



Ministero delle Infrastrutture
MAGISTRATO ALLE ACQUE
PROVVEDITORATO INTERREGIONALE ALLE OPERE PUBBLICHE
Veneto-Trentino Alto Adige-Friuli Venezia Giulia
SEDE COORDINATA DI TRIESTE
Via Teatro Romano, 17 - TRIESTE

**ESECUZIONE DI INDAGINI GEOLOGICHE
E GEOTECNICHE AI FINI DELLA
REALIZZAZIONE DI UNA PALAZZINA AD
USO DELLA POLIZIA DI STATO NEL COMPLESSO
DEMANIALE DELLA CASERMA DUCHESSA D'AOSTA
IN SAN SABBA A TRIESTE**

Relazione Geognostica

Relazione Geologica

 **geosyntech**
società per la geologia e l'ingegneria
Geosyntech srl Via Cicerone, 4 - 34133 Trieste

maggio 2007

1.0) PREMESSA

A seguito dell'incarico conferitoci dal *Ministero delle Infrastrutture - Magistrato alle Acque - Provveditorato alle Opere Pubbliche del Veneto-Trentino Alto Adige-Friuli Venezia Giulia - Sede Coordinata di Trieste* con Prot. n° 1783 dd. 18.04.2007, per quanto all'esecuzione delle indagini di cui all'oggetto, sono stati svolti studi, indagini, rilievi, analisi di laboratorio e verifiche tecniche compendiate nella presente relazione geognostica e relazione geologica e nei relativi elaborati allegati, in ottemperanza a quanto disposto ai capitoli 7.1 e 7.2 del D.M. 14.09.2005 - "*Norme tecniche per le costruzioni*".

2.0) INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area di studio è ubicata ai margini Sud-orientali dell'abitato di Trieste, a Nord-Est del Monte San Pantaleone, nell'ambito del comprensorio urbanizzato denominato San Sabba, ha quota media di + 35.0 m s.l.m.m. ed è inserita in un contesto ad elevato grado di antropizzazione, così come meglio evidenziato nell'allegati stralci cartografici a scala 1:10.000 e 1:5.000. L'area in esame è denominata Caserma Duchessa d'Aosta ed è sede della Polizia di Stato.

3.0) INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area di progetto è ubicata alle pendici Sud-occidentali del S. Maria Maddalena Inferiore, a Nord-Est del Monte San Pantaleone ed è ben inserita nel tessuto densamente urbanizzato del centro cittadino.

Relativamente all'assetto geomorfologico dell'area, l'ambito di progetto interessa una fascia debolmente acclive compresa tra il Monte San Pantaleone e le pendici del rilievo collinare di S. Maria Maddalena Inferiore, morbide morfologie che collegano l'altipiano carsico con la linea di costa. Il comprensorio, che non mostra evidenze di dissesto geostatico, ha le proprie pendici orientate in direzione Sud con inclinazione media abbastanza di circa $5^{\circ} \div 7^{\circ}$, mentre la morfologia appare pesantemente obliterata dai recenti interventi antropici che hanno portato, con rilevanti opere di sbancamento e riporto, alla realizzazione di un ampio piazzale nella parte settentrionale dell'area indagata.

La geologia del comprensorio è caratterizzata da un basamento roccioso flyschoidale costituito dall'alternanza ritmica di litotipi marnosi ed arenacei, il cui spessore varia da pochi millimetri a qualche centimetro con isolati livelli decimetrici. Entrambi i litotipi hanno colorazione grigio-azzurra in presenza di roccia integra, che passa a toni bruno-ocraei in corrispondenza delle superfici di alterazione presenti lungo le discontinuità esistenti.

Sovrastante il Flysch integro è presente un livello avente potenza variabile di Flysch alterato, localmente noto con il nome di “*crostello*”, nel quale i litotipi arenacei si presentano variamente alterati, mentre le marne sono ridotte a limi argillosi di consistenza per lo più plastica. Il colore di queste litologie, costituite da clasti di dimensioni anche decimetriche, ciottoli e ghiaie arenacee immerse in matrice limo-argillosa, è bruno-ocraceo variabile nelle sue sfumature a seconda del livello di alterazione.

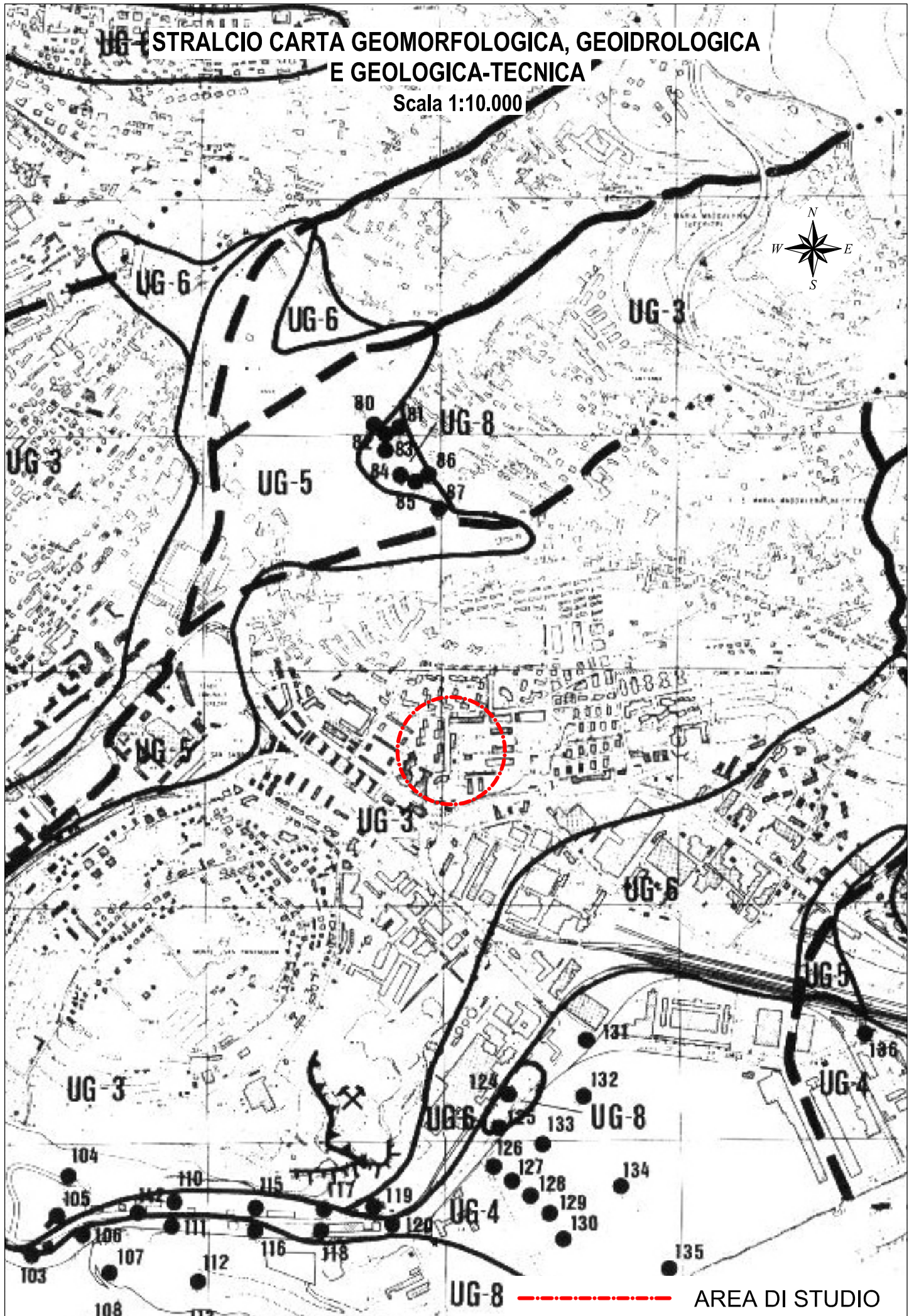
Il Flysch alterato marnoso-arenaceo, a seguito di processi di dilavamento, dà luogo a depositi eluvio-colluviali, che costituiscono il disfacimento in “*situ*” della parte più superficiale del Flysch caratterizzati da marne più o meno argillose e sabbie di colore giallo-ocraceo, talora con ciottoli arenacei propri delle litologie sottostanti. Questi depositi costituiscono i termini più superficiali unitamente ai materiali di riporto, con cui spesso sono mescolati a seguito degli interventi antropici.

Dal punto di vista geomorfologico-geotecnico gli ambiti di studio sono classificati come *UG-3 “Rocce flyschoidi prevalentemente marnoso-arenacee”*, così come riscontrabile dall’allegato stralcio cartografico della “*Carta Geomorfologica, Geoidrologica e Geologica Tecnica di Trieste*”, che hanno subito recenti modificazioni antropiche del proprio assetto originario causa la realizzazione di opere di protezione dei versanti, come meglio illustrato nell’allegato stralcio cartografico della “*Carta Idrogeolitologica, delle Aree Dissestate e Geomorfologia Applicata*” edita dalla Regione Friuli-Venezia Giulia.

L’assetto geolitologico dell’area è caratterizzato dalla presenza della formazione del Flysch triestino (*Eocene p.p.*) - alternanza di marne ed arenarie di età paleogenica - che determina gran parte delle morbide morfologie presenti nel complesso urbanizzato triestino, così come ben rappresentato nell’allegato stralcio della “*Carta Geolitologica e Strutturale di Trieste*”, dove le litologie flyschoidi presentano giacitura a traverpoggio con volumi rocciosi unitari di ordine centimetrico-decimetrico, come evidenziato nell’allegato stralcio cartografico della “*Carta Litostratigrafia, dell’intensità della suddivisione delle masse rocciose e Strutturale*” edita dalla Regione Friuli-Venezia Giulia..

STRALCIO CARTA GEOMORFOLOGICA, GEOIDROLOGICA E GEOLOGICA-TECNICA

Scala 1:10.000



LEGENDA

UNITÀ GEOMORFOLOGICHE - GEOTECNICHE

UG-3

UG-3 Unità geomorfologica-geotecnica 3 : rocce flyschoidi prevalentemente marnoso-arenacee

UG-4

UG-4 Unità geomorfologica-geotecnica 4 : argille e limi marini

UG-5

UG-5 Unità geomorfologica-geotecnica 5 : alluvioni

UG-6

UG-6 Unità geomorfologica-geotecnica 6 : depositi eluvio-colluviali e terre rosse

UG-8


UG-8 Unità geomorfologica-geotecnica 8 : riporti

 corso d'acqua

 canale coperto

 scarpata

 crollo

 cava

 sondaggio meccanico

STRALCIO CARTA GEOLITOLOGICA E STRUTTURALE

Scala 1:10.000

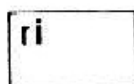


AREA DI STUDIO

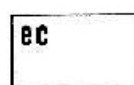
LEGENDA

UNITÀ GEOLITOLOGICO - STRATIGRAFICHE

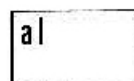
DEPOSITI SUPERFICIALI E PROFONDI



UL-24 Riperti, recenti o di epoca storica costituiti da materiale prevalentemente flyschoidi.



UL-21 Coperture eluvio-colluviali costituite da prevalenti limi di colore bruno-marrone-ocraceo, misti ad argille, con presenza di ghiaie, di degradazione del Flysch. (Quaternario).



UL-20 Depositi alluvionali generalmente costituiti da ghiaie prevalentemente arenacee, localmente arenacee-calcaree, miste ad argille e limi, con livelli di sabbie. (Quaternario).



UL-19 Sedimenti marini, prevalentemente costituiti da argille limose, di colore grigio scuro-nerastro, neri, grigio cenere-bluastro, azzurrognolo, molli, semifluidi, più o meno organici, localmente con livelletti a maggior frazione limosa, o di rado sabbiosa, postwürmiani. (Quaternario).

LITOLOGIA DEL SUBSTRATO



UL-14 Alternanze ritmiche, con periodi molto variabili, di pacchetti di marne generalmente carbonatiche-argillose, grigiastre, fragili, con strati e banchi di arenarie compatte calcitico-quarzose-feldspatiche, da grigio chiare a grigio scure, in facies di Flysch. ("Flysch triestino" - Eocene p.p.).

DATI STRUTTURALI



direzione e inclinazione degli strati



stratificazione suborizzontale



stratificazione rovescia



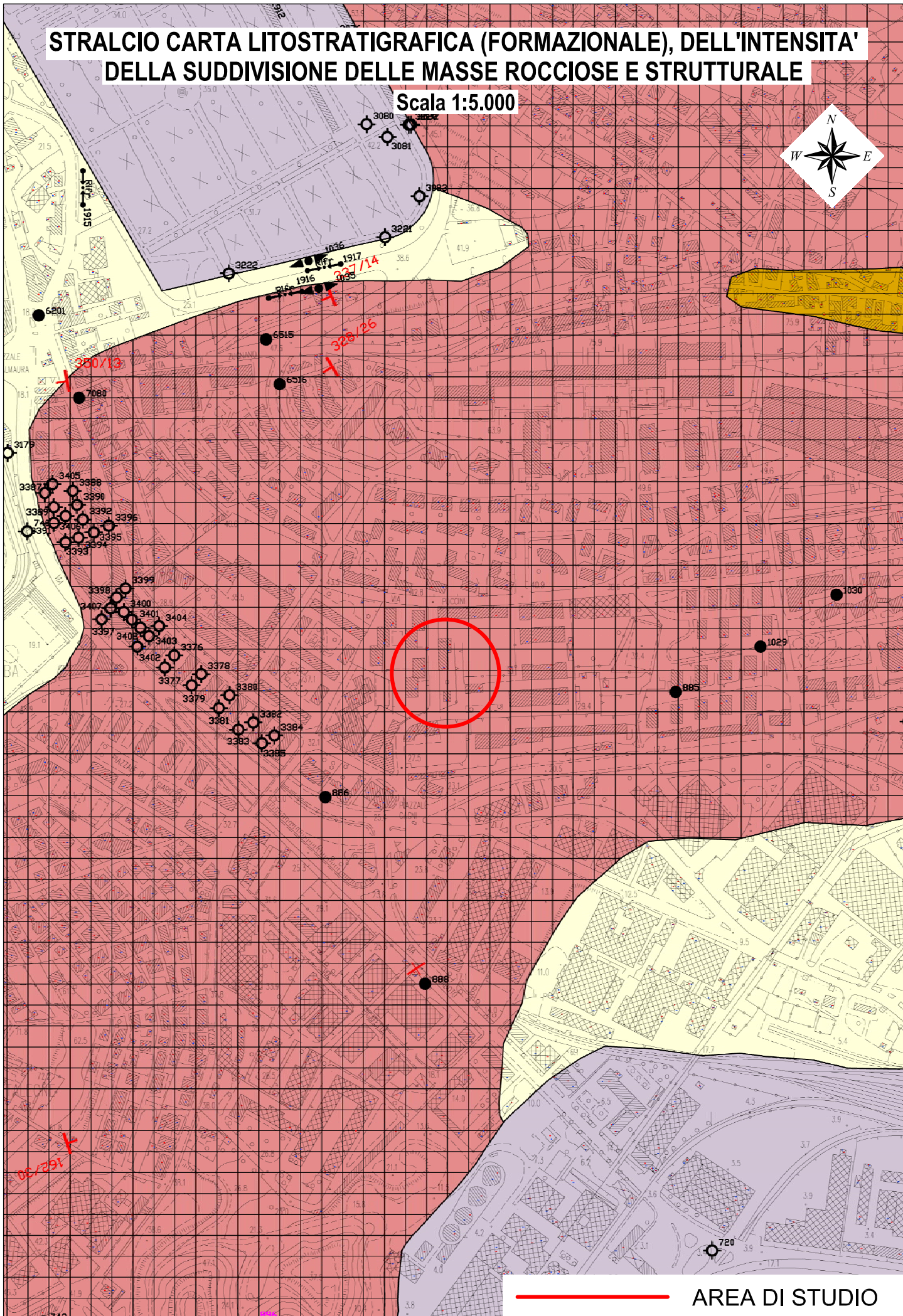
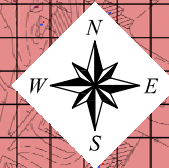
faglia



diagramma strutturale dei piani di fessurazione
(ogni diagramma contiene 100 poli su reticolo di Schmidt, emisfero inf.)
aree di egual frequenza : 0-3%, 3-6%, >6%

