

**STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO AI SENSI DEL D.M. 11.3.1988 E S.M.I.  
 COMPRENSIVO DELLE INTERAZIONI FRA LE PRINCIPALI OPERE E IL  
 TERRENO SUL QUALE INSISTONO**

*Relazione Tecnica*



*aprile 2010*



PROGETTO	Centrale a ciclo combinato da 400 MWe nel Porto industriale di Trieste
PROPONENTE	
COMMITTENTE	
PROGETTISTA	 Geosyntech srl Via Cicerone, 4 - 34133 Trieste  Società certificata ISO 9001:2000 n° IT07/1013 Dott. Geol. Carlo Alberto Masoli

## 1.0) PREMESSA

Nell'ambito del procedimento unico di cui alla L. n° 55/2002 e, più in generale, della istruttoria autorizzativa per il rilascio del giudizio di compatibilità ambientale ed autorizzazione integrata ambientale per la costruzione e l'esercizio della Centrale a ciclo combinato da 400 MWe proposta da Lucchini Energia nel porto industriale di Trieste, sono stati richiesti approfondimenti in merito agli aspetti geologici e geotecnici in merito all'area di interesse. Più specificamente, sono state richieste indagini geognostiche e prospezioni geofisiche integrative rispetto a quanto riportato negli elaborati progettuali inizialmente trasmessi (cfr. Relazione Geologica del marzo 2009); con nota Prot. n° 0007311/P dd. 20.10.2009, la Direzione Centrale Mobilità, Energia e Infrastrutture di Trasporto della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia ha, infatti, richiesto la redazione di uno *“Studio Geologico e Geotecnico ai sensi del D.M. 11.3.1988 e successiva circolare applicativa, comprensivo anche delle interazioni fra le principali opere e il terreno sul quale insistono. Nel caso di terreni carsificabili lo studio dovrà essere corredato da un estratto del “Catasto grotte”*.

Le analisi, i rilievi, le indagini e le prospezioni di conseguenza eseguite, hanno consentito l'identificazione e la definizione dell'assetto geolitologico, litostratigrafico, idrogeologico nonché di caratterizzazione geotecnica e sismica dell'area. Nella presente relazione, e negli elaborati grafici allegati, se ne presentano i principali risultati.

## **2.0) INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO**

### **2.1) *Inquadramento geografico***

Il sito di progetto è ubicato nell'ambito del Golfo di Trieste nella parte Nord-orientale della Baia di Muggia, all'interno del comprensorio industriale di Trieste, nella parte Sud-orientale dell'ex-discarica a mare di Via Errera. In questo comprensorio il Comune di Trieste ha realizzato negli anni '80 una discarica a mare, attualmente non più operativa, procedendo all'interramento dell'originario specchio d'acqua antistante l'area ex-Esso, con conseguente traslazione della linea di costa verso Sud. L'area di studio è compresa in parte dell'ex-discarica a mare e del suo antistante tratto di mare ed è delimitata verso Ovest dal Pontile di San Sabba, verso Est dal Termovalorizzatore dell'Acegas, mentre lungo il lato settentrionale dall'area ex-Esso.

### **2.2) *Inquadramento geomorfologico***

L'interramento, che costituisce il termine Sud-orientale dell'ex-discarica di Via Errera, presenta un'altimetria variabile con quote comprese tra lo zero marino e + 6.0÷7.0 m s.l.m.m nelle sue parti più elevate. Il limite settentrionale dell'ex-discarica corrisponde all'antica banchina della area ex-Esso, il cui andamento è tutt'ora visibile in più punti e presenta quote topografiche sub-pianeggianti, pari a circa + 3.0÷4.0 m s.l.m.m. Tale assetto topografico impedisce o rallenta il deflusso verso mare delle acque meteoriche e di infiltrazione, favorendone il ristagno laddove presenti materiali maggiormente fini ed impermeabili.

Il fronte verso mare del terrapieno presenta un'elevata pendenza, pari a circa 45° ed è caratterizzato da una scarpata formata da materiali inerti di origine varia; ai suoi piedi si sviluppa una ridotta spiaggia caratterizzata da ciottoli, ghiaie e blocchi, ampia pochi metri e soggetta alle escursioni di marea che, in coincidenza delle basse maree, mostra anche ampi tratti fangosi di fondale marino. L'area in esame non è interessata da fenomeni di dissesto idrogeologico o di instabilità geostatica di versante, essendo sub-pianeggiante e distante rispetto le modeste scarpate sub-verticali flyschoidi presenti a settentrione della stessa.

### 2.3) *Inquadramento geologico*

Le indagini e rilievi eseguiti, anche in epoche recenti, nel comprensorio in esame consentono di definire la successione litostratigrafica indicativa dell'area di progetto. I termini più superficiali presenti nell'area sono caratterizzati da materiali antropici di riporto, in prevalenza ciottoli e ghiaie in matrice limoso-sabbiosa, in cui sovente si rilevano materiali di vario genere, quali lateritici, plastici, vetrosi e sintetici. Soggiacente, si rileva la presenza di uno strato di sedimenti limoso-argillosi, con presenza di frammenti conchigliari e residui torbosi, di chiara origine marina. Tale successione di sedimenti marini, nel settore settentrionale, poggia direttamente sul basamento roccioso caratterizzato dal Flysch, mentre allontanandosi dalla costa si rilevano, con potenza via via maggiori, depositi ghiaiosi in matrice limoso-sabbiosa, interdigitati con livelli limoso-argillosi, prima di arrivare al bed-rock flyschoid.

Il substrato roccioso afferente alla *Formazione del Flysch triestino, (Eocene p.p.)*, è caratterizzato dall'alternanza di marne ed arenarie di età paleo genica, che determina gran parte delle morbide morfologie che collegano il Carso triestino con la linea di costa. Il Flysch triestino è una formazione marnoso-arenacea originatasi da fenomeni torbidity in ambiente di sedimentazione marino. Presenta rapporto variabile tra i litotipi marnoso ed arenaceo ed è in alternanza ritmica di sedimentazione, con la parte superiore alterata e degradata fino a perdere la propria struttura litoide; tale litologia è ben rappresentata nel territorio triestino, anche se complicata da notevoli variazioni di *facies* proprie dei diversi sottobacini di deposizione. Le arenarie sono prevalentemente delle calcareniti, caratterizzate da una matrice carbonatica con frazione detritica costituita, per lo più, da granuli di calcite, quarzo, altri silicati e resti di microfossili. Sono rocce molto dure, compatte e rigide il cui singolo provino di materiale è dotato di altissima resistenza meccanica. Le arenarie sono, in genere, nettamente stratificate con singoli strati aventi potenza variabile da centimetrica a pluridecimetrica.

Le marne hanno composizione mineralogica simile alle arenarie, ma si differenziano per una maggiore percentuale di carbonati a scapito degli altri componenti mineralogici, oltre alla presenza di resti organici fra i quali predominano i Foraminiferi. Inoltre, le marne, sovente fratturate nel tipico assetto "a cubetti", essendosi depositate in strati sottili, subiscono facilmente una sorta di desquamazione in piccole scaglie, specialmente nei casi in cui la

roccia è stata oggetto di intense deformazioni ad opera di stress tettonici. La circolazione idrica presente nelle fratture delle marne provoca un processo di solubilizzazione della frazione carbonatica, lasciando un residuo argilloso-limoso che costituisce, spesso, il materiale di riempimento delle fratture stesse, nonché la copertura pedologica dell'orizzonte più superficiale. Caratteristica importante delle marne è la forte igroscopicità; infatti, l'acqua d'imbibizione può giocare un ruolo fondamentale nel loro comportamento geomeccanico, con consistenti variazioni delle proprietà fisiche e delle caratteristiche di resistenza e deformabilità dell'ammasso roccioso.

#### **2.4) *Inquadramento idrogeologico***

Sotto il profilo idrologico, nell'area non sono state riconosciute aste idriche né perenni, né temporanee e non sono state individuate sorgenti o venute d'acqua. In merito alle acque superficiali, il bacino di alimentazione è molto ridotto e nella parte orientale scorre un'opera idraulica che convoglia le acque dalla vicina zona industriale.

L'assetto idrogeologico dell'area esaminata è condizionato dalla tipologia e dalle caratteristiche dei materiali antropici di riporto; infatti, in tali materiali ha sede una falda con linee di deflusso all'incirca perpendicolari rispetto la linea di costa, la cui quota piezometrica media è rappresentata dal livello medio mare ed il cui andamento all'interno di tali materiali può essere non lineare, causa l'elevato grado di disomogeneità degli stessi. I sedimenti limoso-argillosi presenti alla base dei materiali antropici di riporto, costituiscono il livello impermeabile di base di tale acquifero superficiale. Soggiacente a tale livello di sedimenti impermeabili limoso-argillosi sono presenti, nella parte meridionale dell'area, depositi ghiaiosi misti a frazioni limo-sabbiose in percentuali molto variabili; questi depositi ghiaiosi, negli strati a ridotta frazione di sedimenti fini, possono essere sede di livelli acquiferi leggermente artesiani, probabilmente legati al sistema idrogeologico del Torrente Rosandra.

Il Flysch, caratterizzante il bed-rock dell'area, sotto il profilo idrogeologico costituisce un livello impermeabile, anche se i termini più superficiali alterati, interessati da intenso grado di fratturazione, possono essere sede di scorrimenti idrici; la circolazione idrica all'interno delle diaclasi esistenti nell'assise rocciosa avviene lungo canalicoli e laminatoi e non origina, pertanto, una falda vera e propria, ma piuttosto un reticolo di deflusso.

### 3.0) INDAGINI ESEGUITE

Nell'area in oggetto è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche, consistita nell'esecuzione di n° 3 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo, spinti sino al raggiungimento dei primi metri del basamento roccioso, la cui ubicazione è meglio evidenziata negli elaborati allegati. Per l'esecuzione delle perforazioni, nei terreni soprastanti il basamento roccioso, è stato utilizzato un carotiere semplice avente diametro di 101 mm, che, una volta raggiunta la roccia integra, è stato sostituito con un carotiere doppio del diametro di 101 mm munito di corona widia; il sostegno del foro di perforazione è stato garantito mediante l'utilizzo di rivestimento metallico di diametro 127 mm. La perforazione è avvenuta a secco nei termini superficiali e sciolti, mentre è stata utilizzata acqua come fluido di circolazione in corrispondenza di elementi lapidei. Dei sondaggi eseguiti, n° 2 sono stati successivamente armati con tubo piezometrico per il monitoraggio del livello della falda. Per ogni sondaggio eseguito, sono state redatte le relative stratigrafie di perforazione identificative della litostratigrafia riconosciuta, comprensive della documentazione fotografica a colori, con indicazione della data, dell'Operatore, dell'attrezzatura utilizzata, delle relative coordinate topografiche e quota assoluta, nonché delle indicazioni delle prove eseguite in foro e profondità dei campionamenti eseguiti, di seguito allegate.

#### 3.1) Prove penetrometriche e scissometriche speditive

Sulle carote estratte sono state eseguite alcune prove speditive per mezzo di *Pocket Penetrometer* (penetrometro) e *Pocket Vane* (scissometro) per valutare la resistenza alla rottura ed al taglio dei terreni coesivi investigati. Le prove sono state eseguite sulla superficie fresca delle carote estratte, suddividendole in spezzoni, visivamente omogenei, di circa 50 cm, dai quali sono stati acquisiti n° 3 valori di resistenza, in seguito mediati e riferiti al punto medio della sezione. Il penetrometro tascabile è uno strumento che permette di ottenere i valori di resistenza alla compressione semplice *UCS* (*unconfined compressive strenght*); questi valori costituiscono un valido ausilio per la classificazione e la descrizione di un terreno e forniscono indicazioni preliminari riguardo la sua resistenza non drenata. Lo scissometro tascabile è uno strumento che permette di misurare la resistenza al taglio in assenza di drenaggio (*Su*) delle terre coesive.

Nella seguente tabella sono riportati i valori medi delle misure effettuate, comprensiva dell'identificativo del sondaggio e delle relative profondità di acquisizione.

<i>Sondaggio</i>	<i>Profondità (m dal p.c.)</i>	<i>Pocket Penetrometer (kPa)</i>	<i>Pocket Vane (kPa)</i>
SG1	-14.25	50	43
	-14.75	50	19
	-15.25	50	25
	-15.75	70	32
	-16.25	100	25
	-17.25	50	34
	-17.75	80	53
	-18.75	70	34
	-19.25	110	44
	-20.25	70	24
	-20.75	180	86
	-21.50	150	88
	-21.75	250	110
	-22.25	250	70
-22.75	600	63	
SG2	-21.25	100	59
	-21.75	50	27
	-22.25	80	34
	-22.75	130	48
	-23.25	170	94
	-23.75	100	60
	-24.25	150	120
	-24.75	250	116
	-25.25	200	82
	-32.30	480	230
	-32.75	500	160
	-33.20	450	135
	-33.50	500	210

SG3	-21.75	170	71
	-22.25	200	83
	-23.25	80	36
	-23.70	240	105
	-31.90	450	>240
	-32.25	470	188
	-32.50	350	178
	-33.75	120	60
	-34.25	80	45
	-36.25	250	112
	-36.75	130	117
	-38.25	170	91
	-38.75	160	94
	-39.50	130	77

### 3.2) Prove SPT

Nel corso delle attività di perforazione sono state eseguite, in terreni naturali a profondità variabili, n° 14 prove penetrometriche dinamiche in foro (*S.P.T.*).

La prova SPT (*Standard Penetration Test*) è un tipo di prova penetrometrica dinamica molto diffusa che permette di ricavare alcuni parametri geotecnici, tra i quali densità relativa, resistenza al taglio e deformabilità. Nel caso in esame, le n° 14 prove SPT sono state eseguite essenzialmente nei sedimenti fini e, su alcuni campioni ottenuti, sono state eseguite delle prove di laboratorio geotecnico consistenti in analisi granulometriche.

Nella seguente tabella sono riportati i risultati ottenuti dalle n° 14 prove SPT eseguite, con evidenziato l'identificativo della prova, la profondità investigata, il tipo di punta del campionatore, il numero di colpi per ciascun tratto di 15 cm ed il conseguente valore di  $N_{spt}$  ottenuto.

<b>SONDAGGIO SG1</b>		<b>N di colpi</b>	<b>NSPT</b>
S.P.T. n° 1	quota dal p.c. – 13.60 m (punta aperta)	2/3/36	39
S.P.T. n° 2	quota dal p.c. – 18.00 m (punta aperta)	1/2/3	5
S.P.T. n° 3	quota dal p.c. – 19.50 m (punta aperta)	7/7/8	15
S.P.T. n° 4	quota dal p.c. – 21.00 m (punta aperta)	6/11/13	24

<b>SONDAGGIO SG2</b>		<b>N di colpi</b>	<b>NSPT</b>
S.P.T. n° 1	quota dal p.c. – 22.50 m (punta aperta)	2/7/8	15
S.P.T. n° 2	quota dal p.c. – 23.70 m (punta aperta)	5/10/14	24
S.P.T. n° 3	quota dal p.c. – 25.40 m (punta aperta)	15/46/50	96
S.P.T. n° 4	quota dal p.c. – 27.00 m (punta aperta)	15/21/18	39
S.P.T. n° 5	quota dal p.c. – 28.80 m (punta aperta)	14/9/8	17

<b>SONDAGGIO SG3</b>		<b>N di colpi</b>	<b>NSPT</b>
S.P.T. n° 1	quota dal p.c. – 22.88 m (punta aperta)	7/9/11	20
S.P.T. n° 2	quota dal p.c. – 26.00 m (punta aperta)	18/22/20	42
S.P.T. n° 3	quota dal p.c. – 27.30 m (punta aperta)	21/32/31	63
S.P.T. n° 4	quota dal p.c. – 28.80 m (punta aperta)	21/31/31	62
S.P.T. n° 5	quota dal p.c. – 31.30 m (punta aperta)	23/35/44	79

### **3.3) Prelievo di campioni indisturbati**

Al fine di eseguire alcune prove di laboratorio geotecnico, sono stati prelevati n° 3 campioni indisturbati, uno da ciascun sondaggio svolto, rispettivamente a profondità di - 16.50 m dal p.c. in corrispondenza del sondaggio SG1, a profondità di - 21.50 m dal p.c. in corrispondenza del sondaggio SG2 ed a profondità di - 22.30 metri dal p.c. in corrispondenza del sondaggio SG3.

Nel caso in esame, in relazione alla litologia presente ed al fine di mantenere la struttura, la consistenza, il grado di addensamento e l'umidità proprie del terreno in situ, sono stati utilizzati campionatori a pareti sottili tipo *Shelby*, costituiti da tubi cilindrici in acciaio aventi spessore di 2 mm, diametro di 101 mm e lunghezza di circa 90-100 cm, infissi nel terreno senza strappi, a pressione e velocità costanti. I campioni così ottenuti sono stati

opportunamente sigillati alle estremità con paraffina e nastro adesivo ed, in seguito, siglati per mezzo di penna ad inchiostro indelebile con diciture relative all'identificativo del sondaggio e del campione, intervallo di profondità campionata e polarità del campione.

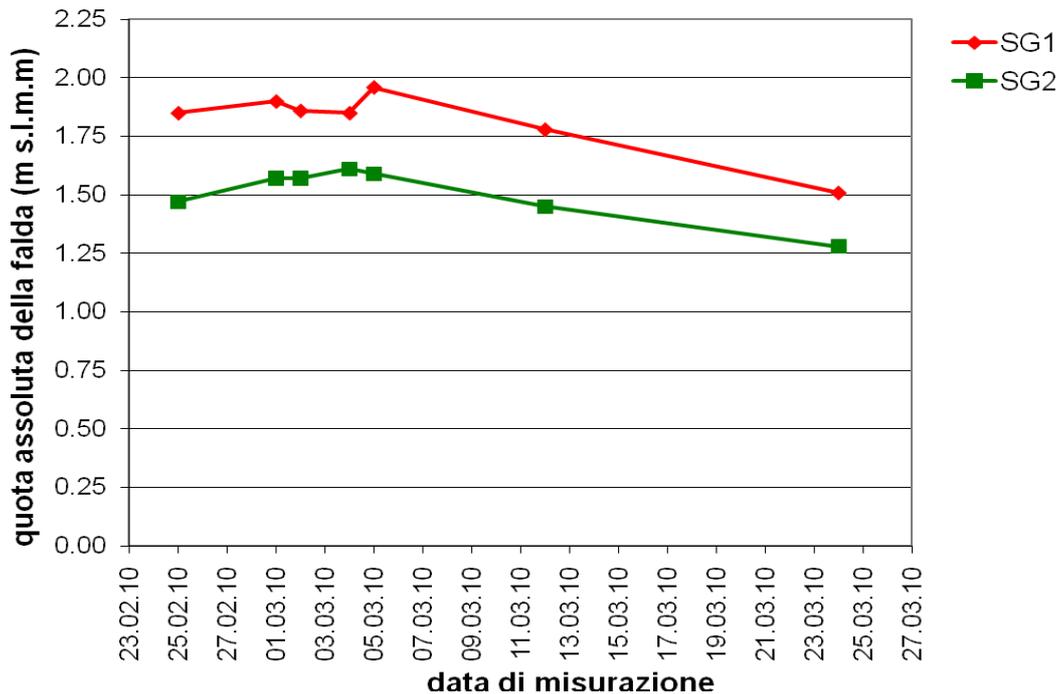
### 3.4) *Monitoraggio del livello piezometrico*

Per monitorare l'andamento della falda superficiale, i sondaggi SG1 ed SG2 sono stati armati con tubo piezometrico microfessurato e provvisti di chiusino metallico. In corrispondenza dei due tubi piezometrici posti in opera, è stata condotta una serie di misure del livello piezometrico mediante freatimetro. Le misure, espresse in quote assolute e riportate nella seguente tabella, evidenziano l'oscillazione della falda nel periodo di misura.

<b>MONITORAGGIO DEL LIVELLO PIEZOMETRICO</b>		
<i><b>Piezometro</b></i>	<i><b>Data di misura</b></i>	<i><b>quota falda (m s.l.m.m.)</b></i>
SG1	25/02/10	+ 1.85
	01/03/10	+ 1.90
	02/03/10	+ 1.86
	04/03/10	+ 1.85
	05/03/10	+ 1.96
	12/03/10	+ 1.78
	23/03/10	+ 1.51
SG2	25/02/10	+ 1.47
	01/03/10	+ 1.57
	02/03/10	+ 1.57
	04/03/10	+ 1.61
	05/03/10	+ 1.59
	12/03/10	+ 1.45
	23/03/10	+ 1.28

Successivamente, dai dati così rilevati, è stato elaborato il grafico sotto riportato, illustrativo della variazione della falda rispetto il periodo di monitoraggio.

### MONITORAGGIO DEL LIVELLO DELLA FALDA



Il grafico mostra la variazione del livello della falda in corrispondenza di ciascun piezometro ed evidenzia un chiaro andamento freatico che tende allo zero marino, meglio rilevabile dalle misure acquisite in corrispondenza del sondaggio SG1, ubicato verso terra, ed in corrispondenza del sondaggio SG2, ubicato verso mare. In tutte le misure si rilevano valori di soggiacenza della falda minori per SG1, più lontano dalla linea di costa rispetto a SG2.

Infine, è stata osservata la correlazione tra l'andamento del livello freatico ed il regime pluviometrico; le prime cinque misure sono state acquisite in periodi ad elevata piovosità, durante i quali l'apporto delle acque meteoriche ha influito positivamente sui livelli di falda misurati, mentre le ultime due corrispondono ad un intervallo di tempo con precipitazioni deboli o assenti, corrispondenti a livelli di falda in depressione.

#### 3.5) Georeferenziazione dei punti di sondaggio

Al fine di rilevare l'esatta ubicazione plano-altimetrica dei punti di sondaggio in coordinate e quote assolute Gauss-Boaga, è stato eseguito un rilievo topografico mediante strumentazione GPS in modalità *Real Time Kinematic (RTK)*. I dati così acquisiti sono stati successivamente

elaborati e verificati rispetto il sistema Gauss-Boaga/Roma 40 e rispetto il modello del geoide Italgeo2005. L'ubicazione dei punti di indagine così ottenuta è riportata negli allegati, mentre sono di seguito riportate le coordinate e le quote assolute rilevate per ogni punto di sondaggio.

<b>Sondaggio</b>	<b>Nord</b>	<b>Est</b>	<b>Quota (m s.l.m.)</b>
SG1	5051728.24	2426171.46	+ 6.13
SG2	5051647.21	2426167.03	+ 7.62
SG3	5051611.57	2426227.42	+ 6.91

### **3.6) Prospezioni sismiche**

Al fine di acquisire i necessari parametri di accelerazione sismica caratterizzanti i terreni presenti nell'area di progetto, sono stati eseguite alcune prospezioni geofisiche di tipo sismico con metodologia MASW in corrispondenza di due sondaggi, per definire i parametri relativi alle onde di taglio - onde "s" - nei primi 30.0 metri dal piano campagna.

#### **3.6.1) Prospezioni sismiche onde "s"**

La tecnica MASW, come altre analoghe metodologie geofisiche, si basa sul principio che a seguito di energizzazione del suolo, la quasi totalità dell'energia trasmessa nel terreno si propaga tramite onde "s", con velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa; tale principio, detto di dispersione, consente di caratterizzare il fenomeno attraverso la curva di dispersione che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Mediante l'analisi spettrale dei sismogrammi registrati in campagna, si ottiene un grafico velocità di fase-frequenza in cui si può distinguere il moto fondamentale delle onde di superficie, da cui ricavare la curva di dispersione e, per successiva inversione, il profilo delle onde "s". La tecnica MASW, che prevede l'utilizzo di un modello stratigrafico teorico senza variazioni laterali e che non consente variazioni significative di quota fra i geofoni, fornisce per ogni profilo acquisito una stratigrafia puntuale delle onde "s".

#### **3.6.2) Operazioni di campagna**

Per le operazioni di energizzazione del terreno è stata utilizzata una massa battente del peso di 5 kg. I segnali sono stati registrati mediante un sismografo Summit con 24 bit di risoluzione, equipaggiato con memoria solida, 24 canali di ingresso e alimentazione esterna (12 V),

mentre i geofoni utilizzati hanno frequenza propria pari a 4.5 Hz. L'ubicazione e la geometria dei due stendi menti è meglio evidenziata negli elaborati allegati. I parametri di acquisizione sono stati mantenuti costanti per tutte le due aree d'indagine, definite Base 1 e Base 2. Al fine di ottenere una sufficiente precisione dei dati nei primi 30 metri di terreno, è stata adottata una distanza di interasse geofonico minore, pari a 3.5 m nella Base 1, maggiore, pari a 4.0 m, nella Base 2 dove il basamento roccioso risulta più profondo. Le energizzazioni sono state eseguite ai due estremi degli stendimenti a distanze variabili. Di seguito è riportata la geometria ed i parametri di acquisizione per entrambi gli stendimenti.

#### **BASE 1 - BASE 2**

- Numero canali	24
- Distanza tra i canali	3.5-4.0 m
- Geofoni per canale e frequenza	1/4.5 Hz
- Lunghezza dello stendimento	80.5 - 92 m
- Numero punti di energizzazione	2
- Intervallo di campionamento	0.5 ms
- Lunghezza del record	1000 ms

La geometria delle energizzazioni è di seguito riportata:

#### **BASE 1**

SP1- 10.0 m da G1    SP2+ 10.0 m da G24

#### **BASE 2**

SP1- 12.0 m da G1    SP2- 12.0 m da G24

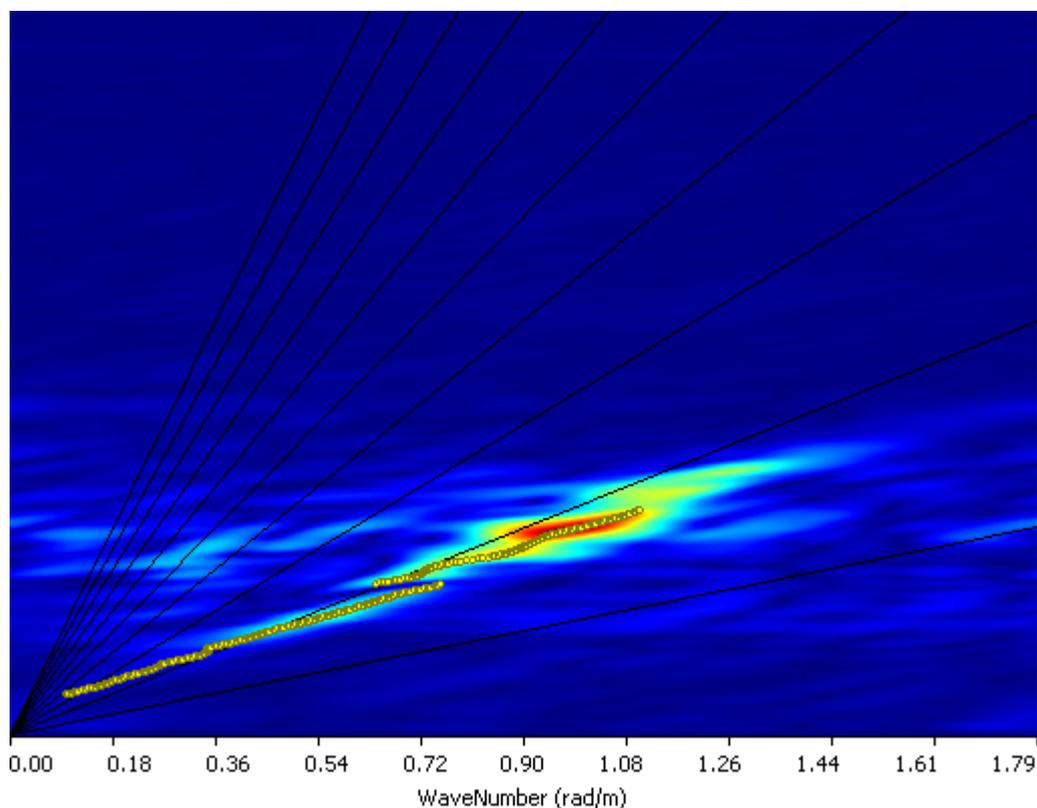
Per ogni punto di energizzazione sono stati acquisiti una decina di sismogrammi.

#### *3.6.3) Elaborazione dei dati*

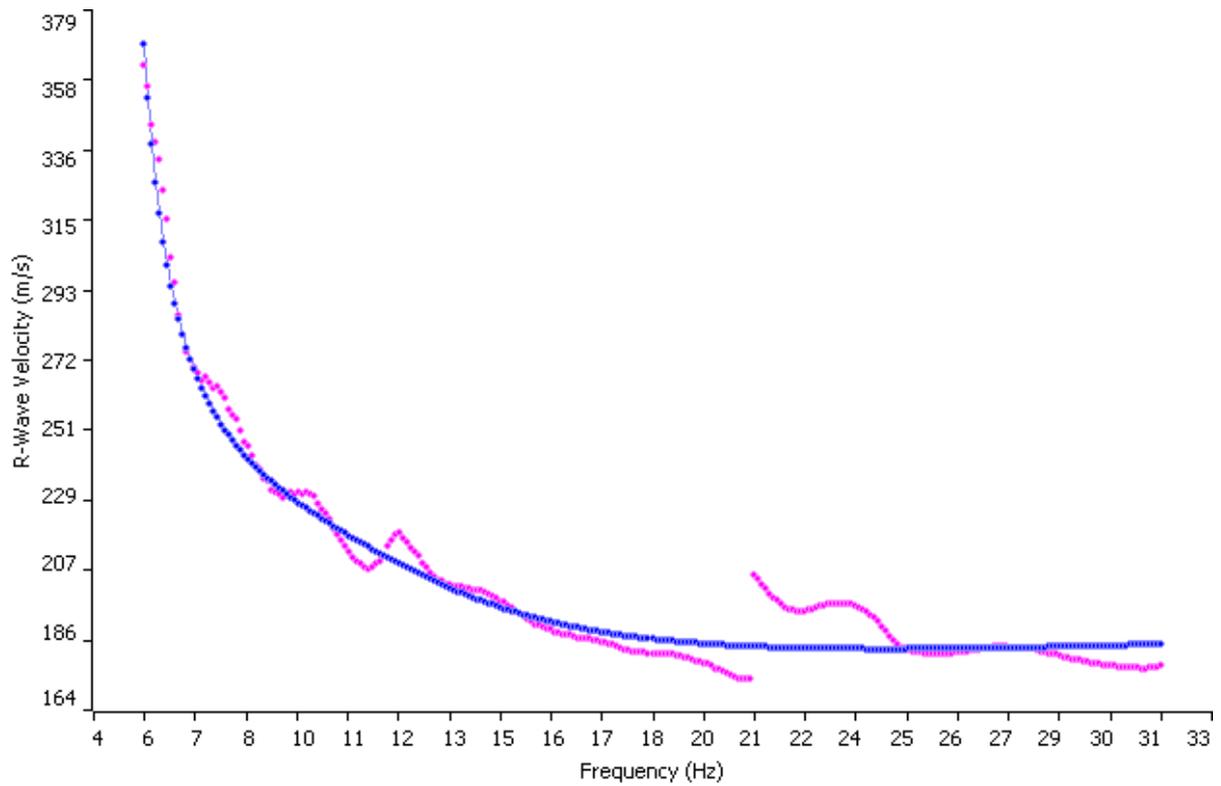
I dati acquisiti in campagna sono stati trasferiti su Personal Computer ed i sismogrammi delle due Basi sismiche sono state singolarmente elaborati con il programma *SWAN*, mediante le seguenti attività di elaborazione ed interpretazione:

- fase di *pre-processing* per migliorare la qualità dei dati e generare, dai vari acquisiti, un unico sismogramma medio per ogni Base;
- conversione dal sismogramma al dominio spettrale mediante trasformata FK;
- estrazione della curva di dispersione sperimentale mediante interpretazione dello spettro FK;
- inversione, ovvero generazione di un modello sintetico cui associare una curva di dispersione teorica, ben sovrapposta a quella sperimentale.

