



comune di trieste  
 piazza Unità d'Italia  
 34121 Trieste  
 tel 040/8751  
 www.comune.trieste.it  
 Partita Iva 002210240321

REGIONE AUTONOMA DEL FRIULI-VENEZIA GIULIA

# COMUNE DI TRIESTE

Servizio Pianificazione Urbana

Il Sindaco  
 Roberto Dipiazza

## Variante n° \_\_\_ al P.R.G.C.

Accordo di Programma per  
 il recupero dei  
 Magazzini SILOS

ELABORATO GEO-RELAZIONE GEOLOGICA

scala

**VARIANTE**

Il Direttore Area  
 Pianificazione territoriale  
 Carlo Tosolini

Progettista  
 dott. arch. Ave Furlan

Collaboratori  
 dott. arch. Manuela Parovel  
 per. ind. Michele Grison  
 per. ind. Andrea Zacchigna



 **COMUNE DI TRIESTE**  
 Area Pianificazione Territoriale  
 Servizio Pianificazione Urbana

ot.corr. 4/4-106/2007  
 f.int. 2009-0031762

Allegati parte integrante  
 all'Accordo di Programma  
 LR-20.3.2000, n. 7, art. 19, comma 6  
 per il recupero e il riuso del complesso  
 "Magazzino Silos" di Trieste

Trieste

# REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA

Provincia: Trieste

Comune: Trieste

Committente: Unieco Soc. Coop.

## RECUPERO E RIUSO DEL COMPLESSO POLIFUNZIONALE DEI SILOS DI TRIESTE

# RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA



UNIECO Soc. Coop.  
Dr. Geol. MARCO RUSTICHELLI  
Ordine dei Geologi  
Regione Emilia Romagna  
n° 835

Dr. Geol. Marco Rustichelli

Settembre, 2007

**laboratorio**  **Geotecnico**  
**UNIECO terre**

Iscritto all'A.G.I. Associazione Geotecnica Italiana

VIA FOSDONDO, 55

Tel 0522/740217 – Fax 0522/740243

e-mail: rustichellima@unieco.it



*Provincia di Trieste*

*Comune di Trieste*

## **RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

|   |    |
|---|----|
| 1-PREMESSA .....  | 3  |
| 2-INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....   | 5  |
| 3-INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO, STRUTTURALE E SISMICO .....                    | 5  |
| 4-INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO.. .....           | 8  |
| 5-SOPRALUOGO SULL'AREA E POZZETTI ESPLORATIVI .....                           | 12 |
| 6-SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO, STRATIGRAFIE E PARAMETRI<br>GEOTECNICI..... | 13 |
| 7-CONCLUSIONI.....  | 16 |
| 8-BIBLIOGRAFIA.....   | 20 |

### **ALLEGATO:**

- *Tavola 1: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO*
- *Tavola 2: INQUADRAMENTO GEOLOGICO*
- *Tavola 3: PLANIMETRIA UBICAZIONE SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO E  
POZZETTI ESPLORATIVI*
- *Stratigrafie sondaggi e sezioni stratigrafiche*
- *Report fotografico cassette catalogatrici*

MODELLO GEOLOGICO  
MODELLO GEOTECNICO

DR MARGHERITA CAPOTOSTO  
DR MARCO RUSTICHELLI

## **1-PREMESSA**

Il presente studio viene redatto per approfondire la conoscenza e fornire le principali indicazioni e prescrizioni geologiche relative all'area destinata al recupero e riuso del complesso polifunzionale dei silos di Trieste, area nella quale sono previste, oltre alla ristrutturazione del complesso storico caratterizzato da 2 corpi di 300 m ciascuno disposti parallelamente tra loro, la realizzazione di una galleria di collegamento tra questi due corpi lungo tutto il fronte interno dei fabbricati. Un sistema di parcheggi multipiano interrati a servizio del complesso, oltre alla realizzazione di un terminal autobus completeranno l'intervento di recupero dell'area.

Questa relazione è a corredo della predisposizione di variante al P.R.G.C. per l'individuazione di una nuova zona commerciale destinata a grandi strutture di vendita e come tale ha rispettato, per quanto di competenza, quanto espresso nel parere geologico n. 87/95 nei confronti della variante generale n. 66 al P.R.G.C. riferendosi a quanto descritto nelle "Normative per lo standard di acquisizioni minime in campo geologico-tecnico, idrogeologico, geomeccanico e geotecnico. Prescrizioni in sede di progettazione esecutiva" oltre che adeguarsi alle indicazioni del D.M. 21/01/1981 modificato ed integrato dal D.M. 11/03/1988 e circolari relative LL.PP. 1981/21597, L.L.P.P. 1988/30483 e LL.PP. 09/01/1996.

In particolare sulla base di quanto riportato nella "Carta della zonizzazione geologica-tecnica di massima del territorio del Comune di Trieste - (L. Ballarin, 1995) (tavola 6)" essendo l'area interessata dal progetto previsto definita come Classe B1 si è trattato, dopo una prima fase di studio da dati di letteratura e dalla cartografia tematica esistente, di eseguire una serie di studi ed indagini locali per poter definire le principali caratteristiche morfologiche, geolitologiche e litostratigrafiche dell'area oggetto di studio, le proprietà fisico-meccaniche dei terreni presenti in situ, le caratteristiche e la circolazione delle acque superficiali e sotterranee oltre che prevedere le azioni indotte dalle opere in progetto e definire le eventuali peculiarità ambientali. Tutto quanto sopra descritto è stato naturalmente eseguito tenendo conto



di non essere ancora in una fase progettuale esecutiva alla quale si rimanda, come meglio specificato di seguito, per ulteriori approfondimenti geotecnici.

Per quanto attiene alla normativa sismica nazionale si fa presente che, a partire dal 23 ottobre 2005 sono state emanate le "Norme tecniche per le costruzioni" la cui applicazione obbligatoria è stata prorogata al 31/12/07, mentre ha trovato attuazione la classificazione sismica dei Comuni come indicato dall' O.P.C.M. n. 3274/03 e dal D.G.R. 2757/05 dd. 28.11.05, che classifica il Comune di Trieste come *Zona 4*. Facendo riferimento a quanto previsto da tali normative anche se per ora non ancora tutte cogenti, questa relazione risponde alla necessità di definire la sismicità del comune interessato dal progetto previsto rimandando ad una successiva fase progettuale esecutiva la determinazione della categoria di suolo di fondazione e l'indicazione della  $V_{s30}$  (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità).

## **2-INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

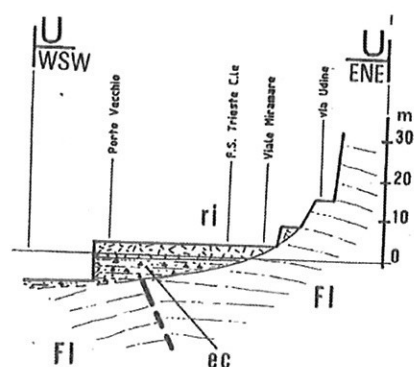
L'area oggetto di studio è posizionata sul lato occidentale della stazione FS, a delle quote compresa tra i 2 m ed i 3 m s.l.m.m, così come indicato nella tavola 1 (vedi allegato).

## **3-INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E STRUTTURALE**

Il territorio comunale di Trieste è caratterizzato da una successione stratigrafica affiorante databile dal cretacico-paleocene-eocene fino ai sedimenti quaternari. In particolare si tratta della Formazione dei Calcari del Carso Triestino e relativi Membri, seguiti dalle sequenze torbiditico-clastiche del Flysch fino ai depositi quaternari.

La "Carta Geologica del Friuli Venezia Giulia (2006) a scala 1:150.000 individua superficialmente per l'area d'interesse la presenza di "aree di bonifica e di riporto artificiali attuali" sovrastanti formazioni flyschoidi cenozoiche; situazione confermata e meglio descritta dalla "Carta Geolitologica e Strutturale di Trieste" (L. Ballarin, 1993) redatta a scala 1:10.000 ed allegata alla Indagine Geologica-Tecnica per la variante generale al P.R.G.C. del Comune di Trieste (in allegato Tavola 2) che indica, per l'area oggetto del presente studio, la presenza di un substrato costituito dal basso verso l'alto da facies flyschoidi eoceniche (FI) sovrastate da sedimenti marini (sm) a loro volta ricoperte da riporti di epoca storica e/o recenti o (ri). In particolare il substrato litoide è descritto come caratterizzato da alternanze ritmiche e variabili (Flysch Triestino) costituite da strati marnosi in prevalenza carbonatici-argillosi di colore grigio e fragili e strati e banchi di arenarie compatte calcitiche-quarzoso-feldspatiche da grigio chiare a grigio scure. Al di sopra di tale formazione è segnalata la presenza di sedimenti marini prevalentemente costituiti da argille limose, di colore grigio scuro nerastro, neri, grigio cenere bluastro, azzurrognoli, molli semifluidi più o meno organici con la presenza talvolta di sottilissimi livelli a maggior frazione limosa e raramente sabbiosa. Infine il pacchetto è completato da materiali di riporto recente o di epoca storica perlopiù caratterizzati da un'origine flyschoidale spesso di pezzatura grossolana e dallo spessore variabile. Si fa presente però che, in un'area limitrofa al

cantiere in oggetto, sono stati effettuati due sondaggi a carotaggio continuo, anch'essi riportati nella Indagine Geologica-Tecnica per la variante al PRGC, sondaggi grazie ai quali è stato possibile ricavare anche una sezione stratigrafica riportata di seguito (sezione 1), passante nell'area di nostro interesse (per la traccia vedi Tavola 2 sezione U-U'). In questo contesto al posto dei sedimenti marini (sm) sono stati rilevate delle coperture eluvio-colluviali quaternarie (ec) costituite da limi di colore bruno-marrone-ocraceo ed argille talvolta caratterizzati dalla presenza di materiali ghiaiosi provenienti dalla degradazione delle formazioni flyschoidi. In particolare il sottosuolo descritto è costituito da circa 4 m di materiale di riporto (ghiaia con ciottoli in matrice sabbiosa), seguito da sabbie medio fini grigi monogranulari o con frequenti ciottoli arenacei (spessore da 2.4 m a 3.2 m) sovrastanti il basamento roccioso costituito da alternanze centimetriche arenaceo-marnose (Flysch).



SEZIONE 1

Tale situazione stratigrafica però non coincide con quanto rilevato dalla nostra campagna geognostica, meglio descritta al paragrafo 6. Nello specifico non è stata rilevata alcuna presenza di coperture eluvio-colluviali sostituiti dai sedimenti marini compresi tra i materiali di riporto superficiali ed il basamento roccioso flyschoidi.

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 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*.



#### **4-INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, IDROLOGICO, IDROGEOLOGICO ED AMBIENTALE**

L'area comunale di Trieste può essere schematicamente suddivisa in due tipologie territoriali caratterizzate a loro volta da litologie diverse: l'altopiano carbonatico carsico sviluppato da circa 150 m s.l.m. fin oltre 400 m s.l.m. caratterizzato da due dorsali (Monti Vena e Dorsale Lanaro-Ripido) e la zona marnoso-arenacea (Flysch) raccordata quasi sempre con il plateau carsico tramite una scarpata spesso ripida.

