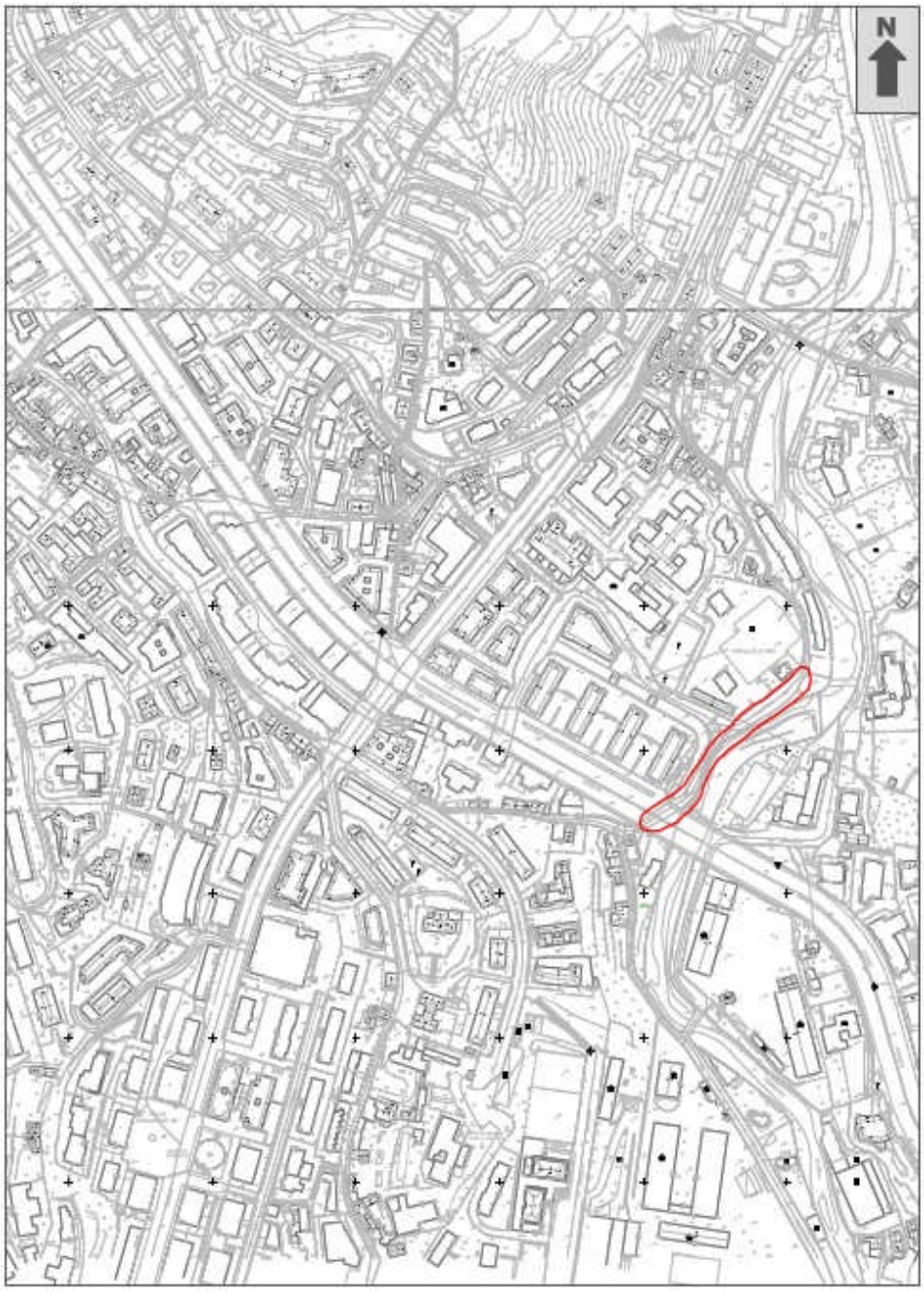


UBICAZIONE AREA D'INTERVENTO

Stralcio Scala 1:4.000

AREA D'INTERVENTO

N



CARTA GEOLOGICA AREA D'INTERVENTO

Stralcio Scala 1:10.000

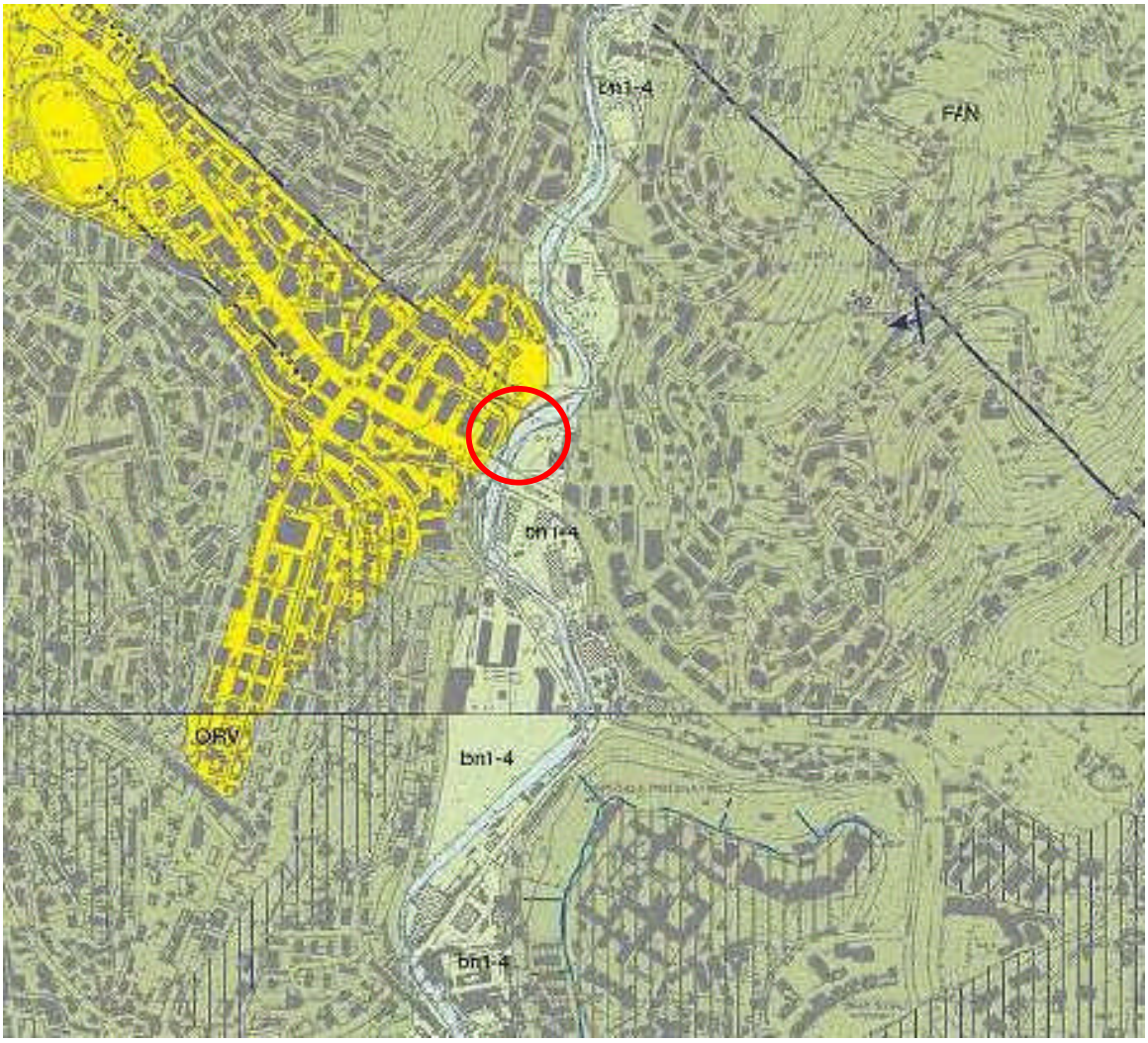
Area d'intervento

Depositi alluvionali terrazzati (depositi ghiaiosi e sabbiosi)

Argillle di Ortovero (argille marnose)

Formazione dell'Antola (calcari marnosi)

N



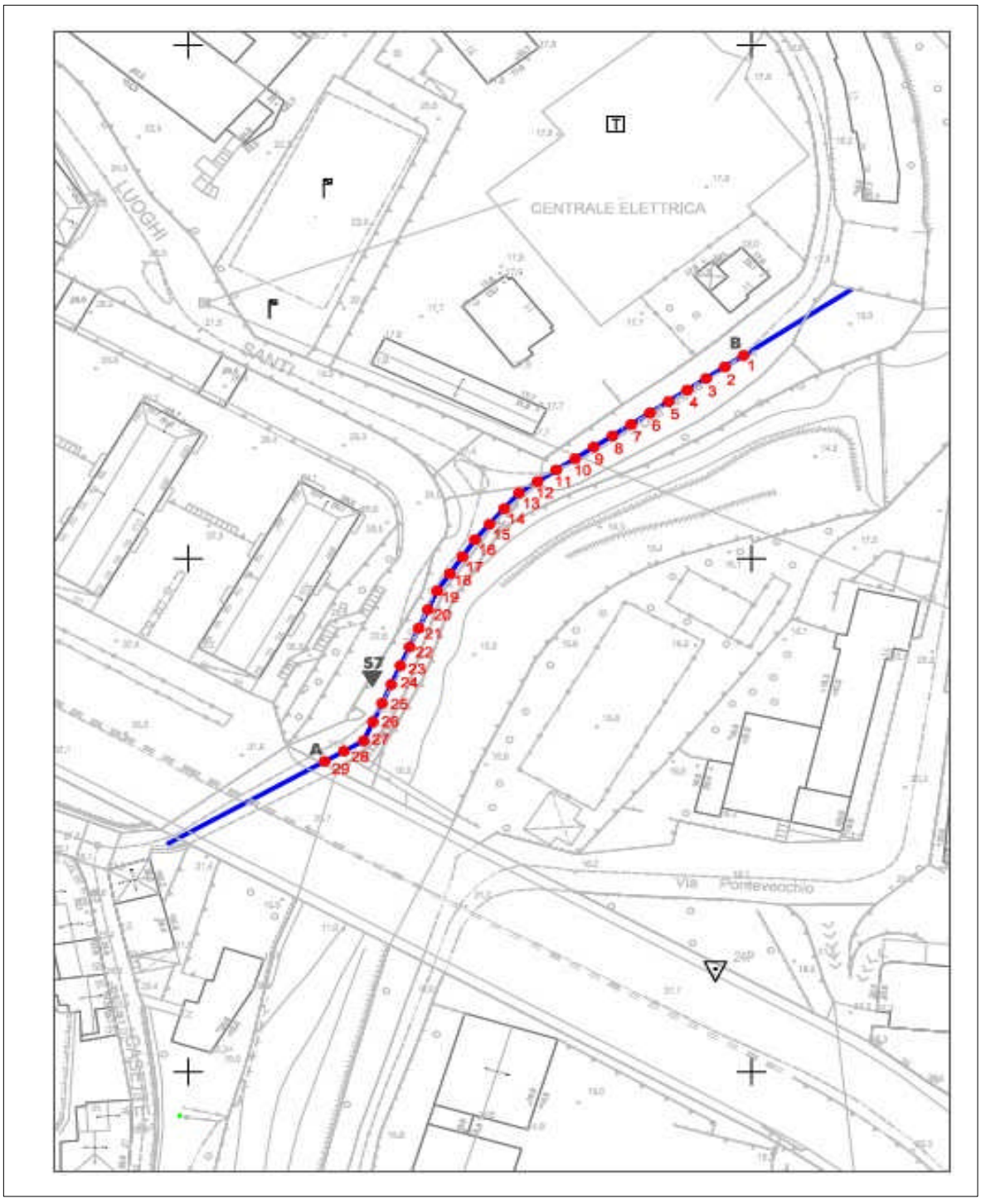
UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Stralcio Scala 1:10.000