La presenza di impianti per la vagliatura e frantumazione di materiale lapideo nelle vicinanze dell'area di rilievo, ha determinato una generale rumorosità di fondo, particolarmente presente durante alcune acquisizioni, con conseguente necessità di eseguire operazioni di filtraggio preliminare dei dati. Nel complesso, i dati sono risultati discreti e l'elaborazione dei profili velocità delle onde "s" ha evidenziato un generale aumento della stessa rispetto la profondità, con un *range* di valori compreso fra 150 e 1.100 m/s. Di seguito sono riportati i diagrammi relativi alle curve di dispersione teorica e misurata, con il rispettivo profilo velocità calcolato per i due siti indagati; inoltre, a titolo esemplificativo, è riportato lo spettro FK di uno stendimento.



### BASE 1



Curve di dispersione Base 1

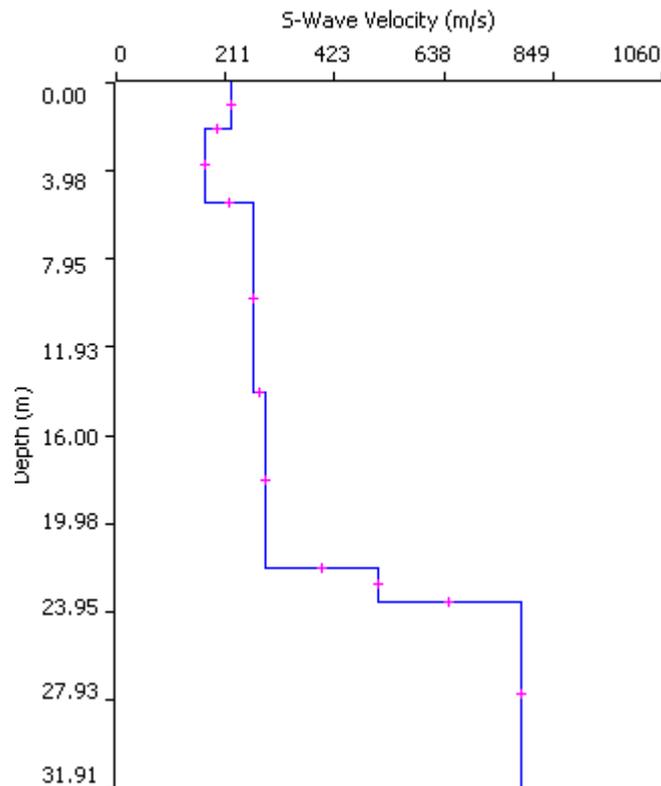
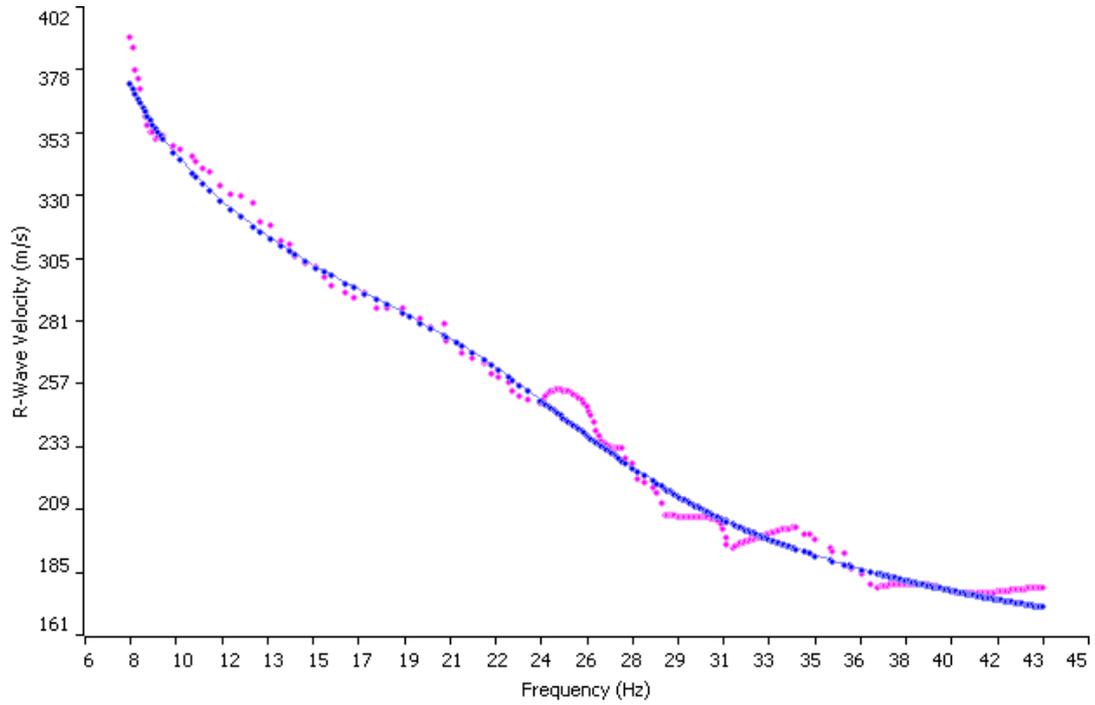


Diagramma velocità onde "s" Base 1

## BASE 2



Curve di dispersione Base 2

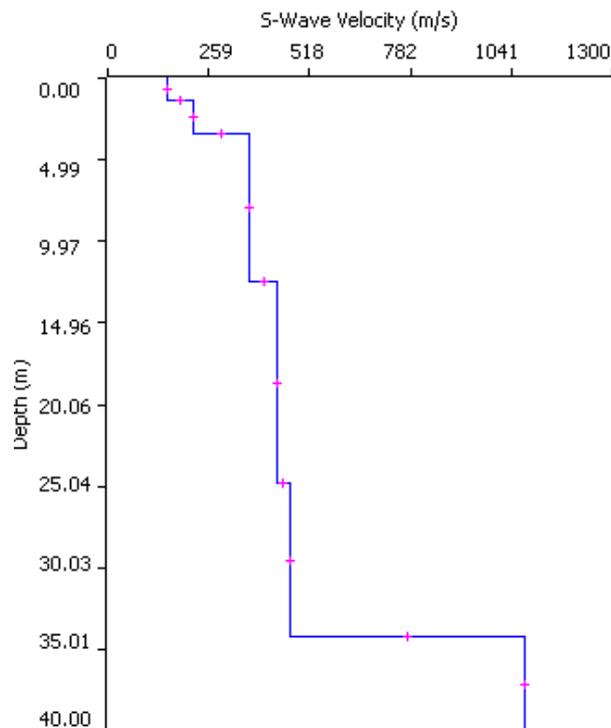


Diagramma velocità onde "s" Base 2

### 3.7) *Categorie di sottosuolo*

E' di seguito riportata la tabella riassuntiva delle velocità e degli spessori delle onde "s" elaborate per i due stendimenti, unitamente al valore delle  $V_{S30}$  calcolato secondo:

$$V_{S30} = 30 / \sum h_i / V_{S_i} \quad \text{con } i = 1, N$$

<b>BASE 1</b>			
<i>Thickness (m)</i>	<i>Depth (m)</i>	<i>Vs (m/s)</i>	<i>V<sub>S30</sub> (m/s)</i>
2.05	0	223	<b>300</b>
3.34	2.05	172	
8.64	5.40	265	
7.91	14.04	290	
1.51	21.95	510	
	23.47	785	

<b>BASE 2</b>			
<i>Thickness (m)</i>	<i>Depth (m)</i>	<i>Vs (m/s)</i>	<i>V<sub>S30</sub> (m/s)</i>
1.40	0	155	<b>364</b>
2.03	1.40	220	
9.02	3.43	366	
12.36	12.46	436	
9.41	24.82	468	
	34.24	1075	

Pertanto, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, sulla base delle indagini svolte, i terreni in esame presentano velocità  $V_{S30}$  comprese tra 300÷364 m/s che, in relazione alle nuove categorie di suoli fondazionali di cui al D.M. 14.01.2008, sono ascrivibili alla *Categoria C – Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* aventi valori di  $V_{S30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

#### 4.0) ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

Durante lo svolgimento delle indagini geognostiche, sono stati prelevati alcuni campioni indisturbati dai sedimenti limoso-argillosi che caratterizzano i primi metri di terreno naturale, mentre non è stato possibile campionare gli altri sedimenti per la presenza di frazioni grossolane. Al fine di determinare i principali parametri geotecnici dei terreni interessati dall'opera e sulla base delle problematiche tecnico-fondazionali relative alla sua realizzazione, sono state eseguite, su tutti campioni indisturbati prelevati, delle analisi geotecniche di laboratorio per la determinazione dei seguenti principali parametri:

- *Umidità naturale*
- *Peso di volume apparente*
- *Peso specifico dei granuli*
- *Indice dei vuoti*
- *Grado di saturazione*
- *Analisi Granulometrica per vagliatura e sedimentazione*
- *Limiti di Atterberg*
- *Prova di consolidazione edometrica*

Inoltre, sui campioni SG1-C1 ed SG3-C1 è stata eseguita la *prova di compressione triassiale consolidata drenata* (CID), secondo indicazioni AGI, 1994, mentre sul campione SG2-C1 è stata eseguita una *prova di taglio diretto* in accordo con quanto indicato dall'AGI, 1994. Infine, su alcuni campioni semi-disturbati prelevati durante le prove SPT, sono state eseguite delle analisi granulometriche.

Sono di seguito riportate le tabelle riassuntive dei principali parametri geotecnici rilevati nel corso delle analisi di laboratorio svolte, mentre negli allegati sono riportati i verbali delle prove così eseguite.

<i>Campione</i>	<i>Profondità di prelievo</i>
SG1 - C1	da - 16.50 a - 17.05 m dal p.c.
SG2 - C1	da - 20.50 a - 21.07 m dal p.c.
SG3 - C1	da - 22.30 a - 22.88 m dal p.c.

<i>Tipo di analisi</i>	<i>Parametri</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Campione</i>		
			<b>SG1-C1</b>	<b>SG2-C1</b>	<b>SG3-C1</b>
<i>Limiti di Atterberg</i>	<i>Limite liquido</i>	%	58	55	60
	<i>Limite plastico</i>	%	26	24	28
	<i>Indice di plasticità</i>	%	32	31	32
<i>Determinazioni congiunte</i>	<i>Umidità</i>	%	39.4	36.5	30.6
	<i>Peso di volume apparente</i>	$kN/m^3$	17.85	18.12	18.54
	<i>Peso specifico</i>	$kN/m^3$	2.74	2.72	2.67
	<i>Indice dei vuoti</i>	/	1.101	1.008	0.847
	<i>Porosità</i>	%	52.4	50.2	45.9
	<i>Saturazione</i>	%	98.2	98.5	96.6
	<i>Peso di volume secco</i>	$kN/m^3$	12.80	13.27	14.20
<i>Analisi granulometrica</i>	<i>Ghiaia</i>	%	0	0	0
	<i>Sabbia</i>	%	1.6	0.9	10.1
	<i>Limo</i>	%	57.2	55.6	48.0
	<i>Argilla</i>	%	41.2	43.5	41.9

La seguente tabella riporta i risultati della prova di consolidazione edometrica eseguita sui tre campioni indisturbati.

<i>Campione</i>	<i>Intervallo di carico (kPa)</i>	<i>Coefficiente di consolidazione Cv (cm<sup>2</sup>/min)</i>	<i>Coefficiente di compressibilità mv (MPa<sup>-1</sup>)</i>	<i>Coefficiente di permeabilità K (m/sec)</i>
SG1 - C1	0 - 12.5	0.094344	0.32	4.93E-10
	12.5 - 25	N.D.	0.52	N.D.
	25 - 50	N.D.	0.5	N.D.
	50 - 100	0.012947	0.48	1.02E-10
	100 - 200	0.003047	0.355	1.77E-11
	200 - 400	0.009992	0.2125	3.47E-11
	400 - 800	0.008122	0.12	1.59E-11
	800 - 1600	0.011035	0.06375	1.15E-11
	1600 - 3200	0.011578	0.03	5.67E-12
SG2 - C1	0 - 12.5	0.094225	0.36	5.54E-10
	12.5 - 25	0.000632	0.52	5.37E-12
	25 - 50	0.000807	0.5	6.59E-12
	50 - 100	0.003253	0.41	2.18E-11
	100 - 200	0.003047	0.265	1.32E-11
	200 - 400	0.005708	0.17	1.58E-11
	400 - 800	0.005072	0.10125	8.39E-12
	800 - 1600	0.005703	0.055	5.12E-12
	1600 - 3200	0.009055	0.028438	4.21E-12
SG3 - C1	0 - 12.5	0.034774	0.16	9.09E-11
	12.5 - 25	0.069267	0.28	3.17E-10
	25 - 50	0.012531	0.3	6.14E-11
	50 - 100	0.010581	0.29	5.01E-11
	100 - 200	0.003047	0.215	1.07E-11
	200 - 400	0.011622	0.155	2.94E-11
	400 - 800	0.006364	0.0975	1.01E-11
	800 - 1600	0.006259	0.05375	5.49E-12
	1600 - 3200	0.007799	0.030938	3.94E-12

Di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei dati ottenuti dalle prove di compressione triassiale consolidata drenata (CID) eseguite sui campioni SG1-C1 ed SG3-C1, oltre a quelli relativi alla prova di taglio diretto effettuata sul campione SG2-C1.

<b>Campione</b>	<b>Tipo di prova</b>	<b>Coesione efficace <math>c'</math> (<math>kN/m^2</math>)</b>	<b>Angolo di attrito interno efficace <math>\phi'</math> (<math>^\circ</math>)</b>
SG1 - C1	<i>Compressione triassiale consolidata drenata (CID)</i>	24	21
SG3 - C1		19	25
SG2 - C1	<i>Taglio diretto</i>	18	25.2

Infine, sono riportati nella seguente tabella i risultati delle analisi granulometriche eseguite sui campioni semi-disturbati prelevati dalle prove SPT.

<b>Campione</b>	<b>Profondità (m dal p.c.)</b>	<b>Ghiaia (%)</b>	<b>Sabbia (%)</b>	<b>Limo (%)</b>	<b>Argilla (%)</b>
SG1 - SPT4	21.00 - 21.33	1.4	6.2	38.1	54.3
SG2 - SPT3	25.40 - 25.78	26.3	11.6	30.1	32
SG3 - SPT1	22.88 - 23.18	1.7	4.4	50.9	43
SG3 - SPT2	26.00 - 26.30	70.3	16.2	8.2	5.3
SG3 - SPT4	28.80 - 29.08	30.4	8.4	42.9	18.3

L'incrocio dei dati granulometrici dei campioni indisturbati con quelli derivati dall'analisi dei campioni semi-disturbati delle prove SPT, mostra una buona omogeneità per i campioni prelevati nei livelli limoso-argillosi, mentre variabilità granulometrica per quanto ai livelli ghiaioso-sabbiosi, con componente limoso-argillosa in proporzione variabile.

Dal punto di vista tessiturale, in base al criterio elaborato dall'AGI nel 1977, i campioni prelevati possono essere definiti come *limi con argille* per quanto ai campioni SG1-C1, SG2-C1 e SG3-SPT1, come *limo con argilla, debolmente sabbioso* per quanto al campione SG3-C1, come *argilla con limo debolmente sabbiosa* per quanto al campione SG1-SPT4.

L'aumento della frazione grossolana negli strati soggiacenti i termini limoso-argillosi caratterizzanti il primo livello della successione naturale, è chiaramente evidenziata dalle analisi granulometriche di parte dei campioni prelevati durante le prove SPT; in particolare, i campioni prelevati sono classificabili come *argilla con limo e ghiaia, sabbiosa* per quanto al campione SG2-SPT3, come *ghiaia sabbiosa debolmente limosa* per quanto al campione SG3-SPT2 e come *limo con ghiaia, argilloso debolmente sabbioso* per il campione SG3-SPT4.

Infine, dai risultati delle prove di compressione edometrica eseguite sui campioni indisturbati, i valori dei coefficienti di permeabilità per i differenti intervalli di carico mostrano una sostanziale impermeabilità del livello limoso-argilloso; infatti, i valori di permeabilità  $k$  misurati sono sempre maggiori di  $10^{-9}$  m/s.

## 5.0) LITOSTRATIGRAFIA DI RIFERIMENTO DELL'AREA

L'evidenza dei dati acquisiti durante la campagna di indagini geognostiche svolta, unitamente agli studi precedentemente condotti in tale comprensorio (cfr. Relazione Geologica del marzo 2009), hanno consentito di identificare e definire la seguente successione litostratigrafica di riferimento per l'area in esame, meglio evidenziato nelle allegate sezioni geologico-interpretative A-A' e B-B':

1. *Materiali antropici di riporto*
2. *Argille limose e limi argillosi*
3. *Ghiaie con sabbie e limi, talora con presenza di ciottoli*
4. *Limi e argille, ghiaiosi talora sabbiosi*
5. *Flysch alterato*
6. *Flysch integro o poco alterato*

Essendo l'area d'intervento composta da una parte a terra ed una a mare, la stratigrafia soprariportata è relativa alla parte a terra, mentre per il tratto a mare la successione è presente dalle argille limose e limi argillosi (2), che costituiscono il fondale marino.

Preme evidenziare che, relativamente ai sedimenti 3 e 4, la distinzione litostratigrafica sopra riportata rappresenta una generalizzazione dell'assetto stratigrafico reale e che questi corpi sedimentari presentano spesso locali variazioni, proprie della presenza di livelli e lenti a differenti caratteristiche granulometriche. Inoltre, la distinzione tra Flysch alterato e Flysch integro non è stata riportata nelle allegate sezioni geologico-interpretative, causa la graduale e non evidente differenziazione con i sovrastati sedimenti limo-argillosi, caratterizzati dalla presenza di ghiaia, ciottoli e sabbia.

### 5.1) *Materiali antropici di riporto*

Materiali accumulati nell'area ad opera di attività antropiche svolte e finalizzate alla realizzazione dell'interramento dello specchio acqueo esistente all'epoca; sono depositi eterogranulari che variano arealmente e stratigraficamente, costituiti in prevalenza da ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso-limosa, con sovente associati materiali di vario genere, quali

residui lateritici, frammenti di legno, materiali plastici, vetrosi, ceramici e sintetici. I sondaggi eseguiti mostrano la presenza di livelli più limosi, principalmente localizzati alla base del cuneo di materiali, che testimoniano il grado di eterogeneità del deposito investigato. Sulla base dei dati esistenti, si può stimare che la potenza dei materiali antropici di riporto è compresa tra 14.0 e 22.0 m, con gli spessori minori rilevati nel settore settentrionale dell'area di progetto.

### **5.2) Argille limose e limi argillosi**

Il primo termine della successione naturale, presente al di sotto dei materiali antropici di riporto, è caratterizzato da uno strato di sedimenti limo-argillosi, di chiara origine marina, probabilmente attribuibili alle fasi trasgressive post-glaciali; in tali sedimenti, talvolta alternati a sottili orizzonti centimetrici sabbiosi, si rinvencono residui conchigliari ed isolate intercalazioni torbose di colore marrone. Nel loro insieme presentano tonalità di colore che vanno dal grigio al grigio-verdastro e consistenza variabile da poco consistente a consistente. La potenza di questi sedimenti è molto variabile, con valori di 3.0 a 8.0 m nell'area a terra e potenze maggiori nella parte a mare. Le variazioni di spessore di questi sedimenti è da imputare allo sversamento dei materiali antropici che, oltre a costiparli, li ha dislocati. La pressione litostatica esercitata dal soprastante cuneo di materiali antropici di riporto su tali sedimenti, originariamente caratterizzati da comportamento essenzialmente plastico, ha determinato una riduzione di volume ed un aumento di consistenza.

### **5.3) Ghiaie con sabbie e limi, talora con presenza di ciottoli**

E' uno strato di depositi alluvionali caratterizzati principalmente da ghiaie, generalmente di natura calcarea, aventi forma da subangolare a subarrotondata e dimensioni da 0.5 a 4.0 cm, i cui vuoti, che costituiscono lo "scheletro", sono prevalentemente riempiti da sabbie e limi; la colorazione nell'insieme varia dal grigio-verdastro al marrone-nocciola. Talora sono anche presenti ciottoli calcarei, di forma subangolare e diametro fino a 7.0 cm o locali livelli centimetrici sabbiosi e limosi; la potenza complessiva di questi sedimenti è di 6.0÷8.0 m. Tale strato è interpretabile come un insieme di lenti ghiaiose, di origine continentale, accumulate probabilmente a seguito di cicli di regressione marina, durante i quali il Torrente Rosandra ha esteso il suo alveo verso mare, con conseguente incremento del trasporto solido di fondo. Nel corso delle indagini tali depositi ghiaiosi sono stati intercettati nei sondaggi SG2 ed SG3,

ubicati in prossimità del lato meridionale progradante verso il mare della zona indagata, mentre non sono stati rilevati nel sondaggio SG1, ubicato più a settentrione; da ciò si può supporre che tali depositi siano riuniti in complessi lenticolari e che procedendo verso Nord si esauriscano o vadano a formare delle interdigitazioni con argille e limi di origine marina.

#### **5.4) *Limi e argille, ghiaiosi talora sabbiosi***

E' uno strato in maggior parte caratterizzato da limi ed argille in rapporto tra loro variabile, talora sabbiosi, con presenza di ghiaie prevalentemente arenacee, la cui colorazione assume tonalità dal marrone-ocraceo al grigio-verdastro e valori di consistenza compresi da consistente a molto consistente. All'interno di questo strato si rinvengono locali lenti decimetriche di depositi ghiaiosi in matrice limoso-sabbiosa, in cui la ghiaia ha natura prevalentemente arenacea. Questo complesso di depositi è stato localizzato con continuità nei sondaggi eseguiti, presenta spessore variabile di 1.0÷5.0 m e rappresenta la base della successione di depositi incoerenti, essendo in contatto litologico con il substrato roccioso flyschoidale.

#### **5.5) *Flysch alterato***

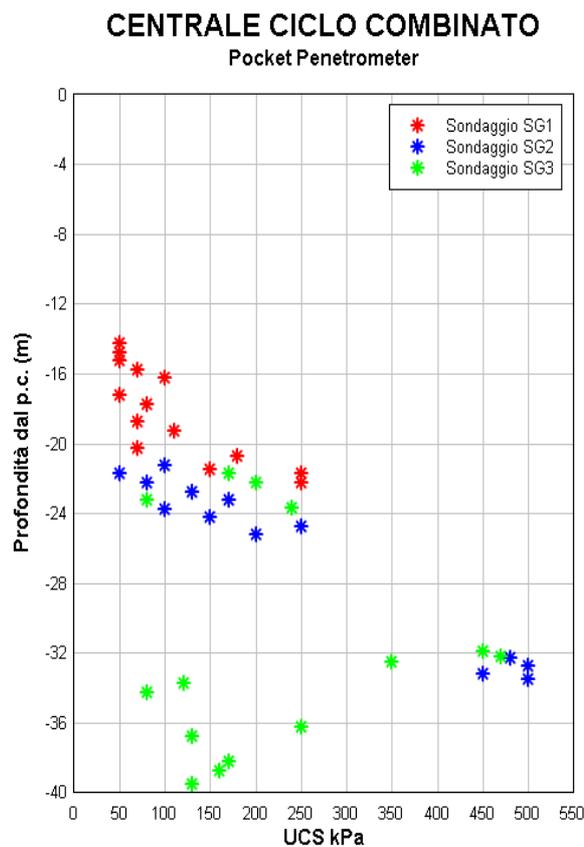
Il basamento roccioso è caratterizzato da Flysch arenaceo-marnoso, i cui termini più superficiali, interessati da processi di degradazione per fattori fisici, chimici e biologici, presentano uno strato di alterazione costituito per lo più da ciottoli e ghiaie arenacee, con scaglie marnose in matrice limoso-sabbiosa di colore marrone-ocraceo. Lo spessore è molto variabile e, sulla base delle indagini eseguite, presenta valori di ordine metrico.

#### **5.6) *Flysch integro o poco alterato***

Il bed-rock flyschoidale è caratterizzato da livelli arenacei aventi spessore da centimetrico a decimetrico, di colore variabile da marrone-ocraceo a grigio-azzurro, alternati a livelli marnosi centimetrici di colore grigiastro. Le indagini svolte hanno evidenziato un generale approfondimento del tetto del Flysch procedendo da Nord verso Sud e da Nord-Ovest verso Sud-Est, con profondità che varia da circa - 23.0 m dal p.c. in corrispondenza di SG1, a - 34.0 m dal p.c. e - 42.3 m dal p.c. rispettivamente in corrispondenza dei sondaggi SG2 ed SG3, come meglio evidenziato nelle allegate sezioni geologico-interpretative.

## 6.0) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

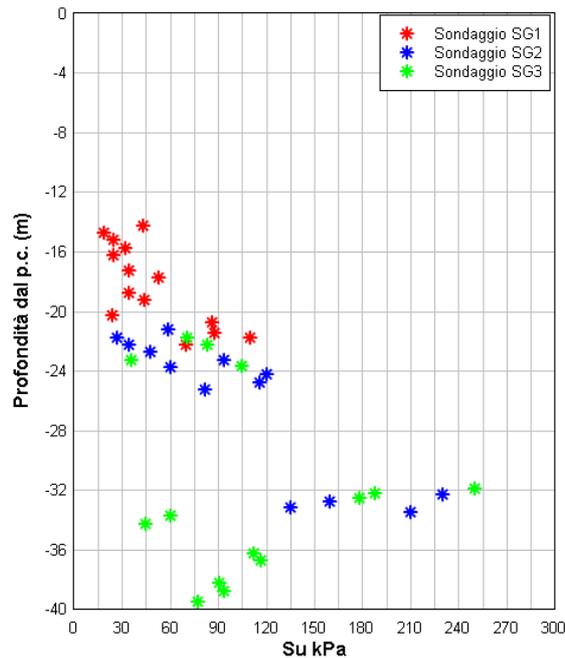
Al fine di definire i principali parametri geotecnici della successione litostratigrafica individuata, sono state identificate le variazioni dei valori di resistenza a compressione semplice ( $UCS$ ) e di resistenza al taglio non drenata ( $S_u$ ), acquisiti tramite pocket penetrometer e pocket vane, in relazione all'aumento delle profondità, i cui risultati sono di seguito illustrati.



## CENTRALE CICLO COMBINATO

Pocket vane

Resistenza al taglio non drenata

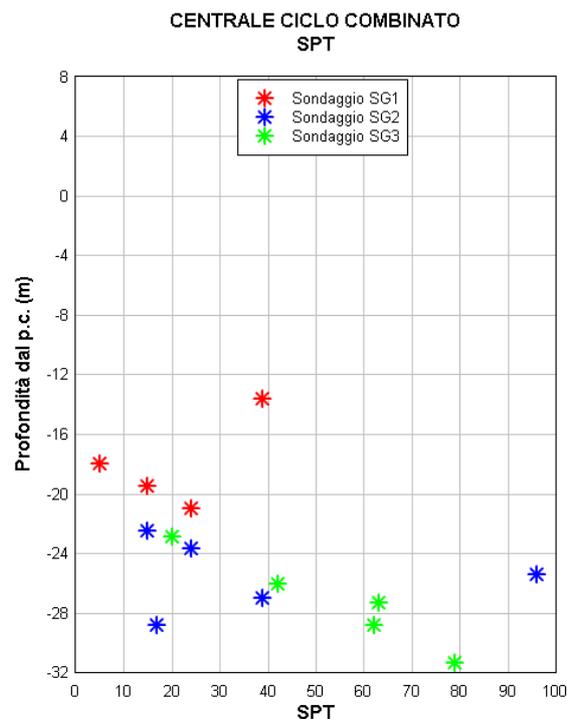


Dall'osservazione dei grafici ottenuti, si rileva che i valori di resistenza al taglio non drenata dei primi termini della successione naturale sono più elevati laddove la copertura dei materiali antropici di riporto presenta i massimi spessori; da ciò si può dedurre che, tenendo comunque in considerazione il carattere speditivo e quindi indicativo di tali prove, lo spessore del cuneo di materiali di riporto sia relazionata con i primi valori di  $S_u$  misurati in ogni sondaggio. Infatti, in linea generale, il processo di consolidazione è tanto più attivo quanto maggiore risulta il peso dei materiali soprastanti il terreno naturale. In particolare, in riferimento al comportamento del primo livello di limi e argille soggiacenti i materiali di riporto, i più bassi valori di  $S_u$ , corrispondenti a valori medi di 30-35 kPa, sono stati misurati in corrispondenza del sondaggio SG1 in cui i riporti presentano potenze di 11.0 m, mentre valori più elevati di  $S_u$ , corrispondenti a valori medi di 68-98 kPa, sono stati rilevati in SG2 ed SG3 nei quali i riporti raggiungono spessori di 21.0÷22.0 m.

In linea generale, come si può notare dai grafici ottenuti, è stato registrato un aumento dei valori di UCS e  $S_u$  all'aumentare della profondità; questo trend, valido per i sondaggi SG1 ed SG2, non è rispettato per il sondaggio SG3 dove si nota, ad una profondità di - 30 m dal p.c., una flessione dei valori misurati. Ciò può essere imputato ad un cambiamento delle

caratteristiche granulometriche dei depositi investigati che, nel tratto in questione, presentano percentuali rilevanti della componente ghiaioso-sabbiosa. Si pone in evidenza che questi valori sono riferiti ai sedimenti limoso-argillosi presenti nella successione a terra, ovvero sottoposti da alcuni decenni a sovraccarichi, mentre quelli a mare che costituiscono il fondale marino presentano valori inferiori, soprattutto nei termini più superficiali.