Mentre l'altopiano carsico non presenta alcun elemento idrografico, diversa è la situazione della zona flyschoida fortemente incisa da vari torrenti (orientazione prevalente NE-SW e solo localmente SE-NW al contatto tra i calcari ed il complesso flyschoida), con valli a V non ancora in equilibrio, caratterizzate nella parte inferiore da coltri alluvionali di vario spessore ricoperte, verso foce, da sedimenti fini trasgressivi di origine marina.

Dieci i bacini idrografici principali dell'area comunale triestina: Rio Castisino, Rio Bovedo, Rio Martesin, Torrente Chiave, Rio dell'Ospizio Marino, Rio Primario, Torrente Posar, Torrente Zaule, Torrente S. Antonio, Torrente Rosandra. L'area oggetto di studio ricade in particolare nella zona del Torrente Chiave creato dalla confluenza artificiale del T. Farneto con il T. Sette Fontane. Numerose sono le catture/deviazioni di questi corsi d'acqua di natura neotettonica o geomorfologia e ben evidente anche la presenza dell'uomo che ha nel tempo non solo incanalato e coperto lunghi tratti torrentizi ma anche colmato con riporti di varia origine, vaste aree prospicienti la linea di costa, come nel caso del porto franco vecchio e nuovo.

L'area di nostro interesse, in gran parte edificata e praticamente piana, è caratterizzata superficialmente da riporti e non presenta evidenza geomorfologiche o idrografiche di rilievo a parte la presenza limitrofa di canali ricoperti [7]. Tali situazioni possono creare dei problemi idraulici per sovralluvionamento da parte di depositi sabbiosi trasportati e depositati nelle parti terminali delle condotte, soprattutto in caso della concomitanza di piogge critiche e di fenomeni di alta marea. La zonizzazione

comunale allegata al PRGC però non evidenzia un pericolo siffatto per la nostra area.

Dal punto di vista idrogeologico è possibile individuare nell'area comunale triestina la presenza di tre complessi principali e precisamente:

- rocce sciolte permeabili per porosità (ghiaie, sabbie e argille delle serie alluvionali, colluviali ed eluviali e sedimenti marini) a permeabilità variabile a seconda della granulometria. Mentre per le ghiaie alluvionali si può parlare di veri e propri acquiferi, per i materiali più fini si può parlare di falda fermo restando che per alcuni di essi, come i sedimenti marini, la trasmissività è molto ridotta
- rocce lapidee permeabili per fessurazione (rocce marnoso-arenacee a ridotta o scarsa permeabilità) interessate dalla presenza di acque sotterranee la cui circolazione è strettamente legata alle caratteristiche geologiche e perciò diversa tra la facies arenacea (più permeabile) e quella marnosa (meno permeabile)
- rocce lapidee permeabili per carsismo (successione carbonatica di alta permeabilità) caratterizzate da un regime idraulico di tipo carsico.

L'assetto idrogeologico dell'area è sostanzialmente rappresentato da corpi idrici che defluiscono verso mare dai versanti collinari e che, nella maggior parte dei casi, sono ubicati al contatto tra gli strati argilloso-limosi impermeabili ed i sovrastanti terreni di riporto. L'analisi dei dati esistenti per il comprensorio triestino, ha consentito di evidenziare che l'escursione della falda è alquanto modesta, se non inesistente e ciò consente di affermare che il livello piezometrico è omogeneo ed uniforme, con un assetto idraulico di raccordo della falda verso la linea di costa.

Pertanto, l'assetto idrogeologico dell'area è sostanzialmente determinato dall'apporto delle acque superficiali intercettate dai versanti collinari posti a Est/Nord-Est dell'area di studio, 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 dei terreni antropici di riporto ben permeabili, dove raggiungono il loro equilibrio piezometrico entrando a contatto con le acque marine salmastre.

Questo assetto idrogeologico generale in corrispondenza delle aree urbanizzate ed edificate è stato antropicamente modificato, poiché attualmente il deflusso delle acque meteoriche, anche in occasione di precipitazioni intense, avviene attraverso le opere di dreno, raccolta e canalizzazione con loro successivo smaltimento nella rete fognaria esistente.

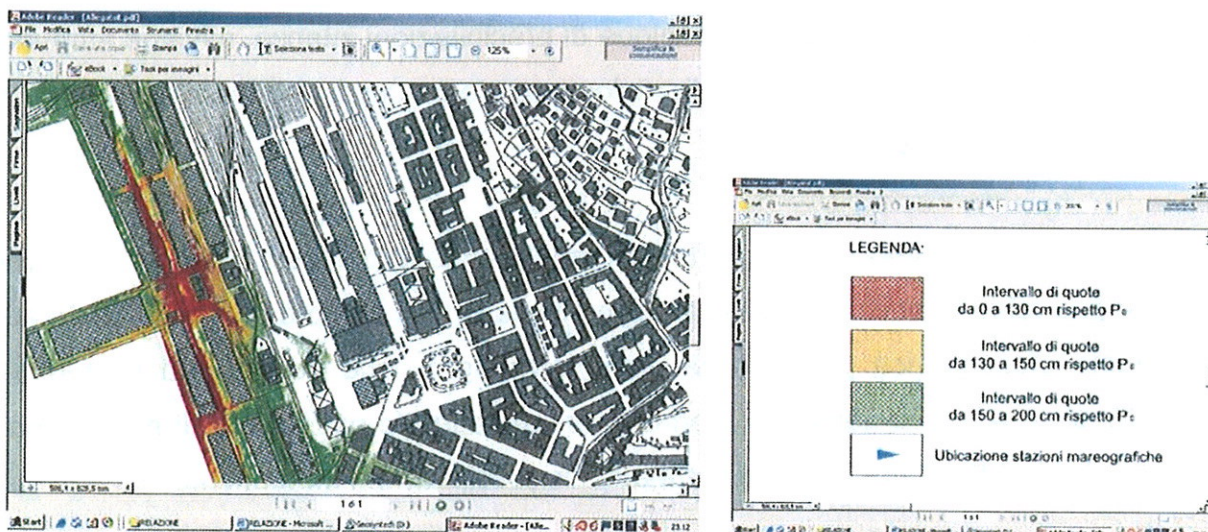
L'idrogeologia dell'area è, pertanto, rappresentata piuttosto che da una vera e propria falda freatica, da un corpo idrico limitato, non sempre continuo, posto ad una quota piezometrica prossima al piano campagna, che nell'area in esame è pari all'incirca a quella del livello marino e di cui segue le oscillazioni di marea con una ricarica ridotta e direttamente correlata alle precipitazioni meteoriche.

La relativa superficialità di tale livello freatico e la presenza in situ di litologie molto permeabili quali i riporti già descritti lo rendono molto sensibile agli interventi dell'uomo anche se nel PRGC non è evidenziata tale vulnerabilità specifica.

Parte dell'area indagata e precisamente quella più occidentale è indicata nelle tavole allegate al PRGC variante 66 come zona di interesse ambientale L 431/85 ed in particolar modo come "territorio costiero". Tenuto conto della sua vicinanza alla costa è pertanto stato preso in considerazione in questo contesto anche il fenomeno dell'ingressione marina facendo riferimento a quanto riportato dallo studio effettuato nel 2005 per il Comune di Trieste dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale di Trieste. In questo studio sono state delimitate le aree cittadine prospicienti le zone portuali potenzialmente allagabili dall'innalzamento del livello marino, con diversi tempi di ritorno e quindi probabilità di avvenimento. In tale studio le delimitazioni suddette sono state fatte basandosi sulla differenza di quota tra il terreno ed il livello marino raggiunto in occasione dell'innalzamento previsto. In tale valutazione inoltre si è considerata l'eventuale rete fognaria e di smaltimento delle acque meteoriche come potenziale vettore dell'ingressione marina, ponendosi perciò



nella condizione più sfavorevole. Dallo studio svolto, solo una piccola porzione sul lato occidentale dell'area di studio è stato calcolato potrebbe essere interessata da fenomeni di ingressione marina per un incremento di quota del livello mare da 150 a 200 cm rispetto alla quota  $P_0$  di riferimento [11].



Nei calcoli effettuati non è minimamente citata la componente litologica del substrato presente in situ che però si ricorda essere, nella nostra zona, particolarmente permeabile almeno per i primi 2-4 m nelle zone più vicine al mare. Le sezioni litostratigrafiche dedotte dai sondaggi eseguiti fanno ipotizzare che la possibilità che lo spessore di tali sedimenti molto permeabili potrebbe anche aumentare spostandosi verso la costa e tale caratteristica potrebbe aggravare quanto ipotizzato esclusivamente su base altimetrica.

Alla luce di quanto descritto in termini idrologici, idrogeologici ed ambientali sarà necessario che il progetto tenga conto di tutti gli aspetti descritti sia per la sicurezza in corso d'opera (scavi), sia per le movimentazioni di mezzi e materiali (vulnerabilità degli acquiferi), sia nel calcolo e scelta delle soluzioni fondazionali (escursione della falda, spinta idrostatica).



## 5-SOPRALUOGO SULL'AREA E POZZETTI ESPLORATIVI

Per una prima valutazione di massima del cantiere in oggetto e per poter proporre la tipologia ed il numero di sondaggi geognostici da eseguire in funzione del progetto previsto lo scrivente, in data 19/4/07, ha effettuato un sopralluogo sull'area verificando la stratigrafia e litologia dei materiali presenti nel primo sottosuolo.

Per le verifiche su specificate sono stati fatti, in varie zone del cantiere, dei saggi meccanici con escavatore (pozzetti esplorativi la cui ubicazione è riportata nella Tavola 3 allegata) spinti dal p.c. fino a circa 0.5 m al di sotto del piano fondale, dove presente, delle strutture esistenti.

La stratigrafia è risultata essere omogenea sulla maggior parte dell'area del cantiere e costituita da un materiale caotico con ciottoli anche di dimensioni decimetriche immersi in una matrice di tipo limo-sabbiosa. Tale materiale è stato rilevato essere presente anche al di sotto del piano fondale delle costruzioni attualmente presenti. Solo nella parte più meridionale del cantiere (piazzale) è stato individuato, al di sopra del materiale caotico sopradescritto, la presenza di un terreno di riporto diverso costituito o da uno strato di materiale ghiaioso (spessore di circa 0.70 m nel pozzetto n. 6) o da uno strato di ghiaia (spessore di circa 0.70 m) ed uno strato di materiale misto granulare (spessore 0.50-0.60 m) simile in natura litologica al caotico ma con ciottoli di dimensioni nettamente inferiori. Il livello piezometrico misurato in cinque dei sette pozzetti esplorativi realizzati era molto superficiale e fortemente influenzato dalle maree locali. Si riportano di seguito i livelli piezometrici rilevati nel giorno 19/4/07, con l'indicazione dell'ora del rilievo e della previsione di marea nell'Adriatico Settentrionale.

| NUMERO<br>POZZETTO | ORA<br>RILIEVO | LIVELLO<br>MAREA<br>(cm sul l.m.m) | LIVELLO<br>PIEZOMETRICO<br>(m da attuale p.c.) |
|--------------------|----------------|------------------------------------|--|
| 1                  | 11:15          | da +30 a +35                       | circa -2.65                                    |
| 2                  | 11:20          |                                    | circa -2.25                                    |
| 3                  | 11:30          |                                    | circa -2.35                                    |
| 4                  | 11:25          |                                    | circa -2.25                                    |
| 5                  | 11:35          |                                    | circa -2.15                                    |
| 6                  | 11:40          |                                    | /  |
| 7                  | 12:30          |                                    | /  |

## **6-SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO, STRATIGRAFIE E PARAMETRI GEOTECNICI**

Nell'area sono stati eseguiti 6 sondaggi a carotaggio continuo per determinare non solo la reale stratigrafia presente nell'area ma anche per approfondire la conoscenza sulle caratteristiche geotecniche dei terreni attraversati. I sondaggi sono stati eseguiti con sonda Atlas Copco A66 con carotiere semplice diametro 101 mm e rivestimento diametro 127 mm in tutti i sondaggi tranne in quello allestito con piezometro nel quale è stato utilizzato un carotiere semplice diametro 131 mm ed un rivestimento provvisorio diametro 152 mm. Inoltre sono state effettuate delle prove SPT in foro e sono stati prelevati due campioni indisturbati in fustelle Shelby per successivi approfondimenti geotecnici in laboratorio.

