G.E.T. srl
Geotechnical and Engineering Testing S.r.l.

ferrania *Technologies S.p.A.*

CENTRALE A BIOMASSE DI FERRANIA

RAPPORTO GEOLOGICO
e delle
INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICHE

G.E.T. srl
Via Renata Bianchi, 38 – 16152 Genova
Tel. 0106506670 - fax 0106591896 - email getgeo@tin.it
P.IVA 03450880103 - CCIIAA Genova 0345832

CARATTERISTICHE DI QUESTO DOCUMENTO

TIPO DI DOCUMENTO	Preparato da	Controllato da	Data di emissione	Revisione
Rapporto Geologico	C.Baracco	L.Minetti	25/05/06	0

Nome del file	G:\doc\ferrania\ferrania-rap.doc
Autore	Dr.Geol. Carlo Baracco – GET srl
Nome del Progetto	Centrale a biomasse di Ferrania
Committente	Ferrania Technologies SpA

Distribuzione Copie

Rev.	N° Totale Copie	Rilasciate a:	N°
0	6	Archivio GET	1
		Ferrania Technologies	5

Geotechnical and Engineering Testing srl
Via Renata Bianchi, 38 – 16152 Genova-Campi
Telefono +390106506670/44 – fax +390106591896
email getgeo@tin.it

INDICE

1 PREMESSA 5

2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-GEOLOGICO-IDROGEOLOGICO DEL SITO 6

2.1 LINEAMENTI GEOMOFOLOGICI ----- 6

2.2 LINEAMENTI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI ----- 6

2.3 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI E DELLA CIRCOLAZIONE DELLE ACQUE SOTTO SUPERFICIALI - 8

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE 10

3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE ----- 10
3.1.1 Sondaggi meccanici ----- 10
3.1.2 Pozzi d'investigazione ----- 11
3.1.3 Indagini geofisiche ----- 11

3.2 PROVE GEOTECNICHE ----- 12

4 CARATTERI STRATIGRAFICI DEL SITO DI PROGETTO 13

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEL SITO 14

5.1 TERRENI SCIOLTI DI COPERTURA ----- 14

5.1.1 Proprietà fisiche ----- 14
5.1.1.1 Peso di volume unitario 14
5.1.1.2 Distribuzione granulometrica 14
5.1.1.3 Caratteristiche di plasticità 15
5.1.1.4 Classificazione geotecnica 15
5.1.2 Parametri di resistenza e deformabilità ----- 15
5.1.2.1 Premessa ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
5.1.2.2 Densità relativa 16
5.1.2.3 Angolo di attrito effettivo 16
5.1.2.4 Modulo di deformabilità 17
5.1.2.5 Modulo di reazione di sottofondo 18
5.1.3 Parametri di deformabilità in campo dinamico ----- 19

5.2 SUBSTRATO ROCCIOSO ----- 20

5.2.1 Substrato roccioso in ambito di piana alluvionale ----- 20
5.2.1.1 Parametri di resistenza e deformabilità 20
5.2.1.2 Modulo di reazione di sottofondo 21

5.2.1.3 Parametri di deformabilità in campo dinamico 21
5.2.2 Substrato roccioso in ambito di versante ----- 22
5.2.2.1 Parametri di resistenza e deformabilità 22
5.2.2.2 Modulo di reazione di sottofondo 22

6 MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO 23

6.1 MODELLO STRATIGRAFICO ----- 23

6.2 MODELLO GEOTECNICO ----- 23
6.2.1 Modello 1 ----- 23
6.2.1.1 Terreni sciolti (alluvioni) 23
6.2.1.2 Substrato roccioso 24
6.2.2 Modello 2 ----- 24
6.2.2.1 Terreni sciolti (residuali/colluvio) 24
6.2.2.2 Substrato roccioso 25

6.3 CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELLE AZIONI SISMICHE ----- 26

7 ANALISI DI STABILITÀ 27

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 29

FIGURE E TABELLE FUORI TESTO

Figura 1	Carta Geomorfologica dell'area circostante il sito
Figura 2	Carta Geologica dell'area circostante il sito
Figura 3	Carta del vincolo idrogeologico
Tavola 4	Planimetria del sito con ubicazione delle indagini geognostiche e traccia delle sezioni stratigrafiche
Tavola 5	Sezione stratigrafica e geotecnica A-A
Tavola 6	Sezione stratigrafica e geotecnica B-B
Tavola 7	Sezione stratigrafica e geotecnica C-C
Figura 8	Frazione di ghiaia verso profondità
Figura 9	Frazione fine verso profondità
Figura 10	Limite Liquido e Indice Plastico verso profondità
Figura 11	N_{SPT} corretto verso profondità
Figura 12	Densità Relativa verso profondità
Figura 13	Angolo di attrito effettivo verso profondità
Figura 14	Modulo di deformabilità verso profondità
Figura 15 - 16	Parametri di resistenza dell'ammasso roccioso
Figura 17 - 18	Modelli stratigrafici e geotecnici del sito
Figura 19	Schema indicativo delle soluzioni alternative per il taglio della collina
Figura 20	Schema indicativo della bonifica dei terreni di fondazione dell'impianto
Tabelle 1 -7	Quadri riassuntivi dei risultati delle prove geotecniche di laboratorio
Tabella 8	Elaborazione dei risultati delle prove SPT in foro

RIFERIMENTI E BIBLIOGRAFIA

LIMITI DI VALIDITA' DEL DOCUMENTO

ALLEGATI

Allegato 1	Figure – Tavole - Tabelle
Allegato 2	Stratigrafie dei sondaggi geognostici e dei pozzi d'investigazione con documentazione fotografica
Allegato 3	Relazione Specialistica relativa all'indagine NASW
Allegato 4	Certificati delle prove geotecniche di laboratorio
Allegato 5	Risultati delle analisi di stabilità

1 PREMESSA

La FERRANIA TECHNOLOGIES SPA ha incaricato la Geotechnical and Engineering Testing srl di eseguire una campagna di indagini geognostiche con prove geotecniche di laboratorio e preparare un Rapporto Geologico conclusivo al fine di illustrarne gli esiti e, attraverso le opportune valutazioni ed elaborazioni dei dati raccolti, definire un modello geologico – stratigrafico e geotecnico di un sito, ubicato in area di proprietà del Committente, selezionato per ospitare gli impianti di una centrale per la produzione di energia elettrica mediante biomasse.

Nelle sue linee essenziali l'impianto sarà costituito da una sala macchine che ospiterà la turbina, un locale caldaia con annesso impianto di trattamento dei fumi prima dell'immissione nell'adiacente camino, due torri di raffreddamento e tutte le relative strutture ed impianti accessori al funzionamento della centrale.

Il sito di progetto che copre un'estensione di, approssimativamente, 1.5 ettari, è ubicato in un area marginale dello stabilimento in prossimità della sponda destra del Fiume Bormida di Mallare. Sono state presi in considerazione due posizionamenti alternativi degli impianti: le due aree, contigue, sono state denominate A e B (si veda la Tavola 4, Allegato 1). Queste aree presentano lineamenti morfologici, geologici ed idrogeologici omogenei a saranno, quindi, caratterizzate in modo univoco, sviluppando, se necessario, alcune situazioni locali particolari.

Il presente Rapporto è strutturato in capitoli, paragrafi e sottoparagrafi: inizialmente è descritto, nelle sue linee essenziali, l'assetto del territorio, per quanto attiene agli aspetti geomorfologici, geologici ed idrogeologici. Sono successivamente descritte le attività di indagini, in sito ed in laboratorio, eseguite. Si illustrano poi i caratteri stratigrafici significativi, anche mediante le necessarie elaborazioni cartografiche, nell'ambito delle profondità investigate. Nel capitolo successivo sono presentati, interpretati e analizzati criticamente i dati relativi alle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni l.s. che costituiscono il sottosuolo del sedime dell'impianto ed è illustrato il modello geotecnico di riferimento per il progetto. In ultimo sono forniti alcuni suggerimenti operativi inerenti, in particolare, i lavori propedeutici alle attività di realizzazione delle fondazioni. A corredo del Rapporto sono presentati, raccolti in allegati, disegni, tabelle grafici e relazioni specialistiche che illustrano e supportano i risultati delle attività investigative di campo, le prove di laboratorio e le informazioni ed analisi descritte nel testo.

Le indagini e lo studio che ne consegue ottemperano al dettato del Decreto MLP dell'11/03/1988.

2 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO-GEOLOGICO-IDROGEOLOGICO DEL SITO

2.1 LINEAMENTI GEOMOFOLOGICI

Il sito di progetto, e più in generale l'area dello stabilimento, è caratterizzata da una morfologia di fondovalle modellata su i depositi alluvionali antichi e recenti del Fiume Bormida di Mallare. L' andamento è sub-pianeggiante con modesti dislivelli, in genere costituiti da modificazioni di natura antropica. La piccola piana alluvionale è bordata, lungo il margine Est e Nord-Est, da versanti collinari di media acclività, ricoperti da coltri eluvio – colluviali di modesto o moderato spessore (2 - 5m) che si ispessiscono leggermente a quote superiori ai 500m. Nella piana di fondovalle non sono presenti fenomeni morfologici significativi, l'area esondabile è limitata ad una stretta fascia all'intorno dell'asta fluviale che, in pratica, coincide con l'alveo attuale del Bormida.

Anche il fianco vallivo prospiciente l'area industriale non evidenzia fenomeni dinamici importanti: sono presenti localizzati e arealmente circoscritti fenomeni di dissesto perlopiù concentrati lungo le sponde dei rivi minori (Rio Campi – Rio Pesce): I fianchi delle vallecole di questi rivi presentano diffusi fenomeni di ruscellamento delle acque di superficie che danno luogo a fenomeni erosivi di importanza secondaria.

I tratti geomorfologici salienti dell'area sono illustrati nella Figura 1 allegata, tratta dalla Carta Geomorfologica a corredo del Piano Regolatore del Comune di Cairo Montenotte.

E quindi possibile affermare che l'area di progetto non presenta criticità sotto il punto di vista dell'assetto morfologico del territorio.

2.2 LINEAMENTI GEOLOGICI E STRATIGRAFICI

L'assetto geologico – strutturale del triangolo delimitato da Cairo Montenotte a Nord, Altare a Ovest e la località Santuario di Savona a Sud, nel quale ricade l'areale di Ferrania si inquadra nel complesso problema dell'evoluzione del metamorfismo alpino della Zona del Brianzonese e dei suoi rapporti con le Formazioni più antiche, pre-alpine, e le coperture sedimentarie post orogeniche del Bacino Terziario Piemontese (BTP). Le Formazioni dello zoccolo cristallino, delle sequenze pelitiche e le effusioni di rocce prevalentemente riolitiche che le accompagnano sono coinvolte, con intensità variabile, nelle differenti fasi metamorfiche alpine. Tra il basamento cristallino e le coperture sedimentarie mesozoiche si interpongono rocce di origine, in parte preponderante, vulcanica ed in parte sedimentaria di tipo continentale che sono indicate come *tegumento* poiché rivestono il basamento cristallino. Nella fase post – orogenica, (Miocene –

Oligocene) ovvero quando le Alpi Liguri hanno raggiunto un assetto che, seppure ancora in evoluzione, può definirsi stabile e definitivo avviene, in corrispondenza di alternanze di cicli trasgressivi e regressivi dovuti a movimenti neotettonici, la deposizione di grandi volumi di sedimenti (Formazioni di Molare, Rocchetta, Monesiglio) che, sul versante padano, ricoprono in discordanza le Unità delle Alpi liguri.

Il comparto di Ferrania è caratterizzato da un substrato, rinvenibile sotto una modesta copertura di terreni sciolti appartenenti, in fondo valle, alle alluvioni antiche e recenti del F.Bormida, e sui versanti collinari a coltri detritiche, costituito in massima parte da rocce appartenenti a formazioni terziarie costituite da sedimenti di ambiente continentale, salmastro e marino e, alle quote più basse, dalla Formazione degli Scisti del Santuario di età ascrivibile al Carbonifero superiore – Permiano inferiore. La situazione sopra descritta è rappresentata nello stralcio allegato (Figura 2) della Carta Geologica d'Italia, Foglio n°81 "Ceva", scala 1:100.000.

Le Formazioni citate, in sequenza stratigrafica dalla più antica alla più recente, presentano le seguenti caratteristiche generali (Cortesogno et alii, 1975).

1. Scisti quarzosi e metaconglomerati

Si distinguono due Formazioni:

- Scisti del Santuario (Carbonifero superiore – Permiano inferiore)

Si tratta di sedimenti paraderivati in prevalenza scistoso – filladici costituiti da scisti quarzoso – sericitici, talvolta cloritici, di colore da grigio verdastro a rosso vino a nerastro quando arricchiti di grafite, talvolta includono intercalazioni lentiformi di rocce in facies di scisti verdi (prasiniti anfiboliche). Si presentano raramente in affioramento in piccole lenti, sempre molto alterati, fratturati e tettonizzati

- Metaconglomerato del Verrucano Alpino (Permiano superiore – Scitico)

Ancor meno diffusi degli Scisti del Santuario, sono costituiti da un livello superiore nettamente conglomeratici e da un orizzonte inferiore a grana più fine con granuli disorientati di quarzo, livelletti micacei e lenticolari di clorite. Il colore varia dal grigio verdastro al violaceo. Anch'essi si presentano sempre molto alterati, fratturati e tettonizzati.

2. Formazione di Molare (Oligocene)

Rappresenta la base del Bacino Terziario Piemontese e, anche se in assoluto costituisce la litologia predominante della zona, non affiora nelle immediate vicinanze dell'area di progetto.

E' costituita da un conglomerato poligenico a cemento calcareo e clasti di dimensioni fino a decimetriche, ben lavorati in prevalenza costituiti da rocce verdi, scisti micacei, gneiss e

calcari dolomitici. L'origine del conglomerato è da ascriversi sia a depositi alluvionali di ambiente di delta sia a depositi brecciati di tipo continentale derivanti dallo smantellamento delle pendici della catena alpina. Alla sommità della Formazione sono presenti potenti bancate arenacee o marnoso – arenacee.

A livello di valutazione generale dell'assetto geologico – strutturale del sito di progetto non si evidenziano specifiche criticità. L'area non è interessata da discontinuità tettoniche o altre problematiche strutturali che possono interferire con il progetto.

Al livello di specifico interesse per il sito progetto si rileva che il substrato, soggiacente ad una copertura di spessore plurimetrico e costituita di terreni di riporto e depositi alluvionali e/o detritici, è costituito da rocce appartenenti alla Formazione degli Scisti del Santuario, come confermato dall'esame delle carote estratte dai sondaggi meccanici eseguiti nel corso della campagna di indagini geognostiche (si vedano i profili stratigrafici nell'Allegato2). Tali rocce presentano i caratteri fisico – meccanici tipici di un geomateriale lapideo seppure alterato e molto fratturato. Le proprietà della roccia saranno definite in dettaglio nell'ambito del Rapporto Geologico e Geotecnico a corredo del progetto.

2.3 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI E DELLA CIRCOLAZIONE DELLE ACQUE SOTTO SUPERFICIALI

L'area di progetto è sede di falda freatica che, alla data della campagna d'indagini (marzo 2006), evidenziava nei 2 piezometri installati nel piano una soggiacenza di 4.20m rispetto alla quota del piano campagna (circa 365m.s.l.m.). Tale soggiacenza colloca la falda in prossimità del contatto tra i terreni di copertura e il substrato roccioso. Il terzo piezometro, installato nel sondaggio S6 posizionato sul fianco della collina alla quota di circa 378.6m.s.l.m. segnala la presenza della tavola d'acqua alla profondità di 10.0m.

I deposti sciolti superficiali, alluvioni e coltri detritiche, sono da considerarsi, in ragione della loro granulometria, poco permeabili per porosità mentre la roccia del substrato è altrettanto poco permeabile per fratturazione.

In considerazione della prossimità del F.Bormida e della quota dell'alveo è verso di questo che si dispongono le linee di deflusso della tavola d'acqua.

La realizzazione dell'impianto comporterà l'esecuzione di scavi di profondità e volumetria ridotta per la costruzione delle opere di fondazione. Non si prevedono importanti interferenze tra queste attività e il regolare deflusso della tavola d'acqua; è anzi, probabile che, secondo il periodo di esecuzione degli scavi preparatori non si arrivi ad interessare il livello di falda. In caso contrario il drenaggio temporaneo della porzione di scavo eventualmente sotto la falda comporterà l'emungimento di portate molto modeste ed irrilevanti nel contesto generale della circolazione delle acque sotto superficiali.

E' altresì da escludere l'interferenza tra l'eventuale drenaggio temporaneo degli scavi ed i pozzi dai quali lo stabilimento emunge dal subalveo del F. Bormida e dal Rio Ferranietta le

portate per uso interno. I punti di prelievo sono 4 ubicati in Località S.Pietro in prossimità della stazione ferroviaria ad una distanza di circa 1.7km dal sito di progetto. I pozzi sono interconnessi ad una stazione di pompaggio ed hanno le seguenti caratteristiche:

Pozzo N°9	diam. 2.0m	prof. (da p.c.) 4.30m	liv.din.medio -2.75m	portata emunta 8l/s
Pozzo N°10	diam. 2.0m	prof.(da p.c.) 4.80m	liv.din.medio –2.30m	portata emunta 8l/s
Pozzo N°11	diam. 2.0m	prof.(da p.c.) 5.45m	liv.din.medio.-3.75m	portata emunta 5.5l/s
Pozzo N°12	diam.0.6m	prof.(da p.c.) 8.20m	liv.din.medio -2.70m	portata emunta 5.5l/s

In ultimo si evidenzia che l'area di progetto non è compresa nei limiti sottoposti al vincolo idrogeologico (si veda lo stralcio planimetrico allegato, Figura 3, Allegato 1).

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

La campagna d'indagini geognostiche in sito è stata programmata ed eseguita al fine di fornire gli elementi di conoscenza relativamente all'assetto stratigrafico del sottosuolo ed alle caratteristiche tecniche dei geo-materiali che lo costituiscono. Le attività d'indagine si sono articolate su sondaggi meccanici, scavo di pozzi d'investigazione mediante escavatore a braccio rovescio e prospezioni geofisiche. Le indagini sono iniziate e sono state completate nel corso del mese di marzo 2006. L'ubicazione delle indagini è riportata sulla planimetria raffigurata nella Tavola 4 (Allegato 1).

3.1.1 Sondaggi meccanici

Sono stati eseguiti cinque sondaggi meccanici a rotazione e carotaggio continuo distribuiti nei punti maggiormente significativi dell'area d'impianto e comunque in posizioni tali da fornire un quadro complessivo del sito:

- S1 lunghezza 11m
- S2 lunghezza 10m
- S3 lunghezza 10m
- S4 lunghezza 11m
- S5 lunghezza 8m
- S6 lunghezza 20m

I sondaggi S1, S2 e S3 sono stati eseguiti nell'area B, mentre i sondaggi S4, S5 ed S6 sono stati eseguiti nell'area A, i primi due nella parte pianeggiante, il terzo sul versante della collina che, nel caso sia questa l'area prescelta per l'impianto, dovrà essere sbancata creando un fronte di altezza significativa. In entrambi i casi i sondaggi sono stati ubicati, indicativamente, in punti corrispondenti alle probabili posizioni degli edifici destinati ad ospitare la caldaia, la turbina, il camino.

Tutte le perforazioni sono penetrate per non meno di 5m nel substrato roccioso, in tutti i sondaggi sono state eseguite, limitatamente ai tratti in materiali sciolti, prove penetrometriche dinamiche tipo SPT (Standard Penetration Test) nel numero complessivo di 17, utilizzando il campionatore Raymond. In tre dei sei fori (S1, S3 e S6) sono stati installati piezometri tipo "Norton" (piezometri a tubo aperto) per il controllo del livello della tavola d'acqua. Il materiale sciolto e le carote di roccia recuperate nel corso delle perforazioni sono state poste in cassette catalogatrici a scomparti e fotografate a colori.
Di ciascun sondaggio è stata compilata una dettagliata scheda descrittiva della stratigrafia e riportante tutte le informazioni utili.

Le schede stratigrafiche e la relativa documentazione fotografica sono raccolte nell'Allegato 2.

3.1.2 Pozzi d'investigazione

Al fine di ricavare ulteriori informazioni circa lo spessore della coltre di terreni sciolti nel sito di progetto sono state scavati 3 pozzi utilizzando un escavatore a braccio rovescio. Due pozzi, P1 e P2 sono stati eseguiti nell'area A, il terzo pozzo (P39 è stato eseguito nell'area B. Le ubicazioni dei pozzi sono riportate sulla Tavola 4 (Allegato 1). Gli scavi hanno raggiunto profondità comprese tra 4.20m e 4.50m rispetto al piano campagna, a tale profondità si è riscontrata la presenza di un livello più duro, non ulteriormente scavabile e la venuta di acqua. Lo strato di fondo dei pozzi corrisponde alla fascia di transizione tra i terreni di copertura e il "cappellaccio" del substrato roccioso. Sono stati prelevati 3 campioni rimaneggiati, uno per ciascun pozzo, rappresentativi del terreno sciolto presente al di sotto della cappa vegetale e di uno strato più superficiale probabilmente costituito da materiali di riporto. I campioni sono stati utilizzati in laboratorio per eseguire prove di riconoscimento e classificazione. Le stratigrafie dei pozzi sono presentate nell'Allegato 2 con la relativa documentazione fotografica.

3.1.3 Indagini geofisiche

E' stata condotta un indagine sismica di tipo passivo denominata NASW (Noise Analysis of Surface Waves) per determinare il profilo Vs_{30} del sottosuolo che consente la classificazione del sito ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 – "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche*"

Per i dettagli relativi al metodo, le attrezzature ed i risultati si rimanda alla Relazione Specialistica dell'Allegato 3.

3.2 PROVE GEOTECNICHE

La natura dei terreni di copertura, di granulometria prevalentemente grossolana o, comunque, eterometrica, non ha consentito di prelevare campioni indisturbati: la caratterizzazione dei terreni superficiali è stata dunque effettuata utilizzando campioni rimaneggiati. Per quanto riguarda il substrato roccioso la selezione di spezzoni di carote integre è risultata altrettanto problematica per l'elevato grado di fratturazione della roccia.

Nel complesso sono stati selezionati ed analizzati in laboratorio 26 campioni rimaneggiati rappresentativi dei terreni sciolti, dei quali 23 provenienti dai sondaggi e 3 dai pozzi, 2 campioni rimaneggiati rappresentativi di livelli di roccia completamente alterata e di consistenza terrosa e 16 spezzoni di carote di roccia.

I campioni di terreno sciolto e della roccia terrosa sono stati utilizzati per eseguire le seguenti prove:

- n°4 determinazioni del peso di volume unitario
- n°28 curve di distribuzione granulometrica mediante setacciatura per via umida
- n°28 determinazioni dei limiti di consistenza (Limiti di Atterberg)
- n°1 prova triassiale tipo non consolidato-non drenato (UU)
- n°1 prova di taglio diretto tipo consolidato-drenato (CD)

Gli spezzoni di carote sono stati utilizzati per le seguenti prove:

- n°8 determinazioni del peso di volume unitario
- n°8 determinazioni della resistenza della roccia integra in compressione monoassiale
- n°11 determinazioni dell'Indice di Point Load.

Le prove eseguite, unitamente ai risultati delle prove in foro (SPT nei terreni sciolti) hanno consentito, nel complesso, una adeguata caratterizzazione dei terreni di copertura e della roccia di substrato.

Un quadro riassuntivo dei risultati delle prove geotecniche è presentato nelle Tabelle da 1 a 7, mentre i singoli certificati di prova sono raccolti nell'Allegato 4.

4 CARATTERI STRATIGRAFICI DEL SITO DI PROGETTO

I sondaggi hanno evidenziato che il sito di progetto presenti caratteri stratigrafici sostanzialmente semplici ed omogenei, infatti si configura un sistema a due strati:

- Un livello superficiale dello spessore di 5.0-6.0m costituito da materiale sciolto, localmente e limitatamente alla porzione sommitale, anche di riporto, di tipo ghiaioso sabbioso con matrice fine di natura limosa poco o non plastica, in generale presente in percentuale subordinata rispetto alla componente sabbiosa e clastica costituita da frammenti lapidei poligenici, in genere alterati o molto alterati. Localmente è stato osservato un livello poco potente (circa 1.0m) e discontinuo, costituito da limo sabbioso con scarsa o assente frazione di ghiaia. Nelle zone pianeggianti i terreni di copertura sono riferibili ai depositi di alluvioni antiche del T.Bormida come testimoniato dalla forma ben elaborata dei ciottoli e della ghiaia, mentre sui fianchi collinari sono costituiti da coltri detritiche di natura residuale e/o colluviale, caratterizzate da scheletro di clasti in prevalenza spigolosi o poco elaborati.

- Un livello basale rappresentato dal substrato roccioso, costituito da scisti filladici della Formazione del Santuario, di età Permo-Carbonifera, della quale ripropongono le caratteristiche litologiche e mineralogiche tipiche con presenza di paragenesi a quarzo-sericite-clorite con intercalazioni di prasiniti anfiboliche intensamente laminate. Il colore varia, anche in funzione del grado di alterazione, da grigio verdastro a bruno rossastro. Nell'ambito della profondità investigata la roccia si presenta sempre alterata, localmente, molto alterata di consistenza terrosa, friabile e fratturata o molto fratturata secondo più sistemi di discontinuità che si intersecano ad angoli variabili conferendole un aspetto "a blocchi" debolmente interconnessi. La giacitura del piano del tetto del bedrock sembra evidenziare una modesta immersione circa in direzione Est – NordEst anche se l'ambito di indagine è troppo circoscritto per una valutazione precisa.

La coltre può essere considerata da poco permeabile a mediamente permeabile per porosità, in ragione della maggior o minor abbondanza di frazione fine. Il substrato roccioso è altrettanto poco permeabile per fratturazione per la diffusa presenza, nelle fratture, di materiale di intasamento che deriva dall'alterazione.
Al momento delle indagini la tavola d'acqua evidenziava una soggiacenza di circa 4m rispetto alla quota del piano di campagna. La direzione di deflusso è verso il Fiume Bormida che scorre ad alcune decine di metri di distanza dal margine orientale del sito.

L'assetto stratigrafico del sito è rappresentato mediante le Sezioni A-A, B-B e C-C riprodotte, rispettivamente, nelle Tavole 5, 6 e 7 e la cui traccia è indicata nella Tavola 4 (Allegato 1).

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DEL SITO

5.1 TERRENI SCIOLTI DI COPERTURA

5.1.1 Proprietà fisiche

Come detto nella descrizione stratigrafica, la tipologia dei terreni che costituiscono la coltre di copertura varia, in modo abbastanza casuale sia in senso orizzontale sia verticale, da sabbie limose con subordinata frazione di ghiaia da sottile a pluricentimetrica a ghiaie sabbiose con limo. Queste due tipologie di terreni sono sostanzialmente assimilabili ad un unico geo-materiale sotto il punto di vista delle proprietà geotecniche. Localmente, anche con una certa continuità spaziale, sono presenti straterelli di terreni con percentuale di frazione fine che eccede il 50%, questi sono classificabili come limi con sabbia.

5.1.1.1 Peso di volume unitario

Soltanto 2 campioni tra quelli esaminati presentavano caratteristiche tali da poter essere utilizzati per determinare il peso di volume. In questi casi si sono calcolati valori di γ compresi tra 20 e 22kN/m^3. Si ritiene che questi valori, tipici per geomateriali granulari in uno stato di addensamento medio-alto, possano comunque essere estesi al terreno di coltre nel suo complesso.

5.1.1.2 Distribuzione granulometrica

La frazione con dimensioni di ghiaia è presente in percentuali molto variabili e comprese se si escludono i termini nettamente limosi, tra il 15 e il 60%.

La frazione sabbiosa, sempre presente in quantità significativa, varia tra il 25% e il 55%, in un caso (campione del Pozzo P2) si registra il 78% di frazione sabbiosa

La frazione fine, costituita da particelle di dimensioni inferiori a 0.075mm, è, in prevalenza compresa tra il 10% e il 40%. In pochi casi, 4 campioni su 26, supera il 50%. (si vedano i grafici delle Figure 8 e 9 nell'Allegato 1)

5.1.1.3 Caratteristiche di plasticità

Le caratteristiche di plasticità della frazione fine sono state determinate mediante i limiti di Atterberg. Tutti i campioni hanno evidenziato un grado di plasticità basso o molto basso: il Limite Liquido (LL) è compreso tra 22 e 32, il Limite Plastico (LP) è compreso tra 21 e 26, ne consegue che l'Indice Plastico (IP=LL-LP) è compreso tra 2 e 6 (si veda la Figura 10, Allegato 1).

5.1.1.4 Classificazione geotecnica

La classificazione geotecnica utilizzata per definire i terreni è l'USCS (Unified Soils Classification System) che si basa sulle caratteristiche granulometriche e di plasticità. I terreni esaminati appartengono in prevalenza ai tipi SM – sabbie limose, GM – ghiaie limose con sabbia, alcuni campioni sono classificati come ML - limi sabbiosi di bassa plasticità.

5.1.2 Parametri di resistenza e deformabilità

5.1.2.1 Premessa

La definizione dei parametri di resistenza e deformabilità dei terreni di riporto può essere effettuata utilizzando i risultati delle prove SPT condotte in foro nel corso dei sondaggi. I risultati delle stime devono essere utilizzati con cautela, in particolare quelli riferiti a prove eseguite a piccola profondità poiché è noto che per bassi valori di tensione litostatica efficace σ'_{vo} i valori di densità relativa (D_R) , angolo di attrito effettivo (ϕ') e modulo di deformabilità (E) tendono ad essere sovrastimati.

I valori di penetrazione N determinati nel corso della prova SPT sono dapprima normalizzati tramite opportuni coefficienti correttivi (Cestari, 1990 – EPRI, 1990) rispetto alla tensione litostatica efficace σ'_{vo} , per l'efficienza del dispositivo di battitura per un rendimento di riferimento (tipicamente il 60%), per la lunghezza delle aste e il diametro del foro e, infine, per la granulometria del deposito espressa sulla base del valore del D_{50} (diametro delle particelle corrispondenti al 50% di passante in peso). Il valore corretto $N_{1(60)}$ a questo punto dipende soltanto dalla natura del terreno.

La Tabella 6 (Allegato 1) illustra i passi relativi all'interpretazione delle prove SPT.

I valori di $N_{1(60)}$, in totale 17, sono riportati in grafico (si veda la Figura 11, Allegato 1) in funzione della profondità. Si evidenzia, con alcune eccezioni, una tipica tendenza di aumento dei valori di N al crescere della profondità. Si osserva che alcuni valori possono essere influenzati dall'abbondanza di scheletro grossolano.

5.1.2.2 Densità relativa

E' possibile in base ai valori di $N_{1(60}$ attribuire al materiale un valore, denominato Densità Relativa percentuale (D_R%) che esprime lo stato di addensamento del deposito.

La Densità Relativa è correlabile a $N_{1(60}$ mediante l'equazione seguente (EPRI, 1990):

$$N_{1(60)}/D_R^2 = 60+25\log D_{50} \qquad (1)$$

Dove D_{50} è il diametro, espresso in mm, corrispondente al 50% di passante in peso del terreno ed è ricavato dalla curva granulometrica.

La distribuzione dei valori di D_R con la profondità (si veda il grafico di Figura 12, Allegato1) è alquanto dispersa nei primi metri di deposito, infatti si calcolano valori di D_R compresi tra un minimo di circa 40% ed un limite superiore di 60-70% e riflette la disomogeneità del terreno. La densità relativa risulta più elevata ed omogenea nel livello di coltre più profondo.

5.1.2.3 Angolo di attrito effettivo

Da prove SPT

Sono disponibili in letteratura numerose relazioni empiriche che consentono di correlare N o $N_{1(60)}$, con il valore dell'angolo di attrito effettivo ϕ' nel caso di terreni granulari. Queste correlazioni possono essere dirette oppure richiedono di stimare dapprima la D_R e da questa valutare successivamente il valore di ϕ'. E' preferibile utilizzare le correlazioni dirette N – ϕ' per evitare la doppia approssimazione che comporta il passaggio intermedio attraverso la D_R.

Il valore di ϕ' è stato calcolato utilizzando sia le curve proposte da Schmertmann (1975),che utilizzano il valore di N misurato ed applicano una correzione per la tensione litostatica in sito, sia il metodo suggerito dal National Highway Institute (NHI, 2001).

Le relazioni utilizzate sono le seguenti:

- Schmertmann

$$\phi' = \tan^{-1}[N/(12.2+20.3\sigma'_{vo}/p_a)]^{0.34} \quad (2)$$

- NHI

$$\phi' = (15.4N)^{0.5} + 20° \quad (3)$$

I valori medi di ϕ' stimati mediante i due metodi sopra indicati sono riportati nel grafico di Figura 13 (Allegato 1) in funzione della profondità.

La maggior parte dei valori di ϕ' medi ricadono tra 35° e 45° con una tendenza di crescita all'aumentare della profondità, ad eccezione di tre valori, alla profondità di 3m, che sono compresi tra 30 e 35°

Si ritiene che possa essere attribuito ai terreni presenti tra 1.5 e 4.0m di profondità un valore dell'angolo di attrito effettivo, cautelativo, di 35°, mentre ai terreni oltre i 4.0m di profondità si attribuisce un angolo di attrito effettivo di 40°.

Da prove di laboratorio

Nel corso del sondaggio S6, all'intorno della profondità di 3.0m, la carota recuperata presentava caratteristiche granulometriche e di qualità tali da poter essere utilizzata per ricavare i provini necessari ad eseguire in laboratorio, una prova di taglio diretto tipo consolidato-drenato. Il terreno è risultato essere un sabbia con limo al limite del limo sabbioso (frazione di sabbia+limo = 85%, frazione di limo = 45%) e la prova ha permesso di calcolare un valore dell'angolo di attrito effettivo di 33.9° e coesione effettiva di 19kPa.

5.1.2.4 Modulo di deformabilità

Il valore del Modulo di Elasticità E dei terreni esaminati può essere stimato, in modo approssimato, in funzione dei risultati delle prove SPT. Anche in questo caso è opportuno ricordare che le correlazioni E f(N) sono deboli e forniscono valori dispersi poiché non tengono in conto di una serie di variabili che possono condizionare il risultato della prova, quali le modalità di dissipazione delle sovrapressioni interstiziali, i fenomeni di "crushing" dei grani in conseguenza dell'infissione della punta, la storia dello stato tensionale del deposito; a questi fattori bisogna sommare, nel nostro caso, la natura eterogenea del materiale esaminato.

Tra le numerose correlazioni empiriche tra N_{SPT} ed E riportate in letteratura, si sono utilizzate le equazioni di seguito richiamate:

- Denver (1982) nota che, tipicamente, le relazioni E.-N_{SPT} possono essere approssimate da un'equazione lineare del tipo:

$$E = s_1 N_{spt} + s_2 \qquad (5)$$

dove:

s_1, s_2 sono costanti (MPa) che dipendono dal tipo di terreno: per sabbie e ghiaie si assume $s_1 = 0.756$ e $s_2 = 18.75$.

- Bowles (1996) suggerisce di utilizzare, per sabbie con ghiaia, l'equazione:

$$E = 1200*[N_{1(60)} + 6] \qquad (6)$$

I risultati delle elaborazioni dei dati di campo in base alle due relazioni suddette e i relativi valori di E sono illustrati nella Tabella 6 (Allegato 1), mentre la distribuzione dei valori di E_{medio} con la profondità è riportata nel grafico di Figura 14 (Allegato 1); da questo si osserva che i valori di E risultano dispersi in particolare per profondità dell'ordine dei 3m. Si ritiene che ai terreni tra le profondità di 1.5m e 4.0m possa essere attribuito un valore di E = 25MPa, mentre per i terreni più profondi si potrà assumere E = 40MPa, con l'eccezione degli strati di versante più profondi per i quali E = 50MPa.

5.1.2.5 Modulo di reazione di sottofondo

Il modulo di reazione del terreno non è una proprietà intrinseca del terreno in quanto dipende dalla geometria della fondazione. Di norma è determinato sperimentalmente a seguito di prove di carico su piastra e poi scalato alla fondazione reale. In assenza di prove di carico può essere calcolato in funzione del modulo E utilizzando la seguente equazione (Vesic, 1961):

$$k_s = E/B(1-\nu^2) \qquad (7)$$

dove:

B (m) è la larghezza della fondazione o il diametro/spessore del palo o del diaframma
ν (-) è il coefficiente di Poisson = 0.35

Pertanto k_s vale, rispettivamente per E = 25MPa, E = 40MPa ed E = 50MPa, 28/B, 45/B, 57/BMN/m^3. Nel caso di strutture di contenimento, ad esempio berlinesi di micropali, al valore di B si sostituisce il diametro D del palo e k_s assume il significato di una reazione orizzontale.

5.1.3 Parametri di deformabilità in campo dinamico

Per valutare la risposta elastica dei terreni sotto l'azione di carichi ciclici generati da macchine vibranti è necessario definire il modulo di taglio G nel campo delle piccole deformazioni. Calcolato G, nota la frequenza della forzante caratteristica della macchina, il tipo e la geometria della fondazione, la stratigrafia del sottosuolo di fondazione, sarà possibile calcolare i valori di rigidezza dinamica e i coefficienti di smorzamento da associare al terreno per i differenti modi di vibrazione. A questo scopo si potranno utilizzare, ad esempio, le equazioni proposte da Gazetas (Foundation Engineering Handbook, Chapter 15).

Noto il valore della velocità di propagazione nel terreno delle onde di taglio Vs e della densità di massa ρ, il valore di G_o può essere calcolato dall'equazione che segue:

$$G_O = \rho Vs^2 \qquad (8)$$

Dall' indagine NASW risulta che la Vs del sito, tra 1m e 5m di profondità è di 500m/s, la densità di massa vale 20kN/m^3/9.81m/s^2 ovvero circa 2.0kNs^2/m^4, pertanto:

G_o = 500MPa

Per un livello di deformazione tipicamente indotto da una macchina vibrante si può assumere che il rapporto G/G_o per un terreno granulare sia pari a 0.85 e quindi G = 425MPa.

5.2 SUBSTRATO ROCCIOSO

Alcuni livelli di pertinenza stratigrafia al substrato roccioso, in particolare evidenziati nel sondaggio S6 in corrispondenza degli intervalli di profondità 7.0-10.0m e 18.0-20m, ma presenti, anche se in modo più discontinuo, anche in altri sondaggi, sono costituiti da roccia estremamente debole ovvero, più correttamente, riconducibile alla definizione di roccia di consistenza terrosa priva delle caratteristiche di consistenza, struttura e composizione tipiche di un materiale lapideo propriamente detto. Il materiale di questi livelli è stato campionato e sottoposto alle usuali prove di riconoscimento in laboratorio che lo classificano come una sabbia limosa con scheletro ghiaioso, debolmente plastica (IP = 5-8).

La caratterizzazione geomeccanica della roccia del substrato alla scala di ammasso, esclusi i livelli con le caratteristiche sopra descritte, può essere condotta utilizzando il criterio di Hoek – Brown generalizzato (Hoek, 2002).

Per applicare il criterio è necessario stabilire i seguenti parametri quantitativi e qualitativi:

- resistenza della roccia integra
- natura litologica della roccia che costituisce il substrato
- valore del Geological Strenght Index (GSI)

Gli elementi di valutazione emersi dall'esame visuale e dalle prove condotte sulle carote estratte nel corso dei sondaggi suggeriscono di distinguere due situazioni relative: a) alle condizioni generali del substrato nelle area pianeggianti e b) alle condizioni, locali, del substrato in area collinare.

5.2.1 Substrato roccioso in ambito di piana alluvionale

5.2.1.1 Parametri di resistenza e deformabilità

La resistenza della roccia integra è stata determinata in laboratorio mediante le prove di compressione uniassiale (3 prove) e determinazioni dell'Indice di Point Load (8 prove) condotte su spezzoni di carote prelevate nel corso dei sondaggi S1, S2, S3, S4 e S5. Le prove di compressione, più significative, hanno fornito valori di σ_{ci} compresi tra 2.6 e 7.5MPa che qualificano la roccia come debole. Si assume come σ_{ci} di riferimento il valore di 5MPa.

La roccia è identificata come uno scisto filladico intensamente deformato, quindi una roccia metamorfica con tessitura da media a fine, il valore del parametro m_i è 10.

Il GSI è stabilito pari a 25 in base all'osservazione dello stato delle carote recuperate nel corso dei sondaggi. Il valore di GSI di 25 identifica un ammasso roccioso di qualità

scadente, alterato, tettonizzato, interessato da più sistemi di discontinuità che si intersecano tra loro a formare una struttura "a blocchi" debolmente interconnessi.

Stabiliti i dati di ingresso di cui sopra, i parametri di resistenza e deformabilità dell'ammasso roccioso possono essere immediatamente calcolati utilizzando le equazioni proposte da Hoek. In questo caso si è utilizzato il programma RocLab (RocScience Inc. 2002-2006) che ha fornito, per un campo di tensioni 0 – 1.25MPa, i seguenti valori:

- Resistenza della roccia in ammasso σ_{cm} = 0.5MPa
- Deformabilità della roccia in ammasso E_m = 1050MPa

In termini di criterio di rottura di Mohr – Coulomb, questi corrispondono a:

- Coesione dell'ammasso = 0.16MPa
- Angolo di attrito dell'ammasso= 23°

I valori di cui sopra rappresentano il "best fit" dell'inviluppo a rottura nel campo di tensioni indicate. I valori operativi possono essere calcolati noto il valore della tensione normale σ_n effettiva.

Nella Figura 15 (Allegato1) sono presentati i parametri ed i grafici degli inviluppi a rottura relativi all' analisi sopra descritta.

5.2.1.2 Modulo di reazione di sottofondo

Se si sviluppa il calcolo secondo il criterio di cui al paragrafo 5.1.2.5 precedente, utilizzando E_m = 1000MPa e ν = 0.3 si definisce per la roccia ks ≈ 1100/B(MN/m^3).

5.2.1.3 Parametri di deformabilità in campo dinamico

In analogia a quanto illustrato nel paragrafo 5.1.3 precedente, considerando che la velocità delle onde di taglio V_s del substrato è di 1600m/s e che la sua densità di massa ρ è 2.45kNs^2/m , si calcola $G_o \approx$ 6.3GPa e per G/G_o = 0.85, G vale circa 5.3GPa.

5.2.2 Substrato roccioso in ambito di versante

5.2.2.1 Parametri di resistenza e deformabilità

La roccia del bedrock in area di collina presenta uno stato di conservazione e caratteristiche generali più scadenti rispetto a quelle della roccia del substrato in area di piana alluvionale.

Le prove di compressione condotte in laboratorio su 5 spezzoni di carote prelevate nel corso del sondaggio S6 e rappresentative dei livelli meno scadenti hanno fornito valori di σ_c estremamente bassi e compresi tra 0.3 e 0.6MPa, questi valori sono più adeguati a descrivere un geomateriale terroso, consistente piuttosto che un materiale lapideo anche debole.

Per caratterizzare dal punto di vista geomeccanico una "roccia" di questo tipo si è assunto che la resistenza della roccia integra sia pari a quella associata al primo caso, ovvero mediamente 5MPa e che il valore del GSI sia di 15,valore rappresentativo di una roccia di qualità estremamente scadente, caratterizzata da una struttura disgregata, con un grado di interconnessione tra gli elementi dello scheletro molto basso. Tramite RocLab (si veda la Figura nell'Allegato 1) si sono quindi determinati i parametri di resistenza di un ammasso con queste caratteristiche che risultano, in termini del criterio di Mohr-Coulomb (ϕ ; c) e per le condizioni applicative riferite al una situazione di pendio pari a:

angolo di attrito = 30°
coesione 0.04MPa

Nella Figura 16 (Allegato1) sono presentati i parametri ed i grafici degli inviluppi a rottura relativi all' analisi sopra descritta.

5.2.2.2 Modulo di reazione di sottofondo

In questo caso E_m vale 425MPa, $\nu \approx 0.3$ e $ks \approx 470/B(MN/m^3)$

6 MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DI RIFERIMENTO

Il modello stratigrafico e geotecnico di riferimento per il progetto rappresenta la schematizzazione finale della sequenza tipica dei terreni e dei parametri che ne definiscono il comportamento geotecnico così come emerge dall'analisi e dalla valutazione critica complessiva delle informazioni e dei dati forniti dalle indagini.

6.1 MODELLO STRATIGRAFICO

Strato superiore costituito da geo materiali di composizione prevalentemente granulare (miscela di ghiaia e sabbia) con diffusa presenza di matrice limosa di plasticità non significativa ai fini del comportamento del terreno, sia di origine alluvionale sia residuale/colluviale. E' presente, in modo discontinuo, un sottile livello a granulometria in prevalenza fine (limo sabbioso) di plasticità non significativa ai fini del comportamento del terreno.

Substrato roccioso costituito da roccia scistosa, alterata, fratturata e tettonizzata, classificabile come "debole" e, in situazioni localizzate, "estremamente debole.

6.2 MODELLO GEOTECNICO

Si illustrano due modelli di riferimento leggermente differenziati dei quali il primo si riferisce alle condizioni verificate per le aree pianeggianti dove i problemi progettuali saranno essenzialmente di tipo fondazionale mentre il secondo si riferisce a situazioni di versante dove gli aspetti progettuali salienti sono riferiti a operazioni di riconformazione del pendio e realizzazione di opere di contenimento.

6.2.1 Modello 1

6.2.1.1 Terreni sciolti (alluvioni)

Parametri geotecnici medi rappresentativi:

- Peso di volume unitario γ $20kN/m^3$
- Plasticità
  Limite Liquido LL 28±3
  Indice Plastico IP 4±2

- Densità Relativa D_R
  1-2.5m 55%
  2.5-4m 40%
  4-5.5m 70%

- Angolo di attrito effettivo ϕ'
  1-4m 35°
  4-5.5m 40°

- Modulo di deformabilità E
  1-4m 25MPa
  4-5.5m 40MPa

- Modulo di reazione k_v
  1-4m 28/B (MN/m^3)
  4-5.5m 45/B (MN/m^3)

- Velocità delle onde di taglio V_s 500m/s

- Modulo di taglio G 425MPa

6.2.1.2 Substrato roccioso

- Peso di volume unitario γ 24kN/m^3
- Resistenza della roccia integra σ_{ci} 5MPa
- Resistenza dell'ammasso σ_{cm} 0.5MPa
- Modulo di deformabilità dell'ammasso E_m 1000MPa
- Velocità delle onde di taglio Vs 1600m/s
- Modulo di reazione k_v 1100/B(MN/m^3)
- Modulo di taglio G 5.3GPa

6.2.2 Modello 2

6.2.2.1 Terreni sciolti (residuali/colluvio)

Parametri geotecnici medi rappresentativi:

- Peso di volume unitario γ 20kN/m^3
- Plasticità
  Limite Liquido LL 31-32
  Indice Plastico IP 5-6

- Densità Relativa D_R
  1-3m 65%
  3-5.5m 75%

- Angolo di attrito effettivo ϕ'
  1-3m 33°
  3-5.5m 40°

- Modulo di deformabilità E
  1-3m 25MPa
  3-5.5m 50MPa

- Modulo di reazione k
  1-3m 28/B (MN/m^3)
  3-5.5m 57/B (MN/m^3)

- Velocità delle onde di taglio Vs n.d. (si può assumere come nel Modello 1)

- Modulo di taglio G n.d. (si può assumere come nel Modello 1)

6.2.2.2 Substrato roccioso

- Peso di volume unitario γ $24kN/m^3$
- Resistenza della roccia integra σ_{ci} 5MPa
- Resistenza dell'ammasso σ_{cm} 0.34MPa
- Modulo di deformabilità dell'ammasso E_m 425MPa
- Angolo di attrito ϕ(M-C) 30.4°
- Coesione c(M-C) 0.04MPa
- Modulo di reazione k_h $470/D(MN/m^3)$

I modelli stratigrafici e geotecnici dei terreni nei due casi considerati sono schematizzati nelle Figure 17 e 18 nell'Allegato 1.

6.3 CLASSIFICAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE AI FINI DELLA DEFINIZIONE DELLE AZIONI SISMICHE

Il territorio del Comune di Cairo Montenotte, nel quale la località Ferrania è ubicata, ricade in Categoria 4 (ex N.C.) alla quale compete un valore di a_g di 0.05g.

Ai fini di procedere alla caratterizzazione dei terreni del sito di progetto in relazione alla risposta alle azioni sismiche, in ottemperanza dell'ordinanza del PCM n° 3274 del 20/03/2003 è stata eseguita l'indagine NASW per definire il profilo di Vs dei terreni medesimi e, conseguentemente, il valore V_{s30} che li caratterizza (pari a 30 diviso la media pesata dei valori di Vs attribuiti a strati omogenei di terreno/roccia fino alla profondità di 30m).

Il valore di V_{s30} calcolato con la procedura di cui sopra è pari a 1200m/s e pertanto ricade nei terreni di Tipo A.

Per quanto riguarda il potenziale di liquefazione si ritiene che i terreni sciolti che costituiscono la copertura del substrato non presentino caratteristiche tali da essere considerati soggetti a liquefazione in territorio di 4 categoria sismica, in particolare per i seguenti motivi:

- significativa percentuale di frazione fine.
- valore di V_s (500m/s) corrispondente ad un deposito non sciolto.

7 ANALISI DI STABILITÀ

Nel caso che la zona selezionata per l'ubicazione finale dell'impianto sia l'area A indicata nella Tavola 4 dell'Allegato1, sarà necessario eseguire un considerevole sbancamento della collina che borda il margine ovest dell'area.

L'altezza finale dello sbancamento sarà di circa 15.0m. Sulla base della sequenza stratigrafica evidenziata dal sondaggio S6, perforato ad una quota circa 2m più bassa del ciglio del fronte di sbancamento, risulta che i terreni interessati dallo scavo saranno, per i primi 5m circa, costituiti da coltre detritica consistente, mentre la restante parte, 10m circa, si svilupperà nella roccia del substrato che, ricordiamo, si presenta alterata/molto alterata ed intensamente fratturata.

Per la riconformazione geometrica del pendio sono possibili due soluzioni alternative (si veda anche la Figura 19, Allegato1):

A) Eseguire un taglio verticale su due livelli, interrotti da un gradone intermedio e sostenuti da due berlinesi di micropali stabilizzate per mezzo di più file di tiranti permanenti.

B) Eseguire un taglio verticale di circa 9m di altezza sostenuto da una berlinese con tiranti permanenti e rimodellare la porzione di pendio a monte della berlinese secondo un profilo stabile.

Il primo caso richiede una soluzione strutturale di una certa complessità esecutiva per l'interazione tra i tiranti della berlinese inferiore con i micropali della berlinese superiore, consente, inoltre, di ridurre i volumi di scavo, la seconda ipotesi è più semplice sotto il punto di vista strutturale e, probabilmente, anche moderatamente più economica.

Per entrambe le soluzioni sono state condotte le analisi di stabilità. Le verifiche hanno permesso un dimensionamento di massima degli interventi di stabilizzazione. Le analisi sono state condotte utilizzando il codice di calcolo SLIDE versione 4.0, implementato da Rocscience Inc., Toronto (Canada).

Il programma consente di valutare il coefficiente di sicurezza di superfici di rottura circolari e non circolari in terreni ed in roccia utilizzando il criterio dell'equilibrio limite. Le analisi possono essere condotte con metodi semplificati (Bishop, Janbu) o completi (GLE, Spencer, Janbu) nei quali sono considerate le forze che agiscono tra i conci. Il programma consente inoltre di tenere in conto l'anisotropia dei materiali, di utilizzare modelli di rottura del terreno e della roccia lineari e non lineari e modellare le condizioni idrauliche che governano il flusso dell'acqua nel terreno.

In questo caso le analisi sono state condotte utilizzando i metodi di Bishop semplificato, Janbu semplificato, Spencer, General Limiting Equilibrium e Janbu corretto. Il profilo stratigrafico e i parametri geotecnici di input sono quelli stabiliti nel Modello 2 del sottosuolo (vedere paragrafo 6.2.2 precedente). E' stata considerata la presenza della tavola d'acqua secondo quanto indicato dalle indagini geognostiche. Ai parametri di

resistenza dei terreni e della roccia sono stati applicati i coefficienti parziali indicati nelle Norme Tecniche per le Costruzioni, Capitolo 7 *"Norme per le opere interagenti con i terreni e con le rocce, per gli interventi nei terreni e per la sicurezza dei pendii"* (Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 14 settembre 2005). Le verifiche sono state effettuate analizzando sia le condizioni di stabilità locali sia globali del pendio nella sua configurazione geometrica finale. Ciascuna delle ipotesi verificate è stata ripetuta tenendo in considerazione le azioni sismiche previste per le zone di 4 categoria.

I risultati delle analisi indicano che le condizioni di stabilità dei fronti di scavo e del nuovo profilo del pendio, sia nelle situazioni locali sia globalmente sono rispettate realizzando interventi di sostegno aventi le seguenti caratteristiche generali, ancorché preliminari.

Berlinese inferiore

La luce libera della paratia è stimata di 9m. La paratia sarà costituita da micropali affiancati con interasse non superiore a 0.6m, con incastro, sezione ed armatura tale da garantire una resistenza a taglio non inferiore a 20kN.

La stabilità sarà assicurata da una doppia file di tiranti a trefoli con spaziatura verticale ed orizzontale non superiore a 2.0m, lunghezza totale non inferiore a 15m con tratto iniettato non inferiore all'80% della lunghezza, diametro del bulbo non inferiore a 0.17m, inclinazione verso il basso di 10°

L'armatura di ciascun tirante sarà costituita da tre trefoli di acciaio di diametro non inferiore a 15mm con carico di rottura per trefolo non inferiore a 278kN per garantire una capacità complessiva del tirante di 450kN, i trefoli saranno inguainati singolarmente per garantire una migliore resistenza alla corrosione.

I tiranti saranno realizzati, preferibilmente, con canne a manchettes che rendono possibile l'iniezione ripetuta e selettiva del tratto di ancoraggio.

Berlinese superiore

La luce libera della paratia è stimata pari a 7.7m. La paratia sarà costituita da micropali affiancati aventi le caratteristiche di interasse, lunghezza, diametro ed armatura analoghe a quelle della paratia inferiore.

La stabilità sarà assicurata da una fila di tiranti a trefoli aventi le stesse caratteristiche di spaziatura verticale ed orizzontale, diametro e armatura e modalità costruttive dei tiranti previsti per la paratia inferiore, ad eccezione della lunghezza totale che dovrà essere non inferiore a 17m.

Le condizioni e gli output grafici dei risultati delle analisi sono presentati nell'Allegato 5.

8 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il sito prescelto per la costruzione della centrale a biomasse 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 terreno vegetale ed adeguato approfondimento del piano di posa delle fondazioni (indicativamente 1.5-2.0m per le strutture principali).

Il terreno di appoggio è di tipo essenzialmente granulare con presenza di matrice limosa di plasticità trascurabile, prevalentemente in percentuale subordinata ma talvolta significativa: 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 e determinare lo sviluppo di un processo di consolidazione dipendente dal tempo.
L'analisi di capacità portante può essere condotta in termini di tensioni efficaci utilizzando l'appropriato valore dell'angolo di attrito effettivo, scelto, cautelativamente, pari a 35°, e coesione nulla.