Successivamente, utilizzando i valori di SPT acquisiti da ogni sondaggio, è stata analizzata la variazione di tali valori rispetto la profondità di indagine, meglio evidenziata nel seguente diagramma.

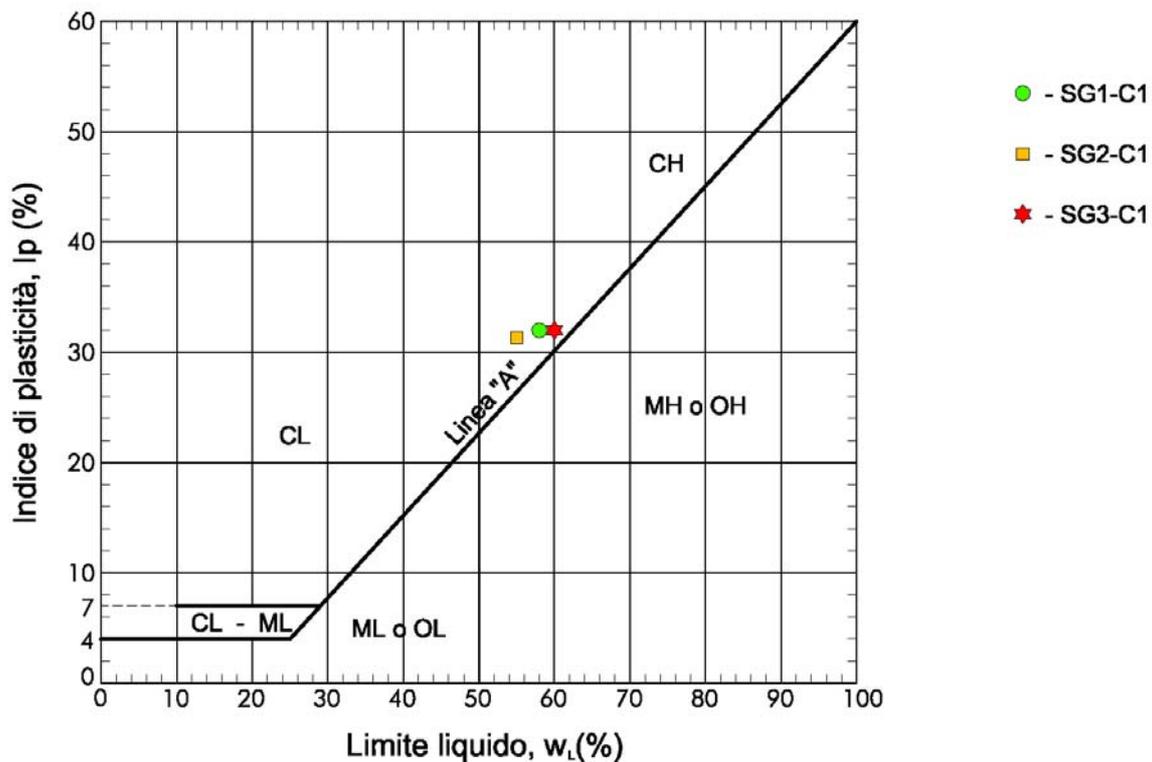


Accorpare questi dati in relazione alle litologie presenti, si ottengono i seguenti valori di NSPT:

<i>Materiali antropici di riporto</i>	39
<i>Limi e argille</i>	5-15-24-15-24-17-20
<i>Ghiaie sabbiose e limose</i>	96-39-42-63-62-79

I valori dei Limiti di Atterberg (*Atr*) ricavati dai campioni prelevati, sono stati inseriti per la loro classificazione nella *Carta della Plasticità di Casagrande* modificata, di seguito riportata, dalla quale risulta che i depositi sono molto omogenei tra loro e classificabili come “argille inorganiche ad alta plasticità - CH -” caratterizzate, quindi, da valori di limite liquido maggiori di 50, identificativi di terreni aventi caratteristiche di elevata plasticità.

**CENTRALE A CICLO COMBINATO**  
**Carta della plasticità di Casagrande**  
**Argille limose**



In conclusione, a seguito delle indagini e delle prove eseguite in situ ed in laboratorio, è stato possibile definire, per la successione litostratigrafica precedentemente descritta, i seguenti parametri geotecnici.

<b>Litotipo</b>	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$c$ (kPa)	$c'$ (kPa)	$\phi$ (°)	$E$ (MPa)	$Ee$ (MPa)	$Ed$ (MPa)	$\sigma$ (MPa)
<i>Materiali antropici di riporto</i>	18.5	0.0-0.1	/	27-30	/	/	/	/
<i>Argille limose</i>	17-18	10-30	18-24	20-22	4-10	/	/	/
<i>Ghiaie con sabbie e limi, talora con presenza di ciottoli</i>	20	/	/	35	/	/	/	/
<i>Limi e argille, ghiaiosi talora sabbiosi</i>	19.5	40-70	/	/	10-20	/	/	/
<i>Flysch alterato</i>	23	20-40	/	25	/	200	250	/
<i>Flysch integro</i>	24	100	/	34	/	600-1.500	500-1.000	8-80

$\gamma$  = Peso di volume

$c$  = coesione totale

$c'$  = coesione efficace

$\phi$  = angolo di attrito

$E$  = modulo elastico

$\sigma$  = Carico di Rottura

$Ee$  = modulo elastico

$Ed$  = modulo di deformazione

I valori di  $Ee$  e  $Ed$  derivano da prove dilatometriche eseguite nel Flysch di Trieste. I parametri relativi ai materiali antropici di riporto sono conservativi e sono riferiti alle porzioni mediamente addensate di tali materiali che, proprio per la loro origine, presentano caratteristiche difformi e variabili. Relativamente alle argille limose, i valori più bassi sono relativi ai depositi a mare, mentre i secondi di quelli a terra. I valori di rottura a compressione del Flysch sono assunti da letteratura ed il valore minore si riferisce ai litotipi marnosi, mentre quello maggiore ai litotipi arenacei. Nel complesso roccioso flyschoide il litotipo marnoso è quello meno competente e le sue caratteristiche vincolano maggiormente i parametri geomeccanici del bed-rock che, in genere ed in via cautelativa, vengono assunti prossimi a quelli minori.

## 7.0) RELAZIONE GEOTECNICA

Come precedentemente illustrato, l'area d'intervento è costituita da una parte a terra e da una a mare, con sedimenti poco consistenti nei termini superficiali della successione a mare ed uno spessore significativo di materiali antropici di riporto nella parte a terra. La natura dei depositi antropici superficiali, caratterizzati dalla presenza di materiali eterogenei e talora compressibili, esclude la realizzazione di fondazioni dirette, se non per carichi modesti e la presenza di un basamento roccioso uniforme su tutta l'area, presente a maggiori profondità procedendo verso mare, suggerisce l'adozione di fondazioni indirette profonde.

La presenza di queste due aree, aventi caratteristiche tra loro completamente difformi, che distinguono nettamente l'ambito di progetto, determina la necessità di adottare un'unica soluzione fondazionale in modo da evitare comportamenti disomogenei e differenziali; la realizzazione di pali intestati nel basamento roccioso flyschide è conforme ai carichi previsti in progetto, garantisce valori di cedimento molto ridotti e risulta la soluzione più idonea alle caratteristiche dell'opera in progetto.

In considerazione delle caratteristiche dei materiali antropici ivi presenti, sono da escludere i pali battuti sia per la possibile presenza di blocchi o massi nei materiali di riporto, sia per l'impossibilità di garantire una adeguata intestazione degli stessi nel basamento flyschide. Si può, pertanto, prevedere la realizzazione di pali trivellati intestati nei primi 3.0÷7.0 m di Flysch integro, aventi lunghezza variabile in relazione alla profondità del tetto del basamento roccioso, con diametri variabili a seconda dei differenti carichi fondazionali trasmessi dai singoli manufatti.

### 7.1) *Capacità portante del palo*

La stima della capacità portante per carico verticale di un palo isolato  $Q_{lim}$  mediante formule statiche è ottenuta valutando i valori massimi mobilizzabili, in condizioni di equilibrio limite, della resistenza laterale  $Q_s$  e di quella di punta  $Q_p$ , dove  $W$  è il peso proprio del palo:

$$Q_{lim} + W = Q_s + Q_p$$

Si fanno le seguenti ipotesi:

- il carico limite del sistema palo-terreno è condizionato dalla resistenza del terreno e non da quella del palo;
- il palo è un corpo cilindrico rigido;
- i termini di capacità portante per attrito e/o aderenza laterale  $Q_s$  e di capacità portante di punta  $Q_p$  non si influenzano reciprocamente e possono essere determinati separatamente.

La capacità portante di progetto sarà, quindi, pari a:

$$Q_{lim,d} = \frac{Q_p}{\gamma_{R1}} + \frac{Q_s}{\gamma_{R2}} - W = Q_{p,d} + Q_{s,d} - W$$

La capacità portante per aderenza e/o per attrito laterale  $Q_s$  per un palo di diametro  $D$  e lunghezza  $L$  è:

$$Q_s = \pi D \int_0^L \tau_s dz$$

$D$  = diametro del palo

$\tau_s$  = tensione tangenziale ultima lungo il fusto del palo

Per il calcolo delle tensioni tangenziali si può applicare il Metodo  $\alpha$ , dove si assume che le tensioni tangenziali limite siano una quota parte della resistenza al taglio non drenata originaria del terreno indisturbato, in cui  $\alpha$  è un coefficiente empirico di aderenza che dipende dal tipo di terreno, dalla resistenza al taglio non drenata del terreno indisturbato, dal metodo di costruzione del palo, dal tempo, dalla profondità, dal cedimento del palo. L'Associazione Geotecnica Italiana suggerisce di assumere per  $\alpha$  i valori indicati in Tabella seguente.

Tipo di palo	Materiale	$c_u$ (kPa)	$\alpha$	$\alpha c_{u,max}$ (kPa)
Infisso (senza asportazione di terreno)	Calcestruzzo	$\leq 25$	1	120
		25 - 50	0,85	
		50 - 75	0,65	
		$> 75$	0,50	
	Acciaio	$\leq 25$	1	100
		25 - 50	0,80	
50 - 75		0,65		
Trivellato (con asportazione di terreno)	Calcestruzzo	$\leq 25$	0,90	100
		25 - 50	0,80	
		50 - 75	0,60	
		$> 75$	0,40	

La formula generale per il calcolo della portanza di base  $Q_p$  di un palo è la seguente:

$$Q_p = A_p q_p = \frac{\pi D^2}{4} (c_u N_c + \sigma_{v0,p})$$

in cui  $A_p$  è l'area di base del palo,  $q_p$  è la capacità portante unitaria,  $c_u$  è la resistenza al taglio in condizioni non drenate del terreno alla profondità della base del palo,  $\sigma_{v0,p}$  è la tensione verticale totale alla punta e  $N_c$  è un fattore di capacità portante, il cui valore è assunto pari a 9 quindi:

$$Q_p = \frac{\pi D^2}{4} (9 c_u + \sigma_{v0,p}) - W$$

La capacità portante unitaria  $q_p$  di un palo immerso con la punta in uno strato roccioso può essere considerata pari alla resistenza unitaria a compressione uniassiale del materiale  $\sigma_p$  [kPa].

In base al paragrafo 6.2.3.1.2 del D.M. 14.01.2008, alla resistenza a compressione a pareti laterali libere, verrà applicato un coefficiente parziale di sicurezza pari a  $\gamma_{qu} = 1,6$ .

$$Q_p = A_p q_p = \frac{\pi D^2}{4} \frac{\sigma_p}{\gamma_{qu}} - W$$

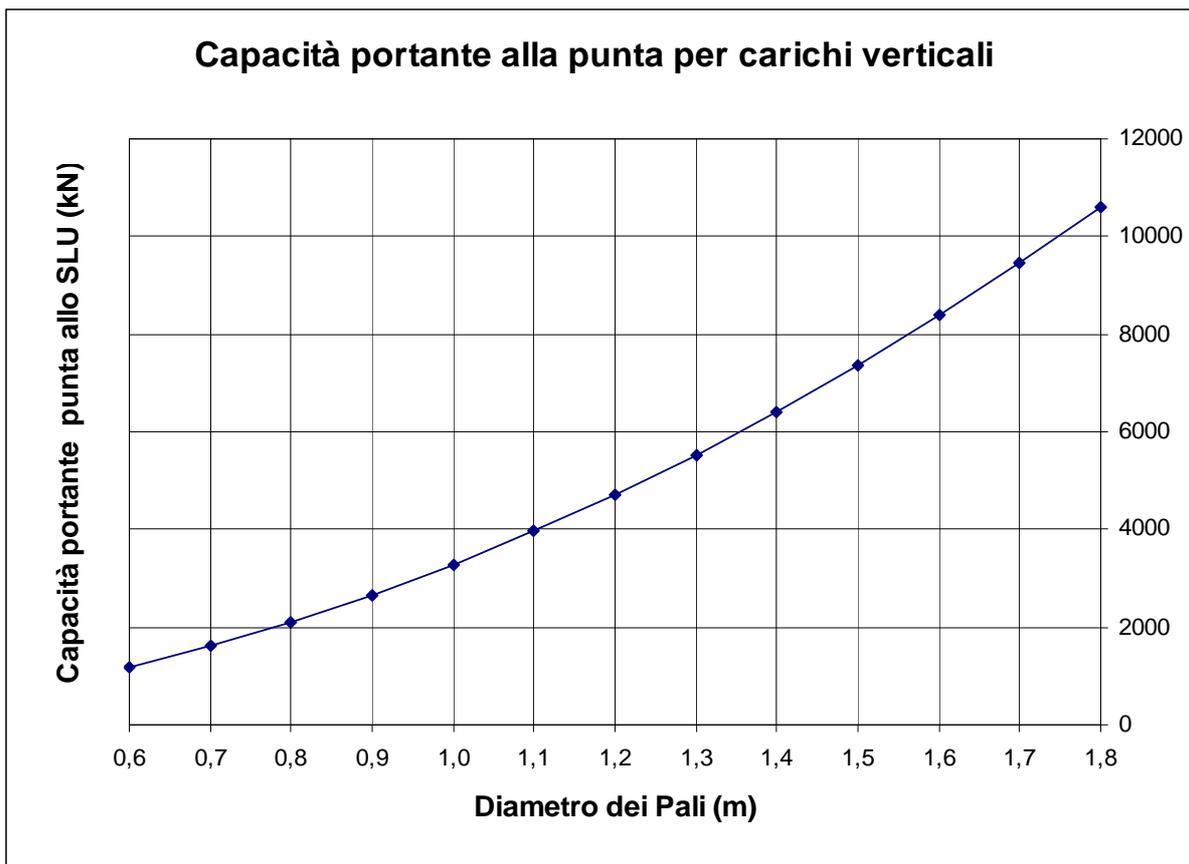
La portanza per carichi verticali è stata determinata in ottemperanza al DM 14.01.08 “*Norme tecniche per le costruzioni*”, utilizzando per la verifica allo Stato Limite Ultimo il secondo approccio e adottando i coefficienti in base a A1, M1 e R3.

La capacità portante per carichi verticali è stata calcolata considerando la sola resistenza alla punta del palo immorsato nello strato di Flysch, integro o poco alterato, trascurando la resistenza d’attrito laterale e ipotizzando che l’effetto stabilizzante del peso del materiale sovrastante la punta e l’effetto di confinamento cui è sottoposto lo stesso materiale, compensino il peso  $W$  del palo. I parametri geotecnici del terreno sono quelli precedentemente illustrati mentre, assunta una lunghezza del palo pari a 50 m, sono state calcolate le portate per differenti diametri; i valori sono riportati nella sottostante tabella e riassunti nel successivo grafico.

$\sigma_p$  = resistenza unitaria a compressione uniassiale del Flysch

$\gamma_{qu}, \gamma_R$  = coefficienti secondo il D.M. 14.01.88 relativi alla resistenza a compressione della roccia e alla resistenza alla base nei pali trivellati.

$D$ (m)	Area ( $m^2$ )	$\sigma_p$ ( $kN/m^2$ )	$\gamma_{qu}$ -	$\sigma_{pd}$ ( $kN/m^2$ )	$Q_p$ ( $kN$ )	$\gamma_R$ -	$Q_{p,d}$ ( $kN$ )
0.60	0.28	9000.00	1.60	5625.00	1590,43	1.35	1178,10
0.70	0.38	9000.00	1.60	5625.00	2164,75	1.35	1603,52
0.80	0.50	9000.00	1.60	5625.00	2827,43	1.35	2094,40
0.90	0.64	9000.00	1.60	5625.00	3578,47	1.35	2650,72
1.00	0.79	9000.00	1.60	5625.00	4417,86	1.35	3272,49
1.10	0.95	9000.00	1.60	5625.00	5345,62	1.35	3959,72
1.20	1.13	9000.00	1.60	5625.00	6361,73	1.35	4712,39
1.30	1.33	9000.00	1.60	5625.00	7466,19	1.35	5530,51
1.40	1.54	9000.00	1.60	5625.00	8659,01	1.35	6414,09
1.50	1.77	9000.00	1.60	5625.00	9940,20	1.35	7363,11
1.60	2.01	9000.00	1.60	5625.00	11309,73	1.35	8377,58
1.70	2.27	9000.00	1.60	5625.00	12767,63	1.35	9457,50
1.80	2.54	9000.00	1.60	5625.00	14313,88	1.35	10602,88



## 7.2) Carichi previsti

Sulla base dei dati a noi resi disponibili dai progettisti, indicativi dei carichi applicati al terreno dai differenti edifici che compongono l'impianto, gli stessi si possono così distinguere e riassumere:

- edifici principali:  $40 \text{ t/m}^2$
- edifici secondari:  $20 \text{ t/m}^2$

In merito ai carichi puntuali legati alle complesse problematiche strutturali della centrale in progetto, si potranno avere colonne che scaricano carichi statici di 7000/10000 kN come valori massimi, ed altre minori con valori di 1500/3000 kN. Sulla base dei valori di portanza dei pali sopra riportati, risulta che tale tipologia fondazionale è idonea e sufficiente rispetto i carichi di progetto previsti e che nelle successive fasi progettuali si potranno, sulla base degli specifici valori di carico e di tipologia fondazionale, dimensionare correttamente i pali stessi. Per edifici ed impianti con carichi ridotti possono eventualmente essere considerati pali di medio diametro, o micropali, sempre intestati nel basamento roccioso flyschoidale, tale da garantire un comportamento uniforme.

## 8.0) CONCLUSIONI

Sulla base delle indagini geognostiche, delle prospezioni geofisiche, dei rilievi, delle verifiche e dei monitoraggi eseguiti ed in relazione alle considerazioni sopra sviluppate, per l'area in esame si possono formulare le seguenti conclusioni:

- 8.1) l'area di progetto è ubicata nel Golfo di Trieste, nella parte Nord-orientale della Baia di Muggia, all'interno del comprensorio industriale di Trieste e, più precisamente, nei termini Sud-orientali dell'ex-discarica a mare di Via Errera e del breve tratto di mare antistante;
- 8.2) da un punto di vista geomorfologico, l'area si presenta come un ampio terrapieno così determinato dal rilascio di materiali antropici di riporto sul fondale marino e, quindi, operando uno spostamento verso mare dell'originaria linea di costa;
- 8.3) nell'area di studio è stata condotta una campagna di indagini geognostiche, consistite nell'esecuzione di n° 3 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo, denominati SG1, SG2 ed SG3 e spinti sino al raggiungimento dei primi metri del substrato roccioso flyschoidale; in corrispondenza di n° 2 fori di sondaggio sono stati installati altrettanti tubi piezometrici microfessurati, per il successivo monitoraggio del livello della falda;
- 8.4) nel corso delle attività di perforazione, sono stati prelevati n° 3 campioni indisturbati, successivamente avviati a laboratorio geotecnico per la determinazione dei principali parametri geotecnici delle litologie investigate e sono state eseguite n° 14 prove SPT, con prelievo di campioni semi-disturbati; inoltre, al fine di valutare la resistenza alla rottura ed al taglio dei terreni coesivi investigati, sono state eseguite, direttamente sulle superfici fresche delle carote dei sondaggi, delle prove speditive per mezzo di pocket penetrometer e pocket vane; infine, in corrispondenza dei sondaggi SG1 ed SG2, allo scopo di determinare l'andamento delle onde di taglio - *onde "s"* - nei primi 30.0 m di sottosuolo, sono stati eseguite n° 2 prospezioni sismiche utilizzando la metodologia MASW;
- 8.5) l'assetto idrogeologico dell'area è stato individuato mediante il monitoraggio del livello piezometrico in corrispondenza dei piezometri SG1 ed SG2; tale assetto mostra la presenza di una superficie freatica con andamento tendente allo zero marino;
- 8.6) le evidenze delle indagini eseguite hanno consentito di definire l'assetto litostratigrafico e geolitologico di riferimento per l'area in esame, meglio evidenziato

nelle allegate sezioni geologico-interpretative A-A' e B-B'; la successione in esame è caratterizzata, procedendo dal basso verso l'alto, dalla presenza della Formazione del Flysch triestino, alterata nei termini più superficiali e che costituisce il bed-rock, sottostante un primo strato di depositi limoso-argillosi, spesso ghiaiosi e talora sabbiosi, sovrastato da depositi ghiaioso-sabbioso-limosi, con presenza di ciottoli; la successione dei terreni naturali, che costituiscono il fondale marino, termina con uno strato di argille limose e limi argillosi; nell'area a terra da quest'ultimo strato, procedendo verso la superficie, si rileva la presenza del corpo dell'ex-discarda a mare, costituito da materiali antropici di riporto di varia natura e composizione;

- 8.7) sulla base delle analisi di laboratorio geotecnico eseguite ed in relazione all'assetto geolitologico e litostratigrafico identificato per l'area in esame, sono stati attribuiti i principali parametri geotecnici di riferimento per ogni singola litologia riconosciuta;
- 8.8) in relazione a quanto previsto in progetto, sulla base dei dati a noi resi disponibili dai progettisti indicativi dei carichi applicati al terreno dai differenti edifici che compongono l'impianto, sono state individuate le migliori tipologie fondazionali, definite quali fondazioni profonde di tipo indiretto realizzate mediante pali trivellati intestati nel basamento roccioso flyschoidale, per i quali è stata calcolata la capacità portante in relazione al diverso diametro dei pali stessi.

*Trieste, aprile 2010*

  
società per la geologia e l'ingegneria





COMMITTENTE: MEDEA DEVELOPMENT S.A.

CANTIERE: Centrale Ciclo Combinato

SONDAGGIO **SG1** DATA INIZIO 02.02.2010

ULTIMAZIONE 04.02.2010

Coordinate 5051728.24 N, 2426171.46 E

Quota p.c. + 6.13 m s.l.m.m.

Responsabile: dott. geol. Lucio Russo Cirillo Operatore: Ettore Zanandrea

Attrezzatura: Puntel PX 600

DATA	Profondità finale m 24.40			PROFONDITA m. da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	CAMPIONI		MISURE IN SITO										
	Da m 10.00	A m 20.00				TIPO	NUMERO	Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Prova S.P.T.			Profondità scandagl. m				
02.02.2010	Materiali antropici di riporto caratterizzati da limo con sabbia, ghiaioso di colore grigiastro-verdastro. A - 10.50 m dal p.c. ciottolo arenaceo di dimensioni maggiori del carotiere			10.50														
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da limo con sabbia, argilloso, di colore verdastro-grigiastro con saltuaria presenza di resti lateritici e ciottoli subangolari. Tra - 13.00 m e - 13.60 m dal p.c. presenza di un livello di sabbia di colore grigio chiaro																	
02.02.2010	Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di frammenti conchigliari e rari ciottoli subangolari			13.90														
	Argilla con limo di colore grigio scuro con presenza di frammenti conchigliari			15.00														
	Argilla con limo di colore grigio scuro con presenza di frammenti conchigliari			17.05														
03.02.2010	Argilla con limo, sabbiosa, di colore grigio con presenza di frammenti conchigliari, gusci di gasteropodi e materiale organico di colore marrone. Tra - 17.10 m e - 17.20 m dal p.c. presenza di livello di argilla con sabbia ed abbondanti frammenti conchigliari			17.05														
	Argilla con limo di colore grigio con rara presenza di frammenti conchigliari			18.00														

Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Rilievo H <sub>2</sub> O durante la perforazione		Piezometro	Riempimento foro	Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento	Note
			< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	Prof. Foro	Prof. Acqua	Sera		Mattina						

Rilievo H<sub>2</sub>O durante la perforazione

- campione rimaneggiato
  - campione rimaneggiato da S.P.T.
  - campione rimaneggiato da Vane Test
  - campione semidisturbato a pareti grosse
  - campione indisturbato tipo Shelby
  - campione indisturbato Osterberg
  - campione indisturbato NT6s
  - prova S.P.T. a punta aperta
  - prova S.P.T. a punta chiusa
- carotaggio con utensile diamantato

Prof. Foro	Prof. Acqua	Sera		Mattina	
		GG	Ora	GG	Ora

**COMMITTENTE:** MEDEA DEVELOPMENT S.A.  
**CANTIERE:** Centrale Ciclo Combinato  
**SONDAGGIO SG1** DATA INIZIO 02.02.2010 ULTIMAZIONE 04.02.2010  
 Coordinate 5051728.24 N, 2426171.46 E Quota p.c. + 6.13 m s.l.m.m.  
 Responsabile: dott. geol. Lucio Russo Cirillo Operatore: Ettore Zanandrea Attrezzatura: Puntel PX 600

DATA	Da m 20.00	A m 30.00	Profondità finale m 24.40	PROFONDITA m. da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	CAMPIONI			MISURE IN SITO								
	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					TIPO	NUMERO	Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Tipo di punta	Prova S.P.T.					
										Numero colpi per tratto (6")	Profondità carotata m	Profondità scandagl. m					
03.02.2010	Argilla con limo di colore grigio con rara presenza di frammenti conchigliari			20.10													
	Sabbia con limo di colore grigio scuro con presenza di inclusioni torbose di colore marrone			20.20					70	24							
	Argilla con limo di colore grigio con rara presenza di inclusioni torbose di colore marrone																
	Argilla con limo, sabbiosa, di colore grigio-verdastro con screziature ocracee e rara presenza di frammenti conchigliari			21.10					180	86		6					
	Argilla con limo, sabbiosa, di colore verdastro-grigiastro con screziature marrone-ocracee e presenza di ghiaia; la ghiaia prevalentemente arenacea presenta diametro di 3.0 cm e forma da subangolare a subarrotondata			21.90					150	88		11				21.00	
	Limo con sabbia di colore verdastro-marrone con rara presenza di ghiaia			22.40					250	110		13					
	Sabbia con limo di colore marrone-ocraceo con presenza di ghiaia arenacea; la ghiaia presenta diametro di 3.0 cm			22.60					250	70							
04.02.2010	Ghiaia arenacea in matrice limoso-sabbiosa di colore marrone ocraceo; la ghiaia presenta diametro di 2.0 + 3.0 cm e forma subangolare.			22.80				600	63								
	Flysch alterato caratterizzato da livelli arenacei di colore grigio-marrone-ocraceo			23.00													
	Flysch alterato caratterizzato da livelli arenacei e marnosi di colore marrone ocraceo, grigio nelle parti non alterate; i livelli arenacei hanno spessori da centimetrici a decimetrici mentre i livelli marnosi hanno spessore centimetrico.			23.37													
			24.40														

						Rilievo H <sub>2</sub> O durante la perforazione						PAG.			ALL.			
Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Riempimento foro			Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento	0	3	1	
			< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	Tipo	Numero	Profondità m da p.c.	Piezometro									Sera GG
																		Note
		27										continuo a secco	Carotiere semplice Ø 101					
		25										ad acqua	doppio Ø 101					

- campione rimaneggiato
- campione rimaneggiato da S.P.T.
- campione rimaneggiato da Vane Test
- campione semidisturbato a pareti grosse
- campione indisturbato tipo Shelby
- campione indisturbato Osterberg
- campione indisturbato NT6s
- prova S.P.T. a punta aperta
- prova S.P.T. a punta chiusa
- carotaggio con utensile diamantato

# Sondaggio SG1



da 0.0 m a - 5.0 m dal p.c.



da - 5.0 m a - 10.0 m dal p.c.



da - 10.0 m a - 15.0 m dal p.c.



da - 15.0 m a - 20.0 m dal p.c.



da - 20.0 m a - 25.0 m dal p.c.





**COMMITTENTE: MEDEA DEVELOPMENT S.A.**  
**CANTIERE: Centrale Ciclo Combinato**  
 SONDAGGIO **SG2** DATA INIZIO 04.02.2010 ULTIMAZIONE 12.02.2010  
 Coordinate 5051647.21 N, 2426167.03 E Quota p.c. + 7.62 m s.l.m.m.  
 Responsabile: dott. geol. Lucio Russo Cirillo Operatore: Ettore Zanandrea Attrezzatura: Puntel PX 600

DATA	Da m 20.00	A m 30.00	Profondità finale m 34.40	PROFONDITA m. da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	CAMPIONI		MISURE IN SITO							
	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					TIPO	NUMERO	Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Tipo di punta	Prova S.P.T.			Profondità scandagl. m
												Numero colpi per tratto (6')	Profondità carotata m	Profondità	
08.02.10	Materiali antropici di riporto caratterizzati da ghiaia e ciottoli di diametro massimo 6,0 cm, da subangolari ad angolari, in matrice limoso-sabbiosa di colore grigio-verdastro			20.40											
09.02.2010	Argilla con limo, ghiaiosa, di colore grigio-marrone con resti conchigliari			20.50	C1	20.50									
	Argilla con limo di colore grigio con resti conchigliari e gusci di gasteropodi. A -22.30 m e tra -22.40 m e -22.50 m dal p.c. livelli di argilla con limo di colore grigio con abbondanti frammenti conchigliari			21.07		100	59								
						50	27								
						80	34				2				
	Limo con argilla, sabbioso, di colore grigio con resti conchigliari e saltuarie inclusioni torbose di colore marrone			22.50							7	22.50			
						130	48				8				
	Argilla con limo, sabbiosa, di colore grigio con saltuaria presenza di resti conchigliari. Tra -23.20 m e - 23.30 m dal p.c. presenza di inclusioni torbose di colore marrone			23.00											
						170	94								
10.02.2010	Argilla con limo di colore grigio			23.70							5	23.70			
										10					
										14					
	Argilla con limo di colore grigio con saltuarie screziature di colore marrone			24.30											
	Argilla con sabbia, limosa, di colore grigio con screziature di colore marrone			24.70											
	Argilla con sabbia, limosa, di colore grigio con screziature di colore marrone, con livelli di ghiaia da subarrotondata ad arrotondata di dimensioni centimetriche			25.10											
11.02.2010	Ghiaia con limo, sabbiosa, di colore grigio-verdastro; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1.0 cm e forma subangolare			25.40							15	25.40			
										46					
										50					
	Ghiaia con sabbia, limosa, di colore marrone-verdastro; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1.0 + 2.0 cm e forma da subangolare a subarrotondata. Presenza di ciottoli calcarei di diametro massimo di 7.0 cm e forma da arrotondata a subarrotondata			25.60											
11.02.2010	Sabbia con ghiaia, limosa, di colore grigio-verdastro			27.20											
	Ghiaia con sabbia, limosa, di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2,0 + 3,0 cm e forma da subarrotondata e subangolare			27.70											
	Limo ghiaioso di colore marrone-verdastro			28.50											
	Limo con sabbia, ghialoso, di colore marrone-verdastro. A - 28.60 m dal p.c. presenza di ciottolo arenaceo subarrotondato di diametro 6.0 cm			28.60											
	Ghiaia con limo, sabbiosa, di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1,0 + 2,0 cm			29.10											
	Ghiaia con sabbia, limosa, di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2,0 - 3,0 cm e forma da subarrotondata a subangolare. Probabile presenza di acqua negli interstizi			29.40											
	Ghiaia con limo, sabbiosa, di colore marrone-verdastro			29.70											
	Ghiaia con sabbia, limosa, di colore verdastro; la ghiaia presenta diametro di 2,0 + 3,0 cm			29.80											

Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Riempimento foro		Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento
			< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	Tipo	Numero	Profondità m da p.c.	Piezometro				

Note

- campione rimaneggiato
  - campione rimaneggiato da S.P.T.
  - campione rimaneggiato da Vane Test
  - campione semidisturbato a pareti grosse
  - campione indisturbato tipo Shelby
  - campione indisturbato Osterberg
  - campione indisturbato NT6s
  - prova S.P.T. a punta aperta
  - prova S.P.T. a punta chiusa
- carotaggio con utensile diamantato

continuo a secco

Carotiere semplice Ø 101

Ø 127

COMMITTENTE: MEDEA DEVELOPMENT S.A.