STRALCIO CARTA LITOSTRATIGRAFICA (FORMAZIONALE), DELL'INTENSITA' DELLA SUDDIVISIONE DELLE MASSE ROCCIEE E STRUTTURALE

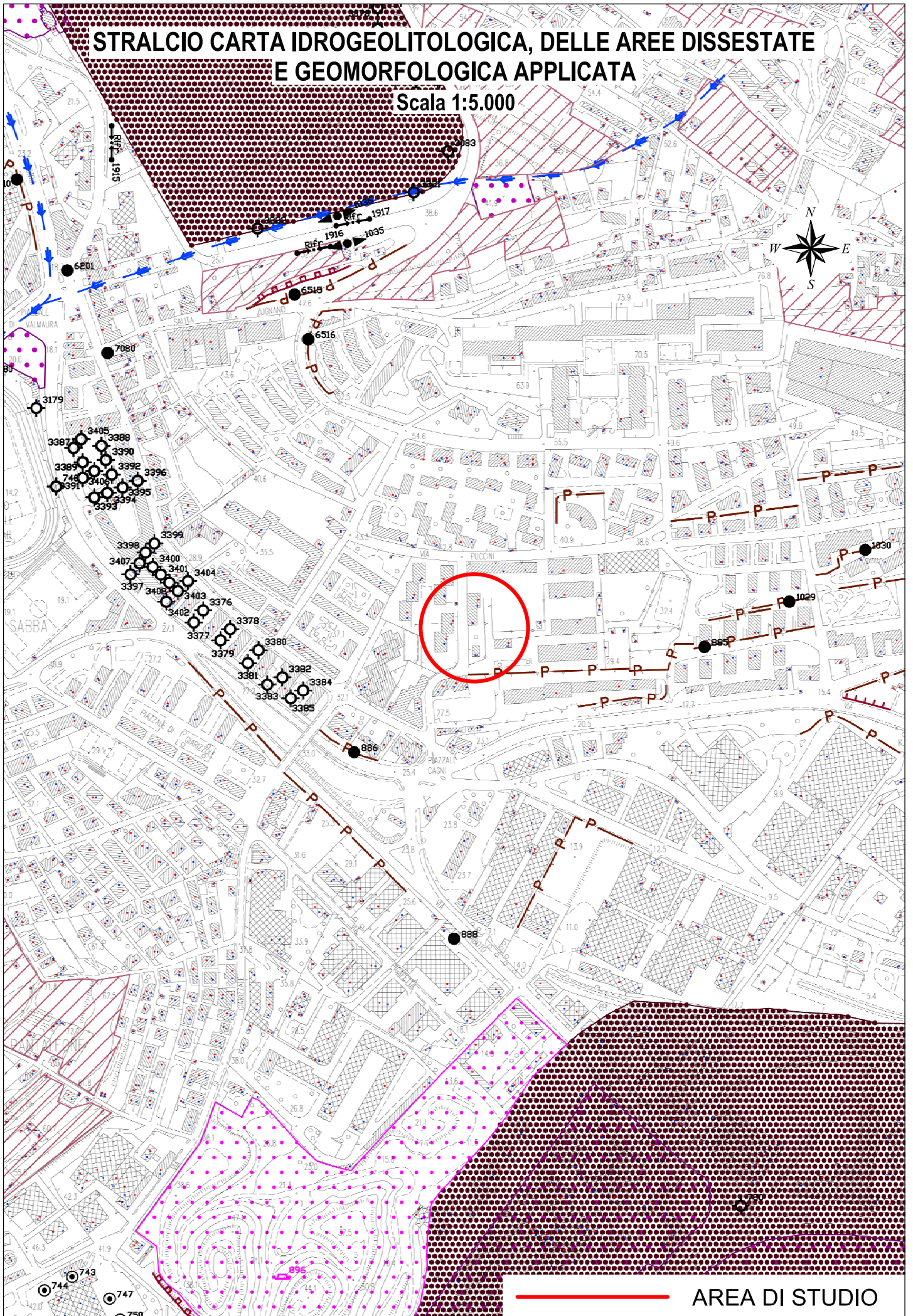
Scala 1:5.000














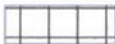
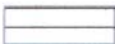
AREA DI STUDIO

STRALCIO CARTA IDROGEOLOGICA, DELLE AREE DISSESTATE E GEOMORFOLOGICA APPLICATA

Scala 1:5.000



LEGENDA CARTA LITOSTRATIGRAFICA (FORMAZIONALE), DELL'INTENSITA' DELLA SUDDIVISIONE DELLE MASSE ROCCIOSE E STRUTTURALE

	ALTERNANZE PELITICO - ARENACEE
	ARENITI PREVALENTI
	MSG = MGS : SEDIMENTI PREVALENTEMENTE LIMOSO-ARGILLOSI CON GHIAIE E SABBIE
	RIPORTO
	SONDAGGIO MECCANICO
	PUNTO MULTIPO
	SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALE
	INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE
	STRATIFICAZIONE ORIZZONTALE
	STRATIFICAZIONE ROVESCATA
	STRATIFICAZIONE VERTICALE
	VOLUME UNITARIO 1 cmc - 1 dmc
	VOLUME UNITARIO 1 dmc - 1 mc

LEGENDA CARTA IDROGEOLOGICA, DELLE AREE DISSESTATE E GEOMORFOLOGICA APPLICATA

	AREA A PASTINI
	AREA ASFALTATA
	AREA DI CAVA
	CANALE ARTIFICIALE TOMBATO
	CAVA ATTIVA
	SONDAGGIO MECCANICO
	PUNTO MULTIPO
	SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALE
	INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE
	OPERE DI PROTEZIONE DEI VERSANTI
	ORLO DI SCARPATA ANTROPICA < 2

4.0) IDROLOGIA E IDROGEOLOGIA DELL'AREA

Nell'area non è presente alcun corso d'acqua, né alcuna sorgente diffusa o puntuale; tuttavia l'unica asta idrica che scorre nel comprensorio è il Rio del Cimitero Cattolico, affluente del Rio Primario, che defluisce incanalato e tombato ad oltre 400 m in direzione Nord-Ovest rispetto l'area indagata, come meglio evidenziato nell'allegato stralcio cartografico.

In generale, l'assetto idrogeologico dei versanti collinari flyschoidi è sostanzialmente rappresentato da corpi idrici che defluiscono verso mare dai rilievi e che, nella maggior parte dei casi, sono ubicati al contatto tra il basamento roccioso flyschoidi impermeabile ed i sovrastanti terreni sciolti. L'assetto idrogeologico dell'area è sostanzialmente determinato dall'apporto delle acque superficiali intercettate dai versanti collinari presenti nell'area, le quali si infiltrano nel sottosuolo lungo le discontinuità e le fratturazioni presenti nei primi metri di terreno, per poi defluire verso valle con modeste portate e velocità all'interno del sistema flysch terreni sciolti superficiali. Questo assetto idrogeologico generale, in corrispondenza delle aree urbanizzate ed edificate, è modificato ed alterato dall'intervento antropico poiché il deflusso delle acque anche in occasione di precipitazioni intense avviene principalmente attraverso le opere di dreno, raccolta e canalizzazione con loro successivo smaltimento nella rete fognaria esistente.

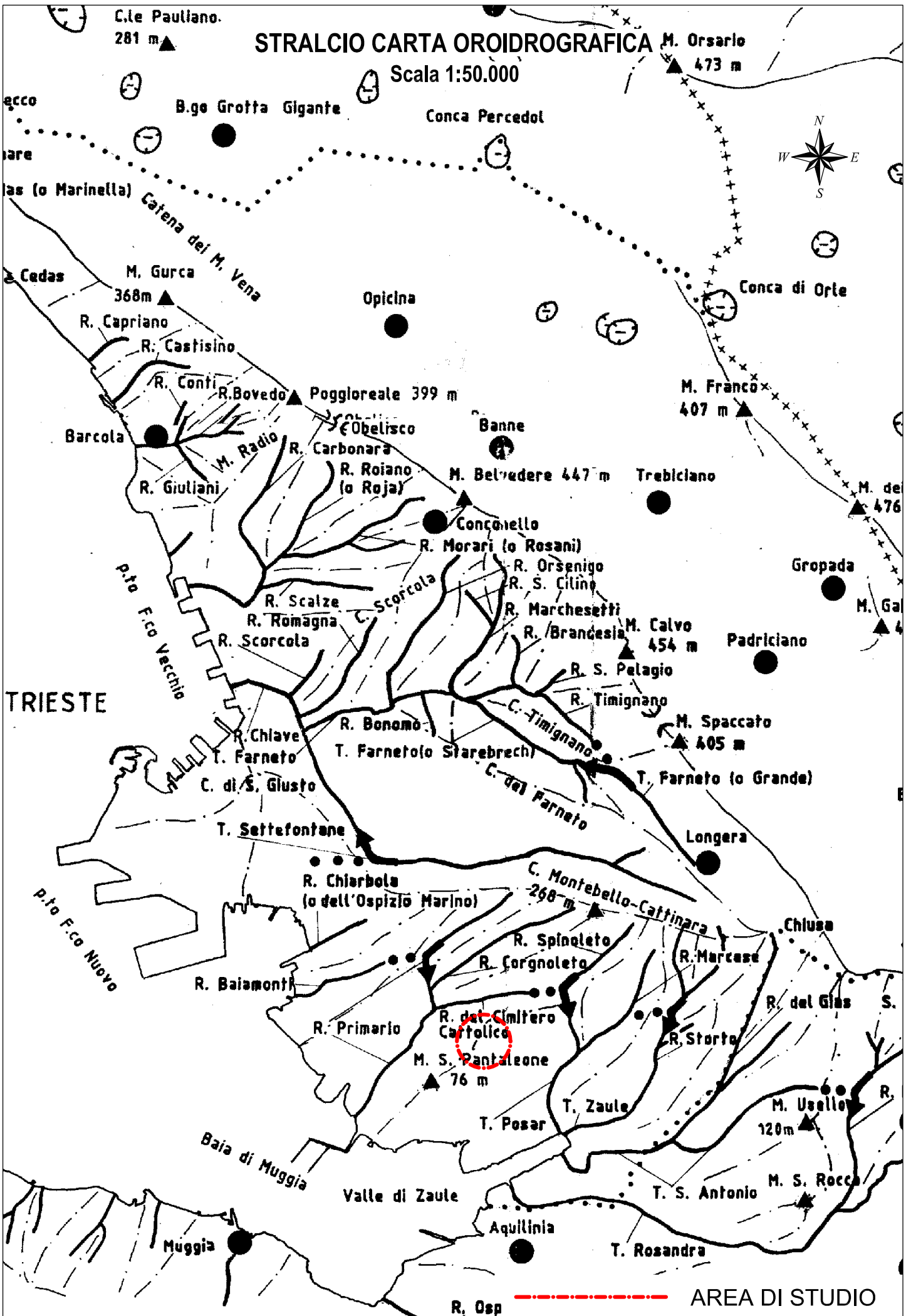
Per quanto all'area di indagine, la circolazione idrica sotterranea risulta ridotta e pressoché assente; infatti, durante l'esecuzione dei sondaggi non è mai stata rilevata presenza d'acqua, ma ciò non esclude che al contatto fra il basamento roccioso ed i sovrastanti depositi sciolti vi possa essere qualche puntuale e limitato scorrimento idrico.

5.0) TETTONICA E SISMICITA' DELL'AREA

L'assetto geologico-strutturale dell'area triestina è stato interpretato come una piega anticlinale passante a sinclinale lungo il fianco Sud-occidentale, che localmente diventa quasi

STRALCIO CARTA OROIDROGRAFICA

Scala 1:50.000



AREA DI STUDIO

M. Lanaro 545 m



CIMA



CATTURA



CRINALE



DEPRESSIONE CARSICA



SPARTIACQUE MINORE



HUM



SELLA



CONFINE DI STATO



CORSO D'ACQUA



CONFINE COMUNALE DI TRIESTE



FORRA

Sales



CENTRO ABITATO

una flessura (*D'Ambrosi, 1961 - Cavallin&Martinis, 1982*), mentre altri Autori (*Placer, 1981*) teorizzano che l'area faccia parte di un'unità definita "Piattaforma di Komen" e ipotizzano al margine Sud-orientale della struttura un sovrascorrimento, interpretando così la piega del Carso triestino come una piega-faglia esasperata. Tuttavia, è unanimemente riconosciuto che la genesi della struttura sia riconducibile all'orogenesi Alpino-Dinarica, ben rappresentata nell'area da due diversi "trend" tettonici, definiti "Sistema Dinarico", ad andamento NO-SE e "Sistema anti-Dinarico", ad andamento NE-SO. Tale assetto Dinarico è ben testimoniato dalla presenza della piega-faglia denominata "Linea Golfo di Panzano-Baia di Muggia" ad andamento NO-SE che, probabilmente, costituisce la prosecuzione Sud-orientale della "Linea di Palmanova", mentre l'assetto anti-Dinarico è rappresentato dalla faglia di Monte Spaccato, cui è associato l'abbassamento della formazione flyschoidale verso il Golfo di Trieste (*Carulli, G.B. - Cucchi, F. "Proposta di interpretazione strutturale del Carso triestino" - 1991*). I profondi processi dislocativi che hanno interessato l'area sono avvenuti nel pliocene inferiore e le linee, attualmente attive, non sono sismogenetiche.

Dal punto di vista geodinamico l'area si può definire priva di rischio, nonostante la sua vicinanza con una fascia ad elevata sismicità che comprende la pianura friulana, la Slovenia, l'area del bellunese, del Cansiglio e della Carinzia, nota per il loro elevato grado di sismicità. Infatti, il Comune di Trieste, che nella precedente normativa era indicato come *area non sismica*, attualmente è stato classificato, in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 dd. 20.03.03 e del D.G.R. dd. 28.11.05, come *Zona 4*. Pertanto, in base alla nuova classificazione sismica ed alla relativa Normativa tecnica, l'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico è pari a 0,05 (a_g/g). Le litologie proprie dell'area in esame sono caratterizzate da un basamento roccioso flyschoidale, presente a profondità di circa - 4.20 ÷ - 7.00 m dal p.c., sovrastato da depositi sciolti essenzialmente grossolani e, in relazione alle nuove categorie di suoli fondazionali, queste litologie sono ascrivibili alla *Categoria A – Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi* caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s.

6.0) INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

Per definire l'assetto geolitologico e litostratigrafico dell'area, sono stati eseguiti alcuni sondaggi geognostici a carotaggio continuo, la cui ubicazione è riportata negli elaborati allegati, le cui evidenze di indagine hanno consentito altresì la redazione di una sezione geologico-interpretativa, anch'essa allegata.

In particolare, nell'area in oggetto è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche, consistite nell'esecuzione di n° 5 sondaggi a rotazione a carotaggio continuo spinti sino al raggiungimento dei primi - 15.0 m dal p.c.. Le perforazioni sono state eseguite con carotiere semplice o doppio di diametro 101 mm, e l'utilizzo della corona diamantata (Tipo T6) è stato limitato alla roccia integra, mentre 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 fino al raggiungimento del Flysch integro e successivamente è proseguita mediante l'utilizzo di acqua. Le stratigrafie di perforazione, comprensive delle geolitologie e litostratigrafie riconosciute nel corso delle attività, sono di seguito allegate, unitamente alla relativa documentazione fotografica a colori.

Inoltre, nel corso delle attività di perforazione sono state eseguite n° 15 prove S.P.T. in foro, di seguito riassunte, unitamente ai parametri acquisiti nei singoli sondaggi.

<i>SONDAGGIO S1</i>		<i>N di colpi</i>	<i>NSPT</i>
S.P.T. n° 1	quota dal p.c. - 1.6 m (punta chiusa)	34/R	/
S.P.T. n° 2	quota dal p.c. - 2.7 m (punta chiusa)	R (3 cm)	/
S.P.T. n° 3	quota dal p.c. - 3.3 m (punta chiusa)	R (3 cm)	/
S.P.T. n° 4	quota dal p.c. - 4.3 m (punta chiusa)	R (5 cm)	/
S.P.T. n° 5	quota dal p.c. - 7.1 m (punta chiusa)	37/R (4 cm)	/
<i>SONDAGGIO S2</i>		<i>N di colpi</i>	<i>NSPT</i>
S.P.T. n° 1	quota dal p.c. - 1.5 m (punta chiusa)	R (5 cm)	/
S.P.T. n° 2	quota dal p.c. - 2.8 m (punta chiusa)	26/R (6 cm)	/

<i>SONDAGGIO S3</i>		<i>N di colpi</i>	<i>NSPT</i>
S.P.T. n° 1	quota dal p.c. - 1.5 m (punta chiusa)	4/3/5	8
S.P.T. n° 2	quota dal p.c. - 3.0 m (punta chiusa)	3/4/5	9
S.P.T. n° 3	quota dal p.c. - 4.6 m (punta chiusa)	R (2 cm)	/

<i>SONDAGGIO S4</i>		<i>N di colpi</i>	<i>NSPT</i>
S.P.T. n° 1	quota dal p.c. - 1.5 m (punta chiusa)	4/8/5	13
S.P.T. n° 2	quota dal p.c. - 2.7 m (punta chiusa)	12/22/25	47
S.P.T. n° 3	quota dal p.c. - 4.2 m (punta chiusa)	R (3 cm)	/

<i>SONDAGGIO S5</i>		<i>N di colpi</i>	<i>NSPT</i>
S.P.T. n° 1	quota dal p.c. - 1.6 m (punta chiusa)	27/R (6 cm)	/
S.P.T. n° 2	quota dal p.c. - 2.8 m (punta chiusa)	R (4 cm)	/

Il valore dell'indice *RQD* (*Rock Quality Designation*) riferito al Flysch, ha fornito valori compresi fra 33 e 89, con valore medio di 65, che secondo la classificazione di Deer (1964) corrisponde ad una *roccia mediocre*.

Durante le attività di perforazione sono stati inoltre prelevati, nei terreni superficiali, n° 3 campioni rimaneggiati in corrispondenza del sondaggio S3, a profondità di - 2.5 e - 3.2 m dal p.c e del sondaggio S4, a profondità di - 2.0 m dal p.c., successivamente avviati a laboratorio per la conduzione delle analisi geotecniche.