S7 Sondaggio geognostico
a carotaggio continuo

Sezione Sismica MASW 2D

N



CARTA ZONIZZAZIONE SISMICA AREA D'INTERVENTO

Stralcio Scala 1:25.000

Area d'intervento

- ZONA 4 - molto bassa pericolosita'
- ZONA 3 sotto-zona B - bassa pericolosita'
- ZONA 3 sotto-zona A - bassa pericolosita'
- ZONA 3S - bassa pericolosita'

N





T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.024	2.519	0.190
50	0.031	2.533	0.210
72	0.036	2.550	0.223
101	0.040	2.554	0.250
140	0.046	2.517	0.265
201	0.052	2.540	0.269
475	0.071	2.537	0.286
975	0.092	2.525	0.294
2475	0.126	2.503	0.303

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0.040 g
F_o	2.554
T_C^*	0.243 s
S_S	1.200
C_C	1.452
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.121 s
T_C	0.362 s
T_D	1.760 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0.55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]	
0.000	0.048	
0.121	0.122	T_B
0.362	0.122	T_C
0.429	0.103	
0.495	0.090	
0.562	0.079	
0.628	0.071	
0.695	0.064	
0.761	0.058	
0.828	0.054	
0.895	0.050	
0.961	0.046	
1.028	0.043	
1.094	0.041	
1.161	0.038	
1.227	0.036	
1.294	0.034	
1.360	0.033	
1.427	0.031	
1.494	0.030	
1.560	0.028	
1.627	0.027	
1.693	0.026	
1.760	0.025	T_D
1.866	0.022	
1.973	0.020	
2.080	0.018	
2.187	0.016	
2.293	0.015	
2.400	0.014	
2.507	0.012	
2.613	0.011	
2.720	0.011	
2.827	0.010	
2.933	0.009	
3.040	0.008	
3.147	0.008	
3.253	0.007	
3.360	0.007	
3.467	0.006	
3.573	0.006	
3.680	0.006	
3.787	0.005	
3.893	0.005	
4.000	0.005	

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0.011 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	0.683
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = 1/q$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$F_v = 1.35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0.5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$0 \leq T < T_B$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

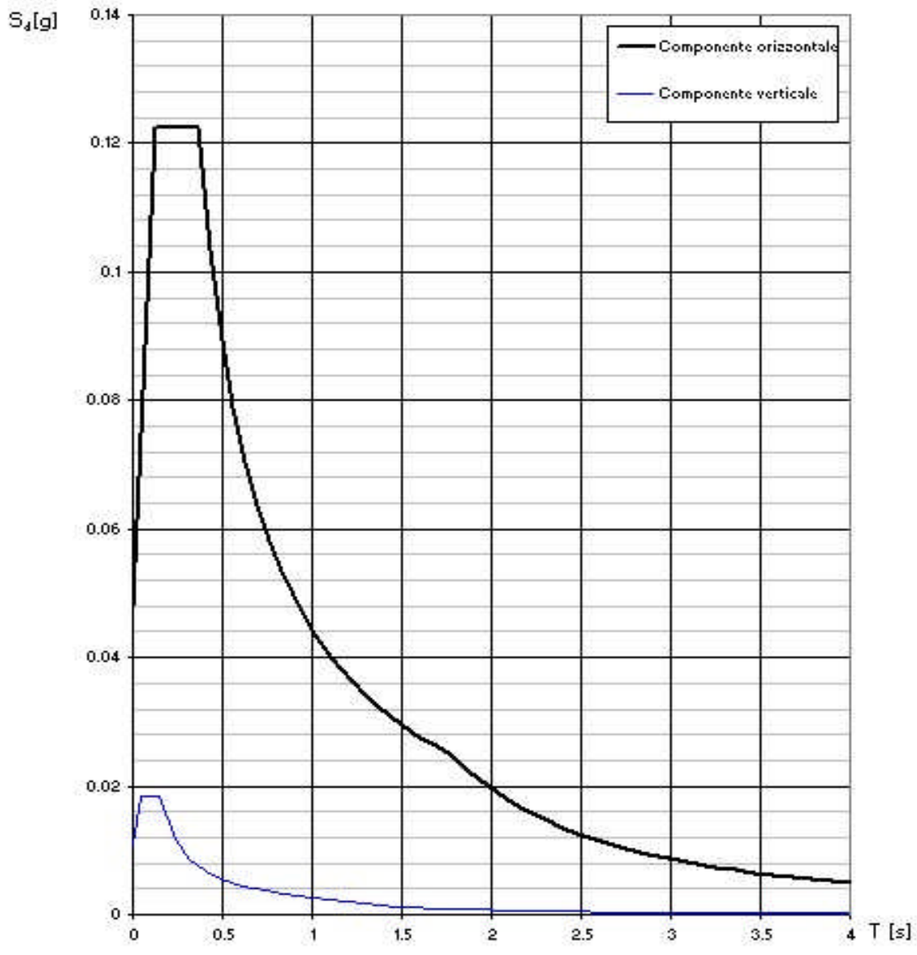
$T_C \leq T < T_D$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]	
0.000	0.011	
0.050	0.018	T_B
0.150	0.018	T_C
0.235	0.012	
0.320	0.009	
0.405	0.007	
0.490	0.006	
0.575	0.005	
0.660	0.004	
0.745	0.004	
0.830	0.003	
0.915	0.003	
1.000	0.003	T_D
1.094	0.002	
1.188	0.002	
1.281	0.002	
1.375	0.001	
1.469	0.001	
1.563	0.001	
1.656	0.001	
1.750	0.001	
1.844	0.001	
1.938	0.001	
2.031	0.001	
2.125	0.001	
2.219	0.001	
2.313	0.001	
2.406	0.000	
2.500	0.000	
2.594	0.000	
2.688	0.000	
2.781	0.000	
2.875	0.000	
2.969	0.000	
3.063	0.000	
3.156	0.000	
3.250	0.000	
3.344	0.000	
3.438	0.000	
3.531	0.000	
3.625	0.000	
3.719	0.000	
3.813	0.000	
3.906	0.000	
4.000	0.000	

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD





T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0.024	2.519	0.190
50	0.031	2.533	0.210
72	0.036	2.550	0.223
101	0.040	2.554	0.250
140	0.046	2.517	0.265
201	0.052	2.540	0.269
475	0.071	2.537	0.286
975	0.092	2.525	0.294
2475	0.126	2.503	0.303

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite:SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.031 g
F_o	2.525
T_C^*	0.294 s
S_S	1.200
C_C	1.405
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.138 s
T_C	0.413 s
T_D	1.964 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0.55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C/3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4.0 \cdot a_g/g + 1.6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]	
0.000	0.109	
0.138	0.275	T_B
0.413	0.275	T_C
0.487	0.234	
0.561	0.203	
0.635	0.179	
0.708	0.161	
0.782	0.145	
0.856	0.133	
0.930	0.122	
1.004	0.113	
1.078	0.106	
1.151	0.099	
1.225	0.093	
1.299	0.088	
1.373	0.083	
1.447	0.079	
1.521	0.075	
1.594	0.071	
1.668	0.068	
1.742	0.065	
1.816	0.063	
1.890	0.060	
1.964	0.058	T_D
2.061	0.053	
2.158	0.048	
2.254	0.044	
2.351	0.040	
2.448	0.037	
2.545	0.034	
2.642	0.032	
2.739	0.030	
2.836	0.028	
2.933	0.026	
3.030	0.024	
3.127	0.023	
3.224	0.021	
3.321	0.020	
3.418	0.019	
3.515	0.018	
3.612	0.018	
3.709	0.018	
3.806	0.018	
3.903	0.018	
4.000	0.018	

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0.037 g
S_S	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.028
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = 1/q$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$F_v = 1.35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0.5}$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$0 \leq T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \leq T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