E' ampiamente verificato che nel caso di terreni granulari il calcolo della stabilità della fondazione in termini di capacità portante ammissibile del terreno calcolata utilizzando il valore dell'angolo di picco porta a valori di portata ammissibile non realistici. Valori più coerenti potrebbero essere ottenuti utilizzando, più correttamente, il valore dell'angolo di attrito allo stato critico. Anche in questo caso però il valore di q_{amm} potrebbe risultare ancora non realistico in quanto causa di cedimenti non ammissibili dalla struttura. Ne consegue che nel caso dei terreni granulari, o a questi sostanzialmente assimilabili, il parametro che governa il valore operativo della capacità portante ammissibile è l'entità del cedimento tollerabile.

Nel caso in esame occorre tenere in conto altri fattori. L'impianto è articolato su più corpi di carico adiacenti, uno dei quali costituito da un macchina vibrante, che richiedono tipologie di fondazione e dimensioni diversificate e che eserciteranno sul terreno pressioni differenti. E' evidente che ulteriori, locali, disomogeneità delle caratteristiche del terreno, non evidenziate da un indagine che seppure dettagliata per la taglia del progetto, ha fornito indicazioni puntuali comporterebbero, a seguito dell'imposizione di sovraccarichi, risposte del terreno diversificate ed impossibili da valutare quantitativamente in fase di progetto.

Per ovviare ai problemi che potrebbero insorgere in conseguenza di quanto sopra esposto si suggerisce di procedere ad una omogeneizzazione del terreno di fondazione mediante l'esecuzione di una bonifica che preveda la parziale sostituzione della coltre con materiale inerte di buona qualità. La bonifica potrà essere limitata all'area che include il gruppo costituito da locale caldaia, trattamento fumi, camino e l'adiacente edificio che ospiterà la turbina. La bonifica, oltre a rendere omogeneo il comportamento del terreno consentirà di attenuare il contrasto di rigidità tra i terreni della coltre ed il substrato roccioso.

La bonifica potrà essere realizzata con scavo dei terreni di copertura fino alla profondità di circa 4.0-4.5m rispetto alla quota attuale del piano di campagna , a tale profondità corrisponde infatti, in media, il tetto del livello di terreno più addensato, caratterizzato da valori di SPT a "rifiuto". Se si considera la livellazione e la pulizia del terreno superficiale ed un approfondimento del piano di fondazione di 1.50m, risulta che la bonifica interesserà uno spessore di circa 2.0-2.50m.

Il materiale da utilizzare per la bonifica dovrà essere costituito da un materiale granulare selezionato con una curva di distribuzione granulometrica continua, pezzatura massima 75mm e percentuale di fine (particelle di dimensioni inferiori a 0.075mm) non superiore al 10-15% in peso del totale, la frazione fine dovrà avere un Limite Liquido non superiore a 35 ed un indice plastico minore o uguale a 5. Misti granulari di cava, tipicamente utilizzati per formare gli strati di fondazione dei rilevati stradali, possiedono, in genere, tali requisiti e possono essere reperiti con facilità.

Il misto granulare dovrà essere posto in opera mediante stesa di strati successivi di spessore non eccedente 0.5m. Ciascuno strato dovrà essere compattato utilizzando un rullo liscio vibrante di peso non inferiore a 12t. Il grado di compattazione dovrà essere verificato mediante l'esecuzione di prove di carico su piastra (PLT), utilizzando una piastra di diametro non inferiore a 600mm, meglio se 700/762mm. Le prove saranno eseguite, nell'ipotesi di formare 4 strati, sulla superficie degli strati pari, con una densità di una prova ogni 500m^2 di materiale di sostituzione compattato. Le prove dovranno fornire un valore del modulo E del terreno, misurato nell'intervallo di carico 150-250kN/m^2, non inferiore ad un limite prestabilito. Il valore di riferimento sarà indicato dal progettista in funzione del livello di cedimento considerato accettabile. La normativa di riferimento per l'esecuzione delle prove PLT è la ASTM D-1194 o la corrispondente norma CNR n°92 o 146.

Lo scavo provvisionale per la bonifica dovrà essere eseguito mantenendo una pendenza della parete dello scavo non superiore a 1:1 per garantire le condizioni di sicurezza. Per quanto riguarda la presenza di acqua di falda nello scavo non è possibile fare previsioni certe in quanto si conosce soltanto il livello della falda relativo al periodo di esecuzione delle indagini, (-4.20m da p.c.). Se questo livello rappresenta una soggiacenza della falda vicina o superiore ai valori minimi lo scavo potrà risultare più o meno interessato da afflusso di acqua. In questo caso sarà necessario predisporre un adeguato sistema di aggottamento con pompe. La Figura 20 (Allegato 1) rappresenta una schematizzazione delle attività di preparazione del piano di posa delle fondazioni.

Per quanto concerne l'ampliamento dell'area A, da ottenersi mediante scavo di un pendio collinare, quale che sia la soluzione progettuale finale adottata, si prevede, in ragione della

natura e consistenza dei materiali da rimuovere, che lo scavo possa essere effettuato con normali mezzi meccanici (escavatore di potenza adeguata attrezzato con benna o "martellone" in presenza di livelli di roccia dura) senza dover ricorrere all'uso di esplosivo. Particolari accorgimenti dovranno essere adottati per drenare ed allontanare in modo controllato dal fronte di cantiere le venute d'acqua nel caso che sia intercettata la tavola d'acqua. Per evitare l'insorgere di sovrappressioni idrauliche a tergo delle berlinesi, in particolare quella inferiore dovrà essere predisposto un adeguato sistema di drenaggio delle acque di circolazione sottosuperficiali realizzato mediante l'inserimento di canne drenanti suborizzontali.

Qualora la soluzione adottata per la riconformazione del pendio sia quella di tipo misto che prevede la sola berlinese inferiore ed il rimodellamento del pendio sovrastante, questo dovrà essere realizzato rispettando scrupolosamente le pendenze di progetto che ne assicurano la stabilità. La corretta ed efficiente regimazione delle acque superficiale è essenziale; a tale scopo al piede di ciascun gradone intermedio dovrà essere realizzata una canaletta di raccolta ed allontanamento delle acque ruscellanti, le superfici dei gradoni saranno protette con una georete e successivamente rinverdite mediante piantumazione di essenze compatibili al fine di ridurre l'infiltrazione delle acque di pioggia ed evitare fenomeni erosivi da ruscellamento. La bancate interposte tra due gradoni successivi dovranno essere conformate in modo tale da evitare la formazioni ristagni significativi delle acque di pioggia.

RIFERIMENTI E BIBLIOGRAFIA

- AICAP, 1993, "Ancoraggi nei Terreni e nelle Rocce - Raccomandazioni".
- Bowles J. E., 1997, Foundation Analysis and Design - Fifth Edition, McGraw-Hill International Edition, Singapore.
- Cestari F, 1990, "Prove Geotecniche in Situ", edizioni GEO-GRAPH, Segrate (MI).
- Cortesogno L., Messiga B, Pedemente GM, 1975, "Caratteri del metamorfismo alpino su rocce del Cristallino del Savonese sottostanti la Falda di Montenotte" – Bollettino della Società Geologica Italiana, Vol.XCIV-1975-Fascicolo 6, Roma.
- Kuhlawy F.H. & Mayne P.W. - Electric Power Research Institute (EPRI), 1990, "Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design", Cornell University, Ithaca (NY).
- Martinis B., Pasqaurè G, 1970, "Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 – Foglio n°81 Ceva"
- Littlejohn S., 1995, "Rock Anchorages", Journal of the International Society for Rock Mechanics, Vol.2
- Ministero dei Lavori Pubblici, 1988, "Norme Tecniche Riguardanti le Indagini sui Terreni e sulle Rocce, la Stabilità dei Pendii Naturali e le Scarpate, i Criteri Generali e le Prescrizioni per la Progettazione, l'Esecuzione e il Collaudo delle Opere di Sostegno delle Terre e delle Opere di Fondazione", Decreto Ministeriale 11 marzo 1988.
- National Highway Institute, 2001, "Manual on Subsurface Investigations", Federal Highway Administration, Washington D.C., USA.
- Pasqualini E., 1983, "Standard Penetration Test", Atti delle Conferenze di Geotecnica di Torino, XI Ciclo: Parametri di Progetto da Prove in Situ, Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Torino.
- PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI, 2003, Ordinanza n°3274 del 20/03/2003, "Normativa Sismica".
- RocLab 1.020, 2005, "User Manual", Rocscience Inc., Toronto, Canada.
- SGG, 1994-2001, "PRG Comune di Cairo Montenotte (SV) – Carta Geomorfologica"
- SLIDE 4.0, 2002, "User Manual", Rocscience Inc., Toronto, Canada.
- Terzaghi, K., 1955, "Evaluation of Coefficient of Subgrade Reaction", Géotechnique, Vol.5, No.4, pp..297-326.

LIMITI DI VALIDITA' DI QUESTO RAPPORTO

Questo Rapporto è specificamente indirizzato alla caratterizzazione geologica e geotecnica del sito indicato. I risultati e le conclusioni presentate nel Rapporto non possono essere applicate ad altri siti e in caso di modifiche sostanziali alle caratteristiche del progetto, dovranno essere rivisti e a queste adeguati.

Le conclusioni alle quali si perviene in questo Rapporto riflettono le condizioni del sottosuolo al momento e nell'ambito areale specifico esistente al momento di esecuzione delle indagini.

Le informazioni contenute in questo Rapporto e le relative conclusioni riflettono le evidenze e dati ottenuti in base ad indagini puntuali e ad un campionamento discretizzato. E' possibile che le condizioni del sottosuolo nel sito in esame possano essere differenti in posizioni diverse da quelle investigate, nei limiti propri della variabilità dei terreni naturali.

Le informazioni e i dati contenuti in questo Rapporto non devono essere utilizzati da parti terze oltre a quelle alle quali il Rapporto è indirizzato per competenze specifiche nell'ambito del Progetto. Se ciò si rendesse necessario ai fini progettuali, i tecnici della GET dovrebbero essere interpellati e partecipare alle discussioni.

Questo Rapporto deve essere utilizzato nella sua completezza, senza stralciare dal contesto complessivo o modificarne, alcuna sua parte senza il consenso scritto della GET.

Questo Rapporto non ha specifica validità in campo geo-ambientale inclusa la definizione della presenza nel sito di materiali e sostanze contaminanti o pericolose.

Genova, 25 maggio 2006

Dr.Geol. Carlo Baracco

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA LIGURIA
Dott. Geol.
CARLO BARACCO
A.P. n. 97
data iscr. 15-12-1981

ALLEGATO 1

Tabelle-Figure-Tavole

Geotechnical and Engineering Testing srl
Via Renata Bianchi, 38 - 16152 Genova
Telefono 0106506670 - fax 0106591896 - email getgeo@tin.it

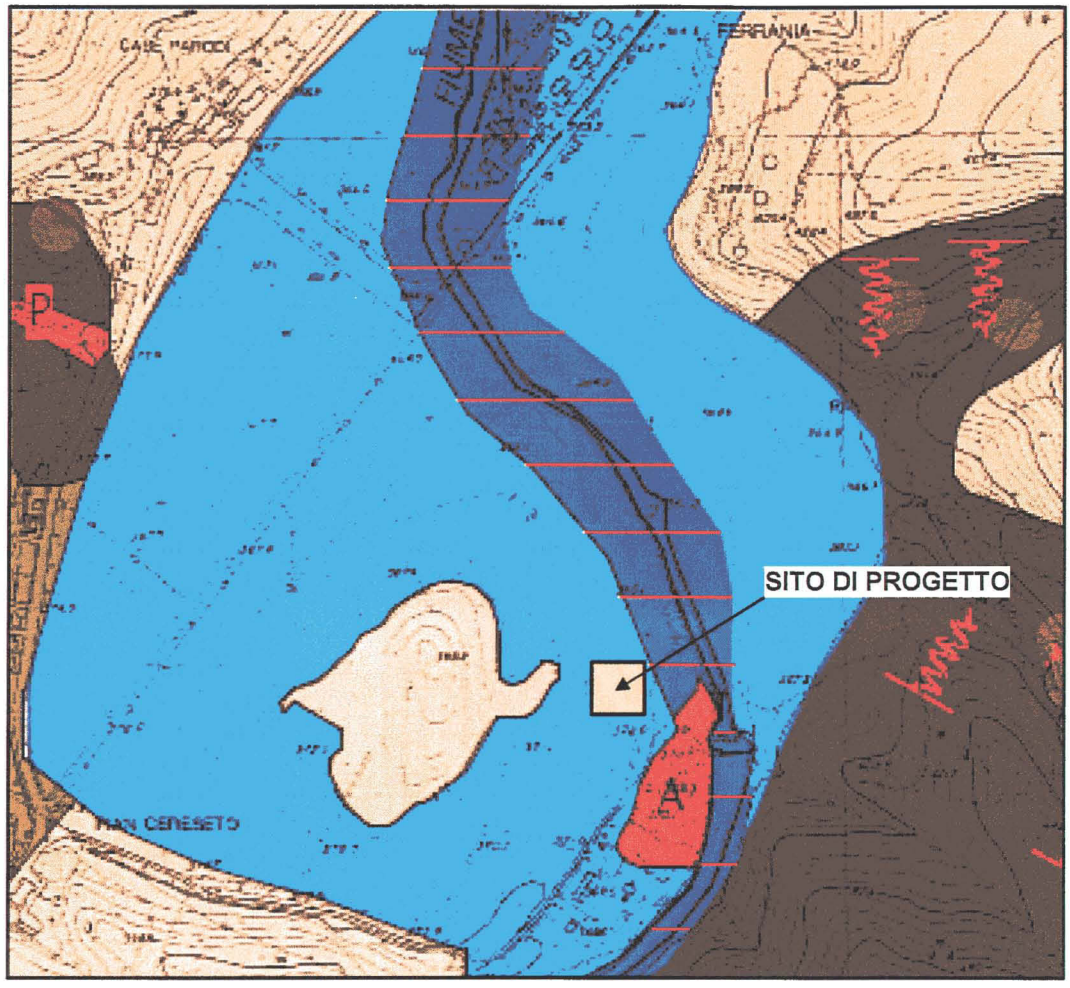


Figura 1

Carta geomorfologica dell'area di Ferrania
(estratta da PRG del Comune di Cairo Montenotte- SGG, 1994-2001)

LEGENDA

- Coltri di spessore 0-2m
- Coltri di spessore 2-5m
- Coltri di spessore >5m
- Limite alveo attuale
- Alluvioni antiche e recenti
- Fascia esondabile
- Frane attive di modesta estensione
- Ruscellamento diffuso
- Discariche autorizzate

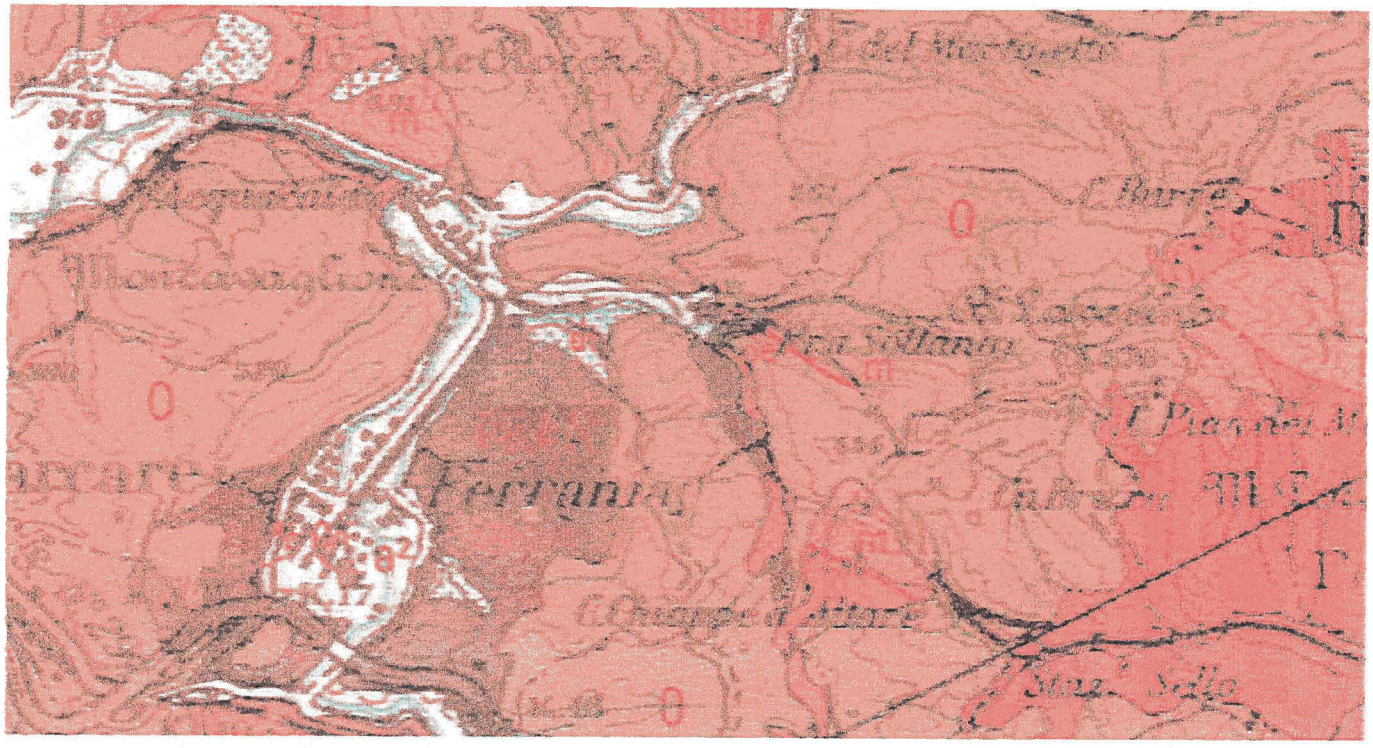


Figura 2

Carta geologica dell'area di Ferrania - Comune di Cairo Montenotte (stralcio CGd'I, scala 1:100.000 - Foglio n° 81 "Ceva")

LEGENDA

a - alluvioni antiche e recenti

0 - Formazione di Molare
Conglomerato poligenico (Oligocene)

PE-CA - Formazione del Santuario di Savona
Scisti filladici quarzoso-sericitici, talvolta cloritici, graficitici, grigio verdastri - rossatri
(Permiano Inf. - Carbonifero Sup.)

CRISTALLINO SAVONESE

m - Migmatiti di Nucetto
Embrechiti quarzoso-sericitiche a struttura cataclastica

Γ - Graniti del T.Letimbro
Graniti di anatessi a grana grossa, più o meno cataclastici

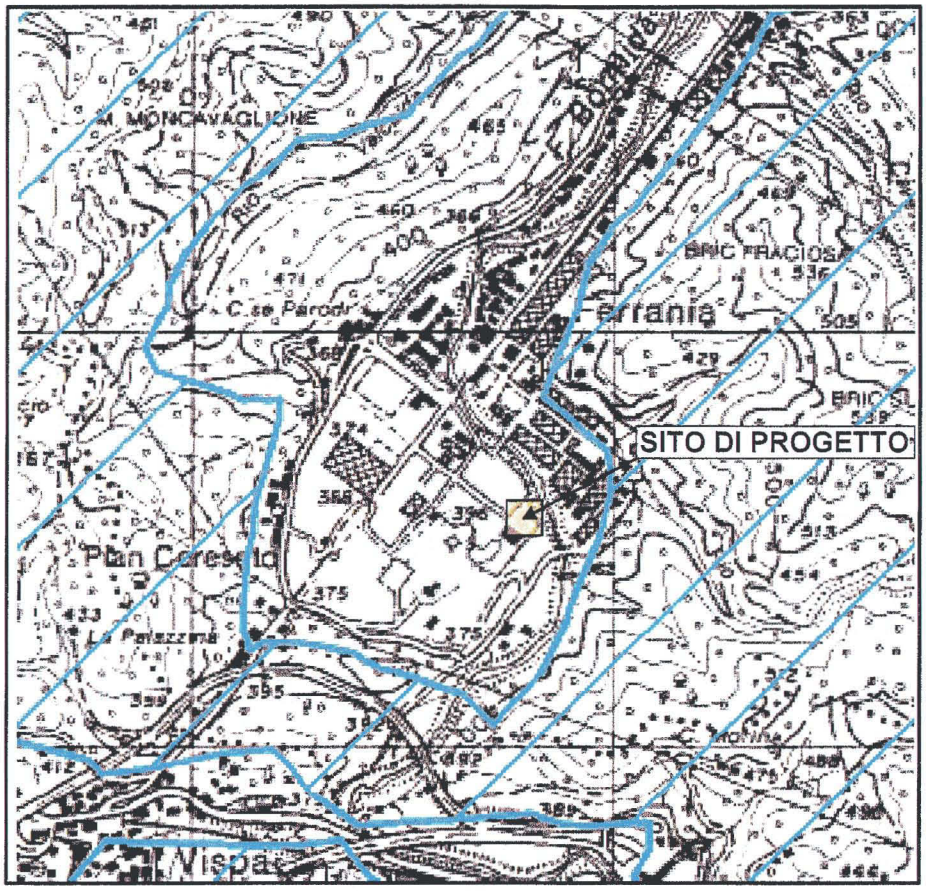
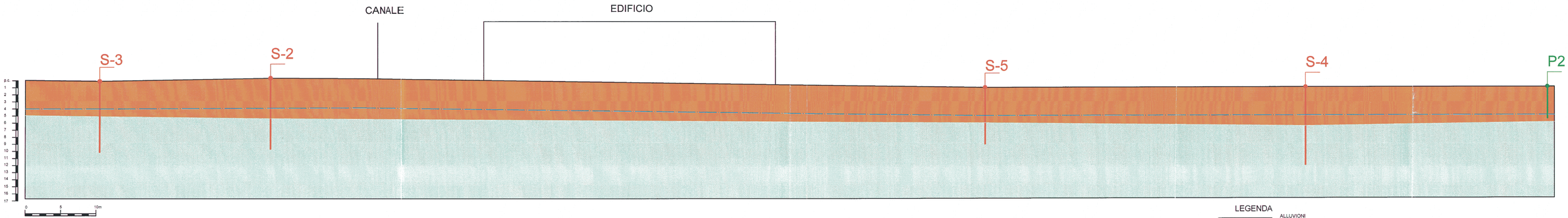


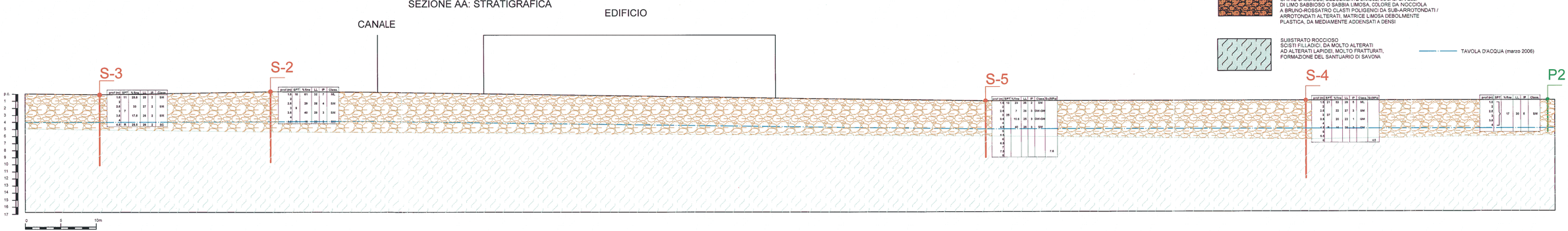
Figura 3

Ubicazione del sito di progetto nei confronti del vincolo idrogeologico

Area sottoposta a vincolo idrogeologico



SEZIONE AA: STRATIGRAFICA



SEZIONE AA: GEOTECNICA

LEGENDA

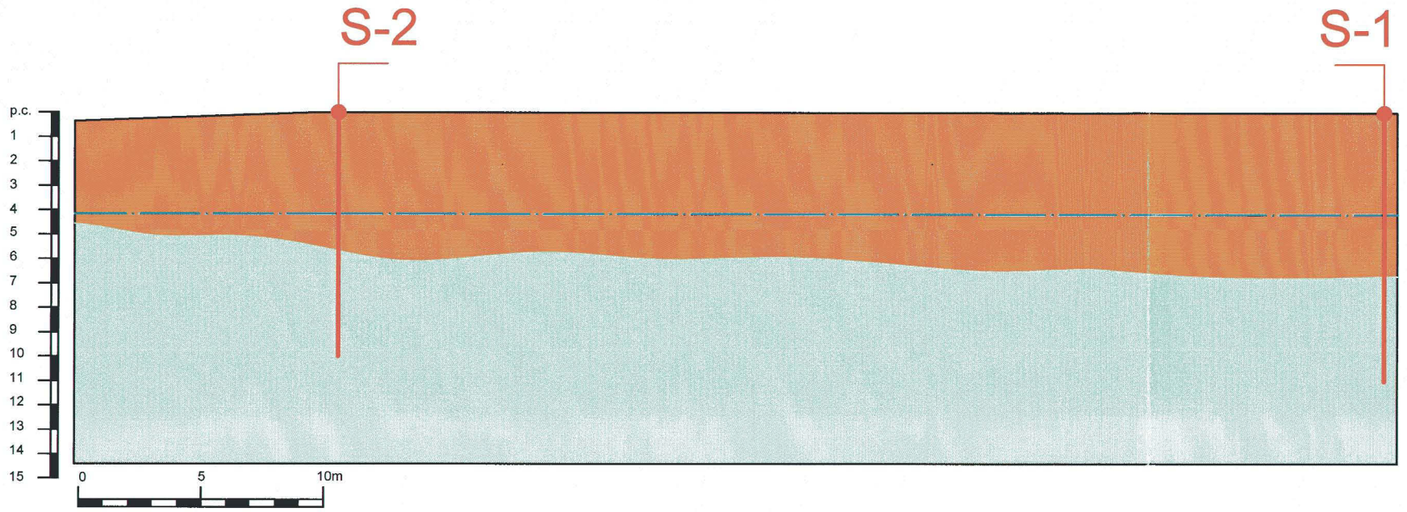
ALLUVIONI
DEPOSITI INDIFFERENZIATI COSTITUITI DA ALTERNANZE SPAZIALMENTE IRREGOLARI DI SABBIE CON GHIAIA E GHIAIE SABBIOSE, DEBOLMENTE LIMOSE, LOCALI LIVELLI DI LIMO SABBIOSO O SABBIA LIMOSA, COLORE DA NOCCIOLA A BRUNO-ROSSASTRO CLASTI POLIGENICI DA SUB-ARROTONDATI / ARROTONDATI ALTERATI, MATRICE LIMOSA DEBOLMENTE PLASTICA, DA MEDIAMENTE ADDENSATI A DENSI

SUBSTRATO ROCCIOSO
SCISTI FILLADICI, DA MOLTO ALTERATI AD ALTERATI LAPIDEI, MOLTO FRATTURATI, FORMAZIONE DEL SANTUARIO DI SAVONA

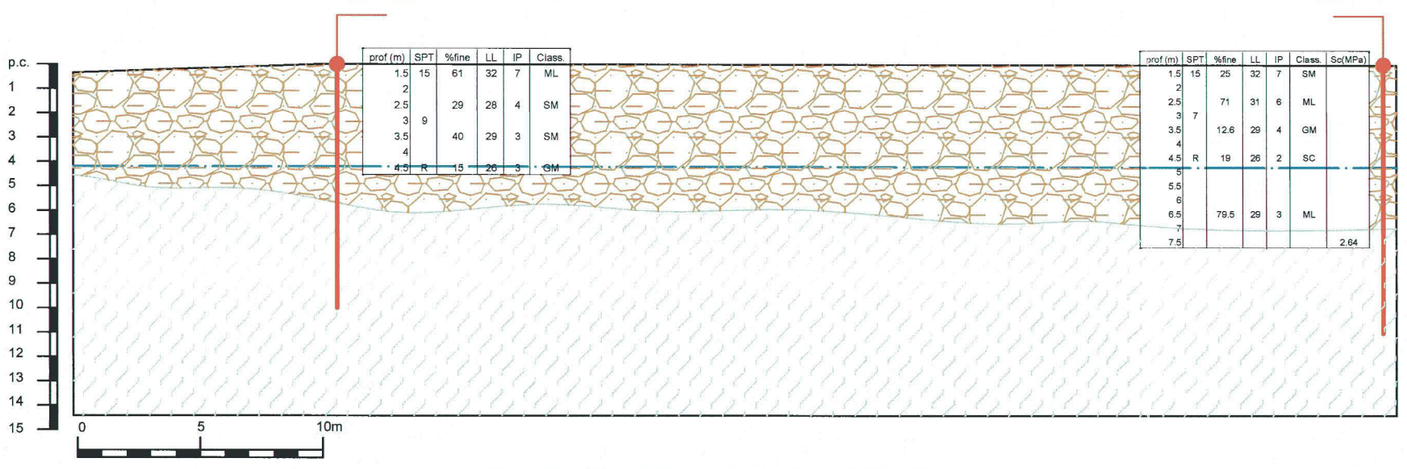
TAVOLA D'ACQUA (marzo 2006)

COMMITTENTE	FERRANIA TECHNOLOGIES SPA
PROGETTO	CENTRALE A BIOMASSE
LOCALITA'	FERRANIA - COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE (SV)
TITOLO DELLA TAVOLA	SEZIONI STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE

CONSULENZA GEOLOGICA	Preparato da	Data	Scala		
G.E.T. srl Geotechnical and Engineering Testing Via Renata Bianchi, 38 - Genova	Dr.Geol.C.Baracco Controllato da Dr.Geol.L.Minetti	aprile 2006	orizzontale e verticale come indicate	Tav.n°	5



SEZIONE BB: STRATIGRAFICA



prof (m)	SPT	%fine	LL	IP	Class.
1.5	15	61	32	7	ML
2					
2.5		29	28	4	SM
3	9				
3.5		40	29	3	SM
4					
4.5	R	15	26	3	GM

prof (m)	SPT	%fine	LL	IP	Class.	Sc(MPa)
1.5	15	25	32	7	SM	
2						
2.5		71	31	6	ML	
3	7					
3.5		12.6	29	4	GM	
4						
4.5	R	19	26	2	SC	
5						
5.5						
6						
6.5		79.5	29	3	ML	
7						
7.5						2.64

SEZIONE BB: GEOTECNICA

LEGENDA

ALLUVIONI
DEPOSITI INDIFFERENZIATI COSTITUITI DA ALTERNANZE SPAZIALMENTE IRREGOLARI DI SABBIE CON GHIAIA E GHIAIE SABBIOSE, DEBOLMENTE LIMOSE, LOCALI LIVELLI DI LIMO SABBIOSO O SABBIA LIMOSA, COLORE DA NOCCIOLA A BRUNO-ROSSATRO CLASTI POLIGENICI DA SUB-ARROTONDATI / ARROTONDATI ALTERATI, MATRICE LIMOSA DEBOLMENTE PLASTICA, DA MEDIAMENTE ADDENSATI A DENSI

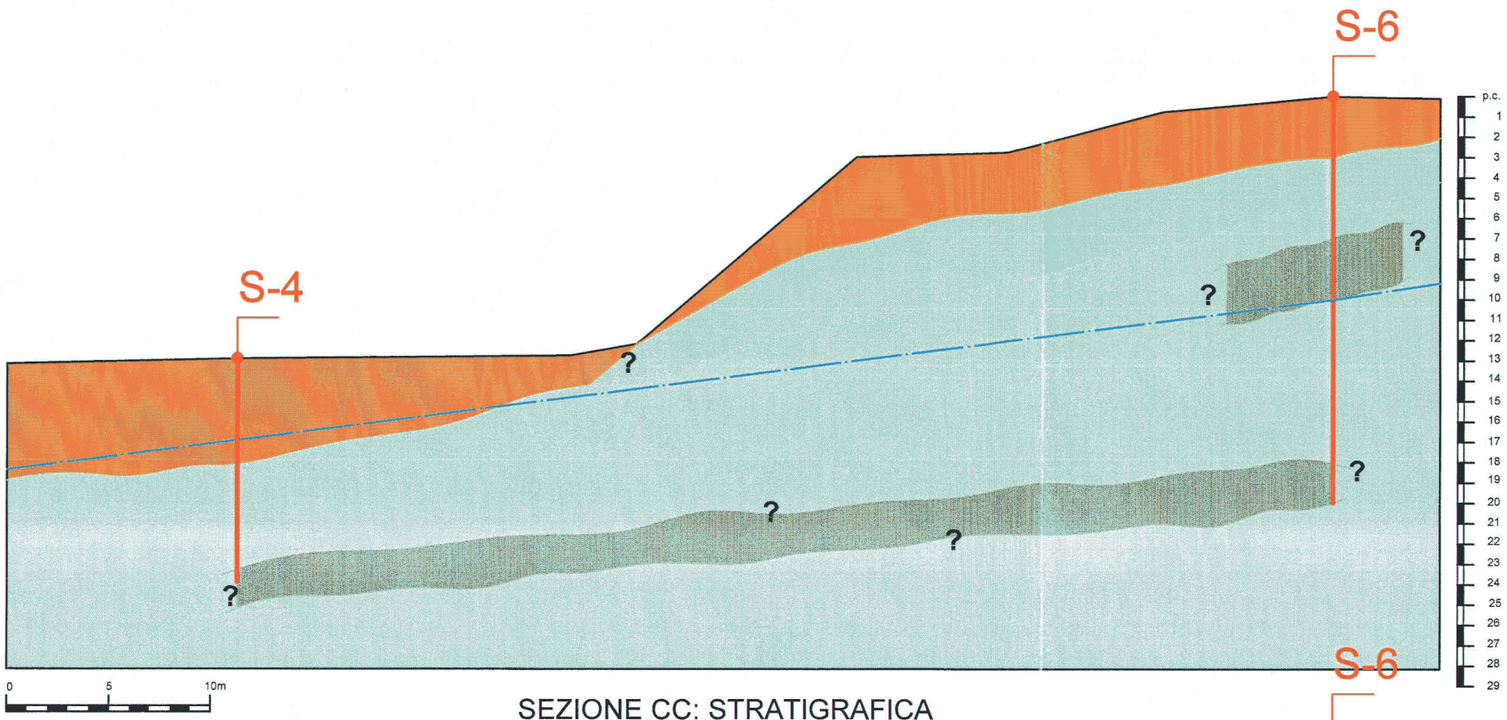
SUBSTRATO ROCCIOSO
SCISTI FILLADICI, DA MOLTO ALTERATI AD ALTERATI LAPIDEI, MOLTO FRATTURATI, FORMAZIONE DEL SANTUARIO DI SAVONA

TAVOLA D'ACQUA (marzo 2006)

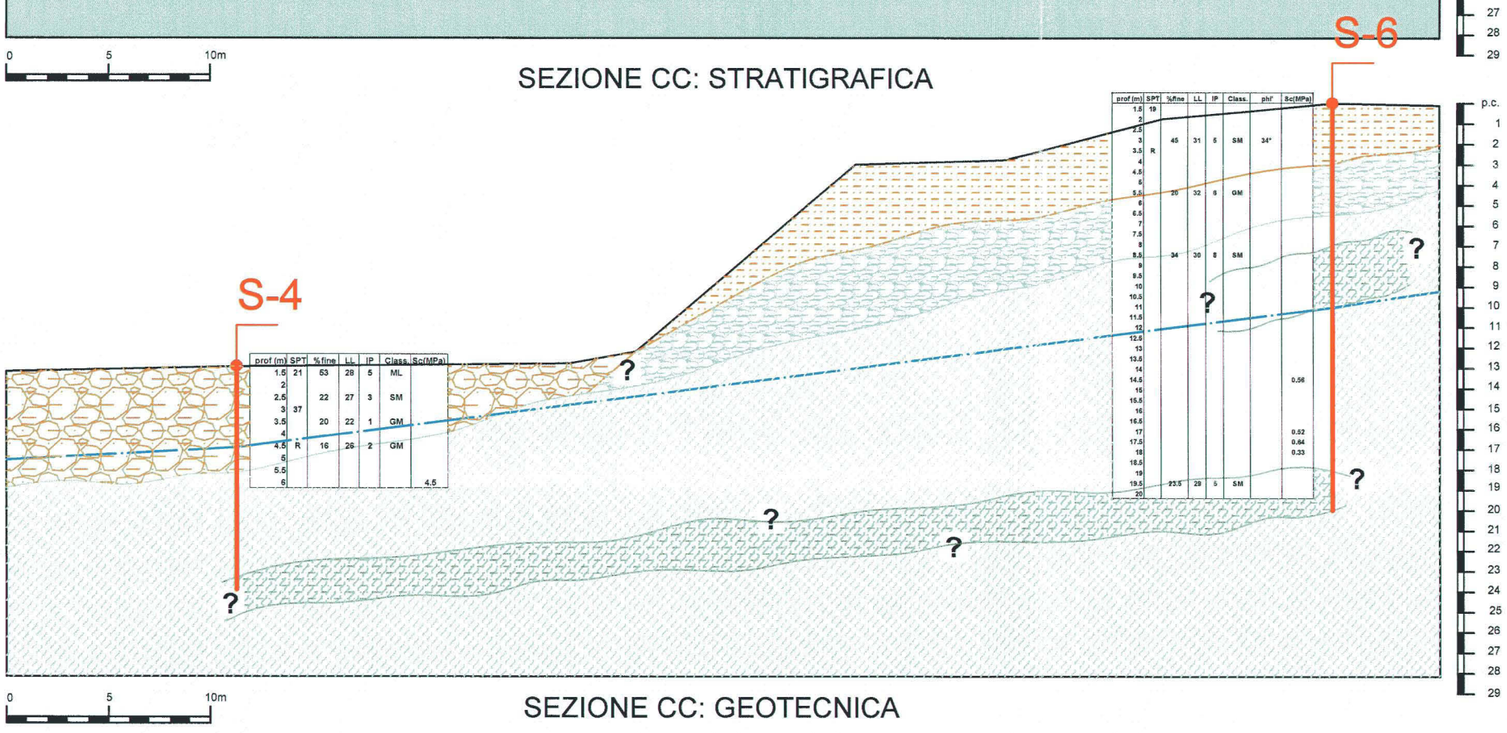
COMMITTENTE	FERRANIA TECHNOLOGIES SPA
PROGETTO	CENTRALE A BIOMASSE
LOCALITA'	FERRANIA - COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE (SV)
TITOLO DELLA TAVOLA	SEZIONI STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE

CONSULENZA GEOLOGICA
G.E.T. srl
Geotechnical and Engineeering Testing
Via Renata Bianchi, 38 - Genova

Preparato da: Dr.Geol.C.Baracco
Controllato da: Dr.Geol.L.Minetti
Data: aprile 2006
Scale: orizzontale e verticale come indicate
Tav.n° 6



SEZIONE CC: STRATIGRAFICA



SEZIONE CC: GEOTECNICA

LEGENDA

ALLUVIONI
DEPOSITI INDIFFERENZIATI COSTITUITI DA ALTERNANZE SPAZIALMENTE IRREGOLARI DI SABBIE CON GHIAIA E GHIAIE SABBIOSE, DEBOLMENTE LIMOSE, LOCALI LIVELLI DI LIMO SABBIOSO O SABBIA LIMOSA, COLORE DA NOCCIOLA A BRUNO-ROSSASTRO CLASTI POLIGENICI DA SUB-ARROTONDATI / ARROTONDATI ALTERATI, MATRICE LIMOSA DEBOLMENTE PLASTICA, DA MEDIAMENTE ADDENSATI A DENSI

(a) (b)

COLTRI DETRITICHE
(a) LIMI SABBIOSI COLORE ROSSO BRUNO RARI CLASTI SOTTILI, POCO PLASTICI CONSISTENTI, UMIDI
(b) GHIAIE LIMOSE, COLORE NOCCIOLA CHIARO CLASTI SUB ANGOLARI DI DIM. CENTIMETRICHE MATRICE POCO PLASTICA, MOLTO DENSE

(a) (b)

SUBSTRATO ROCCIOSO
(a) SCISTI FILLADICI, DA MOLTO ALTERATI AD ALTERATI LAPIDEI, MOLTO FRATTURATI, FORMAZIONE DEL SANTUARIO DI SAVONA
(b) COME SOPRA, COMPLETAMENTE ALTERATI DI CONSISTENZA TERROSA

TAVOLA D'ACQUA (marzo 2006)

COMMITTENTE	FERRANIA TECHNOLOGIES SPA
PROGETTO	CENTRALE A BIOMASSE
LOCALITA'	FERRANIA - COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE (SV)
TITOLO DELLA TAVOLA	SEZIONI STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE

CONSULENZA GEOLOGICA
G.E.T. srl
Geotechnical and Engineeering Testing
Via Renata Bianchi, 38 - Genova

Preparato da:	Data	Scale	
Dr.Geol.C.Baracco	aprile 2006	orizzontale e verticale come indicate	Tav.n° 7
Controllato da: Dr.Geol.L.Minetti			

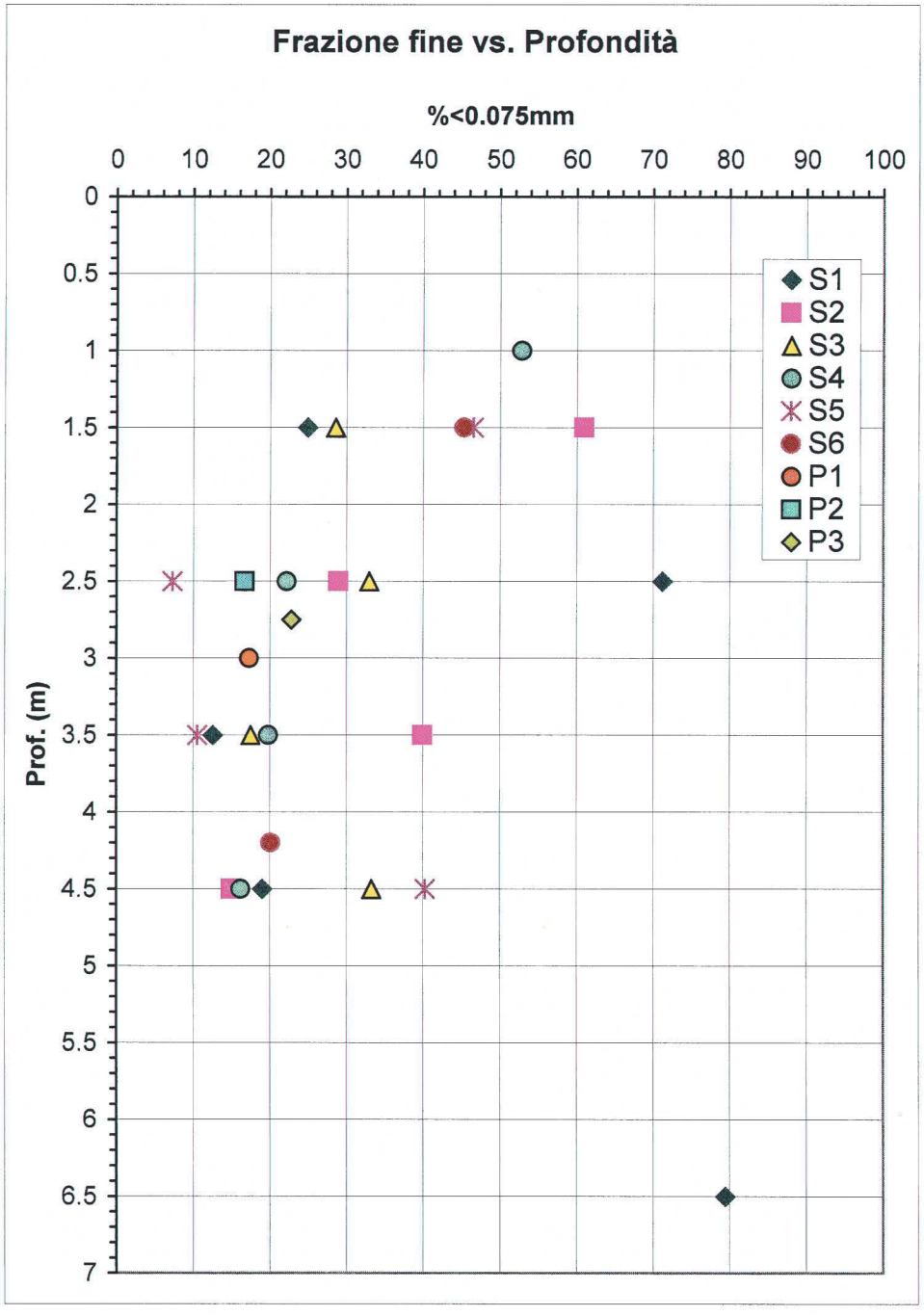

Frazione fine vs. Profondità
%<0.075mm
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Prof. (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
6.5
7
S1
S2
S3
S4
S5
S6
P1
P2
P3

FIGURA 8

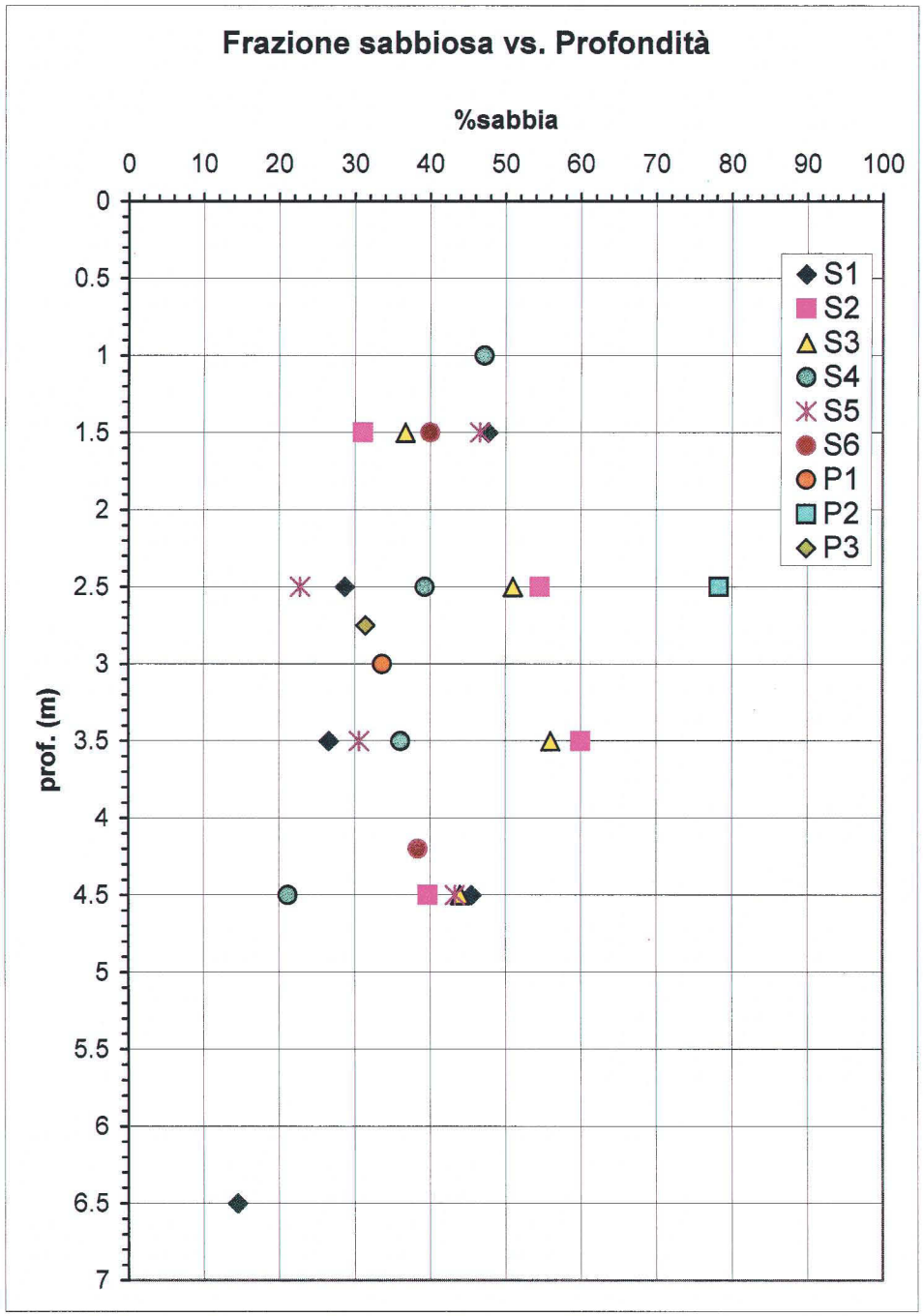

Frazione sabbiosa vs. Profondità
%sabbia
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
prof. (m)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
6.5
7
S1
S2
S3
S4
S5
S6
P1
P2
P3

FIGURA 9

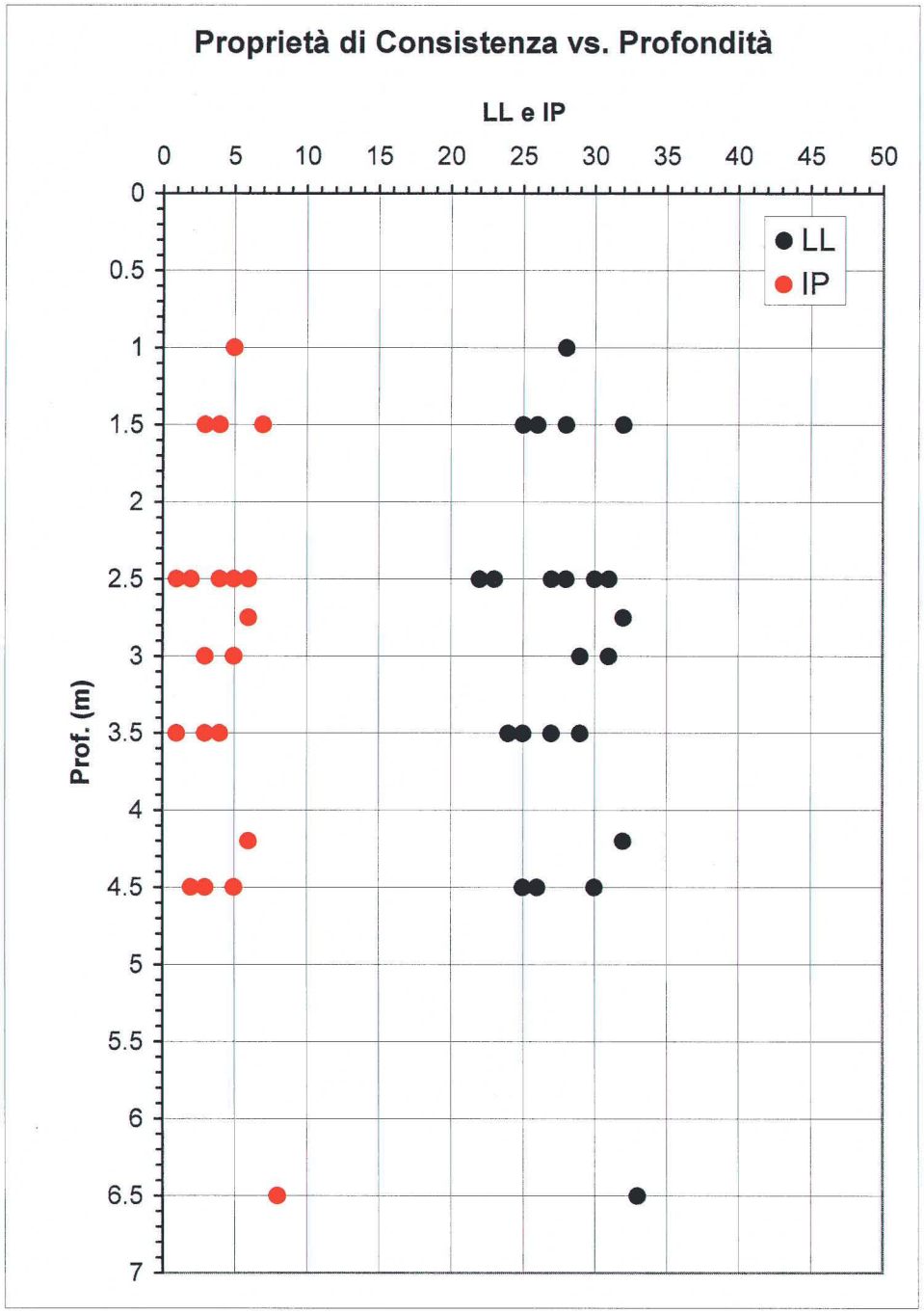

Proprietà di Consistenza vs. Profondità
LL e IP
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
5.5
6
6.5
7
Prof. (m)
LL
IP

FIGURA 10

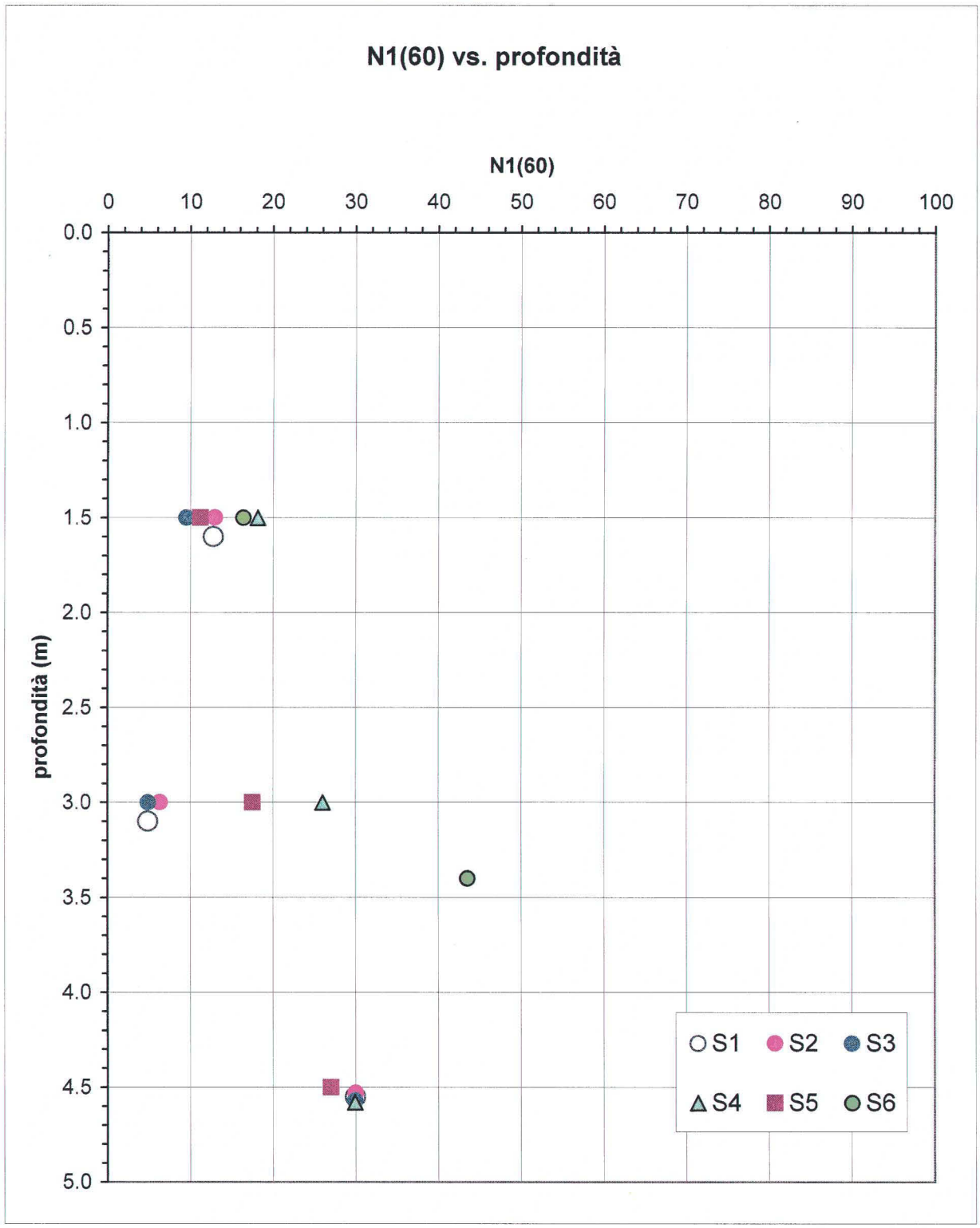

N1(60) vs. profondità
N1(60)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
profondità (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
S1
S2
S3
S4
S5
S6