La prova SPT consente di determinare la resistenza che il terreno offre alla penetrazione dinamica di un campionatore infisso nel foro di un sondaggio. La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno. L'attrezzo viene infisso nel terreno per tre avanzamenti di 15 cm ciascuno, contando il numero di colpi N1, N2 ed N3 necessari per ciascun avanzamento. A caratterizzare la resistenza alla penetrazione si assume il numero di colpi  $N_{spt}=N2+N3$  colpi questi ultimi che si ottengono nel secondo e terzo tratto di avanzamento del campionatore nel terreno [5].

In allegato sono forniti:

- le stratigrafie dei sondaggi con i risultati delle prove S.P.T.
- due profili stratigrafici dell'area di cantiere (A-A') (B-B')
- report fotografico dei carotaggi eseguiti

Di seguito riportiamo la profondità raggiunta nei singoli sondaggi ed il livello piezometrico misurato:

| NUMERO SONDAGGIO | PROFONDITA' SONDAGGIO<br>(m da inizio sondaggio) | LIVELLO PIEZOMETRICO<br>(m da inizio sondaggio) |
|------------------|--|---|
| S1+P             | -12.00   | -1.85   |
| S2               | -23.00   | -3.00   |
| S3               | -16.70   | -3.00   |
| S4               | -14.00   | -1.80   |
| S5               | -27.00   | -1.50   |
| S6               | -28.50   | -2.00   |

In generale è possibile schematizzare la stratigrafia dell'area dal p.c. in profondità individuando quattro unità litologiche diverse e cioè:

- I. **riporto** recente costituito da brecce in matrice sabbioso limosa e frammenti di laterizi caratterizzato da discreti valori di addensamento
- II. **riporto** di epoca storica costituito da brecce anche di grande diametro in matrice sabbioso-limosa ben addensato (Nspt da 9 a rifiuto)
- III. **sedimenti marini** costituiti da argille limose e limi sabbiosi talvolta molto poco consistenti (Nspt da 0 a 5)
- IV. basamento roccioso costituito da alternanze ritmiche di marne ed arenarie (**Flysch**) rifiuto

Grazie ai risultati ottenuti dai sondaggi geognostici eseguiti è stato possibile per le unità descritte definirne puntualmente lo spessore, lo stato di alterazione e degradabilità, la natura ed i rapporti composizionali oltre che l'andamento giaciturale del substrato litoide [Normative per lo standard di acquisizioni minime in campo geologico-tecnico, idrogeologico, geomeccanico e geotecnico. Prescrizioni in sede di progettazione esecutiva]. Inoltre nel caso dei sedimenti marini sono stati effettuati dei campionamenti locali con fustelle Shelby a profondità diverse per poter effettuare in questa fase una prima valutazione di massima sulle caratteristiche intrinseche in termini di permeabilità dei campioni e poter procedere in fasi successive ad ulteriori approfondimenti di natura geotecnica.

Come indicato nelle stratigrafie allegate il campione testato (Shelby S6 prelevato tra -6.0 m da p.c. e -6.5 m da p.c.) è risultato impregnato d'acqua (umidità naturale  $w=35\%$ ) e praticamente impermeabile, con un valore di permeabilità  $k$  dell'ordine di  $10^{-8}$  cm/s.

Inoltre per le necessarie valutazioni sul livello idrico locale attuale e soprattutto per successivi monitoraggi sull'andamento temporale, il sondaggio S1 è stato allestito con un tubo piezometro.



## **7-CONCLUSIONI**

Questa relazione è a corredo della predisposizione di variante al P.R.G.C. per l'individuazione di una nuova zona commerciale destinata a grandi strutture di vendita e precisamente è stata redatta per approfondire la conoscenza dell'area destinata al recupero e riuso del complesso polifunzionale dei silos di Trieste. In tale area è prevista:

- la ristrutturazione del complesso storico preesistente (2 corpi paralleli)
- la realizzazione di una galleria di collegamento tra i due corpi paralleli già esistenti lungo tutto il fronte interno dei fabbricati
- un sistema di parcheggi multipiano interrati a servizio del complesso
- la realizzazione di un terminal autobus.

Essendo l'area interessata dal progetto prevista definita come Classe B1 nella "Carta della zonizzazione geologica-tecnica di massima del territorio (tavola 6)" del Comune di Trieste, in questa relazione si è previsto di fornire non solo un modello geologico s.l. della zona d'interesse ma anche di eseguire una serie di studi ed indagini locali che permettessero di definire le principali:

- caratteristiche morfologiche e geologiche dell'area oggetto di studio
- proprietà fisico meccaniche dei terreni presenti in situ
- caratteristiche idriche ed idrogeologiche
- azioni indotte dalle opere in progetto
- peculiarità ambientali.

Tutto quanto sopra descritto è stato naturalmente eseguito tenendo conto di non essere ancora in una fase progettuale esecutiva alla quale si rimanda per ulteriori approfondimenti tecnici.

L'area oggetto di studio è posta sul lato occidentale della stazione FS alle spalle del porto vecchio, a delle quote compresa tra i 2 m ed i 3 m s.l.m.m.

Secondo quanto riportato nella "Carta geologico-tecnica" edita dalla Regione Friuli Venezia Giulia (2006), l'area d'interesse è caratterizzata da "riporti superficiali artificiali attuali" sovrastanti formazioni flyschoidi cenozoiche; in particolare la campagna geognostica condotta ha permesso di individuare una successione stratigrafica più dettagliata costituita, dal basso verso l'alto, da un basamento roccioso flyschoidi ricoperto da sedimenti marini assai poco addensati a loro volta sovrastati da terreni di riporto da storici ad attuali.

Dal punto di vista tettonico da segnalare la presenza di una faglia all'interno della formazione flyschoidi e perciò al di sotto degli strati di copertura.

L'area di nostro interesse, rientrando nel bacino idrografico del T. Chiave creato dalla confluenza artificiale del T. Farneto con il T. Sette Fontane, risulta edificata e praticamente piana e non presenta evidenze geomorfologiche o idrografiche di rilievo a parte la presenza limitrofa di canali ricoperti che in alcune aree comunali hanno dato negli anni problemi di esondazione e sopralluvionamento. Nel PRGC comunale non è segnalata tale evidenza per la nostra area.

La falda freatica è stata rilevata da un minimo di -1,5 m dal p.c. ad un massimo di -3.0 m p.c. e ciò è sostanzialmente in accordo con quanto evidenziato nella strumento urbanistico comunale che parla di 0-1 m s.l.m.m. Una falda così superficiale dovrà essere tenuta in giusto conto in sede progettuale non solo in termini di vulnerabilità dell'acquifero (presenza di terreni molto permeabili) ma anche in termini di escursione del livello freatico ed interazione con le opere fondali, come del resto sarà necessario fare relativamente al fenomeno dell'ingressione marina anche se, come evidenziato dallo studio effettuato nel 2005 per il Comune di Trieste dall'Istituto Nazionale di Oceanografia e Geofisica Sperimentale di Trieste, tale fenomeno non interessa direttamente l'area del futuro cantiere ma solo una piccola porzione limitrofa alla zona più occidentale dell'intervento.

Dal confronto fra le stratigrafie ricavate dai 6 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti è stato possibile ricavare una stratigrafia sintetica e rappresentativa dell'area di studio deducendo, per ciascun banco significativo, i principali parametri geotecnici:

- I. riporto recente costituito da brecce in matrice sabbioso limosa e frammenti di laterizi
- II. riporto di epoca storica costituito da brecce anche di grande diametro in matrice sabbioso-limosa Nspt da 4 a rifiuto
- III. sedimenti marini costituiti da argille limose e limi sabbiosi molto poco consistenti Nspt da 1 a 5
- IV. basamento roccioso costituito da alternanze ritmiche di marne ed arenarie (Flysch) rifiuto.

Grazie ai risultati ottenuti dai sondaggi geognostici eseguiti è stato possibile per le unità descritte definirne puntualmente lo spessore, lo stato di alterazione e degradabilità, la natura e i rapporti composizionali oltre che l'andamento giaciturale del substrato litoide (vedi stratigrafie riportate in allegato). Inoltre nel caso dei sedimenti marini sono stati effettuati dei campionamenti locali con fustelle Shelby a profondità diverse per poter effettuare in questa fase una prima valutazione di massima sulle caratteristiche intrinseche in termini di permeabilità dei campioni e poter procedere in fasi successive ad ulteriori approfondimenti di natura geotecnica. Come indicato nelle stratigrafie allegate il campione testato (Shelby S6 prelevato tra - 6.0 m da p.c. e -6.5 m da p.c.) è risultato impregnato d'acqua (umidità naturale  $w=35\%$ ) e praticamente impermeabile, con un valore di permeabilità  $k$  dell'ordine di  $10^{-8}$  cm/s. Inoltre per le necessarie valutazioni sul livello idrico locale attuale e soprattutto per successivi monitoraggi sull'andamento temporale, il sondaggio S1 è stato allestito con un tubo piezometro.

Dal punto di vista sismico, fino all'attuale classificazione nazionale, il Comune di Trieste è indicato come un comune a bassa sismicità essendo classificato tra quelli di classe 4. Si rimanda ad una successiva fase progettuale esecutiva la determinazione della categoria di suolo di fondazione e l'indicazione della  $V_{s30}$  (velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità) oltre che, se necessaria, una verifica sulla eventuale pericolo di liquefazione dei sedimenti presenti in situ.

Per quanto finora descritto è possibile dare parere di fattibilità di intervento sull'area in oggetto fermo restando che, in fase progettuale, sarà necessario tenere conto di tutte le note contenute in questa relazione ed al contempo integrare la stessa per fornire indicazioni di dettaglio indispensabili alla definizione della miglior tipologia fondazionale e degli eventuali accorgimenti da adottare per la salvaguardia idrogeologica ed ambientale del sito oggetto di studio.