7.0) MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA

Sulla base delle indagini eseguite e degli studi svolti, è stata redatta una sezione geologico-interpretativa (A-A'), la cui ubicazione è riportata nell'allegata planimetria. Inoltre, le indagini così condotte hanno consentito la definizione del modello geologico di riferimento dell'area, come previsto dal D.M. 14.09.2005, con identificazione della successione litostratigrafia ivi presente elaborata sulla base della classificazione del Flysch triestino (R.Onofri - "Caratteristiche geolitologiche e geomeccaniche del Flysch nella Provincia di Trieste" - Studi Trentini di Scienze Naturali - Acta Geologica - 1982), in cui sono classificate le diverse tipologie di Flysch, in considerazione di più fattori, quali la percentuale relativa di marna rispetto l'arenaria, la potenza della stratificazione dei singoli litotipi ed il loro grado di fratturazione, di seguito riassunta:

- Tipo T1* caratterizzato prevalentemente da arenarie in strati di potenza superiore a 30 cm, con interstratificati pacchetti di lamine di marna aventi spessore di ordine centimetrico;
- Tipo T2* caratterizzato prevalentemente da arenarie in strati di potenza inferiore a 30 cm, con interstratificati pacchetti di lamine di marna aventi spessore di ordine centimetrico;
- Tipo T3* costituito da circa 50% di arenaria e 50% di marna, con potenza degli strati di arenaria e dei pacchetti di marne variabile da circa 1 cm a circa 20 cm;
- Tipo T4* prevalentemente marnoso, con pacchetti aventi potenza variabile da circa 10 cm a circa 50 cm, interstratificati con strati di arenaria aventi potenza variabile da 1 cm a 20 cm;
- Tipo T5* costituito prevalentemente da arenarie a buona consistenza litoide, ma che hanno subito notevoli processi deformativi di origine tettonica; gli strati hanno potenza non superiore a circa 10 cm.

La presenza di litologie flyschoidi in prossimità della superficie, determina un insieme di azioni dovute a numerosi fattori di carattere fisico, chimico e talvolta anche alla presenza di organismi, che provocano l'alterazione e la disgregazione della roccia. Il grado di alterazione e di disgregazione del Flysch risulta tanto maggiore quanto più in prossimità della superficie, sino ad obliterare quasi totalmente l'originaria stratificazione della massa rocciosa. Al fine di

classificare e quantificare il grado di alterazione dovuto a tali processi, questi terreni sono classificati in base al loro grado di alterazione, decompressione e disarticolazione.

Complesso C1 costituito in generale da terreno vegetale in prossimità del piano campagna, mentre in profondità risulta essere costituito da una matrice limoso-sabbioso-argillosa che ingloba in genere clasti e corpi detritici di arenaria ed in parte marnosi; la pezzatura dei materiali detritici non risulta essere classificabile a priori, dipendendo esclusivamente dallo spessore dei singoli strati interessati al processo di degradazione; spesso si ha la presenza di terreni di natura eluvio-colluviale di degradazione del Flysch;

Complesso C2 costituito da Flysch che ha subito solo una parziale degradazione e disarticolazione; sono ben individuabili gli andamenti delle giaciture e delle stratificazioni nel caso in cui la tipologia del Flysch sia riconducibile alle classi T1, T2 o T3; in generale si ha uno spessore di questo tipo di complesso variabile dai 50 cm fino ai 600 cm;

Complesso C3 costituito da Flysch che può essere considerato dal punto di vista tecnico praticamente integro; si può avere tuttavia la presenza saltuaria di un certa degradazione e di un certo grado di suddivisione secondaria.

La successione litostratigrafica di riferimento riconosciuta nell'area, distinta in tre diverse litologie, è di seguito meglio illustrata con una breve descrizione procedendo dalla superficie topografica verso le maggiori profondità del sottosuolo:

1. primo strato di materiali antropici di riporto, con potenze inferiori al metro nell'area settentrionale e spessori maggiori pari a circa 2.3÷3.5 m nell'area centrale;
2. secondo strato di potenza variabile tra circa 3.5 m e 4.6 m caratterizzato da *terreni eluvio-colluviali di alterazione del sottostante basamento flyschoidi, con clasti arenacei e marnosi in matrice limoso-sabbioso-argillosa* che rappresentano il *Complesso C1*;
3. terzo strato di potenza variabile tra circa 2.2 e 4.3 m caratterizzato dalla presenza di *Flysch alterato*, con alternanza di marne e arenarie alterate e fratturate che rappresentano il *Complesso C2 - Tipo T3*;

4. quarto strato che raggiunge la quota di fondo foro, caratterizzato da alternanze di arenarie e marne di potenza centimetrica talora decimetrica di colore grigio (*Flysch integro*), appartenente al *Complesso C3 - Tipo T3*.

Infine, l'allegata sezione geologico-interpretativa A-A' evidenzia un andamento piuttosto ondulato del tetto del Flysch, ben identificabile in corrispondenza di tutti i sondaggi eseguiti.

8.0) ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

Al fine di definire i principali parametri geotecnici delle litologie superficiali riconosciute nell'area, sui campioni rimaneggiati prelevati sono state eseguite le seguenti prove geotecniche di laboratorio ed in allegato sono riportati i relativi verbali di laboratorio.

- **Analisi Granulometrica** **GSA-AERO**

- **Limiti di Atterberg** **AL**
 - Limite liquido* **LL** %
 - Limite plastico* **LP** %
 - Indice di plasticità* **IP**
 - Indice di liquidità* **IL**

- **Prova di Taglio diretto CD**
 - Coesione* **c** kPa
 - Angolo di attrito interno* **ϕ** °
 - Angolo di attrito interno residuo* **ϕ'** °

Le analisi di laboratorio hanno, sostanzialmente, interessato i depositi superficiali e di seguito è riportata una tabella riassuntiva dei principali parametri così acquisiti.

Codice interno	Sondaggio	Campione	Profondità (m dal p.c.)	Limiti Atterberg		Granulometria			
				LL	LP	G	S	L	A
4642-01	S3	C1	2,50-2,80	38	20	13.4	18.9	43.0	24.7
4642-02	S3	C2	3,20-3,50	37	20	14.3	19.0	43.6	23.1
4642-03	S4	C1	2,00-2,30	35	19	23.0	15.8	40.0	21.2

Le analisi granulometriche eseguite mostrano, nel complesso, una buona omogeneità dei campioni, con fusi granulometrici ben distribuiti e bilanciati che indicano una composizione

granulometrica media caratterizzata dal 17% di ghiaia, 18% di sabbia, 42% di limo ed infine 23% di argilla. Si tratta, pertanto, di sedimenti limo-argillosi con sabbia e ghiaia. I valori dei Limiti di Atterberg (A_{tr}) ricavati dai campioni prelevati, sono stati inseriti per la loro classificazione nella *Carta della Plasticità di Casagrande* modificata, dalla quale risulta che i depositi sono classificabili quali “argille e limi di media-bassa plasticità”.

Le prove di taglio dirette eseguite sui campioni ricostruiti hanno fornito i seguenti valori di angolo d’attrito (ϕ) e di coesione (c):

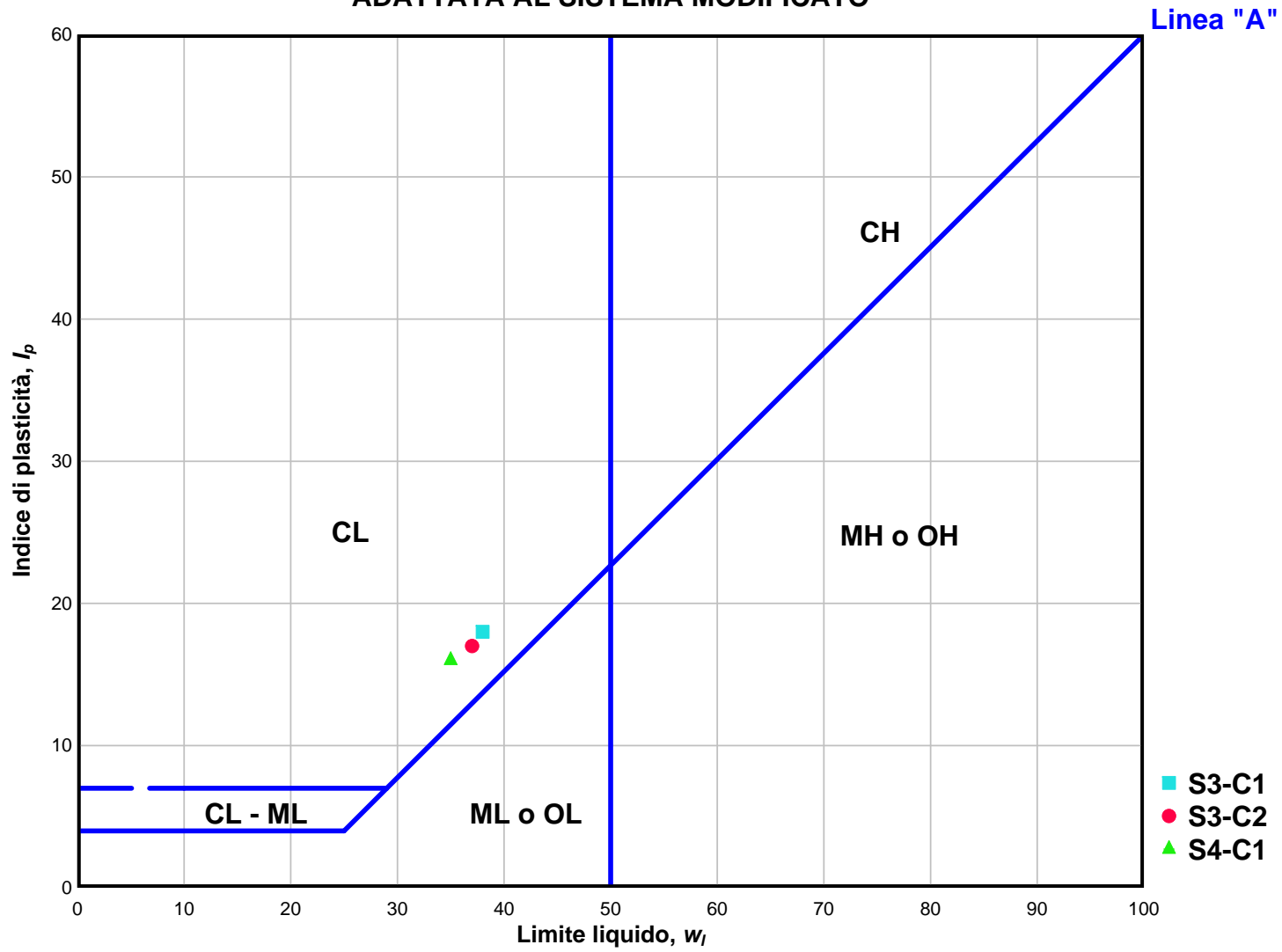
	S3-C1	S3-C2	S4-C1
ϕ (°)	26.7	24.3	28
c (kN/m ²)	18	9	15

Relativamente al “*bed-rock*” flyschoide, si introducono alcuni parametri relativi a prove geotecniche da noi eseguite in epoche recenti sul Flysch triestino. In particolare, le *prove di compressione monoassiale* eseguite su campioni di arenaria grigia con granuli di dimensioni massime pari a 0.5 mm, leggermente alterata, hanno fornito un valore medio di resistenza a compressione pari a 945 kg/cm² che, a seguito a imbibizione o gelività, si riduce di circa il 20%, con valori rispettivamente di 744 e 762 kg/cm². I livelli marnosi presentano una resistenza alla compressione semplice dell’ordine di 70÷80 kg/cm² ed essendo questo il litotipo meno competente del complesso roccioso, tali parametri vincolano maggiormente le caratteristiche geomeccaniche dell’assise rocciosa flyschoide. Analogamente numerose prove dilatometriche eseguite nel Flysch triestino hanno fornito i seguenti valori medi indicativi relativi al Modulo di deformazione (Ed) e al Modulo elastico (Ee):

Ed (Mpa)	(200÷400)	(500÷700)
Ee (Mpa)	(350÷550)	(750÷950)

La prima serie di valori è riferita ai termini più superficiali ed alterati del substrato flyschoide, mentre i secondi sono relativi all’ammasso roccioso integro. Infine dalla letteratura, *prove di taglio diretto* eseguite in sito lungo i giunti di strato marne-arenarie hanno fornito valori di coesione (c) pari a 1.13 kg/cm² ed angolo di attrito (ϕ) pari 13°, riferiti al Flysch con giacitura a franapoggio.

CARTA DELLA PLASTICITA' ADATTATA AL SISTEMA MODIFICATO



9.0) CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DELL'AREA

A seguito delle indagini, degli studi, delle prove *in situ* ed in laboratorio, per l'area in esame è stata definita la litostratigrafia di riferimento ed i relativi principali parametri geotecnici.

Terreni antropici di riporto costituito da sedimenti limo argillosi con sabbia e ghiaia

Complesso C1

Depositi eluvio-colluviali, terreni vegetali e di alterazione;

Complesso C2 – Tipo T3

Flysch marnoso-arenaceo alterato, degradato, fratturato e decollassato, caratterizzato da alternanza di marne ed arenarie centimetriche di colore giallo-ocraceo, in cui è riconoscibile l'originaria struttura dell'assise rocciosa;

Complesso C3 – Tipo T3

Flysch marnoso-arenaceo integro, caratterizzato da alternanze di arenarie e marne centimetriche, talore decimetriche, di colore grigio-azzurro, con presenza di calcite.

<i>Litotipo</i>	γ (t/m ³)	c (kg/cm ²)	ϕ (°)
<i>Terreni antropici di riporto</i>	1.80	0.14	26
<i>Complesso C1 - Terreni eluvio-colluviali</i>	1.90	0÷0.1	18÷25
<i>Complesso C2 – Tipo T3 - Flysch alterato</i>	2.35	0.3	20÷22
<i>Complesso C3 – Tipo T3 - Flysch integro</i>	2.40	1.0	25÷30

Relativamente al *Flysch alterato*, i parametri introdotti sono riferiti alla litologia nel suo complesso ed, in particolare, tengono conto delle condizioni più negative del litotipo. Inoltre, i parametri relativi al *Flysch integro* sono anch'stati così introdotti in considerazione di possibili superfici di scivolamento o di rottura ipotizzabili lungo giunti di strato.

Trieste, maggio 2007

Sondaggio S1



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.

COMMITTENTE: **MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE**

CANTIERE: **Caserma Duchessa d'Aosta**

SONDAGGIO **S2** DATA INIZIO **16.04.2007**

Coordinate **5052871.32 N, 2426519.11 E**

Responsabile: **dott. geol. Lucio Russo Cirillo** Operatore: **M. Marsic**

ULTIMAZIONE **17.04.2007**

Quota p.c. **38.45 m s.l.m.m.**

Attrezzatura: **Atlas Mustang 9-T1**

Da m 0.00 A m 20.00 Profondità finale m 15.00

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA

16.04.2007

Conglomerato bituminoso (asfalto).
Materiali antropici di riporto caratterizzati da ciottoli e ghiaia, mal classata, da angolare a subangolare in matrice sabbiosa debolmente limosa, di colore nocciola.

17.04.2007

Terreni di alterazione flyschoidi con presenza di clasti arenacei mal classati, da angolari a subangolari, in matrice limoso-sabbiosa, debolmente argillosa, di colore giallo-ocraceo, con dimensioni dei ciottoli fino a 13.0 cm.

Flysch marnoso-arenaceo alterato caratterizzato da strati arenacei centimetrici talora decementati e marne plasticizzate, di colore grigio, grigio-scuro.

Flysch arenaceo integro caratterizzato da arenarie e subordinate marne di colore grigio-azzurro in livelli da centimetrici a decimetrici. Presenza di vene calcitiche e di livelli millimetrici di marna alterata. Da -13.0 m dal p.c. la percentuale di marna aumenta rispetto l'arenaria. Fratturazione compresa fra 10° e 30°.

PROFONDITA' m. da p.c.	COLONNA STRATIG.	CAMPIONI		MISURE IN SITO							
		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.	
0.05 - 0.30	[Conglomerato bituminoso]										
1.50 - 1.55								R			
2.80 - 3.01								R			
4.20											
7.50											
15.00											

Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Rilievo H ₂ O ₂ durante la perforazione			Piezometro	Riempimento foro	Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento			
			< 5 cm.	5-10 cm.	> 10 cm.	Tipo	Numero	Prof. da p.c.	Prof. Foro	Prof. Acqua	Sera						Mattina		
			GG	Ora	GG	Ora	GG	Ora	GG	Ora									
0.30 - 0.50																			
0.90 - 1.50																			
1.80 - 2.20																			
2.20 - 2.50																			
2.50 - 2.80																			
3.20 - 3.50																			
4.10 - 4.60														Continuo a secco	C. s. Ø 127				
5.20 - 6.20																			
6.20 - 6.70																			
6.70 - 7.10																			
7.10 - 7.50																			
9.60 - 10.70		68																	
10.70 - 12.50		26																	
12.50 - 13.90		58												Continuo ad acqua	Carotiere doppio T6 Ø 101 (Diamante)				
13.90 - 15.00		61																	
		60																	

Note

Sondaggio S2



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.