FIGURA 11

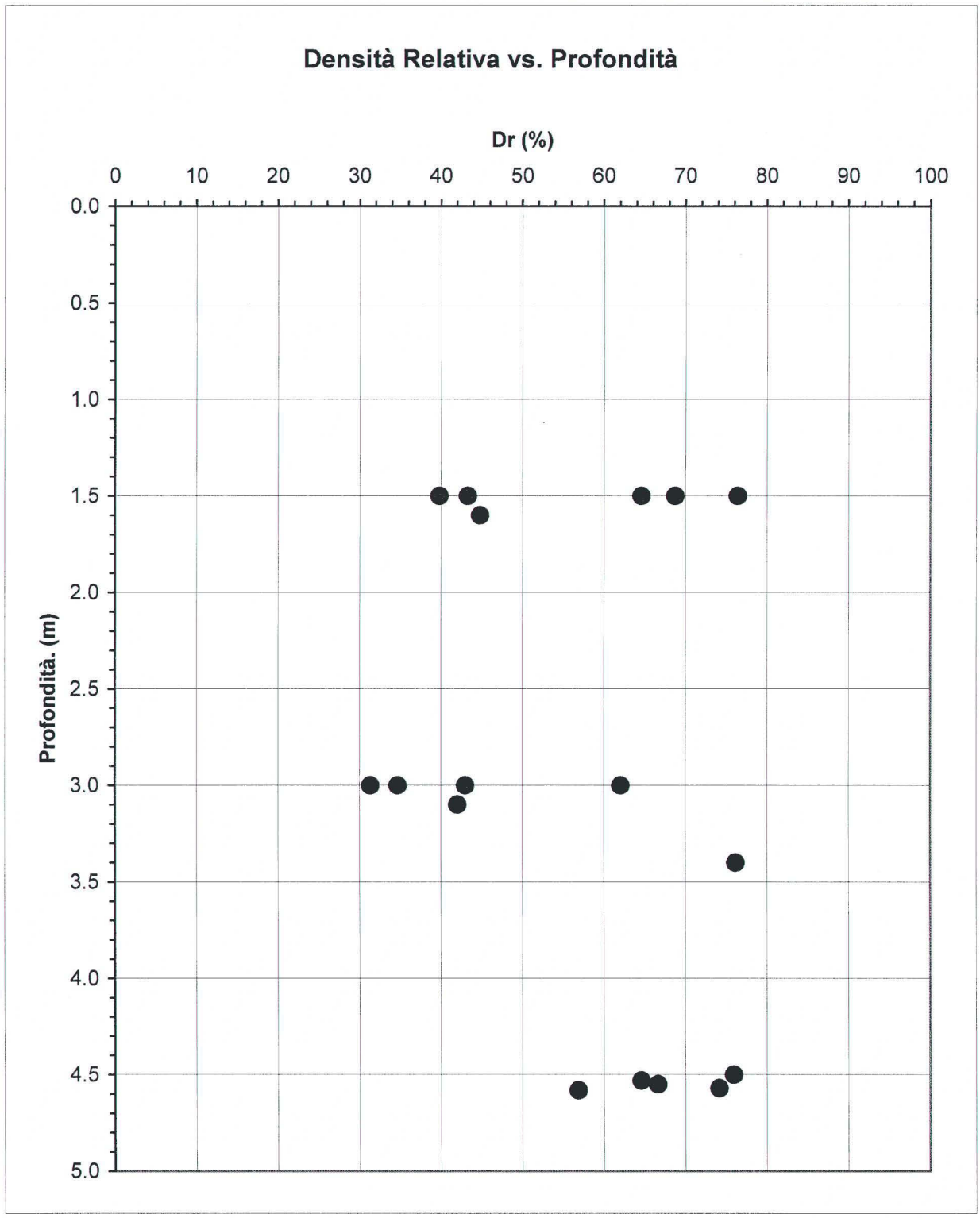

Densità Relativa vs. Profondità
Dr (%)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
Profondità. (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0

FIGURA 12

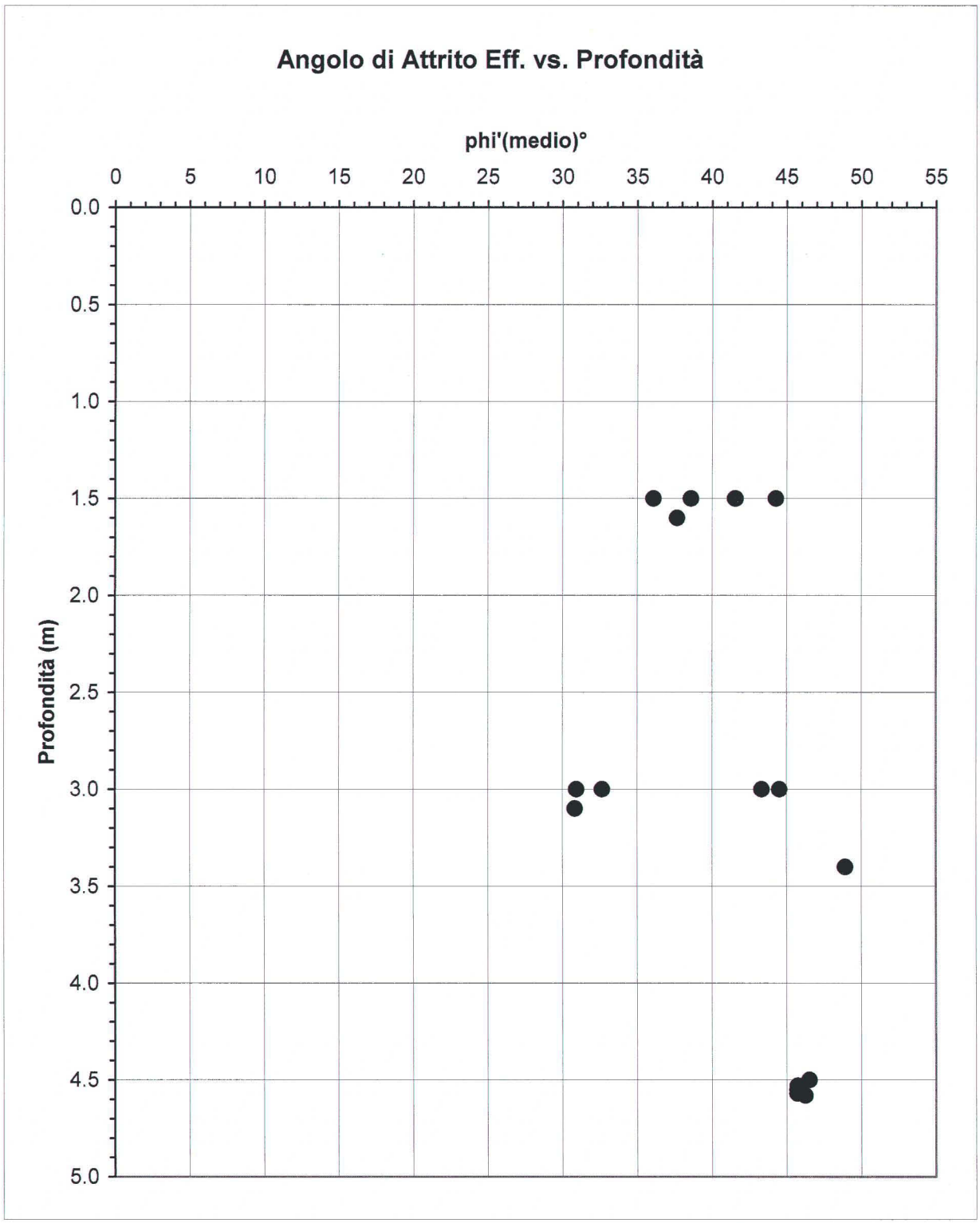

Angolo di Attrito Eff. vs. Profondità
phi'(medio)°
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
Profondità (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0

FIGURA 13

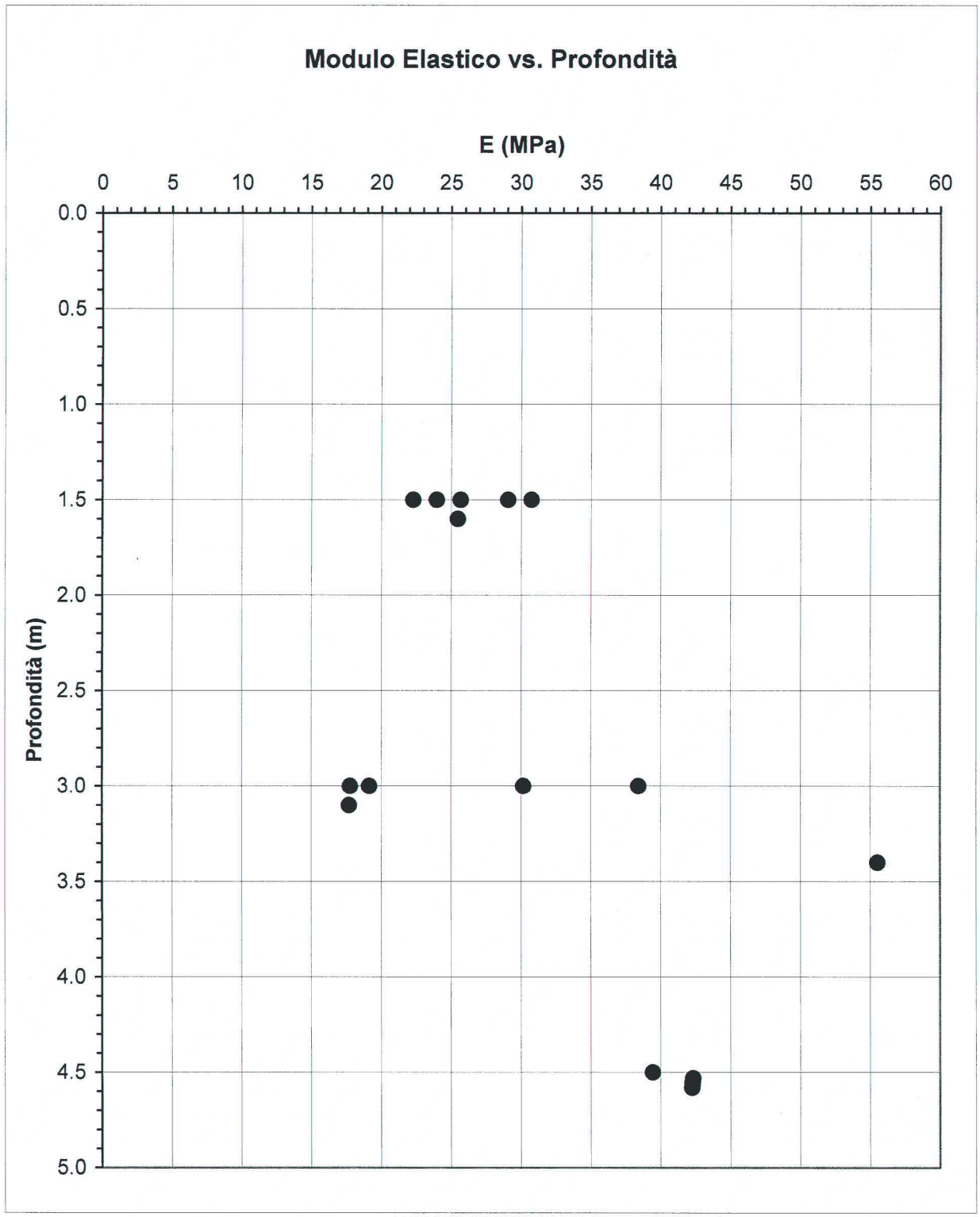

Modulo Elastico vs. Profondità
E (MPa)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
Profondità (m)
0.0
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0

FIGURA 14

Hoek Brown Classification		
sigci	5	MPa
GSI	25	
mi	10	
D	0	
Hoek Brown Criterion		
mb	0.687	
s	0.00024	
a	0.531	
Failure Envelope Range		
Application	General	
sig3max	1.25	MPa
Mohr-Coulomb Fit		
c	0.16	MPa
phi	23.1	degrees
Rock Mass Parameters		
sigt	-0.00175	MPa
sigc	0.060	MPa
sigcm	0.48	MPa
Em	1050	MPa

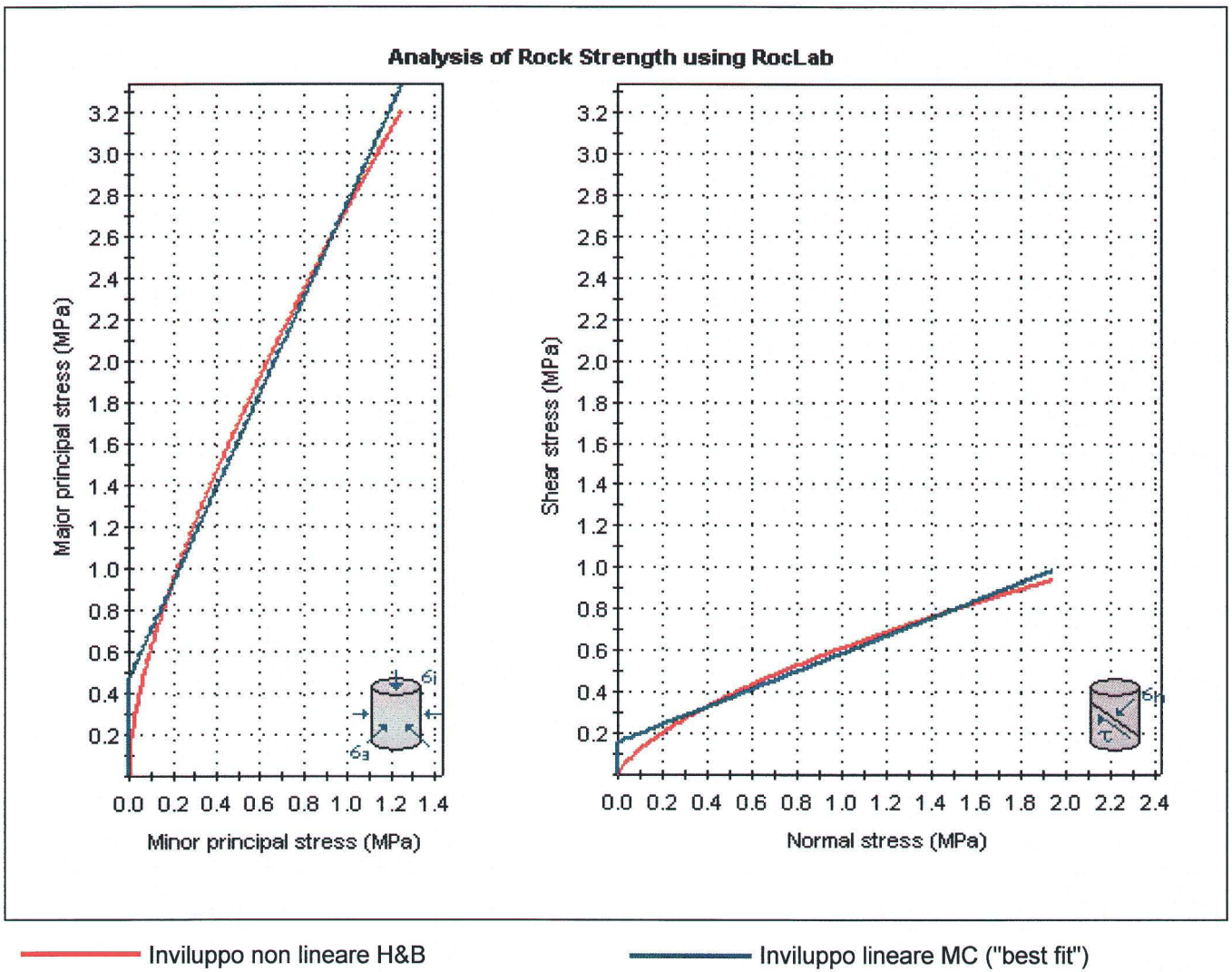


Figura 15 - Parametri di resistenza e deformabilità, caso dell'ammasso roccioso in fondazione

Hoek Brown Classification		
sigci	5	MPa
GSI	15	
mi	10	
D	0	
Hoek Brown Criterion		
mb	0.480	
s	7.91E-05	
a	0.561	
Failure Envelope Range		
Application Slopes		
sig3max	0.258	MPa
Unit Weigh	0.024	MN/m3
Slope Heig	15	m
Mohr-Coulomb Fit		
c	0.040001	MPa
phi	30.4	degrees
Rock Mass Parameters		
sigt	-0.000824	MPa
sigc	0.025	MPa
sigcm	0.34	MPa
Em	426	MPa

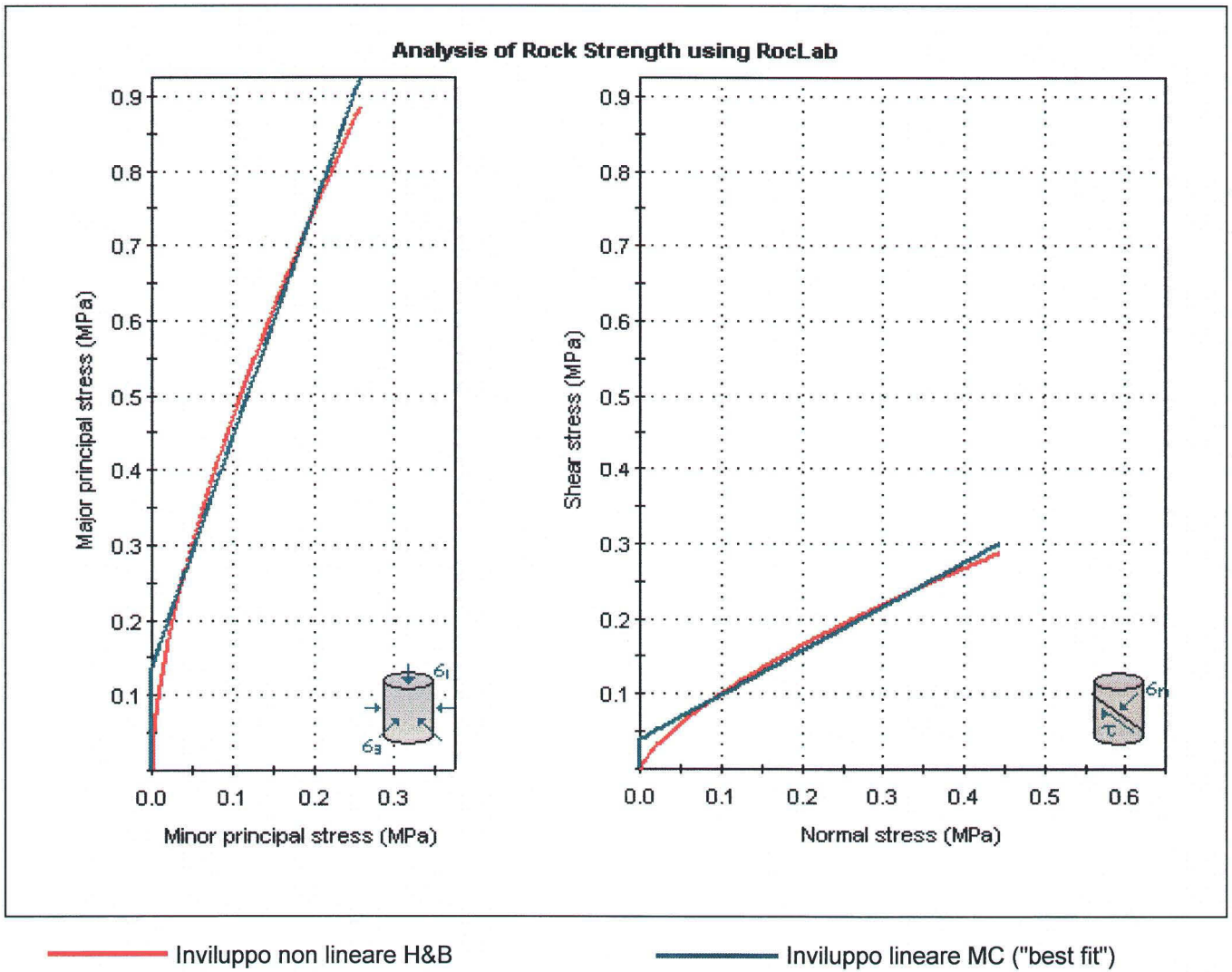


Figura 16 - Parametri di resistenza e deformabilità, caso dell'ammasso roccioso in pendio

CENTRALE A BIOMASSE DI FERRANIA

MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO - FONDAZIONI

prof.(m)	stratigrafia	descrizione	terreni di copertura									substrato roccioso						
			γ (kN/m3)	carat.plasticità LL	carat.plasticità IP	Dr (%)	ϕ' (°)	E (MPa)	kv (MN/m3)	Vs (m/s)	G (MPa)	γ (kN/m3)	σci (MPa)	σcm (MPa)	Em (MPa)	kv (MN/m3)	Vs (m/s)	G (GPa)
1		ALLUVIONI:sabbie e ghiaie in matrice prevalentemente limosa, debolmente plastica, mediamente addensate, locali livelli di limi sabbiosi poco plastici, mediamente consistenti- Tipi USCS SM-GM (ML)	20	28±3	4±2	55	35	25	28/B	500	425							
2																		
3						40												
4																		
5						70	40	40	45/B									
6		scisti filladici, da alterati a molto alterati, fratturati o molto fratturati, lo stato della roccia tende a migliorare, moderatamente, al crescere della profondità										24	5	0.5	1000	1100/B	1600	5.3
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		

Figura 17

SIGNIFICATO DEI SIMBOLI

γ	peso di volume unitario	**Vs**	velocità delle onde di taglio
LL	limite liquido	**G**	modulo di taglio dinamico
IP	indice plastico	**σci**	resistenza a compressione uniassiale roccia integra
Dr	densità relativa	**σcm**	resistenza a compressione uniassiale roccia in ammasso*
ϕ'	angolo di attrito effet.	**Em**	modulo di deformabilità della roccia in ammasso*
E	modulo di deformabilità	(*)	per GSI = 25
kv	modulo di reazione verticale per fondazioni di larghezza B metri		

CENTRALE A BIOMASSE DI FERRANIA

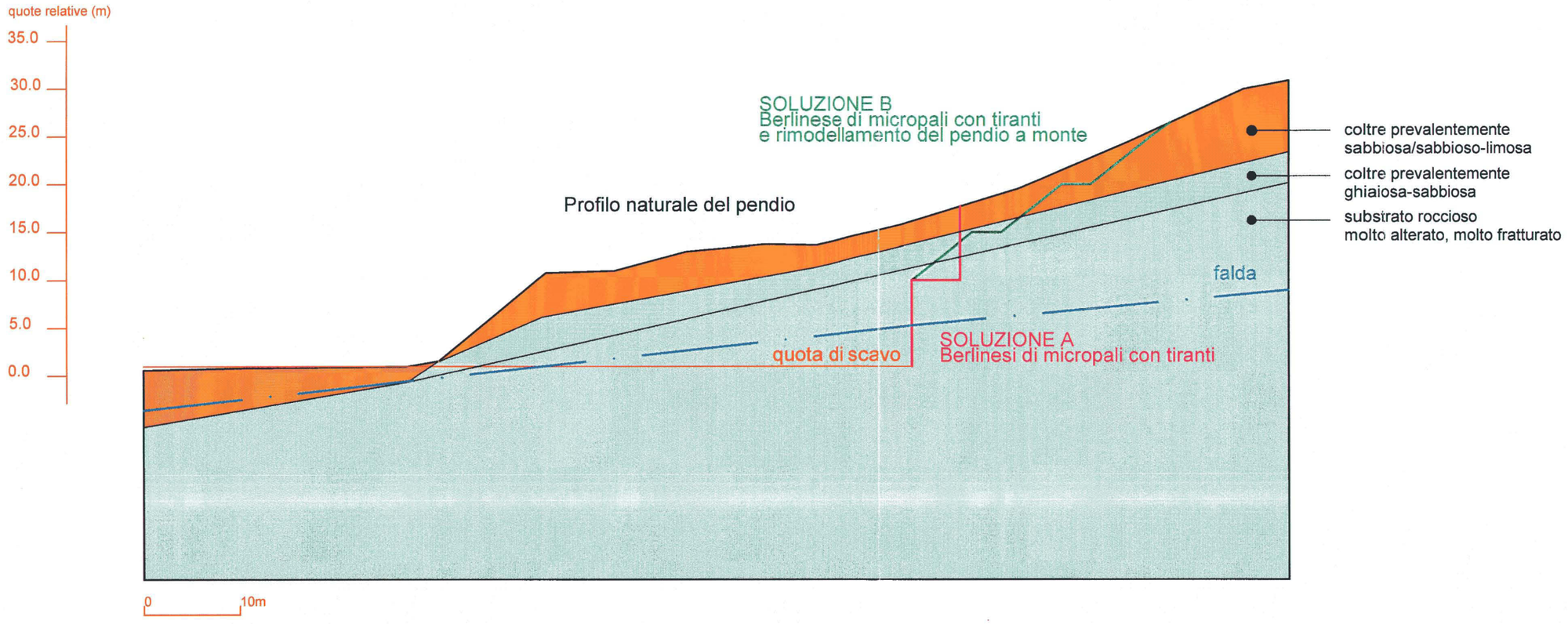
MODELLO STRATIGRAFICO E GEOTECNICO DEL SITO - PENDIO

prof.(m)	stratigrafia	descrizione	terreni di copertura						substrato roccioso			
			γ (kN/m3)	carat.plasticità LL	carat.plasticità IP	Dr (%)	ϕ' (°)	E (MPa)	kh (MN/m3)	γ (kN/m3)	σci (MPa)	σcm (MPa)	Em (MPa)
1		COLTRE DETRITICA:sabbie e ghiaie in matrice prevalentemente limosa, debolmente plastica, mediamente addensate, mediamente consistenti Tipi USCS SM-GM	20	31-32	5-6	65	33	25	28/D				
2													
3													
4						75	40	50	57/D				
5													
6		scisti filladici, molto alterati, molto fratturati, frequenti livelli metrici di roccia con consistenza terrosa							470/D	24	5	0.34	425
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19										parametri di resistenza in termini di Mohr-Coulomb ϕ'= 30.4° c'= 0.04MPa			
20													

Figura 18

SIGNIFICATO DEI SIMBOLI

γ peso di volume unitario
LL limite liquido
IP indice plastico
Dr densità relativa
ϕ' angolo di attrito effet.
E modulo di deformabilità
kh modulo di reazione orizzontale per pali/diaframma di larghezza D metri
Vs velocità delle onde di taglio
G modulo di taglio dinamico
σci resistenza a compressione uniassiale roccia integra
σcm resistenza a compressione uniassiale roccia in ammasso*
Em modulo di deformabilità della roccia in ammasso*
(*) per GSI = 15



COMMITTENTE	FERRANIA TECHNOLOGIES SPA
PROGETTO	CENTRALE A BIOMASSE
LOCALITA'	FERRANIA - COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE (SV)
TITOLO DELLA TAVOLA	SOLUZIONI DI SCAVO DELLA COLLINA

CONSULENZA GEOLOGICA ***G.E.T. srl*** Geotechnical and Engineeering Testing Via Renata Bianchi, 38 - Genova	Preparato da: Dr.Geol.C.Baracco Controllato da: Dr.Geol.L.Minetti	Data aprile 2006	Scale 1:500	Tav.n°	19

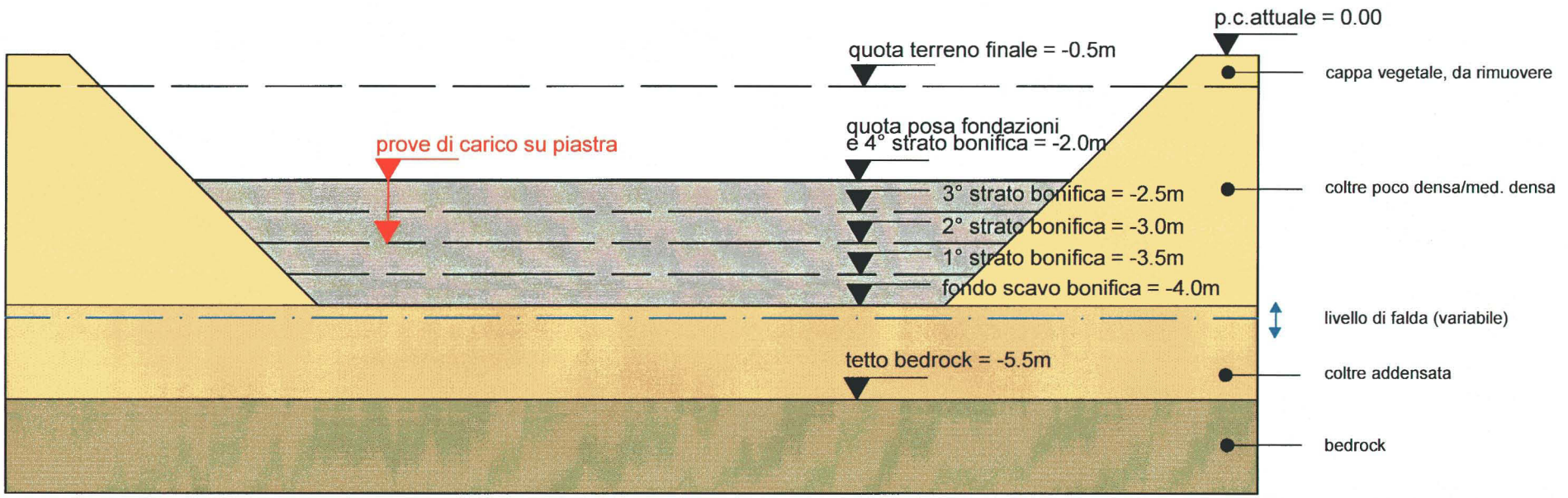


Figura 20 - Schema indicativo della preparazione del piano di fondazione nell'area caldaia e turbina

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO

COMM. : 06019

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.

Località : Ferrania (SV)

TABELLA 1 - Sondaggio S1

IDENTIF. CAMPIONE		S1-CR1	S1-CR2	S1-CR3	S1-CR4	S1-CR5	S1 - CAR1
PROFONDITA' (m)		1.00-2.00	2.00-3.00	3.00-4.00	4.00-5.00	6.50-6.70	3.00 - 4.00
γ	(kN/m^3)					22.15	
W_n	(%)	8.29	25.21	2.19	8.21	11.43	
γ_d	(kN/m^3)						
G_s	-						
GHIAIA	(%)	27.29	-	60.78	35.37	5.96	
SABBIA	(%)	47.73	28.73	26.62	45.54	14.5	
LIMO	(%)						
ARGILLA	(%)						
P_{200}	(%)	24.98	71.27	12.6	19.09	79.54	
LL	-	32	31	29	26	29	
IP	-	7	6	4	2	3	
Cu	(kPa)					66.75	
PHI'	(°)						
c'	(kPa)						
OMC	(%)						
MDD	(kN/m^3)						
K	(cm/s)						
CLASS. ASTM		SM	ML	GM	SM	ML	
C_o	(Mpa)						2.64
E	(Mpa)						
γ	(kN/m^3)						23.37
ν	-						
σ_t :	(Mpa)						
ABS	(%)						
Is 50	(Mpa)						
Vel Son	(m/s)						

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO

COMM. : 06019

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.

Località : Ferrania (SV)

TABELLA 2 - Sondaggio S2

IDENTIF. CAMPIONE		S2	S2	S2	S2		
PROFONDITA' (m)		1.00 - 2.00	2.00 - 3.00	3.00 - 4.00	4.00 - 5.00		
γ	(kN/m^3)						
W_n	(%)	23.56	6.66	21.80	6.85		
γ_d	(kN/m^3)						
G_s	-						
GHIAIA	(%)	6.89	16.23	9.77	45.34		
SABBIA	(%)	31.06	54.61	50.03	39.65		
LIMO	(%)						
ARGILLA	(%)						
P_{200}	(%)	61.05	29.16	40.2	15.01		
LL	-	32	28	29	26		
IP	-	7	4	3	3		
Cu	(kPa)						
PHI'	(°)						
c'	(kPa)						
OMC	(%)						
MDD	(kN/m^3)						
K	(cm/s)						
CLASS. ASTM		ML	SM	SM	GM		

C_o	(Mpa)						
E	(Mpa)						
γ	(kN/m^3)						
ν	-						
σ_t :	(Mpa)						
ABS	(%)						
Is 50	(Mpa)						
Vel Son	(m/s)						

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO

COMM. : 06019

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.

Località : Ferrania (SV)

TABELLA 3 - Sondaggio S3

IDENTIF. CAMPIONE		S3-CR1	S3-CR2	S3-CR3	S3-CR4		
PROFONDITA' (m)		1.00 - 2.00	2.00 - 3.00	3.00 - 4.00	4.00 - 5.00		
γ	(kN/m^3)						
W_n	(%)	9.29	15.07	13.24	15.73		
γ_d	(kN/m^3)						
G_s	-						
GHIAIA	(%)	34.76	15.94	26.59	22.74		
SABBIA	(%)	36.69	50.96	55.91	43.92		
LIMO	(%)						
ARGILLA	(%)						
P_{200}	(%)	28.55	33.10	17.50	33.34		
LL	-	28	27	26	25		
IP	-	3	2	2	2		
Cu	(kPa)						
PHI'	(°)						
c'	(kPa)						
OMC	(%)						
MDD	(kN/m^3)						
K	(cm/s)						
CLASS. ASTM		SM	SM	SM	SM		

C_o	(Mpa)						
E	(Mpa)						
γ	(kN/m^3)						
ν	-						
σ_t :	(Mpa)						
ABS	(%)						
Is 50	(Mpa)						
Vel Son	(m/s)						

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO

COMM. : 06019

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.

Località : Ferrania (SV)

TABELLA 4 - Sondaggio S4

IDENTIF. CAMPIONE		S4-CR1	S4-CR2	S4-CR3	S4-CR4	S4-CAR1	
PROFONDITA' (m)		0.00 - 2.00	2.00 - 3.00	3.00 - 4.00	4.00 - 5.00	6.00 - 6.20	
γ	(kN/m^3)	20.34					
W_n	(%)	19.35	3.08	5.65	8.76		
γ_d	(kN/m^3)						
G_s	-						
GHIAIA	(%)	-	38.51	44.08	62.67		
SABBIA	(%)	47.20	39.27	36.11	21.15		
LIMO	(%)						
ARGILLA	(%)						
P_{200}	(%)	52.80	22.22	19.81	16.18		
LL	-	28	27	22	26		
IP	-	5	3	1	2		
Cu	(kPa)						
PHI'	(°)						
c'	(kPa)						
OMC	(%)						
MDD	(kN/m^3)						
K	(cm/s)						
CLASS. ASTM		ML	SM	GM	GM		

C_o	(Mpa)					4.49	
E	(Mpa)						
γ	(kN/m^3)					25.24	
ν	-						
σ_t :	(Mpa)						
ABS	(%)						
Is 50	(Mpa)						
Vel Son	(m/s)						

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO

COMM. : 06019

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.

Località : Ferrania (SV)

TABELLA 5 - Sondaggio S5

IDENTIF. CAMPIONE		S5-CR1	S5-CR2	S5-CR3	S5-CR4	S5-CAR1	
PROFONDITA' (m)		1.00 - 2.00	2.00 - 3.00	3.00 - 4.00	4.00 - 5.00	7.70-7.90	
γ	(kN/m^3)						
W_n	(%)	8.66	3.7	7.79	16.23		
γ_d	(kN/m^3)						
G_s	-						
GHIAIA	(%)	30.62	69.96	58.79	16.43		
SABBIA	(%)	46.60	22.75	30.64	43.28		
LIMO	(%)						
ARGILLA	(%)						
P_{200}	(%)	22.78	7.29	10.64	40.29		
LL	-	26	26	25	26		
IP	-	2	3	3	3		
Cu	(kPa)						
PHI'	(°)						
c'	(kPa)						
OMC	(%)						
MDD	(kN/m^3)						
K	(cm/s)						
CLASS. ASTM		SM	GW-GM	GW-GM	SM		

C_o	(Mpa)					7.56	
E	(Mpa)						
γ	(kN/m^3)					23.29	
ν	-						
σ_t :	(Mpa)						
ABS	(%)						
Is 50	(Mpa)						
Vel Son	(m/s)						

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO

COMM. : 06019

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.

Località : Ferrania (SV)

TABELLA 6 - Sondaggio S6

IDENTIF. CAMPIONE		S6 CR1	S6 CR2	S6 RA1	S6 RA2	S6 R1	S6 R2
PROFONDITA' (m)		3.00	3.00 - 5.40	7.00 - 10.00	19.40 - 19.60	14.70-15.0	16.60-16.80
γ	(kN/m^3)			22.71	24.84		
W_n	(%)	18.96	5.36	5.19	4.41		
γ_d	(kN/m^3)						
G_s	-						
GHIAIA	(%)	14.66	47.4	13.66	24.19		
SABBIA	(%)	39.96	38.42	52.13	52.36		
LIMO	(%)						
ARGILLA	(%)						
P_{200}	(%)	45.38	20.18	34.21	23.45		
LL	-	31	32	30	29		
IP	-	5	6	8	5		
Cu	(kPa)						
PHI'	(°)	33.9					
c'	(kPa)	19.27					
OMC	(%)						
MDD	(kN/m^3)						
K	(cm/s)						
CLASS. ASTM		SM	GM	SM	SM		
C_o	(Mpa)					0.56	0.51
E	(Mpa)						
γ	(kN/m^3)					24.35	25.23
ν	-						
σ_t :	(Mpa)						
ABS	(%)						
Is 50	(Mpa)						
Vel Son	(m/s)						

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO

COMM. : 06019

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.

Località : Ferrania (SV)

TABELLA 6BIS - Sondaggio S6

IDENTIF. CAMPIONE		S6 R3	S6 R4	S6 R5			
PROFONDITA' (m)		17.10-17.30	17.50	18.00			
γ	(kN/m^3)						
W_n	(%)						
γ_d	(kN/m^3)						
G_s	-						
GHIAIA	(%)						
SABBIA	(%)						
LIMO	(%)						
ARGILLA	(%)						
P_{200}	(%)						
LL	-						
IP	-						
Cu	(kPa)						
PHI'	(°)						
c'	(kPa)						
OMC	(%)						
MDD	(kN/m^3)						
K	(cm/s)						
CLASS. ASTM							
C_o	(Mpa)	0.53	0.64	0.33			
E	(Mpa)						
γ	(kN/m^3)	25.58	24.35	23.26			
ν	-						
σ_t :	(Mpa)						
ABS	(%)						
Is 50	(Mpa)						
Vel Son	(m/s)						

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

TABELLA RIASSUNTIVA PROVE DI LABORATORIO

COMM. : 06019

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.

Località : Ferrania (SV)

TABELLA 7 - Pozzi

IDENTIF. CAMPIONE		CP1 C1	CP2 C1	CP3 C1			
PROFONDITA' (m)		2.00-4.00	1.00 -4.00	1.50 - 4.00			
γ	(kN/m^3)						
W_n	(%)						
γ_d	(kN/m^3)						
G_s	-						
GHIAIA	(%)	49.06	4.74	45.76			
SABBIA	(%)	33.65	78.32	31.44			
LIMO	(%)						
ARGILLA	(%)						
P_{200}	(%)	17.29	16.94	22.8			
LL	-	29	30	32			
IP	-	3	5	6			
Cu	(kPa)						
PHI'	(°)						
c'	(kPa)						
OMC	(%)						
MDD	(kN/m^3)						
K	(cm/s)						
CLASS. ASTM		GM	SM	GM			
C_o	(Mpa)						
E	(Mpa)						
γ	(kN/m^3)						
ν	-						
σ_t :	(Mpa)						
ABS	(%)						
Is 50	(Mpa)						
Vel Son	(m/s)						

TABELLA 8
INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELLE PROVE SPT IN FORO

SOND.	prof. (m)	wt (m)	γ (kN/m3)	σ'_{vo} (kPa)	Nspt[1]	ER	(N1)60[2]	D_R (%)	ϕ'[3] (°)	ϕ'[4] (°)	E[5] (MPa)	E[6] (MPa)
S1	1.6	4.2	20	32.0	15	60	13	**45**	**41.3**	**34.0**	**28.4**	**22.5**
	3.1	4.2		62.0	7		5	**42**	**33.0**	**28.7**	**22.4**	**13.0**
	4.6	4.2		87.6	50		30	**67**	**50.0**	**41.5**	**41.4**	**43.2**
S2	1.5	4.2		30.0	15		13	**69**	**43.1**	**34.1**	**28.6**	**22.8**
	3.0	4.2		60.0	9		6	**35**	**35.5**	**29.9**	**23.5**	**14.8**
	4.5	4.2		87.4	50		30	**65**	**50.0**	**41.5**	**41.4**	**43.2**
S3	1.5	4.2		30.0	11		10	**40**	**40.1**	**32.1**	**25.9**	**18.6**
	3.0	4.2		60.0	7		5	**31**	**33.2**	**28.7**	**22.5**	**13.1**
	4.6	4.2		87.8	50		30	**74**	**49.9**	**41.5**	**41.4**	**43.1**
S4	1.5	4.2		30.0	21		18	**76**	**46.3**	**36.7**	**32.5**	**29.0**
	3.0	4.2		60.0	37		26	**62**	**49.0**	**40.0**	**38.4**	**38.4**
	4.6	4.2		87.9	50		30	**57**	**49.9**	**42.6**	**41.4**	**43.1**
S5	1.5	4.2		30.0	13		11	**43**	**41.7**	**41.5**	**27.3**	**20.7**
	3.0	4.2		60.0	25		18	**43**	**45.2**	**41.4**	**32.0**	**28.3**
	4.5	4.2		87.1	45		27	**76**	**49.0**	**44.1**	**39.2**	**39.7**
S6	1.5	10		30.0	19		16	**65**	**45.4**	**43.2**	**31.2**	**26.9**
	3.4	10		68.0	65		44	**76**	**53.8**	**44.1**	**51.7**	**59.4**

NOTE

1) In tutti i casi di Nspt a "rifiuto" è stato attribuito il valore N = 50 colpi
2) Nspt corretto per granulometria, diametro del foro, lunghezza delle aste, energia di battuta, tipo di campionatore, sovraccarico litostatico
3) Angolo di attrito effettivo con correzione per tensione $\sigma'v$ (Curve di Schmertmann)
4) Angolo di attrito effettivo secondo National Highway Institute (NHI, 2003)
5) Modulo E per sabbie e ghiaie (Denver, 1982)
6) Modulo E per sabbie e ghiaie (Bowles, 1996)

ALLEGATO 2

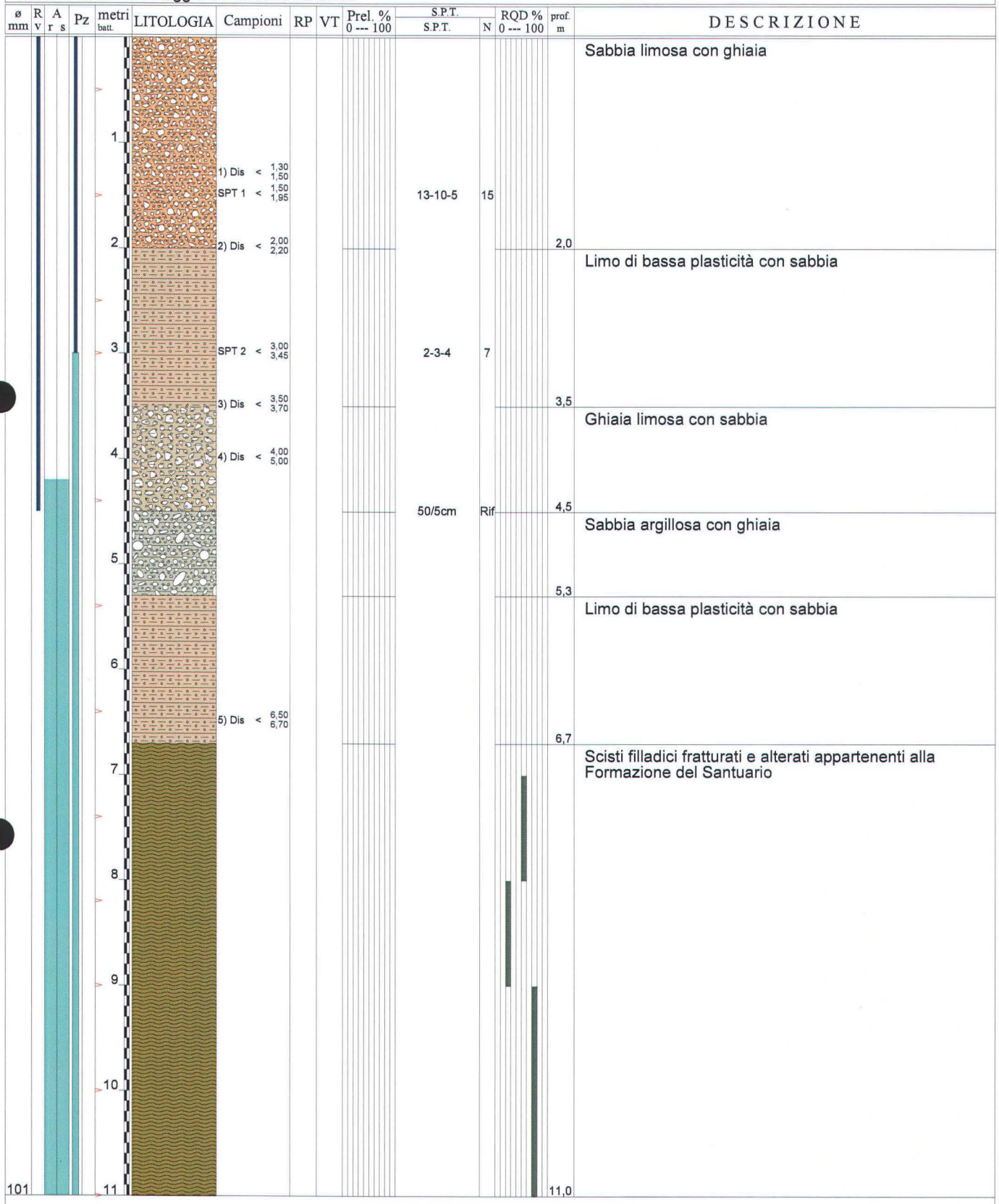
Stratigrafie dei Sondaggi
e dei
Pozzi d'Investigazione
con Documentazione Fotografica

Geotechnical and Engineering Testing srl
Via Renata Bianchi, 38 - 16152 Genova
Telefono 0106506670 - fax 0106591896 - email getgeo@tin.it

STRATIGRAFIA - SN1

SCALA 1 : 50 Pagina 1/1

Riferimento: Ferrania Technology - Sito Centrale a Biomassa	Sondaggio: SN1
Località: Ferrania	Quota: 2,02 (relativa al rilievo)
Impresa esecutrice: Geofisica e Ambiente s.a.s.	Data: 03-2006
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: Carotaggio a rotazione continua	





Sondaggio S1 Cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri



Sondaggio S1 Cassetta C2 da 5,00 a 10,00 metri

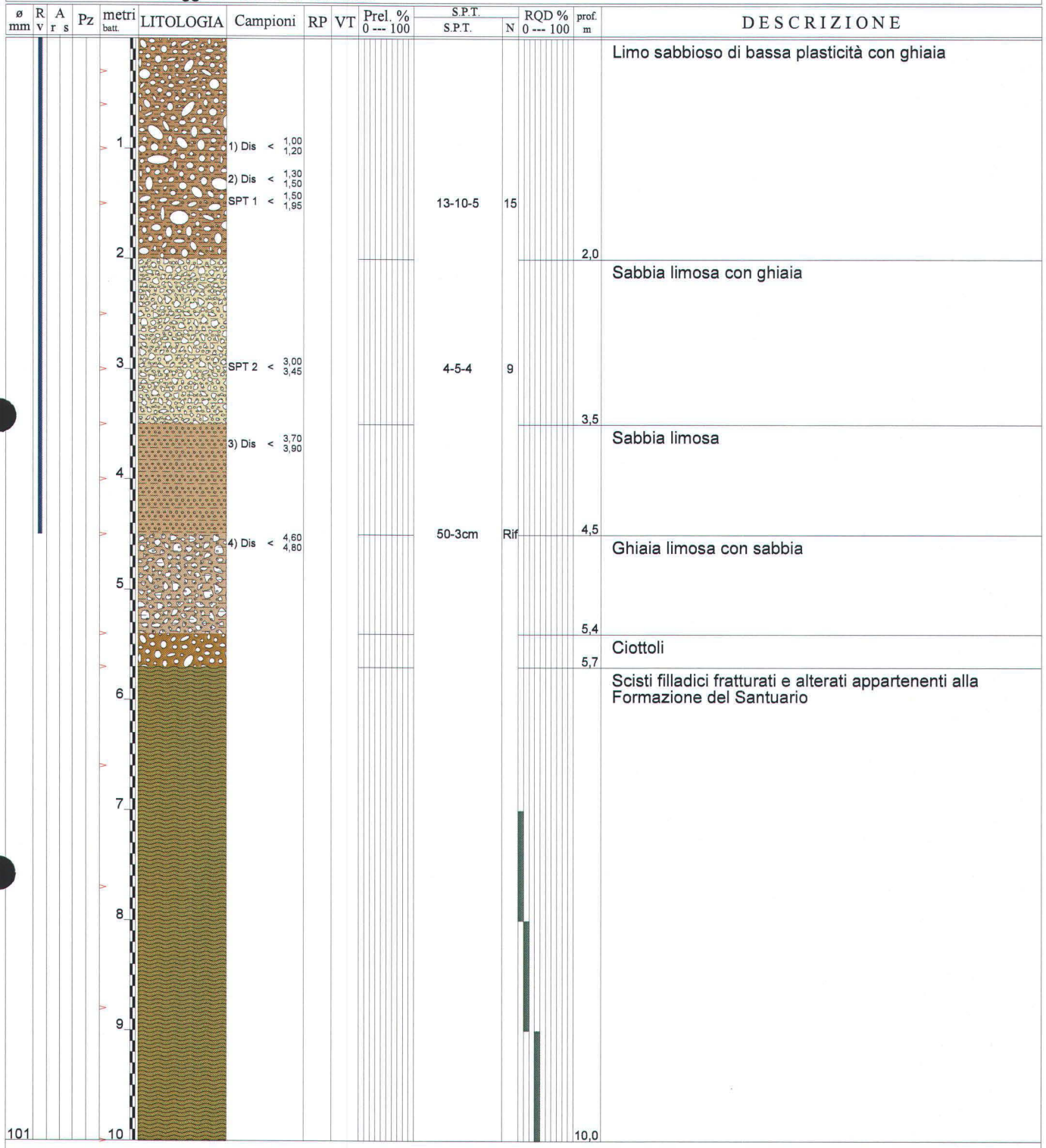


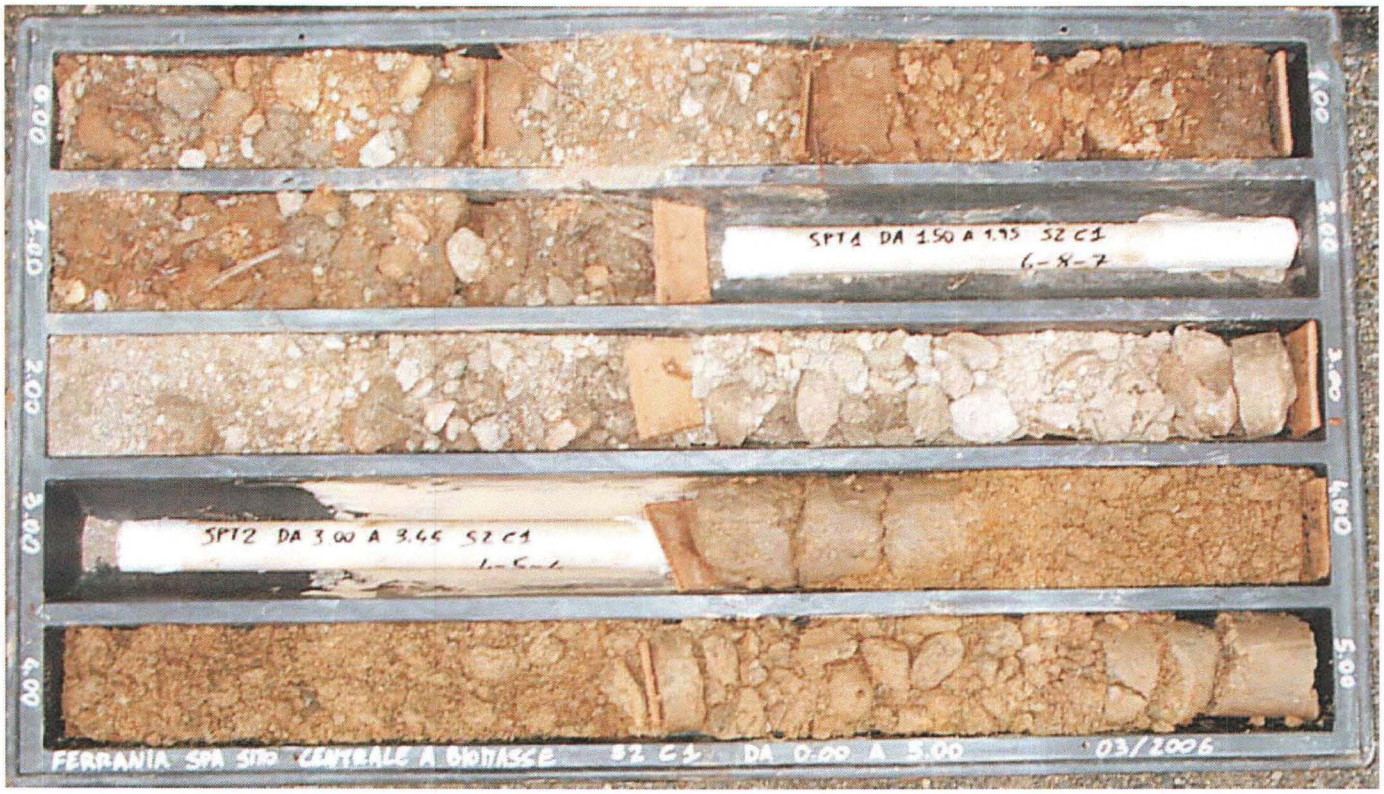
Sondaggio S1 Cassetta C3 da 10,00 a 11,00 metri