**UNIECO** Soc. Coop.  
Dr. Geol. MARCO RUSTICHELLI  
Ordine dei Geologi  
Regione Emilia Romagna  
n° 835



Dr. Geol. Marco Rustichelli

*Marco Rustichelli*



## **8-BIBLIOGRAFIA**

1. **ASSOCIAZIONE GEOTECNICA ITALIANA (1977)** – *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche.*
2. **BOWLES J.E. (1991)** – *Fondazioni, progetto e analisi* – MCGRAW HILL LIBRI ITALIA srl.
3. **CASADIO M., ELMI C. (1995)** - *Il manuale del geologo* – PITAGORA EDITRICE BOLOGNA.
4. **CESTARI F. (1990)** – *Prove geotecniche in situ* – GEO-GRAPH s.n.c. Segrate.
5. **CETRARO FAUSTINO (2007)**-*Ingegneria geotecnica e geologia applicata*-EPC LIBRI
6. **COLLESELLI F., SORANZO M. (1980)** – *Esercitazioni di geotecnica* – CLEUP.
7. **COMUNE DI TRIESTE (1997)**- Indagine geologico-tecnica per la Variante Generale al P.R.G.C. del comune di Trieste, di adeguamento al P.U.R., delle zone per servizi, attrezzature e reti infrastrutturali
8. **COMUNE DI TRIESTE (1995)**- *Carta della zonizzazione geologico tecnica di massima del territorio*
9. **MENZIES B. K., SIMONS N.E. (1975)** – *Problemi di geotecnica* – DARIO FLACCOVIO EDITORE.
10. **NUNZIANTE MARINO (2006)**- *Manuale di geotecnica per l'ingegneria civile aggiornato agli Eurocodici 7 e 8*- MAGGIOLI EDITORE
11. **OGS ISTITUTO NAZIONALE DI OCEANOGRAFIA E DI GEOFISICA SPERIMENTALE**  
*"Elaborazione di uno studio di ingressione delle acque marine nell'area del frontemare cittadino compresa tra porto vecchio e porto lido"*
12. **REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA-UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TRIESTE-UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI UDINE (2006)**- *Carta geologica del Friuli Venezia Giulia*
13. **SANSONI R. (1989)** – *Cedimenti e consolidazioni di fondazioni, teoria, pratica, applicazioni* – EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO.
14. **UNI ENV 1998-1-1 (1997)**-*EUROCODICE 8 -PARTE 5-Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (1998)*
15. **TERZAGHI K., PECK R. B. (1984)** – *Geotecnica* – UTET, Torino.
16. **VIGGIANI C. (1994)**- *Fondazioni*- CUEN EDITORE.

# ALLEGATO

- *Tavola 1: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO*
- *Tavola 2: INQUADRAMENTO GEOLOGICO*
- *Tavola 3: PLANIMETRIA UBICAZIONE SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO E POZZETTI ESPORATIVI*
- *Stratigrafie sondaggi*
- *Profilo stratigrafico generale*
- *Profilo stratigrafico A-A'*
- *Profilo stratigrafico B-B'*
- *Report fotografico carotaggi*

Provincia di Trieste

COMUNE DI TRIESTE

TAVOLA 1  
(Scala 1:10 000)

INQUADRAMENTO  
GEOGRAFICO

Legenda (acquisizione 47/07)



Ubicazione area oggetto di studio





Provincia di Trieste

COMUNE DI TRIESTE

## TAVOLA 2

(Scala 1:500)

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Legenda (acquisizione n° 47/07)



Ubicazione area oggetto di studio

Principali depositi presenti nell'intorno  
dell'area di studio

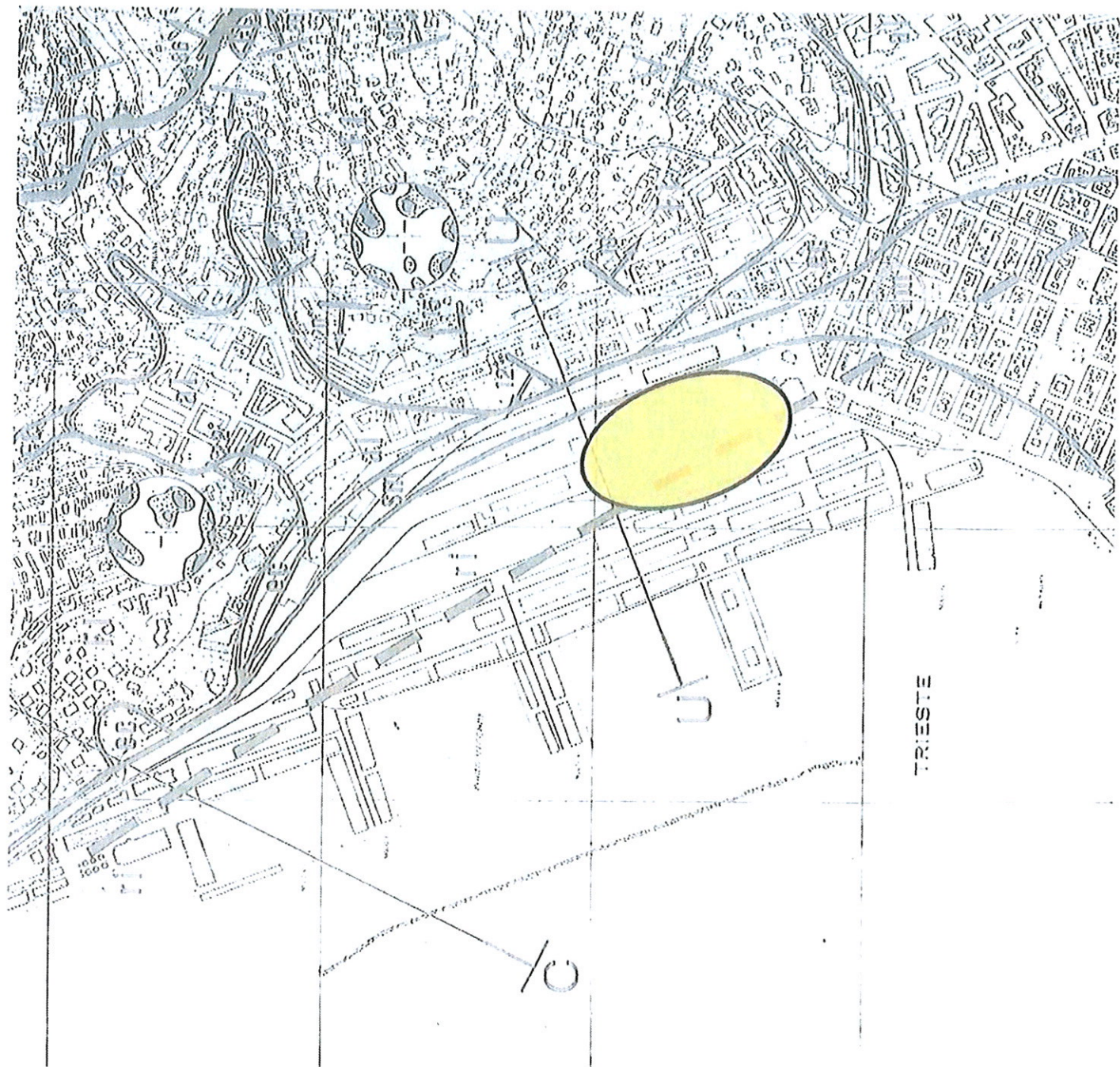
ri: Riperto recente o di epoca storica costituito da  
materiale prevalentemente fischioide

sm: Sedimenti marini quaternari

ec: Coperture eluvio-colluviali quaternarie

Fe: Fijsh eocenici p.p.

—: Faglia



Laboratorio  
**UNINCO IRTG**

ICOMO



via Fiesoldo, 55 42015 Correggio (RE)  
tel. 0522/740217 - fax 0522/740252  
e-mail: [uninco@uninco.it](mailto:uninco@uninco.it)



Provincia di Trieste

COMUNE DI TRIESTE

TAVOLA 3  
(Scala 1:2 000)

UBICAZIONE SONDAGGI  
A CAROTAGGIO  
CONTINUO E POZZETTI  
ESPLORATIVI

Legenda (acquisizione 47/07)