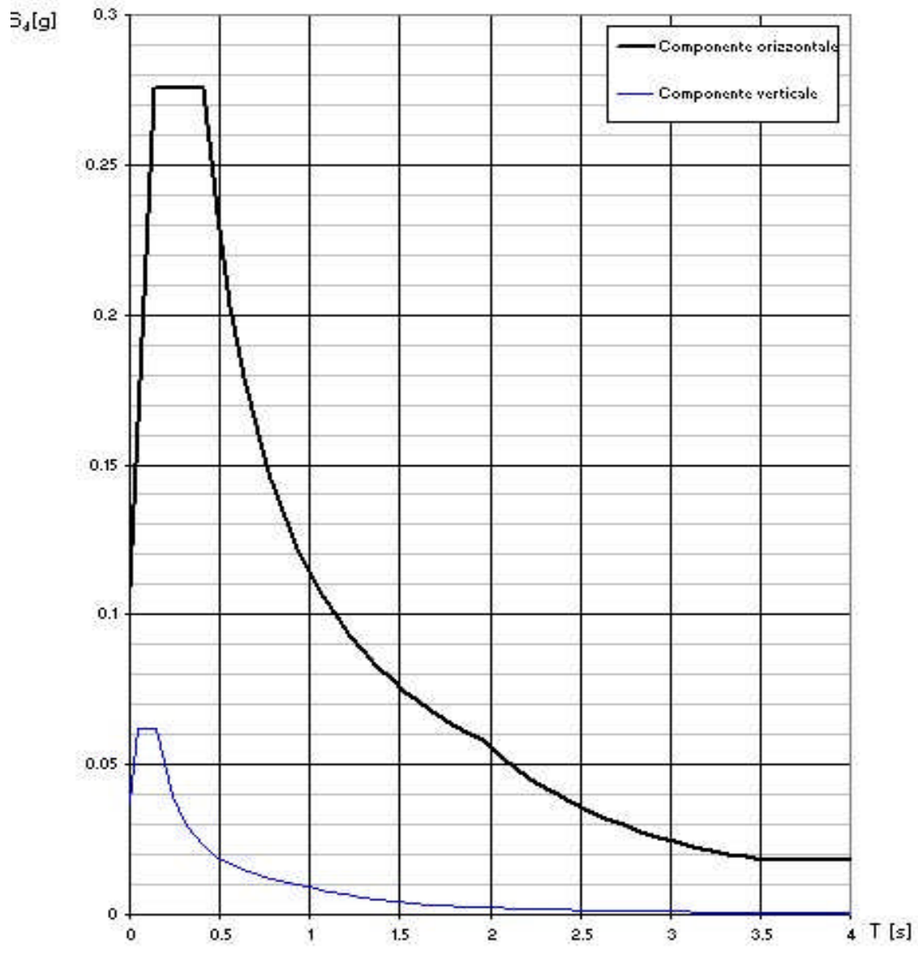
$T_C \leq T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \leq T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]	
0.000	0.037	
0.050	0.062	T_B
0.150	0.062	T_C
0.235	0.040	
0.320	0.029	
0.405	0.023	
0.490	0.019	
0.575	0.016	
0.660	0.014	
0.745	0.013	
0.830	0.011	
0.915	0.010	
1.000	0.009	T_D
1.094	0.008	
1.188	0.007	
1.281	0.006	
1.375	0.005	
1.469	0.004	
1.563	0.004	
1.656	0.003	
1.750	0.003	
1.844	0.003	
1.938	0.002	
2.031	0.002	
2.125	0.002	
2.219	0.002	
2.313	0.002	
2.406	0.002	
2.500	0.001	
2.594	0.001	
2.688	0.001	
2.781	0.001	
2.875	0.001	
2.969	0.001	
3.063	0.001	
3.156	0.001	
3.250	0.001	
3.344	0.001	
3.438	0.001	
3.531	0.001	
3.625	0.001	
3.719	0.001	
3.813	0.001	
3.906	0.001	
4.000	0.001	

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



ALLEGATO 2

Stratigrafie di sondaggi e documentazione fotografica

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

bierregi s.r.l.

INDAGINI GEOFISICHE
GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

OS 21
OS 20 - B

Aut. n. :00007464

Cert. No. 98514-2011-AQ-ITA-ACCREDIA

Certificato n°: SOND-011/2016

Data emissione certificato: 30 Maggio 2016

Committente: ITEC engineering S.r.l. | **Richiedente:** Ing. Vicini Luigi | **Commessa n°:** 16 029

Cantiere: Via dell'Arena, GENOVA | **Operatore:** Baddredine Saoudi | **Sondaggio n°:** S7

Coordinate (Gauss-Boaga): X=1498932,6731 Y=4916575,0943 | **Data inizio lavori:** 6 Maggio 2016 | **Data fine lavori:** 10 Maggio 2016

Attrezzatura: Sonda CMV MK600 | **Profondità foro (m):** 15,00 metri | **Quota:** ≈20,0 metri s.l.m.

Giorni di perforazione	Diametro foro (mm)	Modalità di esecuzione	Utensile di perforazione	Velocità di avanzamento	RIVESTIMENTO	MANOVRE	CAROTAGGIO % recupero (10 30 50 70 90)	CAMPIONI	Quota campioni (m)	Scala di riferimento (m)	STRATIGRAFIA	PIEZOMETRO	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	PROVE DI PERMEABILITA' Profondità (m)	LEFRANC	LUGEON	PROVE IN SITU Profondità (m)	Pocket Penetrometer (kPa)	Vane Test (kPa)	Numero colpi S.P.T.	R.Q.D. (%)
06/05/2016	Ø 101	Rotazione - Carotaggio continuo	CAROTIERE SEMPLICE (Corona Widia)		Rivestimento 12,00 metri (Ø 127)			S7R1	1,30 – 1,50				ASFALTO E TERRENO DI RIPORTO ETEROGENEO CON LATERIZI E MATRICE SABBIOSO LIMOSA							1,50 SPT 1 (PC) 1,60 RIF.	
								S7R2	3,50 – 3,70				2,70 SABBIA LIMOSA GRIGIO CHIARA CON GHIAIA DA SCIOLTA A MEDIAMENTE ADDENSATA (PROBABILE VECCHIO MANUFATTO IN CEMENTO)							3,00 SPT 2 (PC) 3,35 RIF. 28 45	
								S7R3	4,80 – 5,00				4,10 LIMO SABBIOSO ARGILLOSO CON GHIAIA DI COLORE BEIGE (COLTRE ELUVIO COLLUVIALE)							4,50 SPT 3 (PC) 4,95 3 5 6	
								S7R4	5,20 – 5,50												
								S7SD1	6,00											6,00 SPT 4 (PC) 6,45 25 35 48	
								S7R5	6,30 – 6,50				6,50 CAPPELLACCIO ALTERATO E FRATTURATO DEL CALCARE MARNOSO (ANTOLA)								
								S7R6	7,30 – 7,50											7,50 SPT 5 (PC) 7,60 RIF.	
			8,00										8,00 CALCARE MARNOSO GRIGIO CHIARO COMPATTO CON PIANO DI FRATTURAZIONE A 45° E RARE VENE CALCITICHE NELLA PORZIONE SOMMITALE (FINO A 12 METRI)								80 %
10/05/2016			CAROTIERE DOPPIO (Corona Diamantata)					S7CL1	9,10 – 9,40												86 %
																					85 %
																					90 %
																					52 %
								S7CL2	13,60 – 13,80				13,00 STESSA LITOLOGIA MAGGIORMENTE FRATTURATA E COMPONENETE ARGILLITICA PREVALENTE (ANTOLA); DA 13 METRI IN POI AUMENTO DELLE VENE CALCITICHE (STESSA FRATTURAZIONE A 45° CON MAGGIORE FREQUENZA)								52%
																					33 %
													15,00 FINE PERFORAZIONE								

NOTE: da 5,00 a 5,20 metri prelievo di campione Shelby non riuscito

CAMPIONI:
S = Shelby (n°)
O = Osterberg (n°)
M = Mazier (n°)
SD = Semidisturbati (n° 1)
D = Denison (n°)
P = Percussione (n°)
R = Rimaneggiati (n° 6)
CL = Litoide (n° 2)

NOTE:
Cassette: n. 3
SPT eseguiti: n. 5
Pozzetto d'ispezione: -
Dati stratigrafici forniti dal Dott. Geol. Francesco Rossi

Piezometro (Ø 40): -
Piezometro di Casagrande: -
Tubo inclinometrico (Ø 88,9): -
Tubo Down-Hole (Ø 114): -

MISURA FALDA ACQUIFERA:
Non rilevata

Direttore del Laboratorio:
Dott. Geol. Luigi Giammattei

Direttore Tecnico:
Dott. Geol. Francesco Rossi

Sperimentatore:
Dott. Geol. Andrea Gambini

Sede Legale: Via Acquacalda 840/A - 55100 LUCCA - Sede Operativa: Via di Tiglio, 433 - 55100 LUCCA
C.C.I.A.A./Tribunale R.E.A. n° 168603 Lucca - P.I. 01757090467
Telefono: +39 0583 48682 Fax: +39 0583 464539 - e-mail: bierregilucca@pec.it WEB: www.bierregilucca.it

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA INDAGINI

Via dell'Arena, Genova (GE)



Fig. 1: Postazione sondaggio S7 (Via dell'Arena)



Fig. 2: Sondaggio S7 - Cassetta n.1 (da 0 a 5 metri)



Fig. 3: Sondaggio S7 - Cassetta n.2 (da 5 a 10 metri)



Fig. 4: Sondaggio S7 - Cassetta n.3 (da 10 a 15 metri)



Fig. 5: Land Streamer (Stesa Sismica MASW 2D)