STRATIGRAFIA - SN2

SCALA 1 : 50 Pagina 1/1

Riferimento: Ferrania Technology - Sito Centrale a Biomassa	Sondaggio: SN2
Località: Ferrania	Quota: 2,06 (relativa al rilievo)
Impresa esecutrice: Geofisica e Ambiente s.a.s.	Data: 03-2006
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: Carotaggio a rotazione continua	





Sondaggio S2 Cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri



Sondaggio S2 Cassetta C2 da 5,00 a 10,00 metri

STRATIGRAFIA - SN3

SCALA 1 : 50 Pagina 1/1

Riferimento: Ferrania Technology - Sito Centrale a Biomassa	Sondaggio: SN3
Località: Ferrania	Quota: 1,63 (relativa al rilievo)
Impresa esecutrice: Geofisica e Ambiente s.a.s.	Data: 03-2006
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: Carotaggio a rotazione continua	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T. N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
														1,0	Sabbia ghiaiosa con limo
					1		1) Dis < 1,10 1,30								Sabbia limosa con ghiaia
							SPT 1 < 1,50 1,95				4-6-5	11			
					2		2) Dis < 2,40 2,60								
					3		SPT 2 < 3,10 3,55				5-4-3	7			
							3) Dis < 3,70 3,90							4,0	
					4		4) Dis < 4,40 4,60								Sabbia limosa con ghiaia di colorazione marrone-ocra
											50-7cm	Rif			
					5									5,0	Scisti filladici fratturati e alterati appartenenti alla Formazione del Santuario
					6										
					7										
					8										
					9										
101					10									10,0	



Sondaggio S3 Cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri

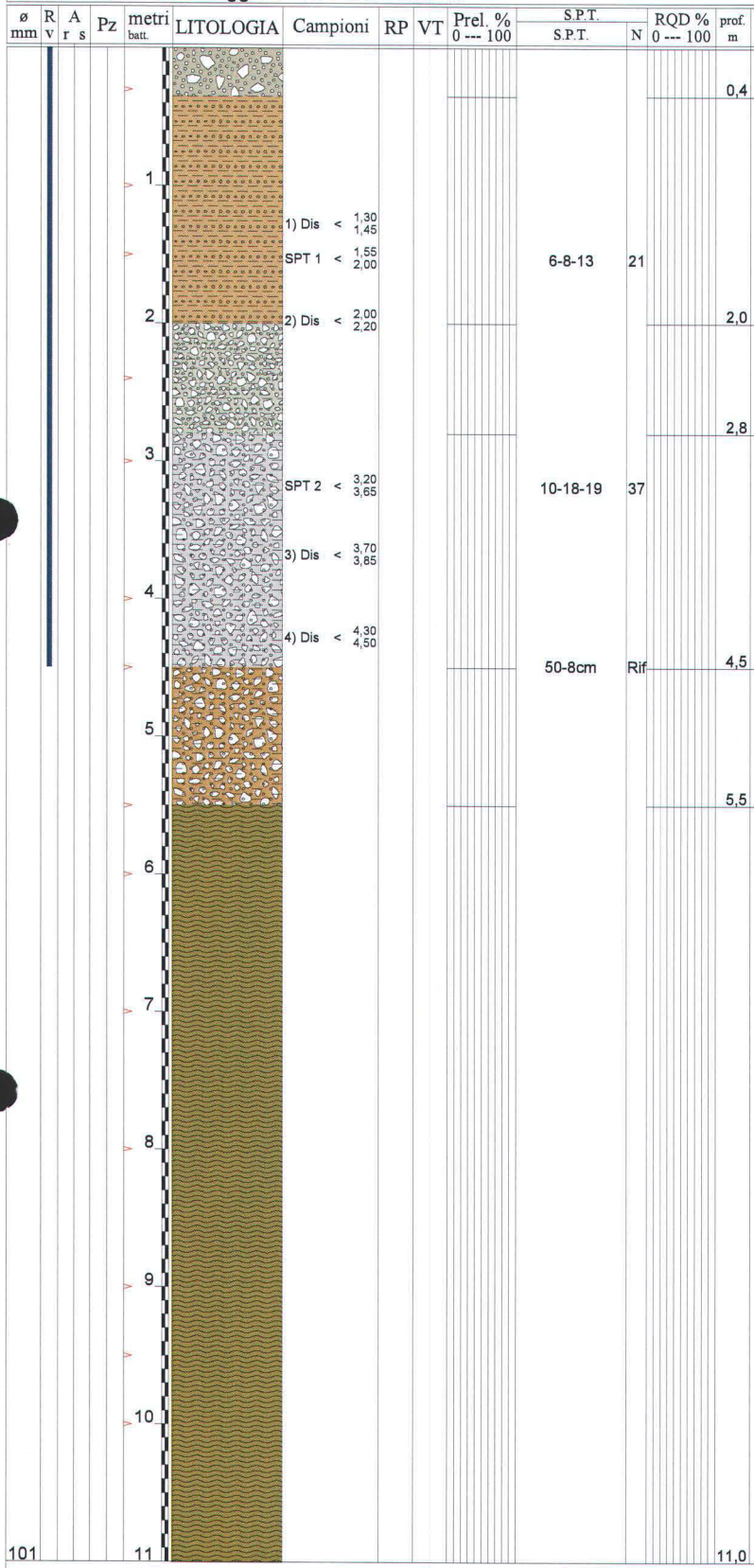


Sondaggio S3 Cassetta C2 da 5,00 a 10,00 metri

STRATIGRAFIA - SN4

SCALA 1 : 50 Pagina 1/1

Riferimento: Ferrania Technology - Sito Centrale a Biomassa	Sondaggio: SN4
Località: Ferrania	Quota: 0,85 (relativa al rilievo)
Impresa esecutrice: Geofisica e Ambiente s.a.s.	Data: 03-2006
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: Carotaggio a rotazione continua	



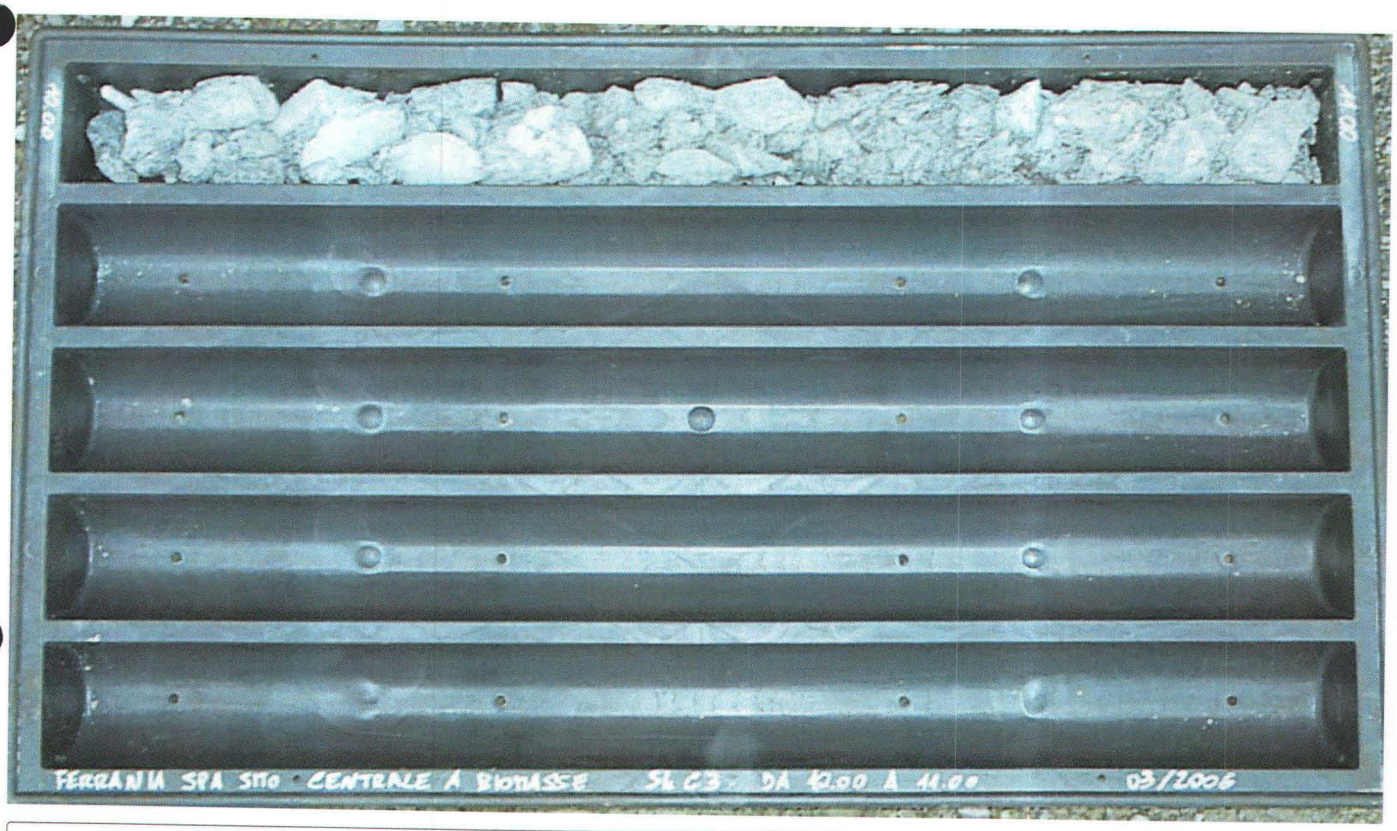
DESCRIZIONE	
Sabbia con ghiaia	0,4
Limo sabbioso di bassa plasticità	2,0
Sabbia limosa con ghiaia	2,8
Ghiaia limosa con sabbia	4,5
Ghiaia limosa con sabbia di colore ocra	5,5
Scisti filladici fratturati e alterati appartenenti alla Formazione del Santuario	11,0



Sondaggio S4 Cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri



Sondaggio S4 Cassetta C2 da 5,00 a 10,00 metri



Sondaggio S4 Cassetta C3 da 10,00 a11,00 metri

STRATIGRAFIA - SN5

SCALA 1 : 50 Pagina 1/1

Riferimento: Ferrania Technology - Sito Centrale a Biomassa	Sondaggio: SN5
Località: Ferrania	Quota: 0,80 (relativa al rilievo)
Impresa esecutrice: Geofisica e Ambiente s.a.s.	Data: 03-2006
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: Carotaggio a rotazione continua	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T.	N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1		1) Dis < 1,20 1,40									Sabbia limosa con ghiaia
							SPT 1 < 1,50 1,95					9-7-6	13			
					2										2,0	
							2) Dis < 2,30 2,50									Ghiaia ben gradata con limo e sabbia
					3		SPT 2 < 3,00 3,45					10-12-13	25			
							3) Dis < 3,60 3,80									
					4										4,0	
							4) Dis < 4,30 4,50									Sabbia limosa con ghiaia
					5										5,0	
																Scisti filladici fratturati e alterati appartenenti alla Formazione del Santuario
					6											
					7											
101					8										8,0	



Sondaggio S5 Cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri



Sondaggio S5 Cassetta C2 da 5,00 a 8,00 metri

STRATIGRAFIA - SN6

SCALA 1 : 50 Pagina 1/2

Riferimento: Ferrania Technology - Sito Centrale a Biomassa	Sondaggio: SN6
Località: Ferrania	Quota: 13,72 (relativa al rilievo)
Impresa esecutrice: Geofisica e Ambiente s.a.s.	Data: 03-2006
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: Carotaggio a rotazione continua	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T. N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					1						5-7-12	19			Sabbia limosa di colore marrone-rosso.
					2									2,6	
					3										Sabbia limosa con ghiaia di colore marrone rossiccia.
											7-15-50/5cm	Rif		3,4	
					4										Ghiaia limosa con sabbia.
					5									5,4	
					6										Scisti filladici molto fratturati e alterati appartenenti alla Formazione del Santuario.
					7										
					8										
					9										
					10										
					11										
					12										

STRATIGRAFIA - SN6

SCALA 1 : 50 Pagina 2/2

Riferimento: Ferrania Technology - Sito Centrale a Biomassa	Sondaggio: SN6
Località: Ferrania	Quota: 13,72 (relativa al rilievo)
Impresa esecutrice: Geofisica e Ambiente s.a.s.	Data: 03-2006
Coordinate:	Redattore:
Perforazione: Carotaggio a rotazione continua	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.	S.P.T. N	RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
					13									12,5	Scisti filladici molto fratturati e alterati appartenenti alla Formazione del Santuario.
					14									14,2	Brecce cataclastiche di scisti filladici fratturate e alterate, appartenenti alla Formazione del Santuario.
					15									15,0	Brecce cataclastiche di scisti filladici appartenenti alla formazione del Santuario
					16									16,8	Brecce cataclastiche di scisti filladici molto fratturate appartenenti alla Formazione del Santuario.
					17									18,2	Brecce cataclastiche di scisti filladici fratturate appartenenti alla Formazione del Santuario.
					18										
					19										Brecce cataclastiche di scisti filladici molto fratturate appartenenti alla Formazione del Santuario.
101					20									20,0	

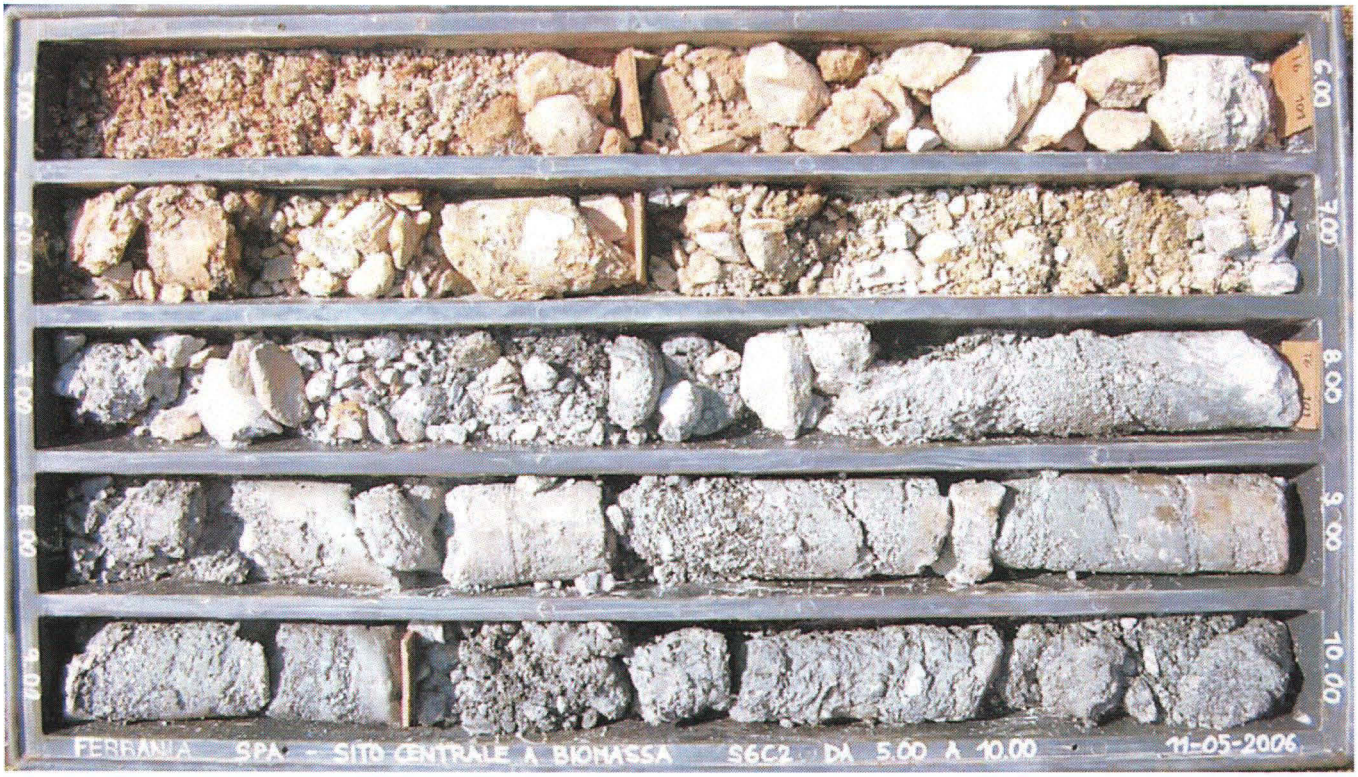
CAMPIONI PRELEVATI

S6 CR1 0.00 - 3.00 m
S6 CR2 3.00 - 5.40 m
S6 RA1 7.00 - 10.00 m
S6 RA2 19.40 - 19.60 m
S6 R1 14.70 - 15.00 m
S6 R2 16.80 m
S6 R4 17.50 m
S6 R5 18.00 m

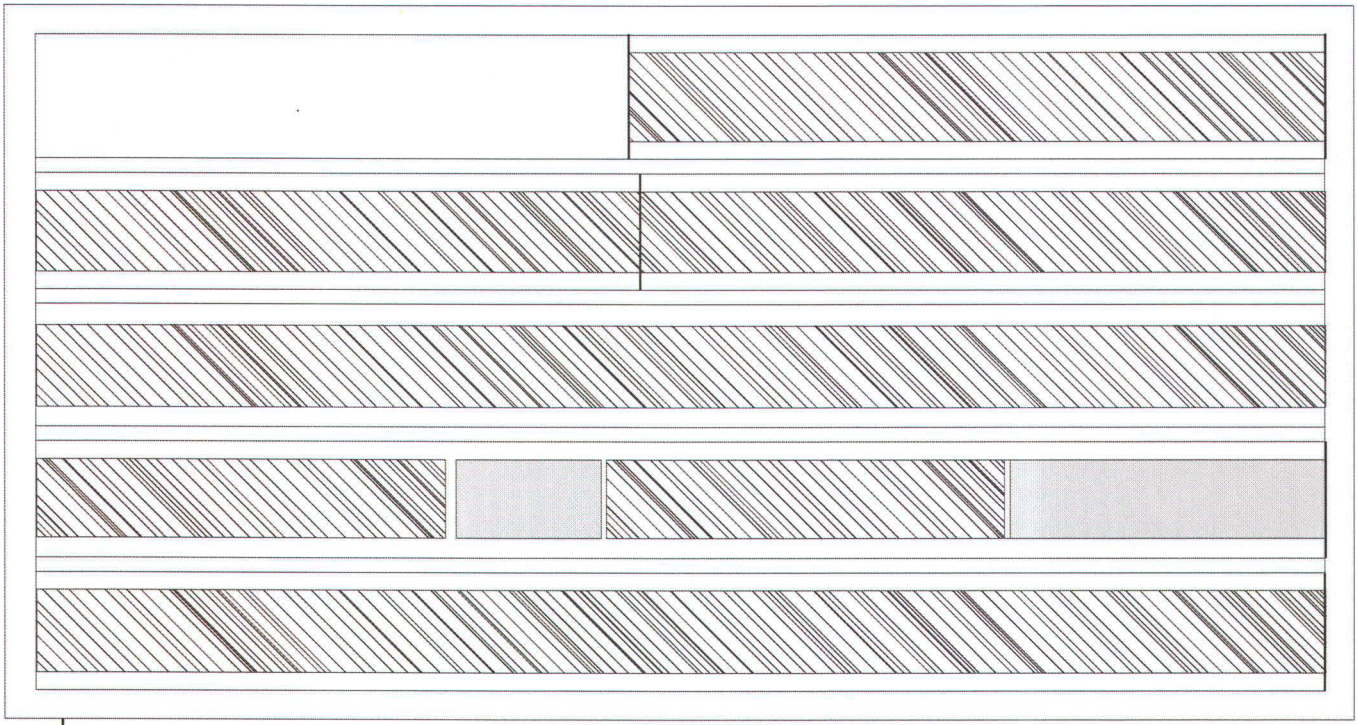


Sondaggio S6 Cassetta C1 da 0,00 a 5,00 metri

Battute



Sondaggio S6 Cassetta C2 da 5,00 a 10,00 metri

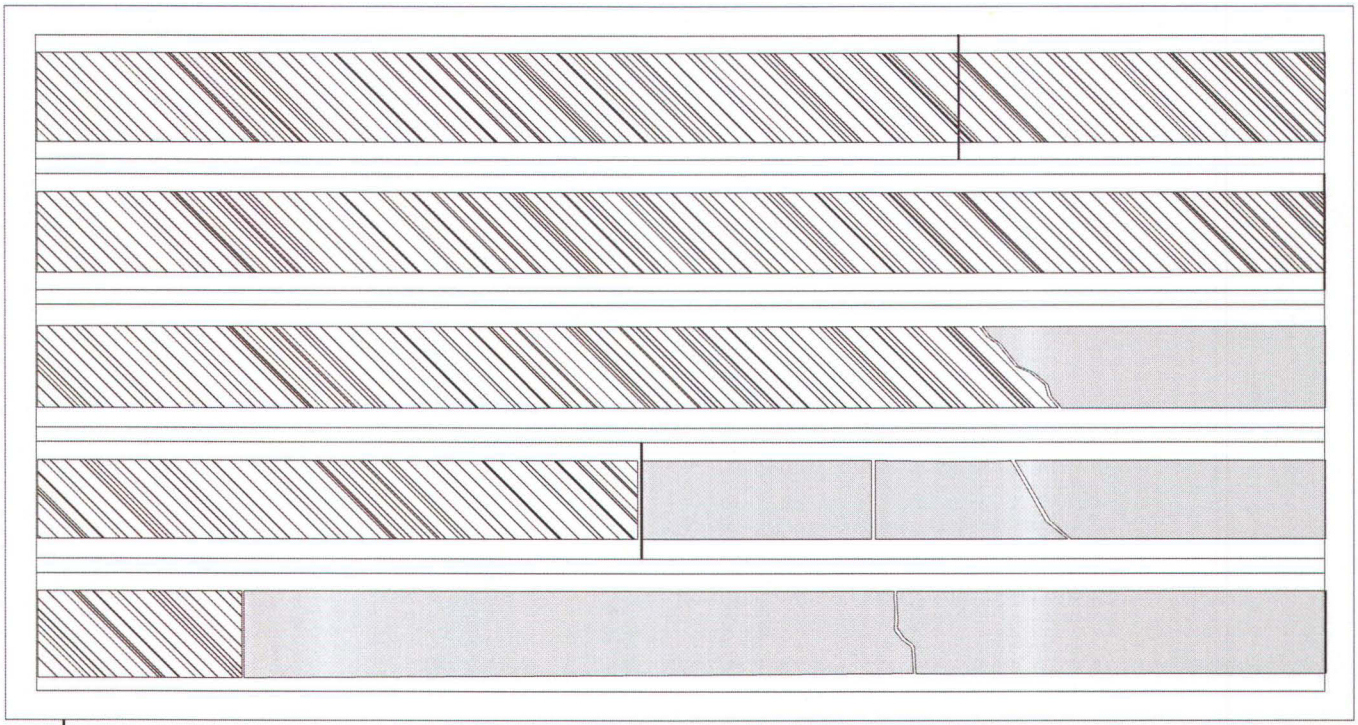


Battute

Roccia intensamente fratturata



Sondaggio S6 Cassetta C3 da 10,00 a 15,00 metri

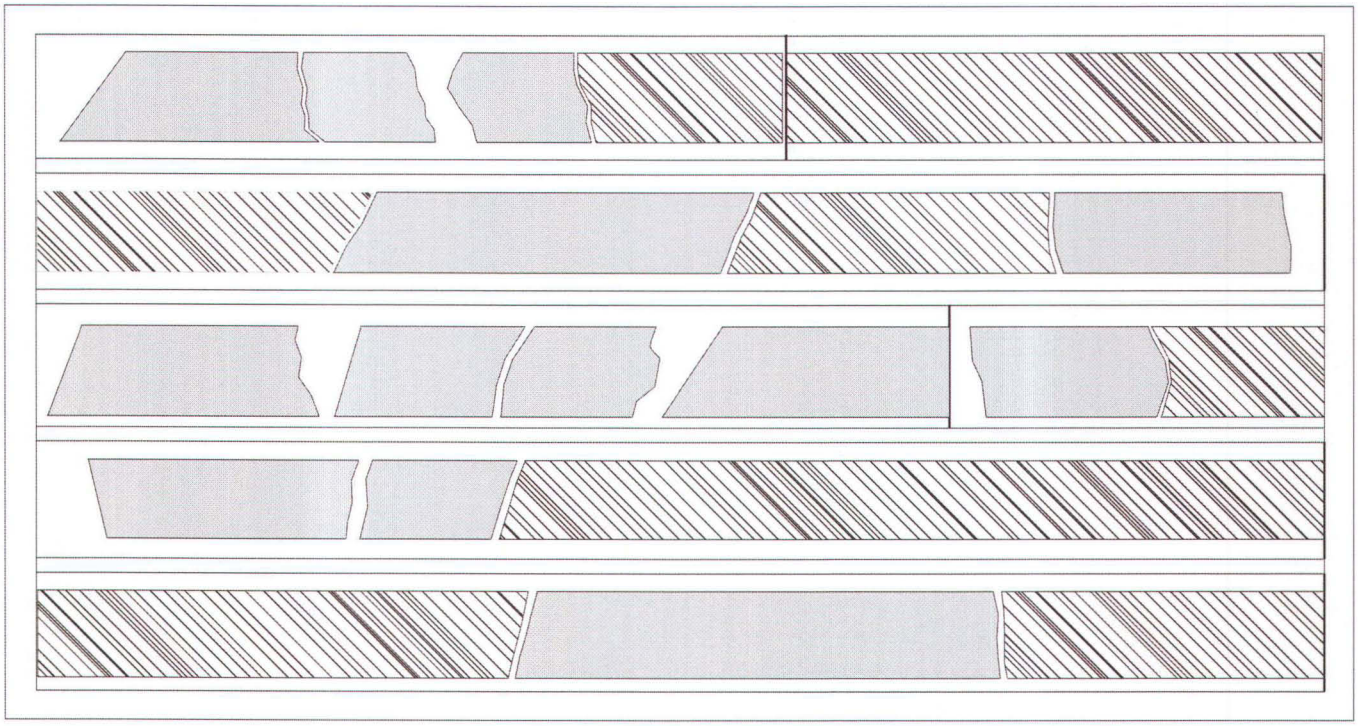


Battute

Roccia intensamente fratturata



Sondaggio S6 Cassetta C4 da 15,00 a 20,00 metri



Battute

Roccia intensamente fratturata

G.E.T.
Geotechnical and Engineering Testing srl
Via Renata Bianchi, 38
16152 - Genova

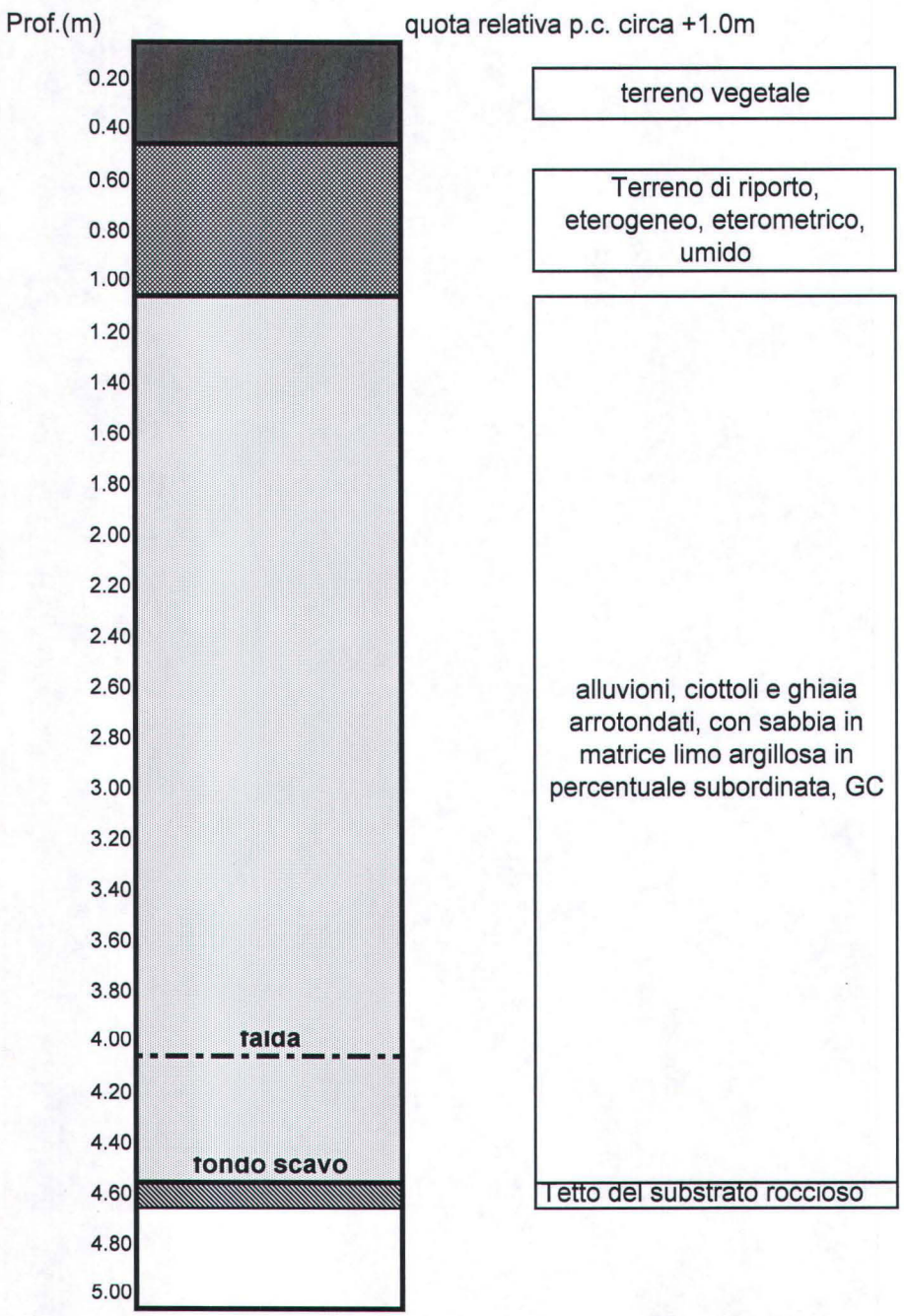
STRATIGRAFIA POZZO D'INDAGINE

Cliente Ferrania Technologies SpA **Località** Stabilimento di Ferrania

Progetto Centrale a biomasse

Id. Pozzo P1 **Prof. da p.c.** 4.50 **(m)**

Metodo di scavo escavatore a braccio rovescio **Data esecuzione** 10-mag-06





P1-1



P1-2

G.E.T.
Geotechnical and Engineering Testing srl
Via Renata Bianchi, 38
16152 - Genova

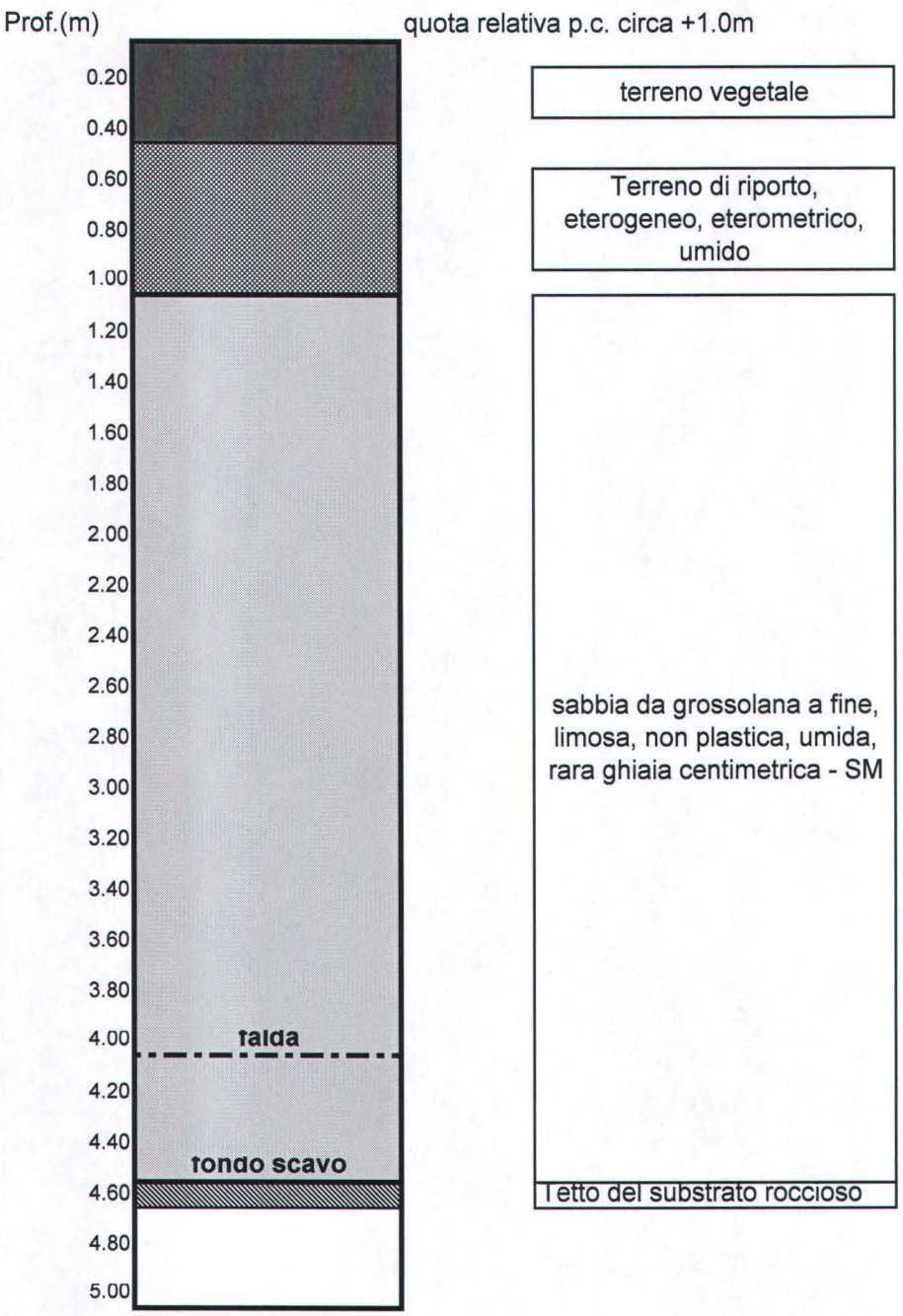
STRATIGRAFIA POZZO D'INDAGINE

Cliente Ferrania Technologies SpA **Località** Stabilimento di Ferrania

Progetto Centrale a biomasse

Id. Pozzo P2 **Prof. da p.c.** 4.50 **(m)**

Metodo di scavo escavatore a braccio rovescio **Data esecuzione** 10-mag-06





P2-1



P2-2

G.E.T.
Geotechnical and Engineering Testing srl
Via Renata Bianchi, 38
16152 - Genova

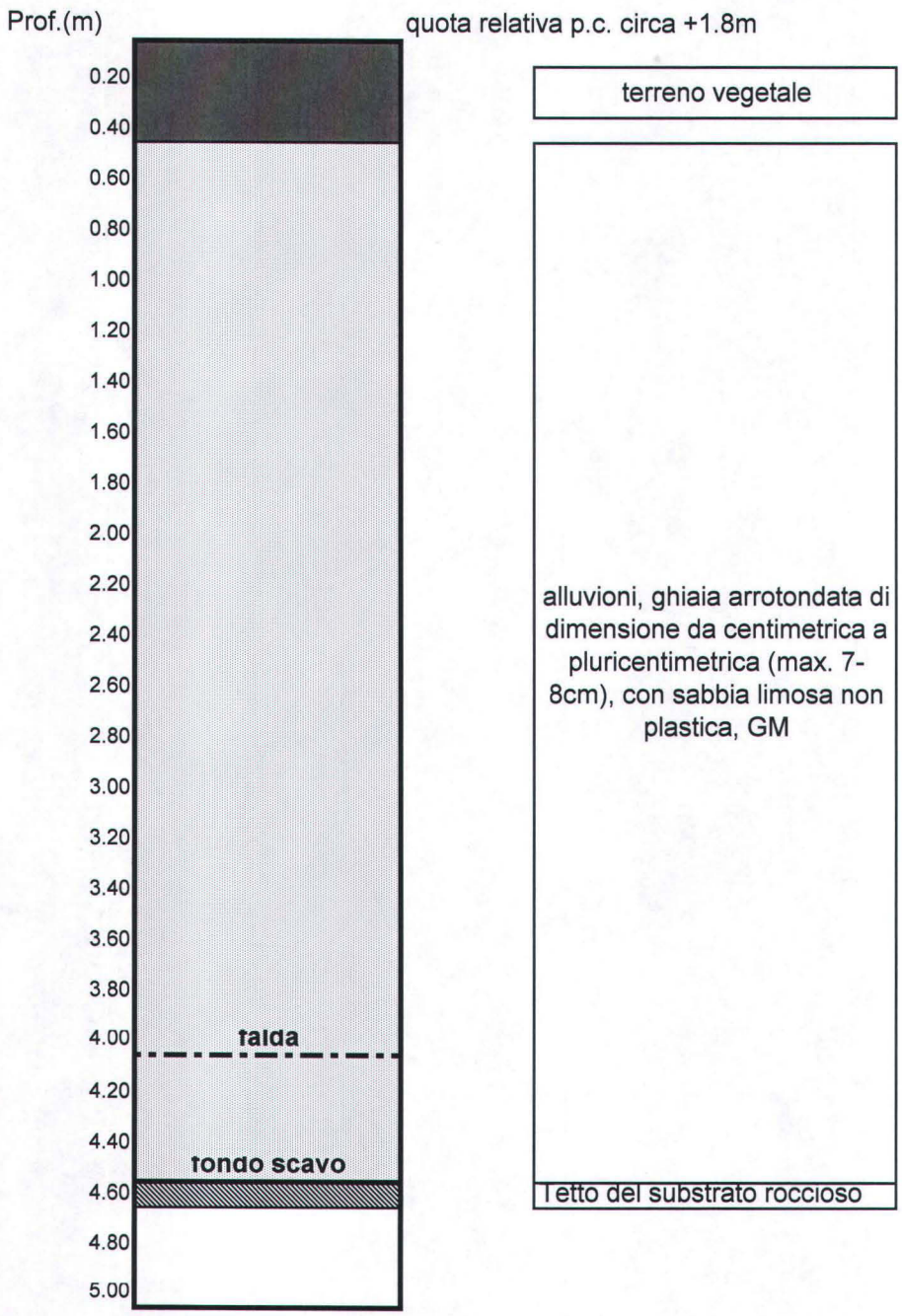
STRATIGRAFIA POZZO D'INDAGINE

Cliente Ferrania Technologies SpA **Località** Stabilimento di Ferrania

Progetto Centrale a biomasse

Id. Pozzo P3 **Prof. da p.c.** 4.50 **(m)**

Metodo di scavo escavatore a braccio rovescio **Data esecuzione** 10-mag-06





P3-1



P3-2

ALLEGATO 3

Relazione Specialistica dell'Indagine Geosismica NASW

Geotechnical and Engineering Testing srl
Via Renata Bianchi, 38 - 16152 Genova
Telefono 0106506670 - fax 0106591896 - email getgeo@tin.it

Premessa

In data 20 Marzo 200 6 è stata eseguita un' indagine geofisica, di tipo Noise Analysis Surface Waves (NASW), presso la fabbrica della 3M di Ferrania.

Metodo NASW

Il metodo d'indagine sismica passiva denominato NASW (Noise Analysis of Surface Waves) si basa sulle particolari leggi fisico-matematiche che governano la propagazione delle onde sismiche superficiali, in mezzi stratificati (monodimensionali o 1-D). In tali condizioni, sia le onde di Love sia le onde di Rayleigh, hanno carattere dispersivo: si ha una forte dipendenza della velocità di propagazione (V_R per le onde di Rayleigh e V_R per le onde di Love) dalla frequenza del moto sismico. In ipotesi di mezzo stratificato, le caratteristiche della "curva di dispersione" $V_R = V_R$ (f) sono strettamente collegate alle caratteristiche stratigrafiche dell'area indagata: la struttura della curva di dispersione dipende quasi esclusivamente dal profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs = Vs (z). Ad esempio, nel caso di un aumento di velocità di propagazione delle onde di taglio con la profondità, la curva di dispersione assume un andamento caratteristico evidenziando bassi valori di velocità di propagazione delle onde di Rayleigh in corrispondenza di alte frequenze ed alti valori di tale velocità in corrispondenza di basse frequenze. La totalità dei metodi d'indagine sismologica basati sull'analisi delle onde superficiali, sia essi passivi sia attivi, prevedono specifiche tecniche di acquisizione dei segnali sismici, identificazione delle onde superficiali, stima della curva di dispersione ed inversione o modeling di questa ultima, al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs.

La peculiare caratteristica che differenzia in modo sostanziale il metodo NASW dai metodi d'indagine attivi, basati su un'artificiale energizzazione sismica del terreno (SASW Nazarena and Stokoe 1984; MASW Park et al., 1999), risiede nell'utilizzo del rumore sismico di fondo ("noise sismico" o "microtremore") come sorgente d'onde superficiali. L'analisi sperimentale dei microtremori ha, infatti, evidenziato che il noise sismico possiede, in genere, caratteristiche spettrali particolarmente adatte all'esplorazione del primo sottosuolo (significativa densità di energia nella banda 0.05 – 25 Hz). L'utilizzo di sorgenti sismiche "naturali" rende il metodo NASW particolarmente idoneo per indagini in contesti urbani rumorosi, dove l'utilizzo di efficaci sorgenti sismiche comporterebbe, un proibitivo aumento dei costi dell'indagine geofisica.

Per una dettagliata ed esaustiva descrizione delle tecniche di misura e delle metodologie d'analisi del noise sismico si rimanda ad Okada 2004, Saito M. 1979 "Computation of reflectivity and surface wave dispersion curves for layered media" Butsuri-Tanko 32, n° 5 15-26pp e Louie J. N. 2001 "shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arreys" Bulletin of the Seismological Society of america, 91, 2 347-364 pp.

Acquisizione ed elaborazione "Noise" sismico

I dati sono stati acquisiti utilizzando un sismometro Abem Terraloc Mark 6, 24 canali e 24 geofoni geospace, di frequenza caratteristica pari a 4.5 Hz, distanziati tra loro di 3.0 m per una lunghezza totale dello stendimento 69.0 m.

Una dettagliata descrizione delle specifiche tecniche della strumentazione utilizzata è riportata in Appendice alla seguente relazione. Il segnale è stato acquisito con passo di campionamento di 2 ms e con numero di campioni di 16384, tali parametri hanno consentito di registrare segnali sismici di lunghezza pari a 32768 ms. Sono state acquisite 10 "finestre" di rumore sismico.

Senza entrare nei dettagli operativi relativi all'elaborazione del noise le principali fasi di "processing" possono essere riassunti nei seguenti punti:

Pre-processing dei records di noise sismico, in altre parole sono state analizzate le caratteristiche medie del "noise", per verificarne la qualità sia in termini di stazionarietà spazio-temporale e sia in termini di coerenza spettrale. In particolare, un'analisi statistica della coerenza effettuata utilizzando l'intero data-set disponibile, ha consentito di individuare il range di frequenze ottimale (3.5 – 25 Hz) da utilizzare nelle fasi successive di elaborazione. In generale, note le caratteristiche medie dei terreni presenti nell'area ed il range di frequenze selezionate, la tecnica di indagine utilizzata garantisce risultati sufficientemente attendibili per profondità non maggiori di 30m.

Trasformazione dei records di noise sismico, ogni registrazione sismica selezionata ha subito due successive trasformazioni. In primo luogo è stata operata la trasformazione dal dominio T-X (tempo – distanza) al dominio tau-p (tempo intercetta - "slowness" o reciproco della velocità apparente) e successivamente dal dominio tau-p al dominio f-p (frequenza - "slowness")

"p-f Image", un'elaborazione statistica di tutti i records di tipo p-f ed una procedura di normalizzazione hanno consentito di ottenere il diagramma indicato come "p-f

image". Tale diagramma, rappresenta lo spettro di potenza normalizzato in funzione della frequenza f e del parametro p.

Picking della curva di dispersione:

La curva di dispersione $V_R = V_R(f)$ è stata in seguito utilizzata per stimare il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio, adottando una metodologia di modeling diretto (Saito 1984), che consente di ottenere, attraverso approssimazioni successive ("trial and error"), una funzione Vs = Vs (z), tale da minimizzare il misfit tra la curva di dispersione teorica e curva di dispersione osservata.

Risultati

Per ogni indagine di tipo NASW verranno di seguito riportati:

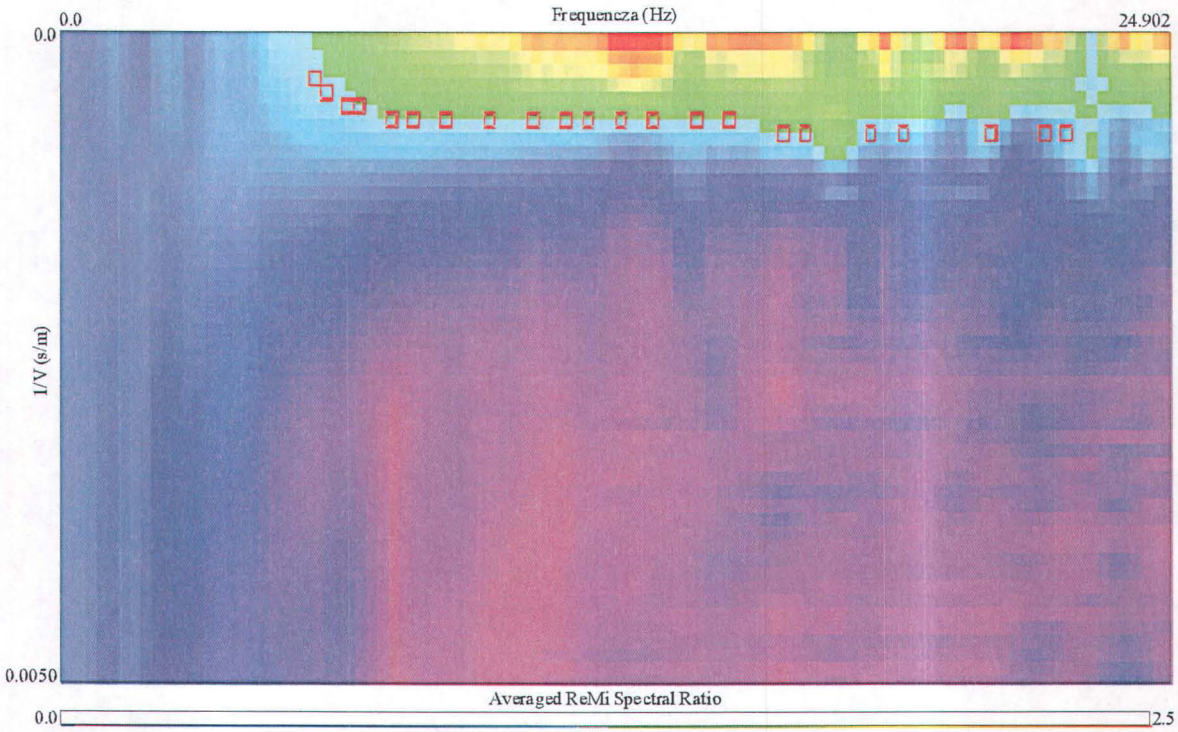
a) Rappresentazione in scala cromatica dello spettro di potenza "p-f Image" utilizzato per effettuare il "picking" della curva di dispersione sperimentale.

b) Profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio Vs = Vs (z).

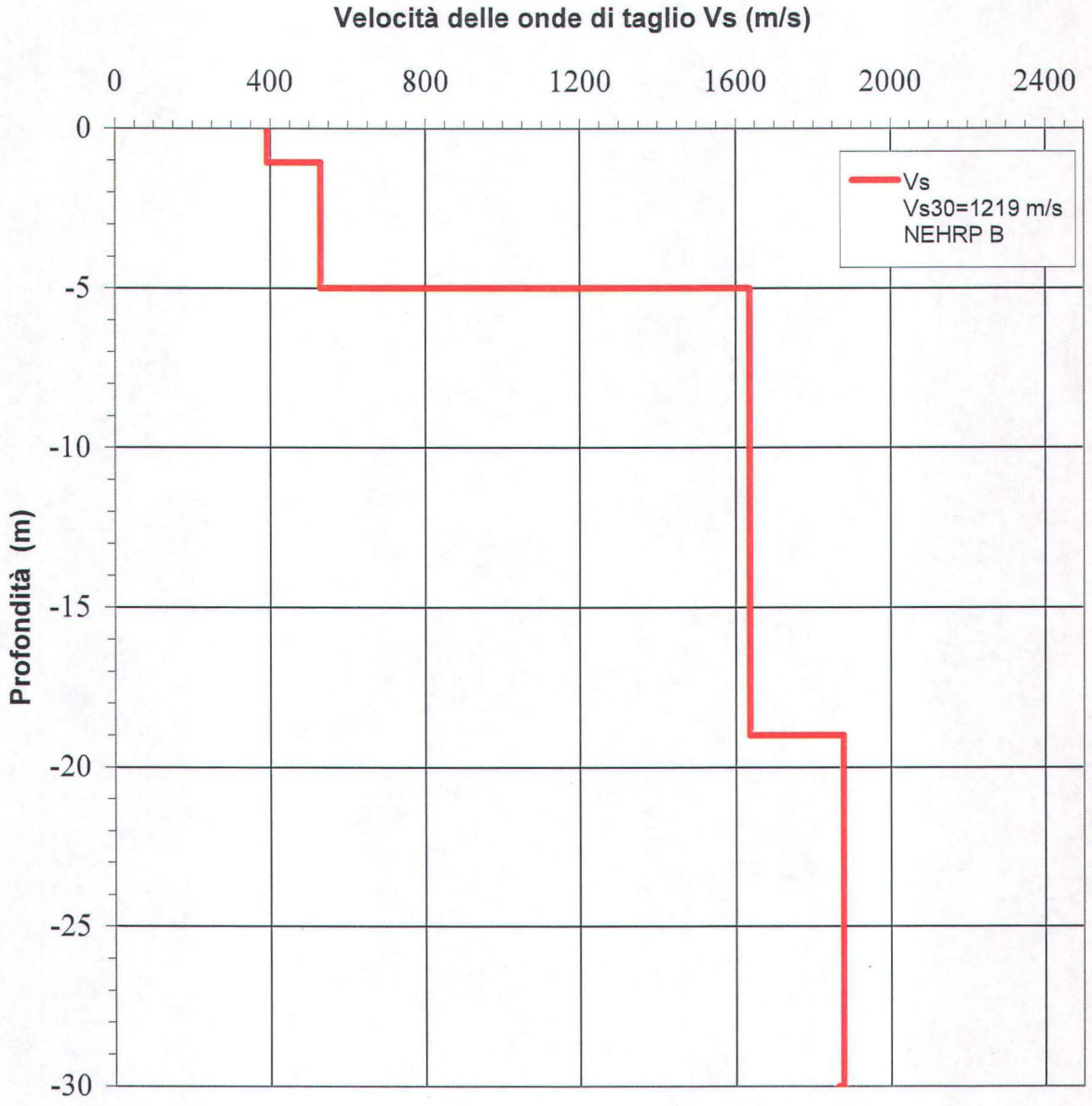
Classificazione del sito ai sensi dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/03, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche".

pf – Image

Profilo 1



Profilo2


Velocità delle onde di taglio Vs (m/s)
0
400
800
1200
1600
2000
2400
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
Profondità (m)
Vs
Vs30=1219 m/s
NEHRP B

Risultati Profilo

Profondità (m)	Vs (m/s)
0	392,4657534
-1,05	392,4657534
-1,05	529,4520548
-5	529,4520548
-5	1636,757991
-19	1636,757991
-19	1876,484018
-30	1876,484018
-30	1865,068493

Secondo quanto riportato nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/03, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche", viene proposta una nuova classificazione dei comuni, cui si applica la normativa, relativa alle costruzioni in zona sismica.

La normativa tecnica ai fini del calcolo dell'azione sismica, tiene conto del tipo di categoria (4 categorie), e per la verifica degli elementi strutturali, anche dei possibili effetti di amplificazione locale in base alle caratteristiche del suolo di fondazione.

A tal scopo sono distinti terreni di tipo:

A formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da Vs30> di 800 m/s;

B depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (Nspt >50, o coesione non drenata c_u>250 Kpa;

C depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori da decine fino a centinaia di metri caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (15<Nspt<50, o coesione non drenata 70< c_u >250Kpa);

D depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 <180 m/s (Nspt<15, o c_u <70Kpa);

E terreni alluvionali, caratterizzati da valori di Vs30 simili a quelli di tipo C o D e spessore compreso tra 5 m e 20 m, al di sotto del quale si trova un substrato rigido con Vs30 >800 m/s.

Ed Inoltre le categorie S1 e S2 per il quale sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica:

S1 depositi costituiti da strati di almeno 10 m di argille o limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI>40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs30 <100 m/s (10< c_u <20 Kpa)

S2 depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi tipo di terreno non rientrante nei tipi precedenti.

A corredo dei risultati ottenuti dalla campagna d'indagine forniamo di seguito la classificazione dei terreni in base alle Vs30 secondo quanto riportato nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/03, "Primi elementi in

materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche".

Vs30 = 1219.0 m/s Terreno Tipo A

I risultati ottenuti indicano un primo livello profondo 1 m caratterizzato da velocità di circa 400 m/s, alla base del quale si trova uno strato a velocità maggiore, intorno ai 530 m/s, fino a profondità di 5 m, al di sotto del quale si trova fino alla profondità di 19 m uno strato a velocità di circa 1600 m/s, infine lo strato più profondo fino a quota -30 m a velocità di 1865.

In conclusione il profilo può essere così interpretati.

1° strato costituito da materiale discretamente compattato fino a circa 1 m di profondità;
2° strato fino alla profondità di 5 m il quale potrebbe essere rappresentativo di materiale molto addensato
3° strato tra 5 m e 19 m, roccia in discrete-buone condizioni di conservazione.
4° strato al di sotto dei 19 m, velocità rappresentativa di una roccia in buone condizioni di conservazione.

Al fine di fornire un'ulteriore informazione, circa i campi di valori indicativi della velocità delle onde di taglio riferiti ai diversi tipi di terreno, viene di seguito riportata una classificazione dei sottosuoli secondo Eurocodice 8.