S1



Ubicazione sondaggi



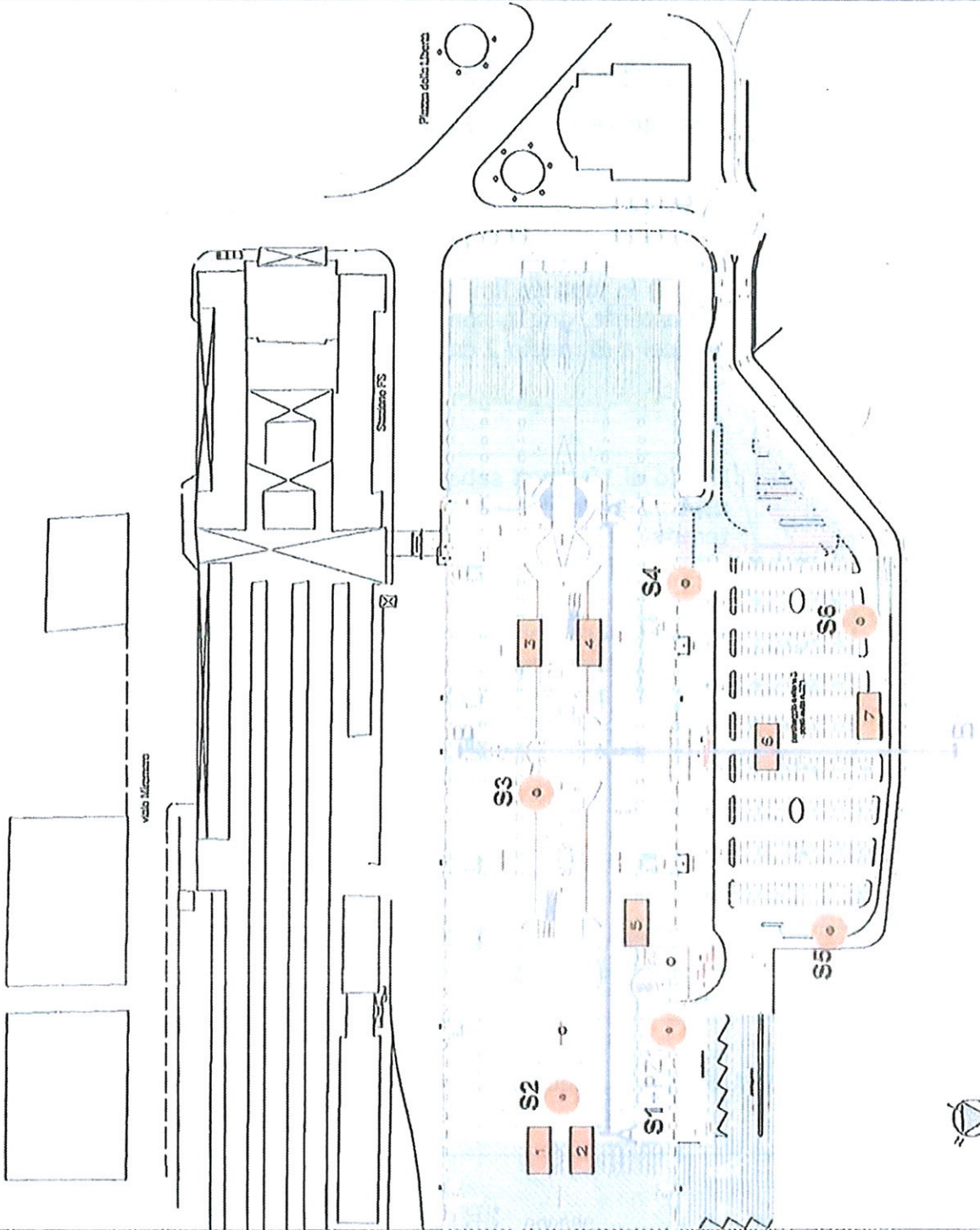
Ubicazione piezometro



Ubicazione pozzetti esplorativi

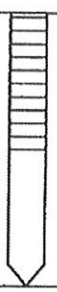


Indicazione tracce di sezione





| Committente: Unieco                                    |                             | Data (inizio÷fine)  | Falda<br>[data, ora, metri] | Sondaggio<br><b>S1</b> |
|--|-----------------------------|---|-----------------------------|------------------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le                            |                             | 03÷04/07/07   | 04/07/07 - 1.85             |                        |
| Geologo:<br>Barbara Fontana                            | Operatore Eurogeo:<br>Billu | Quota [metri]   |                             | Scheda 1/2             |
|  |                             | 2.4   |                             |                        |
| Quote [m]  | SPT                         | Stratigrafia  |                             |                        |
| 0.05 m   |                             | Asfalto   |                             |                        |
| 1  |                             | Riporto costituito da una matrice sabbiosa grossolana sciolta, marroncino giallastra con frammenti spigolosi arenacei eterogenei con Ø medio di 1 cm (max 4 cm), locali ciottoli arrotondati di 1 cm, a 1 m è presente matrice limosa cementata prevalente per 30 cm. |                             |                        |
| 2  |                             | Impiego della punta a tricono.  |                             |                        |
| 3  | 50 R                        | Frammenti spigolosi arenacei di 10 cm, max 15 cm (fino a 3.4 m) in matrice limoso debolmente sabbiosa, mediamente consistente, grigia, sono frequenti frammenti arenacei grigi e ocracei a Ø medio 2 cm.  |                             |                        |
| 4  |                             |   |                             |                        |
| 5  |                             | Livello di 10 cm di sabbia fine limosa, nerastra alla prima esposizione diviene all'esposizione all'aria grigia verdastra col tempo.  |                             |                        |
| 6  |                             |   |                             |                        |
| 7  |                             | Argilla limosa debolmente sabbiosa, grigiastra sul verde, mediamente consistente, con livelletti di sabbie con limo di 10-20 cm a 6.2 m, a 6.7 e a 7÷7.3 m, diviene limo con sabbia da 8 a 8.2, segue sabbia con limo÷limosa.   |                             |                        |
| 8  |                             |   |                             |                        |
| 9  | 1,2,2                       | Argilla limosa mediamente consistente grigia, con inclusi detriti bioclastici di bivalvi, gasteropodi.  |                             |                        |
| 10   |                             |   |                             |                        |
| Osservazioni   |                             |   |                             |                        |
| Tubo piezometrico fenestrato da 2", cieco da 11 a 12 m |                             |   |                             |                        |

| Committente: Unieco   |                             | Data (inizio÷fine)   | Falda<br>[data, ora, metri] | Sondaggio<br><b>S1</b> |
|---|-----------------------------|--|-----------------------------|------------------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le   |                             | 03÷03/07/07  | 03/07/07 - 1.85             |                        |
| Geologo:<br>Barbara Fontana   | Operatore Eurogeo:<br>Billu | Quota [metri]  |                             |                        |
|   | 2.4                         |  |                             |                        |
| Quote [m]   | SPT                         | Stratigrafia   |                             |                        |
| 11  |                             | <p>Argilla debolmente limosa, grigiastra sul verde, scarsamente consistente, debolmente sabbiosa da 11 e da 11.2 sabbia debolmente limosa fino a fondo foro.</p>  |                             |                        |
| 12  |                             |  |                             |                        |
| 13  |                             |  |                             |                        |
| 14  |                             |  |                             |                        |
| 15  |                             |  |                             |                        |
| 16  |                             |  |                             |                        |
| 17  |                             |  |                             |                        |
| 18  |                             |  |                             |                        |
| 19  |                             |  |                             |                        |
| 20  |                             |  |                             |                        |
| <b>Osservazioni</b><br>Tubo piezometrico fenestrato da 2", cieco da 11 a 12 m |                             |  |                             |                        |

| Committente: Unieco         |                             | Data (inizio÷fine)  | Falda<br>[data, ora, metri] | Sondaggio<br>S2 |
|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | 27÷28/06/07   | 27/06/07 - 3.0              |                 |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu | Quota [metri]   |                             | Scheda 1/3      |
|                             |                             | 2.4   |                             |                 |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia  |                             |                 |
| 1                           | 4,5,4                       | Riporto costituito da clasti spigolosi eterogenei calcarei grigio chiari (Ø min. 2 mm, max. 6 cm).  |                             |                 |
| 2                           |                             | Frammenti di flysch alterato costituito da clasti di marne e arenarie misti a limi cementati marroni, colore prevalente marroncino ocraceo (frammenti Ø min. 2 mm, Ø max. 6 cm).<br>Da 2.6 a 3.1 prevalgono clasti di arenaria grigi (Ø max. 5 cm). |                             |                 |
| 3                           |                             |   |                             |                 |
| 4                           |                             | 4.4 m   |                             |                 |
| 5                           | 1,2,2                       | Sabbia sciolta a grana medio-fine nerastra-verdastra inglobante frammenti bioclastici di bivalvi e gasteropodi marini.  |                             |                 |
| 6                           |                             |   |                             |                 |
| 7                           |                             |   |                             |                 |
| 8                           |                             | 7.8 m   |                             |                 |
| 9                           |                             | Sabbie divengono limoso-argillose grigie scure-verdastre inglobanti frammenti bioclastici (bivalvi, gasteropodi). La frazione sabbiosa è a grana leggermente più grossa della precedente.   |                             |                 |
| 10                          |                             |   |                             |                 |
| Osservazioni                |                             |   |                             |                 |

| Committente: Unieco         |                             | Data (inizio÷fine)<br>27÷28/06/07  | Falda<br>[data, ora, metri]<br>27/06/07 - 3.0 | Sondaggio<br>S2 |
|-----------------------------|-----------------------------|--|---|-----------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | Quota [metri]<br>2.4   |   | Scheda 2/3      |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu |  |   |                 |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia   |   |                 |
|                             |                             | Segue come sopra, diminuisce la presenza di frammenti bioclastici.   |   |                 |
| 10.6 m                      |                             |  |   |                 |
| 11                          |                             | Flysch asciutto, costituito da frammenti misti di marne e arenarie spigolosi, marroncini ocracei, e marrone chiaro.<br>Da 12.4 m i frammenti divengono gradatamente grigiastri, prevale la parte marnosa e i frammenti sono più tabulari, a spessore centimetrico, larghi mediamente 3 cm. |   |                 |
| 12                          | 12, R                       |  |   |                 |
| 13                          |                             | Clasti arenacei grigi centimetrici fino a 6 cm di lunghezza. Da 13.4 a 14 m blocchi di arenaria grigia compatta, pezzi lunghi max. 20 cm.  |   |                 |
| 14                          |                             |  |   |                 |
| 15                          |                             | Da 16 m si presentano sbriciolati a frammenti spigolosi centimetrici, umidi, meccanicamente friabili, marnosi con venature di calcite, grigi.<br>Livello da 16.6 di 20 cm di limo argilloso grigio, poco consistente.  |   |                 |
| 16                          |                             | Segue da 17 m blocchi di arenaria grigia compatta, pezzi lunghi max. 10 cm con venature di calcite.  |   |                 |
| 17                          |                             | I livelli più marnosi decimetrici sono presenti a 19.5 m.  |   |                 |
| 18                          |                             |  |   |                 |
| 19                          |                             |  |   |                 |
| 20                          |                             |  |   |                 |
| Osservazioni                |                             |  |   |                 |

| Committente: Unieco         |                             | Data (inizio÷fine)   | Falda<br>[data, ora, metri] | Sondaggio<br><b>S2</b> |
|-----------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|------------------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | 27÷28/06/07  | 27/06/07 - 3.0              |                        |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu | Quota [metri]  |                             |                        |
|                             | 2.4                         |  |                             |                        |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia   |                             |                        |
| 21                          |                             | <p>Clasti arenacei grigi centimetrici fino a 10 cm di lunghezza. I livelli piu marnosi sono presenti a 20.6÷20.7, 21÷21.6, e a 22÷22.4, a 22.5÷22.8 m.</p> |                             |                        |
| 22                          |                             |  |                             |                        |
| 23                          |                             |  |                             |                        |
| 24                          |                             |  |                             |                        |
| 25                          |                             |  |                             |                        |
| 26                          |                             |  |                             |                        |
| 27                          |                             |  |                             |                        |
| 28                          |                             |  |                             |                        |
| 29                          |                             |  |                             |                        |
| 30                          |                             |  |                             |                        |
| Osservazioni                |                             |  |                             |                        |

| Committente: Unieco         |                             | Data (inizio÷fine)<br>28÷28/06/07  | Falda<br>[data, ora, metri]<br>28/06/07 - 3.0 | Sondaggio<br>S3 |
|-----------------------------|-----------------------------|--|---|-----------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | Quota [metri]<br>2.4   |   |                 |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu |  |   | Scheda 1/2      |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia   |   |                 |
| 1                           |                             | <p>Riporto costituito da clasti spigolosi eterogenei calcarei grigio chiari (<math>\emptyset</math> min. 1-2 mm, max. 5 cm).<br/>Da 1 a 1.5 prevale la frazione fine del riporto.</p>  |   |                 |
| 2                           |                             | <p>Da 1.5 m livelli cementati misti arenacei marnosi grigi e marroncini (flysch), max <math>\emptyset</math> frammenti arenacei 6 cm.<br/>Da 2 m frammenti minuti calcarei grigio chiaro, spigolosi (<math>\emptyset</math> min. 1÷2 mm).</p>  |   |                 |
| 3                           |                             | <p>Da 2.6 m frammenti di alterazione del flysch costituito da clasti di arenacei, marnosi marroncini ocracei, e locali clasti calcarei (<math>\emptyset</math> 3÷5 cm), e presenti anche frammenti centimetrici di laterizi rossi. Sono presenti frammenti decimetrici arenacei a 4, 4.5, 5 m.</p> |   |                 |
| 4                           |                             | <p>Da 5 m i frammenti arenacei sono prevalentemente grigi, umidi, con locale presenza di limi poco consistenti.</p>  |   |                 |
| 5                           |                             |  |   |                 |
| 6                           | 1,2,5                       | <p>Sabbia debolmente limosa, sciolta, a grana fine grigiastro-verde scura inglobante frammenti bioclastici di bivalvi e gasteropodi marini.</p>  |   |                 |
| 7                           |                             |  |   |                 |
| 8                           |                             | <p>Da 8 m argilla debolmente sabbiosa e limosa grigia-verdastra</p>  |   |                 |
| 9                           | 1,1,2                       | <p>da 9 m diviene argilla con tracce di limo e sabbia grigia-verdastra.</p>  |   |                 |
| 10                          |                             |  |   |                 |
| Osservazioni                |                             |  |   |                 |