COMMITTENTE: **MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE**

CANTIERE: **Caserma Duchessa d'Aosta**

SONDAGGIO **S3**

DATA INIZIO **17.04.2007**

ULTIMAZIONE **18.04.2007**

Coordinate **5052842.52 N, 2426530.39 E**

Quota p.c. **37.90 m s.l.m.m.**

Responsabile: **dott. geol. Lucio Russo Cirillo** Operatore: **M. Marsic**

Attrezzatura: **Atlas Mustang 9-T1**

Da m 0.00 A m 20.00 Profondità finale m 17.20

DATA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	PROFONDITA' m. da p.c.	COLONNA STRATIG.	CAMPIONI		MISURE IN SITO													
				TIPO	NUMERO	Profondità m. da p.c.	Pocket pen. kPa	Pocket vane kPa	Tipo di punta	Prova S.P.T.			Profondità carotata m.	Profondità scandagli. m.					
17.04.2007	Materiali antropici di riporto con presenza di frammenti lateritici.	0.50																	
	Materiali antropici di riporto con presenza di calcestruzzo	1.50																	
	Materiali antropici di riporto caratterizzati da limo argilloso-sabbioso di colore marrone scuro-grigiastro, con ciottoli e ghiaia medio-fine e frammenti lateritici.	3.60		□ S3C1	2.50 2.80														
	Terreni di alterazione flyschoidi con presenza di clasti arenacei mal classati, da angulari a subangolari, in matrice limoso-sabbiosa, debolmente argillosa, di colore grigio.	7.00		□ S3C2	3.20 3.50														
18.04.2007	Flysch marnoso-arenaceo alterato caratterizzato da strati arenacei centimetrici talora decementati e marne plasticizzate, di colore grigio, grigio-scuro.	11.30																	
	Flysch arenaceo integro caratterizzato da arenarie e subordinate marne di colore grigio-azzurro in livelli da centimetrici a decimetrici. Presenza di vene calcitiche. Fratturazione compresa fra suborizzontale fino a 20°.	17.20																	

Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Rilievo H ₂ O ₂ durante la perforazione			Piezometro	Riempimento foro	Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento	
			< 5 cm.	5-10 cm.	> 10 cm.	Tipo	Numero	Prof. da p.c.	Prof. Foro	Prof. Acqua	Sera GG						Ora
0.30																	
0.60																	
0.80																	
1.10																	
1.50																	
2.30																	
3.00																	
3.80																	
4.20																	
4.60																	
5.20																	
5.60																	
6.00																	
6.50																	
7.00																	
7.70																	
8.30																	
8.80																	
9.40																	
10.40																	
11.30																	
13.80		72															
16.50		65															
17.20		61															

- 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		PAG.	DOC.	REV.
		GG	Ora	GG	Ora			

Note

Sondaggio S3



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.

COMMITTENTE: **MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE**

CANTIERE: **Caserma Duchessa d'Aosta**

SONDAGGIO **S4** DATA INIZIO **18.04.2007**

Coordinate **5052829.70 N, 2426529.02 E**

Responsabile: **dott. geol. Lucio Russo Cirillo** Operatore: **M. Marsic**

ULTIMAZIONE **19.04.2007**

Quota p.c. **37.80 m s.l.m.m.**

Attrezzatura: **Atlas Mustang 9-T1**

DATA	Da m 0.00 A m 20.00 Profondità finale m 16.70			PROFONDITA' m. da p.c.	COLONNA STRATIG.	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.								
18.04.2007	Conglomerato bituminoso (asfalto).			0.05																
	Materiali antropici di riporto con presenza di calcestruzzo			0.20																
18.04.2007	Materiali antropici di riporto caratterizzati da limo sabbioso-argilloso di colore marrone scuro, con ciottoli e ghiaia di varie dimensioni e frammenti lateritici.			2.30																
	Terreni di alterazione flyschoidi con presenza di clasti arenacei, da angolari a subangolari, in matrice limoso-sabbiosa, debolmente argillosa, di colore grigio.	□ S4C1	2.00 2.30																	
18.04.2007	Flysch marnoso-arenaceo alterato caratterizzato da strati arenacei centimetrici talora decementati e marne plasticizzate, di colore grigio, grigio-scuro.			6.80																
				10.00																
19.04.2007	Flysch arenaceo integro caratterizzato da arenarie e subordinate marne di colore grigio-azzurro in livelli da centimetrici a decimetrici. Presenza di vene calcitiche e di livelli millimetrici di marna alterata. Fratturazione da suborizzontale fino a 30°.			16.70																

Manovre di carotaggio	Carotaggio %	R.Q.D. %	Dimensione spezzoni			Prove eseguite			Rilievo H ₂ O ₂ durante la perforazione			Piezometro	Metodo di perforazione	Utensile di perforazione	Rivestimento	DOC.	REV.	
			< 5 cm.	5-10 cm.	> 10 cm.	Sera		Mattina		Prof. Acqua	Prof. Foro							PAG.
						GG	Ora	GG	Ora									
0.30																		
0.50																		
0.90																		
1.20																		
1.50																		
1.70																		
2.10																		
2.30																		
2.50																		
2.70																		
3.30																		
3.80																		
4.20																		
4.50																		
5.00																		
5.20																		
5.50																		
5.80																		
6.10																		
6.50																		
6.80																		
7.00																		
7.30																		
7.50																		
7.90																		
8.20																		
8.70																		
9.20																		
10.00																		
12.20		59																
13.70		33																
16.70		78																

- 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

Prof. Foro	Prof. Acqua	Sera		Mattina		PAG.	DOC.	REV.
		GG	Ora	GG	Ora			

Note

Continuo a secco
C. s. Ø 127
Carotiere semplice Ø 101
Ø 127
Continuo ad acqua
Carotiere doppio T6 Ø 101 (Diamante)

Sondaggio S4



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.

Sondaggio S5



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.

Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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 N.	016894	Numero ingresso	4642-01
Committente	<u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	Data ingresso	02/05/07
Cantiere	<u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data esecuzione	10/05/07
Località	<u>San Sabba - Trieste</u>		
Campione	<u>S3 C1 da 2,50 a 2,80 m.</u>	Prelevato da	Committente

Sigle di prova : AP-apertura; 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 : - cm Lunghezza campione : - cm Contenitore : *Sacchetto*

Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova
10 cm _ 20 cm _ 30 cm _ 40 cm _ 50 cm _ 60 cm _	Limo argillo sabbio ghiaioso grigio scuro - nocciola con rari clasti di diametro massimo 15 millimetri.			LA GSAREO TG-CD

Cervignano del Friuli, 18/05/2007

Il Tecnico: Alberto Nadalin

Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti



Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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. 016895

Committente GEOSYNTECH s.r.l.
 Cantiere Caserma Duchessa d'Aosta
 Località San Sabba - Trieste
 Campione S3 C1 da 2,50 a 2,80 m.

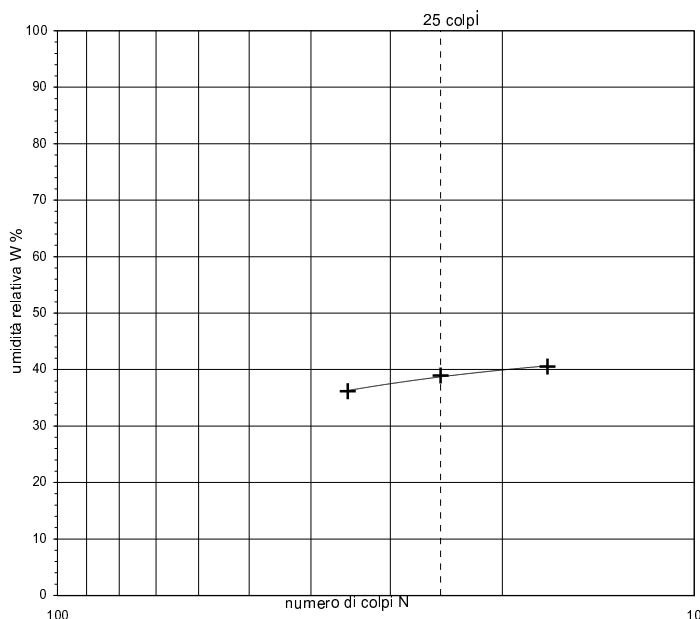
N. di accettazione 4642-01
 Data di accettazione 02/05/07
 Data di esecuzione 15/05/07
 Prelevato da Committente

La prova è stata eseguita con: Apparecchio per Limiti di Casagrande n.57LMAS e n.277LMAS, Bilancia digitale Bel Eng. N. 43193, massa campione da 1,0 kg n. serie G048215 certificato DKD n. G1-378-04-11

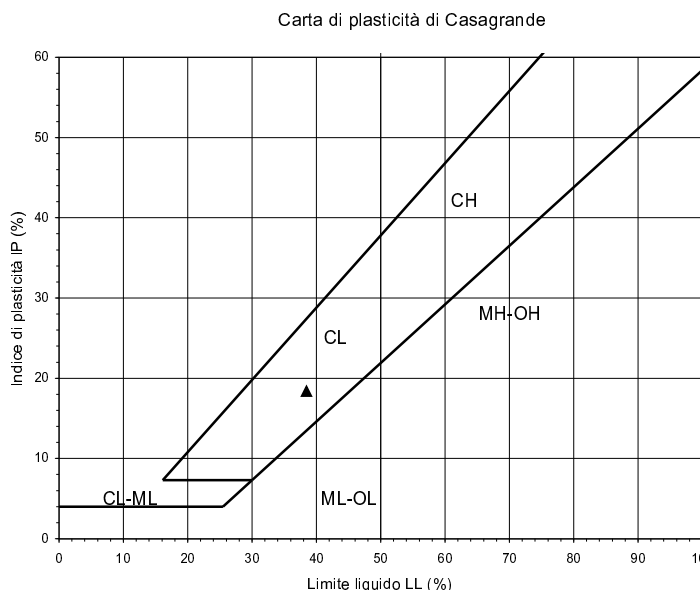
Limiti di consistenza - Norma ASTM D 4318-84 [X] CNR UNI 10014 []

Limite Liquido		1	2	3	4
Massa umida lorda	(g)	21,86	20,81	25,45	
Massa secca lorda	(g)	18,90	17,91	21,23	
Tara	(g)	10,72	10,46	10,82	
Contenuto d'acqua	(g)	2,96	2,90	4,22	
Massa secca netta	(g)	8,18	7,45	10,41	
W	(%)	36,2	38,9	40,5	
Numero di colpi N	(-)	35	25	17	
W a 25 colpi	(%)	37,7	38,9	38,7	

$W_{25} = (N/25)^{0,121} \times W$



Limite Plastico		1	2	3	4
Massa umida lorda	(g)	7,33	6,77	8,20	6,92
Massa secca lorda	(g)	7,15	6,52	7,89	6,64
Tara	(g)	6,29	5,27	6,33	5,21
Contenuto d'acqua	(g)	0,18	0,25	0,31	0,28
Massa secca netta	(g)	0,86	1,25	1,56	1,43
W	(%)	20,9	20,0	19,9	19,6



Contenuto d'acqua naturale (W)	-	%
Limite liquido (LL)	38	%
Limite plastico (LP)	20	%
Indice di plasticità (IP)	18	%

Cervignano del Friuli, 18/05/2007

Il Tecnico: Alberto Nadalin

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti



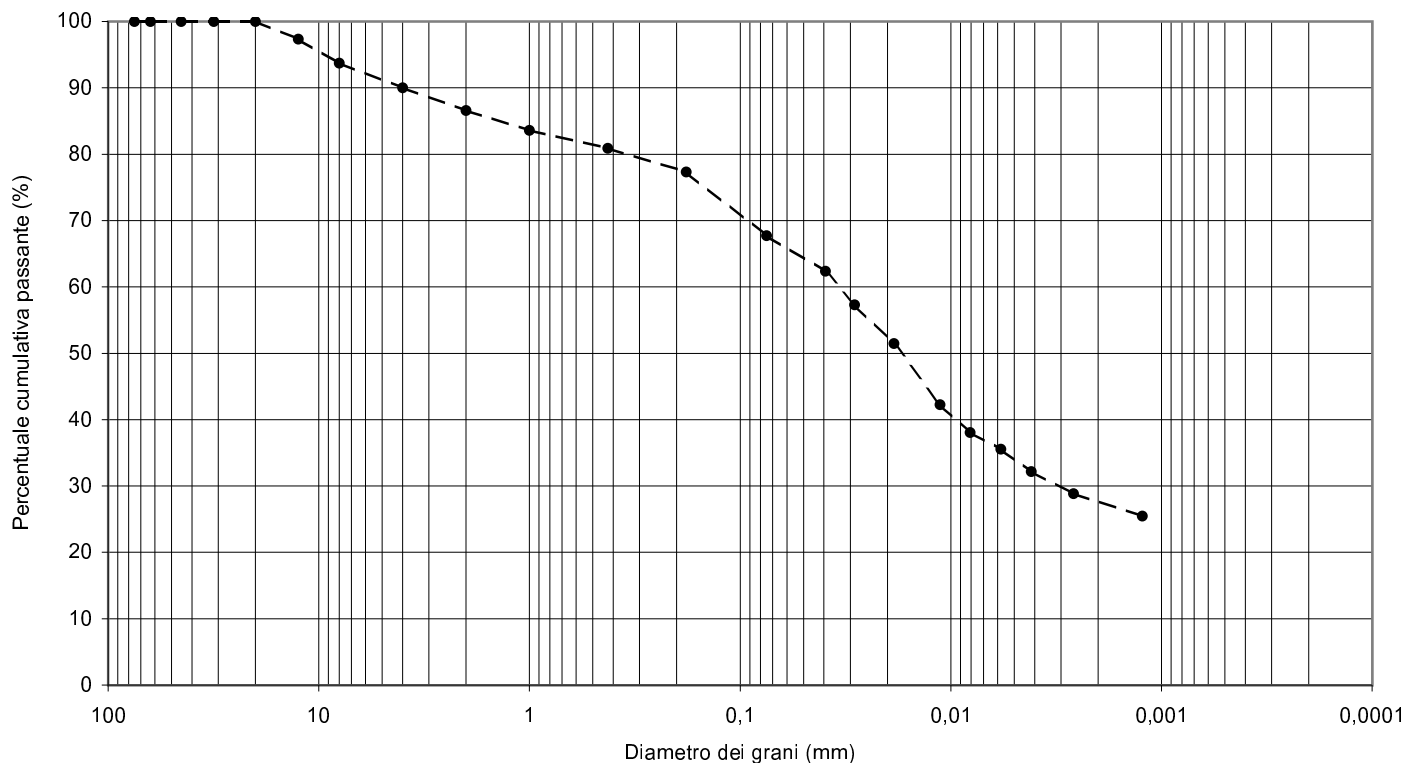
Prove su Terre, Rocce, Aggregati, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

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.	016896	N. di accettazione	4642-01
Committente	GEOSYNTECH s.r.l.	Data di accettazione	02/05/07
Cantiere	Caserma Duchessa d'Aosta	Data di esecuzione	17/05/07
Località	San Sabba - Trieste		
Campione	S3 C1 da 2,50 a 2,80 m.	Prelevato da	Committente

La prova è stata eseguita con: Setacciatore Matest N. serie A059*03*26*03, Serie setacci UNI diam.300mm, bilancia digitale Bel Eng. N. 43193 e KERN N. 2539932, massa campione da 1,0 kg n. serie G048215 certificato DKD n. G1-378-04-11 e massa da 20 kg n. serie G040127 certificato DKD n. G1-380-04-11

Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994**ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2232 e UNI 2334

mm	75	63	45	32	20	13	8	4	2	1,0	0,425	0,180	0,075			
% passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,4	93,7	90,0	86,6	83,6	80,9	77,3	67,7			

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE Densimetro serie ASTM 152 H

μ m	39,33	28,58	18,63	11,24	8,09	5,79	4,15	2,62	1,23						
% passante	62,4	57,3	51,5	42,2	38,1	35,5	32,2	28,8	25,5						

Peso specifico dei grani (-) = 2,70

Limite liquido (%) = 38

Limite plastico (%) = 20

Classi granulometriche:

Ghiaia = 13,4 %

Sabbia : 18,9 %

Limo = 43,0 %

Argilla = 24,7 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli,

18/05/07

Il Tecnico: Alberto Nadalin

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2000 N. 30861

PS 75-01/111A Rev.1 PS 75-01/111B Rev.1

pag. 1/1

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

Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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. 016897	N. di accettazione	4642-01
Committente <u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	Data di accettazione	02/05/07
Cantiere <u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data di esecuzione	17/05/07
Località <u>San Sabba - Trieste</u>		
Campione <u>S3 C1 da 2,50 a 2,80 m.</u>	Prelevato da	Committente