DESCRIZIONE	PROFONDITA	Vs(m/s)
Roccia lapidea	Qualsiasi	• 800
Terreni addensati (a grana fine o grossa) spessi decine di metri e con miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità		• 400
Depositi profondi mediamente densi/consistenti con spessori da decine a centinaia di metri	10 50	• 200 • 350
Terreni a grana grossa sciolti con eventuali intercalazioni fini	< 20	< 200
Depositi a grana fine di consistenza medio bassa	< 20	< 200

La velocità delle onde S (Vs) permette inoltre di risalire al modulo di deformazione a taglio dei terreni attraversati ed al Modulo di Compressibilità volumetrica Eb, edometrica Eed e di Young E, nel caso in cui si dispone anche della velocità delle onde di compressione Vp

$$G = \rho V_s^2$$ • = densità del mezzo

$$E_B = \rho(V_p^2 - \frac{4}{3}V_s^2)$$

$$E_{ed} = \rho V_p^2$$

$$\upsilon = \left[0.5\left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2 - 1\right] / \left[\left(\frac{Vp}{Vs}\right)^2 - 1\right]$$ υ = coefficiente di Poisson

$$E = 2\rho V_s^2(1+\upsilon)$$

ABEM TERRALOC MARK 6 - Specifiche Tecniche

Numero di canali	24
Canale di riferimento	12 o 24 rindirizzabile su apposito connettore
Passo di campionamento	(25, 50, 100, 200, 500) s (1, 2) ms
Numero di campioni registrabili	Selezionabili tra 3.2 ms e 32.7 s; equivalenti a 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384 campioni
Numero massimo di stacks	999
Registrazione pre-trigger	Selezionabile tra 0-100 % della lunghezza della traccia
Delay time	In relazione al passo di campionamento
Tipo di trigger	Interruttore(aperto/chiuso), analogico o TTL
Risoluzione del convertitore A/D	18 bits + 3 bit IFP
Dinamica	126 dB (teorica)
Minimo segnale in ingresso	+/- 0.24 V
Massimo segnale in ingresso	+/- 250 mV
Banda di frequenza	(2-4000) Hz
Filtri analogici passa alto	Selezionabili, 12 dB/ottava (12-192)Hz in 16 passi o 24 dB/ottava (15-240) Hz in 16 passi
Notch filtro	50 Hz
Anti-aliasing	Automaticamente impostato in funzione della frequenza di campionamento

ALLEGATO 4

Certificati delle Prove Geotechniche di Laboratorio

Geotechnical and Engineering Testing srl
Via Renata Bianchi, 38 - 16152 Genova
Telefono 0106506670 - fax 0106591896 - email getgeo@tin.it

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-01
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S1 - CR1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia
Colore :	Rossastro
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Paolo Brasey

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-01
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S1 - CR1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	27.29
Sabbia (%)	47.73
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	24.98

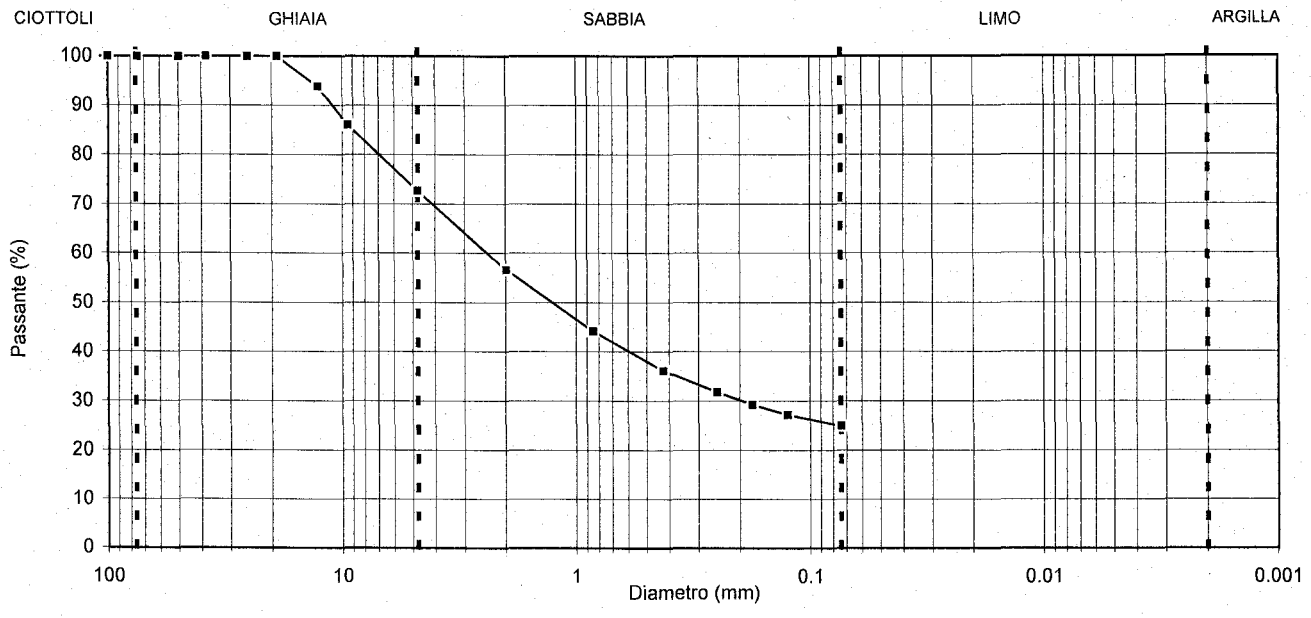
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	93.83
9.50	86.03
4.76	72.71
2.00	56.64
0.85	44.17
0.425	36.11
0.250	31.81
0.177	29.26
0.125	27.20
0.074	24.98

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : PB

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-01
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S1 - CR1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	1460.00
Peso lordo secco	(g)	1383.20
Peso tara	(g)	456.50
Peso netto secco	(g)	926.70
Peso acqua	(g)	76.80
Contenuto in acqua	(%)	**8.29**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : PB

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-01
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S1 - CR1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	24	26
Peso lordo umido (g)	52.05	51.37
Peso lordo secco (g)	46.55	45.94
Tara (g)	29.50	29.15
Peso netto secco (g)	17.05	16.80
Peso acqua (g)	5.50	5.43
Contenuto acqua (%)	32.26	32.31
Limite Liquido	32.10	32.47

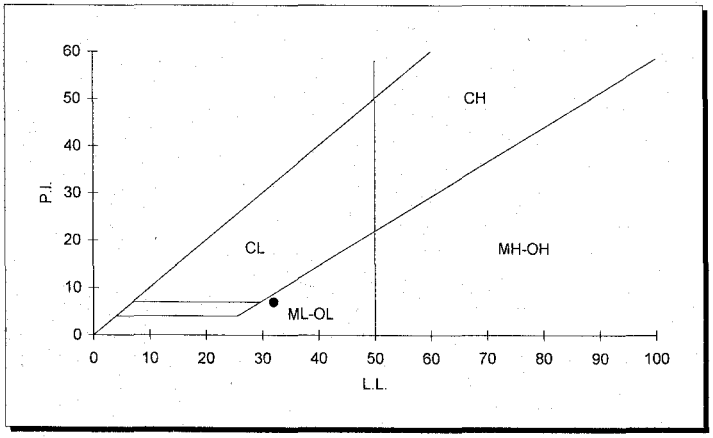
Valore medio (%) 32.28

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	35.20	37.14
Peso lordo secco (g)	33.52	35.30
Tara (g)	26.73	27.96
Peso netto secco (g)	6.79	7.34
Peso acqua (g)	1.68	1.84
Contenuto acqua (%)	24.74	25.07

Valore medio (%) 24.91

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **32**

LIMITE PLASTICO **25**

INDICE PLASTICITA' **7**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : PB
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-02
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S1 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Grigio-Verdastro
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-02
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S1 - Cr2
Profondità (m) : 2.00 - 3.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	28.73
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	71.27

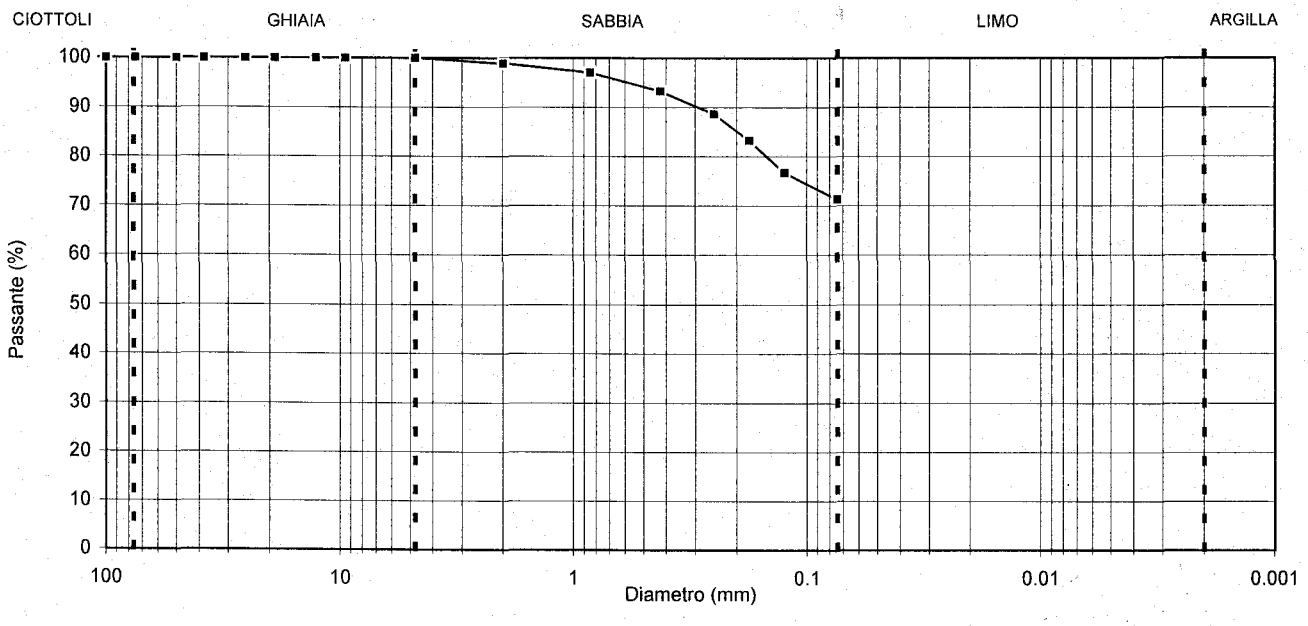
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00
9.50	100.00
4.76	100.00
2.00	98.89
0.85	97.06
0.425	93.32
0.250	88.65
0.177	83.25
0.125	76.69
0.074	71.27

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-02
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S1 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Peso lordo umido	(g)	1592.50
Peso lordo secco	(g)	1364.00
Peso tara	(g)	457.60
Peso netto secco	(g)	906.40
Peso acqua	(g)	228.50
Contenuto in acqua	(%)	**25.21**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-02
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S1 - Cr2
Profondità (m) : 2.00 - 3.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	20	27
Peso lordo umido (g)	56.75	56.01
Peso lordo secco (g)	49.72	49.07
Tara (g)	27.18	26.85
Peso netto secco (g)	22.54	22.22
Peso acqua (g)	7.03	6.94
Contenuto acqua (%)	31.19	31.23
Limite Liquido	30.36	31.52

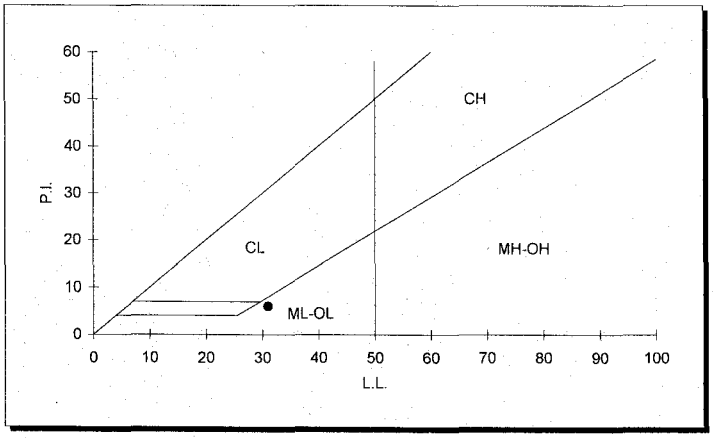
Valore medio (%) 30.94

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	23.13	24.40
Peso lordo secco (g)	21.39	22.57
Tara (g)	14.46	15.13
Peso netto secco (g)	6.93	7.44
Peso acqua (g)	1.74	1.84
Contenuto acqua (%)	25.11	24.67

Valore medio (%) 24.89

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **31**

LIMITE PLASTICO **25**

INDICE PLASTICITA' **6**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-03
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S1 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	GM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-03
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S1 - Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 4.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	60.78
Sabbia (%)	26.62
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	12.60

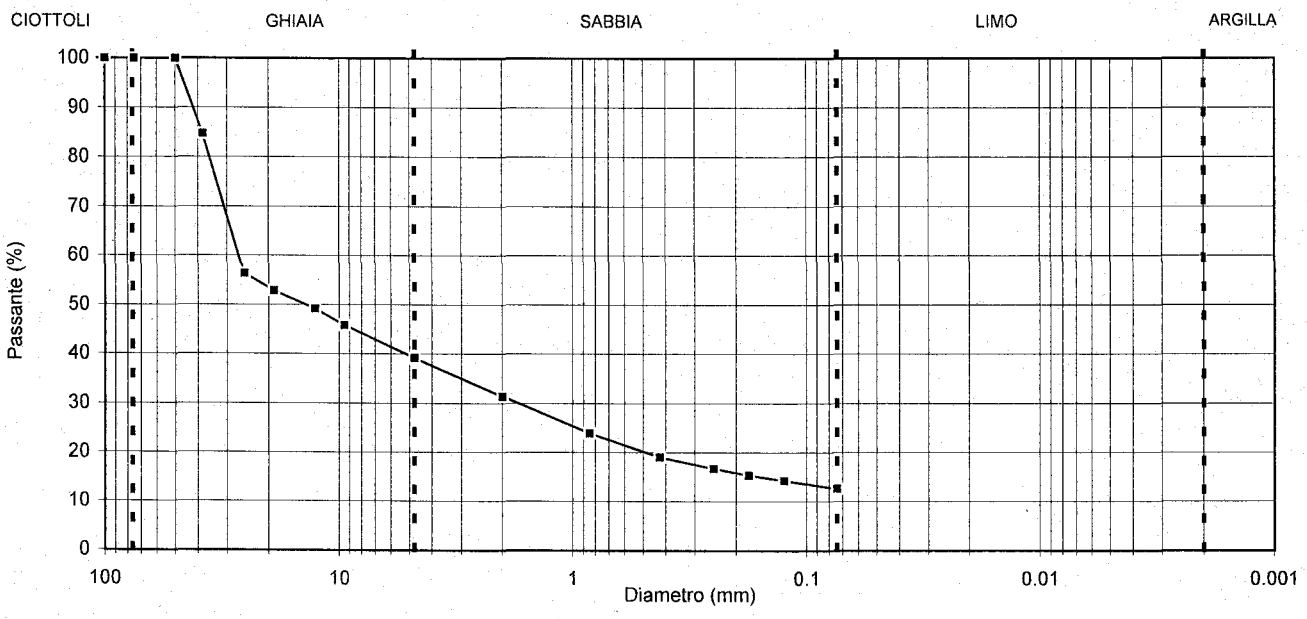
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	84.69
25.40	56.42
19.00	52.87
12.70	49.21
9.50	45.79
4.76	39.22
2.00	31.40
0.85	23.94
0.425	19.10
0.250	16.70
0.177	15.35
0.125	14.24
0.074	12.60

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-03
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S1 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	1617.70
Peso lordo secco	(g)	1591.60
Peso tara	(g)	399.33
Peso netto secco	(g)	1192.27
Peso acqua	(g)	26.10
Contenuto in acqua	(%)	**2.19**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-03
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S1 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	26	23
Peso lordo umido (g)	52.30	51.62
Peso lordo secco (g)	46.25	45.65
Tara (g)	25.39	25.09
Peso netto secco (g)	20.86	20.56
Peso acqua (g)	6.05	5.97
Contenuto acqua (%)	29.00	29.04
Limite Liquido	29.14	28.75

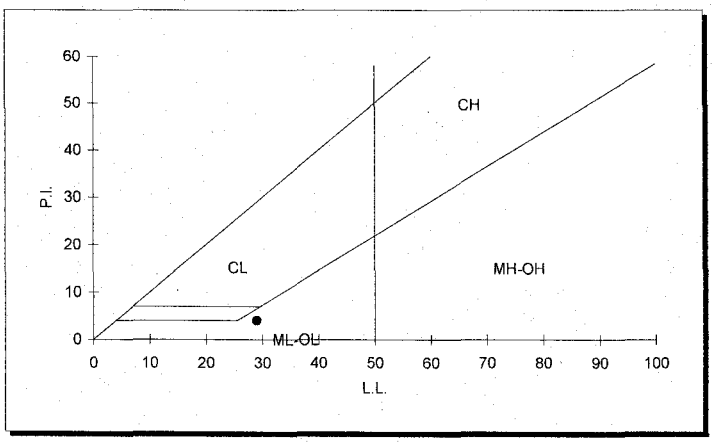
Valore medio (%) 28.94

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	25.69	27.10
Peso lordo secco (g)	23.74	25.05
Tara (g)	16.05	16.79
Peso netto secco (g)	7.69	8.26
Peso acqua (g)	1.95	2.06
Contenuto acqua (%)	25.36	24.91

Valore medio (%) 25.14

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **29**

LIMITE PLASTICO **25**

INDICE PLASTICITA' **4**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-04
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S1 - Cr4
Profondità (m) :	4.00 - 5.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia argillosa con ghiaia
Colore :	Bruno-Rossastro
Classificazione U.S.C.S. :	SC

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-04
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S1 - Cr4
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	35.37
Sabbia (%)	45.54
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	19.09

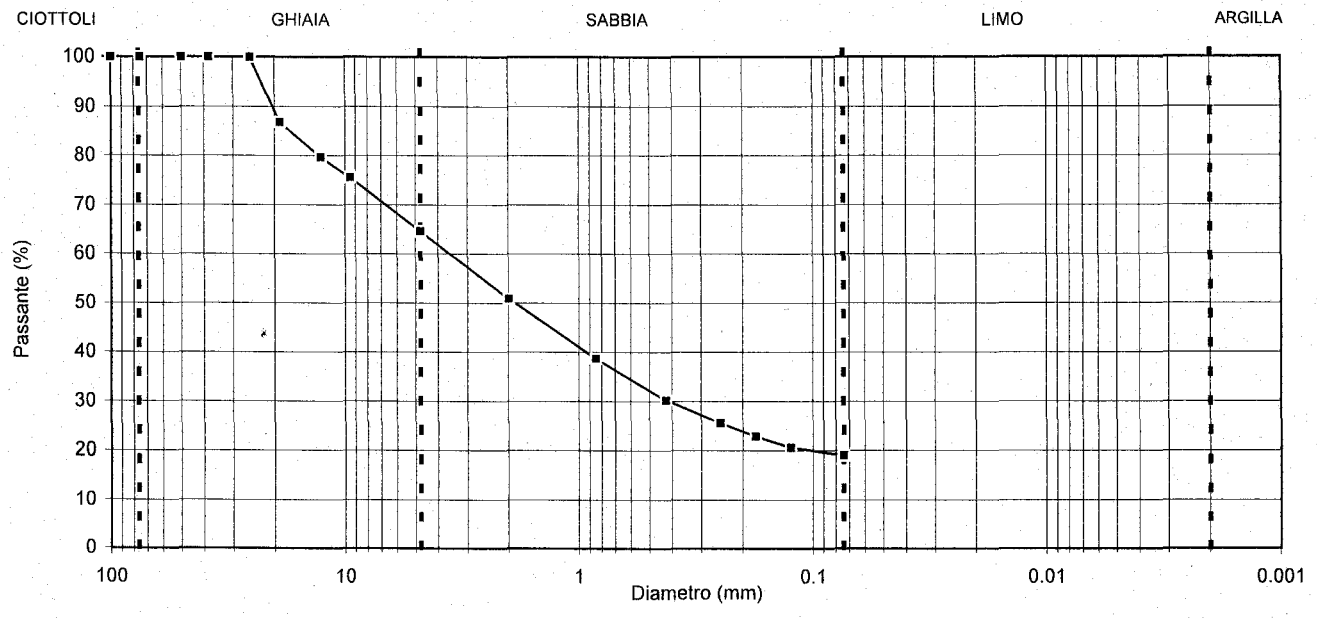
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	86.85
12.70	79.70
9.50	75.56
4.76	64.63
2.00	50.90
0.85	38.74
0.425	30.24
0.250	25.56
0.177	22.88
0.125	20.66
0.074	19.09

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-04
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S1 - Cr4
Profondità (m) :	4.00 - 5.00

Peso lordo umido	(g)	1002.10
Peso lordo secco	(g)	937.10
Peso tara	(g)	145.18
Peso netto secco	(g)	791.92
Peso acqua	(g)	65.00
Contenuto in acqua	(%)	**8.21**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-04
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S1 - Cr4
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	22	26
Peso lordo umido (g)	78.20	77.18
Peso lordo secco (g)	75.62	74.71
Tara (g)	65.85	65.06
Peso netto secco (g)	9.77	9.65
Peso acqua (g)	2.58	2.47
Contenuto acqua (%)	26.41	25.60
Limite Liquido	26.00	25.72

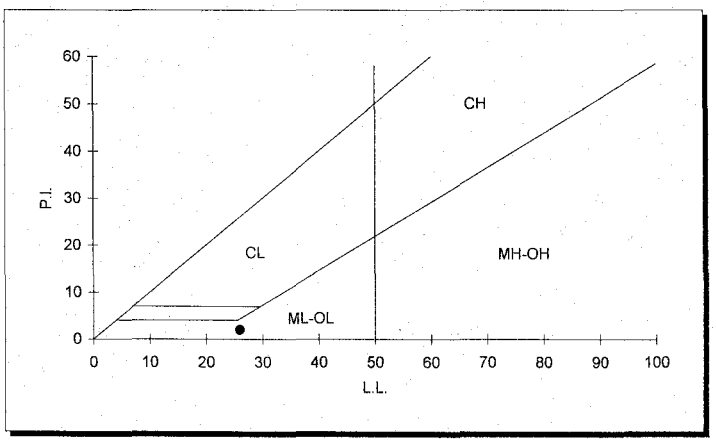
Valore medio (%) 25.86

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	79.85	84.24
Peso lordo secco (g)	78.25	82.48
Tara (g)	71.61	74.90
Peso netto secco (g)	6.64	7.57
Peso acqua (g)	1.60	1.77
Contenuto acqua (%)	24.10	23.33

Valore medio (%) 23.71

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **26**

LIMITE PLASTICO **24**

INDICE PLASTICITA' **2**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-05
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S1 - Cr5
Profondità (m) :	6.50 - 6.70
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	**X**
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-05
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S1 - Cr5
Profondità (m) : 6.50 - 6.70

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	5.96
Sabbia (%)	14.50
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	79.54

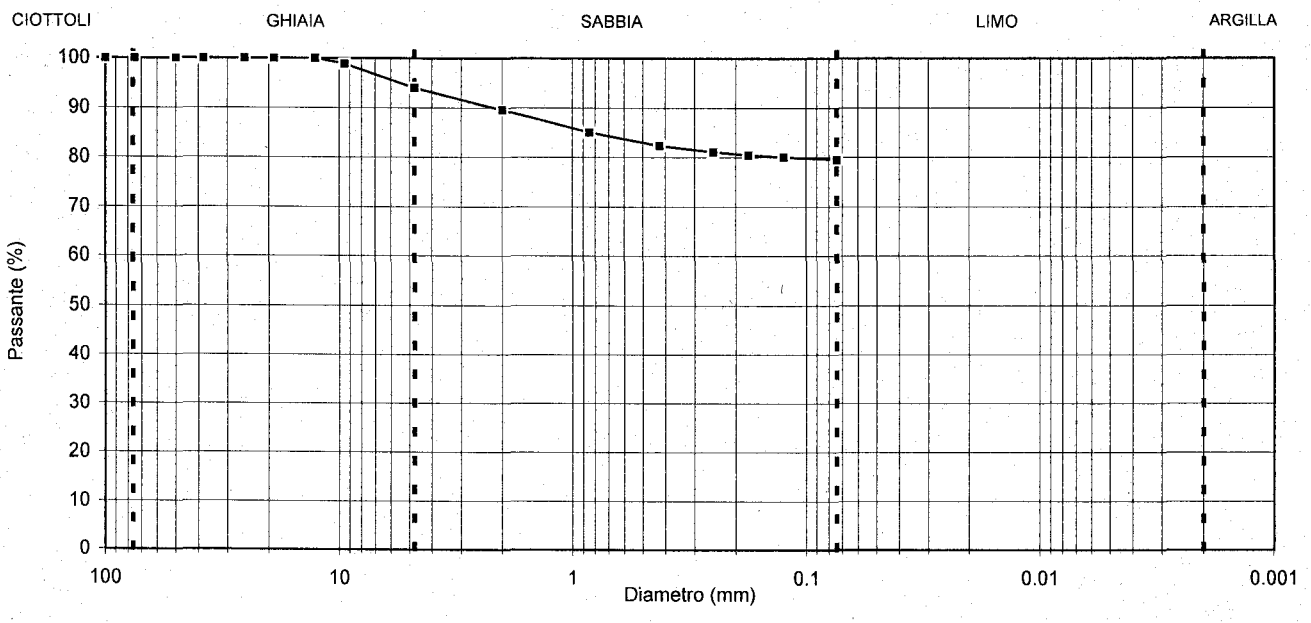
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00
9.50	98.91
4.76	94.04
2.00	89.58
0.85	85.06
0.425	82.37
0.250	81.13
0.177	80.48
0.125	80.04
0.074	79.54

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-05
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S1 - Cr5
Profondità (m) :	6.50 - 6.70

Peso lordo umido	(g)	1583.90
Peso lordo secco	(g)	1440.20
Peso tara	(g)	183.20
Peso netto secco	(g)	1257.00
Peso acqua	(g)	143.70
Contenuto in acqua	(%)	**11.43**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-05
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S1 - Cr5
Profondità (m) : 6.50 - 6.70

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	22	24
Peso lordo umido (g)	55.65	54.93
Peso lordo secco (g)	49.15	48.51
Tara (g)	27.18	26.85
Peso netto secco (g)	21.97	21.66
Peso acqua (g)	6.50	6.42
Contenuto acqua (%)	29.59	29.62
Limite Liquido	29.13	29.48

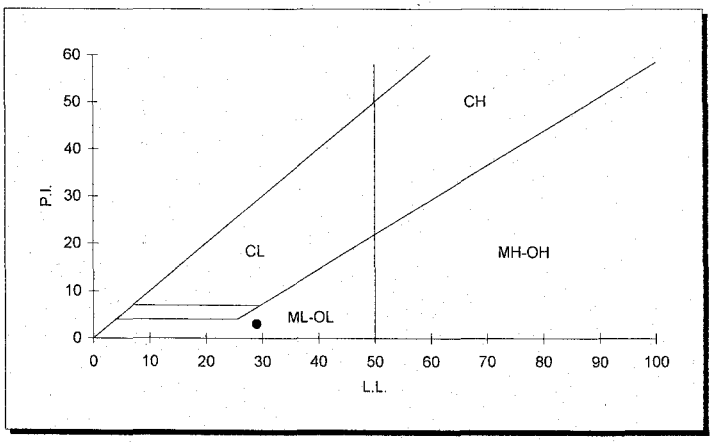
Valore medio (%) 29.30

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	23.13	24.40
Peso lordo secco (g)	21.33	22.48
Tara (g)	14.46	15.13
Peso netto secco (g)	6.87	7.36
Peso acqua (g)	1.80	1.92
Contenuto acqua (%)	26.20	26.10

Valore medio (%) 26.15

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **29**

LIMITE PLASTICO **26**

INDICE PLASTICITA' **3**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-05
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S1 - Cr5
Profondità (m) :	6.50 - 6.70

Geometria della sezione del provino (circolare/quadrata) : Circolare

Diametro / Lato	(cm)	8.50
Altezza	(cm)	16.00
Peso lordo	(g)	2050.00
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	2050.00
Volume	(cm^3)	907.92
Peso di volume	(kN/m^3)	**22.15**

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-22
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S1 - Cr5
Profondità (m) :	6.50 - 6.70
Tipo del Campione :	Semi indisturbato
Descrizione del Materiale :	Limo di bassa plasticità con sabbia

Data Ricevimento :	3 aprile 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006
Denominazione Prova :	**PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2850-95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

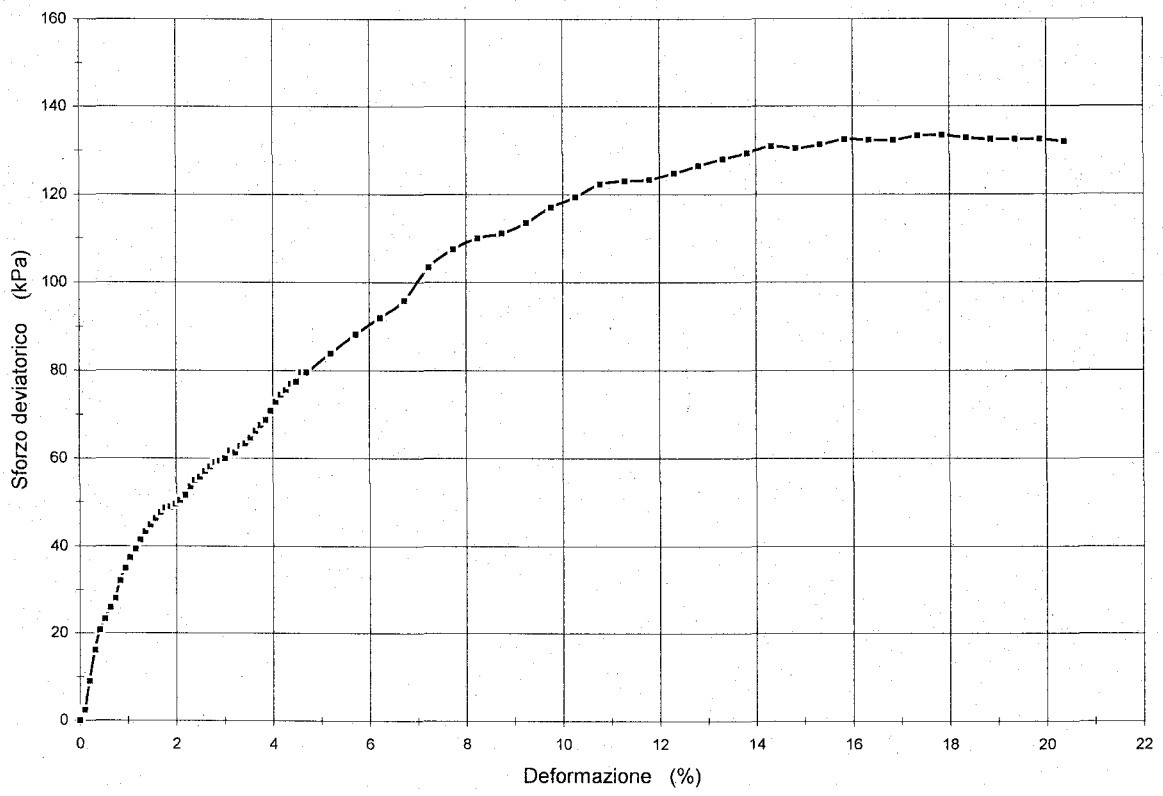
Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

PROVA TRIASSIALE NON CONSOLIDATA NON DRENATA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.		
Località :	Ferrania (SV)		
Identificazione campione :	S1 - Cr5	Profondità (m) :	6.50 - 6.70
Tipo del campione :	Semi indisturbato		
Dimensioni provino :	Altezza (cm) 16.00	Diametro (cm)	8.50
Velocità di deformazione :	1.0 mm/min	Pressione di confinamento (KPa) :	144

CARATTERISTICHE INIZIALI		FASE DI ROTTURA	
Peso di volume (kN/m^3)	22.15	Sforzo deviatorico (kPa)	133.49
Contenuto in acqua (w%)	19.68	Deformazione (%)	17.85
Densità secca (kN/m^3)	18.51	Coesione non drenata C_u (kPa)	66.75

CURVA SFORZO - DEFORMAZIONE



Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-06
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S2 - Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-06
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S2 - Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	6.89
Sabbia (%)	32.06
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	61.05

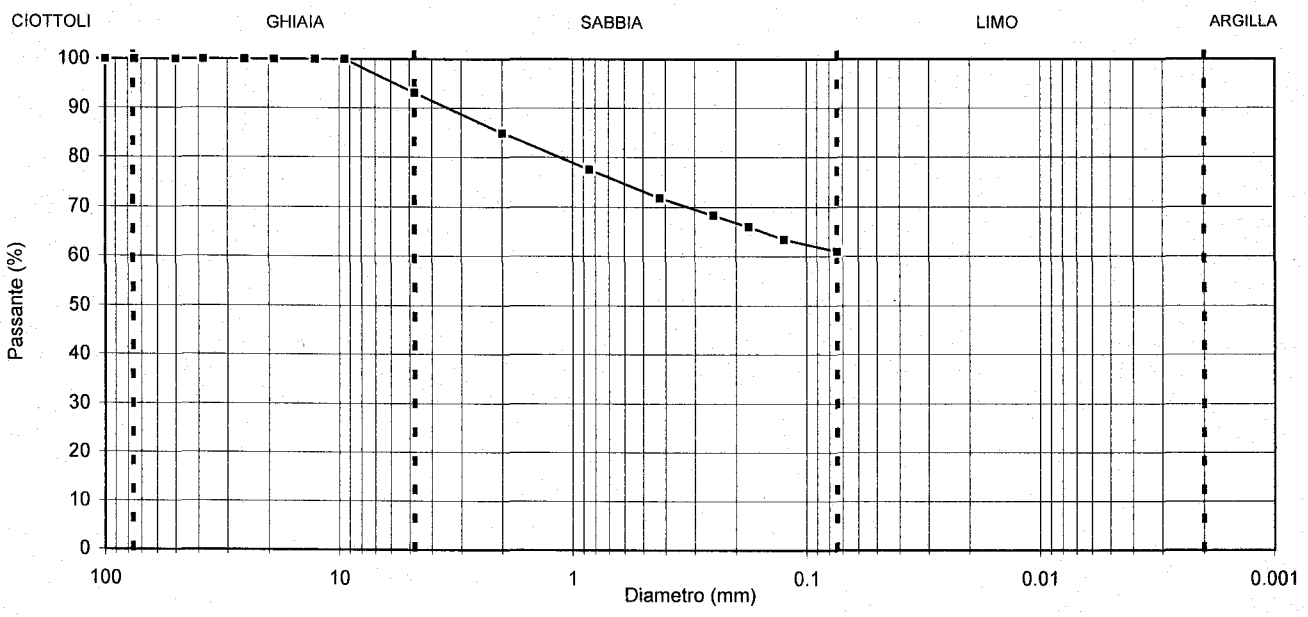
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00
9.50	100.00
4.76	93.11
2.00	84.95
0.85	77.50
0.425	71.85
0.250	68.36
0.177	66.03
0.125	63.50
0.074	61.05

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-06
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S2 - Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	1055.50
Peso lordo secco	(g)	889.20
Peso tara	(g)	183.49
Peso netto secco	(g)	705.71
Peso acqua	(g)	166.30
Contenuto in acqua	(%)	**23.56**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-06
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S2 - Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	26	23
Peso lordo umido (g)	47.02	46.41
Peso lordo secco (g)	42.21	41.66
Tara (g)	27.18	26.85
Peso netto secco (g)	15.03	14.81
Peso acqua (g)	4.81	4.75
Contenuto acqua (%)	32.00	32.06
Limite Liquido	32.15	31.74

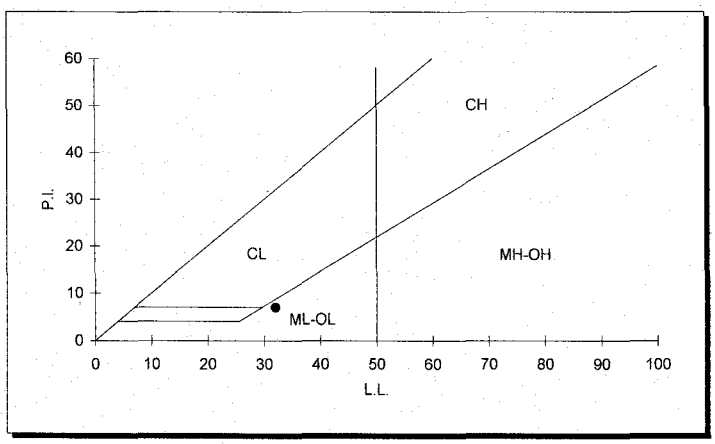
Valore medio (%) 31.95

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	22.13	23.35
Peso lordo secco (g)	20.58	21.71
Tara (g)	14.46	15.13
Peso netto secco (g)	6.12	6.59
Peso acqua (g)	1.55	1.64
Contenuto acqua (%)	25.33	24.83

Valore medio (%) 25.08

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **32**

LIMITE PLASTICO **25**

INDICE PLASTICITA' **7**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-07
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S2 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia
Colore :	Grigio-bruno
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	X
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	X
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	X
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-07
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S2 - Cr2
Profondità (m) : 2.00 - 3.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	16.23
Sabbia (%)	54.61
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	29.16

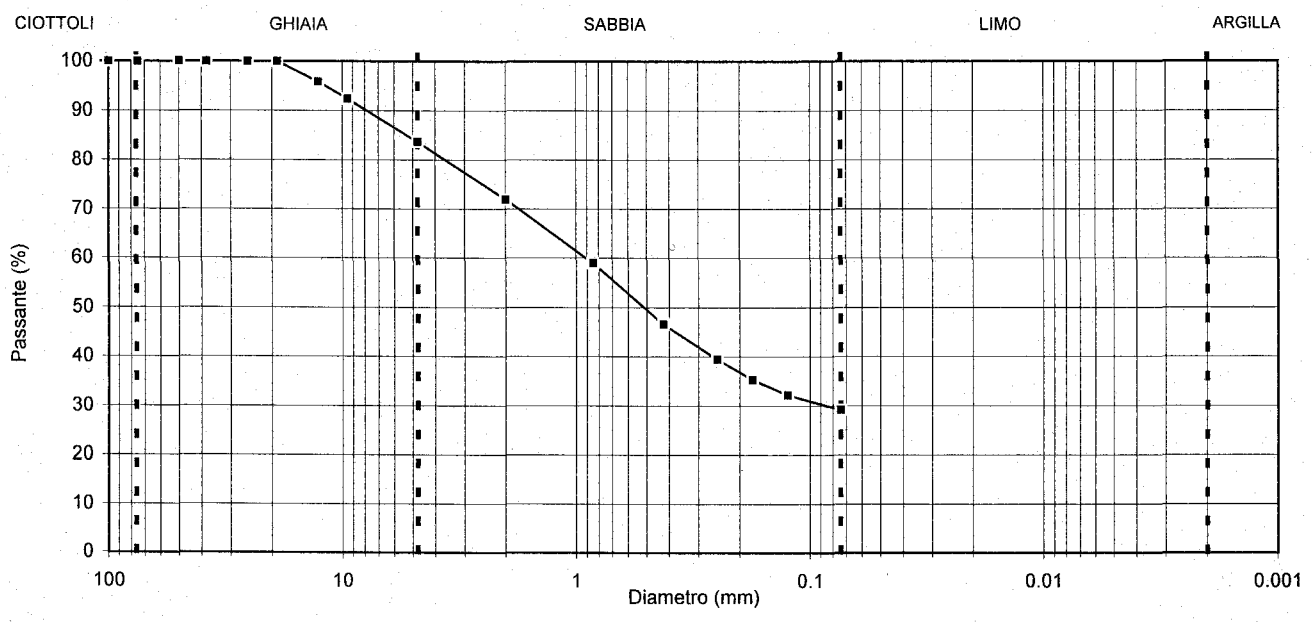
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	95.85
9.50	92.41
4.76	83.77
2.00	72.02
0.85	59.03
0.425	46.65
0.250	39.45
0.177	35.37
0.125	32.26
0.074	29.16

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-07
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S2 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Peso lordo umido	(g)	1562.40
Peso lordo secco	(g)	1481.20
Peso tara	(g)	262.05
Peso netto secco	(g)	1219.15
Peso acqua	(g)	81.20
Contenuto in acqua	(%)	**6.66**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-07
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S2 - Cr2
Profondità (m) : 2.00 - 3.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	24	29
Peso lordo umido (g)	35.45	34.99
Peso lordo secco (g)	33.50	33.06
Tara (g)	26.41	26.09
Peso netto secco (g)	7.09	6.97
Peso acqua (g)	1.95	1.92
Contenuto acqua (%)	27.50	27.61
Limite Liquido	27.37	28.11

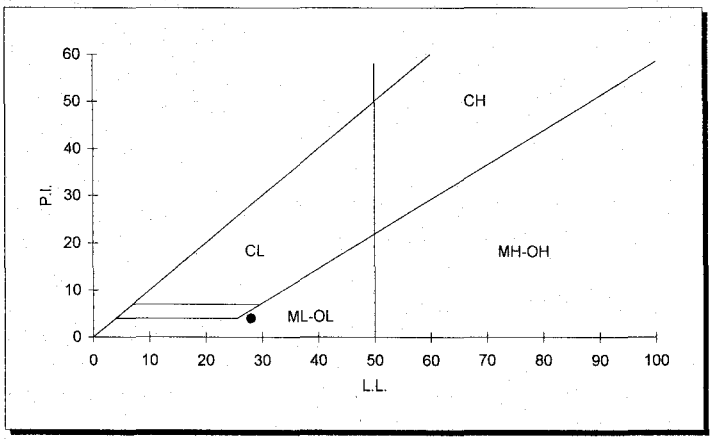
Valore medio (%) 27.74

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	34.10	35.98
Peso lordo secco (g)	32.68	34.41
Tara (g)	26.73	27.96
Peso netto secco (g)	5.95	6.45
Peso acqua (g)	1.42	1.56
Contenuto acqua (%)	23.87	24.23

Valore medio (%) 24.05

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **28**

LIMITE PLASTICO **24**

INDICE PLASTICITA' **4**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-08
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S2 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-08
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S2 - Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 4.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	9.77
Sabbia (%)	50.03
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	40.20

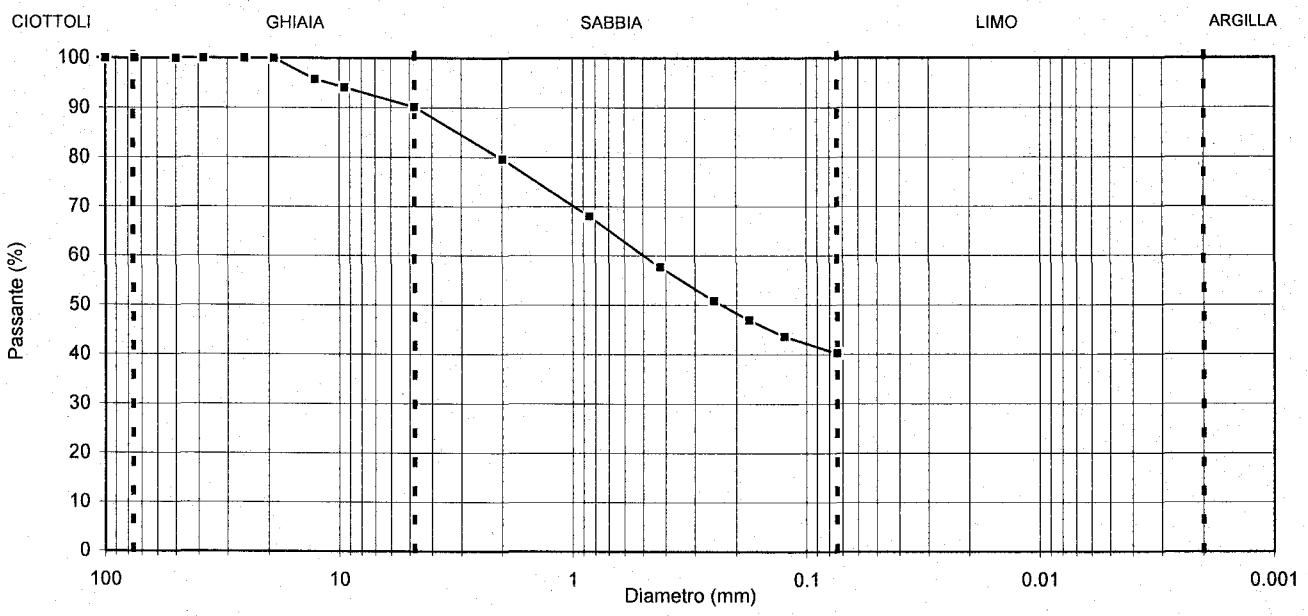
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	95.78
9.50	94.13
4.76	90.23
2.00	79.67
0.85	68.07
0.425	57.74
0.250	50.90
0.177	46.97
0.125	43.63
0.074	40.20

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-08
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S2 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	1606.80
Peso lordo secco	(g)	1401.10
Peso tara	(g)	457.60
Peso netto secco	(g)	943.50
Peso acqua	(g)	205.70
Contenuto in acqua	(%)	**21.80**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-08
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S2 - Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 4.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	20	23
Peso lordo umido (g)	77.83	76.82
Peso lordo secco (g)	66.92	66.05
Tara (g)	29.50	29.15
Peso netto secco (g)	37.42	36.90
Peso acqua (g)	10.91	10.77
Contenuto acqua (%)	29.16	29.18
Limite Liquido	28.38	28.89

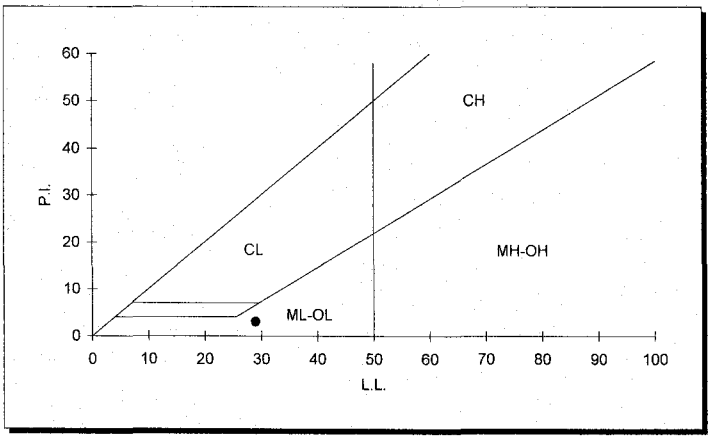
Valore medio (%) 28.63

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	26.54	28.00
Peso lordo secco (g)	24.47	25.77
Tara (g)	16.42	17.18
Peso netto secco (g)	8.05	8.59
Peso acqua (g)	2.07	2.23
Contenuto acqua (%)	25.71	25.99

Valore medio (%) 25.85

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **29**

LIMITE PLASTICO **26**

INDICE PLASTICITA' **3**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-09
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S2 - Cr4
Profondità (m) :	4.00 - 5.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	GM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-09
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S2 - Cr4
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	45.34
Sabbia (%)	39.65
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	15.01

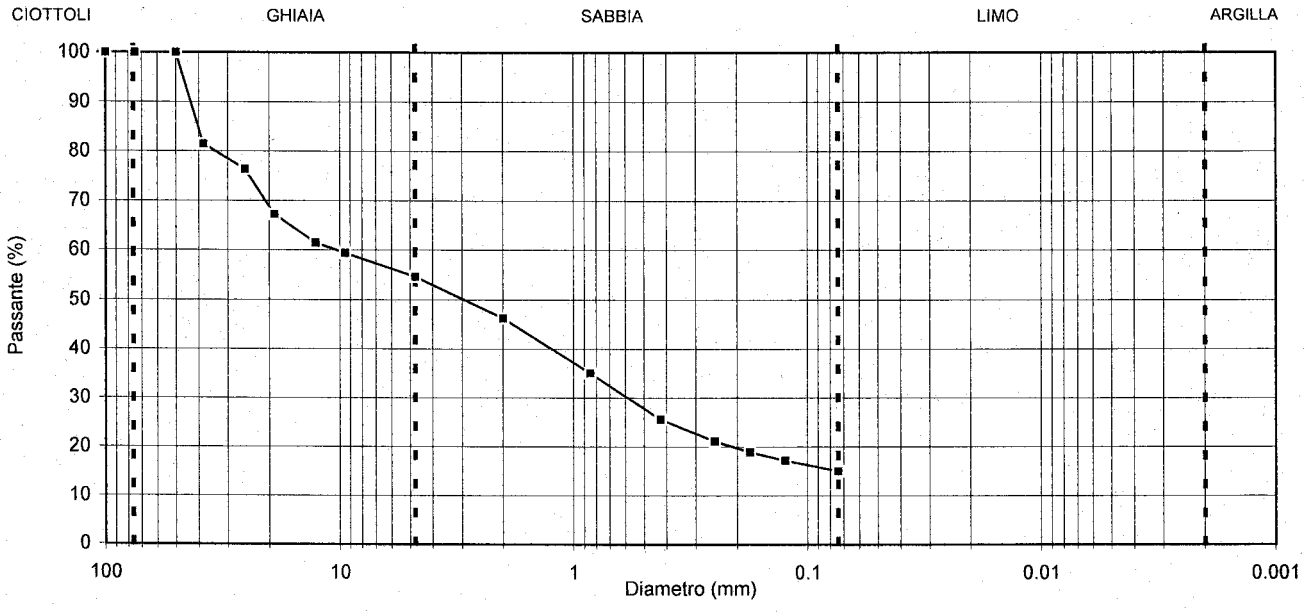
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	81.53
25.40	76.38
19.00	67.19
12.70	61.43
9.50	59.43
4.76	54.66
2.00	46.27
0.85	35.05
0.425	25.59
0.250	21.17
0.177	18.94
0.125	17.22
0.074	15.01

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-09
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S2 - Cr4
Profondità (m) :	4.00 - 5.00

Peso lordo umido	(g)	1611.60
Peso lordo secco	(g)	1523.80
Peso tara	(g)	405.77
Peso netto secco	(g)	1118.03
Peso acqua	(g)	87.80
Contenuto in acqua	(%)	**7.85**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-09
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S2 - Cr4
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	25	22
Peso lordo umido (g)	68.20	67.31
Peso lordo secco (g)	66.05	65.19
Tara (g)	57.66	56.97
Peso netto secco (g)	8.39	8.22
Peso acqua (g)	2.15	2.12
Contenuto acqua (%)	25.63	25.81
Limite Liquido	25.63	25.41

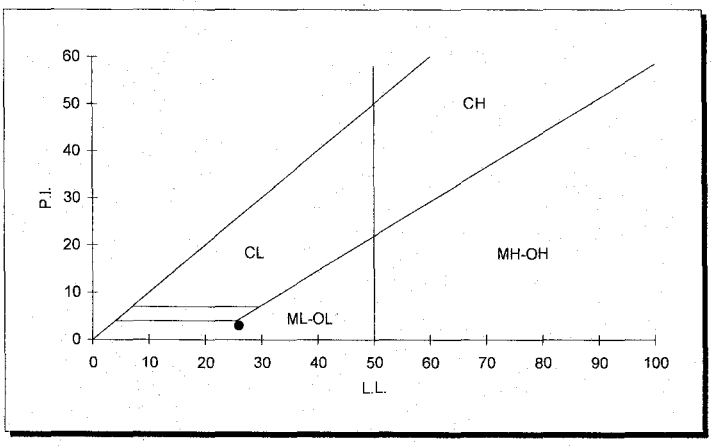
Valore medio (%) 25.52

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	32.02	33.78
Peso lordo secco (g)	30.78	32.44
Tara (g)	25.39	26.56
Peso netto secco (g)	5.39	5.88
Peso acqua (g)	1.24	1.34
Contenuto acqua (%)	23.01	22.76

Valore medio (%) 22.88

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **26**

LIMITE PLASTICO **23**

INDICE PLASTICITA' **3**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-10
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S3 - Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia
Colore :	Grigio-Verdastro
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-10
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S3 - Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	34.76
Sabbia (%)	36.69
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	28.55

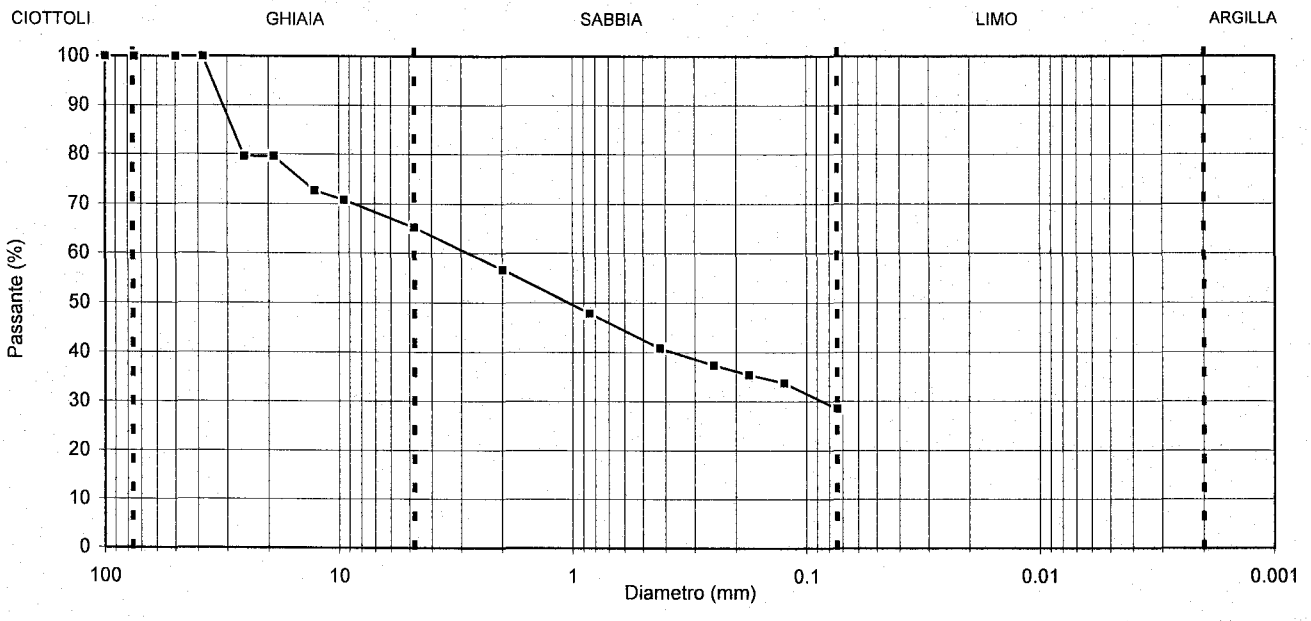
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	79.58
19.00	79.58
12.70	72.71
9.50	70.80
4.76	65.24
2.00	56.71
0.85	47.86
0.425	40.82
0.250	37.45
0.177	35.49
0.125	33.86
0.074	28.55

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-10
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S3 - Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	1338.70
Peso lordo secco	(g)	1240.50
Peso tara	(g)	183.80
Peso netto secco	(g)	1056.70
Peso acqua	(g)	98.20
Contenuto in acqua	(%)	**9.29**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-10
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S3 - Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	21	26
Peso lordo umido (g)	39.20	38.69
Peso lordo secco (g)	34.15	33.71
Tara (g)	16.23	16.04
Peso netto secco (g)	17.92	17.67
Peso acqua (g)	5.05	4.98
Contenuto acqua (%)	28.18	28.21
Limite Liquido	27.59	28.34