| Committente: Unieco         |                             | Data (inizio÷fine)  | Falda<br>[data, ora, metri] | Sondaggio<br><b>S3</b> |
|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|------------------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | 28÷28/06/07   | 28/06/07 - 3.0              |                        |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Europeo:<br>Billu | Quota [metri]   |                             |                        |
|                             | 2.4                         |   |                             |                        |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia  |                             |                        |
| 11                          |                             | Aumenta la frazione di sabbia, diviene limo con sabbia debolmente argillosa, con frammenti bioclastici (bivalvi e gasteropodi).   |                             |                        |
| 12                          | 1,1,1                       | Sabbia debolmente limosa argillosa, localmente sabbia a 11.6 a 12 e da 13.2 a 13.4 m e da 14 a 14.5 m.  |                             |                        |
| 13                          |                             |   |                             |                        |
| 14                          |                             |   |                             |                        |
| 15                          | 44, R                       | Frammenti di flysch costituito da marne, arenarie marroncino ocracee (Ø min. 5÷8 cm) In frammenti disarticolati di lunghezza max 10 cm, da 15 m si presentano con fessurazioni debolmente inclinate, sono presenti vene di calcite e divengono prevalentemente grigi a 16.4 m fino a fondo foro.<br>Le parti marnose prevalgono a 15.3, a 16.2, a 16.8 m. |                             |                        |
| 16                          |                             |   |                             |                        |
| 17                          | 16.7 m                      |   |                             |                        |
| 18                          |                             |   |                             |                        |
| 19                          |                             |   |                             |                        |
| 20                          |                             |   |                             |                        |
| Osservazioni                |                             |   |                             |                        |

| Committente: Unieco         |                             | Data (inizio÷fine)<br>03÷03/07/07  | Falda<br>[data, ora, metri]<br>03/07/07 - 1.8 | Sondaggio<br>S4 |
|-----------------------------|-----------------------------|--|---|-----------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | Quota [metri]<br>1.9   |   | Scheda 1/2      |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu |  |   |                 |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia   |   |                 |
| 0.05 m                      |                             | Asfalto  |   |                 |
| 1                           |                             | Riporto costituito da frammenti spigolosi calcarei eterogenei con Ø medio di 1 cm (max 5 cm) in matrice sabbiosa calcarea fino 1.3 m.<br>Segue riporto costituito da limo marrone localmente ocra, verde, con clasti arenacei e minuti frammenti di laterizi rossi, e locali frammenti calcarei di 5 cm. |   |                 |
| 2                           |                             |  |   |                 |
| 3                           | 50, R                       | Arenaria compatta grigia chiara, max lunghezza 35 cm a 6.15 m, con livelletti di cemento/materiale di risulta (si presenta come una breccia cementata molto leggera, con odore di malta) a 4.1 m (lungo 5 cm) a 4.5 lungo 20 cm, a 5.4, 5.9 e 6.7 (lunghi di 10 cm).                                     |   |                 |
| 4                           |                             |  |   |                 |
| 5                           |                             |  |   |                 |
| 6                           |                             |  |   |                 |
| 7                           |                             | Da 6.7 m seguono clasti arenacei a spigoli vivi, in matrice limoso sabbiosa marroncina scarsamente consistente, sono inclusi minuti laterizi rossi a 7.2 m, e locali frammenti bioclastici (bivalvi, gasteropodi).   |   |                 |
| 8                           |                             |  |   |                 |
| 9                           | 1,0,0                       | Limo debolmente sabbioso con tracce di sabbia verde-grigio chiaro, si presenta nerastro alla prima esposizione all'aria.<br>Diviene sabbia fine a 9.75 m   |   |                 |
| 10                          |                             |  |   |                 |
| Osservazioni                |                             |  |   |                 |

| Committente: Unieco   |                             | Data (inizio÷fine)<br>03÷03/07/07  | Falda<br>[data, ora, metri]<br>03/07/07 - 1.8 | Sondaggio<br><b>S4</b> |
|---|-----------------------------|--|---|------------------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le   |                             | Quota [metri]<br>1.9   |   |                        |
| Geologo:<br>Barbara Fontana   | Operatore Eurogeo:<br>Billu |  |   | Scheda 2/2             |
| Quote [m]   | SPT                         | Stratigrafia   |   |                        |
| 11  |                             | <p>Sabbia fine con tracce di limo, nera alla prima esposizione all'aria, diviene grigio-verde col tempo, scarsamente addensata.<br/>Sono presenti frammenti bioclastici a 10.6 e prevalenti da 10.8 a 11.2 di (bivalvi, gasteropodi, scafopodi).</p> |   |                        |
| 12  |                             |  |   |                        |
| 13  |                             | <p>Da 12.7 argilla debolmente limosa grigia da scarsa a mediamente consistente, con tracce di limo.</p>  |   |                        |
| 14  |                             |  |   |                        |
| 15  |                             |  |   |                        |
| 16  |                             |  |   |                        |
| 17  |                             |  |   |                        |
| 18  |                             |  |   |                        |
| 19  |                             |  |   |                        |
| 20  |                             |  |   |                        |
| <b>Osservazioni</b><br>Prelievo di campione rimaneggiato da 10 a 10.4 m.<br>Prelievo di campione indisturbato da 12 a 12.7 m in fustella. |                             |  |   |                        |

|                             |                             |                                   |   |                                   |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| Committente: Unieco         |                             | Data (inizio÷fine)<br>28÷29/06/07 | Falda<br>[data, ora, metri]<br>28/06/07 - 1.5 | Sondaggio<br>S5<br><br>Scheda 1/3 |
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | Quota [metri]<br>2.4              |   |                                   |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu |                                   |   |                                   |

| Quote [m] | SPT    | Stratigrafia  |
|-----------|--------|---|
| 1         |        | Riporto costituito da clasti calcarei grigio chiari spigolosi ( $\varnothing$ med. 3 cm) nei primi 15 cm, seguono sbriciolati e di nuovo centimetrici da 1 a 1.3 m.<br>Da 1.3 a 1.8 sono immersi in marice limosa bagnata marrone-grigia. |
| 2         |        | Argilla debolmente limosa grigio-nerastra, da moderatamente consistente a poco consistente con inclusi frammenti bioclastici (bivalvi, scafopodi, gasteropodi).   |
| 3         | 1,0,0* |   |
| 4         |        | Argilla debolmente limosa grigio-nerastra, poco consistente con Includi frammenti bioclastici (bivalvi, scafopodi, gasteropodi).  |
| 5         |        |   |
| 6         | 1,1,0* |   |
| 7         |        | Argilla con limo sabbioso a debolmente sabbioso grigio verdastro, poco consistente localmente nerastro con inclusi clasti marnosi ( $\varnothing$ max. 10 cm).  |
| 8         |        |   |
| 9         | 1,1,2  | Argilla debolmente limosa, grigio-debolmente verdastro, poco consistente, con inclusi frammenti bioclastici (bivalvi, scafopodi, gasteropodi).  |
| 10        |        |   |

Osservazioni  
SPT(\*) nessun prelievo di materiale.

| Committente: Unieco         |                             | Data (inizio÷fine)<br>28÷29/06/07   | Falda<br>[data, ora, metri]<br>28/06/07 - 1.5 | Sondaggio<br><b>S5</b> |
|-----------------------------|-----------------------------|---|---|------------------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | Quota [metri]<br>2.4  |   | Scheda 2/3             |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu |   |   |                        |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia  |   |                        |
| 11                          |                             | Argilla debolmente limosa, grigio-debolmente verdastro, poco consistente, con inclusi frammenti bioclastici (bivalvi, scafopodi, gasteropodi).<br>Sono presenti livelletti di limo con argilla sabbiosa debolmente consistente ai seguenti intervalli:<br>11.6÷11.8 m   |   |                        |
| 12                          |                             | 12.6÷12.8 m   |   |                        |
| 13                          |                             | 13.9÷14.1 m   |   |                        |
| 14                          |                             | Da 14.6 m diviene limo con sabbia deb. argillosa poco consistente.  |   |                        |
| 15                          | 1,2,2                       | Da 15 m è limo argilloso debolmente sabbioso fino a 15.7 m grigio verdastro.<br>Prosegue come argilla debolmente limosa sabbiosa fino a 16.5 m, la frazione sabbiosa diminuisce con la profondità e diviene argilla debolmente limosa con tracce di sabbia fino a 18 m.<br>Da 18 a 18.4 m è scarsamente consistente e aumenta la frazione di sabbia con la profondità fino a 19 che diviene sabbia con limo argilloso, grigio scura, scarsamente consistente. Aumenta la presenza di frammenti bioclastici (bivalvi, scafopodi, gasteropodi). |   |                        |
| 16                          |                             |   |   |                        |
| 17                          |                             |   |   |                        |
| 18                          | 2,2,3                       | Da 19 m segue sabbia fine limosa nerastra fino a 19.6 m con incusi locali frammenti minuti vegetali e prosegue come argilla con limo sabbiosa grigio-verdastra con inclusi frammenti ocracei millimetrici.  |   |                        |
| 19                          |                             |   |   |                        |
| 20                          |                             |   |   |                        |
| Osservazioni                |                             |   |   |                        |

| Committente: Unleco         |                             | Data (inizio÷fine)<br>28÷29/06/07   | Falda<br>[data, ora, metri]<br>28/06/07 - 1.5 | Sondaggio<br>S5 |
|-----------------------------|-----------------------------|---|---|-----------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | Quota [metri]<br>2.4  |   | Scheda 3/3      |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu |   |   |                 |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia  |   |                 |
| 21                          |                             | Argilla con limo sabbiosa grigio-verdastra con inclusi frammenti ocrei millimetrici, moderatamente consistente, aumenta la frazione di sabbia con la profondità, diviene limo con sabbia con inclusi frammenti ocrei di arenaria e altri frammenti minuti bianchi.<br>I frammenti aumentano in frequenza e dimensioni fino a 22 m (Ø med. 1 cm, max. 2 cm). |   |                 |
| 22                          |                             | Limo sabbioso giallastro ocreo consistente con inclusi frammenti spigolosi millimetrici e centimetrici di arenarie e marne fino a 24.6 m.   |   |                 |
| 23                          |                             |   |   |                 |
| 24                          |                             | 24.6 m  |   |                 |
| 25                          |                             | Blocchi di flysch ocreo costituito da alternanze di arenarie e marne alterate, non sano.<br>Da 26 m diviene grigio con marne e arenarie disarticolate, da 26.5 m diviene flysch a blocchi di lunghezza max. di 20 cm, grigio, prevale la componente arenacea.   |   |                 |
| 26                          |                             |   |   |                 |
| 27                          |                             |   |   |                 |
| 28                          |                             |   |   |                 |
| 29                          |                             |   |   |                 |
| 30                          |                             |   |   |                 |
| Osservazioni                |                             |   |   |                 |



| Committente: Unieco   |                             | Data (inizio÷fine)<br>02÷02/07/07  | Falda<br>[data, ora, metri]<br>02/07/07 - 2 | Sondaggio<br>S6 |
|---|-----------------------------|--|---|-----------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le   |                             | Quota [metri]<br>1.9   |   | Scheda 1/3      |
| Geologo:<br>Barbara Fontana   | Operatore Eurogeo:<br>Billu |  |   |                 |
| Quote [m]   | SPT                         | Stratigrafia   |   |                 |
| 0.05 m  |                             | Asfalto  |   |                 |
| 1   |                             | Riporto costituito da frammenti spigolosi calcarei grigio chiari, eterogenei con Ø medio di 2 cm (max 10 cm).<br>Segue riporto costituito da clasti calcarei, frammenti minuti di laterizi rossi locali, talora alcuni frammenti di vetro, e particelle friabili simili a carbone. |   |                 |
| 2   |                             | La struttura è ad isole cementate da limo marrone.<br>Da 2 m aumenta la matrice limosa marroncina verdastra, si nota un clasto di laterizio rosso lungo 5 cm piatto a 2.9 m.   |   |                 |
| 3   | 1,3,1                       | Al 3.4 m aumenta la frazione limoso argillosa della matrice e sono presenti ancora frammenti locali di laterizi rossi.   |   |                 |
| 3.7 m   |                             |  |   |                 |
| 4   |                             | Argilla debolmente limosa grigiastra da poco a mediamente consistente, sono presenti frammenti bioclastici (bivalvi, gasteropodi, scafopodi).<br>Da 4.7 a 5 m sono presenti anche frammenti arenacei con un blocco di arenaria compatta negli ultimi 5 cm.                         |   |                 |
| 5   |                             |  |   |                 |
| 6   |                             | Argilla debolmente limosa con tracce di sabbia grigiastra poco consistente, con un livelletto di marna a 5.1 m di 5 cm, sono presenti frammenti bioclastici (bivalvi, gasteropodi, scafopodi) prevalenti a 6.7, 7.8, 8.6, 9.4, 9.8 m.  |   |                 |
| 7   |                             |  |   |                 |
| 8   |                             |  |   |                 |
| 9   | 1,0,0                       |  |   |                 |
| 10  |                             |  |   |                 |
| Osservazioni<br>Prelievo di campione indisturbato da 6 a 6.6 m in fustella. |                             |  |   |                 |