CANTIERE: Centrale Ciclo Combinato

SONDAGGIO **SG2** DATA INIZIO 04.02.2010

ULTIMAZIONE 12.02.2010

Coordinate 5051647.21 N, 2426167.03 E

Quota p.c. + 7.62 m s.l.m.m.

Responsabile: dott. geol. Lucio Russo Cirillo Operatore: Ettore Zanandrea

Attrezzatura: Puntel PX 600

DATA	Da m 30.00   A m 40.00   Profondità finale m 34.40			PROFONDITA' m. da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	CAMPIONI		MISURE IN SITO								
	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	TIPO	NUMERO			Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Prova S.P.T.							
									Tipo di punta	Numero colpi per tratto (6')	Profondità carotata m	Profondità scandagl. m				
11.02.2010	Ghiaia con sabbia, limosa, di colore verdastro, la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2,0 + 3,0 cm															
	Ghiaia con sabbia, di colore grigio-verdastro; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1,0 + 2,0 cm e forma subarrotondata. Probabile presenza di acqua negli interstizi															
	Ghiaia con limo, sabbiosa, di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2,0 + 3,0 cm e forma da subarrotondata a subangolare															
	Ghiaia con sabbia, limosa, di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2,0 + 3,0 cm e forma da subarrotondata a subangolare. Presenza di ciottoli calcarei di diametro massimo di 7,0 cm															
	Argilla sabbiosa, ghiaiosa, di colore verdastro-marrone; la ghiaia prevalentemente arenacea presenta diametro di 0,5 + 1,0 cm e forma subangolare. Presenza di clasti arenacei								480	230						
	Argilla sabbiosa, ghiaiosa, di colore verdastro-marrone; la ghiaia prevalentemente arenacea presenta diametro di 0,5 + 1,0 cm e forma subangolare. Presenza di clasti arenacei								500	160						
12.02.10	Ghiaia con limo, sabbiosa, di colore marrone; la ghiaia prevalentemente arenacea presenta un diametro di 0,5 + 2 cm e forma subangolare							450	135							
	Ghiaia arenacea in matrice limoso-sabbiosa di colore marrone-ocraceo; la ghiaia presenta diametro di 2,0 + 3,0 cm e forma subangolare. Presenza di ciottoli arenacei di dimensioni maggiori del carotiere							500	210							
	Flysch alterato caratterizzato in prevalenza da livelli arenacei di colore marrone-ocraceo, grigio nelle parti non alterate con rara presenza di livelli marnosi centimetrici; i livelli arenacei hanno spessori da centimetrici a decimetrici															

										Rilievo H <sub>2</sub> O durante la perforazione				PAG.		ALL.							
			Prof. Foro		Prof. Acqua		Sera		Mattina		0 4		2										
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> campione rimaneggiato</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da S.P.T.</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da Vane Test</li> <li><input type="checkbox"/> campione semidisturbato a pareti grosse</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato tipo Shelby</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato Osterberg</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato NT6s</li> <li><input type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta aperta</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta chiusa</li> </ul> <p><input checked="" type="checkbox"/> carotaggio con utensile diamantato</p>																						Note	
Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Riempimento foro		Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento										
			< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	Tipo	Numero	Profondità m da p.c.	Piezometro														
												continuo a secco	Carotiere semplice Ø 101	Ø 127									
												con acqua	doppio Ø 101										

# Sondaggio SG2



da 0.0 m a - 5.0 m dal p.c.



da - 5.0 m a - 10.0 m dal p.c.



da - 10.0 m a - 15.0 m dal p.c.



da - 15.0 m a - 20.0 m dal p.c.



da - 20.0 m a - 25.0 m dal p.c.



da - 25.0 m a - 30.0 m dal p.c.



da - 30.0 m a - 35.0 m dal p.c.

**COMMITTENTE: MEDEA DEVELOPMENT S.A.**

**CANTIERE: Centrale Ciclo Combinato**

**SONDAGGIO SG3** DATA INIZIO 15.02.2010

Coordinate 5051611.57 N, 2426227.42 E

Responsabile: dott. geol. Lucio Russo Cirillo Operatore: Ettore Zanandrea

ULTIMAZIONE 25.02.2010

Quota p.c. + 6.91 m s.l.m.m.

Attrezzatura: Puntel PX 600

DATA	Da m 0.00	A m 10.00	Profondità finale m 43.60	PROFONDITA' m. da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	CAMPIONI		MISURE IN SITO						
	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					TIPO	NUMERO	Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Prova S.P.T.	Numero colpi per tratto (6")	Profondità carotata m	Profondità scandagl. m
15.02.2010	Materiali antropici di riporto caratterizzati da sabbia con limo, ghiaiosa, di colore marrone-grigiastro. A - 0.20 m dal p.c. presenza di ciottoli di dimensioni massime 7,0 cm			0.40										
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da sabbia con limo, ghiaiosa, di colore marrone-ocraceo. A - 0.50 m dal p.c. presenza di resti lateritici													
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da ghiaia con sabbia in matrice limosa, di colore da marrone a grigiastro con abbondanti resti lateritici, ciottoli, film plastici e fibre di legno			2.10										
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da sabbia con limo di colore da marrone-ocraceo			3.20										
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da ghiaia con sabbia di colore grigio chiaro con residui lateritici. A - 4.10 m, - 4.90 m, - 5.40 m e - 5.60 m dal p.c. presenza di ciottoli di dimensioni maggiori del carotiere. Tra - 4.70 m e - 4.80 m dal p.c. livello di sabbia con limo di colore marrone. Tra - 5.90 m e - 6.20 m dal p.c. ghiaia sabbiosa di colore nerastro con frammenti di vetro e residui lateritici			4.10										
Materiali antropici di riporto caratterizzati da ghiaia con sabbia e limo di colore ocraceo-grigiastro. Da - 7.00 m a - 7.20 m dal p.c. frammenti di legno. Tra - 8.40 m e - 8.70 m dal p.c. livello di ghiaia con sabbia di colore grigio scuro-nerastro con resti lateritici, ciottoli, film plastici e materiali sintetici spugnosi. A - 10.10 m e - 10.30 m dal p.c. presenza di ciottoli di dimensioni maggiori del carotiere			6.20											

Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Rilievo H <sub>2</sub> O durante la perforazione		Riempimento foro		Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento
			< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	Tipo	Numero	Profondità m da p.c.	Piezometro	Prof. Foro	Prof. Acqua	Sera GG			
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> campione rimaneggiato</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da S.P.T.</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da Vane Test</li> <li><input type="checkbox"/> campione semidisturbato a pareti grosse</li> <li><input type="checkbox"/> campione indisturbato tipo Shelby</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato Osterberg</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato NT6s</li> <li><input type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta aperta</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta chiusa</li> </ul> <p><b> </b> carotaggio con utensile diamantato</p>															
Note															

COMMITTENTE: MEDEA DEVELOPMENT S.A.

CANTIERE: Centrale Ciclo Combinato

SONDAGGIO **SG3**

DATA INIZIO 15.02.2010

ULTIMAZIONE 25.02.2010

Coordinate 5051611.57 N, 2426227.42 E

Quota p.c. + 6.91 m s.l.m.m.

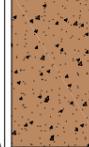
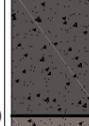
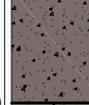
Responsabile: dott. geol. Lucio Russo Cirillo Operatore: Ettore Zanandrea

Attrezzatura: Puntel PX 600

Da m 10.00    A m 20.00    Profondità finale m 43.60

**CAMPIONI**      **MISURE IN SITO**

**Prova S.P.T.**

DATA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROFONDITA m. da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	CAMPIONI						MISURE IN SITO										
				TIPO	NUMERO	Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Tipo di punta	Numero colpi per tratto (6")	Profondità carotata m	Profondità scandagl. m								
15.02.2010	Materiali antropici di riporto caratterizzati da ghiaia con sabbia e limo di colore ocraceo-grigiastro. Da - 7.00 m a - 7.20 m dal p.c. frammenti di legno. Tra - 8.40 m e - 8.70 m dal p.c. livello di ghiaia con sabbia di colore grigio scuro-nerastro con residui lateritici e ciottoli, film plastici e materiali sintetici spugnosi. A - 10.10 m e - 10.30 m dal p.c. presenza di ciottoli di dimensioni maggiori del carotiere	11.10																		
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da sabbia con limo di colore grigio scuro-nerastro con presenza di film plastici, residui di plastica e ciottoli angolari	12.00																		
	Blocco di arenaria di colore grigio	12.20																		
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da ghiaia con sabbia, limosa, di colore grigio scuro-nerastro con frammenti di legno e residui lateritici. A - 12.50 e - 12.80 m dal p.c. ciottoli di dimensioni maggiori del carotiere	13.10																		
16.02.2010	Materiali antropici di riporto caratterizzati da ghiaia con sabbia di colore marrone-grigiastro	13.90																		
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da sabbia con ghiaia, limosa, di colore da grigio a marrone-ocraceo. A - 13.90 m, a - 14.00 m, a - 14.30 m, a - 14.70 m e a - 15.70 m dal p.c. presenza di ciottoli di dimensioni maggiori del carotiere. Tra - 15.70 m e - 15.85 m dal p.c. livello di sabbia di colore nero. Tra -16.00 m e - 16.20 m dal p.c. livello di sabbia con limo di colore grigio	17.10																		
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da sabbia con ghiaia, limosa, di colore da nocciola-verdastro a grigio-nerastro con ciottoli, residui lateritici e frammenti di legno. Tra - 18.40 m e - 18.50 m dal p.c. blocco di arenaria di colore grigio-verde. Tra - 19.20 m e - 19.30 m dal p.c. presenza di ciottoli di dimensioni maggiori del carotiere	19.30																		
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da sabbia con limo, ghiaiosa, di colore grigio scuro-verdastro con livelli centimetrici di sabbia grossolana di colore grigio. Presenti residui lateritici e frammenti di legno	19.30																		

Rilievo H <sub>2</sub> O durante la perforazione						PAG.			ALL.		
Prof. Foro	Prof. Acqua	Sera		Mattina		0	2	3	0	2	3
		GG	Ora	GG	Ora						
Note											

Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Riempimento foro			Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento	
			< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	Tipo	Numero	Profondità m da p.c.	Piezometro						
												continuo a secco	Carotiere semplice Ø 101	Ø 127	

- campione rimaneggiato
  - campione rimaneggiato da S.P.T.
  - campione rimaneggiato da Vane Test
  - campione semidisturbato a pareti grosse
  - campione indisturbato tipo Shelby
  - campione indisturbato Osterberg
  - campione indisturbato NT6s
  - prova S.P.T. a punta aperta
  - prova S.P.T. a punta chiusa
- I** carotaggio con utensile diamantato

COMMITTENTE: MEDEA DEVELOPMENT S.A.

CANTIERE: Centrale Ciclo Combinato

SONDAGGIO **SG3**

DATA INIZIO 15.02.2010

ULTIMAZIONE 25.02.2010

Coordinate 5051611.57 N, 2426227.42 E

Quota p.c. + 6.91 m s.l.m.m.

Responsabile: dott. geol. Lucio Russo Cirillo Operatore: Ettore Zanandrea

Attrezzatura: Puntel PX 600

DATA	Da m 20.00	A m 30.00	Profondità finale m 43.60	PROFONDITÀ m. da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	CAMPIONI		MISURE IN SITO						
	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					TIPO	NUMERO	Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Tipo di punta	Prova S.P.T.	Numero colpi per tratto (6")	Profondità carotata m
16.02.2010	Materiali antropici di riporto caratterizzati da sabbia con limo, ghiaiosa, di colore grigio scuro-verdastro con livelli centimetrici di sabbia grossolana di colore grigio. Presenti residui lateritici e frammenti di legno			20.60										
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da limo con sabbia, ghiaioso, di colore grigio con presenza di residui lateritici e di frammenti di legno			21.50										
	Limo con argilla di colore grigio con presenza di residui conchigliari. A - 22.30 m dal p.c. presenza di inclusioni torbose			22.88			<b>C1</b>	22.30 22.88				7 9 11	22.88	
17.02.2010	Argilla con limo di colore grigio scuro. Tra - 23.40 m a - 23.60 m dal p.c. livello di argilla con limo, sabbiosa, di colore grigio scuro. Tra - 23.60 m e - 23.80 m dal p.c. argilla con limo di colore grigio con screziature marroni. Tra - 23.80 m e - 24.00 m dal p.c. argilla con limo, ghiaiosa, di colore grigio con screziature marroni			24.00				80	35					
	Ghiaia con argilla, sabbiosa, di colore grigio; le ghiaie presentano diametro di 1.0 cm e forma da subangolare a subarrotondata. A - 24.20 m dal p.c. ciottolo di arenaria subangolare di dimensioni maggiori del carotiere			24.70										
	Ghiaia con sabbia, limosa, di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1.0 + 2.0 cm e forma da subangolare a subarrotondata. Tra - 25.10 m e - 25.20 m dal p.c. argilla con ghiaia di colore grigio			25.40										
	Ghiaia limosa di colore grigio-verdastro; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2.0 + 4.0 cm e forma subarrotondata			25.80										
	Sabbia con ghiaia di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2.0 + 3.0 cm e forma da subangolare a subarrotondata. Tra - 26.60 m e - 26.70 m dal p.c. livello di sabbia con limo di colore marrone-grigiastro. Tra - 26.80 m e - 26.90 m dal p.c. livello di sabbia ghiaiosa di colore marrone-nocciola			27.30										
18.02.2010	Ghiaia con limo, sabbiosa, di colore grigio-nocciola; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2.0 + 4.0 cm e forma da subangolare a subarrotondata. A - 27.50 m dal p.c. ciottolo calcareo di diametro 6.0 cm e di forma subangolare. A - 28.10 m dal p.c. ciottolo calcareo di diametro 7.0 cm e di forma subangolare. Tra - 28.10 m e - 29.00 m dal p.c. ghiaia calcarea di diametro di 5.0 cm e forma da subangolare a subarrotondata. Tra - 29.30 m e - 29.40 m dal p.c. ghiaia limosa di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1.0 + 2.0 cm e forma subarrotondata. Tra - 29.40 m e - 29.50 m dal p.c. livello di limo sabbioso-ghiaioso di colore marrone													

<input type="checkbox"/> campione rimaneggiato <input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da S.P.T. <input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da Vane Test <input type="checkbox"/> campione semidisturbato a pareti grosse <input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato tipo Shelby <input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato Osterberg <input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato NT6s <input type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta aperta <input checked="" type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta chiusa  <input checked="" type="checkbox"/> carotaggio con utensile diamantato										Rilievo H <sub>2</sub> O durante la perforazione						PAG. ALL.		
										Prof. Foro	Prof. Acqua	Sera		Mattina		0	3	3
										Note								
Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Riempimento foro		Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento					
			< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	Tipo	Numero	Profondità m da p.c.	Piezometro									
											continuo a secco	Carotiere semplice Ø 101	Ø 127					

**COMMITTENTE: MEDEA DEVELOPMENT S.A.**  
**CANTIERE: Centrale Ciclo Combinato**  
**SONDAGGIO SG3** DATA INIZIO 15.02.2010 ULTIMAZIONE 25.02.2010  
 Coordinate 5051611.57 N, 2426227.42 E Quota p.c. + 6.91 m s.l.m.m.  
 Responsabile: dott. geol. Lucio Russo Cirillo Operatore: Ettore Zanandrea Attrezzatura: Puntel PX 600

DATA	Da m 30.00   A m 40.00   Profondità finale m 43.60			PROFONDITÀ m. da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	CAMPIONI		MISURE IN SITO						
	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA		TIPO			NUMERO	Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Tipo di punta	Prova S.P.T.	Prova S.P.T.		
											Numero colpi per tratto (6')	Profondità carotata m	Profondità scandagl. m	
18.02.2010	Ghiaia con limo, sabbiosa, di colore grigio-nocciola, la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2,0 + 4,0 cm e forma da subangolare a subarrotondata. A - 27,50 m dal p.c. ciottolo calcareo avente diametro 7,0 cm e forma subangolare. A - 28,10 m dal p.c. ciottolo calcareo avente diametro 7,0 cm e forma subangolare. Tra - 28,10 m e - 29,00 m dal p.c. ghiaia avente diametro di 5,0 cm e forma da subangolare a subarrotondata. Tra - 29,30 m e - 29,40 m dal p.c. ghiaia limosa di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1,0 + 2,0 cm e forma subarrotondata. Tra - 29,40 m e - 29,50 m dal p.c. livello di limo sabbioso-ghiaioso di colore marrone			31.70								23	31.30	
	Argilla sabbiosa di colore marrone-verdastro con striature ocracee. Tra - 32,10 m e - 32,20 m dal p.c. livello di argilla sabbioso-ghiaiosa di colore marrone-grigiastro; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1,0 + 4,0 cm e forma subangolare. A - 32,70 m dal p.c. livello centimetrico di sabbia con ghiaia di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 0,5 cm. Tra - 32,80 m e - 33,00 m dal p.c. livello di ghiaia con argilla di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1,0 + 3,0 cm e forma subarrotondata							450	>235					
								470	184					
19.02.2010	Argilla con ghiaia di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 1,0 + 2,0 cm e forma subarrotondata			33.00										
	Argilla sabbiosa di colore marrone-verdastro. A - 33,80 m dal p.c. livello centimetrico di argilla con ghiaia di colore marrone			33.50						120	59			
	Ghiaia argilloso-sabbiosa di colore marrone; la ghiaia prevalentemente calcarea presenta diametro di 2,0 + 3,0 cm e forma da subarrotondata a subangolare. Tra - 35,30 m e - 35,50 m dal p.c. livello di ghiaia argillosa di colore marrone-ocraceo; la ghiaia presenta diametro di 2,0 + 5,0 cm e forma da subangolare a subarrotondata			34.40						80	44			
	Argilla sabbiosa di colore grigio-verdastro-ocraceo, con rara presenza di ghiaia avente diametro di 1,0 + 2,0 cm e forma subarrotondata			35.90								250	110	
24.02.2010	Ghiaia con argilla di colore grigio chiaro-verdastro; la ghiaia presenta diametro di 0,5 + 4,0 cm e forma da subarrotondata a subangolare			37.00										
	Ghiaia argilloso-sabbiosa di colore marrone-ocraceo; la ghiaia prevalentemente arenacea presenta diametro di 1,0 + 4,0 cm e forma da subarrotondata a subangolare			37.30										
	Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore marrone-ocraceo con rara presenza di ghiaia prevalentemente arenacea avente diametro di 0,5 + 4,0 cm e forma da subarrotondata a subangolare. A - 38,20 m dal p.c. ciottolo arenaceo subarrotondato di diametro 7,0 cm			37.90								170	89	
											160	92		
											130	76		
			40.00											

Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Riempimento foro		Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento																	
			< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	Tipo	Numero	Profondità m da p.c.	Piezometro																					
			Prof. Foro		Prof. Acqua	Sera		Mattina																						
<input type="checkbox"/> campione rimaneggiato <input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da S.P.T. <input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da Vane Test <input type="checkbox"/> campione semidisturbato a pareti grosse <input type="checkbox"/> campione indisturbato tipo Shelby <input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato Osterberg <input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato NT6s <input type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta aperta <input type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta chiusa  <input checked="" type="checkbox"/> carotaggio con utensile diamantato																														
<table border="1"> <tr> <td colspan="2">Rilievo H<sub>2</sub>O durante la perforazione</td> <td colspan="2">PAG.</td> <td colspan="2">ALL.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>4</td> <td>3</td> </tr> </table>													Rilievo H <sub>2</sub> O durante la perforazione		PAG.		ALL.											0	4	3
Rilievo H <sub>2</sub> O durante la perforazione		PAG.		ALL.																										
			0	4	3																									
Note																														
continuo a secco Carotiere semplice Ø 101 Ø 127																														

COMMITTENTE: MEDEA DEVELOPMENT S.A.

CANTIERE: Centrale Ciclo Combinato

SONDAGGIO **SG3** DATA INIZIO 15.02.2010

ULTIMAZIONE 25.02.2010

Coordinate 5051611.57 N, 2426227.42 E

Quota p.c. + 6.91 m s.l.m.m.

Responsabile: dott. geol. Lucio Russo Cirillo Operatore: Ettore Zanandrea

Attrezzatura: Puntel PX 600

DATA	Da m 40.00	A m 50.00	Profondità finale m 43.60	PROFONDITÀ m. da p.c.	COLONNA STRATIGRAFICA	CAMPIONI			MISURE IN SITO				
	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					TIPO	NUMERO	Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Tipo di punta	Prova S.P.T.	
										Numero colpi per tratto (6")	Profondità carotata m	Profondità scandagl. m	
24.02.2010	Argilla limosa con sabbia e ghiaia arenacea di colore marrone-ocraceo. A - 40.70 m e a - 41.10 m presenza di ciottoli arenacei da subarrotondati a subangolari. Tra - 41.00 m e - 41.10 m dal p.c. blocco arenaceo di dimensioni maggiori del carotiere			41.30									
25.02.2010	Flysch alterato caratterizzato da livelli arenacei e marnosi di colore marrone ocraceo, grigio nelle parti non alterate; i livelli arenacei hanno spessori da centimetrici a decimetrici mentre i livelli marnosi hanno spessore centimetrico			43.60									

Rilievo H <sub>2</sub> O durante la perforazione								PAG. ALL.					
Prof. Foro	Prof. Acqua	Sera		Mattina		0	5	3					
		GG	Ora	GG	Ora								
<input type="checkbox"/> campione rimaneggiato <input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da S.P.T. <input checked="" type="checkbox"/> campione rimaneggiato da Vane Test <input type="checkbox"/> campione semidisturbato a pareti grosse <input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato tipo Shelby <input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato Osterberg <input checked="" type="checkbox"/> campione indisturbato NT6s <input type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta aperta <input checked="" type="checkbox"/> prova S.P.T. a punta chiusa  <input checked="" type="checkbox"/> carotaggio con utensile diamantato									Note				
Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Riempimento foro		Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento
			< 5 cm	5-10 cm	> 10 cm	Tipo	Numero	Profondità m da p.c.	Piezometro				
		29									continuo a secco	semplice Ø 101	Ø 127
		45									ad acqua	doppio Ø 101	

# Sondaggio SG3



da 0.0 m a - 5.0 m dal p.c.



da - 5.0 m a - 10.0 m dal p.c.



da - 10.0 m a - 15.0 m dal p.c.



da - 15.0 m a - 20.0 m dal p.c.



da - 20.0 m a - 25.0 m dal p.c.



da - 25.0 m a - 30.0 m dal p.c.



da - 30.0 m a - 35.0 m dal p.c.



da - 35.0 m a - 40.0 m dal p.c.



da - 40.0 m a - 45.0 m dal p.c.

# **Prove di laboratorio geotecnico**

**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO N.</b>	<b>40091</b>	<b>Cod. lavoro</b>	<b>2978/10</b>	<b>Numero ingresso</b>	<b>7497/1</b>
<b>Committente</b>	<b>GEOSYNTECH SRL</b>	<b>Data ingresso</b>	<b>01/03/10</b>		
<b>Cantiere</b>	<b>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</b>	<b>Data esecuzione</b>	<b>01/03/10</b>		
<b>Località</b>	<b>TRIESTE</b>				
<b>Campione</b>	<b>SG1 C1 16,5-17,05m</b>	<b>Prelevato da</b>	<b>Committente</b>		

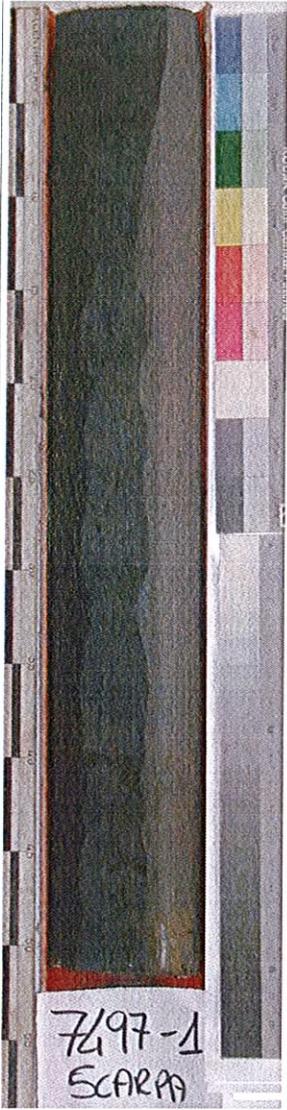
Sigle di prova : W-umidità; GAPP-densità apparente;GS-peso spec. granuli;LA-limiti Atterberg; GSA-granulometria; AREO-areometria; ELL-espansione lat. Libera; EDO-edometria; TRIAXUU-triassiale U.U.; TRIAXCU-triassiale C.U.; TRIAXCD-triassiale C.D.;Ko-consolidazione anisotropa; TGCD-taglio diretto;PROC-Proctor standard/modificato;CBR-prova CBR; K-prova di permeabilità.