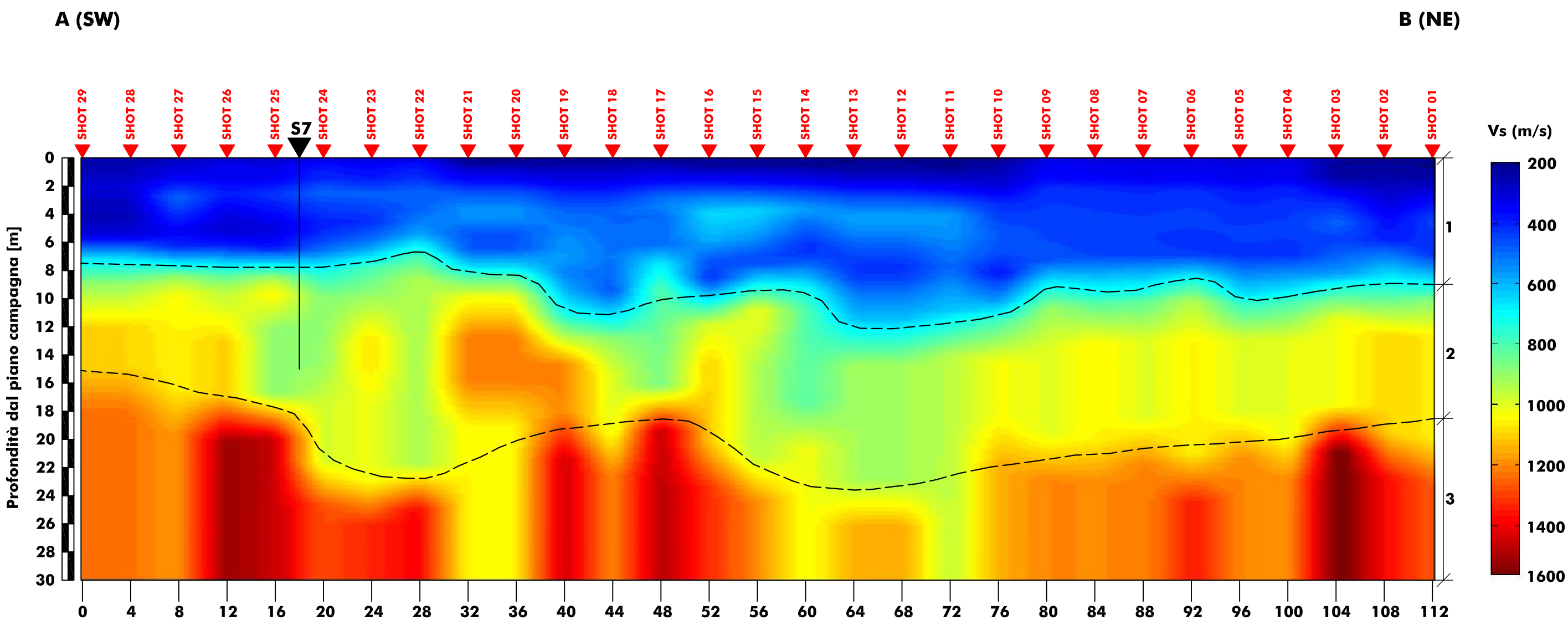
ALLEGATO 3

Sezione Sismica MASW 2D

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

FIG.3 - SEZIONE SISMICA MASW 2D (A-B)

(Via dell'Arena, Genova)



1 - Terreni di riporto e/o copertura detritica e/o colluviale

2 - Bedrock clacareo e calcareo marnoso (Antola) alterato e fratturato (600 m/s < Vs <1000 m/s)

3 - Bedrock calcareo e calcareo marnoso (Antola) compatto (Vs > 1000 m/s)

S7 - Sondaggio geognostico

SHOT 10 - Verticali indagate

ALLEGATO 4

Certificati delle prove geotecniche di laboratorio

GET Geotechnical Engineering Testing S.r.l.
Società a socio unico D'Appolonia S.p.A.
Via Albisola, 64-66 - 16162 Genova (GE)
Tel. +39 010 6506644 - Fax +39 010 6591896 - www.getsoiltest.it - info@getsoiltest.it
C.F. / P. IVA 01650450990 - REA GE 425381
Cap. Soc. € 25.000,00 i.v.
Sede legale: Via Corsica, 12 - 16128 Genova (GE)

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR1		
Profondità (m) :	1.30-1.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia	Class. U.S.C.S. :	GC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	48.41
Sabbia (%)	33.59
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	18.00
D. max (mm)	45.0

ALTRI PARAMETRI

D_{60} (mm)	8.564
D_{50} (mm)	4.148
D_{30} (mm)	0.802
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:
-

SETACCIATURA

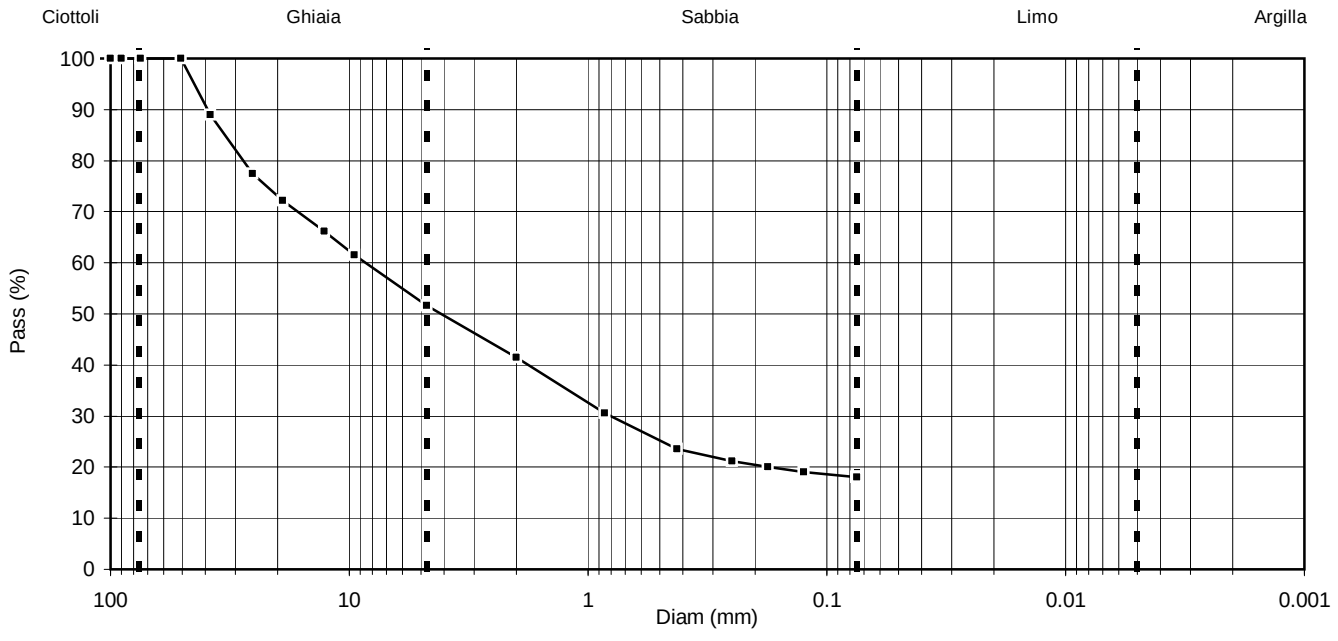
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	89.00
25.40	77.43
19.00	72.17
12.70	66.16

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	61.48
4.75	51.59
2.00	41.45
0.85	30.58
0.425	23.60
0.250	21.12
0.177	20.11
0.125	19.09
0.075	18.00

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR1		
Profondità (m) :	1.30-1.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia	Class. U.S.C.S. :	GC

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

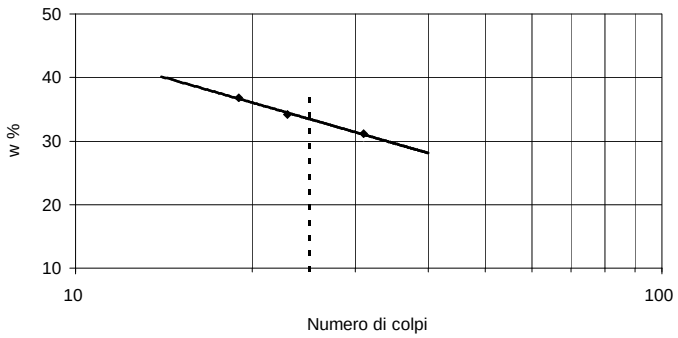
Numero colpi	(N)	31	23	19		
Peso lordo umido	(g)	45.25	51.41	49.74		
Peso lordo secco	(g)	40.75	45.10	43.48		
Tara	(g)	26.29	26.65	26.47		
Peso netto secco	(g)	14.46	18.45	17.01		
Peso acqua	(g)	4.50	6.31	6.26		
Contenuto acqua	(%)	31.1	34.2	36.8	w % (per N=25)	33.7

LIMITE PLASTICO

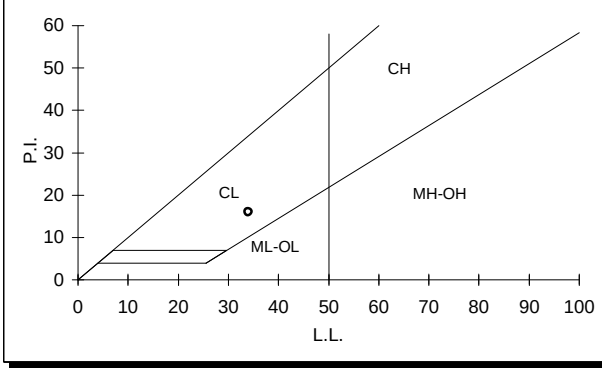
Peso lordo umido	(g)	33.25	32.71		
Peso lordo secco	(g)	32.00	31.75		
Tara	(g)	25.03	25.81		
Peso netto secco	(g)	6.97	5.94		
Peso acqua	(g)	1.25	0.96		
Contenuto acqua	(%)	17.9	16.2	w % medio	17.0

LIMITE DI LIQUIDITA'	**34**
LIMITE DI PLASTICITA'	**17**
INDICE PLASTICITA'	**16**

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente :	Itec Engeneering		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR3		
Profondità (m) :	4.80-5.00	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa con ghiaia		

Peso lordo umido	(g)	2926.24
Peso lordo secco	(g)	2579.98
Peso tara	(g)	457.60
Peso netto secco	(g)	2122.38
Peso acqua	(g)	346.26
Contenuto in acqua	**(%)**	**16.3**

Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	Itec Engeneering		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR3		
Profondità (m) :	4.80-5.00	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa con ghiaia	Class. U.S.C.S. :	SC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	26.43
Sabbia (%)	35.70
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	37.87
D. max (mm)	23.0

ALTRI PARAMETRI

D_{60} (mm)	1.050
D_{50} (mm)	0.353
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente
Note:
-

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	93.58
12.70	83.94

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	80.59
4.75	73.57
2.00	65.62
0.85	58.16
0.425	51.76
0.250	46.73
0.177	43.80
0.125	41.11
0.075	37.87