La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1						Provino 2						Provino 3								
Cella n.		372				Cella n.		373				Cella n.		372						
Tipo di cella		quadrata				Tipo di cella		quadrata				Tipo di cella		quadrata						
Area cella (mm ²)		3600				Area cella (mm ²)		3600				Area cella (mm ²)		3600						
Carico assiale (N)		177				Carico assiale (N)		353				Carico assiale (N)		706						
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)	Forza di taglio (N)	Forza di taglio (N)			
0	0,00	0,00	0,00	0		0	0,00	0,00	0,00	0		0	0,00	0,00	0,00	0				
0,25	0,32	0,12	0,14	52		0,15	1,68	0,24	0,29	72		0,1	1,82	0,30	0,12	125				
0,5	0,34	0,25	0,25	67		0,25	1,75	0,49	0,52	103		0,25	2,38	0,60	0,22	187				
1	0,35	0,37	0,34	90		1	1,83	0,73	0,72	124		0,5	2,83	0,90	0,31	217				
2	0,40	0,50	0,42	96		2	2,07	0,97	0,87	141		1	3,17	1,20	0,37	252				
4	0,50	0,62	0,48	115		3	2,25	1,22	1,01	160		2	3,72	1,50	0,44	282				
8	0,68	0,74	0,51	119		6	2,40	1,46	1,10	169		4	4,26	1,80	0,49	300				
15	0,89	0,87	0,59	122		12	2,70	1,70	1,26	177		8	4,77	2,10	0,55	315				
30	1,15	0,99	0,61	122		22,5	3,03	1,94	1,32	185		15	5,16	2,40	0,59	334				
60	1,29	1,12	0,65	129		45	3,30	2,19	1,41	191		30	5,78	2,70	0,63	341				
120	1,42	1,24	0,69	133		90	3,42	2,43	1,50	199		60	6,54	3,00	0,67	358				
300	1,48	1,36	0,72	135		180	3,52	2,67	1,56	202		120	7,16	3,30	0,69	364				
480	1,49	1,49	0,74	150				2,92	1,59	210		240	7,42	3,60	0,70	368				
1320	1,50	1,61	0,77	140				3,16	1,67	212				3,90	0,74	382				
		1,74	0,78	150				3,40	1,70	219				4,20	0,76	389				
		1,86	0,80	140				3,65	1,73	219				4,50	0,77	399				
		2,07	0,84	152				4,05	1,80	223				5,00	0,79	399				
		2,27	0,84	155				4,46	1,82	228				5,50	0,81	407				
		2,48	0,87	158				4,86	1,88	231				6,00	0,83	413				
		2,69	0,88	158				5,27	1,90	229				6,50	0,84	408				
		2,89	0,89	149				5,67	1,92	231				7,00	0,85	419				
		3,10	0,90	156				6,08	1,94	234				7,50	0,86	420				
		3,30	0,91	153				6,48	1,96	230				8,00	0,87	414				
														8,50	0,88	421				
t ₁₀₀ = 49,0 min						t ₁₀₀ = 25,0 min						t ₁₀₀ = 20,3 min								
t _f = 490,0 min						t _f = 250,0 min						t _f = 202,5 min								
d _f = 5 mm						d _f = 5 mm						d _f = 5 mm								
v = 0,010 mm/min						v = 0,020 mm/min						v = 0,025 mm/min								

Prova eseguita su provini : *ricostruiti al limite liquido*

Cervignano del Friuli, 18/05/07	Il Tecnico: Alberto Nadalin	Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Floriti
---------------------------------	-----------------------------	---

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

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

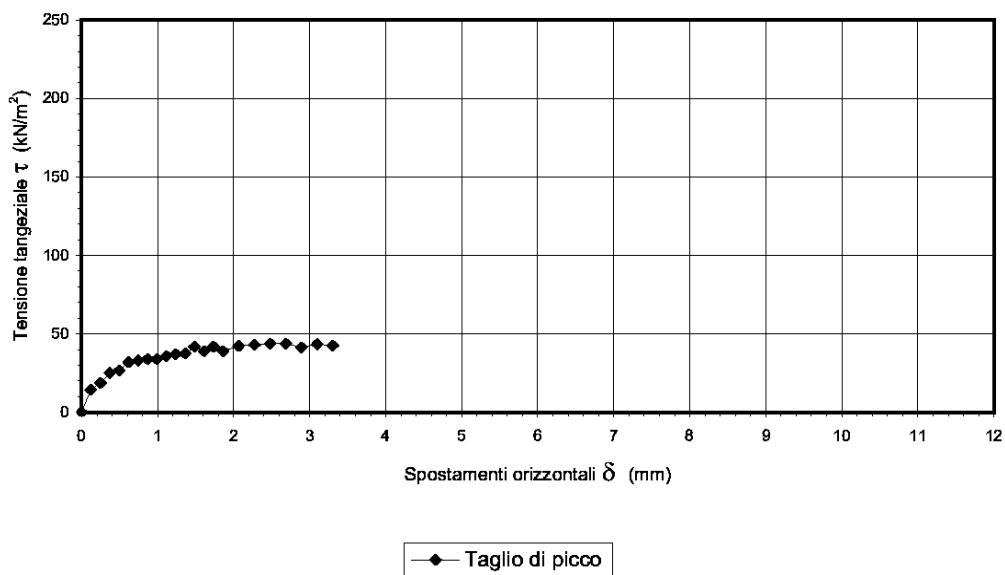
RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	016897	N. di accettazione	4642-01
Committente	GEOSYNTECH s.r.l.	Data di accettazione	02/05/07
Cantiere	Caserma Duchessa d'Aosta	Data di esecuzione	17/05/07
Località	San Sabba - Trieste		
Campione	S3 C1 da 2,50 a 2,80 m.	Prelevato da	Committente

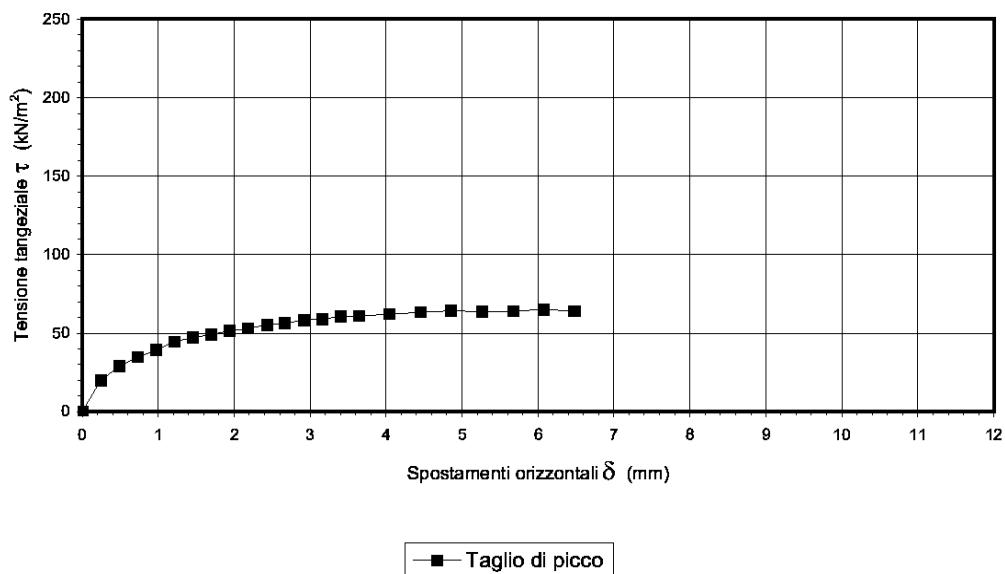
La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1 - Grafico della tensione tangenziale τ in kN/m^2 vs. lo spostamento orizzontale δ in millimetri



Provino 2 - Grafico della tensione tangenziale τ in kN/m^2 vs. lo spostamento orizzontale δ in millimetri



Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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. <u>016897</u>	N. di accettazione <u>4642-01</u>
Committente <u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	Data di accettazione <u>02/05/07</u>
Cantiere <u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data di esecuzione <u>17/05/07</u>
Località <u>San Sabba - Trieste</u>	
Campione <u>S3 C1 da 2,50 a 2,80 m.</u>	Prelevato da <u>Committente</u>

La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 3 - Grafico della tensione tangenziale τ in kN/m^2 vs. lo spostamento orizzontale δ in millimetri

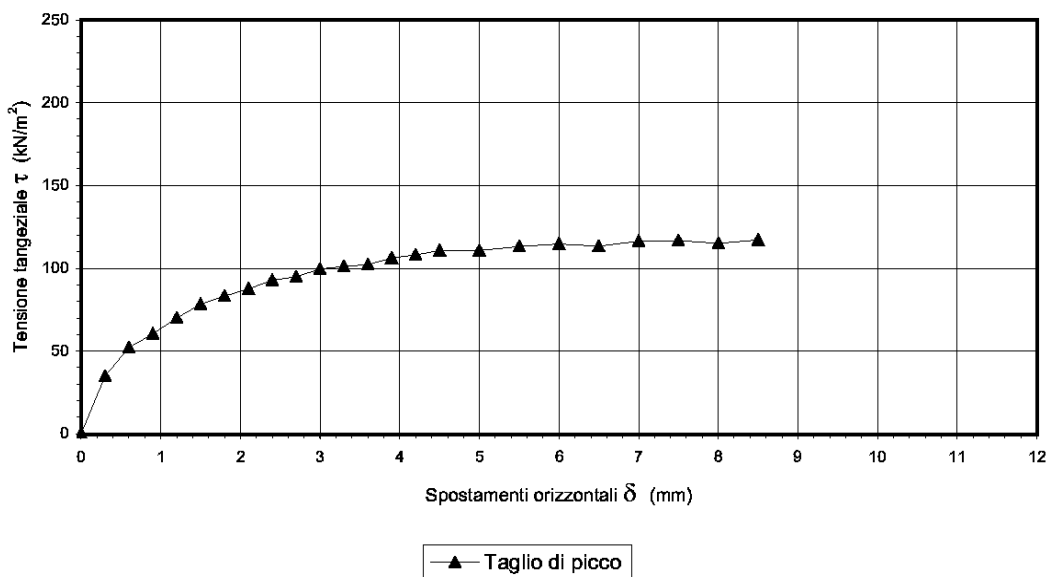
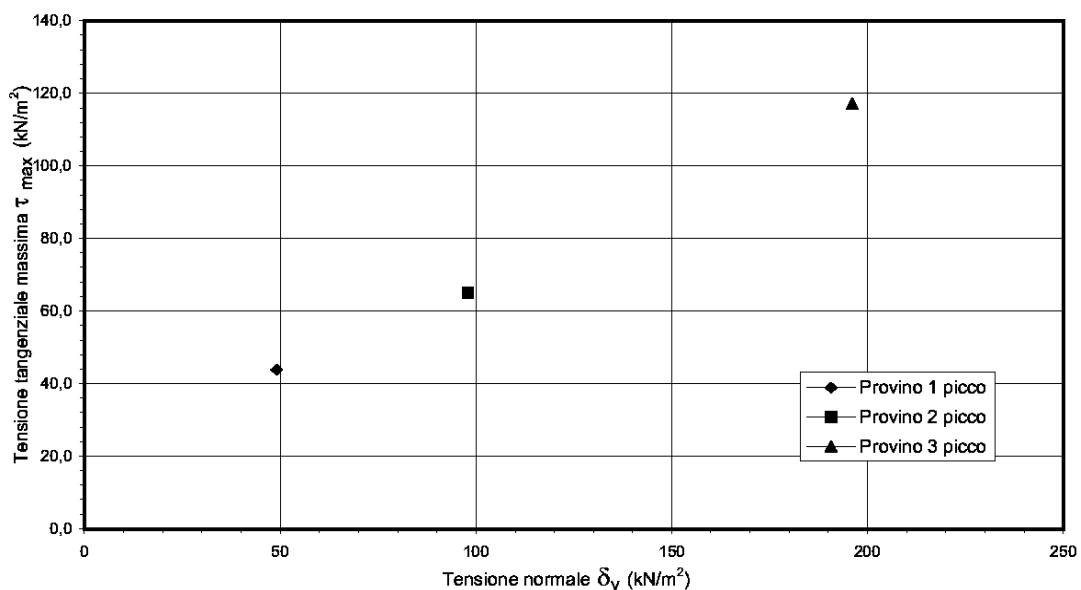


Grafico tensione tangenziale massima τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate δ_v (kPa)



Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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

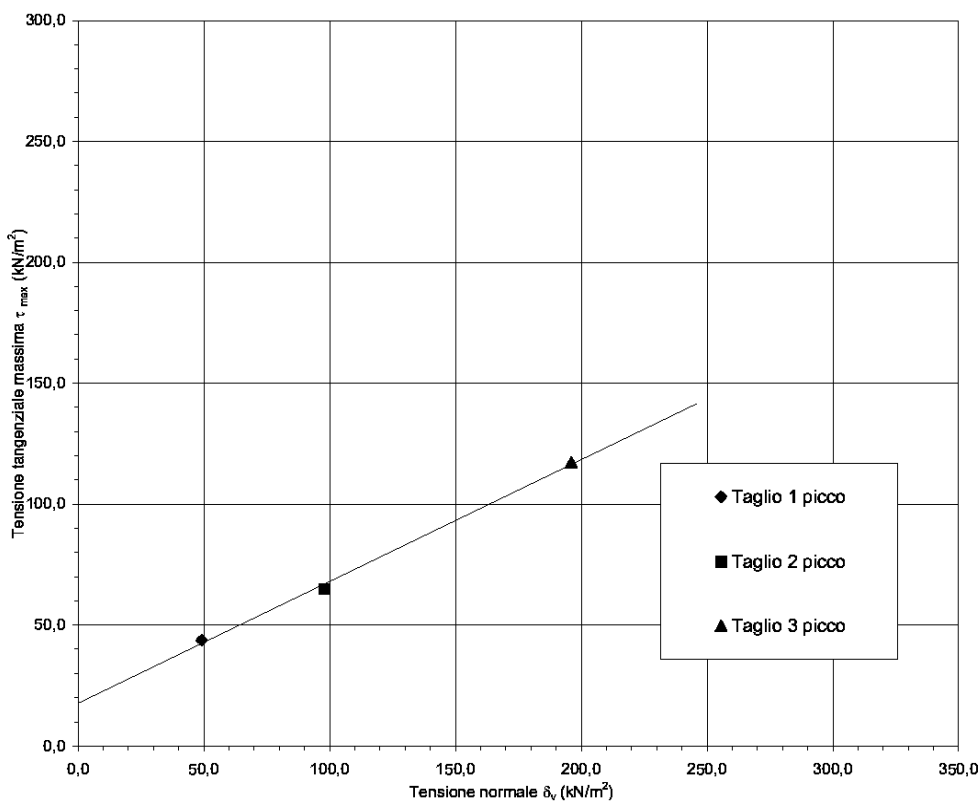
Committente	<u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	N. di accettazione	<u>4642-01</u>
Cantiere	<u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data di accettazione	<u>02/05/07</u>
Località	<u>San Sabba - Trieste</u>	Data di esecuzione	<u>17/05/07</u>
Campione	<u>S3 C1 da 2,50 a 2,80 m.</u>	Prelevato da	<u>Committente</u>

La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

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 τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate δ_v (kPa)



Valori definiti dalla regressione lineare

	Taglio diretto	Taglio residuo
Angolo di resistenza al taglio (gradi)	26,7	-
Coesione intercetta(kN/m ²)	18	-

Cervignano del Friuli,

18/05/07

Il Tecnico: Alberto Nadalin

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

Azienda Certificata ISO 9001:2000 N. 30861

PS 75-01/1220 Rev.2

pag.1/1

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

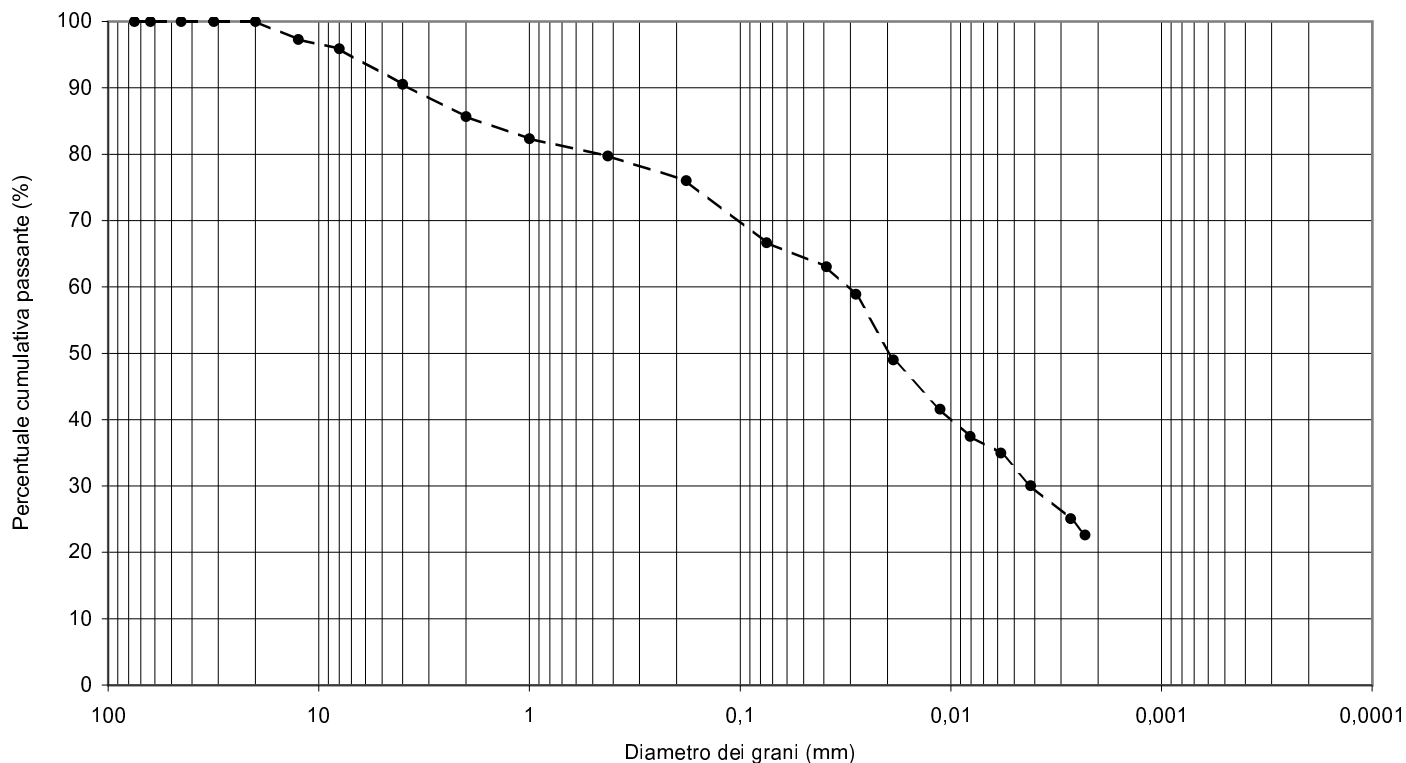
Prove su Terre, Rocce, Aggregati, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