**Descrizione del campione e programma prove**

Diametro : 8,9 cm

Lunghezza campione : 52 cm

Contenitore : Fustella inox

Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova
	LIMO E ARGILLA COLORE GRIGIO OLIVA (5Y 3/2), DA MODERATAMENTE CONSISTENTE A CONSISTENTE, DI ODORE SOLFUREO E CON DEBOLE REAZIONE ALL'ACIDO CLORIDRICO. IL CAMPIONE PRESENTA RARISSIMI PUNTI TORBOSI	40	20	W GAPP GS
		50	20	GSA AREO
		60	30	LA EDO
		70	30	TRIAXCU
		50	20	

Cervignano del Friuli, 16/04/2010

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Floriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

Mod. PS 75-02/DEVI Rev.1

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40092</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/1
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione		01/03/10	
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione		10/03/10	
Località	TRIESTE				
Campione	SG1 C1 16,5-17,05m	Prelevato da		Committente	

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Determinazione dei parametri indice****Determinazione del contenuto d'acqua - Norma ASTM D 2216 /98**

$w_m$	Contenuto d'acqua percentuale medio	39,4	(%)
-------	-------------------------------------	------	-----

**Misura del peso dell'unità di volume - Norma BS 1377 T15/e**

$\gamma_m$	Peso di volume apparente medio	17,85	(kN/m <sup>3</sup> )
------------	--------------------------------	-------	----------------------

**Misura del peso specifico dei grani - Norma ASTM D 854 - 00**

$G_s$ medio	Peso specifico dei grani medio	2,74	(-)
-------------	--------------------------------	------	-----

**Parametri correlati**

$e_0$	Indice dei vuoti	1,101	(-)
$n$	Porosità	52,4	(%)
$S_r$	Grado di saturazione	98,2	(%)
$\gamma_d$	Peso di volume secco	12,80	(kN/m <sup>3</sup> )

**Limiti di Atterberg - Norma ASTM D 4318-84 [ X ] CNR UNI 10014 [ ]**

LL	Limite di liquidità	58	(%)
LP	Limite di plasticità	26	(%)
IP	Indice di pasticità	32	(%)
IC	Indice di consistenza	0,6	(-)
IL	Indice di liquidità	0,4	(-)

LR	Limite di ritiro	-	(%)
R	Coefficiente di ritiro	-	(-)

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS75-01/1006a Rev.1

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



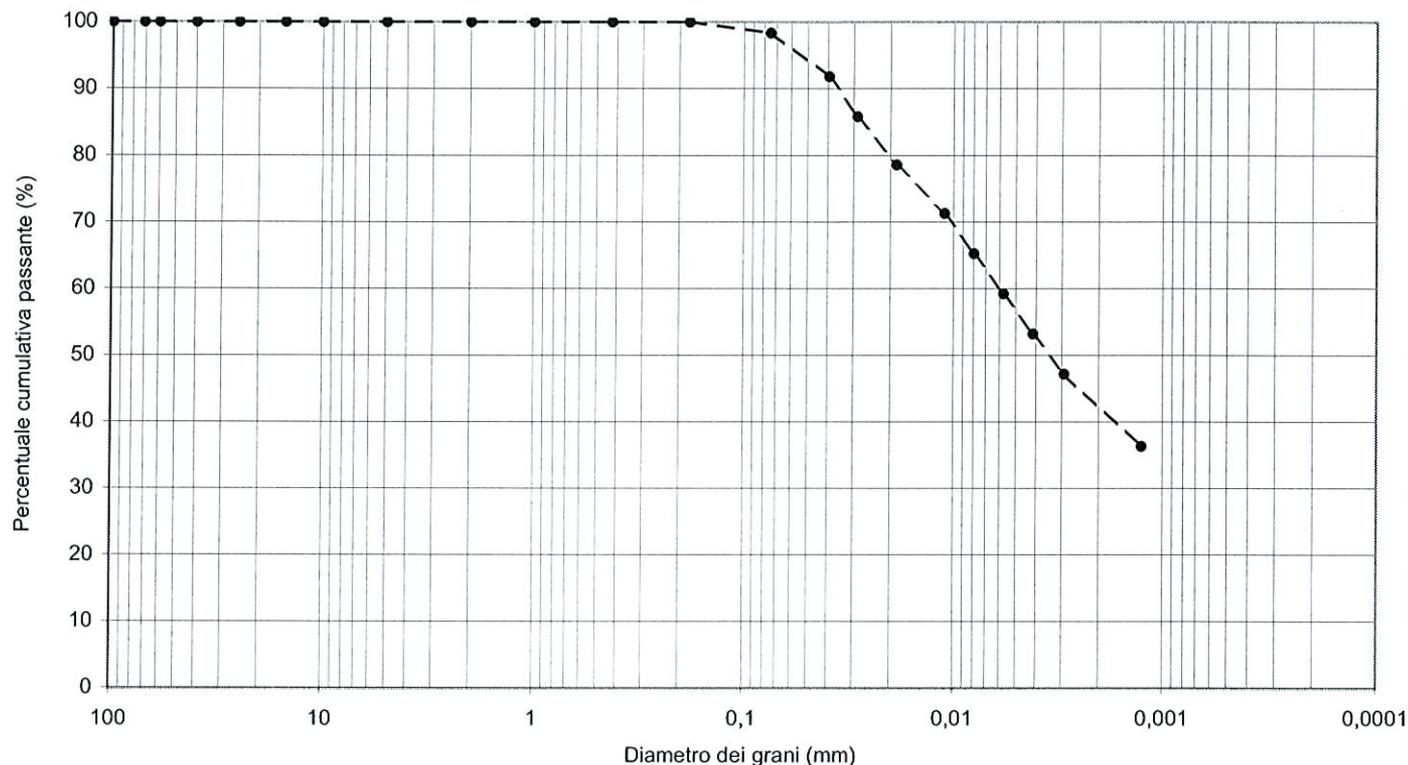
**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40093</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/1
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione	01/03/10	Data di esecuzione	10/03/10
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Prelevato da	Committente		
Località	TRIESTE				
Campione	SG1 C1 16,5-17,05m				

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994****ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2234 e setacci UNI 2332

mm	100	75	60	45	30	20	15	10	7.5	6	4.75	3	2	1.5	1	0.75	0.6	0.475	0.3	0.2	0.15	0.1	0.075	
% passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE** Densimetro serie ASTM 152 H

$\mu$ m	39,68	28,73	18,66	11,05	7,97	5,75	4,14	2,92	1,26
% passante	91,8	85,8	78,6	71,3	65,3	59,2	53,2	47,2	36,3

Peso specifico dei grani (-) = 2,74

Limite liquido (%) = 58

Limite plastico (%) = 26

Classi granulometriche:

Ghiaia = %

Sabbia = 1,6 %

Limo = 57,2 %

Argilla = 41,2 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1013a Rev.1



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

**CERTIFICATO DI PROVA N. 40094** Cod. lavoro 2978/10 N. di accettazione 7497/1  
 Committente GEOSYNTECH SRL Data di accettazione 01/03/10  
 Cantiere CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA Data di esecuzione 23/03/10  
 Località TRIESTE  
 Campione SG1 C1 16,5-17,05m Prelevato da Committente

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**

Edometro n. 3 Cella edometrica n. 15 Altezza iniziale provino in mm 20,00 ( $H_0$ )  
 Diametro del provino in mm 50,50 (D)

Tensione verticale di consolidazione  $\sigma'_v$  espressa in kPa

12,5	25	50	100	200	400	800	1600	3200	800	200	50	12,5							
0,40	1,05	2,30	4,70	8,25	12,50	17,30	22,40	27,20	25,70	23,30	20,60	18,45							

Deformazione verticale del provino  $\Delta H/H_0 = \epsilon_v$  %Modulo di deformazione edometrica  $M_{ed}$  per ogni intervallo di carico espresso in MPa

3,1	1,9	2,0	2,1	2,8	4,7	8,3	15,7	33,3											
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Intervallo di carico espresso in kPa

Assestamenti in funzione del tempo t per ogni intervallo di carico	tempo in minuti	0	12,5	25	50	100	200	400	800	1600										
		12,5	25	50	100	200	400	800	1600	3200										
	0	20,00	19,92	19,79	19,53	19,06	18,35	17,50	16,54	15,53										
	0,1	20,00	19,92	19,78	19,51	19,00	18,26	17,41	16,41	15,40										
	0,25	20,00	19,91	19,78	19,50	18,98	18,25	17,39	16,39	15,37										
	0,5	20,00	19,91	19,77	19,49	18,96	18,22	17,37	16,37	15,35										
	1	20,00	19,90	19,77	19,47	18,94	18,20	17,34	16,33	15,31										
	2	20,00	19,90	19,76	19,45	18,91	18,16	17,30	16,28	15,26										
	4	19,99	19,90	19,74	19,42	18,87	18,10	17,23	16,20	15,19										
	8	19,99	19,89	19,72	19,38	18,81	18,03	17,15	16,10	15,08										
	15	19,98	19,88	19,71	19,31	18,74	17,93	17,05	15,97	14,96										
	30	19,97	19,86	19,67	19,24	18,64	17,82	16,91	15,82	14,82										
	60	19,95	19,85	19,63	19,18	18,55	17,70	16,78	15,70	14,71										
	120	19,94	19,83	19,59	19,13	18,48	17,62	16,69	15,63	14,66										
	240	19,94	19,82	19,57	19,10	18,43	17,57	16,63	15,58	14,62										
	480	19,93	19,81	19,56	19,08	18,38	17,54	16,59	15,55	14,59										
	960	19,92	19,80	19,54	19,07	18,36	17,51	16,55	15,53	14,57										
1440	19,92	19,79	19,53	19,06	18,35	17,50	16,54	15,53	14,56											

**Parametri iniziali del provino**

Contenuto in acqua 39,4 %  
 Densità apparente 17,85  $\text{kN/m}^3$   
 Indice dei vuoti 1,101 -

Cervignano del Friuli, **16/04/10**

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Floriti 53957

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/3

PS 75-01/1025 Rev.1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

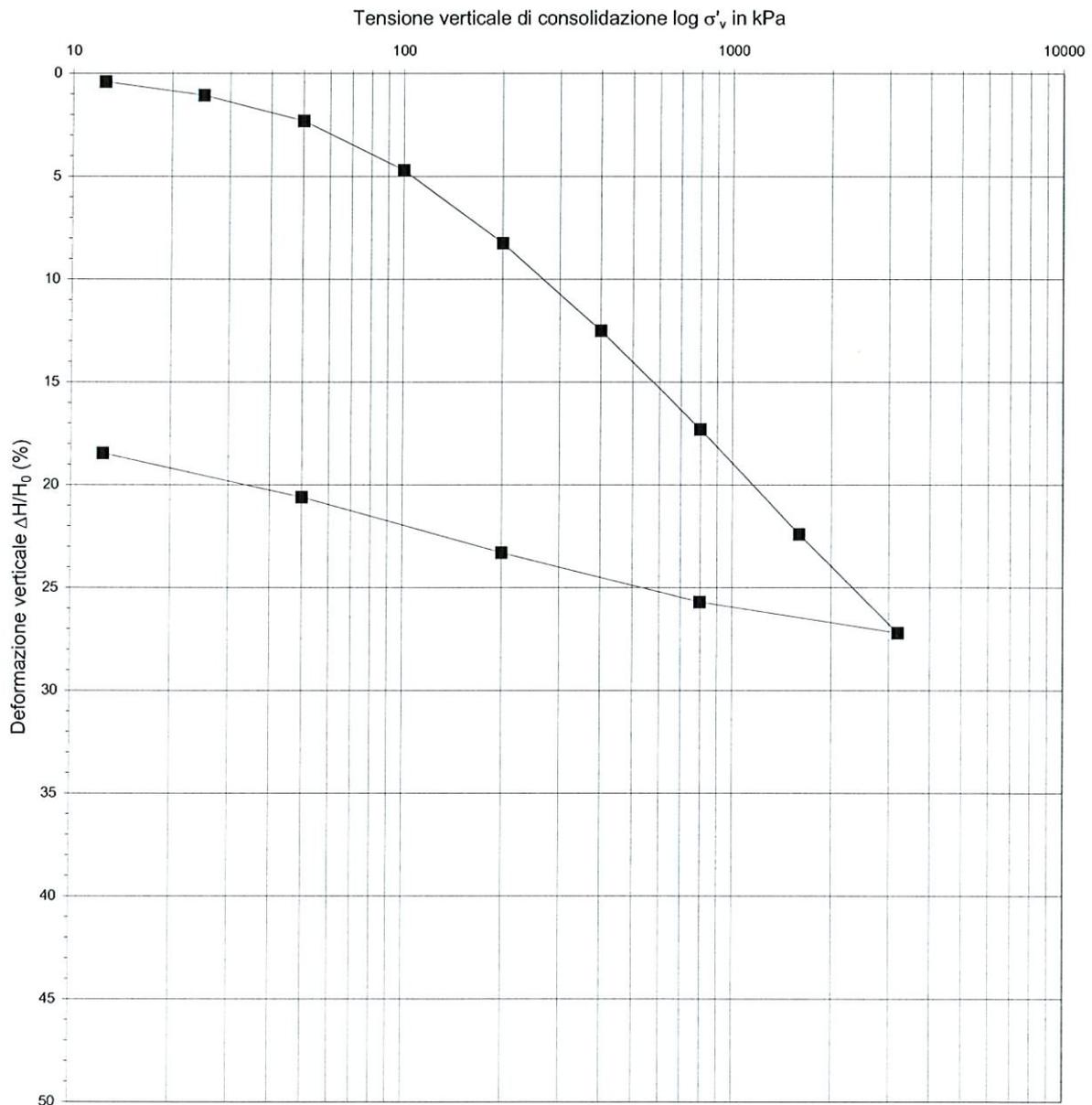
Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40094</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/1
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione	01/03/10		
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione	23/03/10		
Località	TRIESTE				
Campione	SG1 C1 16,5-17,05m	Prelevato da	Committente		

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**  
**Curva di compressibilità  $\Delta H/\Delta H_0$  in funzione di  $\log \sigma'_v$**



Cervignano del Friuli,

16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fiorilli

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag.2/3

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1025 Rev.1



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

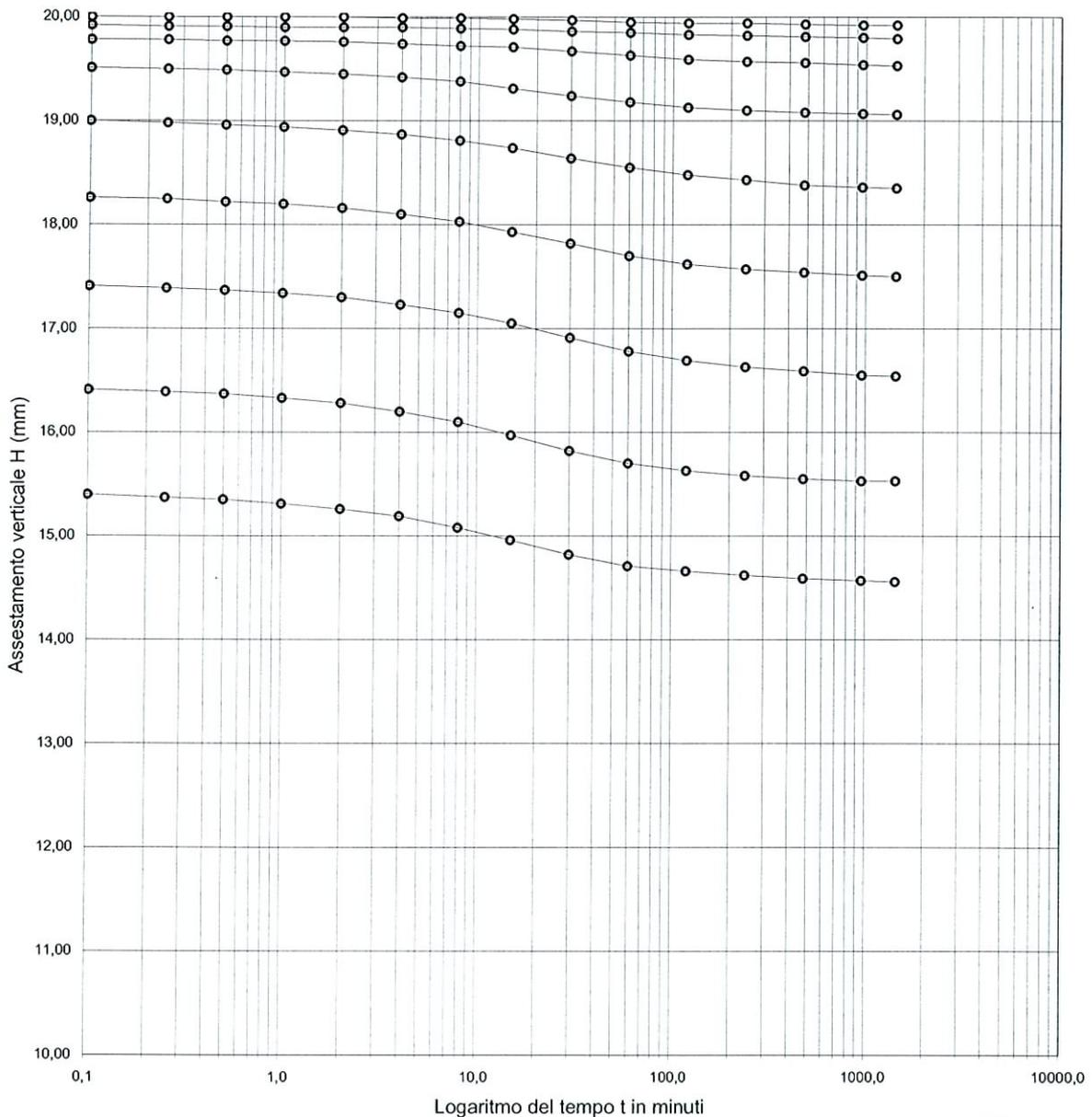
Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b> <u>40094</u>	<b>Cod. lavoro</b> <u>2978/10</u>	<b>N. di accettazione</b> <u>7497/1</u>
<b>Committente</b> <u>GEOSYNTECH SRL</u>		<b>Data di accettazione</b> <u>01/03/10</u>
<b>Cantiere</b> <u>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</u>		<b>Data di esecuzione</b> <u>23/03/10</u>
<b>Località</b> <u>TRIESTE</u>		
<b>Campione</b> <u>SG1 C1 16,5-17,05m</u>	<b>Prelevato da</b> <u>Committente</u>	

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994  
Diagramma degli assestamenti H in funzione del log del tempo t**



Cervignano del Friuli,

16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geo. Roberto Floriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1025 Rev.1

pag.3/3

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n°

**INTERPRETAZIONE PROVA EDOMETRICA**

	Cod. lavoro	<u>2978/10</u>	N. di accettazione	<u>7497/1</u>
Committente	<u>GEOSYNTECH SRL</u>		Data di accettazione	<u>01/03/10</u>
Cantiere	<u>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</u>		Data di esecuzione	<u>23/03/10</u>
Località	<u>TRIESTE</u>			
Campione	<u>SG1 C1 16,5-17,05m</u>		Prelevato da	<u>Committente</u>

Su richiesta del Committente vengono fornite le seguenti elaborazioni dei dati conseguenti all'esecuzione della Prova edometrica ad incremento di carico controllato (IL) secondo raccomandazioni AGI 1994

Prova di consolidazione edometrica	Coefficiente di consolidazione $C_v$		Coefficiente di compressibilità $m_v$		Coefficiente di permeabilità $K$	
Intervallo di carico 0 -12,5 kPa	0,0943	cm <sup>2</sup> /min	0,320	MPa <sup>-1</sup>	4,93E-10	m/sec
Intervallo di carico 12,5-25 kPa	N.D.	cm <sup>2</sup> /min	0,520	MPa <sup>-1</sup>	N.D.	m/sec
Intervallo di carico 25-50 kPa	N.D.	cm <sup>2</sup> /min	0,500	MPa <sup>-1</sup>	N.D.	m/sec
Intervallo di carico 50-100 kPa	0,0129	cm <sup>2</sup> /min	0,480	MPa <sup>-1</sup>	1,02E-10	m/sec
Intervallo di carico 100-200 kPa	0,0030	cm <sup>2</sup> /min	0,355	MPa <sup>-1</sup>	1,77E-11	m/sec
Intervallo di carico 200-400 kPa	0,0100	cm <sup>2</sup> /min	0,213	MPa <sup>-1</sup>	3,47E-11	m/sec
Intervallo di carico 400-800 kPa	0,0081	cm <sup>2</sup> /min	0,120	MPa <sup>-1</sup>	1,59E-11	m/sec
Intervallo di carico 800-1600 kPa	0,0110	cm <sup>2</sup> /min	0,064	MPa <sup>-1</sup>	1,15E-11	m/sec
Intervallo di carico 1600 - 3200 kPa	0,0116	cm <sup>2</sup> /min	0,030	MPa <sup>-1</sup>	5,67E-12	m/sec

Note:

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr.  Andrea TentorIl Direttore del Laboratorio: Geol.  Roberto Florit

**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40095</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/1
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione		01/03/10	
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione		06/04/10	
Località	TRIESTE				
Campione	SG1 C1 16,5-17,05m	Prelevato da	Committente		

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova di compressione triassiale consolidata non drenata (CU) su terre coesive secondo indicazioni AGI 1994**

Caratteristiche iniziali del provino			
Provino n.	1	2	3
Diam. (mm)	38	38	38
H (mm)	76	76	76
Massa (g)	157,3	154,5	157,0
Gapp (kN/m <sup>3</sup> )	17,89	17,57	17,87
n (-)	52,2	53,1	52,3

Parametri di consolidazione e di prova			
Provino n.	1	2	3
$\Delta V$ (cm <sup>3</sup> )	5,41	6,36	9,31
t100 (min)	46,1	59,3	92,2
Sr (%)	>90	>90	>90
Back Pr. (kPa)	90	91	90
V (mm/min)	0,008	0,008	0,008

**Grandezze misurate nel corso della prova di compressione**

Provino 1		
$\sigma_3 =$	190	(kPa)
$\Delta H$	Carico	u
(mm)	(N)	(kPa)
0,00	0	90
0,38	68	114
0,76	81	120
1,14	92	125
1,52	100	128
1,90	108	131
2,28	116	133
2,66	122	135
3,04	126	137
3,42	129	139
3,80	133	140
4,18	137	142
4,56	140	143
4,94	144	144
5,32	147	145
5,70	151	146
6,08	153	147
6,46	154	148
6,84	156	149
7,22	157	149
7,60	158	149
7,98	158	150
8,36	158	150
8,74	158	151
9,12	158	151
9,50	161	151
9,88	161	152
10,26	161	152
10,64	163	152
11,02	164	152
11,40	156	152
$W_{fin} =$	36,1	(%)

Provino 2		
$\sigma_3 =$	290	(kPa)
$\Delta H$	Carico	u
(mm)	(N)	(kPa)
0,00	0	95
0,38	117	127
0,76	150	138
1,14	173	145
1,52	187	150
1,90	202	155
2,28	215	158
2,66	225	161
3,04	235	164
3,42	240	166
3,80	246	167
4,18	251	168
4,56	257	169
4,94	264	170
5,32	268	171
5,70	272	172
6,08	273	172
6,46	275	173
6,84	275	173
7,22	277	173
7,60	278	173
7,98	282	174
8,36	285	174
8,74	286	174
9,12	286	174
9,50	285	175
9,88	284	175
10,26	284	175
10,64	284	175
11,02	285	175
11,40	272	175
$W_{fin} =$	33,9	(%)

Provino 3		
$\sigma_3 =$	490	(kPa)
$\Delta H$	Carico	u
(mm)	(N)	(kPa)
0,00	0	92
0,38	191	105
0,76	238	118
1,14	272	130
1,52	303	141
1,90	329	150
2,28	354	159
2,66	375	165
3,04	395	171
3,42	413	176
3,80	429	181
4,18	443	185
4,56	456	188
4,94	468	191
5,32	480	194
5,70	489	196
6,08	500	198
6,46	508	200
6,84	515	202
7,22	522	203
7,60	527	205
7,98	529	206
8,36	535	208
8,74	536	210
9,12	540	211
9,50	543	213
9,88	547	215
10,26	548	216
10,64	551	217
11,02	552	219
11,39	532	220
$W_{fin} =$	29,4	(%)

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Ferri

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/2

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1035 Rev.3



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40095</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/1
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione	01/03/10	Date di esecuzione	06/04/10
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Prelevato da	Committente		
Località	TRIESTE				
Campione	SG1 C1 16,5-17,05m				

**Prova di compressione triassiale consolidata non drenata (CU) su terre coesive secondo indicazioni AGI 1994**

Diagramma dello sforzo tangenziale massimo

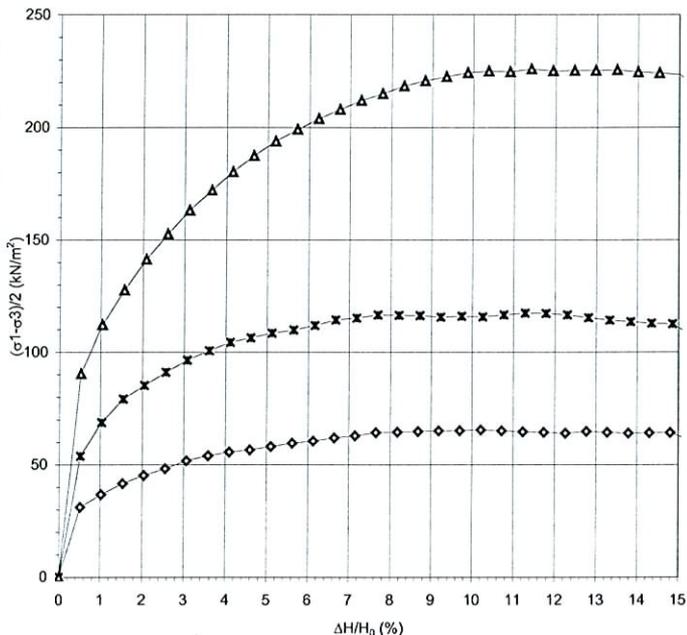


Diagramma della variazione della pressione interstiziale

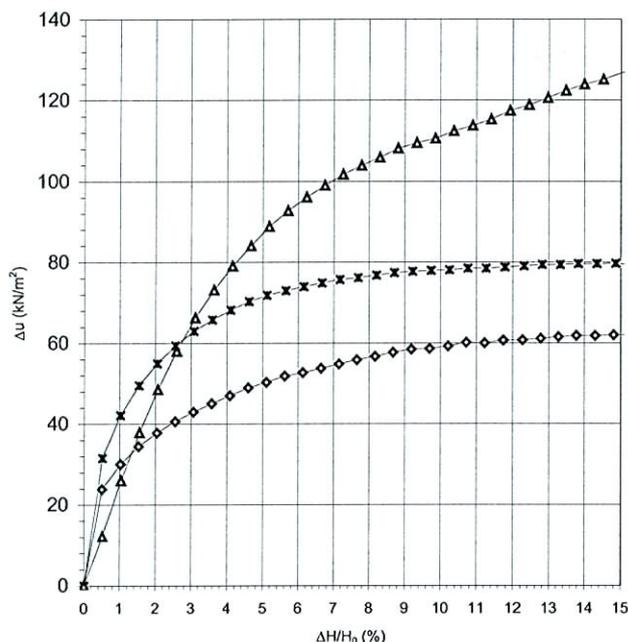
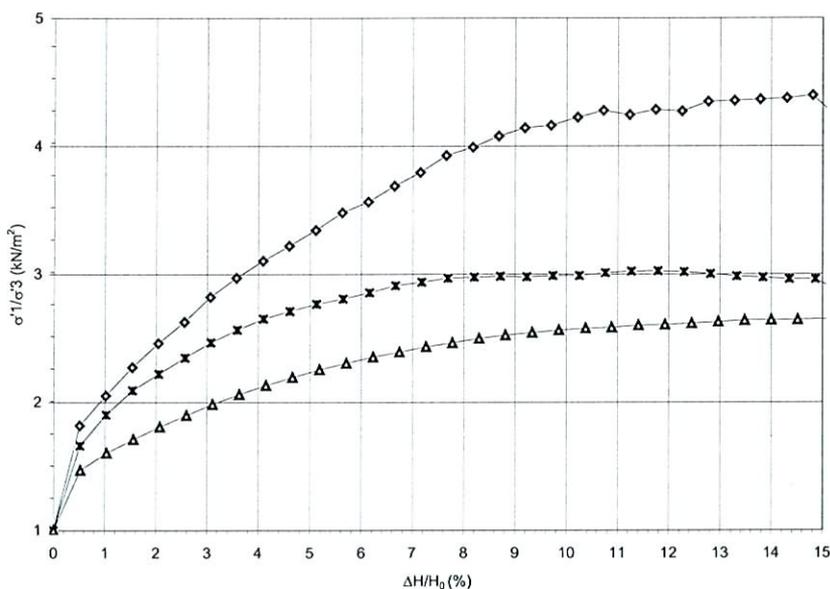


Diagramma del rapporto degli sforzi principali in funzione della deformazione assiale dei provini



—◇— Provino 1 —×— Provino 2 —△— Provino 3

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico, Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio Geol. Roberto Floriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1035 Rev.3

pag. 2/2

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 170



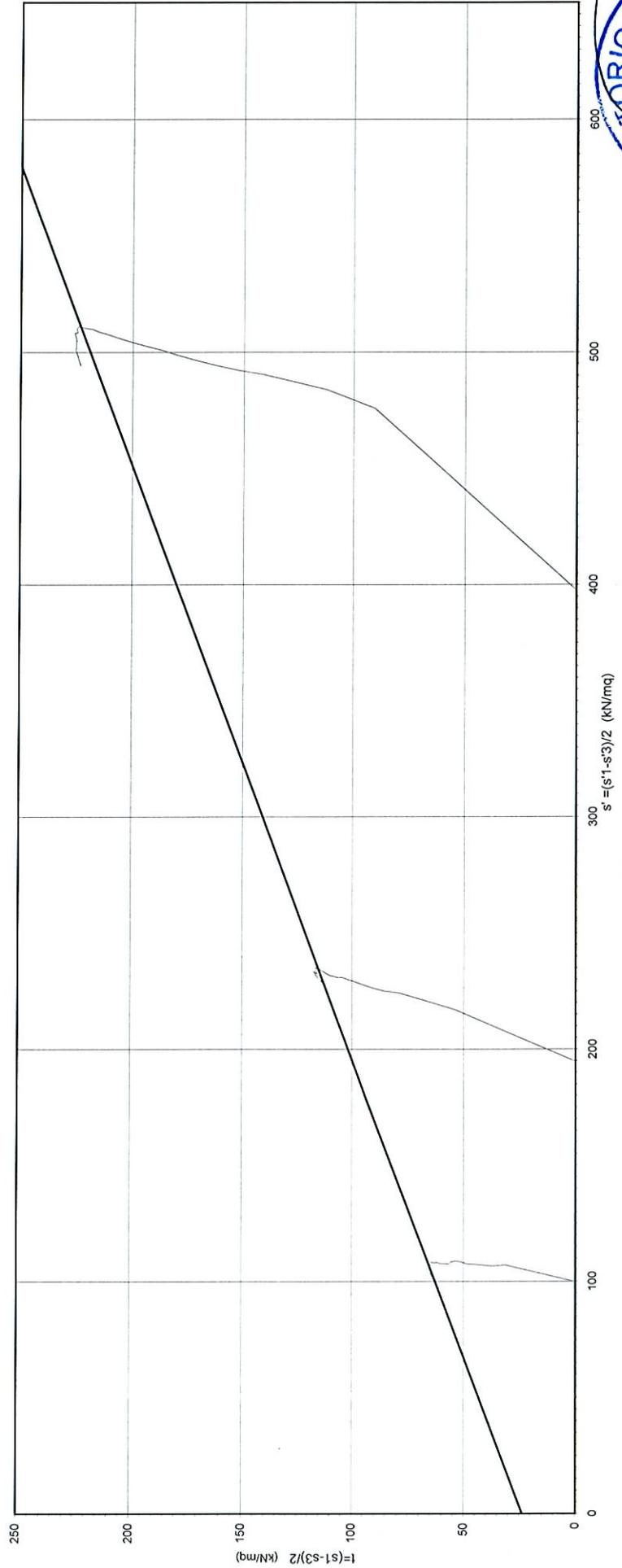
**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

Committente	GEOSYNTECH SRL	N. di accettazione	7497/1
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di accettazione	01/03/10
Località	TRIESTE	Data di esecuzione	06/04/10
Campione	SG1 C1 16,5-17,05m	Prelevato da	Committente

Su richiesta del Committente vengono forniti i valori derivanti dalla regressione lineare nella prova di taglio triassiale C.I.U.



Valori ricavati dalla regressione lineare  $\alpha = 20^\circ$   $b' = 22 \text{ kN/m}^2$   $\phi = 21^\circ$   $c' = 24 \text{ kN/m}^2$



Cervignano del Friuli, 16/04/10	Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor	Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti
Certificazione ISO 9001:2000 n. 30861	pag. 1/1	A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110
PS 75-01/1016 Rev.1		

**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO N.</b>	<b>40102</b>	Cod. lavoro	2978/10	Numero ingresso	7497/2
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data ingresso		01/03/10	
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data esecuzione		01/03/10	
Località	TRIESTE				
Campione	SG2 C1 20,5-21,07m	Prelevato da		Committente	

Sigle di prova : W-umidità; GAPP-densità apparente;GS-peso spec. granuli;LA-limiti Atterberg; GSA-granulometria; AREO-areometria; ELL-espansione lat. Libera; EDO-edometria; TRIAXUU-triassiale U.U.; TRIAXCU-triassiale C.U.; TRIAXCD-triassiale C.D.;Ko-consolidazione anisotropa; TGCD-taglio diretto;PROC-Proctor standard/modificato;CBR-prova CBR; K-prova di permeabilità.