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente :	Itec Engeneering		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR3		
Profondità (m) :	4.80-5.00	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa con ghiaia	Class. U.S.C.S. :	SC

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

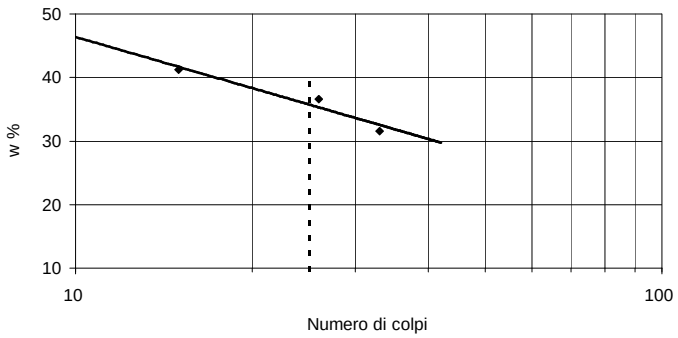
Numero colpi	(N)	33	26	15		
Peso lordo umido	(g)	54.23	52.90	49.54		
Peso lordo secco	(g)	47.52	45.86	42.80		
Tara	(g)	26.29	26.65	26.47		
Peso netto secco	(g)	21.23	19.21	16.33		
Peso acqua	(g)	6.71	7.04	6.74		
Contenuto acqua	(%)	31.6	36.6	41.3	w % (per N=25)	36.3

LIMITE PLASTICO

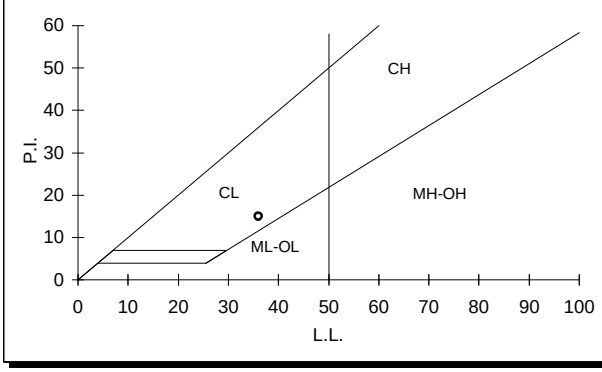
Peso lordo umido	(g)	33.84	33.46		
Peso lordo secco	(g)	32.58	32.19		
Tara	(g)	26.47	26.06		
Peso netto secco	(g)	6.11	6.13		
Peso acqua	(g)	1.26	1.27		
Contenuto acqua	(%)	20.6	20.7	w % medio	20.7

LIMITE DI LIQUIDITA'	**36**
LIMITE DI PLASTICITA'	**21**
INDICE PLASTICITA'	**15**

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente :	Itec Engeneering		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR3		
Profondità (m) :	4.80-5.00	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa con ghiaia		

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8.74
Altezza	(cm)	10.96
Peso lordo	(g)	1338.50
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	1338.50
Volume	(cm^3)	837.21
Peso di volume	**(kN/m^3)**	**19.97**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR4		
Profondità (m) :	5.20-5.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia	Class. U.S.C.S. :	GC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	50.37
Sabbia (%)	23.15
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	26.48
D. max (mm)	65.6

ALTRI PARAMETRI

D_{60} (mm)	15.130
D_{50} (mm)	4.938
D_{30} (mm)	0.176
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:
-

SETACCIATURA

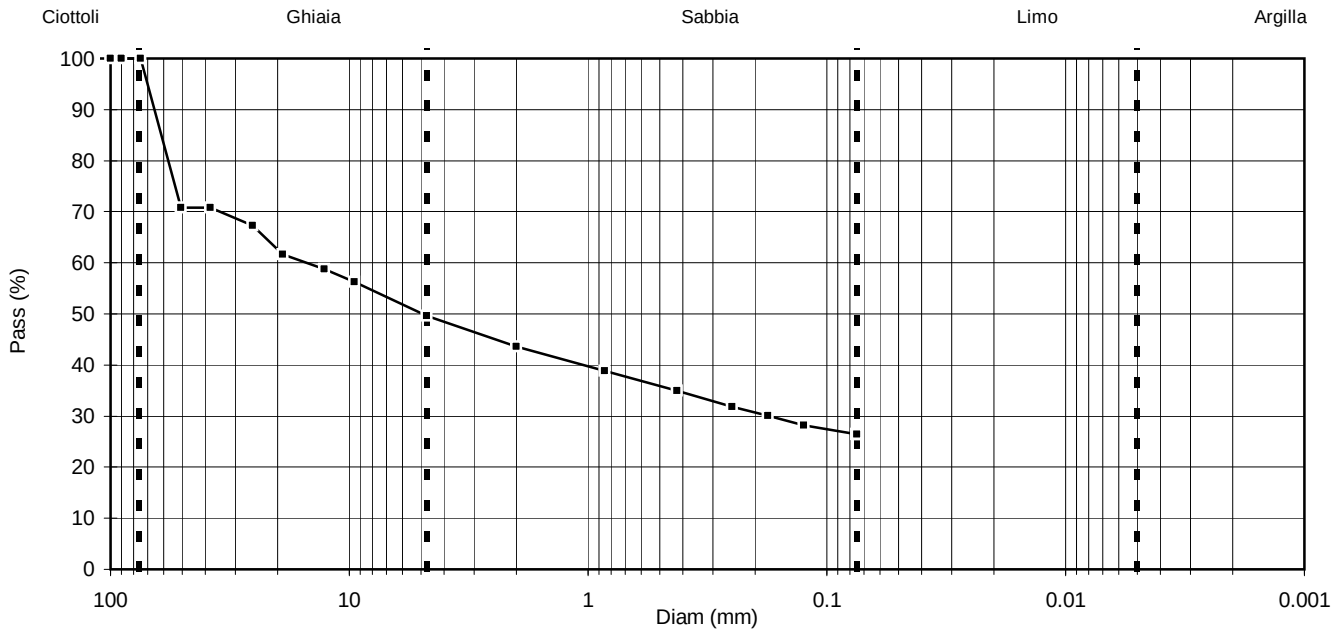
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	70.84
38.10	70.84
25.40	67.25
19.00	61.60
12.70	58.77

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	56.24
4.75	49.63
2.00	43.63
0.85	38.81
0.425	35.00
0.250	31.89
0.177	30.03
0.125	28.19
0.075	26.48

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR4		
Profondità (m) :	5.20-5.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia	Class. U.S.C.S. :	GC

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

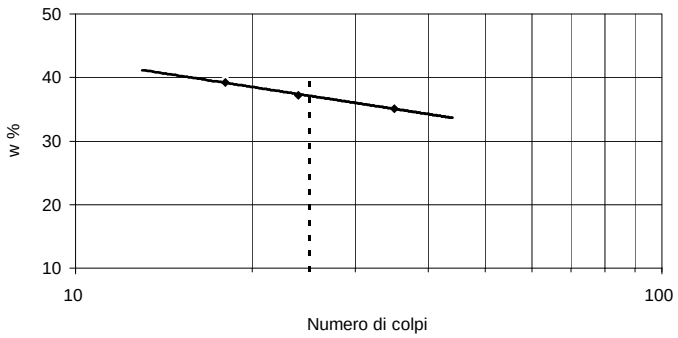
Numero colpi	(N)	35	24	18		
Peso lordo umido	(g)	47.63	51.42	49.74		
Peso lordo secco	(g)	42.14	44.65	43.13		
Tara	(g)	26.51	26.47	26.29		
Peso netto secco	(g)	15.63	18.18	16.84		
Peso acqua	(g)	5.49	6.77	6.61		
Contenuto acqua	(%)	35.1	37.2	39.3	w % (per N=25)	37.4

LIMITE PLASTICO

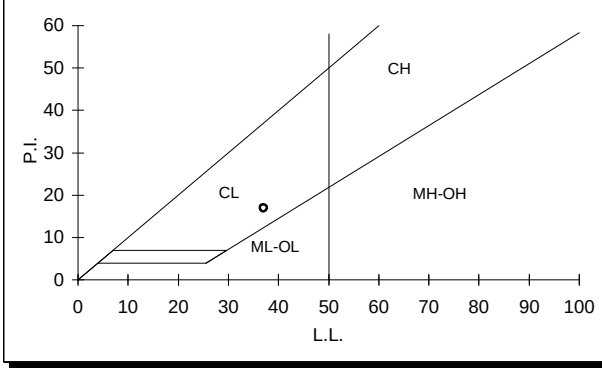
Peso lordo umido	(g)	34.89	33.67		
Peso lordo secco	(g)	33.51	32.46		
Tara	(g)	26.60	26.26		
Peso netto secco	(g)	6.91	6.20		
Peso acqua	(g)	1.38	1.21		
Contenuto acqua	(%)	20.0	19.5	w % medio	19.7

LIMITE DI LIQUIDITA'	**37**
LIMITE DI PLASTICITA'	**20**
INDICE PLASTICITA'	**17**

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR5		
Profondità (m) :	6.30-6.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia		

Peso lordo umido	(g)	3256.24
Peso lordo secco	(g)	3000.89
Peso tara	(g)	407.93
Peso netto secco	(g)	2592.96
Peso acqua	(g)	255.35
Contenuto in acqua	**(%)**	**9.8**

Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR5		
Profondità (m) :	6.30-6.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia	Class. U.S.C.S. :	GC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	59.44
Sabbia (%)	19.30
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	21.26
D. max (mm)	73.0

ALTRI PARAMETRI

D_{60} (mm)	26.860
D_{50} (mm)	13.286
D_{30} (mm)	1.012
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente
Note:
-