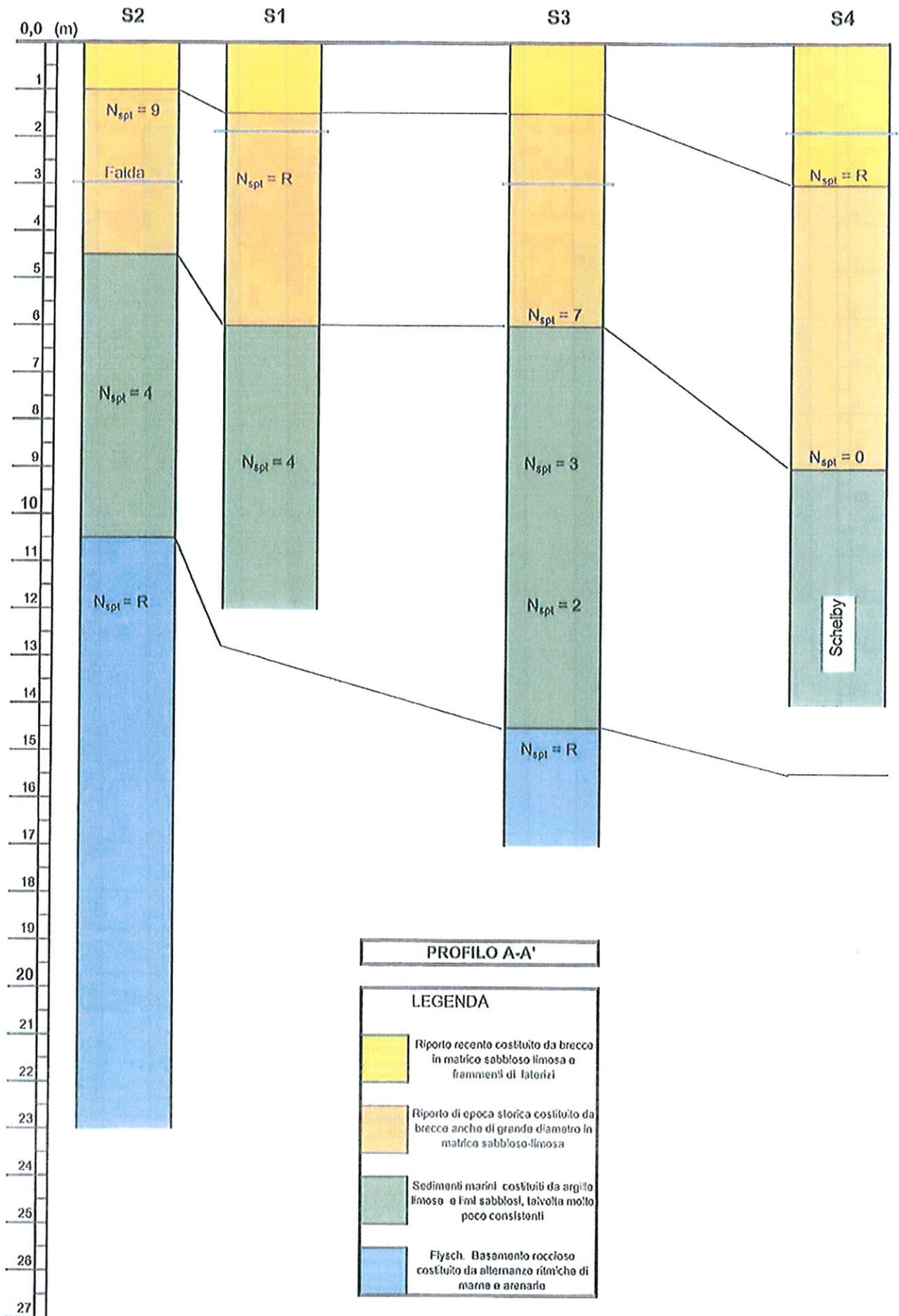
| Committente: Unieco         |                             | Data (Inizio÷fine)   | Falda<br>[data, ora, metri] | Sondaggio<br><b>S6</b> |
|-----------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|------------------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | 02÷02/07/07  | 02/07/07 - 2                |                        |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu | Quota [metri]  |                             | Scheda 2/3             |
|                             |                             | 1.9  |                             |                        |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia   |                             |                        |
| 11                          |                             | Argilla debolmente limosa con tracce di sabbia grigiastra poco consistente, con livelletti di argille con limi debolmente sabbiosi con frammenti bioclastici prevalenti (bivalvi, gasteropodi, scafopodi) a 12.5÷13 m.<br>Sono presenti livelletti di argille con limi debolmente sabbiosi a 13.5÷15, e a 14.4÷14.5 m. |                             |                        |
| 12                          |                             |  |                             |                        |
| 13                          |                             |  |                             |                        |
| 14                          |                             |  |                             |                        |
| 15                          |                             |  |                             |                        |
| 16                          |                             | Da 16 a 17 m l'argilla debolmente limosa con tracce di sabbia grigiastra è scarsamente consistente.  |                             |                        |
| 17                          |                             |  |                             |                        |
| 18                          |                             | Da 18 a 18.4 argilla con limo debolmente sabbiosa grigia, da argilla con limo sabbiosa a limo con sabbia fino a 18.6 m.  |                             |                        |
| 18.6 m                      |                             |  |                             |                        |
| 19                          |                             | Sabbia con limo fino a limo debolmente sabbioso a 19.4 m.<br>A 19.4 m è presente un livelletto nerastro con inclusi vegetali, torboso. Segue argilla limosa sabbiosa grigia poco consistente.  |                             |                        |
| 20                          |                             |  |                             |                        |
| Osservazioni                |                             |  |                             |                        |

| Committente: Unieco         |                             | Data (Inizio÷fine)   | Falda<br>[data, ora, metri] | Sondaggio<br>S6 |
|-----------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|-----------------|
| Cantiere: FFSS Trieste C.Le |                             | 02÷02/07/07  | 02/07/07 - 2                |                 |
| Geologo:<br>Barbara Fontana | Operatore Eurogeo:<br>Billu | Quota [metri]  |                             |                 |
|                             |                             | 1.9  |                             |                 |
| Quote [m]                   | SPT                         | Stratigrafia   |                             |                 |
| 21                          |                             | Limo sabbioso consistente, grigio ceruleo chiaro, inglobanti clasti spigolosi ocracei arenacei che aumentano in presenza con la profondità.  |                             |                 |
| 22                          |                             |  |                             |                 |
| 22.6 m                      |                             | Limo sabbioso consistente, giallastro, inglobanti clasti spigolosi ocracei arenacei.<br>Con la profondità diviene un limo con sabbia giallastro, moderatamente consistente.  |                             |                 |
| 23                          |                             |  |                             |                 |
| 24                          |                             | Limo con sabbia giallastro ocraceo inglobante frammenti arenacei spigolosi centimetrici (rapporto presenza frammenti/matrice di limo con sabbia è 1).<br>Diviene molto consistente da 25 m, prevalgono i frammenti arenacei da 25.5 m e divengono più grandi (Ø med. 2 cm) e da 26 divengono grigi (Ø med. 4 cm), presenza di matrice limosa con sabbia locale grigia. |                             |                 |
| 25                          |                             |  |                             |                 |
| 26                          |                             | 26.6 m   |                             |                 |
| 27                          |                             | Flysch grigio costituito da arenaria prevalente fino a 27 m poi marna prevalente fino a 27.2 m, si alternano con arenaria a 27.2, marna a 27.7, arenaria fino a 28.1 segue marna fino a fondo foro.<br>Stratificazioni leggermente inclinate.  |                             |                 |
| 28                          |                             |  |                             |                 |
| 29                          |                             |  |                             |                 |
| 30                          |                             |  |                             |                 |
| Osservazioni                |                             |  |                             |                 |