**Descrizione del campione e programma prove**

Diametro : 8,9 cm

Lunghezza campione : 41 cm

Contenitore : Fustella inox

Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova
	LIVELLO RIMANEGGIATO			
	DA 18 A 40 CM, LIMO E ARGILLA DI COLORE GRIGIO OLIVA (5Y 3/2), CONSISTENTE, DI ODORE MISTO TRA SOLFUREO, TERROSO E CON PROBABILI ESALAZIONI DI IDROCARBURI. LA REAZIONE ALL'ACIDO CLORIDRICO E' DEBOLE. RARISSIMA PRESENZA DI PUNTI TORBOSI	70	30	W GAPP GS
		100	50	GSA AREO
		110	50	LA EDO TGD

Cervignano del Friuli, 16/04/2010

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110

Mod. PS 75-02/DEVI Rev.1



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40103</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/2
Committente	GEOSYNTECH SRL			Data di accettazione	01/03/10
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA			Data di esecuzione	10/03/10
Località	TRIESTE				
Campione	SG2 C1 20,5-21,07m			Prelevato da	Committente

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Determinazione dei parametri indice****Determinazione del contenuto d'acqua - Norma ASTM D 2216 /98**

$w_m$	Contenuto d'acqua percentuale medio	36,5	(%)
-------	-------------------------------------	------	-----

**Misura del peso dell'unità di volume - Norma BS 1377 T15/e**

$\gamma_m$	Peso di volume apparente medio	18,12	(kN/m <sup>3</sup> )
------------	--------------------------------	-------	----------------------

**Misura del peso specifico dei grani - Norma ASTM D 854 - 00**

$G_s$ medio	Peso specifico dei grani medio	2,72	(-)
-------------	--------------------------------	------	-----

**Parametri correlati**

$e_0$	Indice dei vuoti	1,008	(-)
$n$	Porosità	50,2	(%)
$S_r$	Grado di saturazione	98,5	(%)
$\gamma_d$	Peso di volume secco	13,27	(kN/m <sup>3</sup> )

**Limiti di Atterberg - Norma ASTM D 4318-84 [ X ] CNR UNI 10014 [ ]**

LL	Limite di liquidità	55	(%)
LP	Limite di plasticità	24	(%)
IP	Indice di pasticità	31	(%)
IC	Indice di consistenza	0,6	(-)
IL	Indice di liquidità	0,4	(-)

LR	Limite di ritiro	-	(%)
R	Coefficiente di ritiro	-	(-)

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr.  Andrea TentorIl Direttore del Laboratorio: Geol.  Roberto Floriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS75-01/1006a Rev.1

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione  
Geotecnici Italiani N. 110

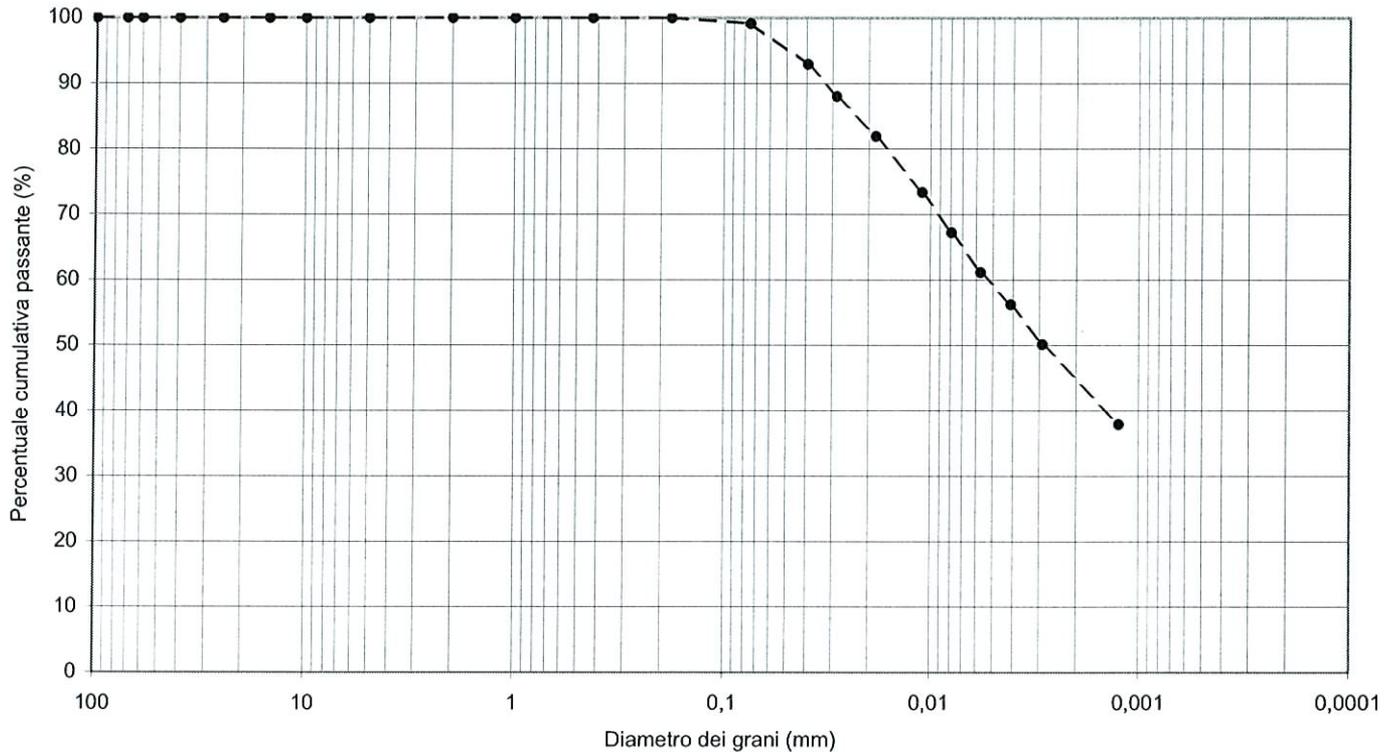
**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40104</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/2
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione	01/03/10		
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione	10/03/10		
Località	TRIESTE	Prelevato da	Committente		
Campione	SG2 C1 20,5-21,07m				

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994****ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2234 e setacci UNI 2332

mm	100	75	60	40	25	15	10	5	2	1,0	0,425	0,180	0,075
% passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE** Densimetro serie ASTM 152 H

$\mu$ m	39,68	28,59	18,50	11,01	7,94	5,73	4,11	2,90	1,25
% passante	92,9	88,0	81,9	73,4	67,3	61,2	56,3	50,2	37,9

Peso specifico dei grani (-) = 2,72

Limite liquido (%) = 55

Limite plastico (%) = 24

Classi granulometriche:

Ghiaia = %

Sabbia = 0,9 %

Limo = 55,6 %

Argilla = 43,5 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1013a Rev.1



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

**CERTIFICATO DI PROVA N.** 40105 Cod. lavoro 2978/10 N. di accettazione 7497/2  
 Committente GEOSYNTECH SRL Data di accettazione 01/03/10  
 Cantiere CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA Data di esecuzione 23/03/10  
 Località TRIESTE  
 Campione SG2 C1 20,5-21,07m Prelevato da Committente

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**

Edometro n. 283 Cella edometrica n. 16 Altezza iniziale provino in mm 20,00 ( $H_0$ )  
 Diametro del provino in mm 50,50 (D)

Tensione verticale di consolidazione  $\sigma'_v$  espressa in kPa

12,5	25	50	100	200	400	800	1600	3200	800	200	50	12,5							
0,45	1,10	2,35	4,40	7,05	10,45	14,50	18,90	23,45	21,55	18,85	15,75	13,20							

Deformazione verticale del provino  $\Delta H/H_0 = \varepsilon_v$  %Modulo di deformazione edometrica  $M_{ed}$  per ogni intervallo di carico espresso in MPa

2,8	1,9	2,0	2,4	3,8	5,9	9,9	18,2	35,2											
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Intervallo di carico espresso in kPa

Assestamenti in funzione del tempo t per ogni intervallo di carico	tempo in minuti	0	12,5	25	50	100	200	400	800	1600										
		12,5	25	50	100	200	400	800	1600	3200										
	0	20,01	19,91	19,78	19,53	19,12	18,59	17,91	17,10	16,21										
	0,1	20,00	19,90	19,77	19,51	19,09	18,55	17,86	17,04	16,18										
	0,25	19,99	19,91	19,76	19,50	19,08	18,54	17,85	17,02	16,12										
	0,5	19,99	19,90	19,75	19,49	19,07	18,52	17,83	17,00	16,10										
	1	19,99	19,90	19,75	19,48	19,05	18,51	17,81	16,98	16,07										
	2	19,99	19,90	19,75	19,46	19,03	18,48	17,77	16,95	16,03										
	4	19,98	19,89	19,74	19,44	19,00	18,44	17,74	16,90	15,96										
	8	19,98	19,88	19,72	19,41	18,96	18,39	17,68	16,82	15,87										
	15	19,97	19,87	19,70	19,38	18,92	18,32	17,60	16,73	15,76										
	30	19,96	19,86	19,67	19,33	18,86	18,22	17,48	16,61	15,62										
	60	19,95	19,84	19,63	19,27	18,78	18,11	17,35	16,47	15,50										
	120	19,94	19,82	19,60	19,21	18,70	18,02	17,24	16,36	15,43										
	240	19,93	19,80	19,57	19,17	18,65	17,98	17,18	16,30	15,38										
	480	19,92	19,79	19,55	19,15	18,62	17,94	17,13	16,26	15,35										
	960	19,91	19,78	19,53	19,13	18,59	17,91	17,11	16,23	15,33										
1440	19,91	19,78	19,53	19,12	18,59	17,91	17,10	16,21	15,32											

**Parametri iniziali del provino**

Contenuto in acqua 36,5 %  
 Densità apparente 18,12  $\text{kN/m}^3$   
 Indice dei vuoti 1,008 -

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/3

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

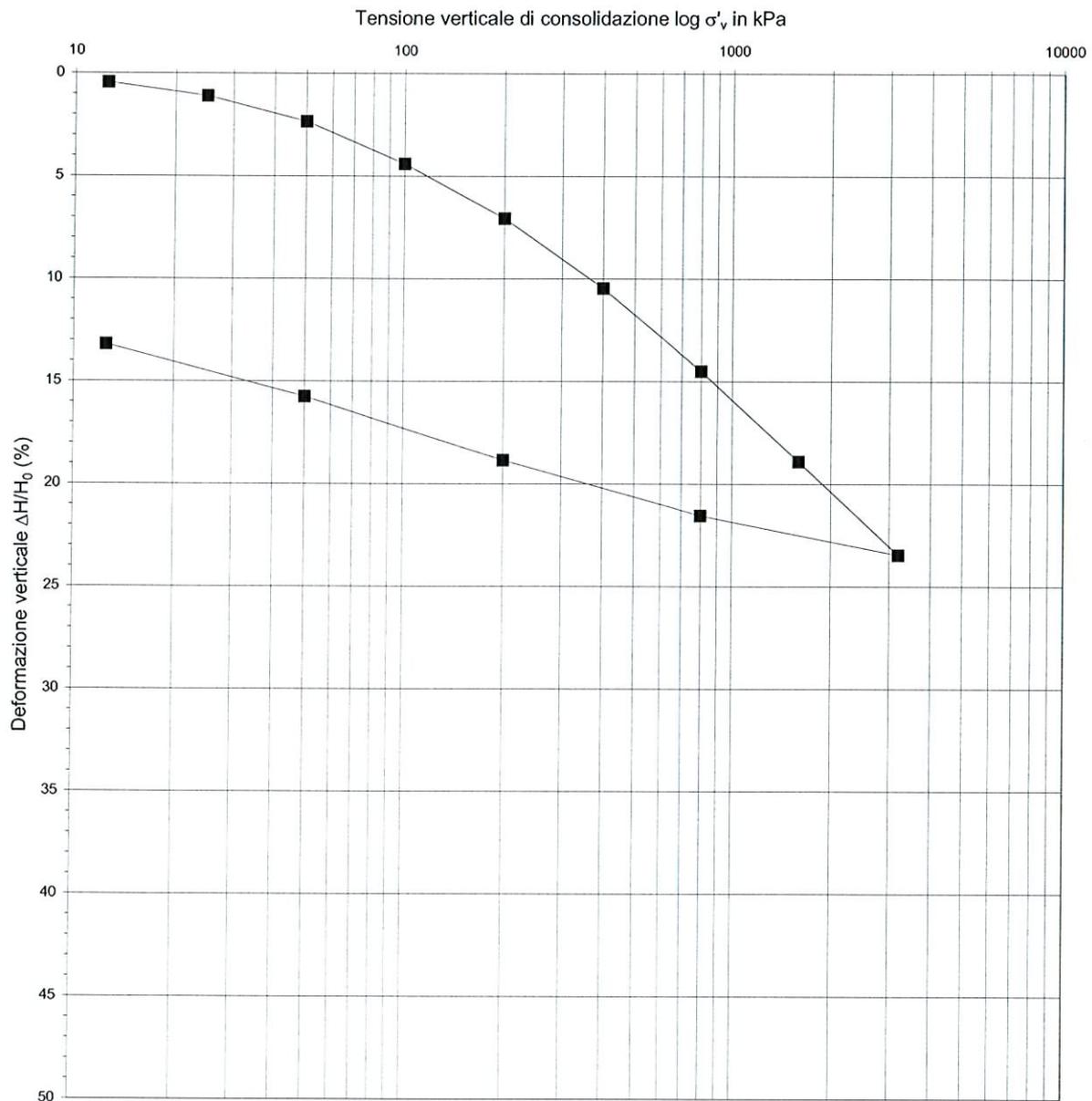
Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40105</b>	<b>Cod. lavoro</b>	<b>2978/10</b>	<b>N. di accettazione</b>	<b>7497/2</b>
<b>Committente</b>	<b>GEOSYNTECH SRL</b>	<b>Data di accettazione</b>	<b>01/03/10</b>		
<b>Cantiere</b>	<b>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</b>	<b>Data di esecuzione</b>	<b>23/03/10</b>		
<b>Località</b>	<b>TRIESTE</b>	<b>Prelevato da</b>	<b>Committente</b>		
<b>Campione</b>	<b>SG2 C1 20,5-21,07m</b>				

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**  
**Curva di compressibilità  $\Delta H/\Delta H_0$  in funzione di  $\log \sigma'_v$**



Cervignano del Friuli,

16/04/10

Il Tecnico: *[Signature]* Dr. Andrea TentorIl Direttore del Laboratorio: *[Signature]* Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1025 Rev.1

pag.2/3

A.L.G.I. - Associazione Laboratori  
Geotecnici Italiani N. 110

**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

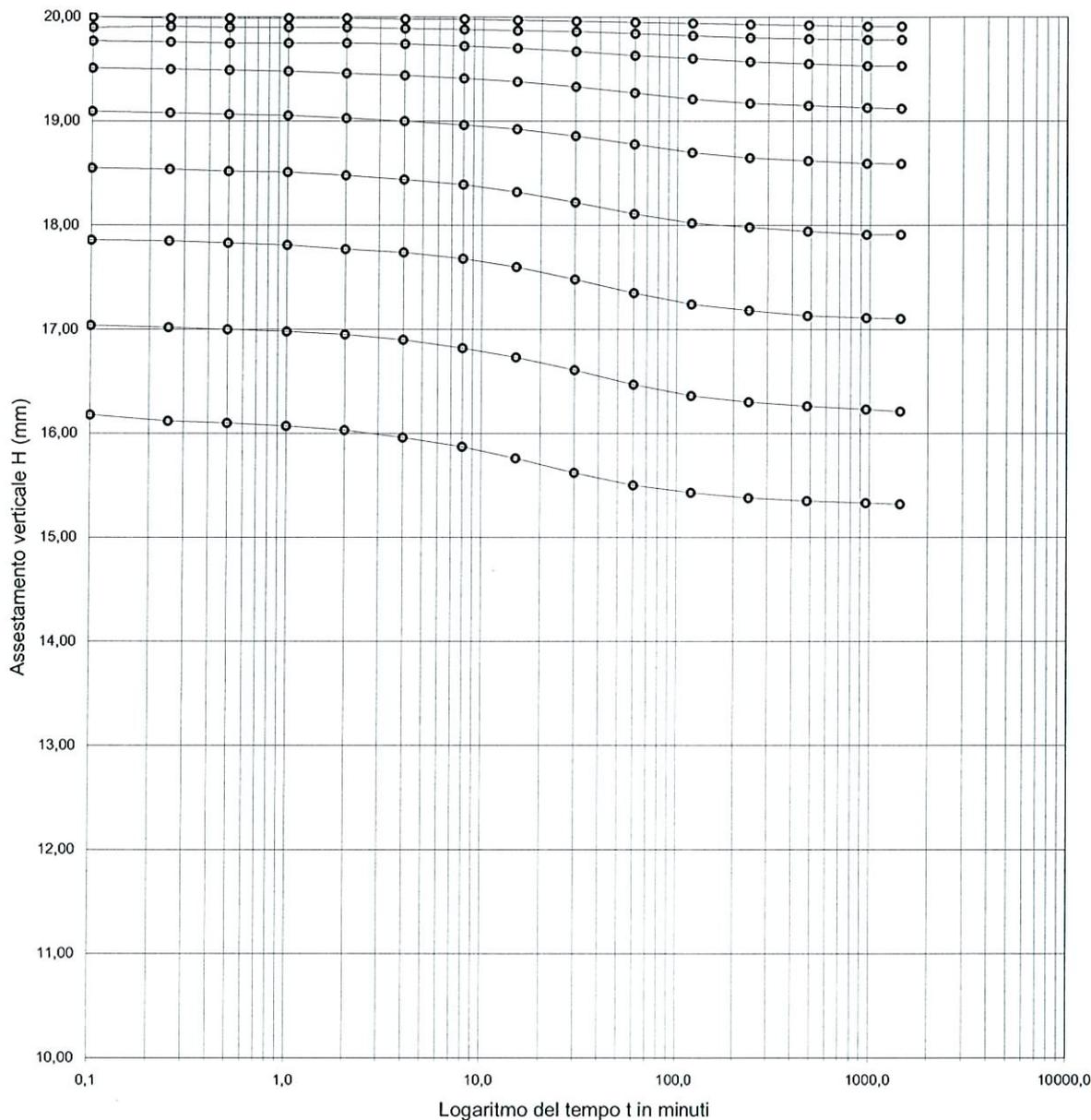
Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40105</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/2
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione	01/03/10		
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione	23/03/10		
Località	TRIESTE				
Campione	SG2 C1 20,5-21,07m	Prelevato da	Committente		

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**  
**Diagramma degli assestamenti H in funzione del log del tempo t**



Cervignano del Friuli,

16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag.3/3

A.L.G.I. - Associazione Laboratori  
Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1025 Rev.1



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n°

**INTERPRETAZIONE PROVA EDOMETRICA**

	Cod. lavoro	<u>2978/10</u>	N. di accettazione	<u>7497/2</u>
Committente	<u>GEOSYNTECH SRL</u>		Data di accettazione	<u>01/03/10</u>
Cantiere	<u>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</u>		Data di esecuzione	<u>23/03/10</u>
Località	<u>TRIESTE</u>			
Campione	<u>SG2 C1 20,5-21,07m</u>		Prelevato da	<u>Committente</u>

Su richiesta del Committente vengono fornite le seguenti elaborazioni dei dati conseguenti all'esecuzione della Prova edometrica ad incremento di carico controllato (IL) secondo raccomandazioni AGI 1994

Prova di consolidazione edometrica	Coefficiente di consolidazione $C_v$		Coefficiente di compressibilità $m_v$		Coefficiente di permeabilità K	
Intervallo di carico 0 -12,5 kPa	0,0942	cm <sup>2</sup> /min	0,360	MPa <sup>-1</sup>	5,54E-10	m/sec
Intervallo di carico 12,5-25 kPa	0,0006	cm <sup>2</sup> /min	0,520	MPa <sup>-1</sup>	5,37E-12	m/sec
Intervallo di carico 25-50 kPa	0,0008	cm <sup>2</sup> /min	0,500	MPa <sup>-1</sup>	6,59E-12	m/sec
Intervallo di carico 50-100 kPa	0,0033	cm <sup>2</sup> /min	0,410	MPa <sup>-1</sup>	2,18E-11	m/sec
Intervallo di carico 100-200 kPa	0,0030	cm <sup>2</sup> /min	0,265	MPa <sup>-1</sup>	1,32E-11	m/sec
Intervallo di carico 200-400 kPa	0,0057	cm <sup>2</sup> /min	0,170	MPa <sup>-1</sup>	1,58E-11	m/sec
Intervallo di carico 400-800 kPa	0,0051	cm <sup>2</sup> /min	0,101	MPa <sup>-1</sup>	8,39E-12	m/sec
Intervallo di carico 800-1600 kPa	0,0057	cm <sup>2</sup> /min	0,055	MPa <sup>-1</sup>	5,12E-12	m/sec
Intervallo di carico 1600 - 3200 kPa	0,0091	cm <sup>2</sup> /min	0,028	MPa <sup>-1</sup>	4,21E-12	m/sec

Note:

Cervignano del Friuli,

16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1025 Rev.1

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



## Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

## RISULTATO DELLA PROVA

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b> <u>40106</u>	<b>Cod. lavoro</b> <u>2978/10</u>	<b>N. di accettazione</b> <u>7497/2</u>
<b>Committente</b> <u>GEOSYNTECH SRL</u>		<b>Data di accettazione</b> <u>01/03/10</u>
<b>Cantiere</b> <u>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</u>		<b>Data di esecuzione</b> <u>15/03/10</u>
<b>Località</b> <u>TRIESTE</u>		
<b>Campione</b> <u>SG2 C1 20,5-21,07m</u>	<b>Prelevato da</b>	<u>Committente</u>

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

## Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1						Provino 2						Provino 3						
Cella n.		328				Cella n.		328				Cella n.		328				
Tipo di cella		quadrata				Tipo di cella		quadrata				Tipo di cella		quadrata				
Area cella (mm <sup>2</sup> )		3600				Area cella (mm <sup>2</sup> )		3600				Area cella (mm <sup>2</sup> )		3600				
Carico assiale (N)		441				Carico assiale (N)		882,5				Carico assiale (N)		1765				
Consolidazione		Fase di picco			Residuo	Consolidazione		Fase di picco			Residuo	Consolidazione		Fase di picco			Residuo	
Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)	Forza di taglio (N)		Forza di taglio (N)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)	Variazione altezza (mm)		Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)	Tempo (min)	Cedimento (mm)	Spostamento orizzontale (mm)		Variazione altezza (mm)
		0,00	0,00	0				0,00	0,00	0				0,00	0,00	0		
		0,32	0,05	126				0,32	-0,01	219				0,32	0,01	345		
		0,64	0,07	171				0,64	-0,01	307				0,64	0,02	516		
		0,96	0,08	202				0,96	-0,01	359				0,96	0,02	611		
		1,28	0,32	224				1,28	-0,01	395				1,28	0,03	685		
		1,60	0,42	238				1,60	-0,02	421				1,60	0,45	735		
		1,92	0,43	247				1,92	-0,02	442				1,92	0,49	766		
		2,24	0,45	257				2,24	-0,02	457				2,24	0,50	792		
		2,56	0,46	262				2,56	-0,03	466				2,56	0,51	821		
		2,88	0,64	264				2,88	-0,03	473				2,88	0,52	842		
		3,20	0,72	267				3,20	-0,03	478				3,20	0,52	856		
		3,52	0,73	268				3,52	-0,03	480				3,52	0,52	866		
		3,84	0,74	268				3,84	-0,02	483				3,84	0,52	875		
		4,16	0,74	269				4,16	-0,03	483				4,16	0,54	878		
		4,48	0,76	269				4,48	-0,03	483				4,48	0,54	889		
		4,80	0,77	268				4,80	-0,03	480				4,80	0,54	894		
		5,12	0,77	265				5,12	-0,03	476				5,12	0,54	885		
		5,44	0,77	263				5,44	-0,03	471				5,44	0,54	873		
								5,76	-0,03	466				5,76	0,54	861		
								6,08	-0,03	464				6,08	1,12	861		
								6,40	-0,18	461				6,40	1,16	861		
								6,72	-0,25	461								
$t_{100} =$	min					$t_{100} =$	min					$t_{100} =$	min					
$t_r =$	min					$t_r =$	min					$t_r =$	min					
$d_r =$	mm					$d_r =$	mm					$d_r =$	mm					
$v =$	0,005	mm/min				$v =$	0,005	mm/min				$v =$	0,005	mm/min				

Prova eseguita su provini : *indisturbati non pretagliati*Cervignano del Friuli, **16/04/10**Il Tecnico: Dr. *Andrea Tentor*Il Direttore del Laboratorio: Geol. *Roberto Fiorini*

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1040 Rev.2

pag. 1/2

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

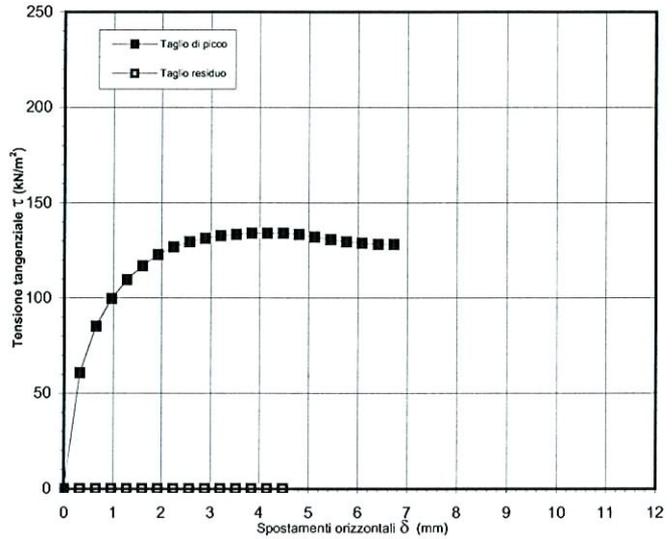
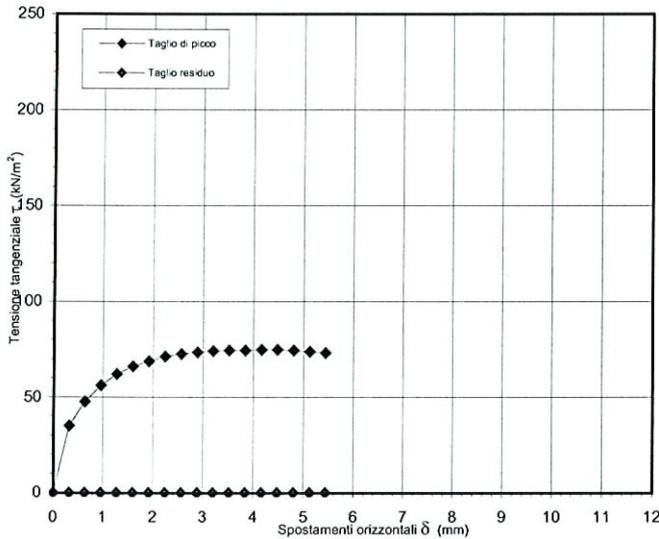
<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b> <u>40106</u>	<b>Cod. lavoro</b> <u>2978/10</u>	<b>N. di accettazione</b> <u>7497/2</u>
<b>Committente</b> <u>GEOSYNTECH SRL</u>		<b>Data di accettazione</b> <u>01/03/10</u>
<b>Cantiere</b> <u>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</u>		<b>Data di esecuzione</b> <u>15/03/10</u>
<b>Località</b> <u>TRIESTE</u>		
<b>Campione</b> <u>SG2 C1 20,5-21,07m</u>	<b>Prelevato da</b> <u>Committente</u>	

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994**

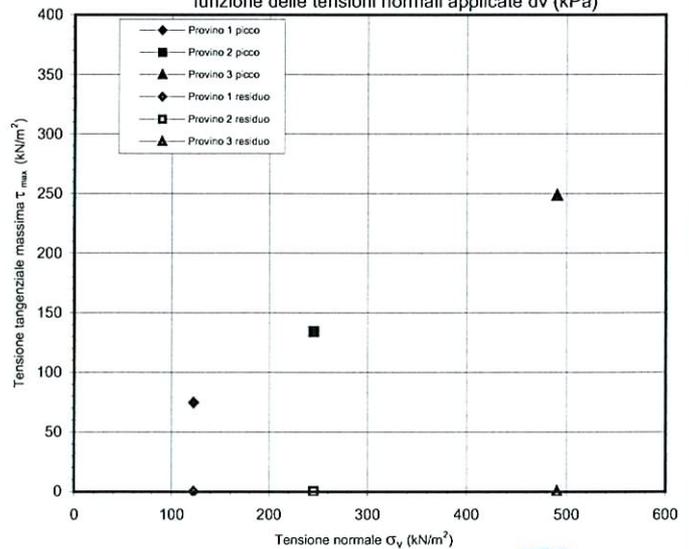
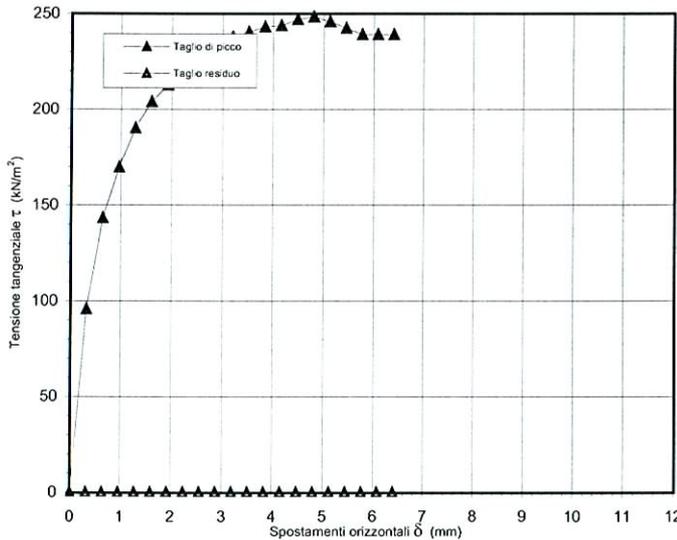
Provino 1 -  $\sigma_v$  (kN/m<sup>2</sup>) = 122,5

Provino 2 -  $\sigma_v$  (kN/m<sup>2</sup>) = 245,1



Provino 3 -  $\sigma_v$  (kN/m<sup>2</sup>) = 490,3

Grafico tensione tangenziale massima  $\tau_{max}$  (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate  $\sigma_v$  (kPa)



Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentori

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fiorio

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1040 Rev.2

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

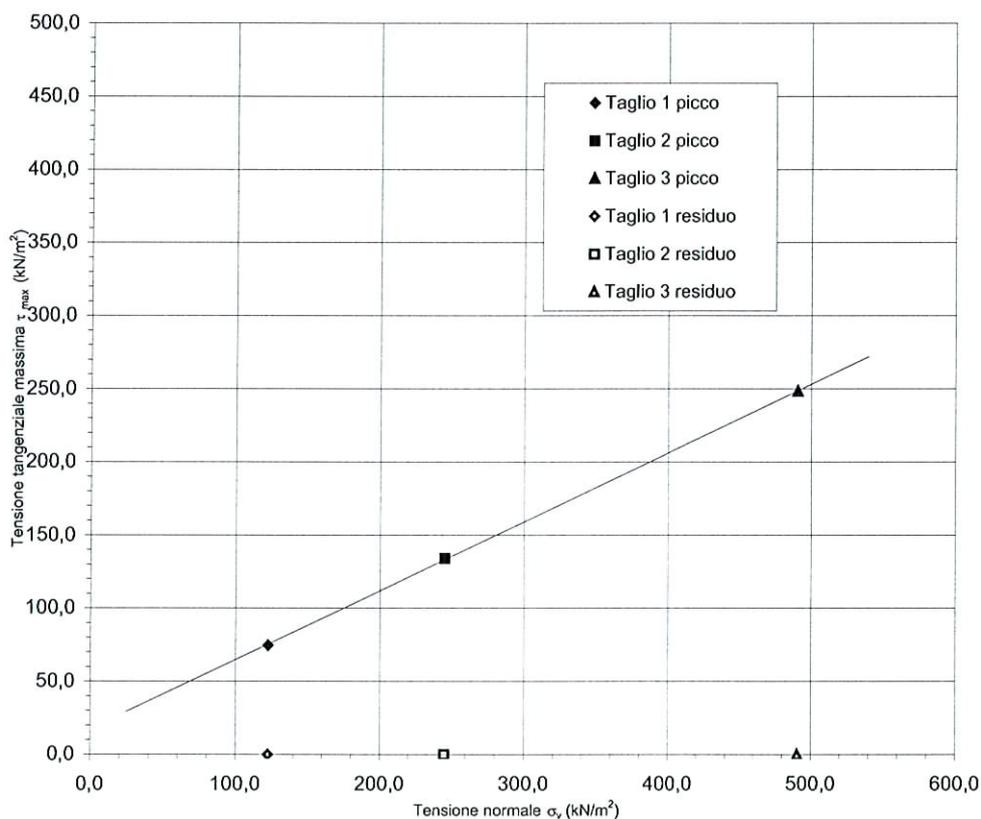
Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**Cod. lavoro 2978/10N. di accettazione 7497/2Committente GEOSYNTECH SRLData di accettazione 01/03/10Cantiere CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERAData di esecuzione 15/03/10Località TRIESTECampione SG2 C1 20,5-21,07mPrelevato da Committente

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994**

Su richiesta del Cliente viene fornita la seguente interpretazione grafica della prova di taglio:

Grafico tensione tangenziale massima  $\tau_{max}$  (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate  $\sigma_v$  (kPa)

Valori definiti dalla regressione lineare

	Taglio diretto	Taglio residuo
Angolo di resistenza al taglio (gradi)	25,2	
Coesione intercetta(kN/m2)	18	

Cervignano del Friuli,

16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1040 Rev.2



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO N.</b>	<b>40109</b>	Cod. lavoro	2978/10	Numero ingresso	7497/3
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data ingresso		01/03/10	
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data esecuzione		01/03/10	
Località	TRIESTE				
Campione	SG3 C1 22,3-22,88m	Prelevato da	Committente		

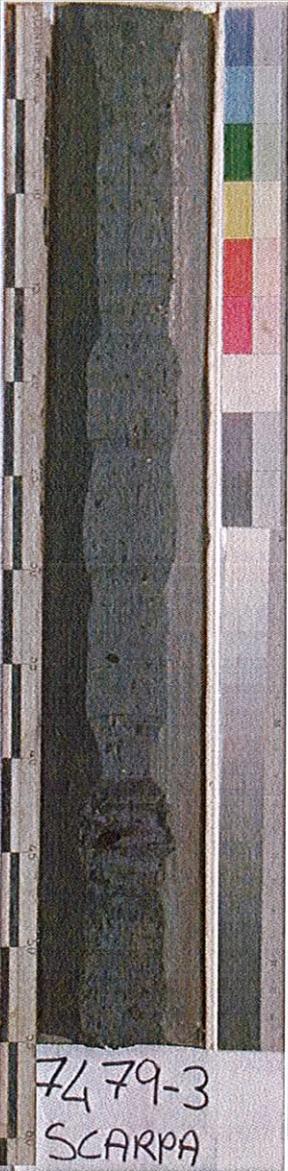
Sigle di prova : W-umidità; GAPP-densità apparente;GS-peso spec. granuli;LA-limiti Atterberg; GSA-granulometria; AREO-areometria; ELL-espansione lat. Libera; EDO-edometria; TRIAXUU-triassiale U.U.; TRIAXCU-triassiale C.U.; TRIAXCD-triassiale C.D.;Ko-consolidazione anisotropa; TGCD-taglio diretto;PROC-Proctor standard/modificato;CBR-prova CBR; K-prova di permeabilità.