SETACCIATURA

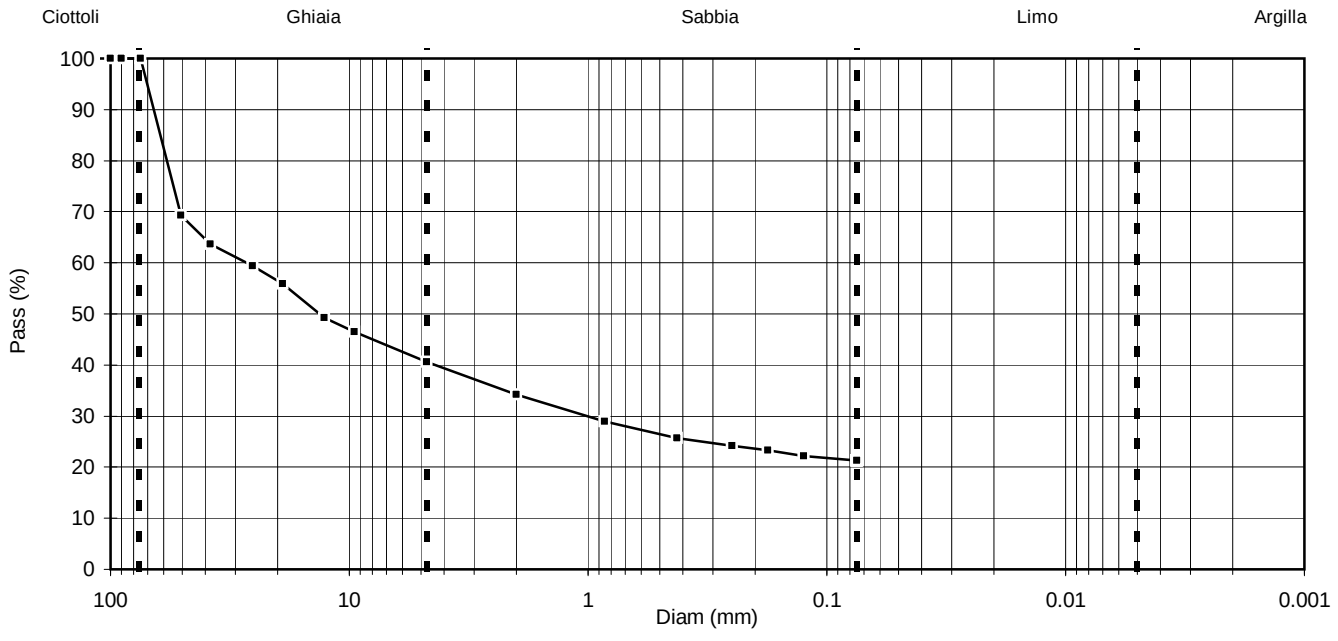
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	69.28
38.10	63.69
25.40	59.41
19.00	55.95
12.70	49.25

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	46.49
4.75	40.56
2.00	34.21
0.85	28.92
0.425	25.73
0.250	24.18
0.177	23.30
0.125	22.22
0.075	21.26

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR5		
Profondità (m) :	6.30-6.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia	Class. U.S.C.S. :	GC

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

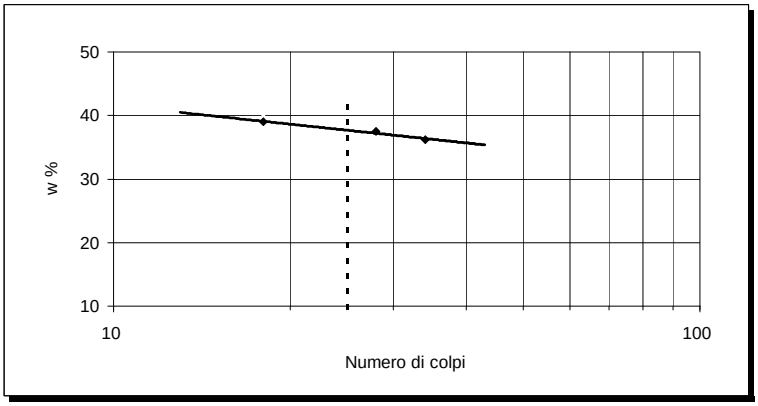
Numero colpi	(N)	34	28	18		
Peso lordo umido	(g)	49.78	53.44	48.93		
Peso lordo secco	(g)	43.62	46.08	42.63		
Tara	(g)	26.60	26.44	26.48		
Peso netto secco	(g)	17.02	19.64	16.15		
Peso acqua	(g)	6.16	7.36	6.30		
Contenuto acqua	(%)	36.2	37.5	39.0	w % (per N=25)	37.8

LIMITE PLASTICO

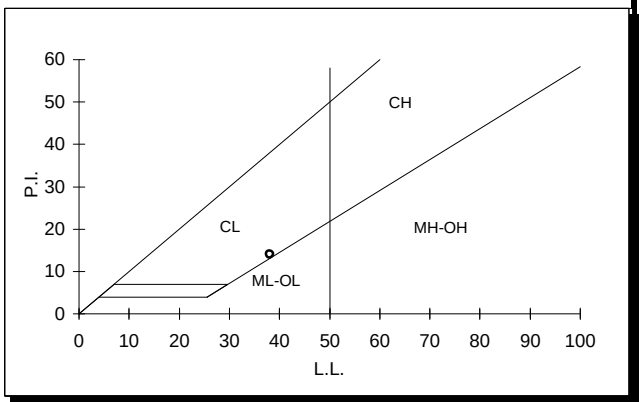
Peso lordo umido	(g)	33.01	33.25		
Peso lordo secco	(g)	31.70	31.96		
Tara	(g)	26.15	26.47		
Peso netto secco	(g)	5.55	5.49		
Peso acqua	(g)	1.31	1.29		
Contenuto acqua	(%)	23.6	23.5	w % medio	23.6

LIMITE DI LIQUIDITA'	**38**
LIMITE DI PLASTICITA'	**24**
INDICE PLASTICITA'	**14**

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR5		
Profondità (m) :	6.30-6.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia		

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8.38
Altezza	(cm)	13.37
Peso lordo	(g)	1722.94
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	1722.94
Volume	(cm^3)	938.90
Peso di volume	**(kN/m^3)**	**22.92**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR6		
Profondità (m) :	7.30-7.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia ben gradata con argilla	Class. U.S.C.S. :	GW-GC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	73.97
Sabbia (%)	14.56
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	11.47
D. max (mm)	65.0

ALTRI PARAMETRI

D_{60} (mm)	31.694
D_{50} (mm)	20.552
D_{30} (mm)	6.419
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente

Note:
-

SETACCIATURA

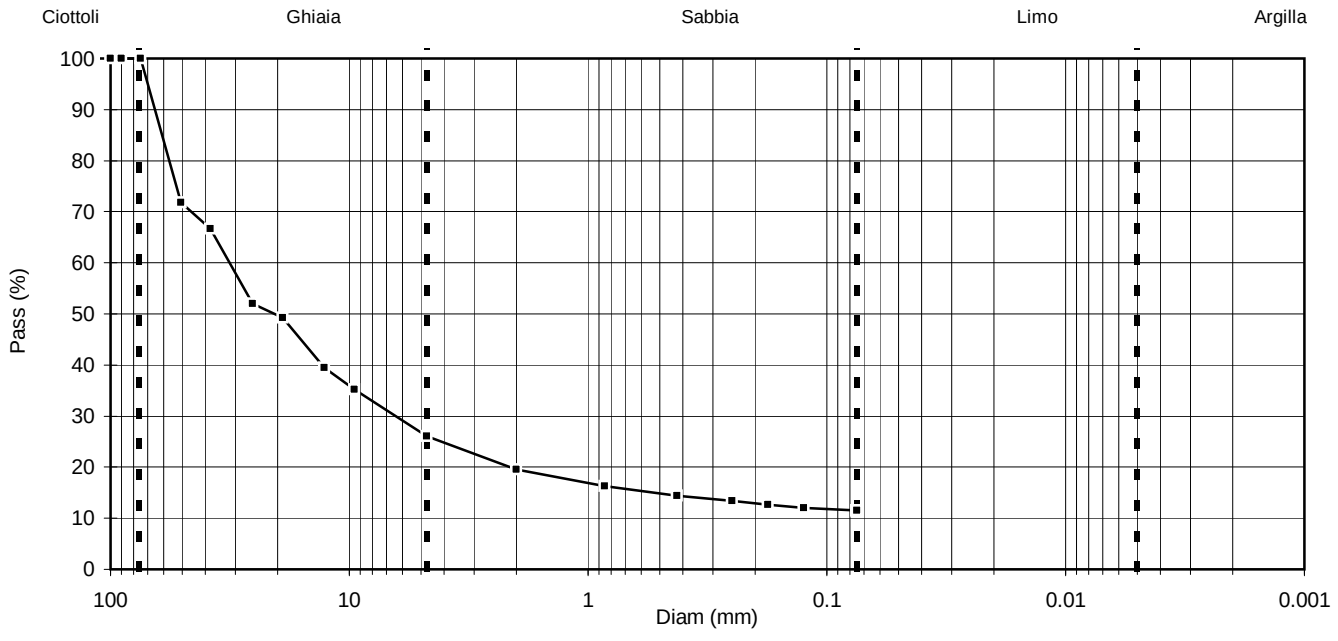
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	71.81
38.10	66.61
25.40	52.05
19.00	49.24
12.70	39.45

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	35.17
4.75	26.03
2.00	19.58
0.85	16.28
0.425	14.46
0.250	13.36
0.177	12.71
0.125	12.09
0.075	11.47

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-CR6		
Profondità (m) :	7.30-7.50	Data Ricevimento :	10/05/2016
Tipo Campione :	Rimaneggiato	Data Esecuzione Prova :	11/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia ben gradata con argilla	Class. U.S.C.S. :	GW-GC

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

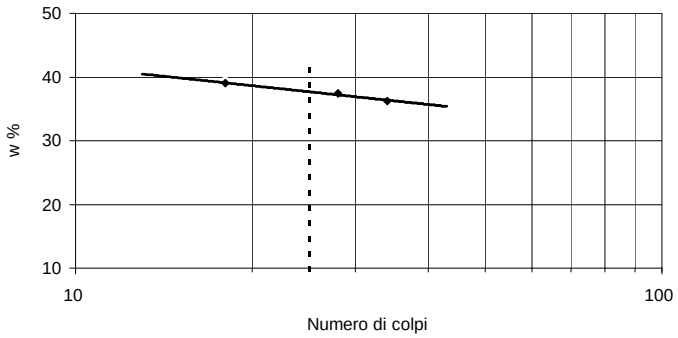
Numero colpi	(N)	34	28	18		
Peso lordo umido	(g)	49.78	53.44	48.93		
Peso lordo secco	(g)	43.62	46.08	42.63		
Tara	(g)	26.60	26.44	26.48		
Peso netto secco	(g)	17.02	19.64	16.15		
Peso acqua	(g)	6.16	7.36	6.30		
Contenuto acqua	(%)	36.2	37.5	39.0	w % (per N=25)	37.8