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.	016899	N. di accettazione	4642-02
Committente	GEOSYNTECH s.r.l.	Data di accettazione	02/05/07
Cantiere	Caserma Duchessa d'Aosta	Data di esecuzione	17/05/07
Località	San Sabba - Trieste		
Campione	S3 C2 da 3,20 a 3,50 m.	Prelevato da	Committente

La prova è stata eseguita con: Setacciatore Matest N. serie A059*03*26*03, Serie setacci UNI diam.300mm, bilancia digitale Bel Eng. N. 43193 e KERN N. 2539932, massa campione da 1,0 kg n. serie G048215 certificato DKD n. G1-378-04-11 e massa da 20 kg n. serie G040127 certificato DKD n. G1-380-04-11

Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994**ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2232 e UNI 2334

mm	75	63	45	32	20	13	8	4	2	1,0	0,425	0,180	0,075			
% passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	95,9	90,5	85,7	82,3	79,7	76,0	66,7			

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE Densimetro serie ASTM 152 H

μ m	38,97	28,20	18,78	11,24	8,09	5,79	4,18	2,70	2,30							
% passante	63,0	58,9	49,0	41,6	37,5	35,0	30,0	25,1	22,6							

Peso specifico dei grani (-) = 2,70

Limite liquido (%) = 37

Limite plastico (%) = 20

Classi granulometriche:

Ghiaia = 14,3 %

Sabbia : 19,0 %

Limo = 43,6 %

Argilla = 23,1 %

Descrizione del campione:

Classificazione :

Cervignano del Friuli,

18/05/07

Il Tecnico: Alberto Nadalin

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2000 N. 30861

PS 75-01/111A Rev.1 PS 75-01/111B Rev.1

pag. 1/1

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

Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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 N.	016898	Numero ingresso	4642-02
Committente	<u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	Data ingresso	02/05/07
Cantiere	<u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data esecuzione	09/05/07
Località	<u>San Sabba - Trieste</u>		
Campione	<u>S3 C2 da 3,20 a 3,50 m.</u>	Prelevato da	Committente

Sigle di prova : AP-apertura; 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 : - cm Lunghezza campione : - cm Contenitore : *Sacchetto*

Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P. Penetrom kPa	P. vane kPa	Sigla prova
10 cm _ 20 cm _ 30 cm _ 40 cm _ 50 cm _ 60 cm _	Limo argillo-sabbio-ghiaioso nocciola con rari clasti di diametro massimo 15 millimetri.			LA GSAREO TG-CD

Cervignano del Friuli, 18/05/2007

Il Tecnico: Alberto Nadalin

Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti



Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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. 016900

Committente GEOSYNTECH s.r.l.
 Cantiere Caserma Duchessa d'Aosta
 Località San Sabba - Trieste
 Campione S3 C2 da 3,20 a 3,50 m.

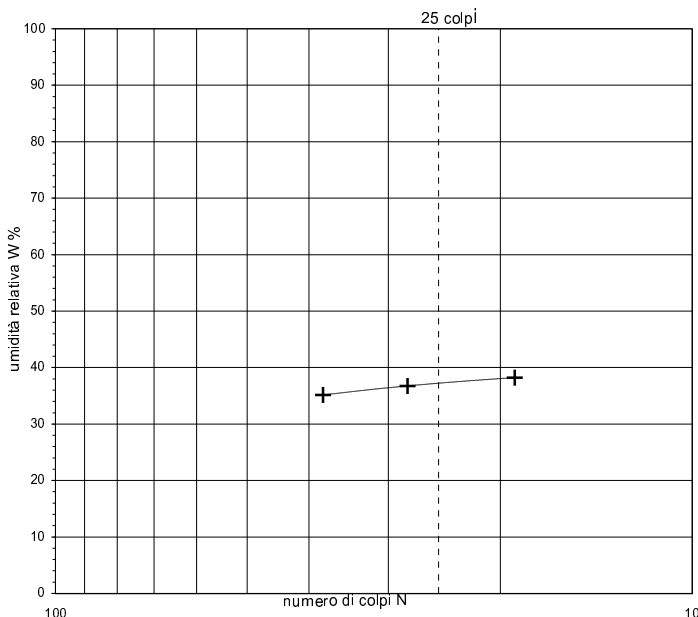
N. di accettazione 4642-02
 Data di accettazione 02/05/07
 Data di esecuzione 15/05/07
 Prelevato da Committente

La prova è stata eseguita con: Apparecchio per Limiti di Casagrande n.57LMAS e n.277LMAS, Bilancia digitale Bel Eng. N. 43193, massa campione da 1,0 kg n. serie G048215 certificato DKD n. G1-378-04-11

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

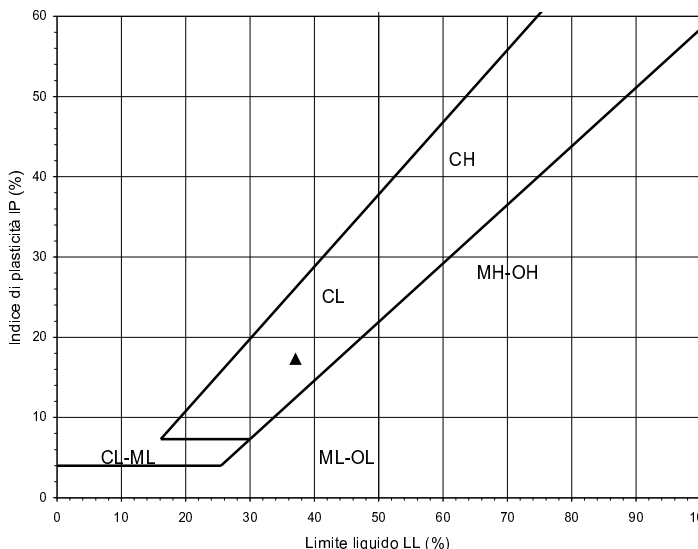
Limite Liquido		1	2	3	4
Massa umida lorda	(g)	21,98	22,47	21,92	
Massa secca lorda	(g)	18,81	19,25	18,77	
Tara	(g)	9,79	10,48	10,53	
Contenuto d'acqua	(g)	3,17	3,22	3,15	
Massa secca netta	(g)	9,02	8,77	8,24	
W	(%)	35,1	36,7	38,2	
Numero di colpi N	(-)	38	28	19	
W a 25 colpi	(%)	37,0	37,2	37,0	

$$W_{25} = (N/25)^{0,121} \times W$$



Limite Plastico		1	2	3	4
Massa umida lorda	(g)	20,88	20,63	22,05	22,28
Massa secca lorda	(g)	20,59	20,37	21,68	21,92
Tara	(g)	19,14	19,07	19,81	20,08
Contenuto d'acqua	(g)	0,29	0,26	0,37	0,36
Massa secca netta	(g)	1,45	1,30	1,87	1,84
W	(%)	20,0	20,0	19,8	19,6

Carta di plasticità di Casagrande



Contenuto d'acqua naturale (W)	-	%
Limite liquido (LL)	37	%
Limite plastico (LP)	20	%
Indice di plasticità (IP)	17	%

Cervignano del Friuli, 18/05/2007

Il Tecnico: Alberto Nadalin

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

Azienda Certificata ISO 9001:2000 N. 30861

pag. 1/1

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



PS 75-01/115A Rev.1

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

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

RISULTATO DELLA PROVACERTIFICATO DI PROVA N. 016901N. di accettazione 4642-02Committente GEOSYNTECH s.r.l.Data di accettazione 02/05/07Cantiere Caserma Duchessa d'AostaData di esecuzione 18/05/07Località San Sabba - TriesteCampione S3 C2 da 3,20 a 3,50 m.Prelevato da Committente

La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1						Provino 2						Provino 3						
Cella n.		20				Cella n.		21				Cella n.		20				
Tipo di cella		quadrata				Tipo di cella		quadrata				Tipo di cella		quadrata				
Area cella (mm ²)		3600				Area cella (mm ²)		3600				Area cella (mm ²)		3600				
Carico assiale (N)		177				Carico assiale (N)		353				Carico assiale (N)		706				
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	0,00	0,00	0,00	0		0	0,00	0,00	0,00	0		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0	
0,25	0,46	0,30	0,12	35		0,25	0,27	0,30	0,38	47		0,1	0,93	0,30	0,05	42		
0,5	0,49	0,60	0,22	50		0,5	0,29	0,60	0,39	74		0,25	1,77	0,60	0,07	110		
1	0,56	0,90	0,31	57		1	0,32	0,90	0,39	107		0,5	2,06	0,90	0,08	195		
2	0,68	1,20	0,38	71		2	0,37	1,20	0,39	127		1	2,46	1,20	0,08	229		
4	0,88	1,50	0,45	78		4	0,50	1,50	0,39	135		2	3,13	1,50	0,08	265		
8	1,12	1,80	0,50	85		8	0,76	1,80	0,39	156		4	3,47	1,80	0,08	289		
15	1,65	2,10	0,54	85		18	1,40	2,10	0,39	166		8	3,86	2,10	0,09	323		
30	2,47	2,40	0,57	99		30	1,79	2,40	0,39	168		15	4,39	2,40	0,10	348		
60	3,39	2,70	0,60	101		75	2,06	2,70	0,39	170		30	5,23	2,70	0,10	340		
120	4,21	3,00	0,62	104		120	2,21	3,00	0,39	170		60	6,12	3,00	0,10	348		
300	4,56	3,30	0,64	106		300	2,36	3,30	0,39	174		76	6,27	3,30	0,10	357		
480	4,68	3,60	0,68	106				3,60	0,39	185		95	6,47	3,60	0,11	357		
1350	4,73	3,90	0,68	113				3,90	0,39	183		120	6,59	3,90	0,11	348		
1620	4,81	4,20	0,72	113				4,20	0,39	183		151	6,77	4,20	0,11	357		
		4,50	0,72	113				4,50	0,39	181		190	7,00	4,50	0,11	357		
		5,00	0,76	120				5,00	0,39	178		240	7,09	5,00	0,11	357		
		5,50	0,77	120				5,50	0,39	177		300	7,17	5,50	0,11	357		
		6,00	0,80	120				6,00	0,42	179		400	7,22	6,00	0,12	348		
		6,50	0,80	120				6,50	0,42	177								
		7,00	0,84	120														
$t_{100} = 100,0$ min $t_f = 1000,0$ min $d_f = 5$ mm $v = 0,005$ mm/min						$t_{100} = 49,0$ min $t_f = 490,0$ min $d_f = 5$ mm $v = 0,010$ mm/min						$t_{100} = 49,0$ min $t_f = 490,0$ min $d_f = 5$ mm $v = 0,010$ mm/min						

Prova eseguita su provini : *ricostruiti al limite liquido*Cervignano del Friuli, **18/05/07**

Il Tecnico: Alberto Nadalin

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

Azienda Certificata ISO 9001:2000 N. 30861

pag. 1/3

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

PS 75-01/1220 Rev.2



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

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

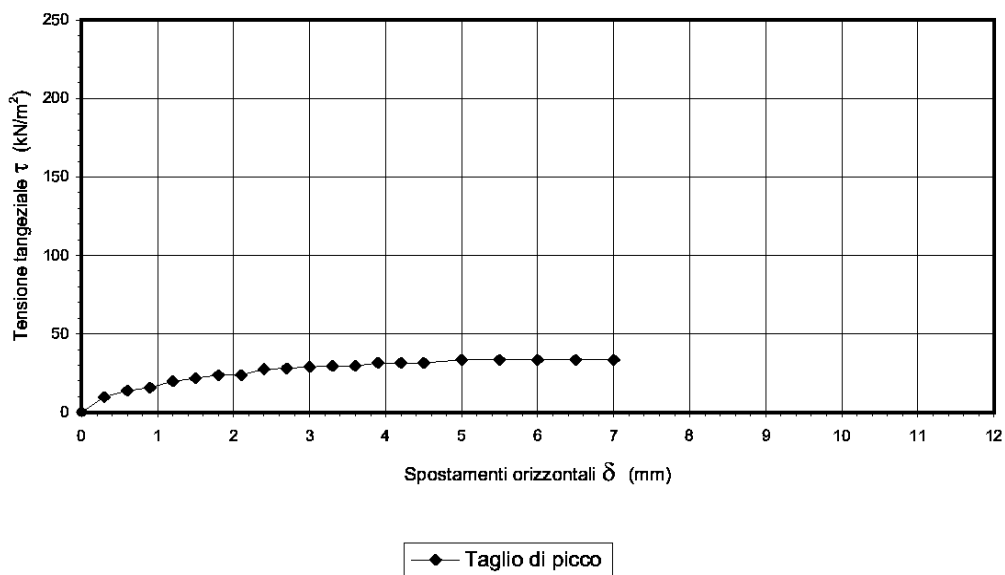
RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	016901	N. di accettazione	4642-02
Committente	GEOSYNTECH s.r.l.	Data di accettazione	02/05/07
Cantiere	Caserma Duchessa d'Aosta	Data di esecuzione	18/05/07
Località	San Sabba - Trieste		
Campione	S3 C2 da 3,20 a 3,50 m.	Prelevato da	Committente

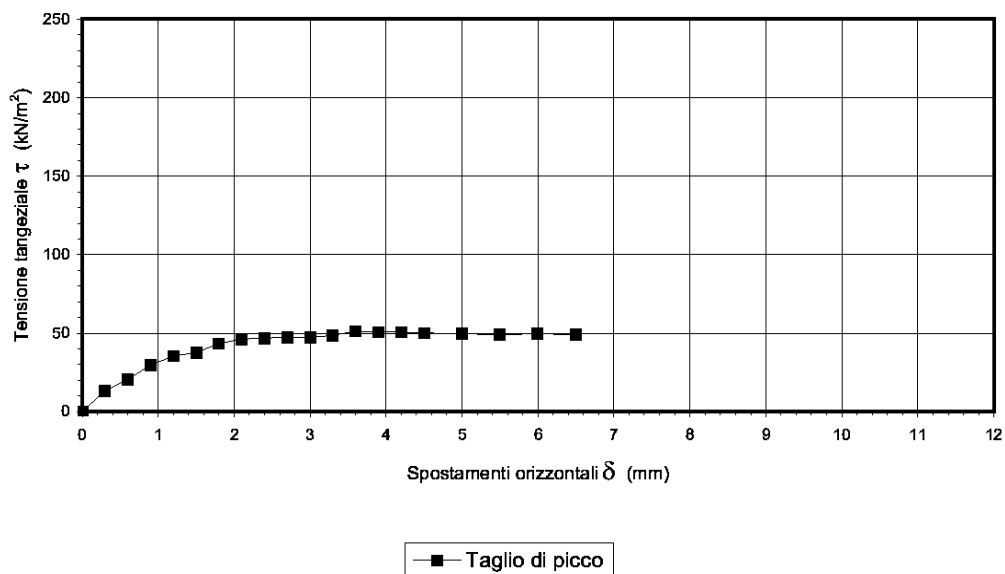
La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1 - Grafico della tensione tangenziale τ in kN/m^2 vs. lo spostamento orizzontale δ in millimetri



Provino 2 - Grafico della tensione tangenziale τ in kN/m^2 vs. lo spostamento orizzontale δ in millimetri



Cervignano del Friuli,	18/05/07	Il Tecnico: Alberto Nadalin	Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti
Azienda Certificata ISO 9001:2000 N. 30861		pag.2/3	A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110
PS 75-01/1220 Rev.2			

Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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. <u>016901</u>	N. di accettazione <u>4642-02</u>
Committente <u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	Data di accettazione <u>02/05/07</u>
Cantiere <u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data di esecuzione <u>18/05/07</u>
Località <u>San Sabba - Trieste</u>	
Campione <u>S3 C2 da 3,20 a 3,50 m.</u>	Prelevato da <u>Committente</u>

La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 3 - Grafico della tensione tangenziale τ in kN/m^2 vs. lo spostamento orizzontale δ in millimetri