**Descrizione del campione e programma prove**

Diametro : 8,9 cm

Lunghezza campione : 54 cm

Contenitore : Fustella inox

Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova
	<p>LIMO E ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSI DI COLORE GRIGIO OLIVA (5Y 3/2) MOLTO CONSISTENTE, INODORE, CON DEBOLE REAZIONE ALL'ACIDO CLORIDRICO. RARA PRESENZA DI: GUSCI CONCHIGLIARI, FRUSTOLI VEGETALI, PUNTI TORBOSI.</p>	130	60	W GAPP GS
		150	70	GSA AREO
		160	80	LA
		130		EDO
		180	60	TRIAx CD

Cervignano del Friuli, 16/04/2010

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Florini 53957

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

Mod. PS 75-02/DEVI Rev.1

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori  
Geotecnici Italiani N. 110

**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40110</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/3
Committente	GEOSYNTECH SRL			Data di accettazione	01/03/10
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA			Data di esecuzione	10/03/10
Località	TRIESTE				
Campione	SG3 C1 22,3-22,88m			Prelevato da	Committente

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Determinazione dei parametri indice****Determinazione del contenuto d'acqua - Norma ASTM D 2216 /98**

$w_m$	Contenuto d'acqua percentuale medio	30,6	(%)
-------	-------------------------------------	------	-----

**Misura del peso dell'unità di volume - Norma BS 1377 T15/e**

$\gamma_m$	Peso di volume apparente medio	18,54	(kN/m <sup>3</sup> )
------------	--------------------------------	-------	----------------------

**Misura del peso specifico dei grani - Norma ASTM D 854 - 00**

$G_s$ medio	Peso specifico dei grani medio	2,67	(-)
-------------	--------------------------------	------	-----

**Parametri correlati**

$e_0$	Indice dei vuoti	0,847	(-)
$n$	Porosità	45,9	(%)
$S_r$	Grado di saturazione	96,6	(%)
$\gamma_d$	Peso di volume secco	14,20	(kN/m <sup>3</sup> )

**Limiti di Atterberg - Norma ASTM D 4318-84 [ X ] CNR UNI 10014 [ ]**

LL	Limite di liquidità	60	(%)
LP	Limite di plasticità	28	(%)
IP	Indice di pasticità	32	(%)
IC	Indice di consistenza	0,9	(-)
IL	Indice di liquidità	0,1	(-)

LR	Limite di ritiro	-	(%)
R	Coefficiente di ritiro	-	(-)

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Floriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110

PS75-01/1006a Rev.1



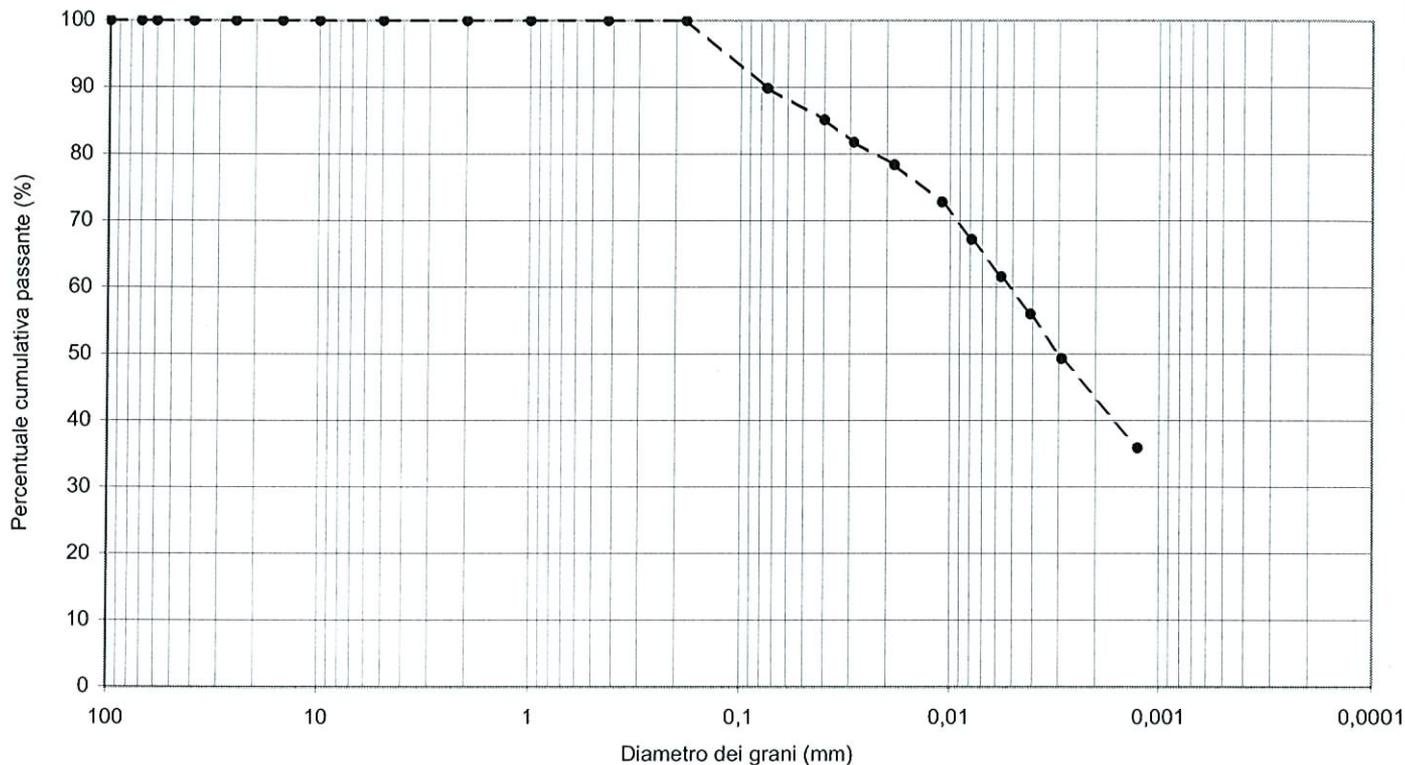
**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40111</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/3
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione		01/03/10	
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione		10/03/10	
Località	TRIESTE				
Campione	SG3 C1 22,3-22,88m	Prelevato da		Committente	

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994****ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2234 e setacci UNI 2332

mm	100	75	60	45	30	25	15	10	5	2	1,0	0,425	0,180	0,075
% passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	89,9

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE** Densimetro serie ASTM 152 H

$\mu$ m	40,24	28,86	18,51	10,92	7,89	5,69	4,11	2,91	1,26
% passante	85,1	81,8	78,4	72,8	67,2	61,6	56,0	49,3	35,9

Peso specifico dei grani (-) = 2,67

Limite liquido (%) = 60

Limite plastico (%) = 28

Classi granulometriche:

Ghiaia = %

Sabbia = 10,1 %

Limo = 48,0 %

Argilla = 41,9 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1013a Rev.1

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

**CERTIFICATO DI PROVA N.** 40112 Cod. lavoro 2978/10 N. di accettazione 7497/3  
 Committente GEOSYNTECH SRL Data di accettazione 01/03/10  
 Cantiere CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA Data di esecuzione 23/03/10  
 Località TRIESTE  
 Campione SG3 C1 22,3-22,88m Prelevato da Committente

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**

Edometro n. 1 Cella edometrica n. 18 Altezza iniziale provino in mm 20,00 ( $H_0$ )  
 Diametro del provino in mm 50,50 (D)

Tensione verticale di consolidazione  $\sigma'_v$  espressa in kPa

12,5	25	50	100	200	400	800	1600	3200	800	200	50	12,5							
0,20	0,55	1,30	2,75	4,90	8,00	11,90	16,20	21,15	19,55	16,75	13,75	11,05							

Deformazione verticale del provino  $\Delta H/H_0 = \varepsilon_v$  %Modulo di deformazione edometrica  $M_{ed}$  per ogni intervallo di carico espresso in MPa

6,3	3,6	3,3	3,4	4,7	6,5	10,3	18,6	32,3											
-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Intervallo di carico espresso in kPa

Assestamenti in funzione del tempo t per ogni intervallo di carico	tempo in minuti	0	12,5	25	50	100	200	400	800	1600										
		12,5	25	50	100	200	400	800	1600	3200										
	0	20,00	19,96	19,89	19,74	19,45	19,02	18,40	17,62	16,75										
	0,1	20,00	19,95	19,88	19,73	19,41	18,97	18,34	17,54	16,66										
	0,25	20,00	19,95	19,88	19,72	19,39	18,96	18,32	17,52	16,63										
	0,5	20,00	19,95	19,87	19,71	19,38	18,94	18,31	17,51	16,61										
	1	20,00	19,95	19,86	19,69	19,37	18,92	18,29	17,49	16,58										
	2	19,99	19,95	19,86	19,68	19,35	18,89	18,26	17,45	16,53										
	4	19,99	19,94	19,85	19,66	19,32	18,85	18,21	17,40	16,48										
	8	19,98	19,94	19,84	19,63	19,28	18,80	18,15	17,33	16,39										
	15	19,98	19,94	19,82	19,61	19,24	18,72	18,07	17,25	16,28										
	30	19,97	19,93	19,81	19,57	19,20	18,64	17,97	17,12	16,13										
	60	19,97	19,92	19,79	19,53	19,15	18,56	17,85	16,99	15,98										
	120	19,97	19,91	19,77	19,49	19,10	18,50	17,76	16,88	15,89										
	240	19,96	19,90	19,76	19,48	19,07	18,46	17,69	16,82	15,84										
	480	19,96	19,89	19,75	19,46	19,04	18,42	17,66	16,79	15,80										
	960	19,96	19,89	19,75	19,46	19,03	18,41	17,63	16,77	15,78										
1440	19,96	19,89	19,74	19,45	19,02	18,40	17,62	16,76	15,77											

**Parametri iniziali del provino**

Contenuto in acqua 30,6 %  
 Densità apparente 18,54 kN/m<sup>3</sup>  
 Indice dei vuoti 0,847 -

Cervignano del Friuli, **16/04/10**Il Tecnico: *Dr. Andrea Tentor*Il Direttore del Laboratorio: *Geol. Roberto Fioriti*

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/3

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1025 Rev.1



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

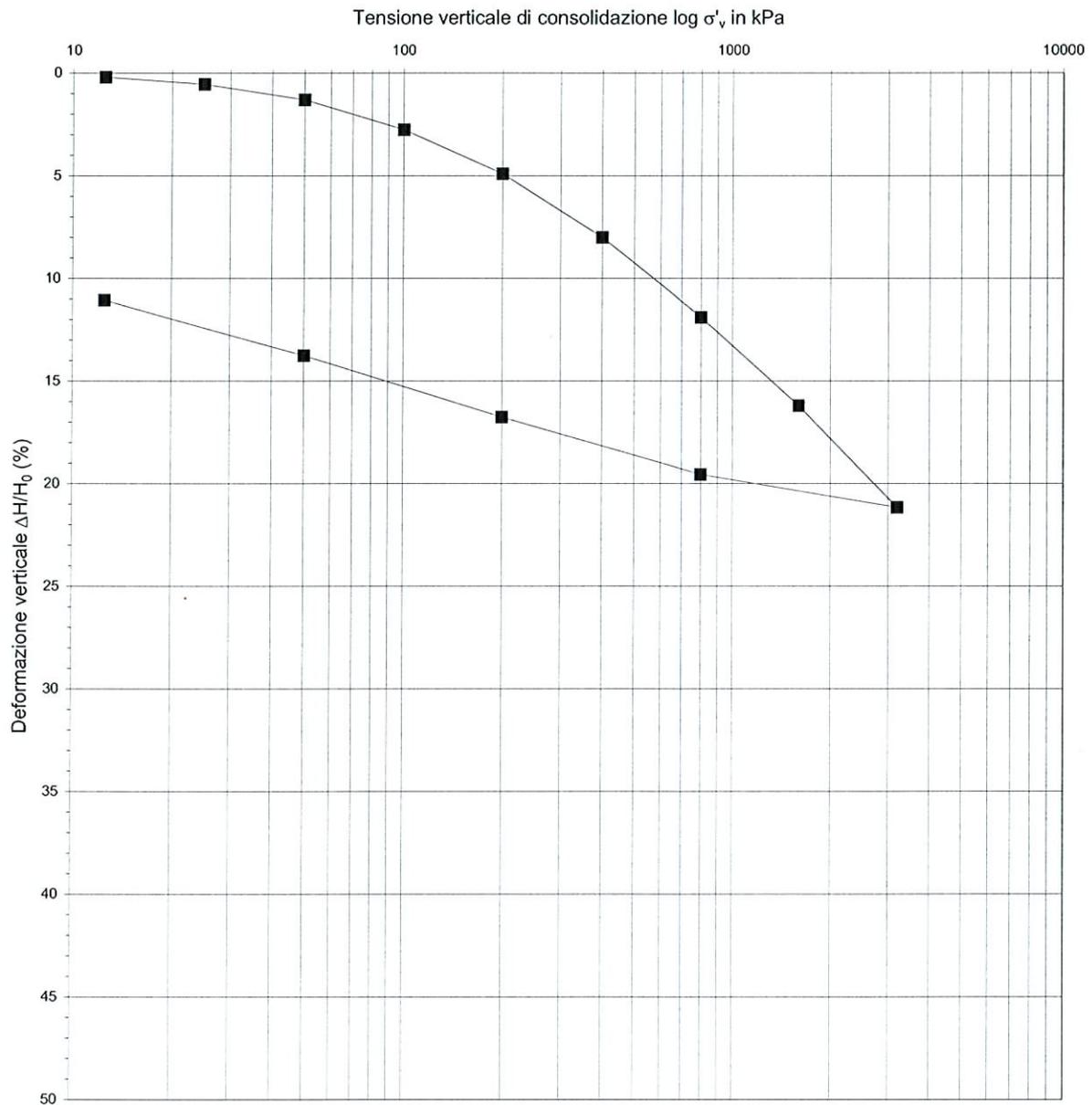
Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40112</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/3
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione	01/03/10		
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione	23/03/10		
Località	TRIESTE				
Campione	SG3 C1 22,3-22,88m	Prelevato da	Committente		

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**  
**Curva di compressibilità  $\Delta H/\Delta H_0$  in funzione di  $\log \sigma'_v$**



Cervignano del Friuli,

16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag.2/3

A.L.G.I. - Associazione Laboratori  
Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1025 Rev.1



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

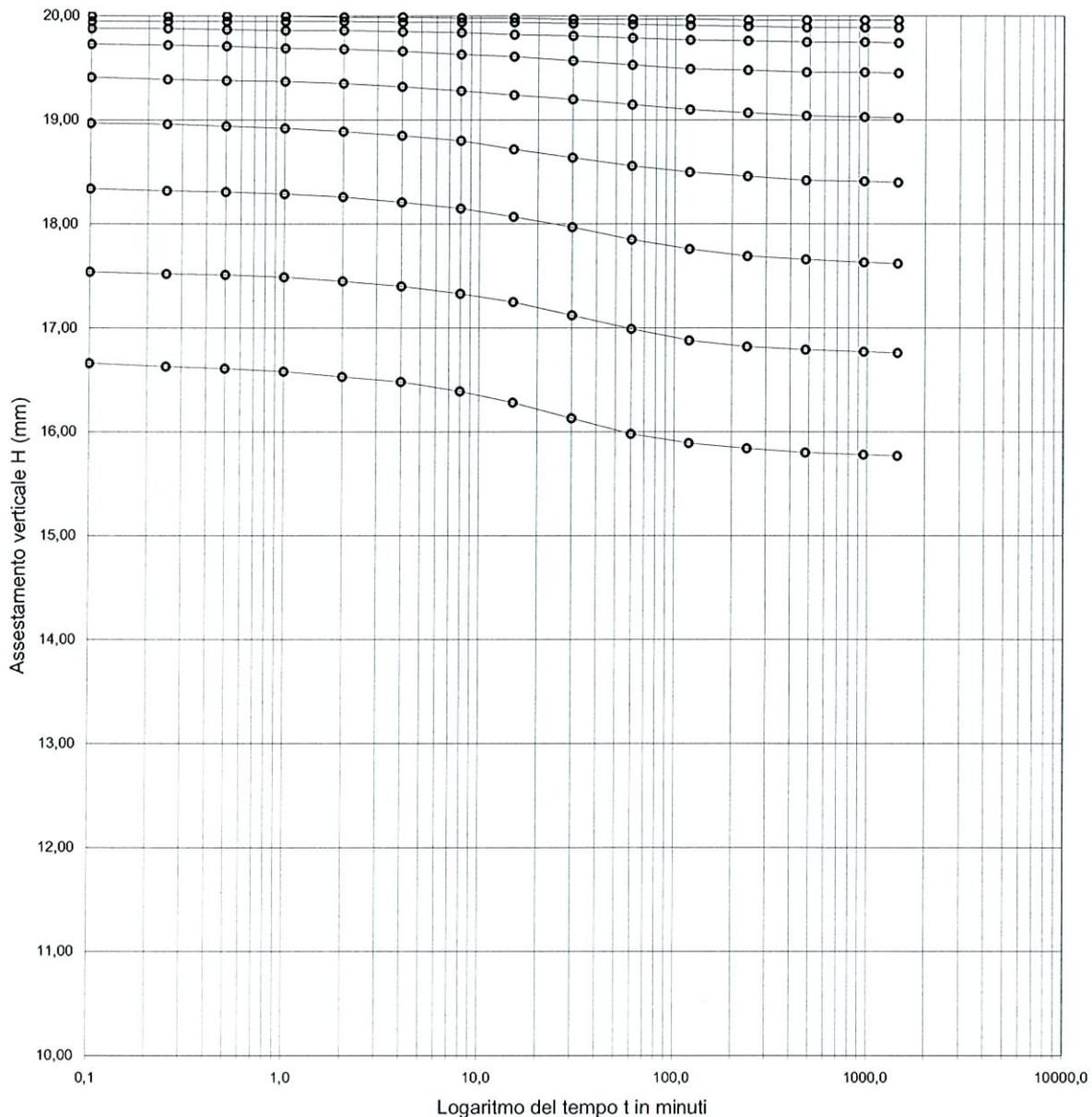
Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b> <u>40112</u>	<b>Cod. lavoro</b> <u>2978/10</u>	<b>N. di accettazione</b> <u>7497/3</u>
<b>Committente</b> <u>GEOSYNTECH SRL</u>		<b>Data di accettazione</b> <u>01/03/10</u>
<b>Cantiere</b> <u>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</u>		<b>Data di esecuzione</b> <u>23/03/10</u>
<b>Località</b> <u>TRIESTE</u>		
<b>Campione</b> <u>SG3 C1 22,3-22,88m</u>	<b>Prelevato da</b> <u>Committente</u>	

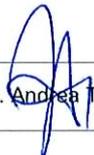
L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova edometrica a incremento di carico controllato (IL) secondo Raccomandazioni AGI 1994**  
**Diagramma degli assestamenti H in funzione del log del tempo t**



Cervignano del Friuli,

16/04/10

Il Tecnico: Dr.  Andrea TentorIl Direttore del Laboratorio: Geol.  Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1025 Rev.1

pag.3/3

A.L.G.I. - Associazione Laboratori  
Geotecnici Italiani N. 110

**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n°

**INTERPRETAZIONE PROVA EDOMETRICA**

	Cod. lavoro	<u>2978/10</u>	N. di accettazione	<u>7497/3</u>
Committente	<u>GEOSYNTECH SRL</u>		Data di accettazione	<u>01/03/10</u>
Cantiere	<u>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</u>		Data di esecuzione	<u>23/03/10</u>
Località	<u>TRIESTE</u>			
Campione	<u>SG3 C1 22,3-22,88m</u>		Prelevato da	<u>Committente</u>

Su richiesta del Committente vengono fornite le seguenti elaborazioni dei dati conseguenti all'esecuzione della Prova edometrica ad incremento di carico controllato (IL) secondo raccomandazioni AGI 1994

Prova di consolidazione edometrica	Coefficiente di consolidazione $C_v$		Coefficiente di compressibilità $m_v$		Coefficiente di permeabilità K	
Intervallo di carico 0 -12,5 kPa	0,0348	cm <sup>2</sup> /min	0,160	MPa <sup>-1</sup>	9,09E-11	m/sec
Intervallo di carico 12,5-25 kPa	0,0693	cm <sup>2</sup> /min	0,280	MPa <sup>-1</sup>	3,17E-10	m/sec
Intervallo di carico 25-50 kPa	0,0125	cm <sup>2</sup> /min	0,300	MPa <sup>-1</sup>	6,14E-11	m/sec
Intervallo di carico 50-100 kPa	0,0106	cm <sup>2</sup> /min	0,290	MPa <sup>-1</sup>	5,01E-11	m/sec
Intervallo di carico 100-200 kPa	0,0030	cm <sup>2</sup> /min	0,215	MPa <sup>-1</sup>	1,07E-11	m/sec
Intervallo di carico 200-400 kPa	0,0116	cm <sup>2</sup> /min	0,155	MPa <sup>-1</sup>	2,94E-11	m/sec
Intervallo di carico 400-800 kPa	0,0064	cm <sup>2</sup> /min	0,097	MPa <sup>-1</sup>	1,01E-11	m/sec
Intervallo di carico 800-1600 kPa	0,0063	cm <sup>2</sup> /min	0,054	MPa <sup>-1</sup>	5,49E-12	m/sec
Intervallo di carico 1600 - 3200 kPa	0,0078	cm <sup>2</sup> /min	0,031	MPa <sup>-1</sup>	3,94E-12	m/sec

Note:



Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico:  Dr. Andrea TentorIl Direttore del Laboratorio:  Geol. Roberto Fioriti

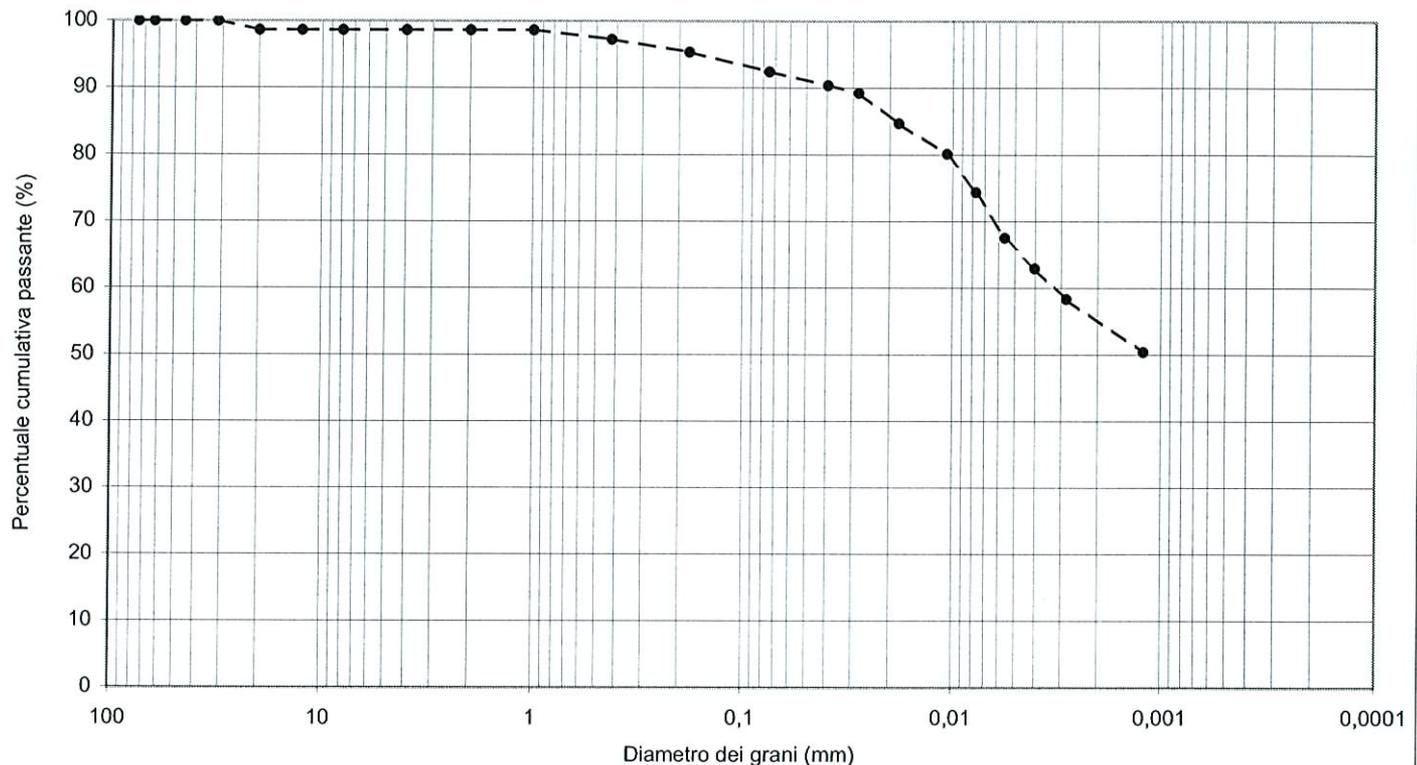
**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40113</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/4
Committente	GEOSYNTECH SRL			Data di accettazione	01/03/10
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA			Data di esecuzione	24/03/10
Località	TRIESTE				
Campione	SG1 SPT4 21,00-21,33m			Prelevato da	Committente

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994****ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2234 e setacci UNI 2332

mm	75	63	45	31,5	20	12,5	8	4	2	1,0	0,425	0,180	0,075			
% passante	100,0	100,0	100,0	100,0	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	98,6	97,3	95,4	92,4			

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE** Densimetro serie ASTM 152 H

$\mu$ m	39,66	28,18	18,17	10,68	7,72	5,60	4,03	2,83	1,21							
% passante	90,4	89,3	84,7	80,1	74,4	67,5	63,0	58,4	50,4							

Peso specifico dei grani (-) = 2,70

Limite liquido (%) = -

Limite plastico (%) = -

Classi granulometriche:

Ghiaia = 1,4 %

Sabbia = 6,2 %

Limo = 38,1 %

Argilla = 54,3 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1013a Rev.1



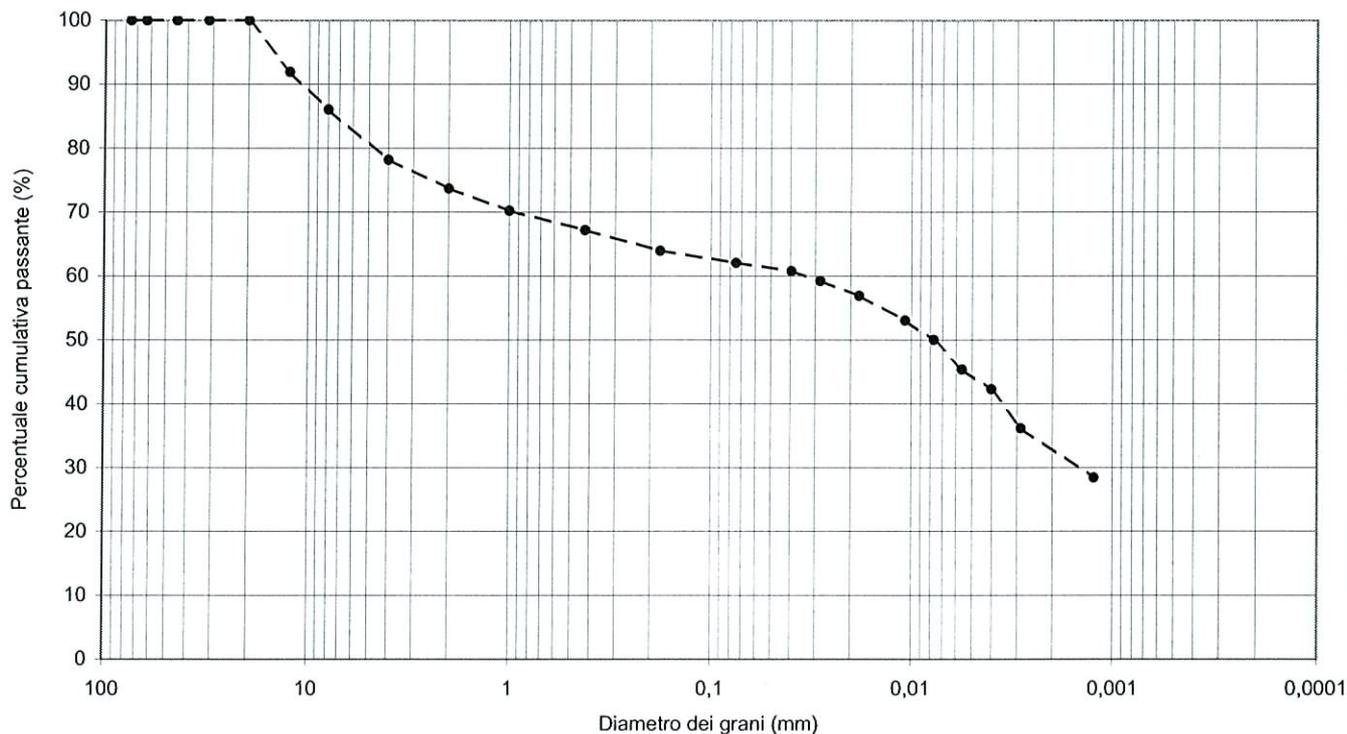
**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40114</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/5
Committente	<u>GEOSYNTECH SRL</u>	Data di accettazione		Data di accettazione	<u>01/03/10</u>
Cantiere	<u>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</u>	Data di esecuzione		Data di esecuzione	<u>24/03/10</u>
Località	<u>TRIESTE</u>	Prelevato da		Prelevato da	<u>Committente</u>
Campione	<u>SG2 SPT3 m 25,40 - 25,78</u>				

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994****ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2234 e setacci UNI 2332

mm	75	63	45	31,5	20	12,5	8	4	2	1,0	0,425	0,180	0,075
% passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,0	86,1	78,2	73,7	70,2	67,2	64,0	62,1

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE** Densimetro serie ASTM 152 H

μ m	39,66	28,32	18,17	10,73	7,72	5,60	4,03	2,88	1,24
% passante	60,8	59,2	56,9	53,1	50,0	45,4	42,3	36,2	28,5

Peso specifico dei grani (-) = 2,70

Limite liquido (%) = -

Limite plastico (%) = -

Classi granulometriche:

Ghiaia = 26,3 %

Sabbia : 11,6 %

Limo = 30,1 %

Argilla = 32,0 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli,

16/04/10

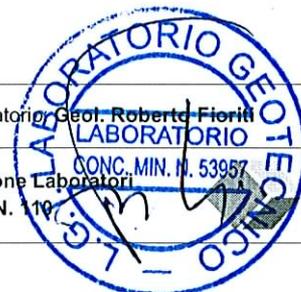
Il Tecnico: Dr. *Andrea Tentor*Il Direttore del Laboratorio: *Geol. Roberto Fioriti*

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1013a Rev.1

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 119



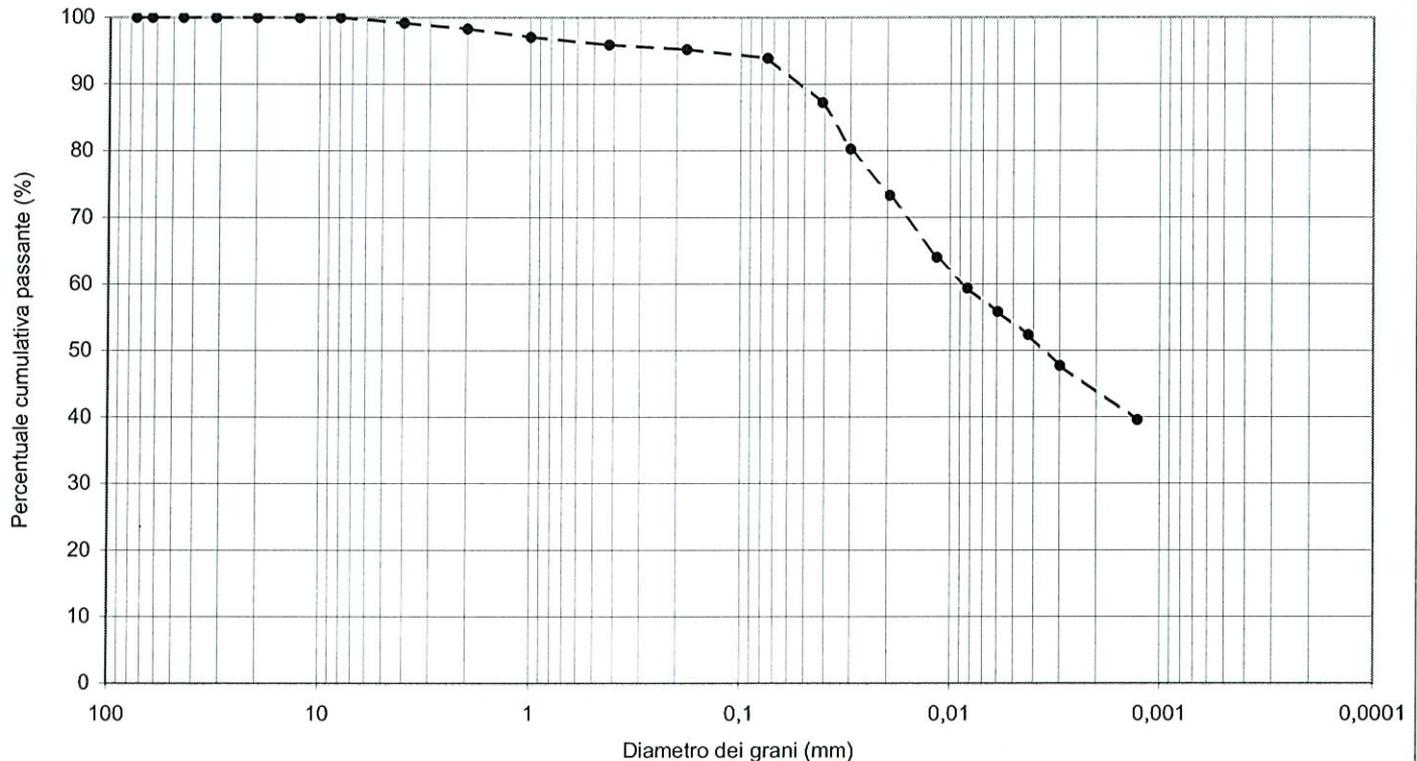
**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40115</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/6
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione	01/03/10		
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione	24/03/10		
Località	TRIESTE	Prelevato da	Committente		
Campione	SG3 SPT1 m 22,88 - 23,18				

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994****ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2234 e setacci UNI 2332

mm	75	63	45	31,5	20	12,5	8	4	2	1,0	0,425	0,180	0,075
% passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	98,3	97,0	95,9	95,2	93,9

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE** Densimetro serie ASTM 152 H

$\mu$ m	41,19	29,92	19,41	11,57	8,31	5,94	4,25	2,98	1,27
% passante	87,2	80,3	73,3	64,0	59,3	55,9	52,4	47,7	39,6

Peso specifico dei grani (-) = 2,70

Limite liquido (%) = -

Limite plastico (%) = -

Classi granulometriche:

Ghiaia = 1,7 %

Sabbia = 4,4 %

Limo = 50,9 %

Argilla = 43,0 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Geotecnici Italiani N. 110

PS 75-01/1013a Rev.1



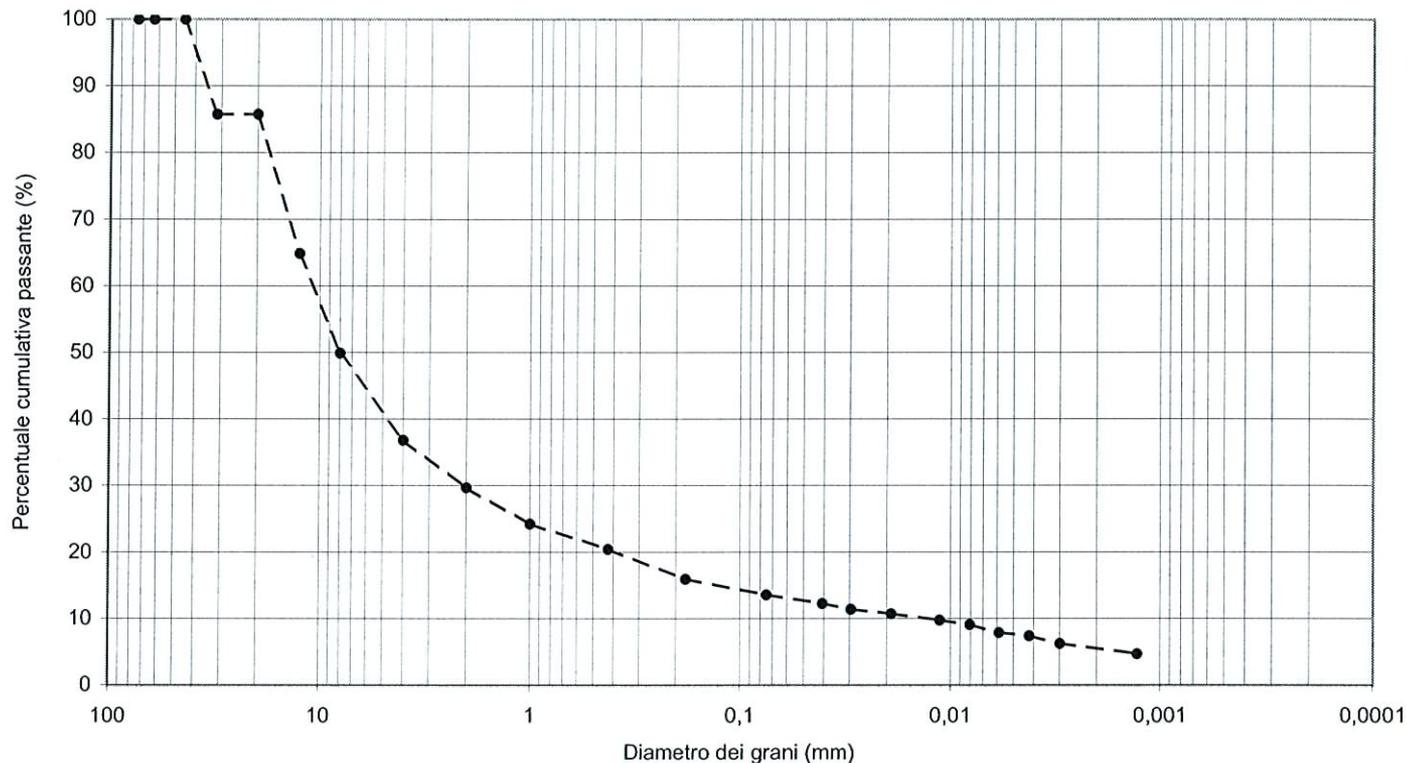
**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40116</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/7
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione	01/03/10		
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione	24/03/10		
Località	TRIESTE	Prelevato da	Committente		
Campione	SG3 SPT2 m 26,00-26,30				

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994****ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2234 e setacci UNI 2332

mm	75	63	45	31,5	20	12,5	8	4	2	1,0	0,425	0,180	0,075		
% passante	100,0	100,0	100,0	85,7	85,7	64,8	49,9	36,8	29,7	24,2	20,4	15,9	13,5		

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE** Densimetro serie ASTM 152 H

$\mu$ m	40,81	29,53	19,00	11,25	8,09	5,87	4,20	2,98	1,28						
% passante	12,2	11,4	10,7	9,7	9,1	7,9	7,4	6,2	4,7						

Peso specifico dei grani (-) = 2,70

Limite liquido (%) = -

Limite plastico (%) = -

Classi granulometriche:

Ghiaia = 70,3 %

Sabbia = 16,2 %

Limo = 8,2 %

Argilla = 5,3 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli, 16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1013a Rev.1

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori N. 53957  
Geotecnici Italiani N. 110

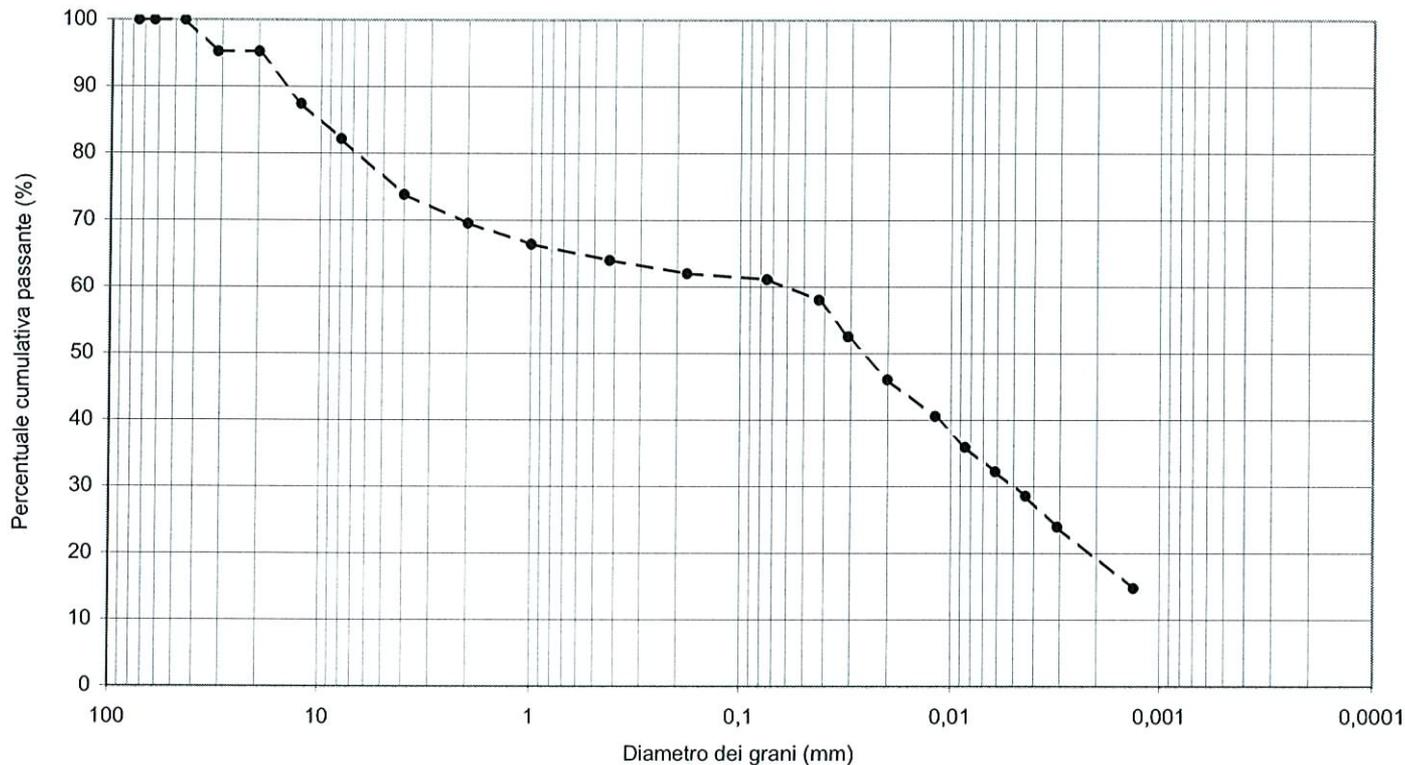
**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti n° 53957

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40117</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/8
Committente	GEOSYNTECH SRL	Data di accettazione	01/03/10		
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di esecuzione	24/03/10		
Località	TRIESTE	Prelevato da	Committente		
Campione	SG3 SPT4 m 28,80-29,08				

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994****ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2234 e setacci UNI 2332

mm	75	63	45	31,5	20	12,5	8	4	2	1,0	0,425	0,180	0,075
% passante	100,0	100,0	100,0	95,3	95,3	87,5	82,2	73,9	69,6	66,4	64,0	62,0	61,1

**ANALISI PER SEDIMENTAZIONE** Densimetro serie ASTM 152 H

μ m	42,68	30,94	20,12	11,88	8,55	6,13	4,40	3,10	1,33
% passante	58,1	52,5	46,1	40,6	36,0	32,3	28,6	24,0	14,8

Peso specifico dei grani (-) = 2,70

Limite liquido (%) = -

Limite plastico (%) = -

Classi granulometriche:

Ghiaia = 30,4 %

Sabbia = 8,4 %

Limo = 42,9 %

Argilla = 18,3 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli,

16/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Floriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1013a Rev.1

pag. 1/1

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b>	<b>40160</b>	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/3
Committente	<u>GEOSYNTECH SRL</u>	Data di accettazione	01/03/10		
Cantiere	<u>CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA</u>	Data di esecuzione	19/04/10		
Località	<u>TRIESTE</u>				
Campione	<u>SG3 C1 22,3-22,88m</u>	Prelevato da	Committente		

L'attrezzatura di prova è riportata sul documento del Sistema di Qualità PS63-01/LMAS

**Prova di compressione triassiale consolidata drenata (CID) secondo indicazioni AGI 1994**

Caratteristiche iniziali del provino			
Provino n.	1	2	3
Diam. (mm)	38	38	38
H (mm)	76	76	76
Massa (g)	163,0	163,0	161,0
Gapp (kN/m <sup>3</sup> )	18,54	18,54	18,32
n (-)	45,8	45,8	46,4

Parametri di consolidazione e di prova			
Provino n.	1	2	3
$\Delta V$ (cm <sup>3</sup> )	4,04	6,96	21,76
t100 (min)	1444	1211	1654
Sr (%)	>90	>90	>90
Back Pr. (kPa)	90	94	94
V (mm/min)	0,001	0,001	0,0008

**Grandezze misurate nel corso della prova di compressione**

Provino 1			
$\sigma_3 =$	240 (kPa)		
$\Delta H$ (mm)	Carico (N)	u (kPa)	$\Delta V$ (cm <sup>3</sup> )
0,00	0	89	0,00
0,38	104	101	0,26
0,76	147	101	0,58
1,14	172	101	0,83
1,52	191	100	1,08
1,90	206	99	1,27
2,28	218	97	1,33
2,66	226	95	1,50
3,04	229	95	1,64
3,42	236	95	1,88
3,80	246	92	2,02
4,18	254	91	2,19
4,56	260	92	2,39
4,94	267	93	2,58
5,32	273	93	2,76
5,70	277	93	3,02
6,08	280	94	3,15
6,46	284	94	3,32
6,84	284	94	3,46
7,22	287	94	3,62
7,60	287	96	3,77
7,98	286	97	4,03
8,36	289	97	4,25
8,74	290	97	4,40
9,12	289	98	4,59
9,50	291	98	4,78
9,88	293	100	4,90
10,26	291	104	5,15
10,64	290	109	5,46
11,02	293	114	5,59
$W_{fn} =$	30,9	%	

Provino 2			
$\sigma_3 =$	390 (kPa)		
$\Delta H$ (mm)	Carico (N)	u (kPa)	$\Delta V$ (cm <sup>3</sup> )
0,00	0	94	0,00
0,38	153	99	0,56
0,76	208	109	1,20
1,14	249	108	1,76
1,52	279	117	2,32
1,90	309	117	3,12
2,28	333	116	3,92
2,66	360	122	4,64
3,04	375	127	5,04
3,42	391	129	5,44
3,80	406	130	5,92
4,18	421	129	6,56
4,56	432	129	7,12
4,94	446	128	7,84
5,32	457	128	8,40
5,70	464	127	8,80
6,08	472	127	9,28
6,46	480	127	9,60
6,84	490	126	9,92
7,22	495	126	10,16
7,60	505	126	10,40
7,98	515	124	10,64
8,36	522	124	10,96
8,74	522	123	11,52
9,12	530	123	11,76
9,50	540	121	12,16
9,88	548	121	12,56
10,26	541	121	13,20
10,64	558	119	13,84
11,02	561	120	14,48
$W_{fn} =$	28,3	%	

Provino 3			
$\sigma_3 =$	690 (kPa)		
$\Delta H$ (mm)	Carico (N)	u (kPa)	$\Delta V$ (cm <sup>3</sup> )
0,00	0	94	0,00
0,43	239	101	1,09
0,87	315	109	2,18
1,30	370	118	3,27
1,73	420	128	4,37
2,17	467	136	5,46
2,60	509	141	6,55
3,03	547	148	7,65
3,47	581	150	8,74
3,90	605	154	9,84
4,33	635	153	10,94
4,77	660	154	12,04
5,20	683	157	13,14
5,63	709	156	14,24
6,07	727	154	15,34
6,50	749	155	16,44
6,93	767	157	17,05
7,37	779	152	18,65
7,80	799	151	19,76
8,23	817	150	20,86
8,67	824	150	21,47
9,10	842	150	23,08
9,53	855	152	24,19
9,97	869	150	24,79
10,40	890	150	25,91
10,83	898	149	27,02
11,27	908	147	27,63
$W_{fn} =$	26,8	%	

Cervignano del Friuli, 19/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Certificazione ISO 9001:2008 n. 30861

PS 75-01/1036 Rev.3

pag. 1/2

A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 140



**Prove su Terre, Rocce, Conglomerati Bituminosi e Bitumi**

Laboratorio in concessione governativa per prove sui terreni e sulle rocce - Autorizzazione Ministero Infrastrutture e Trasporti

**RISULTATO DELLA PROVA**

<b>CERTIFICATO DI PROVA N.</b> 40160	Cod. lavoro	2978/10	N. di accettazione	7497/3
Committente	GEOSYNTECH SRL		Data di accettazione	01/03/10
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA		Data di esecuzione	19/04/10
Località	TRIESTE			
Campione	SG3 C1 22,3-22,88m	Prelevato da	Committente	

**Prova di compressione triassiale consolidata drenata (CID) secondo indicazioni AGI 1994**

Diagramma dello sforzo tangenziale massimo in funzione della deformazione assiale dei provini

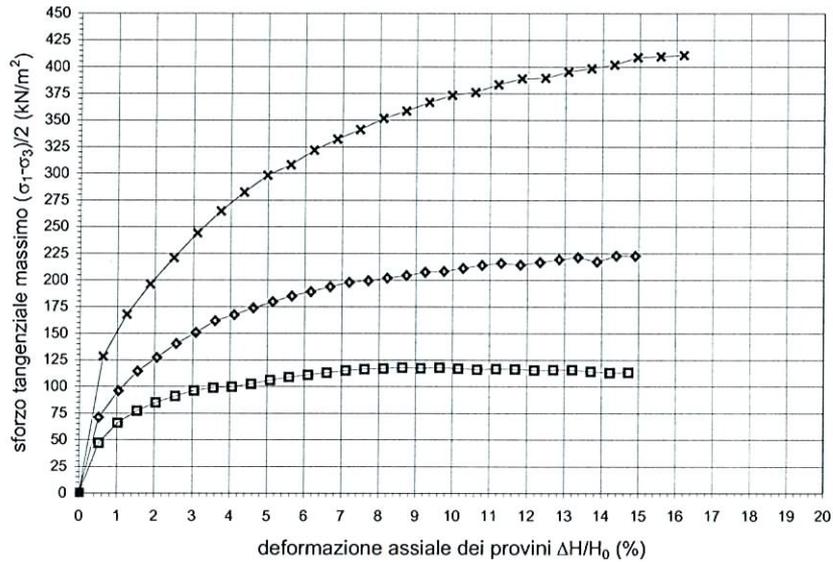
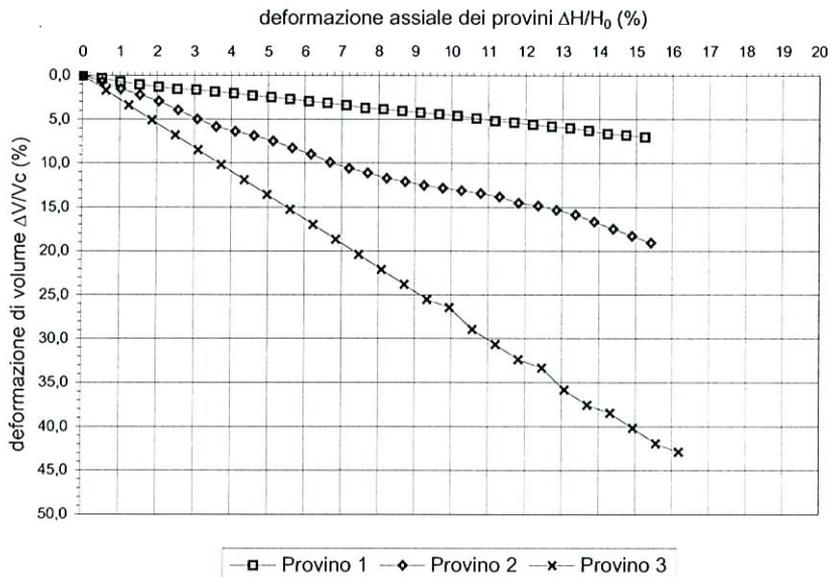


Diagramma della deformazione di volume in funzione della deformazione assiale dei provini



Cervignano del Friuli, 19/04/10

Il Tecnico: Dr. Andrea Tentor

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2008 N. 30861

PS 75-01/1036 Rev.3

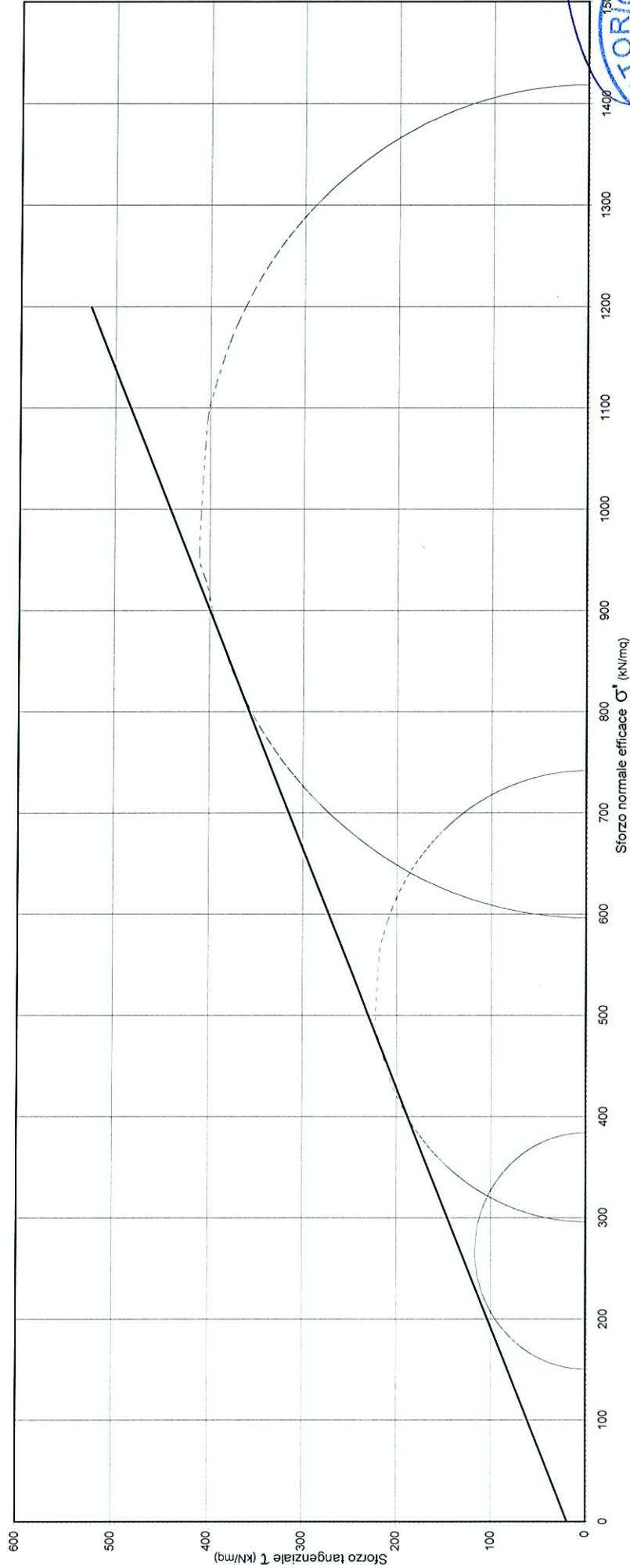
A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110



**RISULTATO DELLA PROVA**

Committente	GEOSYNTECH SRL	N. di accettazione	7497/3
Cantiere	CENTRALE A CICLO COMBINATO - VIA ERRERA	Data di accettazione	01/03/10
Località	TRIESTE	Data di esecuzione	19/04/10
Campione	SG3 C1 22,3-22,88m	Prelevato da	Committente

Su richiesta del Cliente viene fornita la seguente interpretazione grafica dei cerchi di Mohr a rottura e caratteristiche di resistenza in tensioni efficaci nella prova di taglio triassiale C.I.D.



Il Tecnico: *Dr. Andrea Tentor*

Il Direttore del Laboratorio: **Geol. Roberto Fioriti**

19/04/10