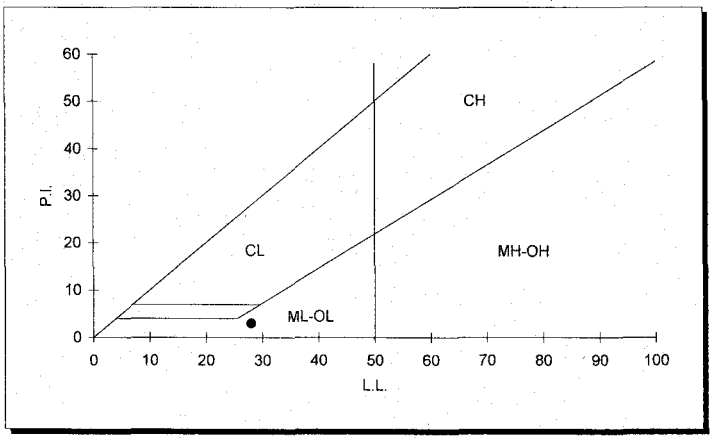
Valore medio (%) 27.97

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	24.10	25.43
Peso lordo secco (g)	22.45	23.64
Tara (g)	15.82	16.55
Peso netto secco (g)	6.63	7.09
Peso acqua (g)	1.65	1.79
Contenuto acqua (%)	24.89	25.18

Valore medio (%) 25.03

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **28**

LIMITE PLASTICO **25**

INDICE PLASTICITA' **3**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-11
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S3 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-11
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S3 - Cr2
Profondità (m) : 2.00 - 3.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	15.94
Sabbia (%)	50.96
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	33.10

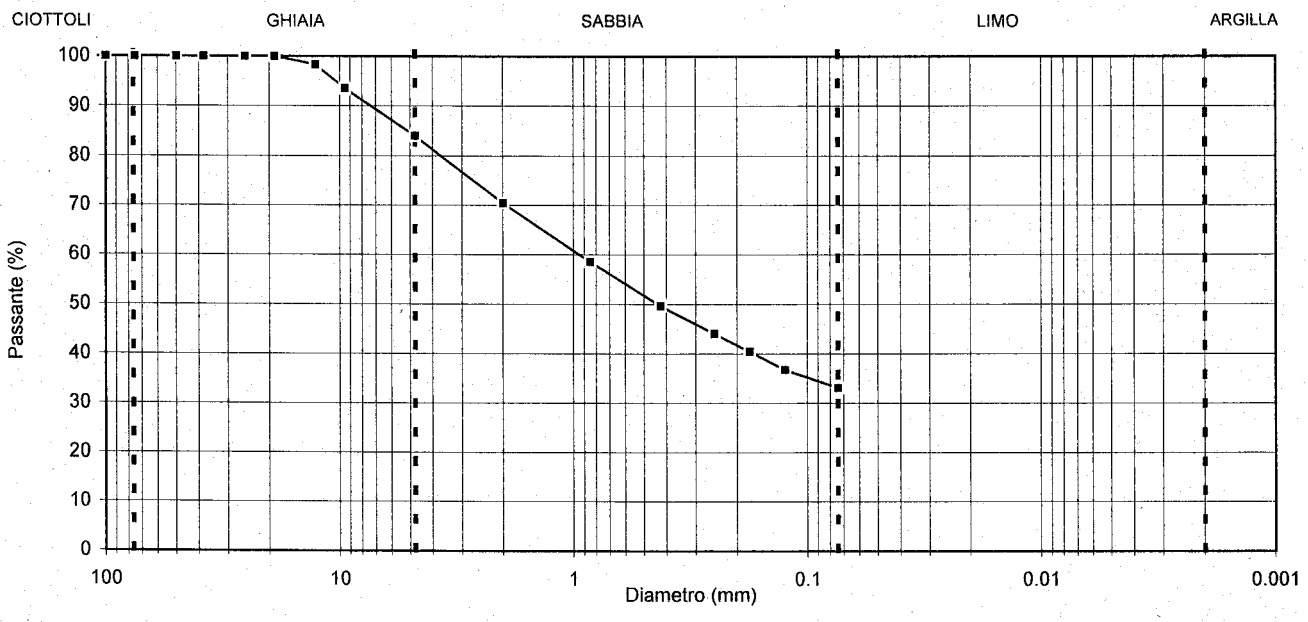
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	98.31
9.50	93.53
4.76	84.06
2.00	70.48
0.85	58.61
0.425	49.66
0.250	44.05
0.177	40.40
0.125	36.75
0.074	33.10

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-11
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S3 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Peso lordo umido	(g)	1604.20
Peso lordo secco	(g)	1446.40
Peso tara	(g)	399.33
Peso netto secco	(g)	1047.07
Peso acqua	(g)	157.80
Contenuto in acqua	(%)	**15.07**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-11
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S3 - Cr2
Profondità (m) : 2.00 - 3.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	21	24
Peso lordo umido (g)	42.24	41.69
Peso lordo secco (g)	38.14	37.64
Tara (g)	23.33	23.05
Peso netto secco (g)	14.81	14.59
Peso acqua (g)	4.10	4.05
Contenuto acqua (%)	27.68	27.73
Limite Liquido	27.11	27.59

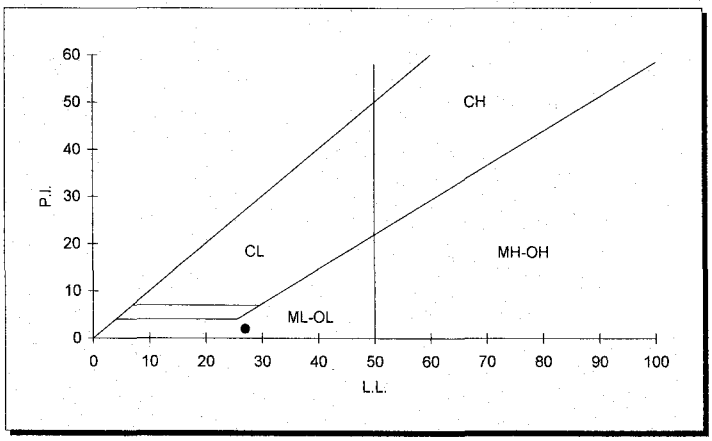
Valore medio (%) 27.35

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	25.70	27.11
Peso lordo secco (g)	23.48	24.72
Tara (g)	14.63	15.30
Peso netto secco (g)	8.85	9.42
Peso acqua (g)	2.22	2.39
Contenuto acqua (%)	25.08	25.36

Valore medio (%) 25.22

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **27**

LIMITE PLASTICO **25**

INDICE PLASTICITA' **2**

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-12
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S3 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia
Colore :	Bruno-Rossastro
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	X
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	X
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	X
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-12
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S3 - Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 4.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	26.59
Sabbia (%)	55.91
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	17.50

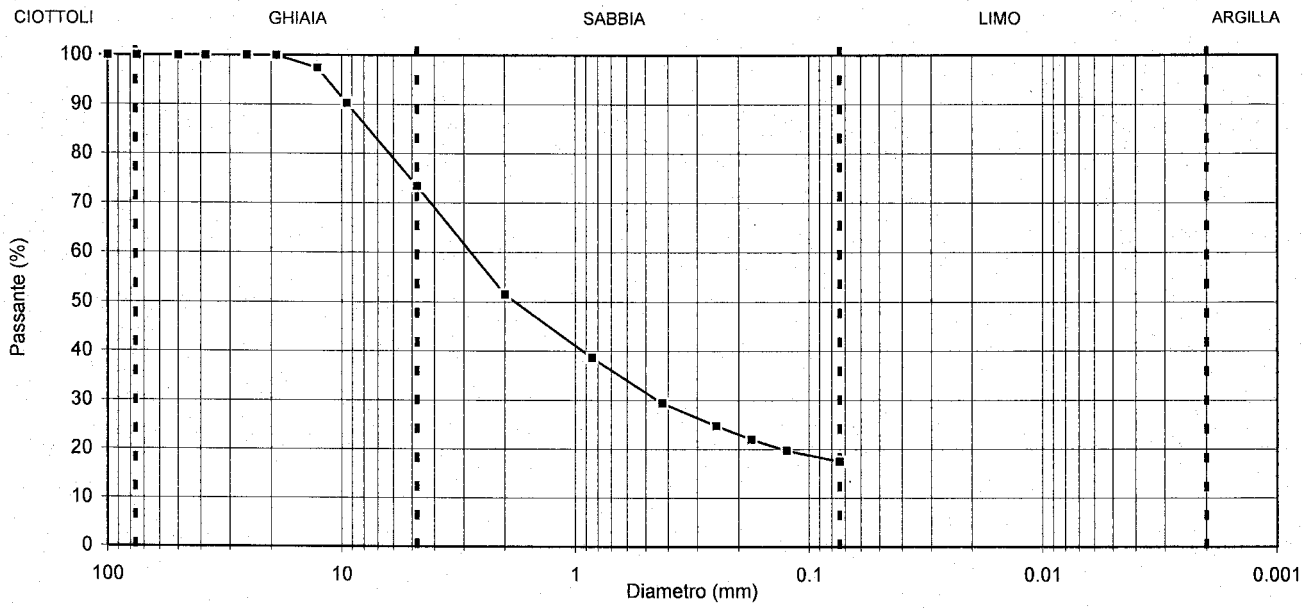
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	97.44
9.50	90.32
4.76	73.41
2.00	51.55
0.85	38.72
0.425	29.44
0.250	24.80
0.177	22.05
0.125	19.77
0.074	17.50

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-12
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S3 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	1609.10
Peso lordo secco	(g)	1442.60
Peso tara	(g)	184.96
Peso netto secco	(g)	1257.64
Peso acqua	(g)	166.50
Contenuto in acqua	(%)	**13.24**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-12
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S3 - Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 4.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	23	26
Peso lordo umido (g)	31.52	31.11
Peso lordo secco (g)	28.32	27.95
Tara (g)	16.17	15.98
Peso netto secco (g)	12.15	11.98
Peso acqua (g)	3.20	3.16
Contenuto acqua (%)	26.34	26.37
Limite Liquido	26.07	26.50

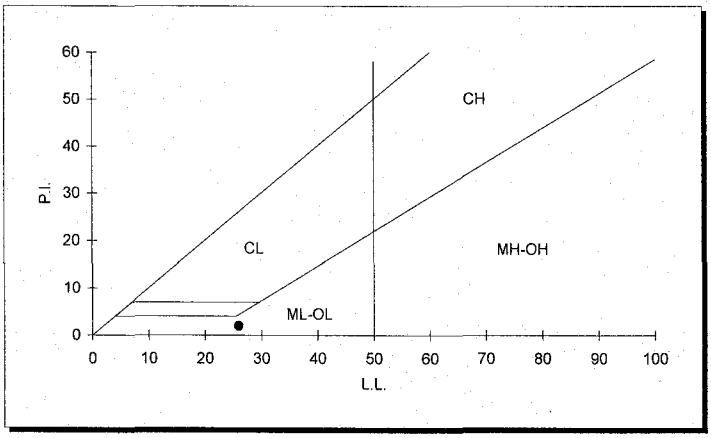
Valore medio (%) 26.29

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	24.96	26.33
Peso lordo secco (g)	23.21	24.44
Tara (g)	15.93	16.66
Peso netto secco (g)	7.28	7.78
Peso acqua (g)	1.75	1.89
Contenuto acqua (%)	24.04	24.34

Valore medio (%) 24.19

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **26**

LIMITE PLASTICO **24**

INDICE PLASTICITA' **2**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-14
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S4 - Cr1
Profondità (m) :	0.00 - 2.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Limo sabbioso di bassa plasticità
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	ML

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	**X**
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-14
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S4 - Cr1
Profondità (m) : 0.00 - 2.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	0.00
Sabbia (%)	47.20
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	52.80

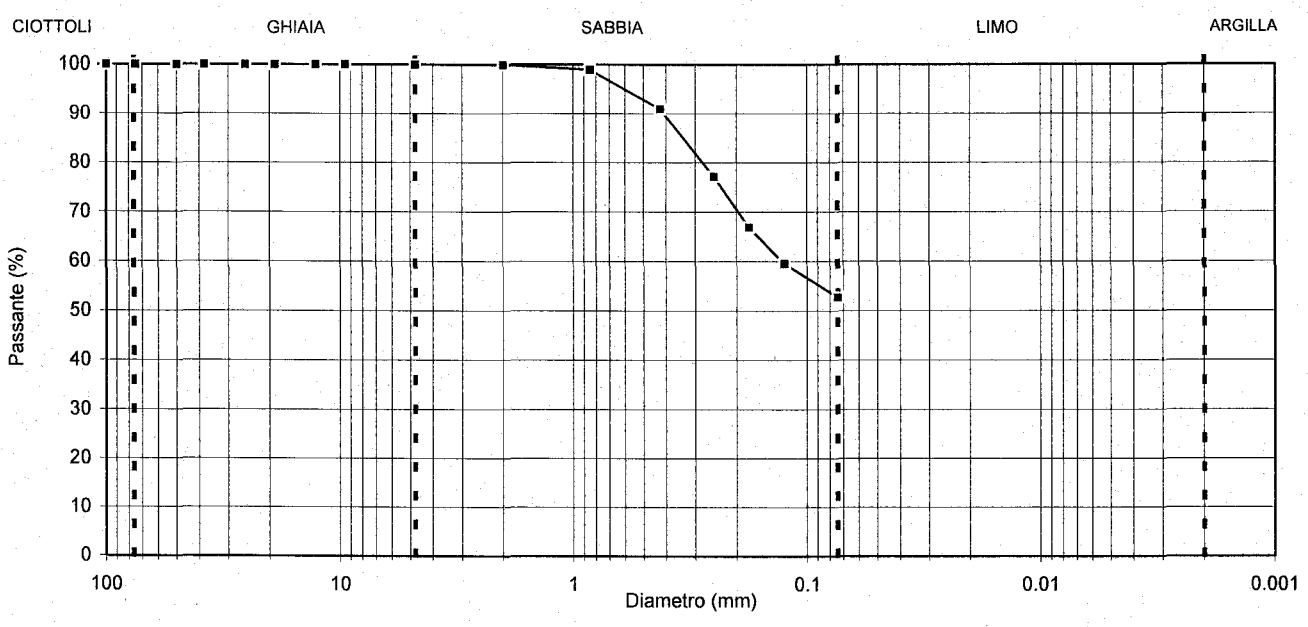
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00
9.50	100.00
4.76	100.00
2.00	99.96
0.85	98.95
0.425	90.95
0.250	77.19
0.177	66.88
0.125	59.51
0.074	52.80

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-14
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S4 - Cr1
Profondità (m) :	0.00 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	1250.50
Peso lordo secco	(g)	1090.60
Peso tara	(g)	264.10
Peso netto secco	(g)	826.50
Peso acqua	(g)	159.90
Contenuto in acqua	(%)	**19.35**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-14
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S4 - Cr1
Profondità (m) : 0.00 - 2.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	20	24
Peso lordo umido (g)	54.99	54.28
Peso lordo secco (g)	47.70	47.08
Tara (g)	21.77	21.51
Peso netto secco (g)	25.93	25.57
Peso acqua (g)	7.29	7.20
Contenuto acqua (%)	28.11	28.14
Limite Liquido	27.37	28.00

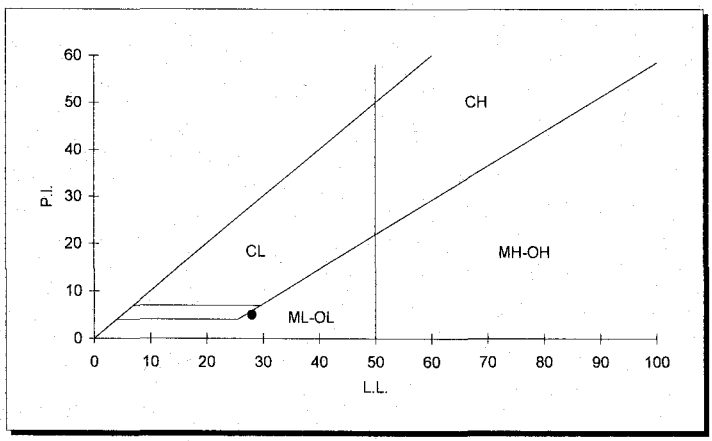
Valore medio (%) 27.68

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	33.22	35.05
Peso lordo secco (g)	31.99	33.69
Tara (g)	26.53	27.75
Peso netto secco (g)	5.46	5.94
Peso acqua (g)	1.23	1.36
Contenuto acqua (%)	22.53	22.94

Valore medio (%) 22.73

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **28**

LIMITE PLASTICO **23**

INDICE PLASTICITA' **5**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-14
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S4 - Cr1
Profondità (m) :	0.00 - 2.00

Geometria della sezione del provino (circolare/quadrata) : Circolare

Diametro / Lato	(cm)	8.22
Altezza	(cm)	14.60
Peso lordo	(g)	1606.60
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	1606.60
Volume	(cm^3)	774.79
Peso di volume	(kN/m^3)	**20.34**

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-15
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S4 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	X
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	X
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	X
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-15
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S4 - Cr2
Profondità (m) : 2.00 - 3.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	38.51
Sabbia (%)	39.27
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	22.22

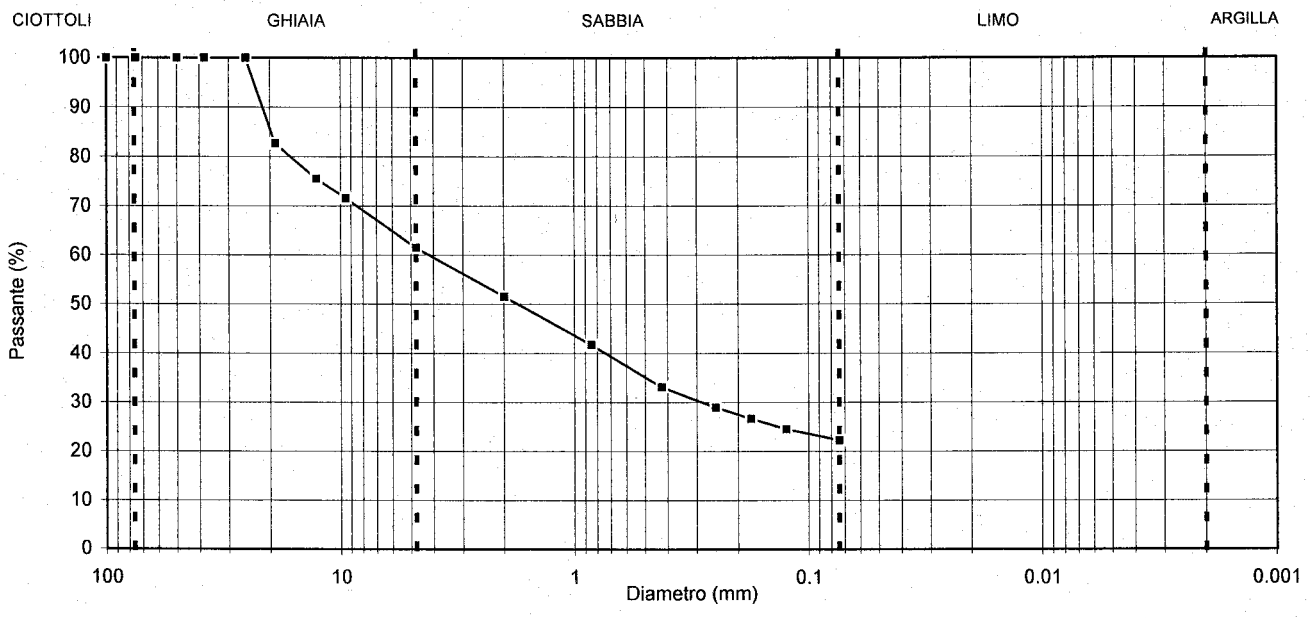
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	82.69
12.70	75.55
9.50	71.60
4.76	61.49
2.00	51.51
0.85	41.79
0.425	33.20
0.250	28.93
0.177	26.64
0.125	24.52
0.074	22.22

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-15
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S4 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Peso lordo umido	(g)	1427.10
Peso lordo secco	(g)	1399.40
Peso tara	(g)	499.72
Peso netto secco	(g)	899.68
Peso acqua	(g)	27.70
Contenuto in acqua	(%)	**3.08**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-15
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S4 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	23	26
Peso lordo umido (g)	43.12	42.56
Peso lordo secco (g)	39.35	38.84
Tara (g)	25.39	25.09
Peso netto secco (g)	13.96	13.75
Peso acqua (g)	3.77	3.72
Contenuto acqua (%)	27.01	27.06
Limite Liquido	26.73	27.18

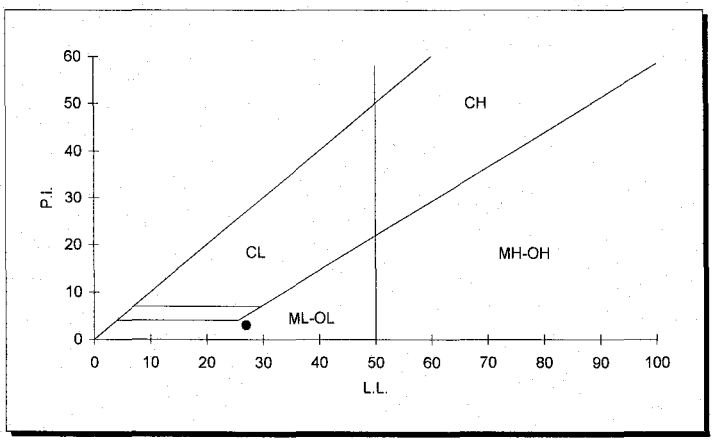
Valore medio (%) 26.96

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	78.85	83.19
Peso lordo secco (g)	76.32	80.44
Tara (g)	65.85	68.88
Peso netto secco (g)	10.47	11.56
Peso acqua (g)	2.53	2.75
Contenuto acqua (%)	24.16	23.75

Valore medio (%) 23.95

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **27**

LIMITE PLASTICO **24**

INDICE PLASTICITA' **3**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-16
Data 17/02/05

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S4 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	GM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-16
Data 17/02/05

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S4 - Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 4.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	44.08
Sabbia (%)	36.11
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	19.81

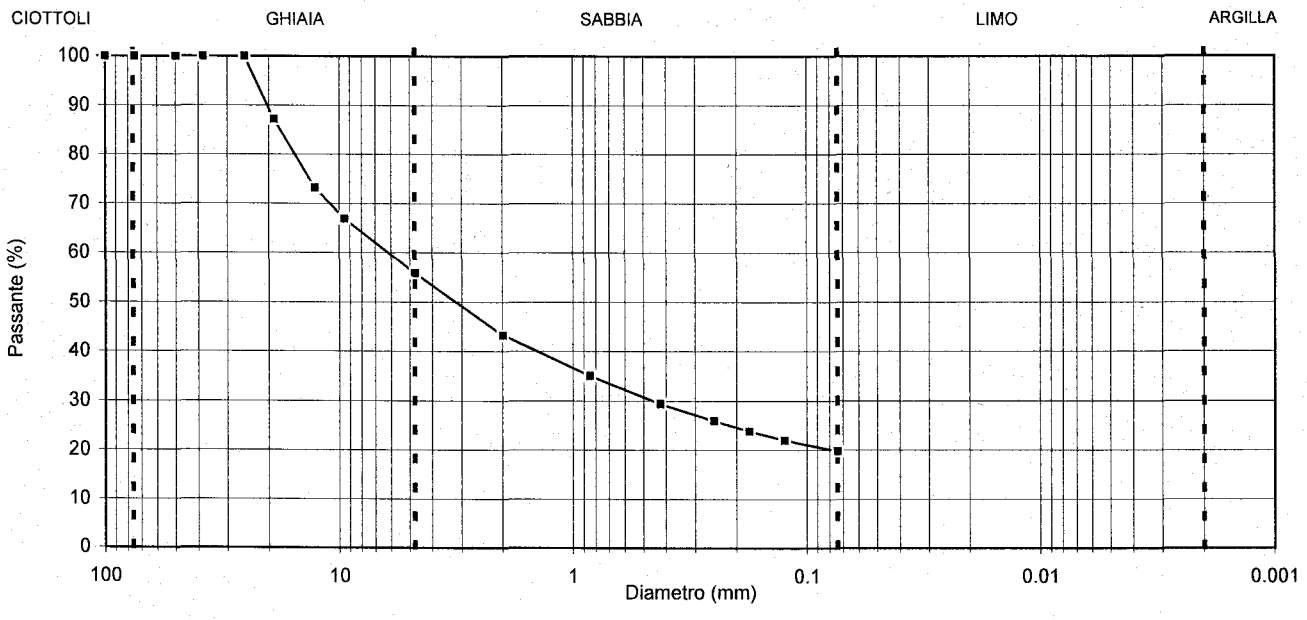
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	87.24
12.70	73.20
9.50	66.97
4.76	55.92
2.00	43.29
0.85	35.10
0.425	29.44
0.250	25.99
0.177	23.86
0.125	22.02
0.074	19.81

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-16
Data 17/02/05

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S4 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	1597.20
Peso lordo secco	(g)	1536.20
Peso tara	(g)	456.50
Peso netto secco	(g)	1079.70
Peso acqua	(g)	61.00
Contenuto in acqua	(%)	**5.65**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-16
Data 17/02/05

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S4 - Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 4.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	24	27
Peso lordo umido (g)	53.58	52.88
Peso lordo secco (g)	48.40	47.77
Tara (g)	24.81	24.51
Peso netto secco (g)	23.59	23.26
Peso acqua (g)	5.18	5.11
Contenuto acqua (%)	21.96	21.98
Limite Liquido	21.85	22.19

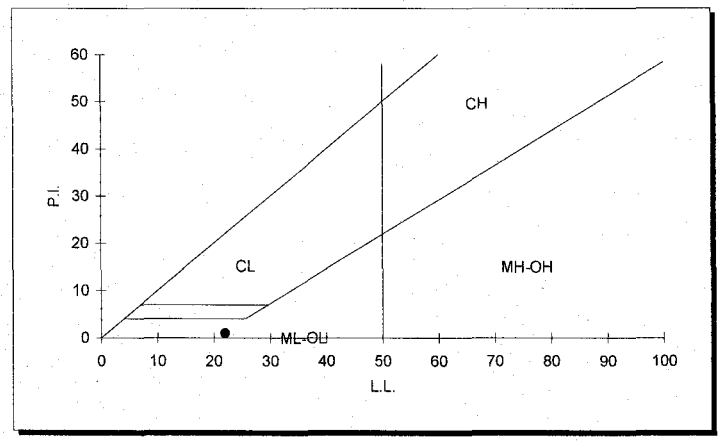
Valore medio (%) 22.02

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	27.21	28.71
Peso lordo secco (g)	25.34	26.71
Tara (g)	16.33	17.08
Peso netto secco (g)	9.01	9.63
Peso acqua (g)	1.87	2.00
Contenuto acqua (%)	20.75	20.76

Valore medio (%) 20.76

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **22**

LIMITE PLASTICO **21**

INDICE PLASTICITA' **1**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-17
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S4 - Cr4
Profondità (m) :	4.00 - 5.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia
Colore :	Bruno
Classificazione U.S.C.S. :	GM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-17
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S4 - Cr4
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	62.67
Sabbia (%)	21.15
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	16.18

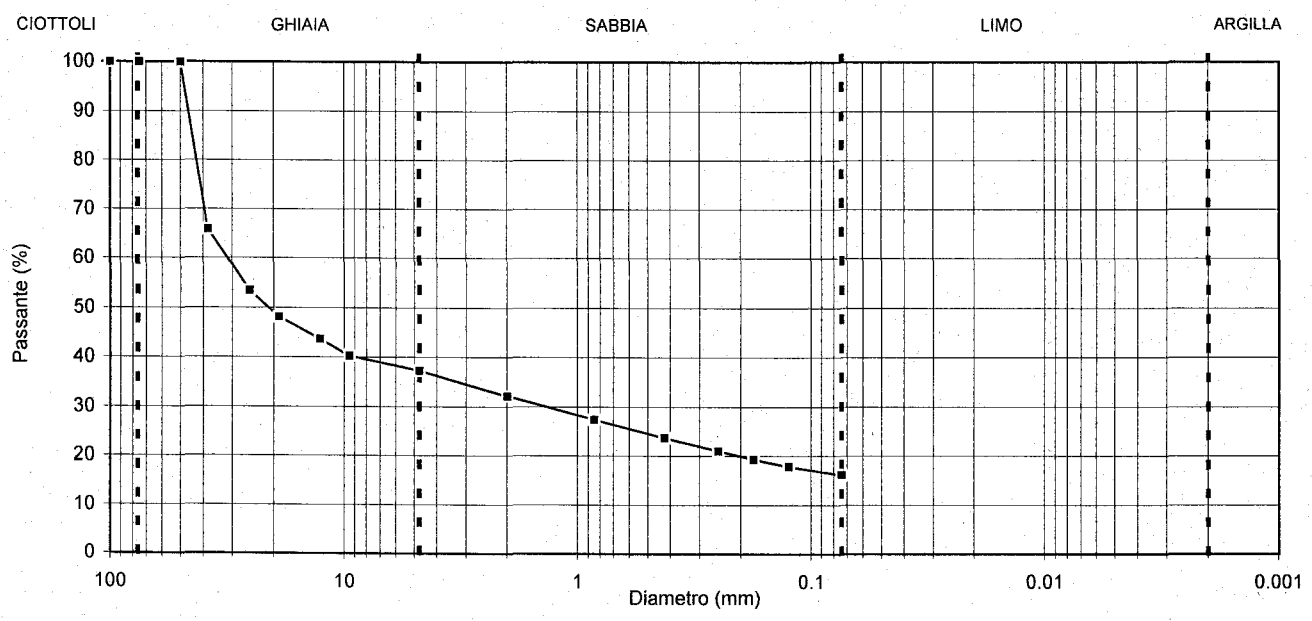
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	65.90
25.40	53.49
19.00	48.12
12.70	43.68
9.50	40.26
4.76	37.33
2.00	32.20
0.85	27.40
0.425	23.64
0.250	21.06
0.177	19.35
0.125	17.88
0.074	16.18

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-17
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S4 - Cr4
Profondità (m) :	4.00 - 5.00

Peso lordo umido	(g)	1550.60
Peso lordo secco	(g)	1440.50
Peso tara	(g)	183.17
Peso netto secco	(g)	1257.33
Peso acqua	(g)	110.10
Contenuto in acqua	(%)	**8.76**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-17
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S4 - Cr4
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	24	20
Peso lordo umido (g)	26.02	25.68
Peso lordo secco (g)	24.02	23.71
Tara (g)	16.52	16.32
Peso netto secco (g)	7.50	7.39
Peso acqua (g)	2.00	1.97
Contenuto acqua (%)	26.67	26.73
Limite Liquido	26.54	26.01

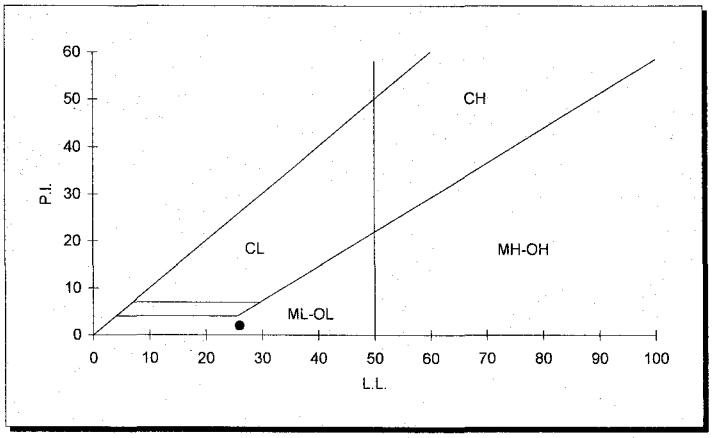
Valore medio (%) 26.27

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	25.20	26.59
Peso lordo secco (g)	23.51	24.80
Tara (g)	16.42	17.18
Peso netto secco (g)	7.09	7.63
Peso acqua (g)	1.69	1.78
Contenuto acqua (%)	23.84	23.37

Valore medio (%) 23.61

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **26**

LIMITE PLASTICO **24**

INDICE PLASTICITA' **2**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-18
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S5 - Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia
Colore :	Grigio bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-18
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S5 - Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	30.62
Sabbia (%)	46.60
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	22.78

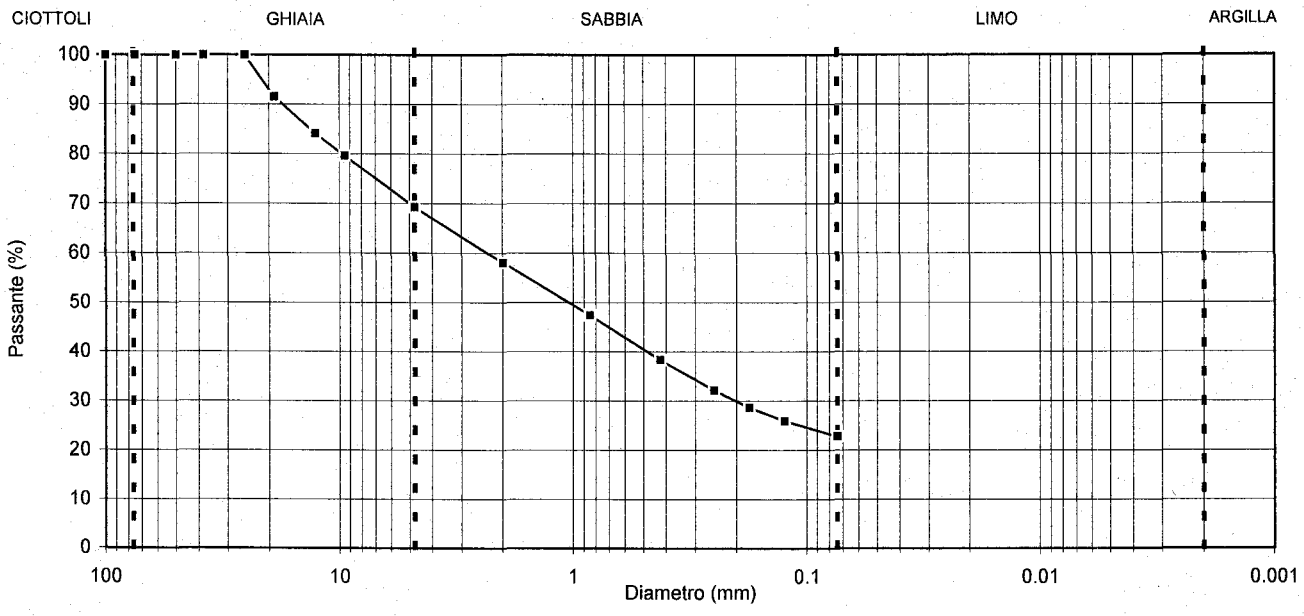
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	91.57
12.70	84.18
9.50	79.71
4.76	69.38
2.00	58.16
0.85	47.43
0.425	38.34
0.250	32.18
0.177	28.69
0.125	25.90
0.074	22.78

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-18
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S5 - Cr1
Profondità (m) :	1.00 - 2.00

Peso lordo umido	(g)	947.70
Peso lordo secco	(g)	886.80
Peso tara	(g)	183.80
Peso netto secco	(g)	703.00
Peso acqua	(g)	60.90
Contenuto in acqua	(%)	**8.66**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-18
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S5 - Cr1
Profondità (m) : 1.00 - 2.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	23	21
Peso lordo umido (g)	68.25	67.36
Peso lordo secco (g)	66.02	65.16
Tara (g)	57.66	56.97
Peso netto secco (g)	8.36	8.19
Peso acqua (g)	2.23	2.20
Contenuto acqua (%)	26.67	26.86
Limite Liquido	26.41	26.30

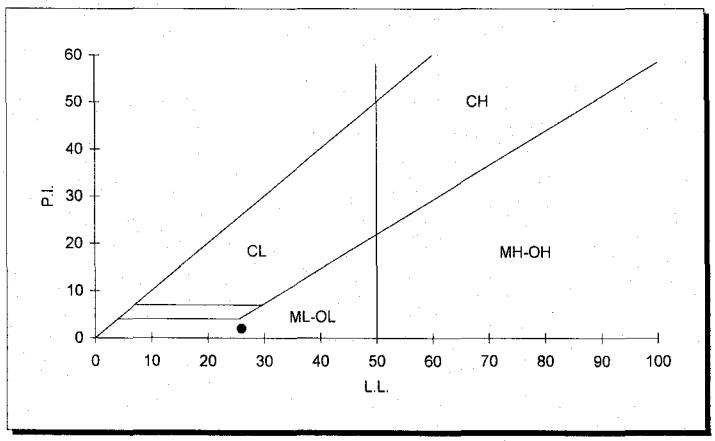
Valore medio (%) 26.35

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	25.14	26.52
Peso lordo secco (g)	23.45	24.74
Tara (g)	16.52	17.28
Peso netto secco (g)	6.93	7.46
Peso acqua (g)	1.69	1.78
Contenuto acqua (%)	24.39	23.90

Valore medio (%) 24.14

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **26**

LIMITE PLASTICO **24**

INDICE PLASTICITA' **2**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-19
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S5 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia ben gradata con limo e sabbia
Colore :	Bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	GW-GM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-19
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S5 - Cr2
Profondità (m) : 2.00 - 3.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	69.96
Sabbia (%)	22.75
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	7.29

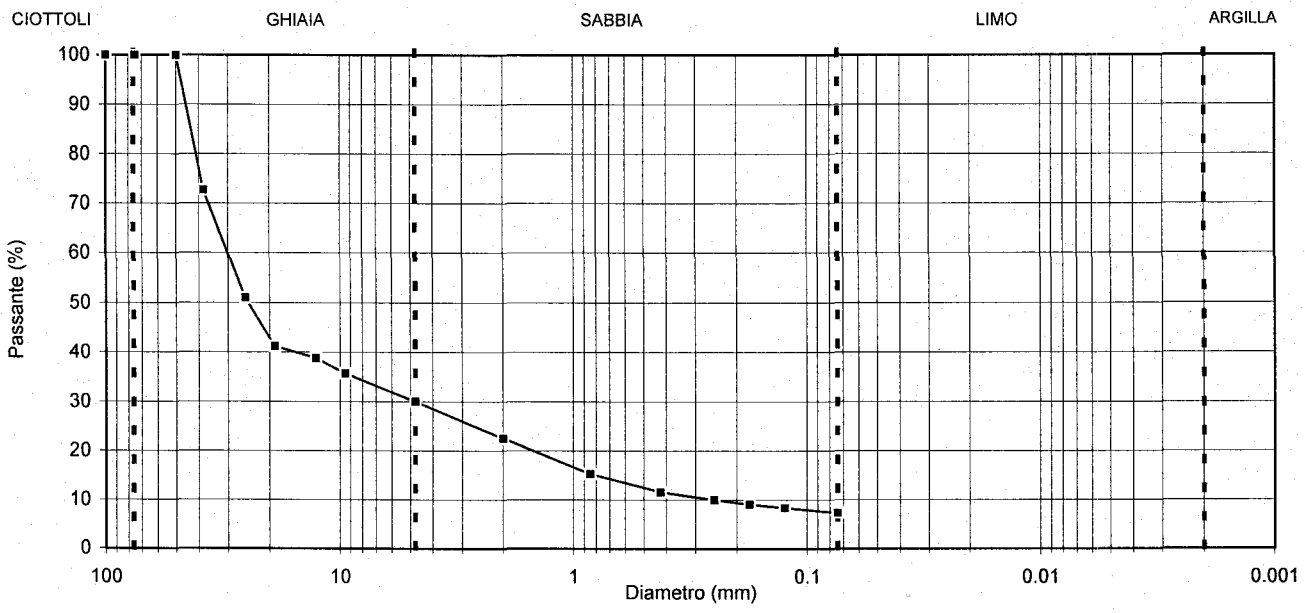
D_{60} (mm)	30.04
D_{30} (mm)	4.74
D_{10} (mm)	0.25
C_c	2.98
C_u	119.77

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	72.74
25.40	51.00
19.00	41.24
12.70	38.78
9.50	35.72
4.76	30.04
2.00	22.55
0.85	15.26
0.425	11.60
0.250	9.99
0.177	9.10
0.125	8.33
0.074	7.29

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-19
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S5 - Cr2
Profondità (m) :	2.00 - 3.00

Peso lordo umido	(g)	1284.10
Peso lordo secco	(g)	1244.80
Peso tara	(g)	183.49
Peso netto secco	(g)	1061.31
Peso acqua	(g)	39.30
Contenuto in acqua	(%)	**3.70**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-19
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S5 - Cr2
Profondità (m) : 2.00 - 3.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	21	23
Peso lordo umido (g)	45.10	44.51
Peso lordo secco (g)	40.55	40.02
Tara (g)	23.33	23.05
Peso netto secco (g)	17.22	16.97
Peso acqua (g)	4.55	4.49
Contenuto acqua (%)	26.42	26.46
Limite Liquido	25.87	26.19

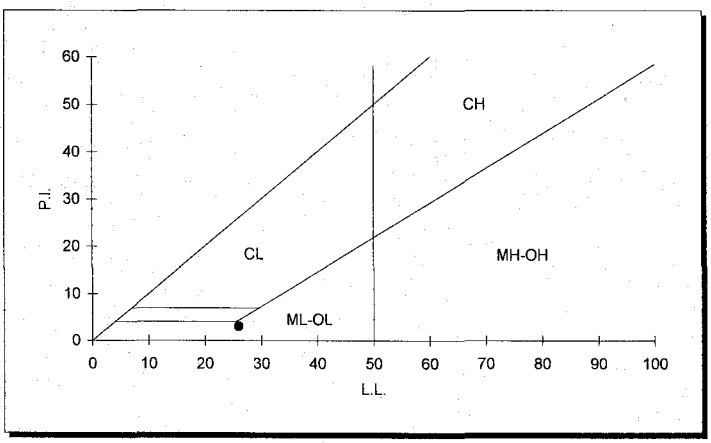
Valore medio (%) 26.03

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	35.85	37.82
Peso lordo secco (g)	34.41	36.23
Tara (g)	28.05	29.34
Peso netto secco (g)	6.36	6.89
Peso acqua (g)	1.44	1.59
Contenuto acqua (%)	22.64	23.04

Valore medio (%) 22.84

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **26**

LIMITE PLASTICO **23**

INDICE PLASTICITA' **3**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-20
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S5 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia ben gradata con limo e sabbia
Colore :	Grigio bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	GW-GM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-20
Data 11/04/2006

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S5 - Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 4.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	58.79
Sabbia (%)	30.57
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	10.64

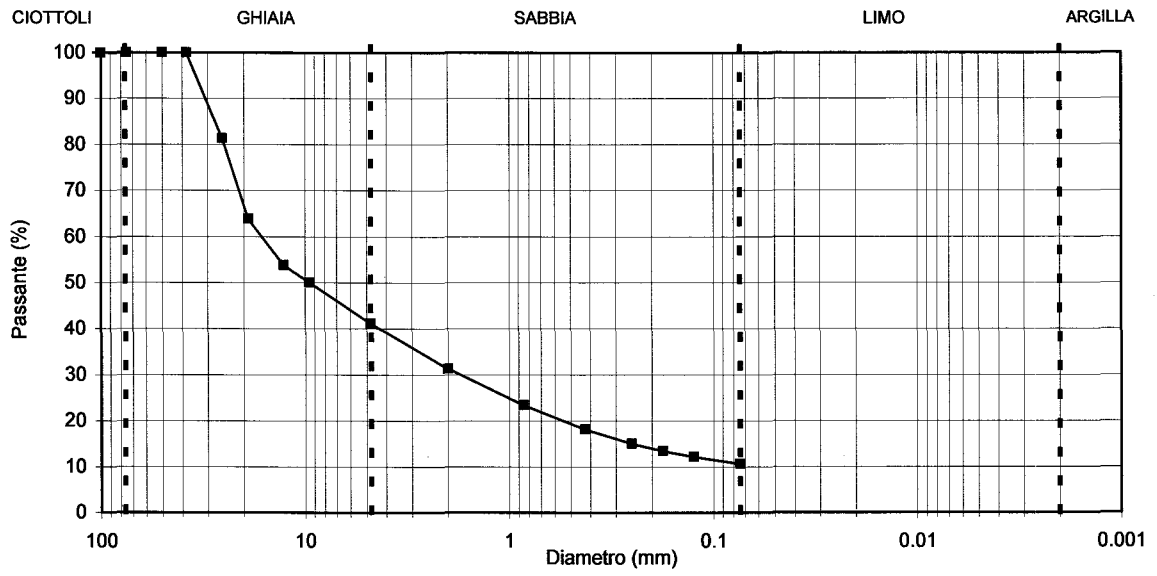
D_{60} (mm)	16.26
D_{30} (mm)	1.73
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	81.33
19.00	63.89
12.70	53.81
9.50	50.05
4.76	41.21
2.00	31.36
0.85	23.46
0.425	18.17
0.250	15.05
0.177	13.45
0.125	12.21
0.074	10.64

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-20
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S5 - Cr3
Profondità (m) :	3.00 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	1284.10
Peso lordo secco	(g)	1244.80
Peso tara	(g)	183.49
Peso netto secco	(g)	1061.31
Peso acqua	(g)	39.30
Contenuto in acqua	(%)	**3.70**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-20
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S5 - Cr3
Profondità (m) : 3.00 - 4.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	22	28
Peso lordo umido (g)	42.20	41.65
Peso lordo secco (g)	39.05	38.58
Tara (g)	26.41	26.09
Peso netto secco (g)	12.64	12.49
Peso acqua (g)	3.15	3.07
Contenuto acqua (%)	24.92	24.58
Limite Liquido	24.54	24.92

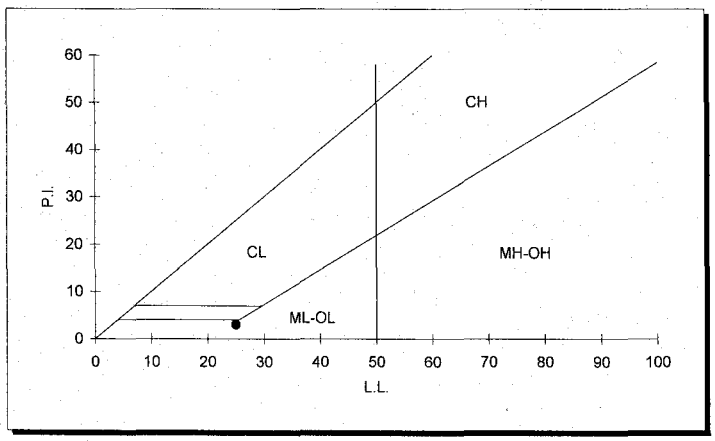
Valore medio (%) 24.73

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	25.10	26.48
Peso lordo secco (g)	23.52	24.77
Tara (g)	16.33	17.08
Peso netto secco (g)	7.19	7.69
Peso acqua (g)	1.58	1.71
Contenuto acqua (%)	21.97	22.30

Valore medio (%) 22.14

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **25**

LIMITE PLASTICO **22**

INDICE PLASTICITA' **3**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-21
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S5 - Cr4
Profondità (m) :	4.00 - 5.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia
Colore :	Grigio bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	3 aprile 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	**X**
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	**X**
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	**X**
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Paolo Brasey

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-21
Data 11/04/06

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S5 - Cr4
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	16.43
Sabbia (%)	43.28
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	40.29

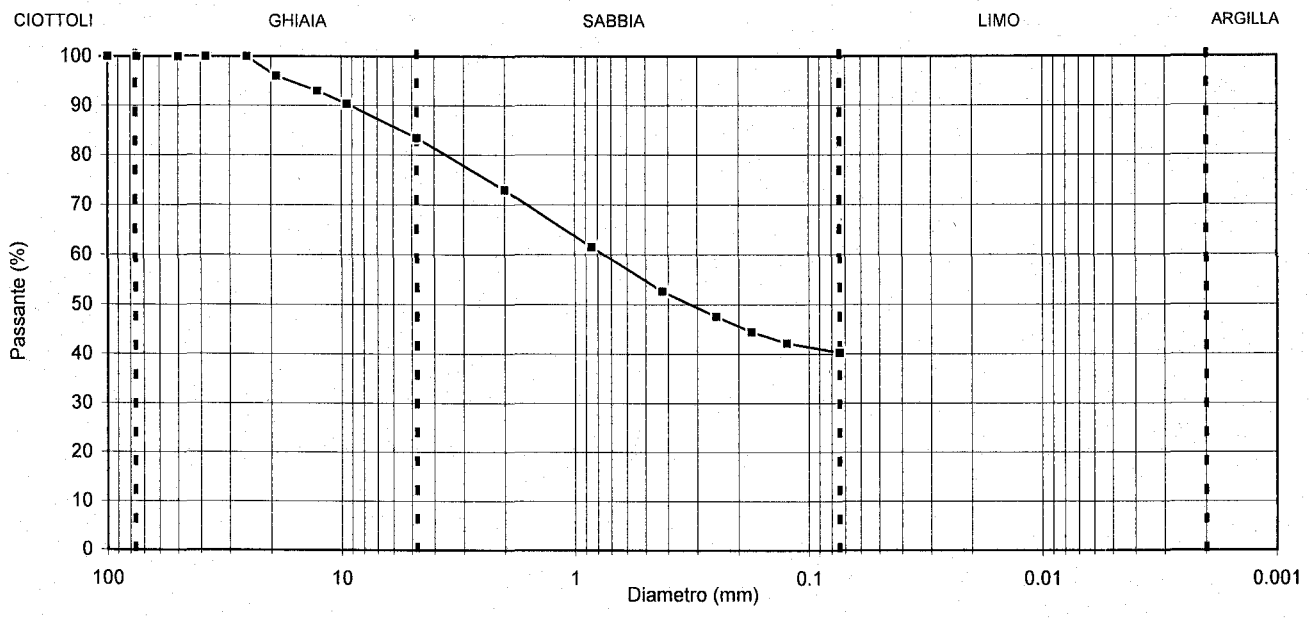
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	96.00
12.70	93.04
9.50	90.43
4.76	83.57
2.00	73.01
0.85	61.57
0.425	52.62
0.250	47.64
0.177	44.49
0.125	42.18
0.074	40.29

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : PB

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-21
Data 11/04/06

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S5 - Cr4
Profondità (m) :	4.00 - 5.00

Peso lordo umido	(g)	1521.10
Peso lordo secco	(g)	1364.90
Peso tara	(g)	402.60
Peso netto secco	(g)	962.30
Peso acqua	(g)	156.20
Contenuto in acqua	(%)	**16.23**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : PB

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-21
Data 11/04/06

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S5 - Cr4
Profondità (m) : 4.00 - 5.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	20	24
Peso lordo umido (g)	51.22	50.55
Peso lordo secco (g)	46.17	45.57
Tara (g)	27.18	26.85
Peso netto secco (g)	18.99	18.72
Peso acqua (g)	5.05	4.98
Contenuto acqua (%)	26.59	26.63
Limite Liquido	25.88	26.50

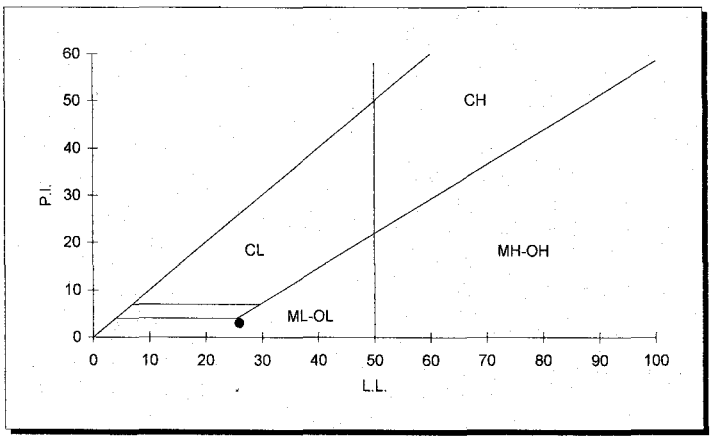
Valore medio (%) 26.19

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	22.35	23.58
Peso lordo secco (g)	20.81	21.95
Tara (g)	14.19	14.84
Peso netto secco (g)	6.62	7.11
Peso acqua (g)	1.54	1.62
Contenuto acqua (%)	23.26	22.85

Valore medio (%) 23.05

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **26**

LIMITE PLASTICO **23**

INDICE PLASTICITA' **3**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : PB
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-26
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	Vari
Profondità :	-
Tipo del Campione :	Spezzoni di carota a varie profondità.
Descrizione del Materiale :	Scisti filladici alterati, grigio-rossastri

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	10 aprile 2006
Denominazione Prova :	**DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI POINT LOAD**
Riferimenti Normativi :	**ASTM D5731 - 95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI POINT LOAD

Cliente: Ferrania Technologies S.p.A.
Località: Ferrania (SV)
Id. Campione: Vari
Descrizione : Scisti filladici alterati, grigio-rossastri

Id. Campione	Prof. (m)	Tipo Test	2L (mm)	W (mm)	D (mm)	Carico (kN)	De (mm)	De^2 (mm^2)	Is (MPa)	F	$Is_{(50)}$ (MPa)
S4	6.00 - 8.00	d	115.0	78.5	78.5	2.7	78.5	6162	0.43	1.23	**0.53**
S2	7.00 - 10.00	d	100.0	78.5	78.5	0.5	78.5	6162	0.08	1.23	**0.10**
S2	7.00 - 10.00	d	95.0	78.5	78.5	0.5	78.5	6162	0.08	1.23	**0.10**
S3	7.00 - 8.00	d	85.0	78.5	78.5	0.5	78.5	6162	0.08	1.23	**0.10**
S3	7.00 - 8.00	d	83.0	78.5	78.5	3.5	78.5	6162	0.57	1.23	**0.70**
S3	5.00 - 6.00	d	85.0	78.5	78.5	3.3	78.5	6162	0.54	1.23	**0.66**
S3	5.00 - 6.00	a		78.5	70.0	2.2	83.6	6996	0.31	1.26	**0.40**
S3	5.00 - 6.00	d	160.0	78.5	78.5	5.5	78.5	6162	0.89	1.23	**1.09**

Note:

Legenda: d) diametral test
a) axial test
b) block test
i) irregular lump test

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 03-019-23
Data 11/04/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S1 - CAR1
Profondità (m) :	7.00 - 7.50
Tipo del Campione :	Carotato
Descrizione del Materiale :	Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	7 aprile 2006
Denominazione Prova :	**PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2938-95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S1 - CAR1 Profondità (m) : 7.00 - 7.50

Descrizione : Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.87 Altezza (cm) : 12.75

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 23.37

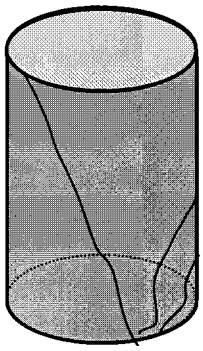
ROTTURA

Carico (kN) : 13.2

Ca (MPa) : **2.71**

C (MPa) : **2.64** (Corretto per L/D = 2)

Schizzo del provino a rottura



NOTE :

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-25
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S4 - CAR1
Profondità (m) :	6.00 - 6.20
Tipo del Campione :	Carotato
Descrizione del Materiale :	Scisti Filladici alterati. Colore grigio.

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	10 aprile 2006
Denominazione Prova :	**PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2938-95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-25
Data 11/04/06

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S4 - CAR1 Profondità (m) : 6.00 - 6.20

Descrizione : Scisti Filladici alterati. Colore grigio.