LIMITE PLASTICO

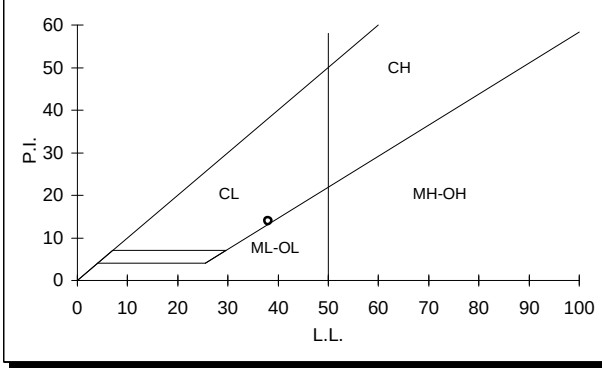
Peso lordo umido	(g)	33.01	33.25		
Peso lordo secco	(g)	31.70	31.96		
Tara	(g)	26.15	26.47		
Peso netto secco	(g)	5.55	5.49		
Peso acqua	(g)	1.31	1.29		
Contenuto acqua	(%)	23.6	23.5	w % medio	23.6

LIMITE DI LIQUIDITA'	**38**
LIMITE DI PLASTICITA'	**24**
INDICE PLASTICITA'	**14**

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

CONTENUTO NATURALE IN ACQUA - ASTM D2216-10

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-Ci1		
Profondità (m) :	5.50-6.00	Data Ricevimento :	16/05/2016
Tipo Campione :	Semi-indisturbato	Data Esecuzione Prova :	16/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia		

Peso lordo umido	(g)	1441.38
Peso lordo secco	(g)	1278.77
Peso tara	(g)	184.96
Peso netto secco	(g)	1093.81
Peso acqua	(g)	162.61
Contenuto in acqua	**(%)**	**14.9**

Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO - ASTM D422-63

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-Ci1		
Profondità (m) :	5.50-6.00	Data Ricevimento :	16/05/2016
Tipo Campione :	Semi-indisturbato	Data Esecuzione Prova :	16/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia	Class. U.S.C.S. :	GC

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	36.19
Sabbia (%)	24.56
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
Fini (%)	39.25
D. max (mm)	35.0

ALTRI PARAMETRI

D_{60} (mm)	2.865
D_{50} (mm)	0.528
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

GHIAIA E SABBIA

Forma : angolare
Durezza : dura e resistente
Note:
-

SETACCIATURA

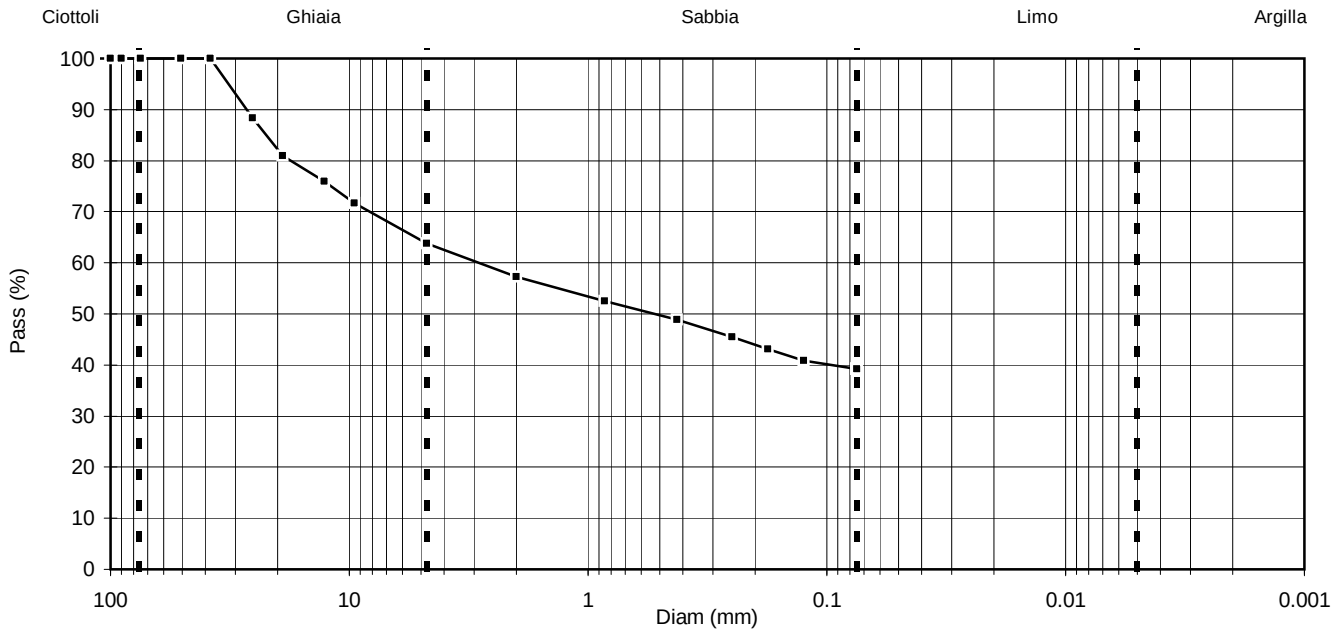
D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
90.00	100.00
75.00	100.00
50.80	100.00
38.10	100.00
25.40	88.36
19.00	80.99
12.70	75.92

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
9.50	71.66
4.75	63.81
2.00	57.29
0.85	52.52
0.425	48.85
0.250	45.48
0.177	43.06
0.125	40.87
0.075	39.25

SEDIMENTAZIONE

D (mm)	Pass (%)
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-
-	-



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

LIMITI DI ATTERBERG - ASTM D4318-10

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-Ci1		
Profondità (m) :	5.50-6.00	Data Ricevimento :	16/05/2016
Tipo Campione :	Semi-indisturbato	Data Esecuzione Prova :	16/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia	Class. U.S.C.S. :	GC

LIMITE LIQUIDO (METODO A - MULTIPOINT)

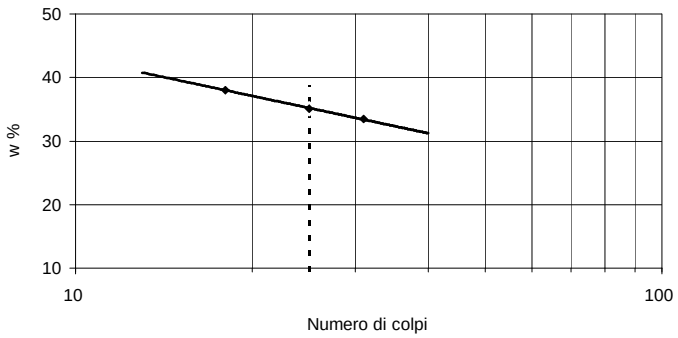
Numero colpi	(N)	31	25	18		
Peso lordo umido	(g)	53.25	53.18	47.44		
Peso lordo secco	(g)	46.52	46.24	41.66		
Tara	(g)	26.40	26.47	26.47		
Peso netto secco	(g)	20.12	19.77	15.19		
Peso acqua	(g)	6.73	6.94	5.78		
Contenuto acqua	(%)	33.4	35.1	38.1	w % (per N=25)	35.4

LIMITE PLASTICO

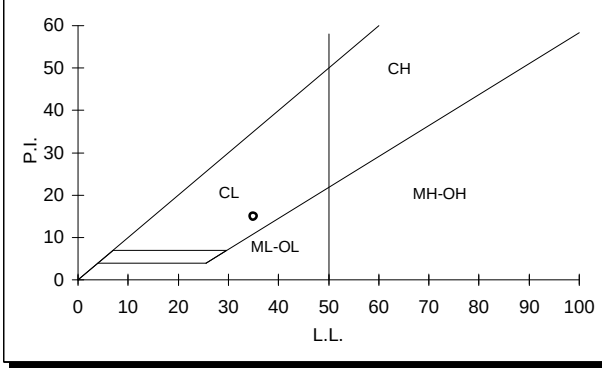
Peso lordo umido	(g)	33.10	32.05		
Peso lordo secco	(g)	32.02	31.12		
Tara	(g)	26.60	26.48		
Peso netto secco	(g)	5.42	4.64		
Peso acqua	(g)	1.08	0.93		
Contenuto acqua	(%)	19.9	20.0	w % medio	20.0

LIMITE DI LIQUIDITA'	**35**
LIMITE DI PLASTICITA'	**20**
INDICE PLASTICITA'	**15**

DETERMINAZIONE LIMITE LIQUIDO



CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



Direttore Tecnico :	Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore	Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME - ASTM D7263-09

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Identificazione Campione :	S7-Ci1		
Profondità (m) :	5.50-6.00	Data Ricevimento :	16/05/2016
Tipo Campione :	Semi-indisturbato	Data Esecuzione Prova :	16/05/2016
Descrizione del Materiale :	Ghiaia argillosa con sabbia		

Geometria della sezione del provino : circolare

Diametro	(cm)	8.28
Altezza	(cm)	10.74
Peso lordo	(g)	1198.98
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	1198.98
Volume	(cm^3)	736.32
Peso di volume	**(kN/m^3)**	**20.34**

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey
Operatore Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D 3080-11