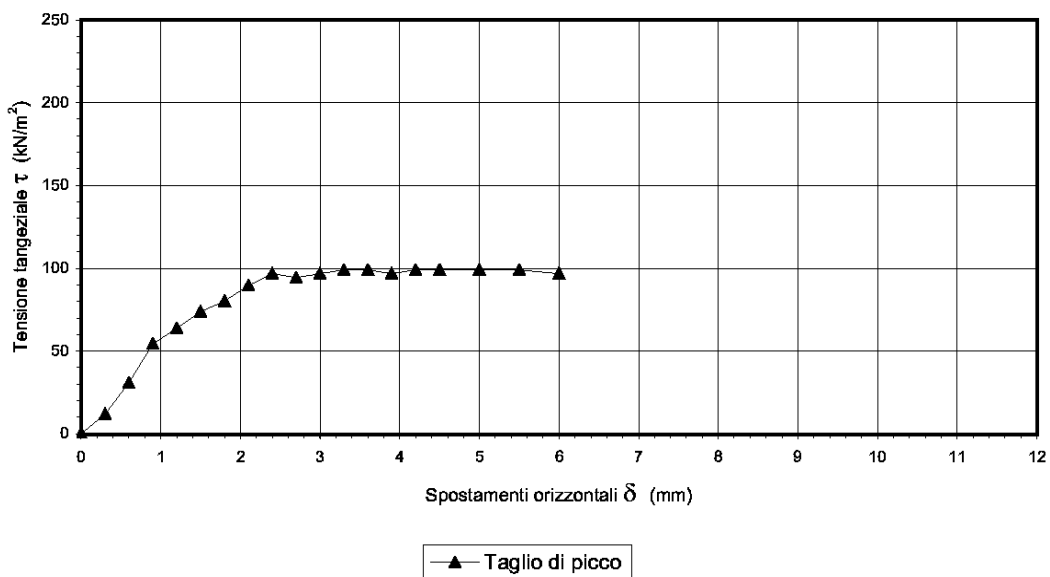
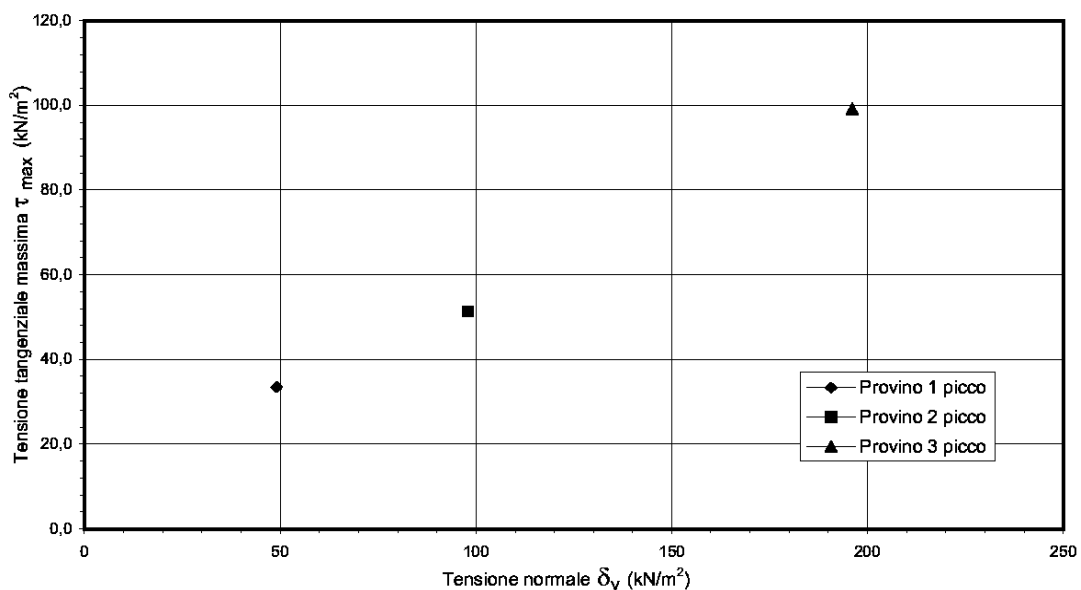


Grafico tensione tangenziale massima τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate δ_v (kPa)



Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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

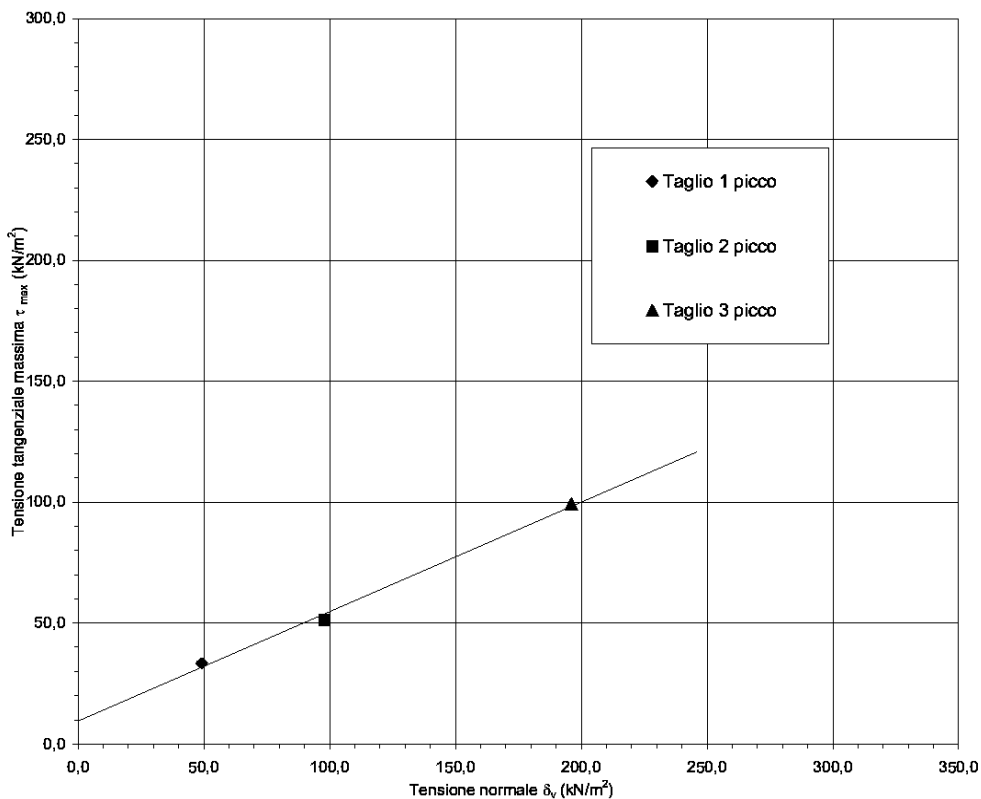
Committente	<u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	N. di accettazione	<u>4642-02</u>
Cantiere	<u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data di accettazione	<u>02/05/07</u>
Località	<u>San Sabba - Trieste</u>	Data di esecuzione	<u>18/05/07</u>
Campione	<u>S3 C2 da 3,20 a 3,50 m.</u>	Prelevato da	<u>Committente</u>

La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

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 τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate δ_v (kPa)



Valori definiti dalla regressione lineare

	Taglio diretto	Taglio residuo
Angolo di resistenza al taglio (gradi)	24,3	-
Coesione intercetta(kN/m ²)	9	-

Cervignano del Friuli,

18/05/07

Il Tecnico: Alberto Nadalin

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

Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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. 016903

Committente GEOSYNTECH s.r.l.
 Cantiere Caserma Duchessa d'Aosta
 Località San Sabba - Trieste
 Campione S4 C1 da 2,00 a 2,30 m.

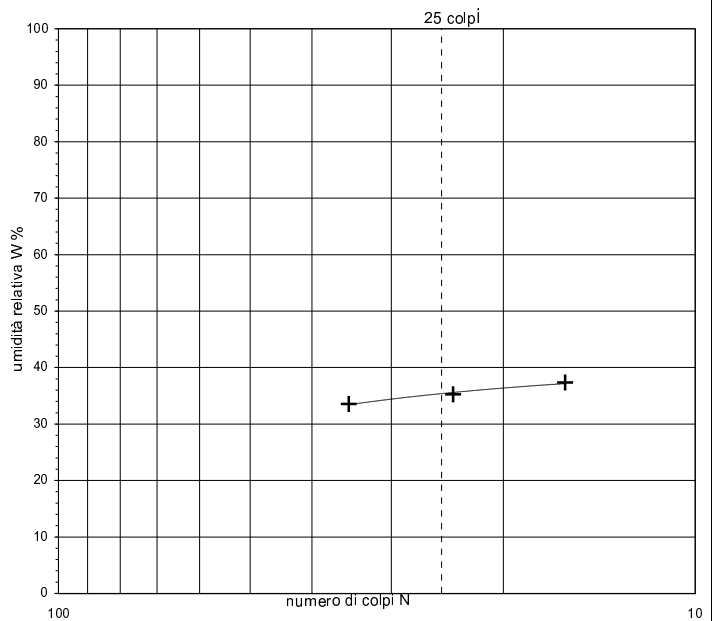
N. di accettazione 4642-03
 Data di accettazione 02/05/07
 Data di esecuzione 15/05/07
 Prelevato da Committente

La prova è stata eseguita con: Apparecchio per Limiti di Casagrande n.57LMAS e n.277LMAS, Bilancia digitale Bel Eng. N. 43193, massa campione da 1,0 kg n. serie G048215 certificato DKD n. G1-378-04-11

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

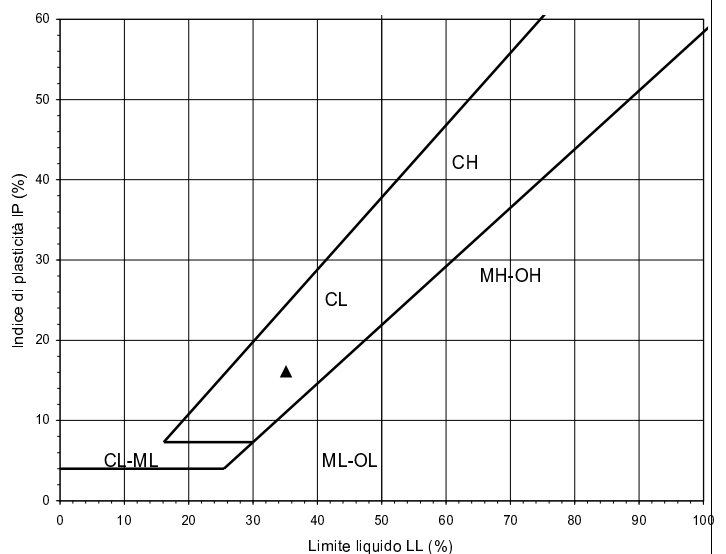
Limite Liquido		1	2	3	4
Massa umida lorda	(g)	23,13	34,56	38,74	
Massa secca lorda	(g)	19,77	28,28	31,24	
Tara	(g)	9,76	10,47	11,16	
Contenuto d'acqua	(g)	3,36	6,28	7,50	
Massa secca netta	(g)	10,01	17,81	20,08	
W	(%)	33,6	35,3	37,4	
Numero di colpi N	(-)	35	24	16	
W a 25 colpi	(%)	35,0	35,1	35,4	

$$W_{25} = (N/25)^{0,121} \times W$$



Limite Plastico		1	2	3	4
Massa umida lorda	(g)	19,87	20,29	17,02	17,56
Massa secca lorda	(g)	19,54	19,96	16,74	17,24
Tara	(g)	17,82	18,27	15,27	15,53
Contenuto d'acqua	(g)	0,33	0,33	0,28	0,32
Massa secca netta	(g)	1,72	1,69	1,47	1,71
W	(%)	19,2	19,5	19,0	18,7

Carta di plasticità di Casagrande



Contenuto d'acqua naturale (W)	-	%
Limite liquido (LL)	35	%
Limite plastico (LP)	19	%
Indice di plasticità (IP)	16	%

Cervignano del Friuli, 18/05/2007

Il Tecnico: Alberto Nadalin

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti



Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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 N.	016902	Numero ingresso	4642-03
Committente	<u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	Data ingresso	02/05/07
Cantiere	<u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data esecuzione	10/05/07
Località	<u>San Sabba - Trieste</u>		
Campione	<u>S4 C1 da 2,00 a 2,30 m.</u>	Prelevato da	Committente

Sigle di prova : AP-apertura; 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 : - cm Lunghezza campione : - cm Contenitore : *Sacchetto*

Fotografia campione	Descrizione stratigrafica	P.Penetrom kPa	P.vane kPa	Sigla prova
10 cm _ 20 cm _ 30 cm _ 40 cm _ 50 cm _ 60 cm _	Limo ghiaio-argillo-sabbioso nocciola con rari clasti di diametro massimo 15 millimetri.			LA GSAREO TG-CD

Cervignano del Friuli, 18/05/2007

Il Tecnico: Alberto Nadalin

Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti

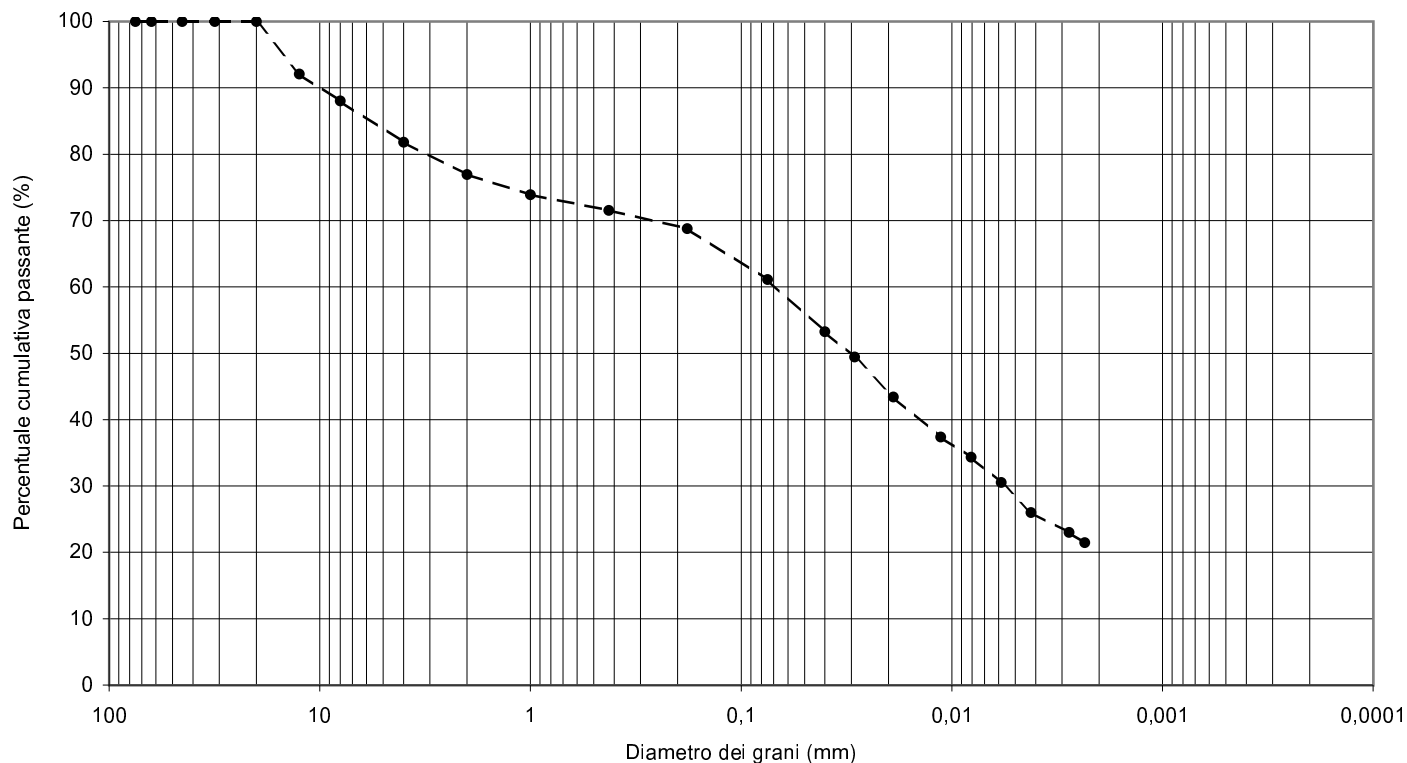


Prove su Terre, Rocce, Aggregati, Conglomerati Bituminosi e Bitumi

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. 016904**Committente GEOSYNTECH s.r.l.Cantiere Caserma Duchessa d'AostaLocalità San Sabba - TriesteCampione S4 C1 da 2,00 a 2,30 m.N. di accettazione 4642-03Data di accettazione 02/05/07Data di esecuzione 17/05/07Prelevato da Committente

La prova è stata eseguita con: Setacciatore Matest N. serie A059*03*26*03, Serie setacci UNI diam.300mm, bilancia digitale Bel Eng. N. 43193 e KERN N. 2539932, massa campione da 1,0 kg n. serie G048215 certificato DKD n. G1-378-04-11 e massa da 20 kg n. serie G040127 certificato DKD n. G1-380-04-11

Analisi granulometrica - Raccomandazioni AGI 1994**ANALISI PER SETACCIATURA** Serie crivelli UNI 2232 e UNI 2334

mm	75	63	45	32	20	13	8	4	2	1,0	0,425	0,180	0,075			
% passante	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	92,1	88,0	81,8	77,0	73,9	71,6	68,8	61,1			

ANALISI PER SEDIMENTAZIONE Densimetro serie ASTM 152 H

μ m	40,06	28,96	18,93	11,28	8,09	5,83	4,21	2,77	2,34						
% passante	53,2	49,5	43,4	37,4	34,3	30,6	26,0	23,0	21,5						

Peso specifico dei grani (-) = 2,70

Limite liquido (%) = 35

Limite plastico (%) = 19

Classi granulometriche:

Ghiaia = 23,0 %

Sabbia = 15,8 %

Limo = 40,0 %

Argilla = 21,2 %

Descrizione del campione:

Classificazione:

Cervignano del Friuli,

18/05/07

Il Tecnico: Alberto Nadalin

Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti



Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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. <u>016905</u>	N. di accettazione <u>4642-03</u>
Committente <u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	Data di accettazione <u>02/05/07</u>
Cantiere <u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data di esecuzione <u>18/05/07</u>
Località <u>San Sabba - Trieste</u>	
Campione <u>S4 C1 da 2,00 a 2,30 m.</u>	Prelevato da <u>Committente</u>