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.85 Altezza (cm) : 13.20

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 25.24

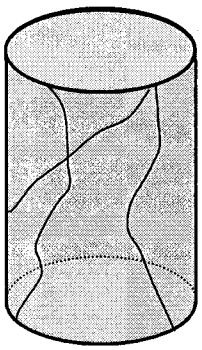
ROTTURA

Carico (kN) : 22.2

Ca (MPa) : **4.59**

C (MPa) : **4.49** (Corretto per L/D = 2)

Schizzo del provino a rottura



NOTE :

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-24
Data 11/04/06

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S5 - CAR1
Profondità (m) :	7.70 - 7.90
Tipo del Campione :	Carotato
Descrizione del Materiale :	Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Data Ricevimento :	30 marzo 2006
Data Esecuzione Prova :	10 aprile 2006
Denominazione Prova :	**PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2938-95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-24
Data 11/04/06

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S5 - CAR1 Profondità (m) : 7.70 - 7.90

Descrizione : Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.87 Altezza (cm) : 14.65

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 23.29

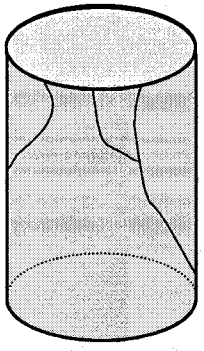
ROTTURA

Carico (kN) : 37.1

Ca (MPa) : **7.63**

C (MPa) : **7.56** (Corretto per L/D = 2)

Schizzo del provino a rottura



NOTE :

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-32
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 Cr1
Profondità (m) :	3.00
Tipo del Campione :	Semindisturbato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa
Colore :	Rossastro
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	15 maggio 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	x
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	x
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	x
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	x
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-32
Data 22/05/2006

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S6 Cr1
Profondità (m) : 3.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	14.66
Sabbia (%)	39.96
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	45.38

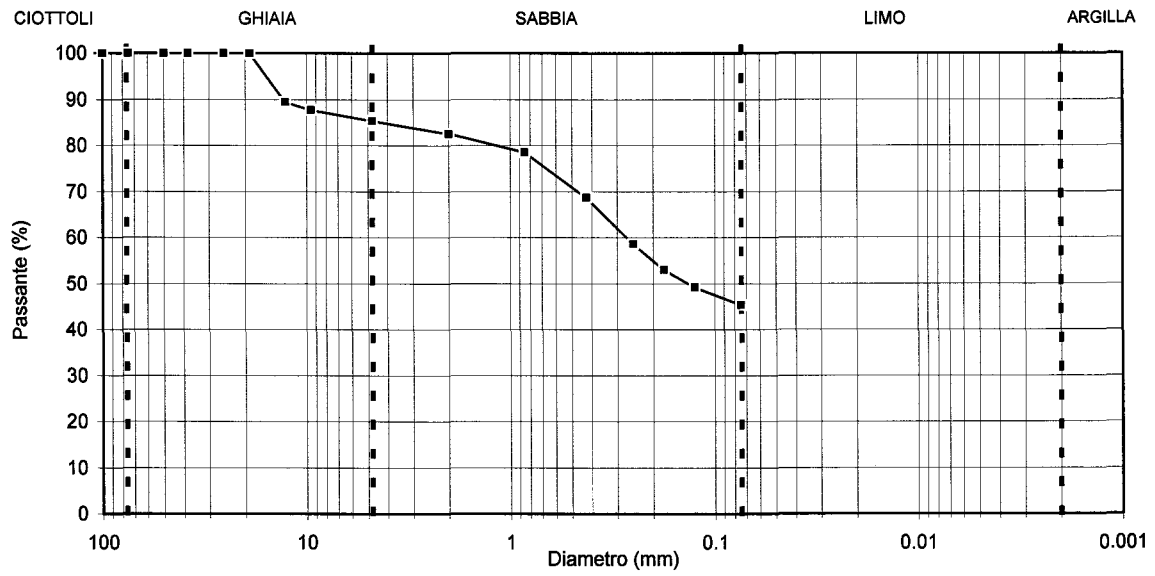
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	89.49
9.50	87.75
4.76	85.34
2.00	82.60
0.85	78.51
0.425	68.68
0.250	58.61
0.177	53.06
0.125	49.19
0.074	45.38

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-32
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S6 Cr1
Profondità (m) :	3.00

Peso lordo umido	(g)	883.40
Peso lordo secco	(g)	787.95
Peso tara	(g)	284.40
Peso netto secco	(g)	503.55
Peso acqua	(g)	95.45
Contenuto in acqua	(%)	**18.96**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-32
Data 22/05/2006

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S6 Cr1
Profondità (m) : 3.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	20	21
Peso lordo umido (g)	56.16	55.43
Peso lordo secco (g)	49.00	48.36
Tara (g)	26.53	26.21
Peso netto secco (g)	22.47	22.15
Peso acqua (g)	7.16	7.07
Contenuto acqua (%)	31.86	31.90
Limite Liquido	31.02	31.24

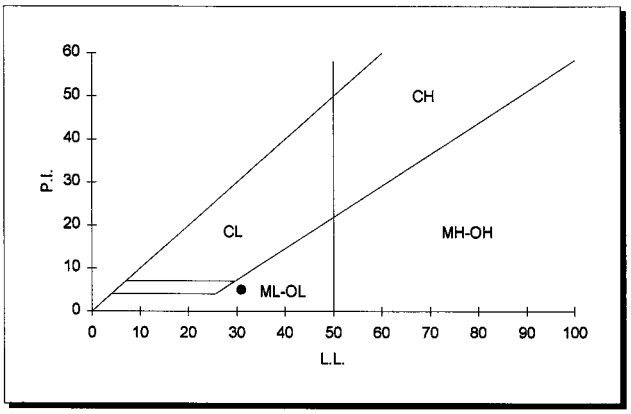
Valore medio (%) 31.13

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	26.94	28.42
Peso lordo secco (g)	24.71	26.07
Tara (g)	16.23	16.98
Peso netto secco (g)	8.48	9.09
Peso acqua (g)	2.23	2.35
Contenuto acqua (%)	26.30	25.87

Valore medio (%) 26.09

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **31**

LIMITE PLASTICO **26**

INDICE PLASTICITA' **5**

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-32
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S6 Cr1
Profondità (m) :	3.00

Geometria della sezione del provino (circolare/quadrata) : Circolare

Diametro / Lato	(cm)	8.00
Altezza	(cm)	12.30
Peso lordo	(g)	1152.00
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	1152.00
Volume	(cm^3)	618.27
Peso di volume	(kN/m^3)	**18.28**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-34
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 Cr1
Profondità (m) :	3.00
Tipo del Campione :	Semindisturbato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	16 maggio 2006
Denominazione Prova :	**PROVA DI TAGLIO DIRETTO**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 3080-90**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.			
Località :	Ferrania (SV)			
Identificazione campione :	S6 Cr1		Profondità (m) :	3.00
Tipo di prova :	CD	Velocità di def. (mm/min) :		0.008
Dimensioni provino (cm)	Altezza :	2.17	Diametro :	6.00

CARATTERISTICHE INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
peso di volume kN/m^3	18.28	18.20	18.13
umidità %	18.96	19.36	19.61
densità secca kN/m^3	15.37	15.25	15.16

CONDIZIONI A ROTTURA	Provino 1	Provino 2	Provino 3
tensione di consolidazione (kPa)	54	108	216
def. verticale dopo consolidazione (mm)	-0.42	-1.15	-2.25
def. verticale a rottura (mm)	-0.26	-0.18	-0.42
def. orizzontale a rottura (mm)	7.03	2.98	4.60
tensione di taglio di picco (kPa)	57.2	89.1	165.0
tensione di taglio residuo (kPa)	N.D.	N.D.	N.D.
umidità finale %	24.07	24.68	22.87

Note :

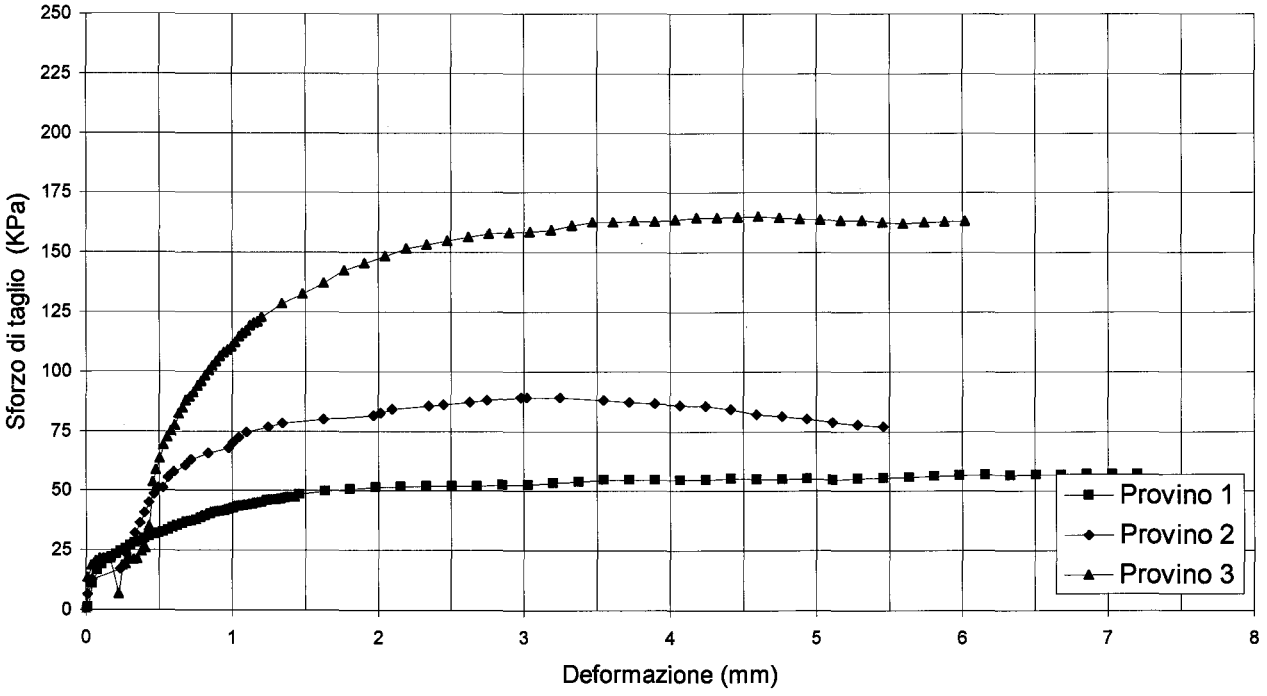
Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

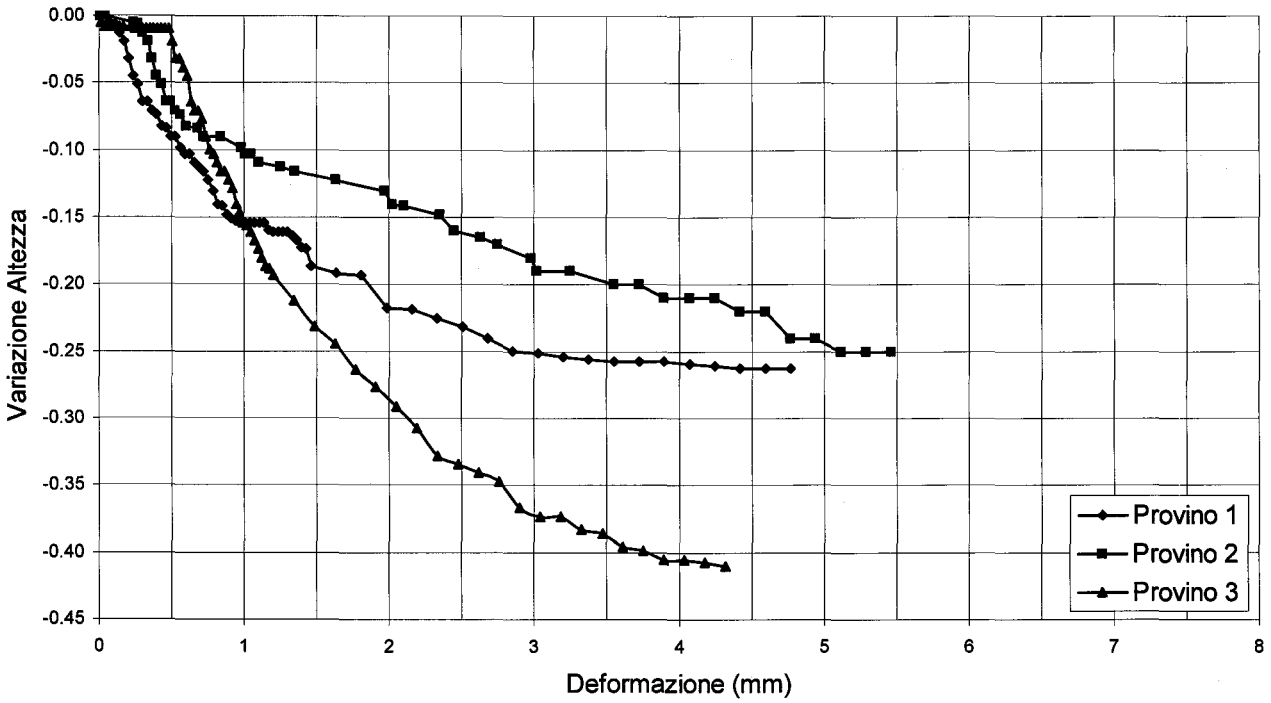
Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

Id.Campione : S6 Cr1
Profondità (m) : 3.00

SFORZO DI TAGLIO / DEFORMAZIONE



DEFORMAZIONE / VARIAZIONE ALTEZZA



G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-34
Data 22/05/2006

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

Id.Campione : S6 Cr1
Prof. (m) : 3.00

PROVINO 1		
Def. H	Def. V	τ
mm	mm	Kpa
0.00	0.00	0.00
0.01	0.00	1.10
0.05	0.00	11.04
0.08	-0.01	16.41
0.11	-0.01	18.82
0.14	-0.01	20.93
0.17	-0.02	22.08
0.21	-0.03	23.19
0.24	-0.05	24.44
0.27	-0.05	25.60
0.30	-0.06	26.95
0.33	-0.06	27.96
0.37	-0.07	28.46
0.40	-0.07	29.86
0.43	-0.08	30.72
0.46	-0.08	31.47
0.50	-0.09	31.97
0.53	-0.09	32.72
0.56	-0.10	33.48
0.59	-0.10	34.48
0.62	-0.10	35.38
0.66	-0.11	36.14
0.69	-0.11	36.89
0.72	-0.12	37.14
0.75	-0.12	37.64
0.79	-0.13	38.50
0.82	-0.14	39.40
0.85	-0.14	40.25
0.88	-0.15	40.90
0.91	-0.15	41.16
0.95	-0.15	41.51
0.98	-0.15	41.91
1.01	-0.15	42.66
1.04	-0.15	43.41
1.08	-0.15	43.66
1.11	-0.15	44.02
1.14	-0.15	44.27
1.17	-0.16	44.67
1.20	-0.16	45.02
1.24	-0.16	45.77
1.27	-0.16	46.02
1.30	-0.16	46.02
1.33	-0.16	46.27
1.37	-0.17	46.78
1.40	-0.17	47.18
1.43	-0.17	47.28
1.46	-0.19	48.53
1.64	-0.19	49.94
1.81	-0.19	50.69
1.98	-0.22	51.44
2.16	-0.22	51.69
2.33	-0.23	51.95
2.51	-0.23	51.95
2.68	-0.24	52.05
2.85	-0.25	52.55
3.03	-0.25	52.55
3.20	-0.25	53.30
3.38	-0.26	53.80
3.55	-0.26	54.81
3.72	-0.26	54.81
3.90	-0.26	54.56
4.07	-0.26	54.71
4.25	-0.26	54.81
4.42	-0.26	55.21
4.59	-0.26	55.06
4.77	-0.26	54.96
4.94	-0.26	55.31
5.11	-0.26	54.81

PROVINO 1		
Def. H	Def. V	τ
mm	mm	Kpa
0.00	0.00	0.00
0.01	0.00	6.37
0.05	0.00	12.73
0.24	-0.01	16.98
0.27	-0.01	23.35
0.30	-0.01	27.59
0.33	-0.02	32.19
0.37	-0.03	36.43
0.40	-0.05	40.68
0.43	-0.05	44.92
0.46	-0.06	48.46
0.50	-0.06	51.29
0.53	-0.07	51.29
0.56	-0.07	55.54
0.60	-0.08	58.01
0.68	-0.08	60.49
0.72	-0.09	62.96
0.84	-0.09	65.79
0.98	-0.10	67.92
1.01	-0.10	70.39
1.05	-0.10	72.52
1.10	-0.11	74.64
1.25	-0.11	76.76
1.35	-0.12	78.53
1.63	-0.12	79.94
1.97	-0.13	81.71
2.02	-0.14	82.77
2.10	-0.14	84.19
2.35	-0.15	85.60
2.45	-0.16	86.31
2.63	-0.17	87.37
2.75	-0.17	88.08
2.98	-0.18	89.14
3.02	-0.19	89.14
3.25	-0.19	89.14
3.55	-0.20	88.08
3.72	-0.20	87.37
3.90	-0.21	86.66
4.07	-0.21	85.96
4.25	-0.21	85.60
4.42	-0.22	84.19
4.59	-0.22	82.07
4.77	-0.24	81.36
4.94	-0.24	80.30
5.11	-0.25	78.88
5.29	-0.25	77.82
5.46	-0.25	77.11

PROVINO 1		
Def. H	Def. V	τ
mm	mm	Kpa
0.00	0.00	0.00
0.01	-0.01	13.55
0.04	-0.01	18.72
0.07	-0.01	20.58
0.09	-0.01	21.58
0.12	-0.01	21.58
0.14	-0.01	21.48
0.17	-0.01	21.48
0.22	-0.01	6.68
0.25	-0.01	18.57
0.27	-0.01	19.07
0.30	-0.01	21.08
0.33	-0.01	21.08
0.35	-0.01	21.23
0.38	-0.01	24.49
0.40	-0.01	25.75
0.43	-0.01	35.13
0.45	-0.01	53.60
0.48	-0.01	58.72
0.51	-0.02	63.64
0.53	-0.03	69.16
0.56	-0.03	72.42
0.58	-0.04	75.18
0.61	-0.05	77.69
0.64	-0.06	82.31
0.66	-0.07	84.97
0.69	-0.07	87.73
0.71	-0.08	89.34
0.74	-0.09	91.34
0.76	-0.10	94.00
0.79	-0.10	95.86
0.82	-0.11	98.37
0.84	-0.12	100.38
0.87	-0.12	102.39
0.89	-0.12	104.14
0.92	-0.13	106.30
0.94	-0.14	108.16
0.97	-0.15	109.16
1.00	-0.15	110.57
1.02	-0.16	112.32
1.05	-0.16	114.83
1.07	-0.17	116.19
1.10	-0.17	117.19
1.12	-0.18	119.35
1.15	-0.19	120.45
1.18	-0.19	120.96
1.20	-0.19	122.86
1.34	-0.21	128.48
1.49	-0.23	132.50
1.63	-0.24	137.02
1.77	-0.26	142.44
1.91	-0.28	145.45
2.05	-0.29	148.56
2.19	-0.31	151.57
2.34	-0.33	153.23
2.48	-0.33	154.98
2.62	-0.34	156.59
2.76	-0.35	157.74
2.90	-0.37	158.50
3.04	-0.37	158.75
3.19	-0.37	159.60
3.33	-0.38	161.26
3.47	-0.39	162.61
3.61	-0.40	162.61
3.75	-0.40	163.37
3.89	-0.41	163.01
4.04	-0.41	163.87
4.18	-0.41	164.62

Data 22/05/2006

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - INTERPRETAZIONE RISULTATI

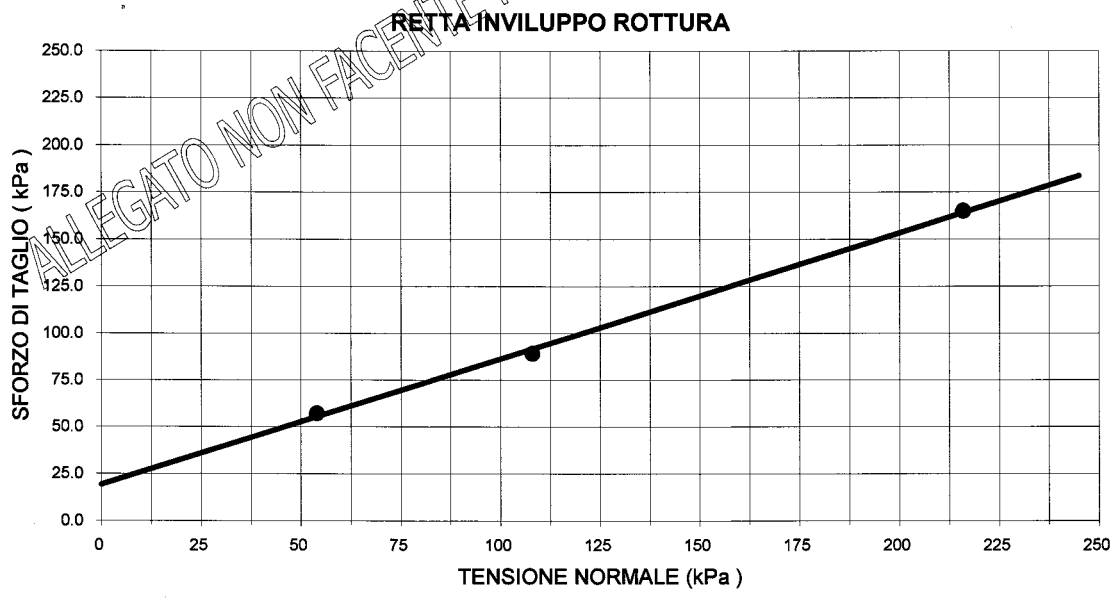
Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.			
Località :	Ferrania (SV)			
Identificazione campione :	S6 Cr1		Profondità (m) :	3.00
Tipo di prova :	CD	Velocità di def. (mm/min) :		0.008
Dimensioni provino (cm)	Altezza :	2.17	Diametro :	6.00

CARATTERISTICHE INIZIALI	Provino 1	Provino 2	Provino 3
peso di volume kN/m^3	18.28	18.20	18.13
umidità %	18.96	19.36	19.61
densità secca kN/m^3	15.37	15.25	15.16

CONDIZIONI A ROTTURA	Provino 1	Provino 2	Provino 3
tensione di consolidazione (kPa)	54	108	216
def. verticale dopo consolidazione (mm)	-0.42	-1.15	-2.25
def. verticale a rottura (mm)	-0.26	-0.18	-0.42
def. orizzontale a rottura (mm)	7.03	2.98	4.60
tensione di taglio di picco (kPa)	57.2	89.1	165.0
tensione di taglio residuo (kPa)	N.D.	N.D.	N.D.
umidità finale %	24.07	24.68	22.87

PARAMETRI DI RESISTENZA AL TAGLIO		valore di picco	valore residuo
Angolo di attrito efficace :	(deg)	33.9	N.D.
Coesione efficace :	(kPa)	19.27	N.D.

ALLEGATO NON FACENTE PARTE DEL CERTIFICATO DI PROVA



G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-33
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 Cr2
Profondità (m) :	3.00 - 5.40
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia
Colore :	Grigio bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	GM

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	15 maggio 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	X
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	X
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	X
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-33
Data 22/05/2006

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S6 Cr2
Profondità (m) : 3.00 - 5.40

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	47.40
Sabbia (%)	32.42
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	20.18

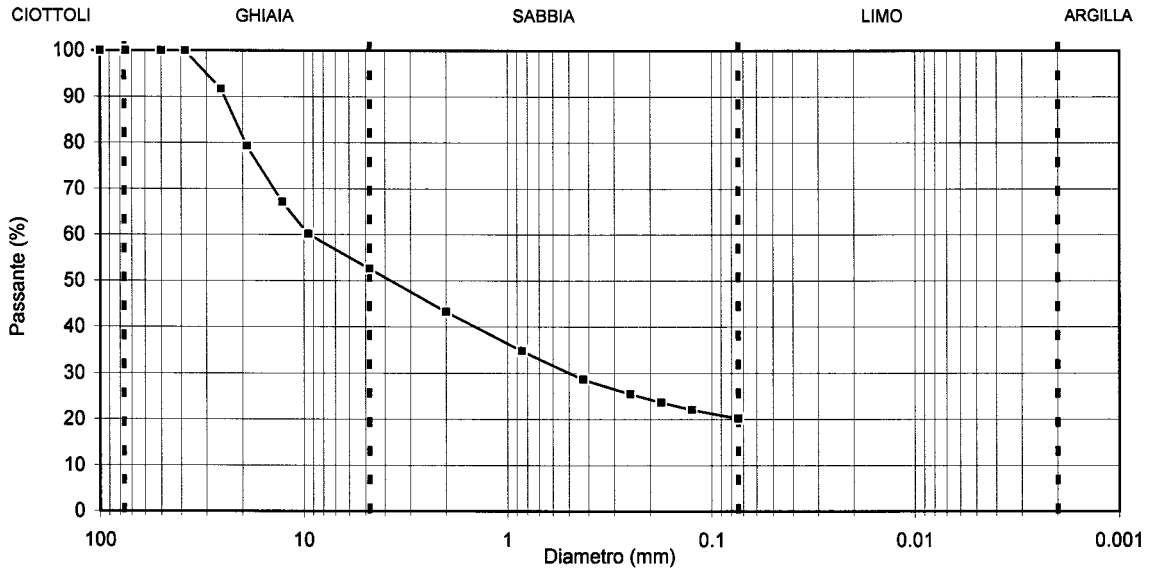
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	91.72
19.00	79.29
12.70	67.10
9.50	60.13
4.76	52.60
2.00	43.28
0.85	34.81
0.425	28.61
0.250	25.50
0.177	23.66
0.125	22.08
0.074	20.18

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-33
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S6 Cr2
Profondità (m) :	3.00 - 5.40

Peso lordo umido	(g)	2215.00
Peso lordo secco	(g)	2123.00
Peso tara	(g)	407.93
Peso netto secco	(g)	1715.07
Peso acqua	(g)	92.00
Contenuto in acqua	(%)	**5.36**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-33
Data 22/05/2006

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S6 Cr2
Profondità (m) : 3.00 - 5.40

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	23	25
Peso lordo umido (g)	36.25	35.78
Peso lordo secco (g)	32.02	31.60
Tara (g)	18.91	18.68
Peso netto secco (g)	13.11	12.92
Peso acqua (g)	4.23	4.18
Contenuto acqua (%)	32.27	32.31
Limite Liquido	31.94	32.31

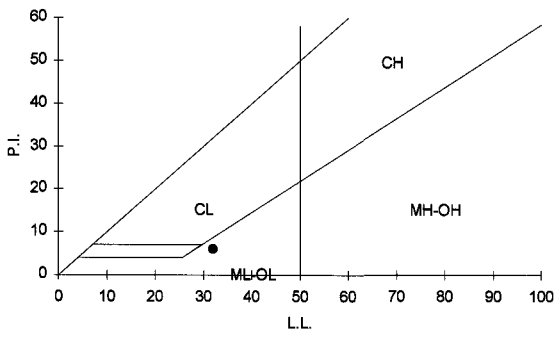
Valore medio (%) 32.13

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	25.20	26.59
Peso lordo secco (g)	23.35	24.61
Tara (g)	16.27	17.02
Peso netto secco (g)	7.08	7.59
Peso acqua (g)	1.85	1.98
Contenuto acqua (%)	26.13	26.01

Valore medio (%) 26.07

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **32**

LIMITE PLASTICO **26**

INDICE PLASTICITA' **6**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

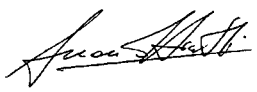
Cert. N°. 06-019-30
Data 22/05/2006

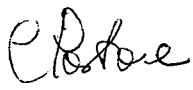
Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 RA1
Profondità (m) :	7.00 - 10.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa
Colore :	Grigio bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	15 maggio 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	x
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	x
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	x
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	x
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico :  Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore :  Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-30
Data 22/05/2006

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S6 RA1
Profondità (m) : 7.00 - 10.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	13.66
Sabbia (%)	52.13
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	34.21

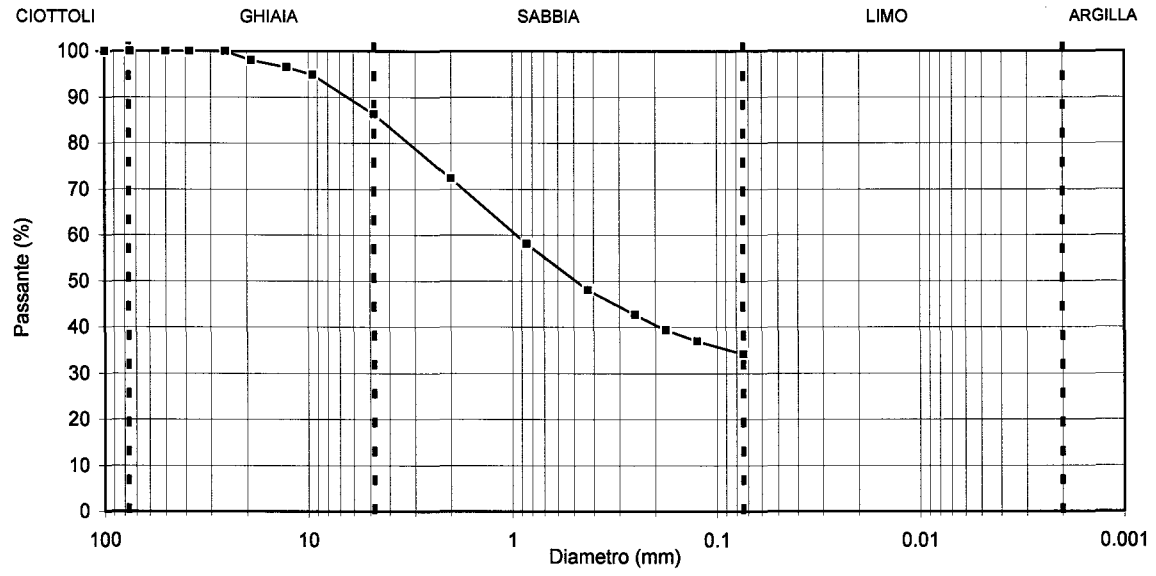
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	98.02
12.70	96.54
9.50	94.88
4.76	86.34
2.00	72.37
0.85	58.09
0.425	48.09
0.250	42.70
0.177	39.34
0.125	36.99
0.074	34.21

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-30
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S6 RA1
Profondità (m) :	7.00 - 10.00

Peso lordo umido	(g)	1573.60
Peso lordo secco	(g)	1505.10
Peso tara	(g)	184.96
Peso netto secco	(g)	1320.14
Peso acqua	(g)	68.50
Contenuto in acqua	(%)	**5.19**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-30
Data 22/05/2006

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S6 RA1
Profondità (m) : 7.00 - 10.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	24	22
Peso lordo umido (g)	35.20	34.74
Peso lordo secco (g)	33.25	32.82
Tara (g)	26.73	26.41
Peso netto secco (g)	6.52	6.41
Peso acqua (g)	1.95	1.92
Contenuto acqua (%)	29.91	30.03
Limite Liquido	29.76	29.57

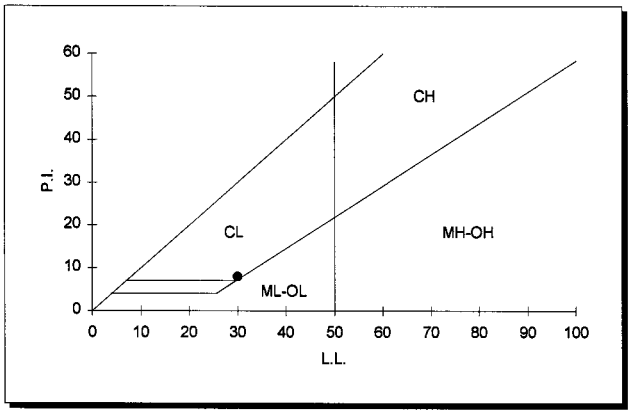
Valore medio (%) 29.67

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	36.20	38.19
Peso lordo secco (g)	34.70	36.57
Tara (g)	28.05	29.34
Peso netto secco (g)	6.65	7.23
Peso acqua (g)	1.50	1.62
Contenuto acqua (%)	22.56	22.36

Valore medio (%) 22.46

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **30**

LIMITE PLASTICO **22**

INDICE PLASTICITA' **8**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-30
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S6 RA1
Profondità (m) :	7.00 - 10.00

Geometria della sezione del provino (circolare/quadrata) : Circolare

Diametro / Lato	(cm)	7.62
Altezza	(cm)	10.47
Peso lordo	(g)	1105.40
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	1105.40
Volume	(cm^3)	477.47
Peso di volume	(kN/m^3)	**22.71**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-31
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 RA2
Profondità (m) :	19.40 - 19.60
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa con ghiaia
Colore :	Grigio bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	15 maggio 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	x
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	x
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	x
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	x
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-31
Data 22/05/2006

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S6 RA2
Profondità (m) :	19.40 - 19.60

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	24.19
Sabbia (%)	52.36
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	23.45

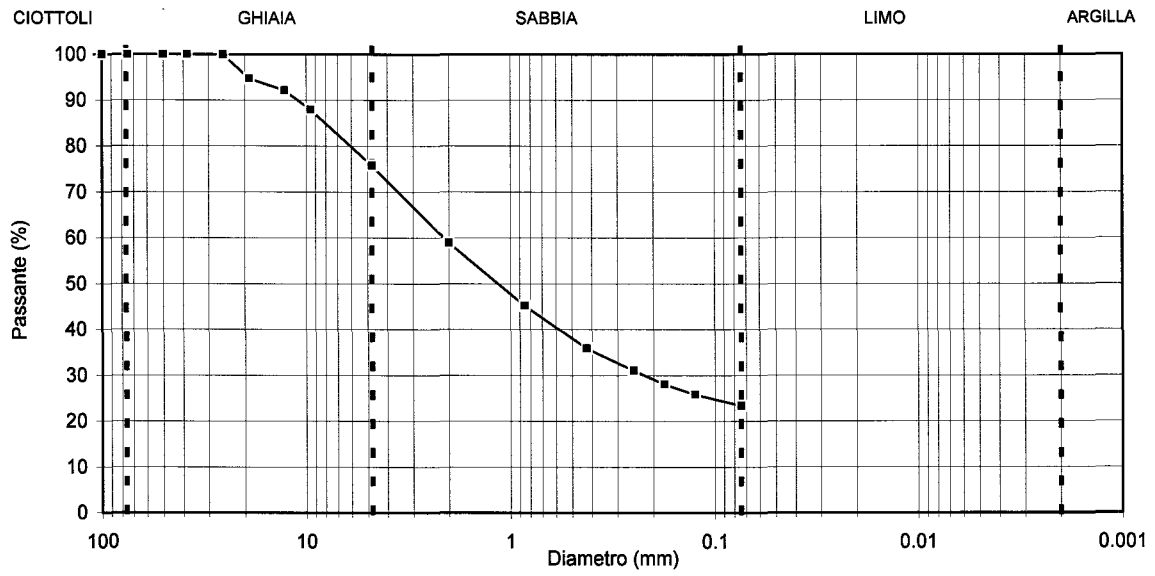
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	94.73
12.70	92.15
9.50	87.96
4.76	75.81
2.00	58.90
0.85	45.21
0.425	35.98
0.250	31.16
0.177	28.13
0.125	25.89
0.074	23.45

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-31
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S6 RA2
Profondità (m) :	19.40 - 19.60

Peso lordo umido	(g)	1601.00
Peso lordo secco	(g)	1541.10
Peso tara	(g)	183.80
Peso netto secco	(g)	1357.30
Peso acqua	(g)	59.90
Contenuto in acqua	(%)	**4.41**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-31
Data 22/05/2006

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : S6 RA2
Profondità (m) : 19.40 - 19.60

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	24	22
Peso lordo umido (g)	56.16	55.43
Peso lordo secco (g)	49.20	48.56
Tara (g)	25.39	25.09
Peso netto secco (g)	23.81	23.48
Peso acqua (g)	6.96	6.87
Contenuto acqua (%)	29.23	29.26
Limite Liquido	29.09	28.81

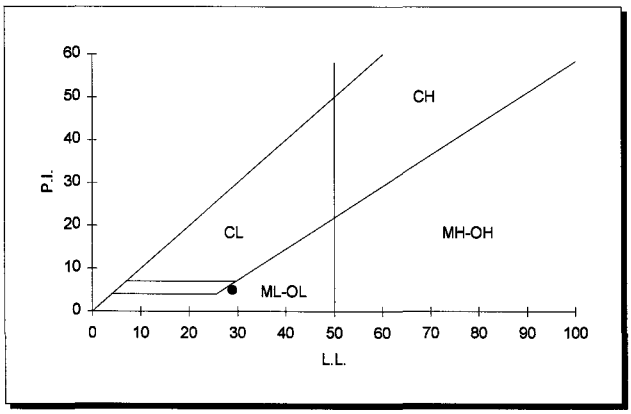
Valore medio (%) 28.95

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	26.20	27.64
Peso lordo secco (g)	24.25	25.58
Tara (g)	16.20	16.95
Peso netto secco (g)	8.05	8.64
Peso acqua (g)	1.95	2.06
Contenuto acqua (%)	24.22	23.81

Valore medio (%) 24.02

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **29**

LIMITE PLASTICO **24**

INDICE PLASTICITA' **5**

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-31
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL PESO DI VOLUME

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	S6 RA2
Profondità (m) :	19.40 - 19.60

Geometria della sezione del provino (circolare/quadrata) : Circolare

Diametro / Lato	(cm)	7.98
Altezza	(cm)	12.81
Peso lordo	(g)	1622.00
Peso tara	(g)	0.00
Peso netto	(g)	1622.00
Volume	(cm^3)	640.69
Peso di volume	(kN/m^3)	**24.84**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-35
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 R1
Profondità (m) :	14.70 - 15.00
Tipo del Campione :	Carotato
Descrizione del Materiale :	Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	17 maggio 2006
Denominazione Prova :	**PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2938-95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-35
Data 22/05/2006

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S6 R1 Profondità (m) : 14.70 - 15.00

Descrizione : Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Dimensioni : Diametro (cm) : 8.05 Altezza (cm) : 13.60

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 24.35

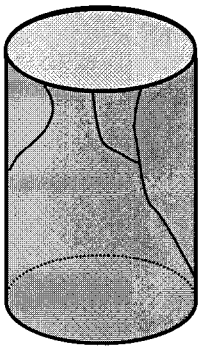
ROTTURA

Carico (kN) : 2.9

Ca (MPa) : **0.57**

C (MPa) : **0.56** (Corretto per L/D = 2)

Schizzo del provino a rottura



NOTE :

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-36
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 - R2
Profondità (m) :	16.80
Tipo del Campione :	Carotato
Descrizione del Materiale :	Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	17 maggio 2006
Denominazione Prova :	**PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2938-95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-36
Data 22/05/2006

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S6 - R2 Profondità (m) : 16.80

Descrizione : Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Dimensioni : Diametro (cm) : 8.00 Altezza (cm) : 13.32

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 25.23

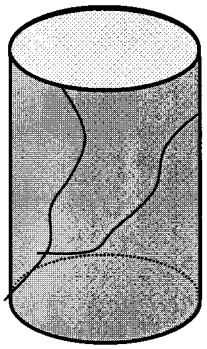
ROTTURA

Carico (kN) : 2.6

Ca (MPa) : **0.52**

C (MPa) : **0.51** (Corretto per L/D = 2)

Schizzo del provino a rottura



NOTE :

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-37
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 - R3
Profondità (m) :	17.10
Tipo del Campione :	Carotato
Descrizione del Materiale :	Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	17 maggio 2006
Denominazione Prova :	**PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2938-95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-37
Data 22/05/2006

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S6 - R3 Profondità (m) : 17.10

Descrizione : Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Dimensioni : Diametro (cm) : 8.00 Altezza (cm) : 13.55

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 25.58

ROTTURA

Carico (kN) : 2.7

Ca (MPa) : **0.54**

C (MPa) : **0.53** (Corretto per L/D = 2)

Schizzo del provino a rottura



NOTE :

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-38
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 - R4
Profondità (m) :	17.50
Tipo del Campione :	Carotato
Descrizione del Materiale :	Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	17 maggio 2006
Denominazione Prova :	**PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2938-95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-38
Data 22/05/2006

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S6 - R4 Profondità (m) : 17.50

Descrizione : Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Dimensioni : Diametro (cm) : 7.95 Altezza (cm) : 15.50

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 24.35

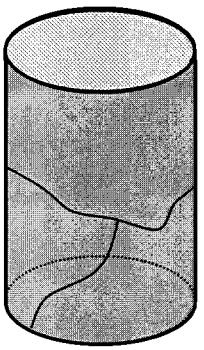
ROTTURA

Carico (kN) : 3.2

Ca (MPa) : **0.64**

C (MPa) : **0.64** (Corretto per L/D = 2)

Schizzo del provino a rottura



NOTE :

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-39
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	S6 - R5
Profondità (m) :	18.00
Tipo del Campione :	Carotato
Descrizione del Materiale :	Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	17 maggio 2006
Denominazione Prova :	**PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA**
Riferimenti Normativi :	**A.S.T.M. D 2938-95**

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

PROVA DI COMPRESSIONE UNIASSIALE SU ROCCIA

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)

DATI IDENTIFICATIVI

Identificazione del Campione : S6 - R5 Profondità (m) : 18.00

Descrizione : Scisti filladici alterati. Colore bruno.

Dimensioni : Diametro (cm) : 8.03 Altezza (cm) : 14.70

CARATTERISTICHE FISICHE

Peso di volume (kN/m^3) : 23.26

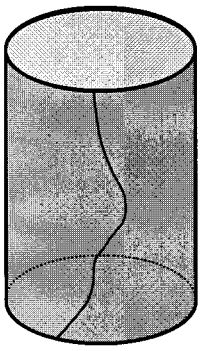
ROTTURA

Carico (kN) : 1.7

Ca (MPa) : **0.34**

C (MPa) : **0.33** (Corretto per L/D = 2)

Schizzo del provino a rottura



NOTE :

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-27
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	CP1 - C1
Profondità (m) :	2.00 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia
Colore :	Grigio bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	GM

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	15 maggio 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	x
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	x
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	x
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-27
Data 22/05/2006

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : CP1 - C1
Profondità (m) : 2.00 - 4.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	49.06
Sabbia (%)	33.65
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	17.29

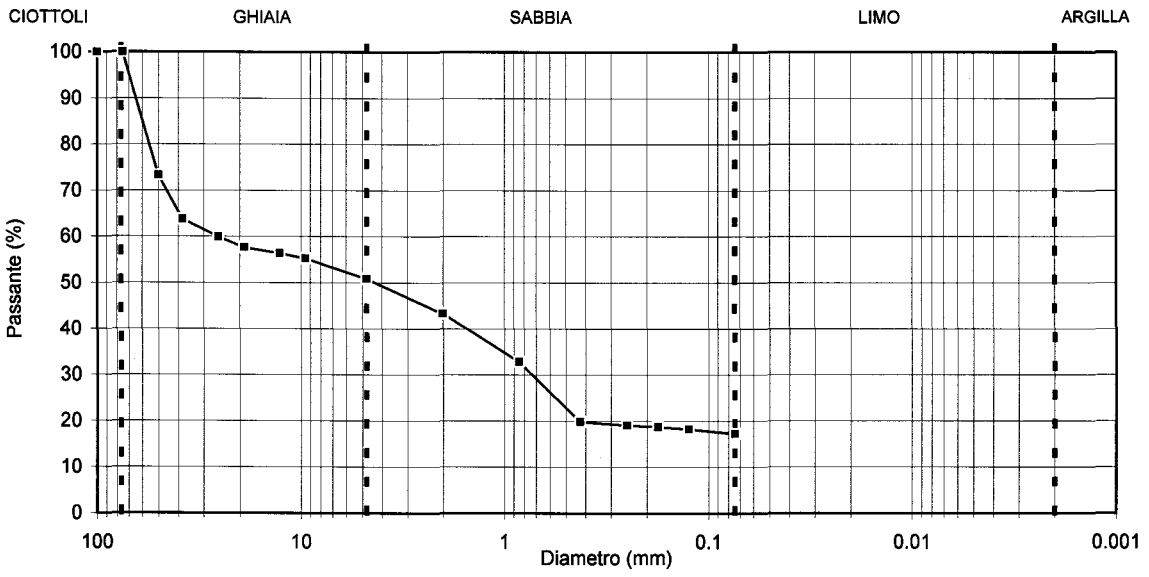
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	73.34
38.10	63.78
25.40	59.97
19.00	57.69
12.70	56.39
9.50	55.31
4.76	50.94
2.00	43.34
0.85	32.85
0.425	19.88
0.250	19.06
0.177	18.76
0.125	18.23
0.074	17.29

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-27
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	CP1 - C1
Profondità (m) :	2.00 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	6400.00
Peso lordo secco	(g)	5915.00
Peso tara	(g)	549.65
Peso netto secco	(g)	5365.35
Peso acqua	(g)	485.00
Contenuto in acqua	(%)	**9.04**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-27
Data 22/05/2006

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : CP1 - C1
Profondità (m) : 2.00 - 4.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	24	26
Peso lordo umido (g)	40.20	39.68
Peso lordo secco (g)	37.79	37.30
Tara (g)	29.50	29.15
Peso netto secco (g)	8.29	8.15
Peso acqua (g)	2.41	2.38
Contenuto acqua (%)	29.07	29.18
Limite Liquido	28.93	29.32

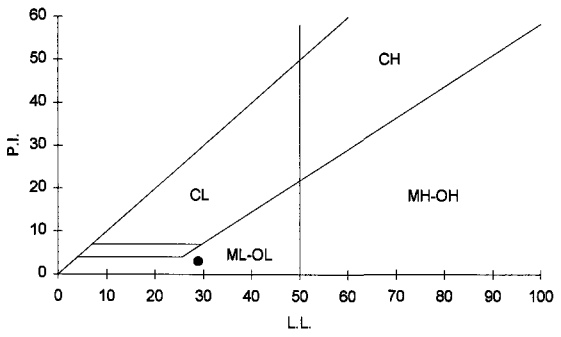
Valore medio (%) 29.12

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	34.20	36.08
Peso lordo secco (g)	32.40	34.12
Tara (g)	25.39	26.56
Peso netto secco (g)	7.01	7.56
Peso acqua (g)	1.80	1.96
Contenuto acqua (%)	25.68	25.98

Valore medio (%) 25.83

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **29**

LIMITE PLASTICO **26**

INDICE PLASTICITA' **3**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-28
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	CP2 - C1
Profondità (m) :	1.00 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Sabbia limosa
Colore :	Grigio bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	SM

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	15 maggio 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	x
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	x
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	x
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-28
Data 22/05/2006

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : CP2 - C1
Profondità (m) : 1.00 - 4.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	4.74
Sabbia (%)	78.32
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	16.94

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

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	100.00
25.40	100.00
19.00	100.00
12.70	100.00
9.50	98.93
4.76	95.26
2.00	87.58
0.85	71.02
0.425	41.84
0.250	30.02
0.177	23.86
0.125	20.11
0.074	16.94

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-28
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	CP2 - C1
Profondità (m) :	1.00 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	2125.00
Peso lordo secco	(g)	1819.00
Peso tara	(g)	203.47
Peso netto secco	(g)	1615.53
Peso acqua	(g)	306.00
Contenuto in acqua	(%)	**18.94**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-28
Data 22/05/2006

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : CP2 - C1
Profondità (m) : 1.00 - 4.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	26	29
Peso lordo umido (g)	39.52	39.01
Peso lordo secco (g)	36.67	36.19
Tara (g)	27.18	26.85
Peso netto secco (g)	9.49	9.34
Peso acqua (g)	2.85	2.81
Contenuto acqua (%)	30.03	30.12
Limite Liquido	30.17	30.66

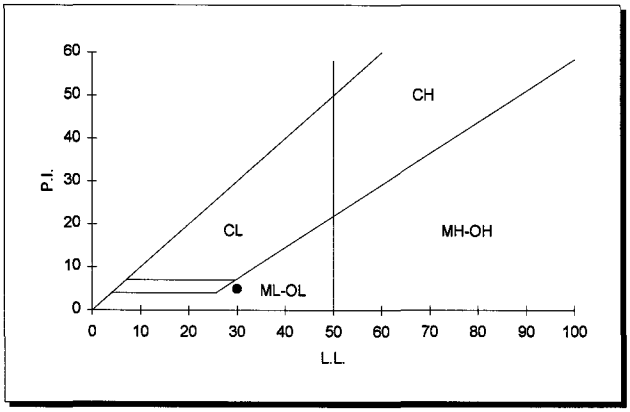
Valore medio (%) 30.42

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	31.08	32.79
Peso lordo secco (g)	30.17	31.77
Tara (g)	26.53	27.75
Peso netto secco (g)	3.64	4.02
Peso acqua (g)	0.91	1.02
Contenuto acqua (%)	25.00	25.39

Valore medio (%) 25.20

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **30**

LIMITE PLASTICO **25**

INDICE PLASTICITA' **5**

Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP
Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-29
Data 22/05/2006

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione Campione :	CP3 C1
Profondità (m) :	1.50 - 4.00
Tipo del Campione :	Rimaneggiato
Descrizione del Materiale :	Ghiaia limosa con sabbia
Colore :	Grigio bruno.
Classificazione U.S.C.S. :	GM

Data Ricevimento :	15 maggio 2006
Data Esecuzione Prova :	15 maggio 2006

Denominazione Prova :	Riferimenti Normativi :	Allegato
ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO	A.S.T.M. D 422-98	x
FRAZIONE PASSANTE AL SET ASTM N. 200	A.S.T.M. D 1140	
CONTENUTO NATURALE IN ACQUA	A.S.T.M. D 2216-98	x
LIMITI DI CONSISTENZA DI ATTERBERG	A.S.T.M. D 4318-00 (proc. C-D)	x
PESO DI VOLUME	B.S. 1377-75	
PESO SPECIFICO ASSOLUTO	A.S.T.M. D 854-00	

Note :

Direttore Tecnico : Dott. Geol. Luciano Minetti

Operatore : Dott. Geol. Cristiano Pastore

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-29
Data 22/05/2006

ANALISI GRANULOMETRICA DI UN TERRENO

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : CP3 C1
Profondità (m) : 1.50 - 4.00

DATI GRANULOMETRICI

Ciottoli (%)	0.00
Ghiaia (%)	45.76
Sabbia (%)	31.44
Limo (%)	N.D.
Argilla (%)	N.D.
P_{200} (%)	22.80

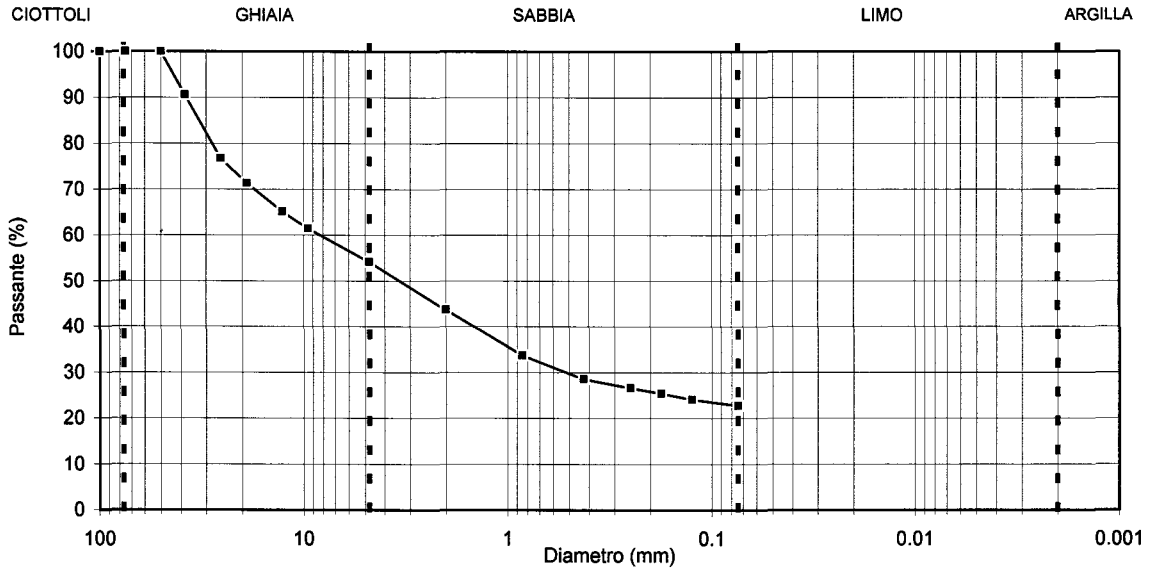
D_{60} (mm)	N.D.
D_{30} (mm)	N.D.
D_{10} (mm)	N.D.
C_c	N.D.
C_u	N.D.