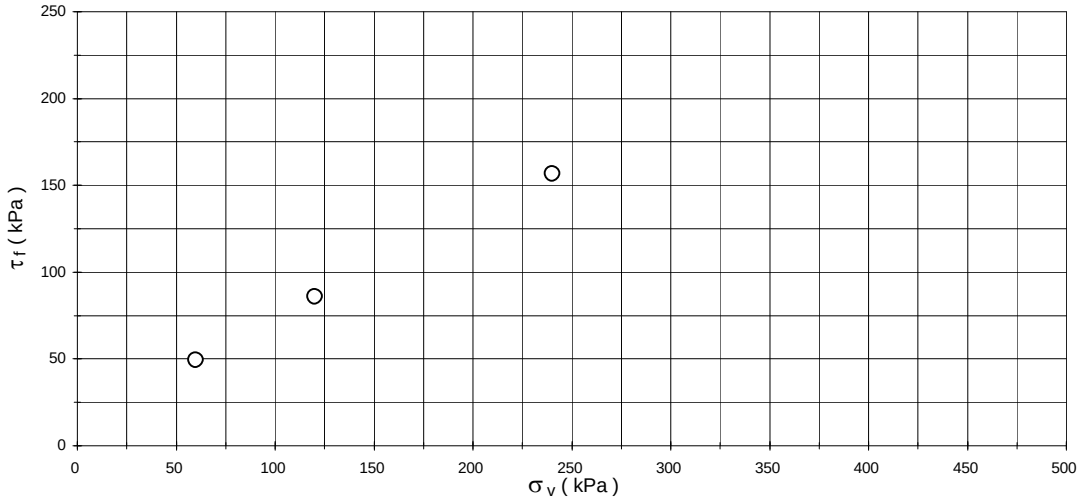
Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente :	ITEC ENGENEERING		
Località :	VIA DELL'ARENA		
Id. Campione :	S7 CI1		
Profondità (m) :	5.50-6.00		
Tipo del campione :	indisturbato	Data ricevimento :	17/05/2016
Descrizione :	Ghiaia argillosa con sabbia	Data Prova :	17/05/2016

CONDIZIONI INIZIALI			Provino 1	Provino 2	Provino 3
H	(cm)		2.31	2.31	2.31
D	(cm)		6.00	6.00	6.00
γ_t	(kN/m^3)		19.44	20.03	19.12
W_i	(%)		17.0	16.8	-352.9
γ_d	(kN/m^3)		16.61	17.15	-7.56
G_s	(-)	(stimato)	2.70	2.70	2.70

ROTTURA		Provino 1	Provino 2	Provino 3
Velocità di avanzamento	(mm/min)	0.006	0.006	0.006
σ_v	(kPa)	60	120	240
ΔH dopo consolidazione	(mm)	-0.67	-1.39	-1.86
ΔH a rottura	(mm)	-0.13	-0.30	-0.38
d_h	(mm)	5.93	7.82	6.12
τ_f	(kPa)	49.5	85.9	156.9
W_f	(%)	20.1	16.0	-154.1
γ_{df}	(kN/m^3)	17.17	18.51	-8.38

ROTTURA



Note : Test eseguito sulla frazione del campione passante al setaccio ASTM 4 (4.75 mm)

Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

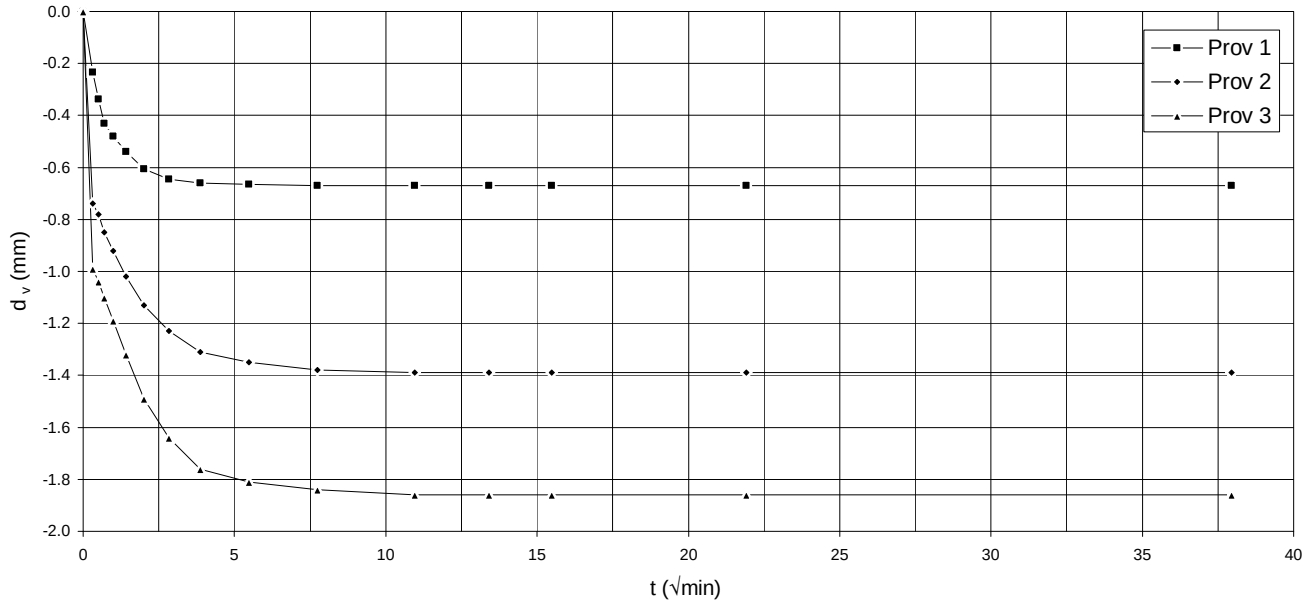
G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - ASTM D 3080-11

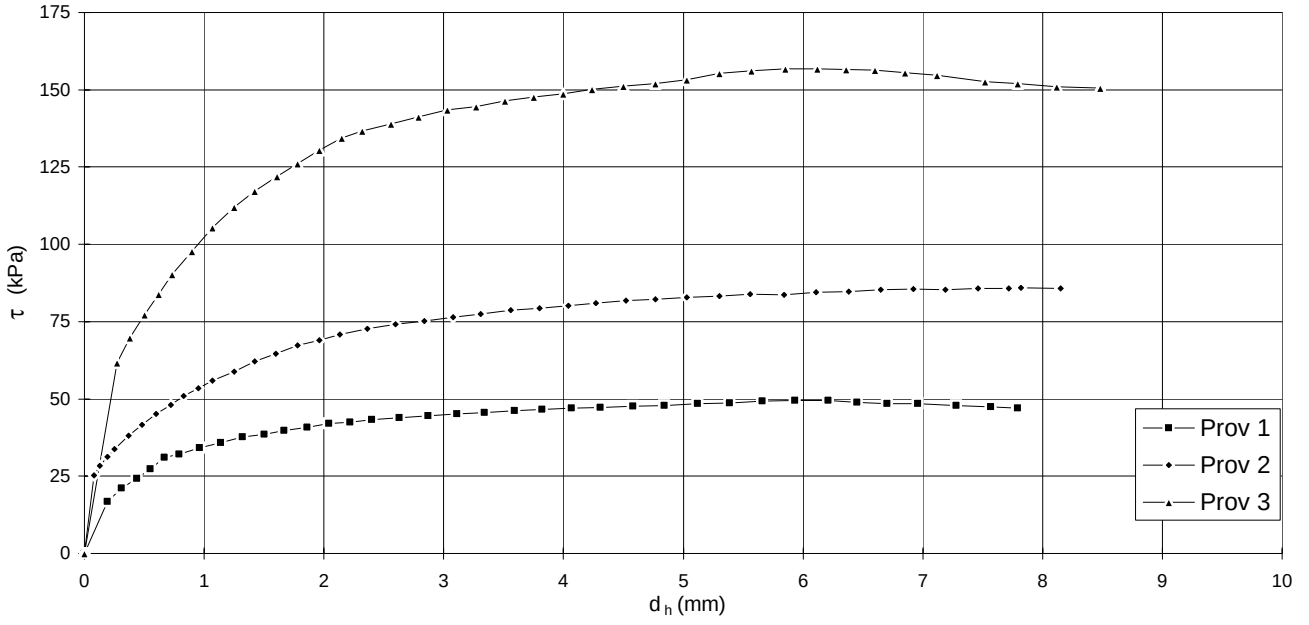
Test eseguito in scatola di Casagrande, con provino immerso, a sezione circolare

Cliente :	ITEC ENGENEERING
Località :	VIA DELL'ARENA
Id. Campione :	S7 CI1
Profondità (m) :	5.50-6.00

FASE DI CONSOLIDAZIONE
DEFORMAZIONE VERTICALE / RADICE DEL TEMPO



FASE DI ROTTURA
SFORZO DI TAGLIO / DEFORMAZIONE ORIZZONTALE



Direttore tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA
ASTM D7012-10 METHOD D

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Id. Campione :	S7-CAR1		
Profondità (m) :	9.10-9.40		
Tipo Campione :	Spezzone di carota	Data Ricevimento :	09/05/2016
Descrizione :	Calcare Marnoso. Colore grigio scuro	Data Test :	11/05/2016

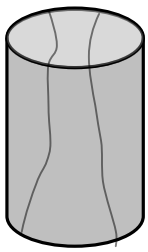
CARATTERISTICHE FISICHE

Diametro	(cm)	7.89
Altezza	(cm)	16.07
Peso di volume	(kN/m^3)	25.58

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

ROTTURA

Carico	(kN)	126.3	Temperatura	(°C)	18.5
σ_c	(MPa)	**25.83**	Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15



Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Genova

RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA
ASTM D7012-10 METHOD D

Cliente :	Itec Engeneering Srl		
Località :	Via Arena - Genova Sturla		
Id. Campione :	S7-CAR2		
Profondità (m) :	13.50-13.70		
Tipo Campione :	Spezzone di carota	Data Ricevimento :	09/05/2016
Descrizione :	Calcare Marnoso. Colore grigio scuro	Data Test :	11/05/2016

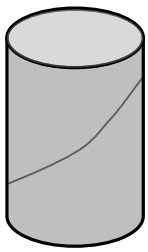
CARATTERISTICHE FISICHE

Diametro	(cm)	7.89
Altezza	(cm)	15.24
Peso di volume	(kN/m^3)	26.22

Condizioni di umidità iniziali : Come da ricevimento

ROTTURA

Carico	(kN)	80.4	Temperatura	(°C)	18.5
σ_c	(MPa)	**16.44**	Velocità di appl. carico	(MPa/s)	0.15



Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Paolo Brasey

Operatore : Dott. Geol. Giuseppe Ottonello