La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1						Provino 2						Provino 3												
Cella n.		329				Cella n.		328				Cella n.		329										
Tipo di cella		quadrata				Tipo di cella		quadrata				Tipo di cella		quadrata										
Area cella (mm ²)		3600				Area cella (mm ²)		3600				Area cella (mm ²)		3600										
Carico assiale (N)		177				Carico assiale (N)		353				Carico assiale (N)		706										
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)	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)	
0	0,00	0,00	0,00	0		0	0,00	0,00	0,00	0		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0		0	0,00	0,00	0,00	0	
0,1	0,27	0,30	0,29	38		0,1	0,46	0,19	0,24	55		0,25	0,60	0,30	0,23	78		0,25	0,60	0,30	0,23	78		
0,25	0,28	0,60	0,43	61		0,25	0,58	0,38	0,38	93		0,5	0,76	0,60	0,38	136		0,5	0,76	0,60	0,38	136		
0,5	0,34	0,90	0,52	72		0,5	0,72	0,58	0,48	119		1	0,95	0,90	0,50	179		1	0,95	0,90	0,50	179		
1	0,39	1,20	0,59	81		1	0,96	0,77	0,55	140		2	1,26	1,20	0,59	214		2	1,26	1,20	0,59	214		
2	0,49	1,50	0,66	92		2	1,29	0,96	0,63	160		4	1,70	1,50	0,67	247		4	1,70	1,50	0,67	247		
4	0,72	1,80	0,72	103		4	1,67	1,15	0,69	172		8	2,20	1,80	0,75	261		8	2,20	1,80	0,75	261		
8	1,15	2,10	0,77	109		8	2,17	1,34	0,75	185		20	2,86	2,10	0,82	283		20	2,86	2,10	0,82	283		
15	1,74	2,40	0,81	110		15	2,68	1,54	0,79	194		40	3,52	2,40	0,88	300		40	3,52	2,40	0,88	300		
30	2,32	2,70	0,85	115		30	2,87	1,73	0,83	207		60	3,77	2,70	0,92	322		60	3,77	2,70	0,92	322		
60	2,95	3,00	0,88	112		60	3,02	1,92	0,87	214		120	3,98	3,00	0,97	339		120	3,98	3,00	0,97	339		
120	3,40	3,30	0,92	122		120	3,09	2,11	0,91	223		240	4,07	3,30	1,02	348		240	4,07	3,30	1,02	348		
240	3,54	3,60	0,95	123		240	3,12	2,30	0,94	231		420	4,10	3,60	1,05	364		420	4,10	3,60	1,05	364		
		3,90	0,97	125		480	3,15	2,50	0,97	233		1080	4,14	3,90	1,09	367		1080	4,14	3,90	1,09	367		
		4,20	0,99	119		1440	3,20	2,69	0,99	235				4,20	1,12	376				4,20	1,12	376		
		4,50	1,00	128				2,88	1,01	245				4,50	1,15	390				4,50	1,15	390		
		5,00	1,03	122				3,20	1,04	249				5,00	1,19	403				5,00	1,19	403		
		5,50	1,06	129				3,52	1,08	254				5,50	1,23	407				5,50	1,23	407		
		6,00	1,07	127				3,84	1,10	252				6,00	1,26	405				6,00	1,26	405		
		6,50	1,09	131				4,16	1,11	257				6,50	1,28	410				6,50	1,28	410		
		7,00	1,10	133				4,48	1,12	261				7,00	1,29	417				7,00	1,29	417		
		7,50	1,11	129				4,80	1,14	257				7,50	1,32	414				7,50	1,32	414		
		8,00	1,12	133				5,12	1,15	262				8,00	1,33	421				8,00	1,33	421		
		8,50	1,12	124										8,50	1,34	417				8,50	1,34	417		
$t_{100} = 56,3$ min $t_f = 562,5$ min $d_f = 5$ mm $v = 0,009$ mm/min						$t_{100} = 25,0$ min $t_f = 250,0$ min $d_f = 5$ mm $v = 0,020$ mm/min						$t_{100} = 25,0$ min $t_f = 250,0$ min $d_f = 5$ mm $v = 0,020$ mm/min												

Prova eseguita su provini : *ricostruiti al limite liquido*Cervignano del Friuli, **18/05/07**

Il Tecnico: Alberto Nadalin

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

Azienda Certificata ISO 9001:2000 N. 30861

pag. 1/3

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

PS 75-01/1220 Rev.2



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

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

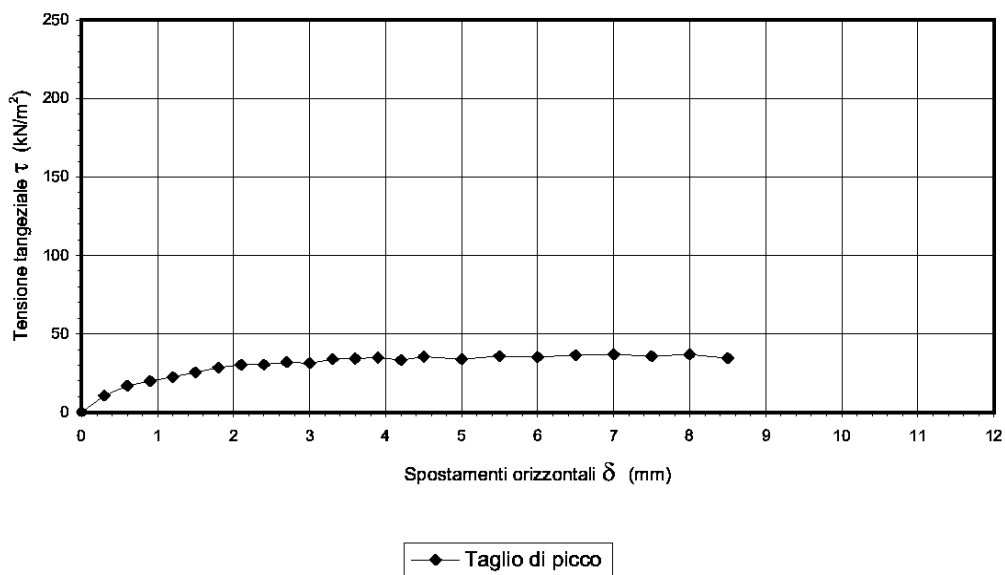
RISULTATO DELLA PROVA

CERTIFICATO DI PROVA N.	016905	N. di accettazione	4642-03
Committente	GEOSYNTECH s.r.l.	Data di accettazione	02/05/07
Cantiere	Caserma Duchessa d'Aosta	Data di esecuzione	18/05/07
Località	San Sabba - Trieste		
Campione	S4 C1 da 2,00 a 2,30 m.	Prelevato da	Committente

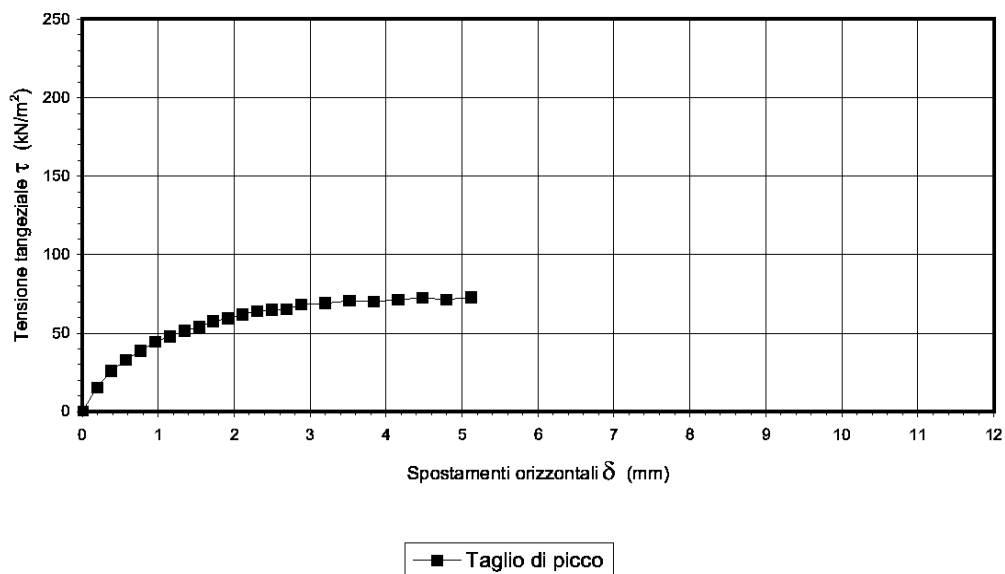
La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 1 - Grafico della tensione tangenziale τ in kN/m^2 vs. lo spostamento orizzontale δ in millimetri



Provino 2 - Grafico della tensione tangenziale τ in kN/m^2 vs. lo spostamento orizzontale δ in millimetri



Cervignano del Friuli,	18/05/07	Il Tecnico: Alberto Nadalin	Il Direttore del Laboratorio: Geol. Roberto Fioriti
Azienda Certificata ISO 9001:2000 N. 30861		pag.2/3	A.L.G.I. - Associazione Laboratori Geotecnici Italiani N. 110
PS 75-01/1220 Rev.2			

Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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. <u>016905</u>	N. di accettazione <u>4642-03</u>
Committente <u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	Data di accettazione <u>02/05/07</u>
Cantiere <u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data di esecuzione <u>18/05/07</u>
Località <u>San Sabba - Trieste</u>	
Campione <u>S4 C1 da 2,00 a 2,30 m.</u>	Prelevato da <u>Committente</u>

La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

Prova di taglio diretto secondo indicazioni AGI 1994

Provino 3 - Grafico della tensione tangenziale τ in kN/m^2 vs. lo spostamento orizzontale δ in millimetri

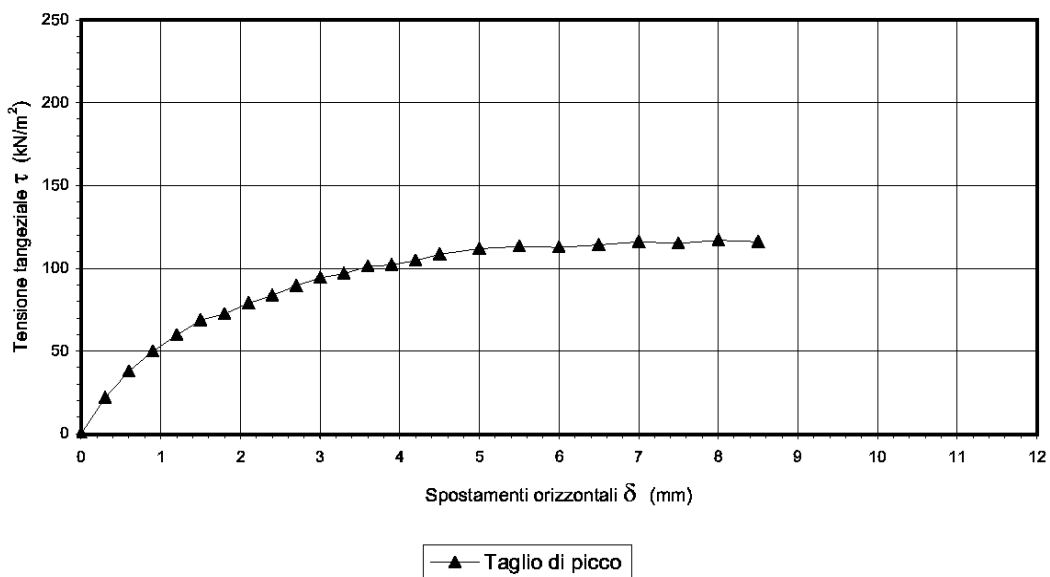
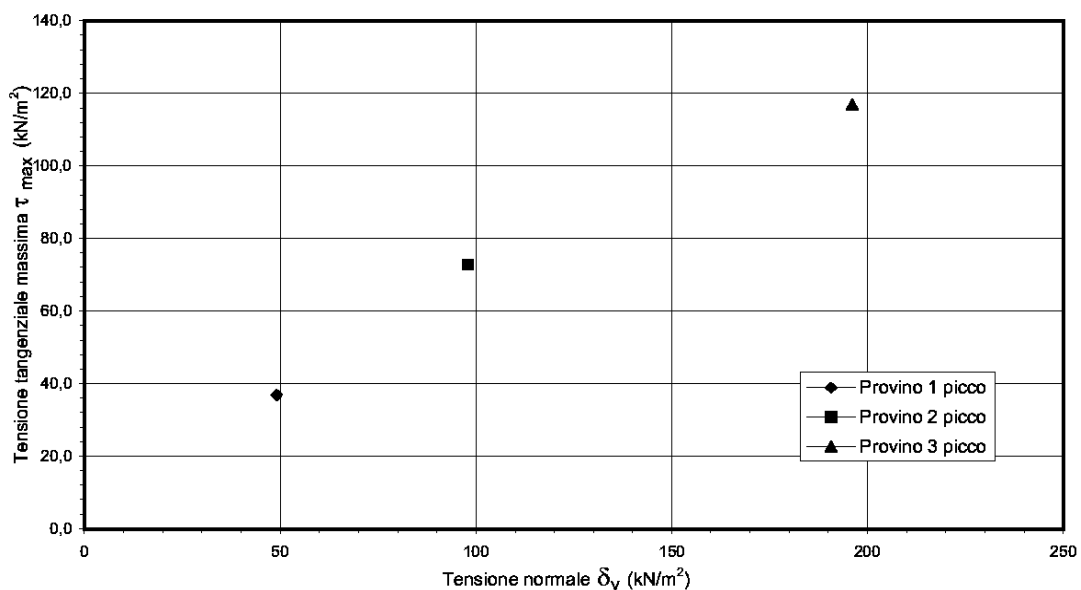


Grafico tensione tangenziale massima τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate δ_v (kPa)



Prove su Terre, Rocce, Aggregati, 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

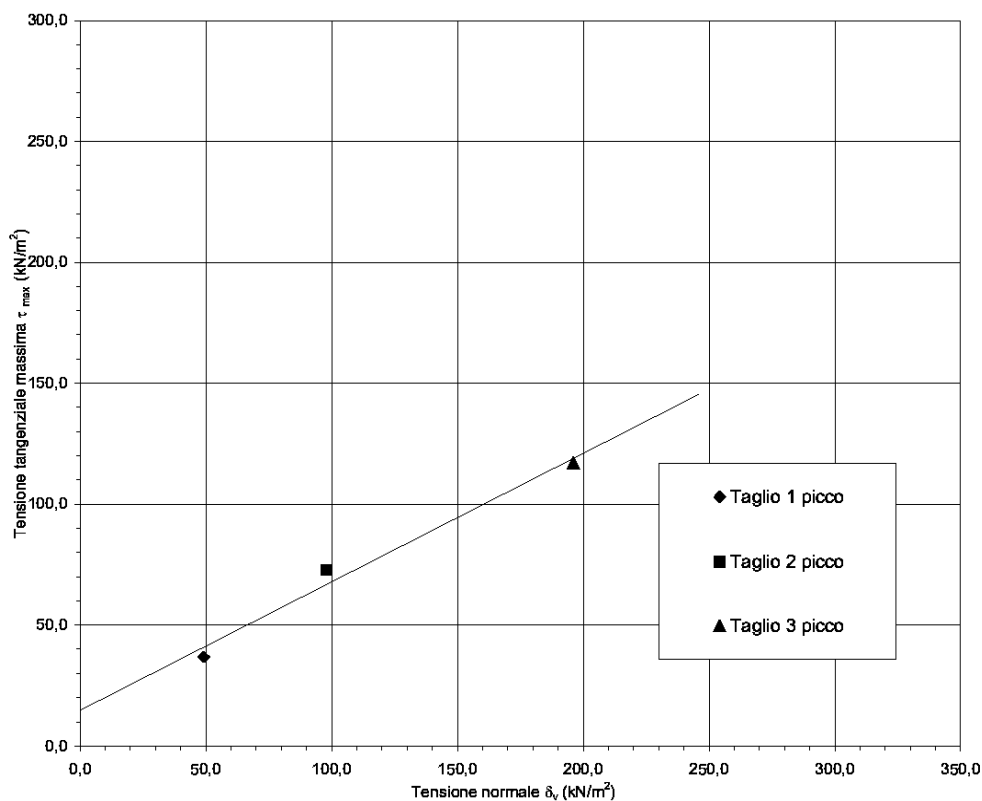
Committente	<u>GEOSYNTECH s.r.l.</u>	N. di accettazione	<u>4642-03</u>
Cantiere	<u>Caserma Duchessa d'Aosta</u>	Data di accettazione	<u>02/05/07</u>
Località	<u>San Sabba - Trieste</u>	Data di esecuzione	<u>18/05/07</u>
Campione	<u>S4 C1 da 2,00 a 2,30 m.</u>	Prelevato da	<u>Committente</u>

La prova è stata eseguita con : Macchina per prove di taglio diretto Matest n.378; Acquisitore dati ADU MM700 n.5227; Trasduttore di spostamento ELE n.140624 verificato con blocchetti di riscontro n.031804 certificato SIT 04-09776-002; Cella di carico da 5kN n.9276801 - Taratura ufficiale n.26209 pag.3 Università di Padova Dip. Costruzioni e Trasporti del 28/02/06

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 τ_{max} (kPa) in funzione delle tensioni normali applicate δ_v (kPa)



Valori definiti dalla regressione lineare

	Taglio diretto	Taglio residuo
Angolo di resistenza al taglio (gradi)	28,0	-
Coesione intercetta(kN/m ²)	15	-

Cervignano del Friuli,

18/05/07

Il Tecnico: Alberto Nadalin

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

Azienda Certificata ISO 9001:2000 N. 30861

PS 75-01/1220 Rev.2

pag.1/1

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