SETACCIATURA

D (mm)	Pass (%)
125.00	100.00
100.00	100.00
75.00	100.00
50.00	100.00
38.10	90.62
25.40	76.76
19.00	71.41
12.70	65.15
9.50	61.43
4.76	54.24
2.00	43.77
0.85	33.81
0.425	28.60
0.250	26.64
0.177	25.44
0.125	24.14
0.074	22.80

AEROMETRIA

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



Direttore Tecnico : LM
Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-29
Data 22/05/2006

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO NATURALE IN ACQUA

Cliente :	Ferrania Technologies S.p.A.
Località :	Ferrania (SV)
Identificazione campione :	CP3 C1
Profondità (m) :	1.50 - 4.00

Peso lordo umido	(g)	3357.00
Peso lordo secco	(g)	2930.00
Peso tara	(g)	262.05
Peso netto secco	(g)	2667.95
Peso acqua	(g)	427.00
Contenuto in acqua	(%)	**16.00**

Direttore Tecnico : LM

Operatore : CP

Note :

G.E.T.
GEOTECHNICAL and ENGINEERING TESTING srl
Laboratorio Geotecnico - Via R. Bianchi 38 - Genova

Cert. N°. 06-019-29
Data 22/05/2006

LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - INDICE DI PLASTICITA'

Cliente : Ferrania Technologies S.p.A.
Località : Ferrania (SV)
Identificazione campione : CP3 C1
Profondità (m) : 1.50 - 4.00

LIMITE LIQUIDO

Numero colpi (N)	20	22
Peso lordo umido (g)	53.63	52.93
Peso lordo secco (g)	47.13	46.52
Tara (g)	27.18	26.85
Peso netto secco (g)	19.95	19.66
Peso acqua (g)	6.50	6.42
Contenuto acqua (%)	32.58	32.63
Limite Liquido	31.71	32.13

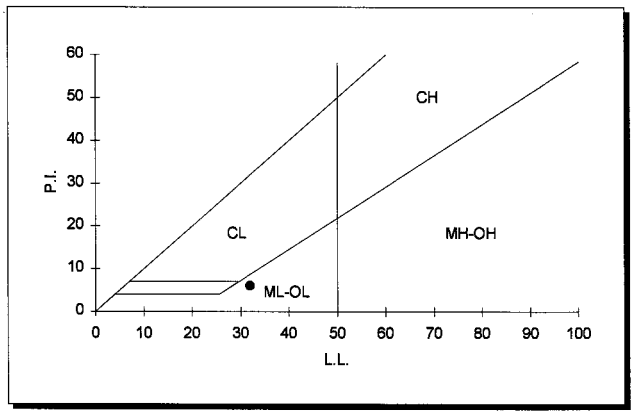
Valore medio (%) 31.92

LIMITE PLASTICO

Peso lordo umido (g)	36.77	38.79
Peso lordo secco (g)	35.23	37.17
Tara (g)	29.50	30.86
Peso netto secco (g)	5.73	6.31
Peso acqua (g)	1.54	1.62
Contenuto acqua (%)	26.88	25.75

Valore medio (%) 26.31

CARTA DI PLASTICITA' DI CASAGRANDE



LIMITE LIQUIDO **32**

LIMITE PLASTICO **26**

INDICE PLASTICITA' **6**

Direttore Tecnico : LM Operatore : CP
Note :

ALLEGATO 5

Risultati delle Analisi di Stabilità

Geotechnical and Engineering Testing srl
Via Renata Bianchi, 38 - 16152 Genova
Telefono 0106506670 - fax 0106591896 - email getgeo@tin.it

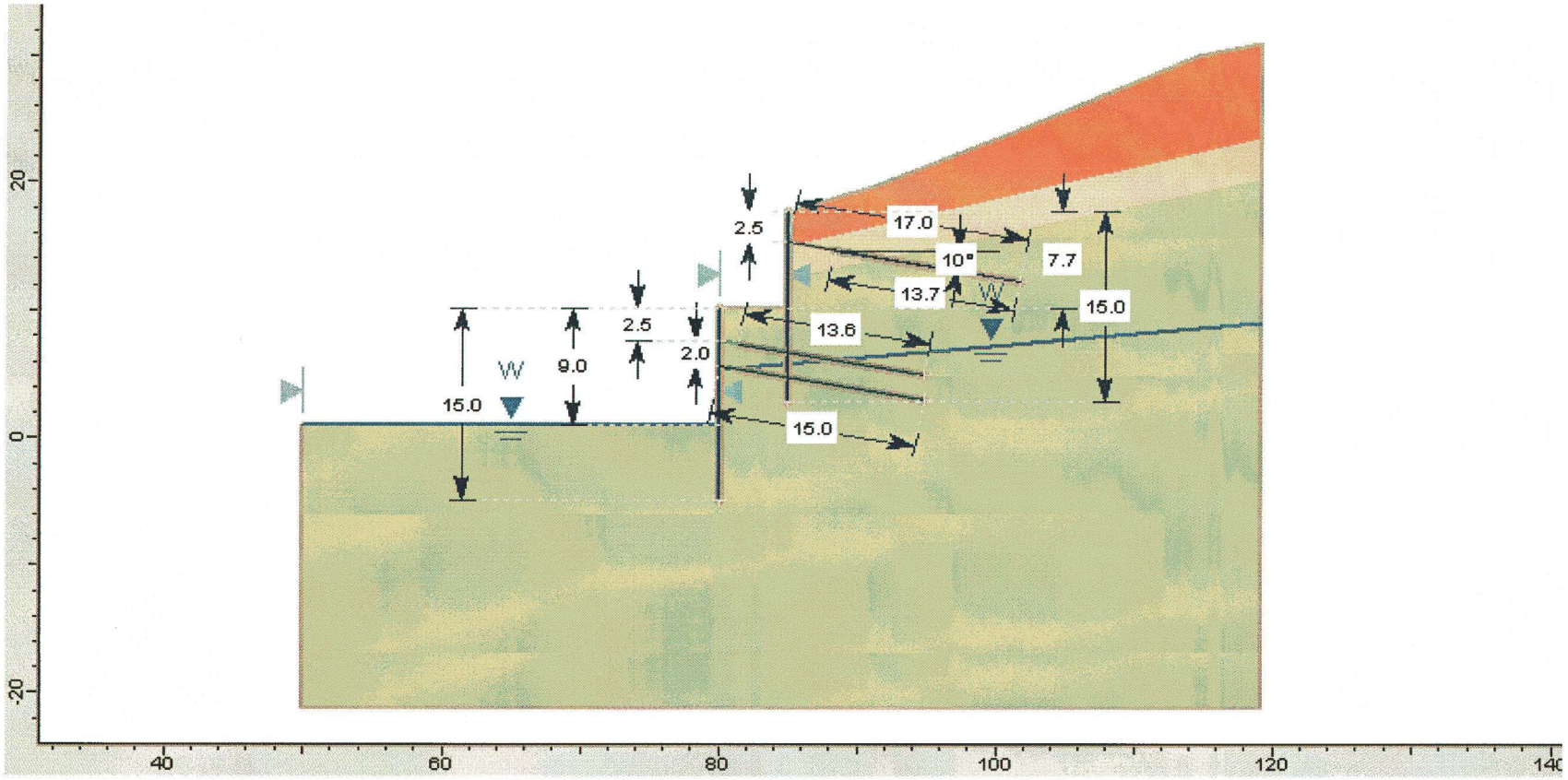


Figura 5A0 - Geometria indicativa degli elementi strutturali per il contenumento degli scavi

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3A1.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 33.9 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24.3 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength: Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

Support: Support 3
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 80 percent
Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength: Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

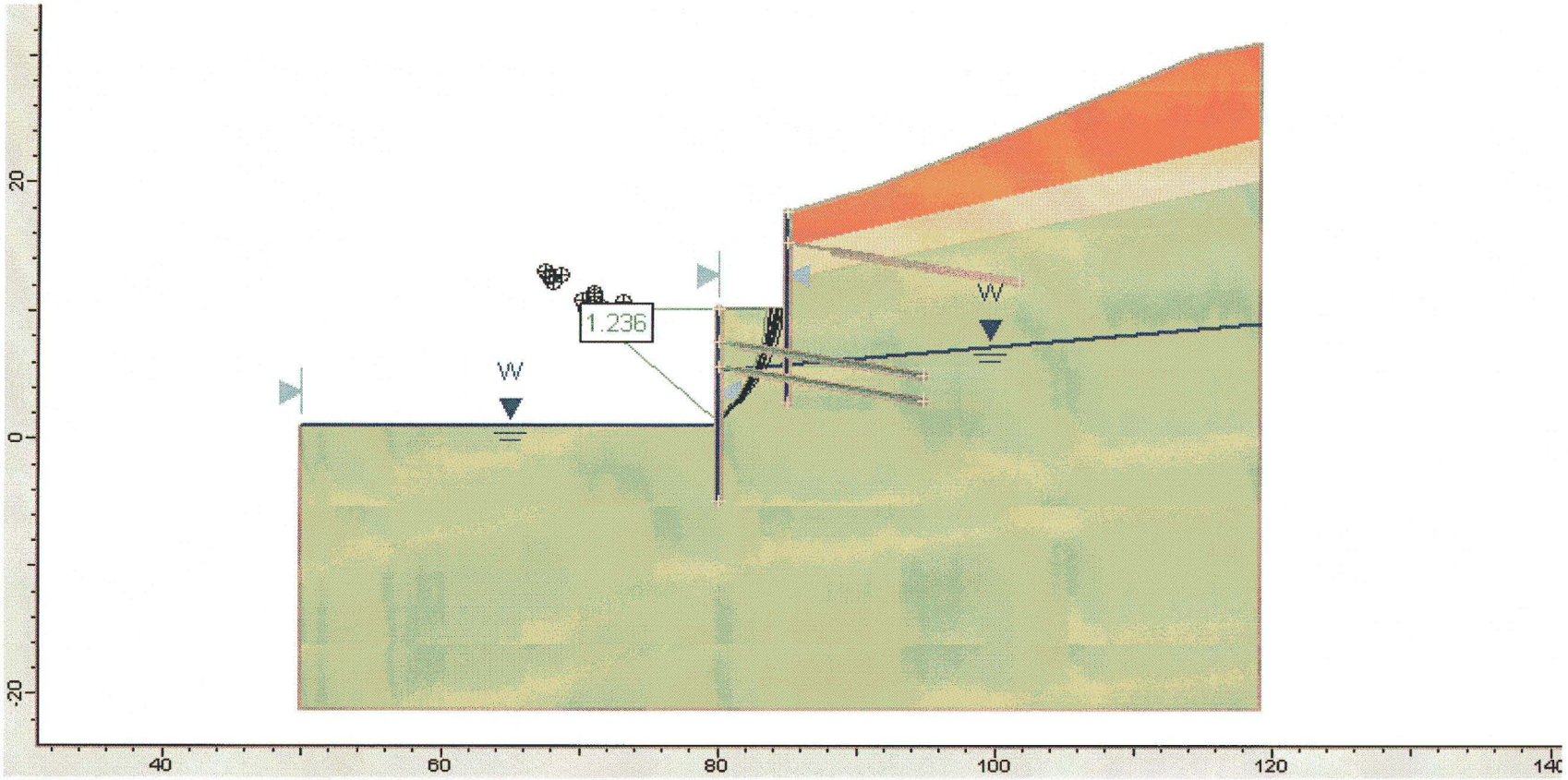


Figura 5A1 Soluzione con doppia berlinese - stabilità berlinese inferiore

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.236
Janbu semplificato	n.s.
Spencer	n.s.
GLE	n.s.
Janbu corretto	n.s.

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3A1S.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.05
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 33.9 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24.3 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength: Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

Support: Support 3
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 80 percent
Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength: Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

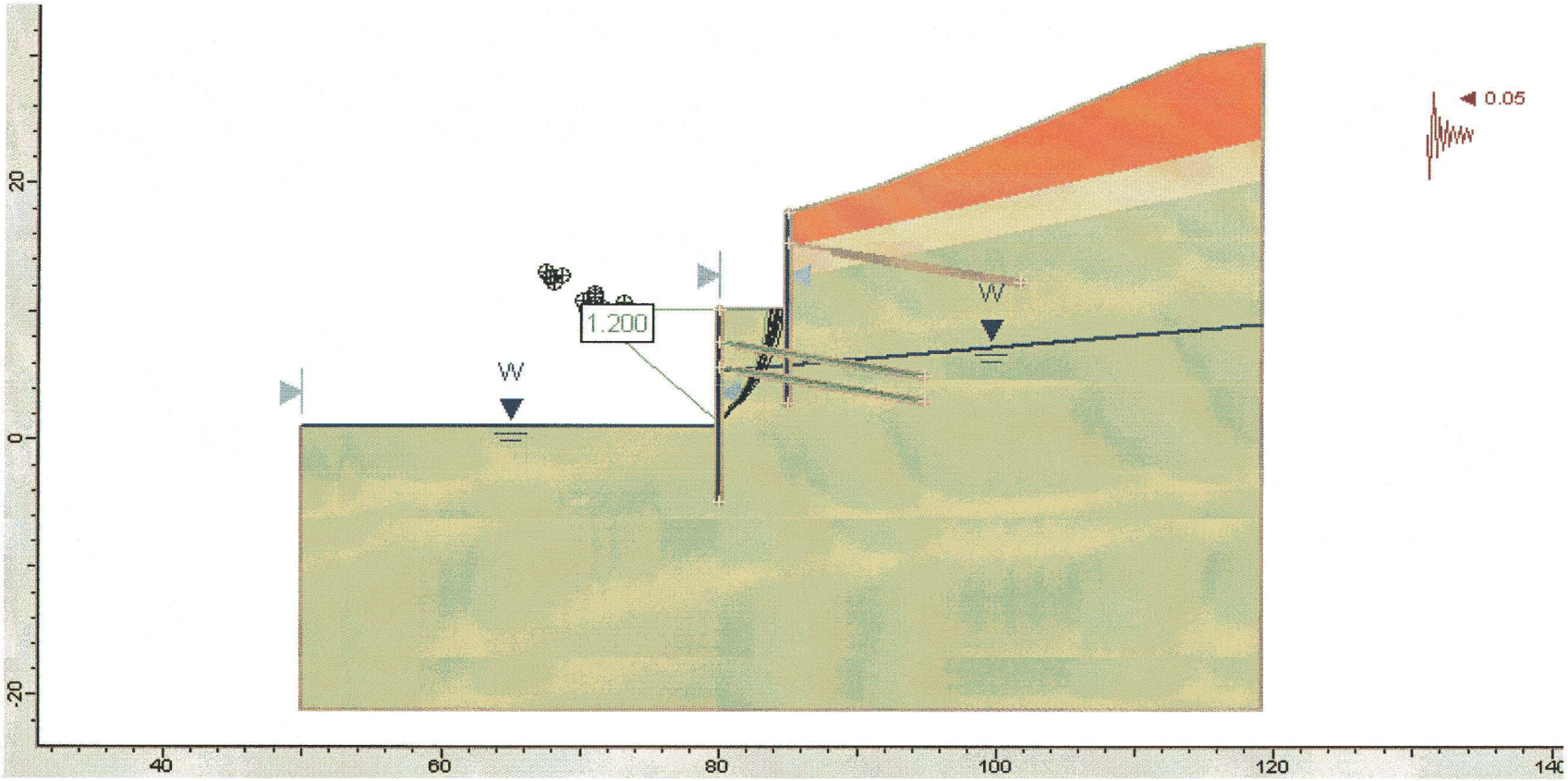


Figura 5A2 Soluzione con doppia berlinese - stabilità berlinese inferiore con sisma

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.200
Janbu semplificato	n.s.
Spencer	n.s.
GLE	n.s.
Janbu corretto	n.s.

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3A2.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 33.9 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24.3 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength: Material dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

Support: Support 3
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 80 percent
Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength: Material dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

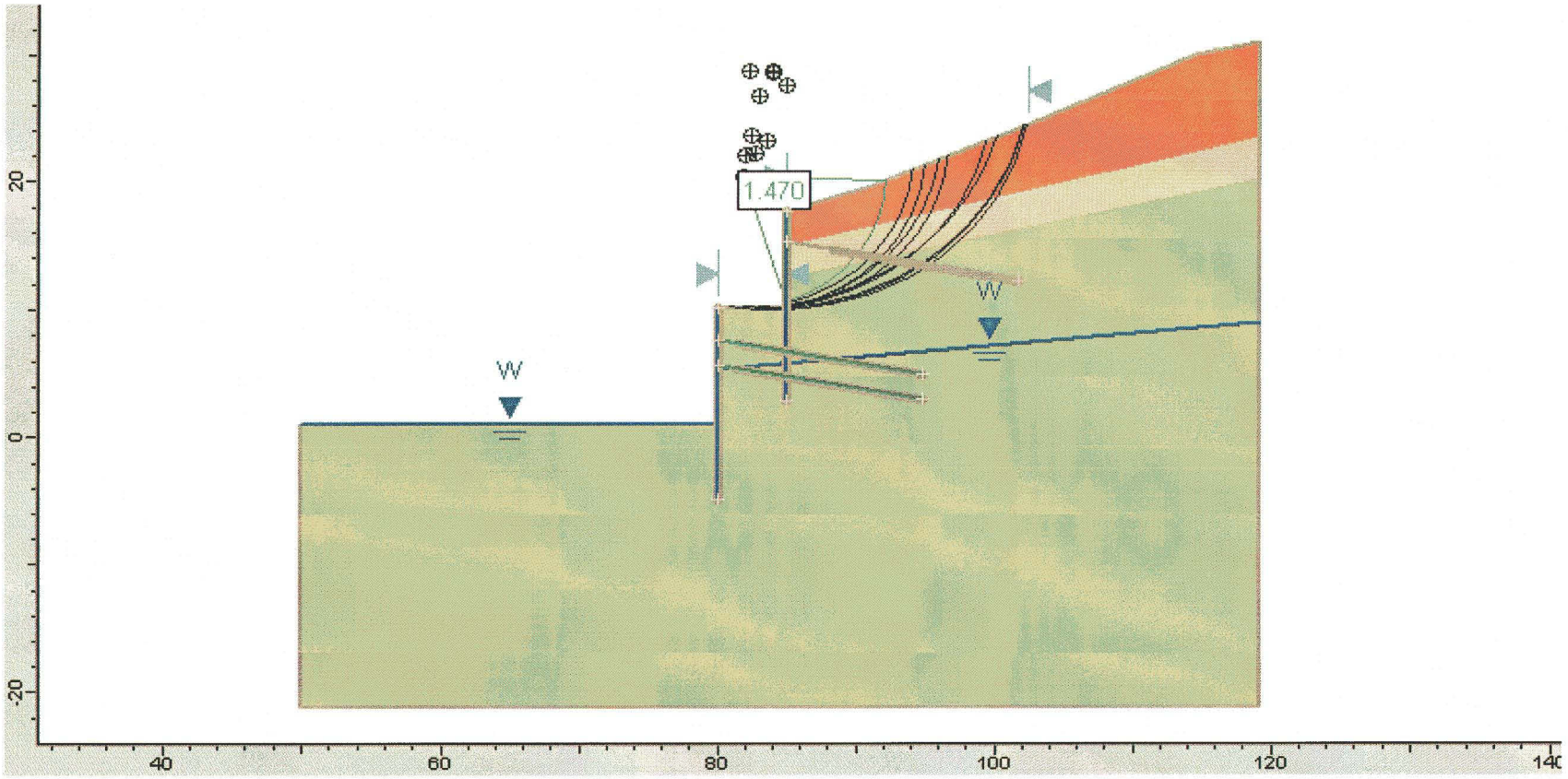


Figura 5A3 Soluzione con doppia berlinese - stabilità berlinese superiore

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.470
Janbu semplificato	1.509
Spencer	1.563
GLE	1.548
Janbu corretto	1.602

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3A2S.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.05
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 33.9 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24.3 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength :Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

Support: Support 3
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 80 percent
Out-of-Plane Spacing: 2.5 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength :Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

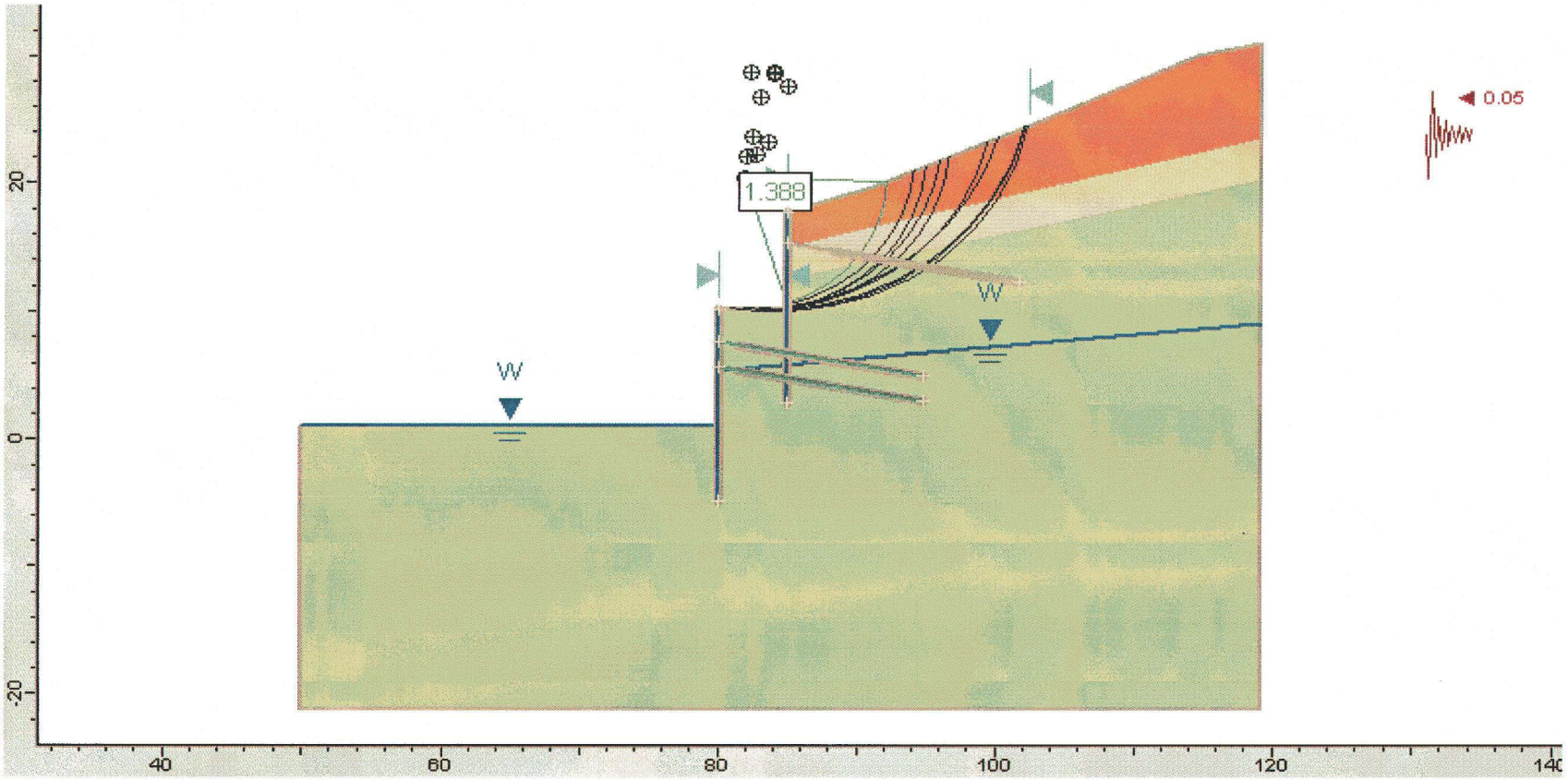


Figura 5A4 Soluzione con doppia berlinese - stabilità berlinese superiore con sisma

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.388
Janbu semplificato	1.383
Spencer	1.515
GLE	1.400
Janbu corretto	1.469

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3A3.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 33.9 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24.3 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

Support: Support 3
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.17 m

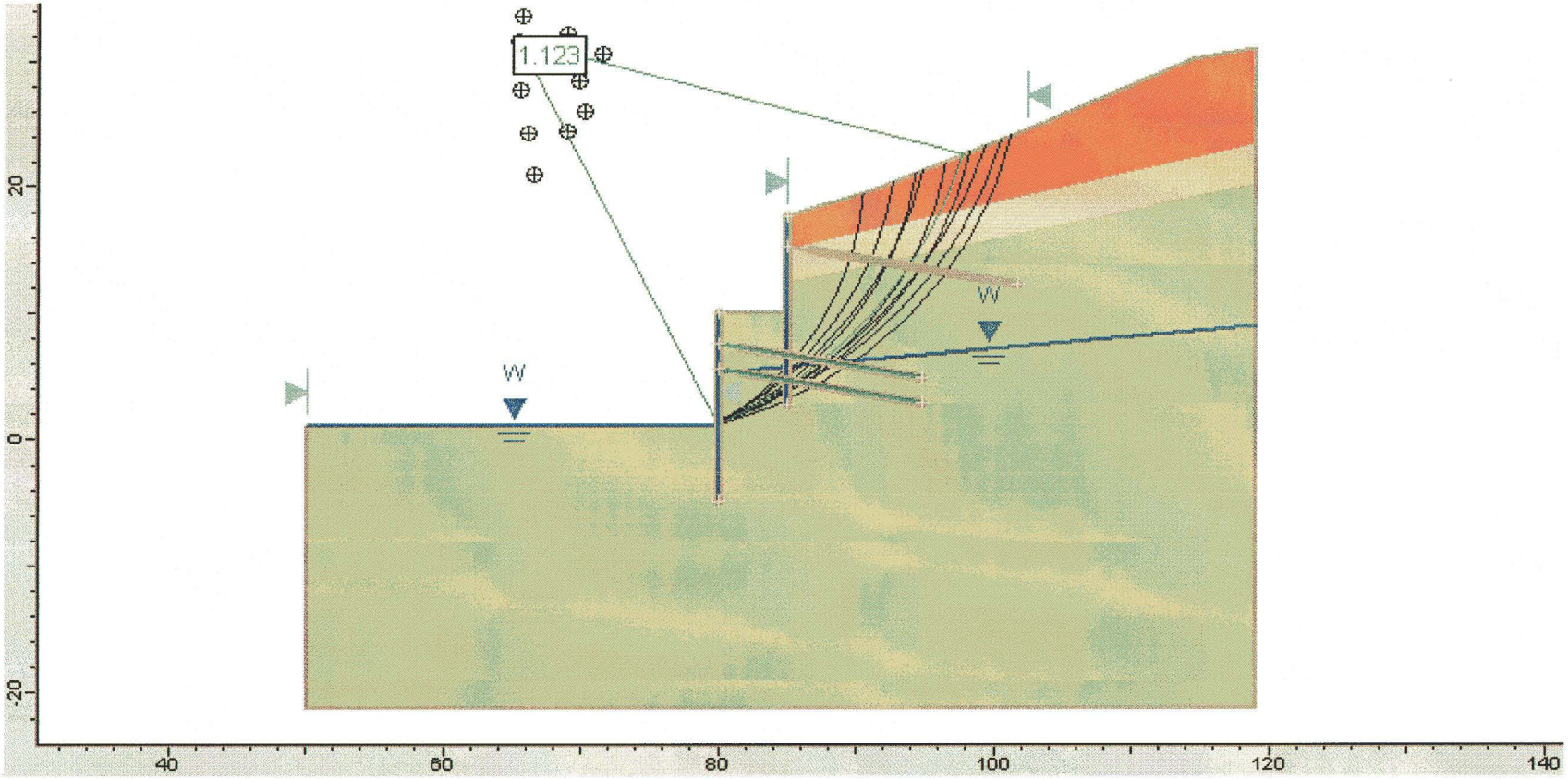


Figura 5A5 Soluzione con doppia berlinese - stabilità globale

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.123
Janbu semplificato	1.094
Spencer	1.113
GLE	1.114
Janbu corretto	1.149

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3A3S.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.05
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 33.9 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24.3 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

Support: Support 3
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.17 m

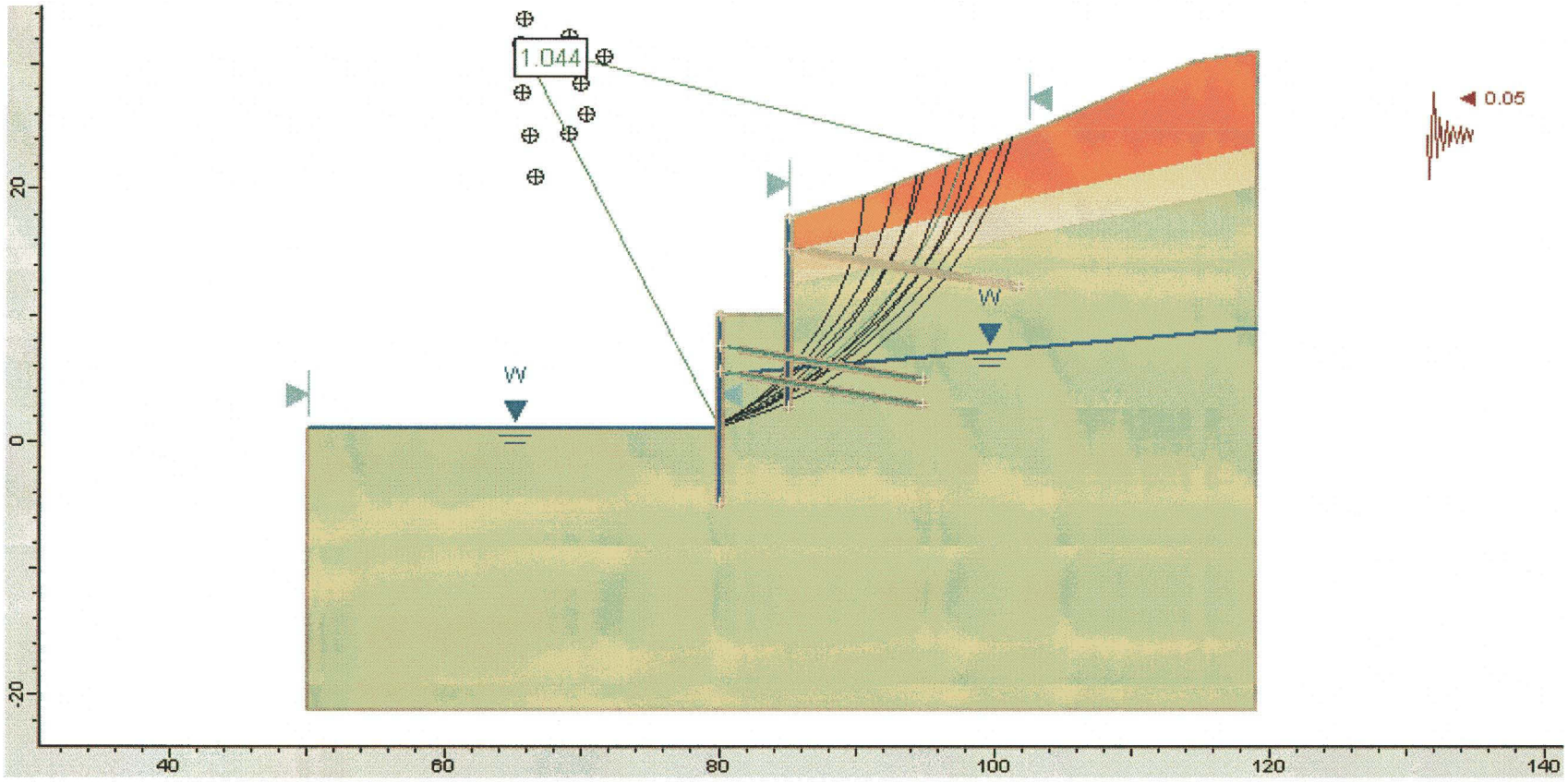


Figura 5A6 Soluzione con doppia berlinese - stabilità globale con sisma

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.044
Janbu semplificato	1.014
Spencer	1.060
GLE	1.050
Janbu corretto	1.052

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3B1.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 34 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

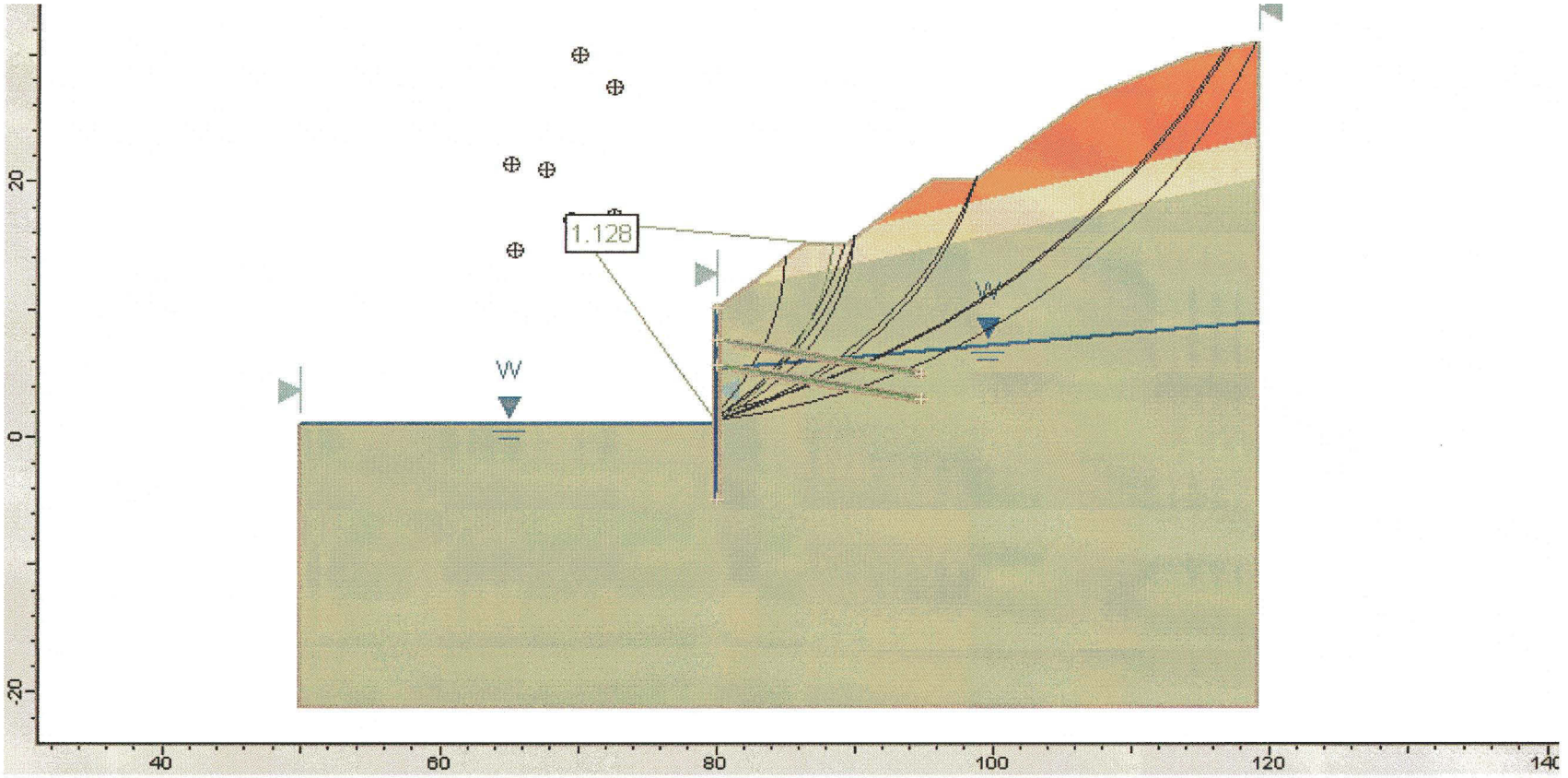


Figura 5B1 - Soluzione con berlinese e rimodellamento del pendio - Stabilità globale

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.128
Janbu semplificato	1.086
Spencer	1.149
GLE	1.144
Janbu corretto	1.144

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3B1S.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.05
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 34 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

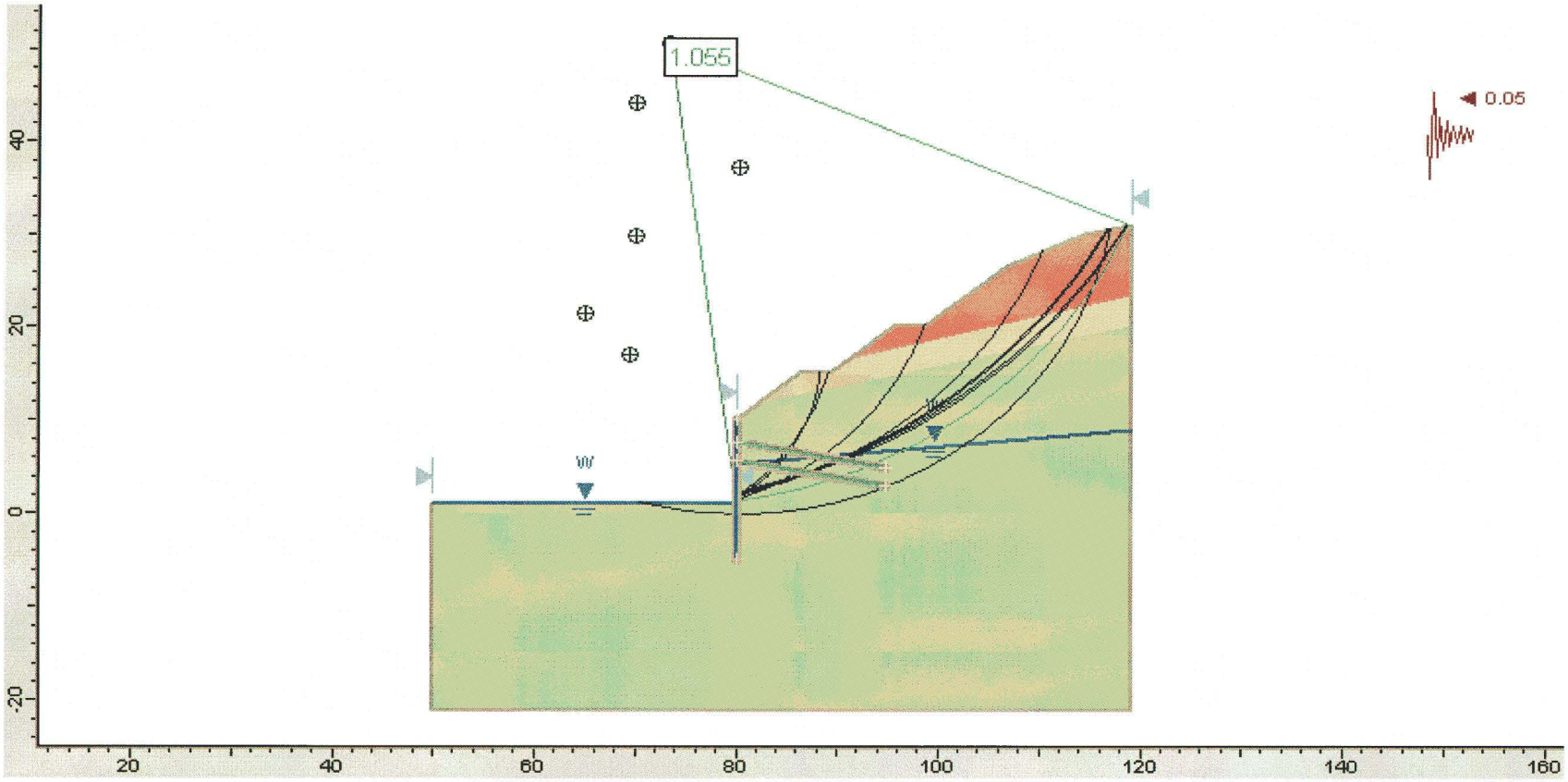


Figura 5B2 - Soluzione con berlinese e rimodellamento del pendio - Stabilità globale con sisma

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.055
Janbu semplificato	1.005
Spencer	1.048
GLE	1.045
Janbu corretto	1.032

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3B2.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 34 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

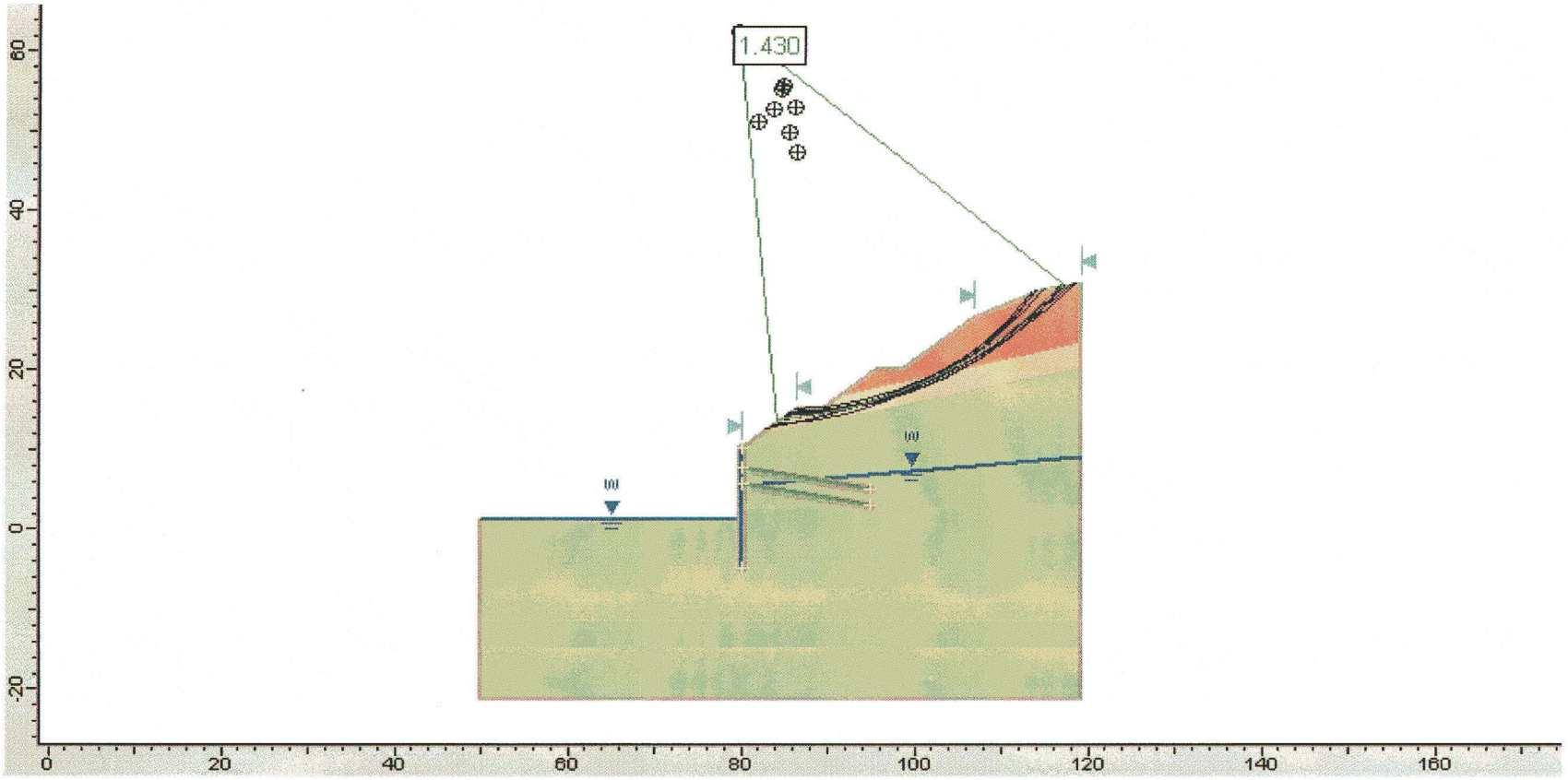


Figura 5B3 - Soluzione con berlinese e rimodellamento del pendio - Stabilità globale pendio

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.430
Janbu semplificato	1.387
Spencer	1.436
GLE	1.434
Janbu corretto	1.457

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3B2S.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.05
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 34 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

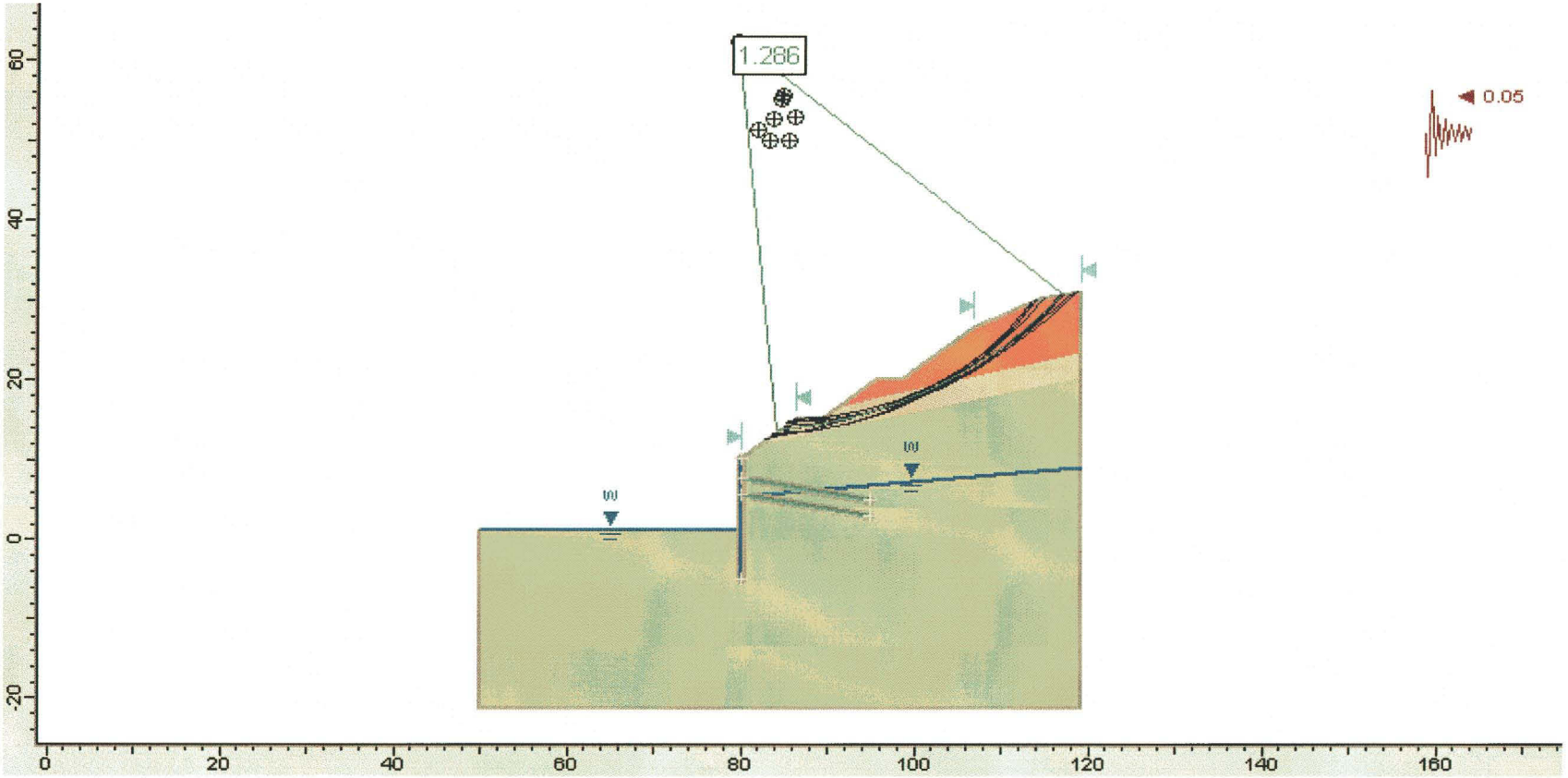


Figura 5B4 - Soluzione con berlinese e rimodellamento del pendio stabilità globale pendio con sisma

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.286
Janbu semplificato	1.246
Spencer	1.288
GLE	1.289
Janbu corretto	1.309

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3B3.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 34 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

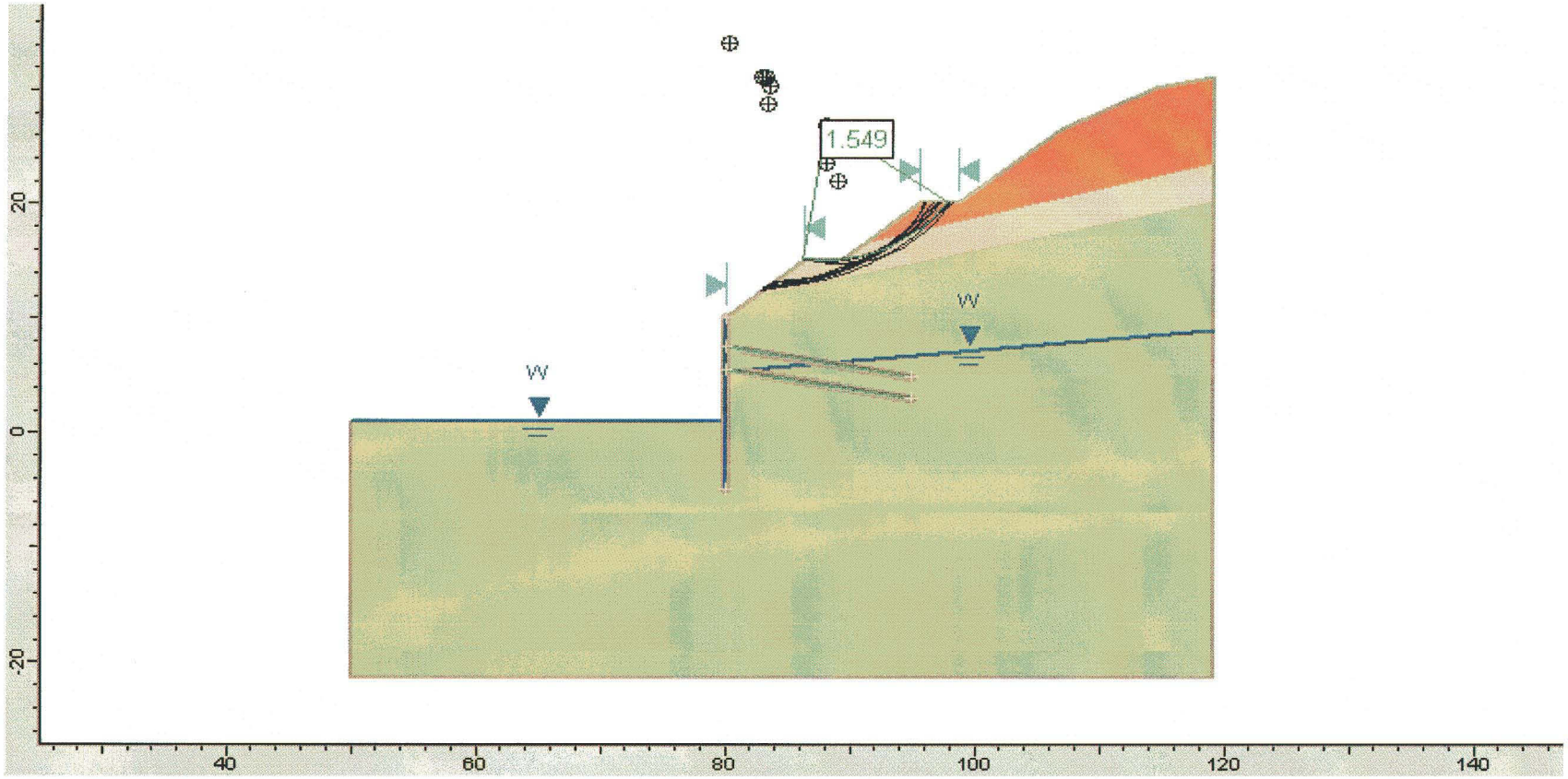


Figura 5B5 - Soluzione con berlinese e rimodellamento del pendio - stabilità locale pendio

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.549
Janbu semplificato	1.524
Spencer	1.549
GLE	1.552
Janbu corretto	1.607

Slide Analysis Information

Document Name

File Name: VERIFICA-PENDIO-3B3S.sli

Project Settings

Project Title: CENTRALE A BIOMASSE - FERRANIA
Failure Direction: Right to Left
Units of Measurement: SI Units
Pore Fluid Unit Weight: 9.81 KN/m3
Groundwater Method: Water Surfaces
Data Output: Standard

Analysis Methods

Analysis Methods used:
Bishop simplified
GLE with interslice force function: Half Sine
Janbu simplified
Janbu corrected
Spencer

Number of slices: 25
Tolerance: 0.005
Maximum number of iterations: 50

Surface Options

Surface Type: Circular
Radius increment: 10

Loading

Seismic Load Coefficient (Horizontal): 0.05
Seismic Load Coefficient (Vertical): 0

Material Properties

Material: COLTRE1
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 15 KPa
Friction Angle: 27.5 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: COLTRE2
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 20 KN/m3
Cohesion: 0 KPa
Friction Angle: 34 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Material: BEDROCK
Strength Type: Mohr-Coulomb
Unit Weight: 24 KN/m3
Cohesion: 32 KPa
Friction Angle: 24 degrees
Water Surface: Water Table
Hu value: automatically calculated

Support Properties

Support: Support 1
Support Type: Micro-Pile
Force Application: Passive
Out-of-Plane Spacing: 0.6 m
Pile Shear Strength: 20 KN

Support: Support 2
Support Type: Grouted Tieback (with friction)
Force Application: Active
Bond length: 90 percent
Out-of-Plane Spacing: 2 m
Tensile Capacity: 450 KN
Plate Capacity: 300 KN
Pullout Strength Material Dependent
Shear Strength Model: Linear
Grout Diameter: 0.15 m

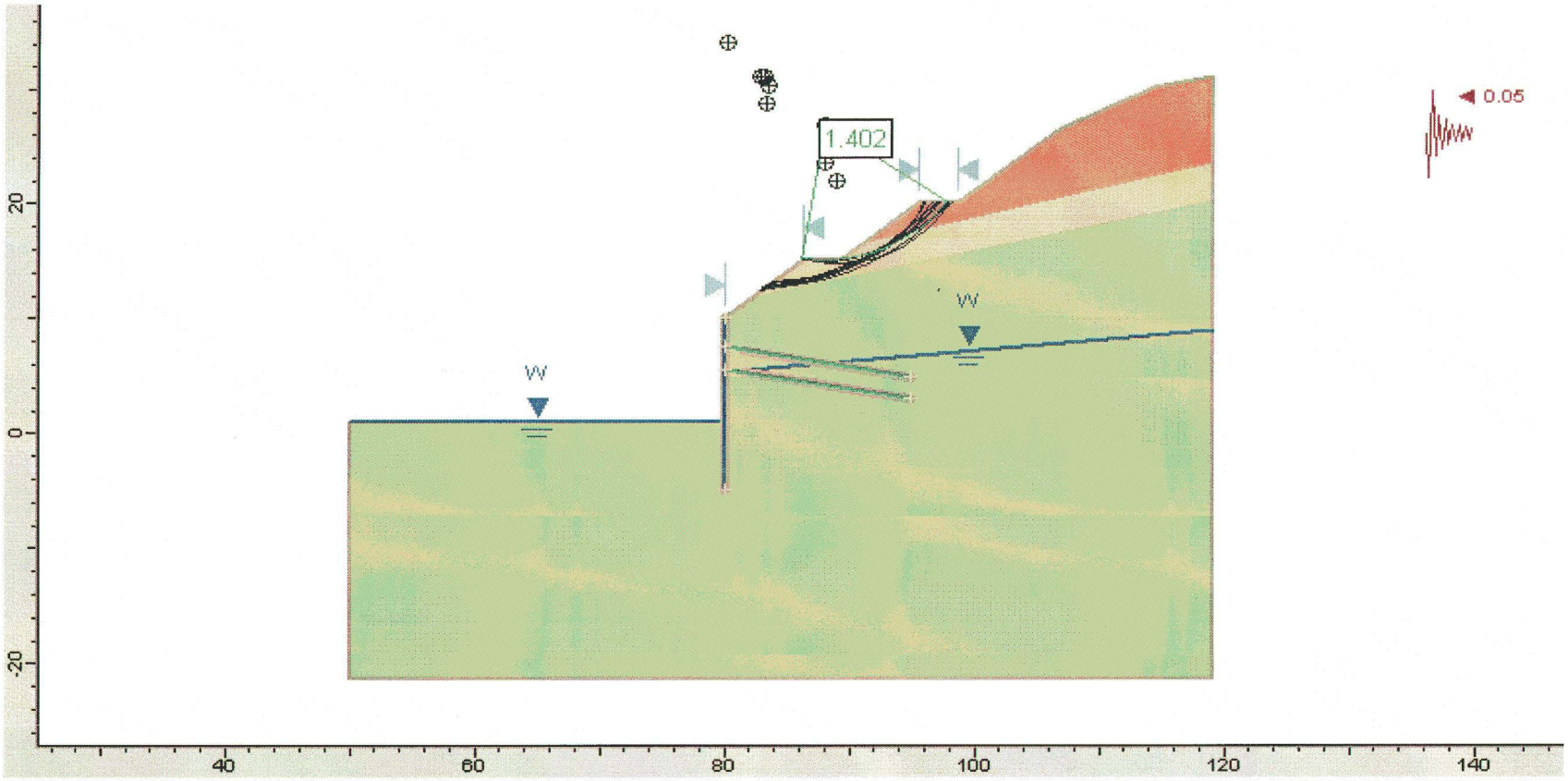


Figura 5B6 - Soluzione con berlinese e rimodellamento del pendio
Stabilità locale pendio con sisma

FATTORI DI SICUREZZA	
Bishop semplificato	1.402
Janbu semplificato	1.368
Spencer	1.398
GLE	1.405
Janbu corretto	1.436