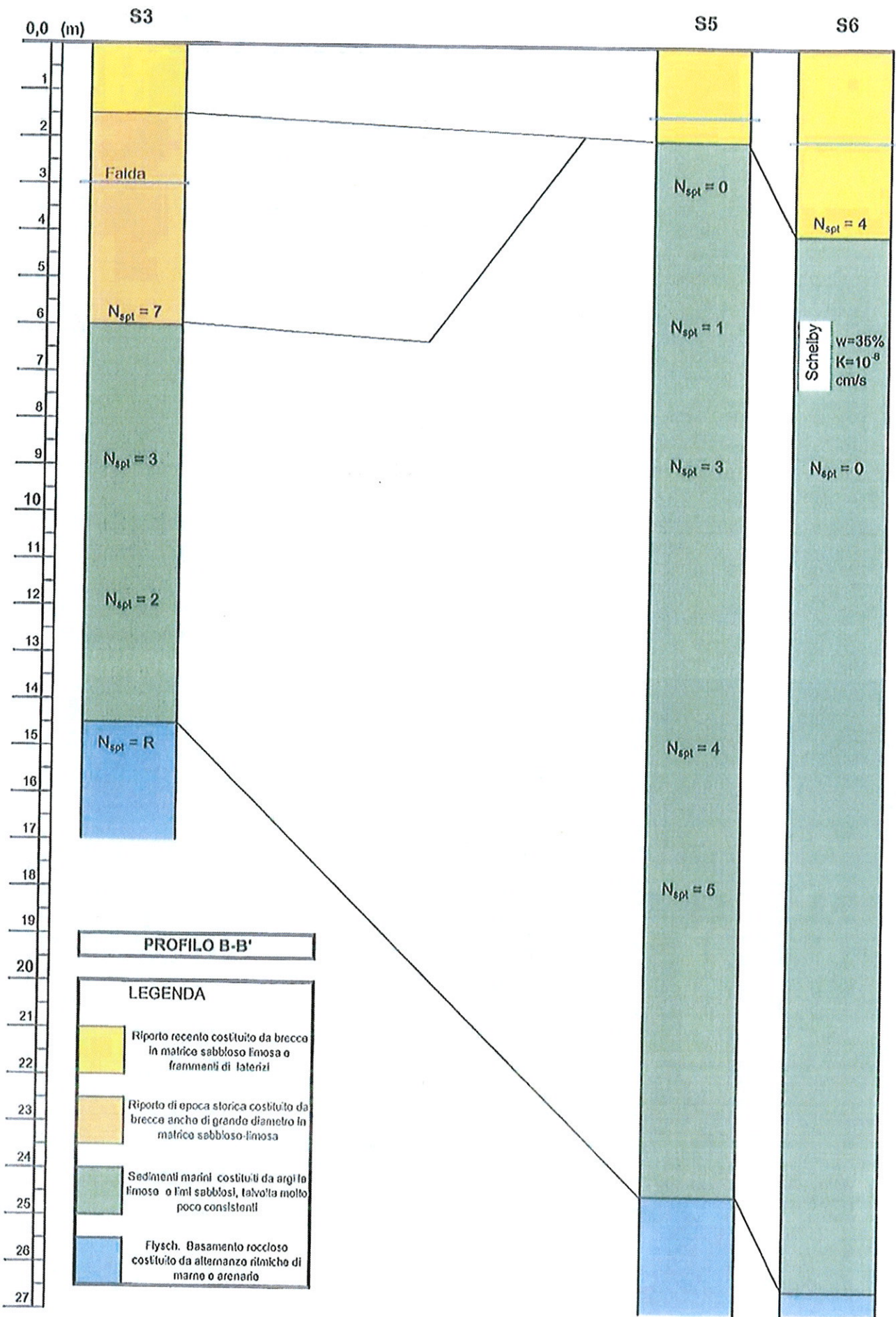




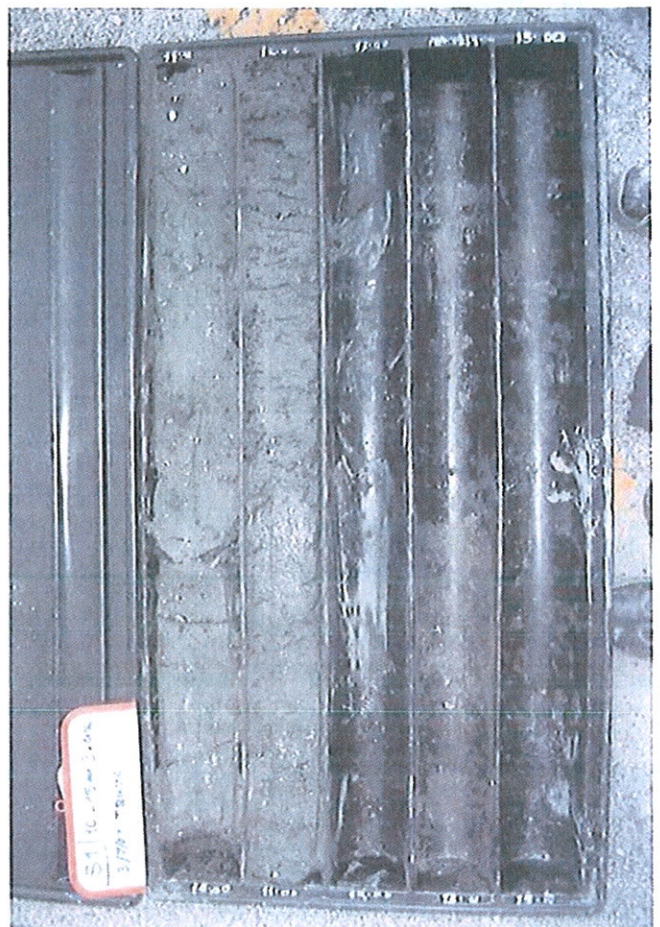
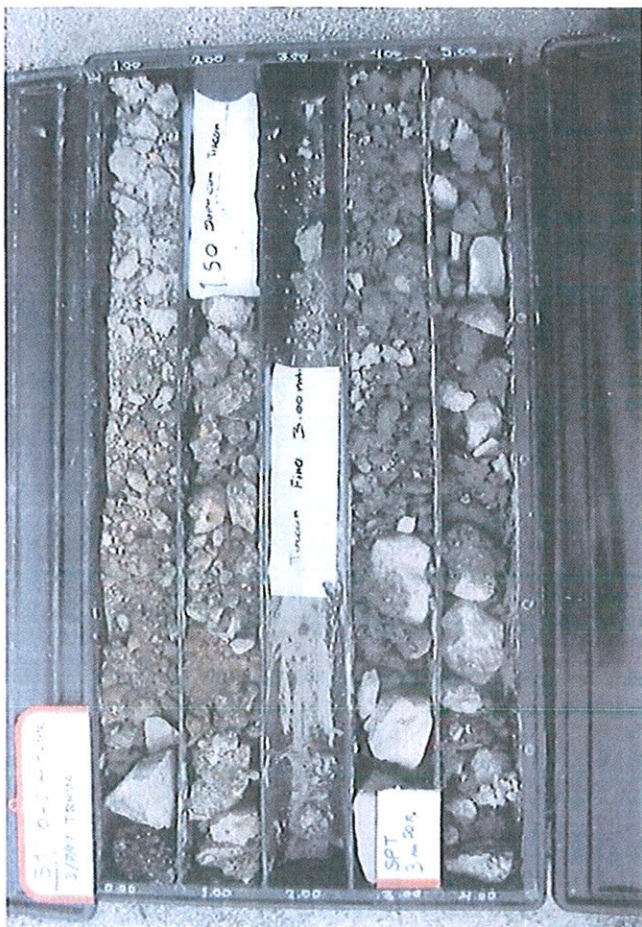




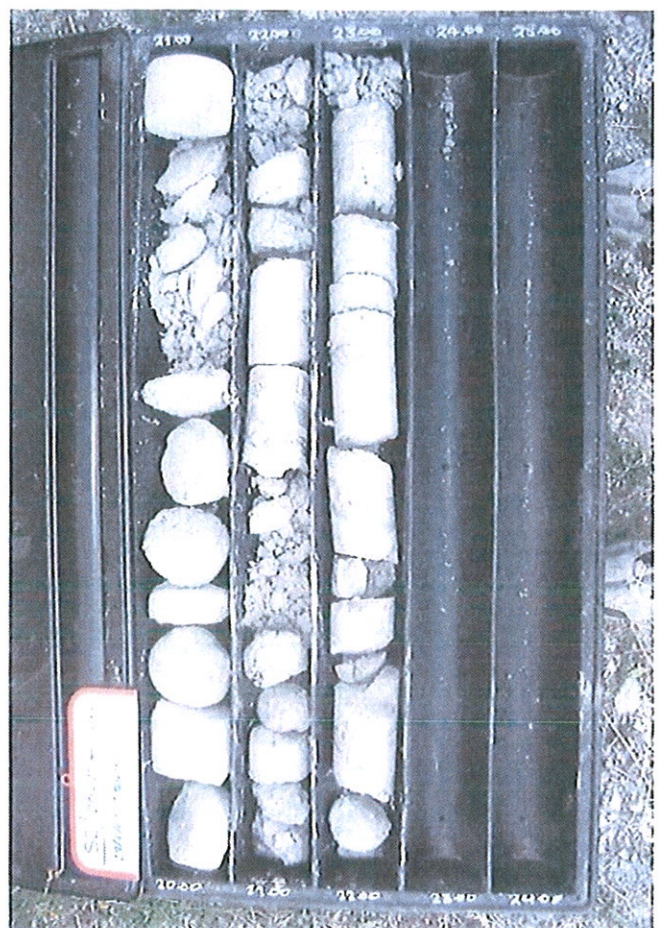
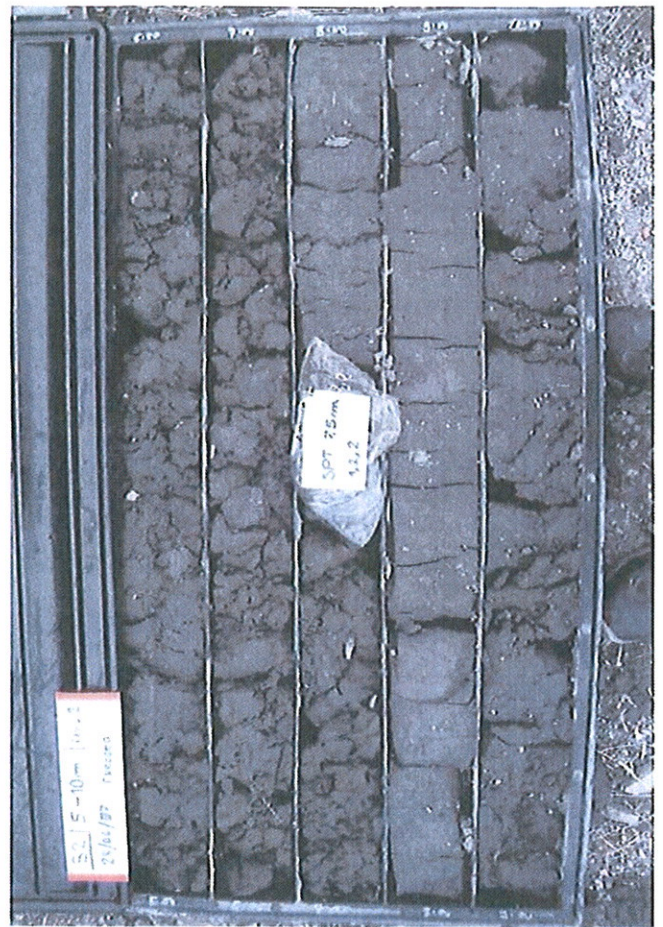




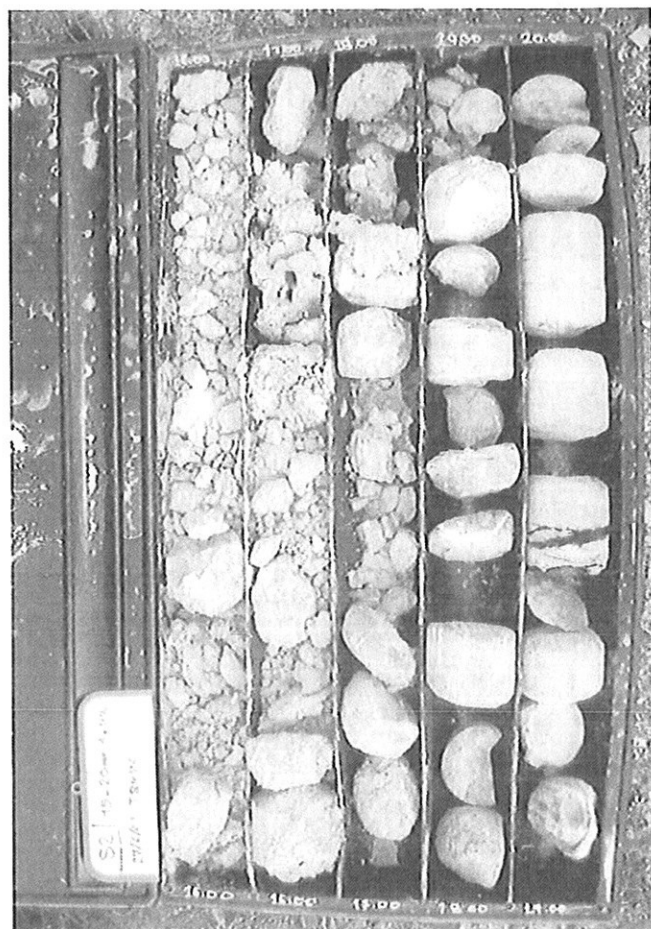




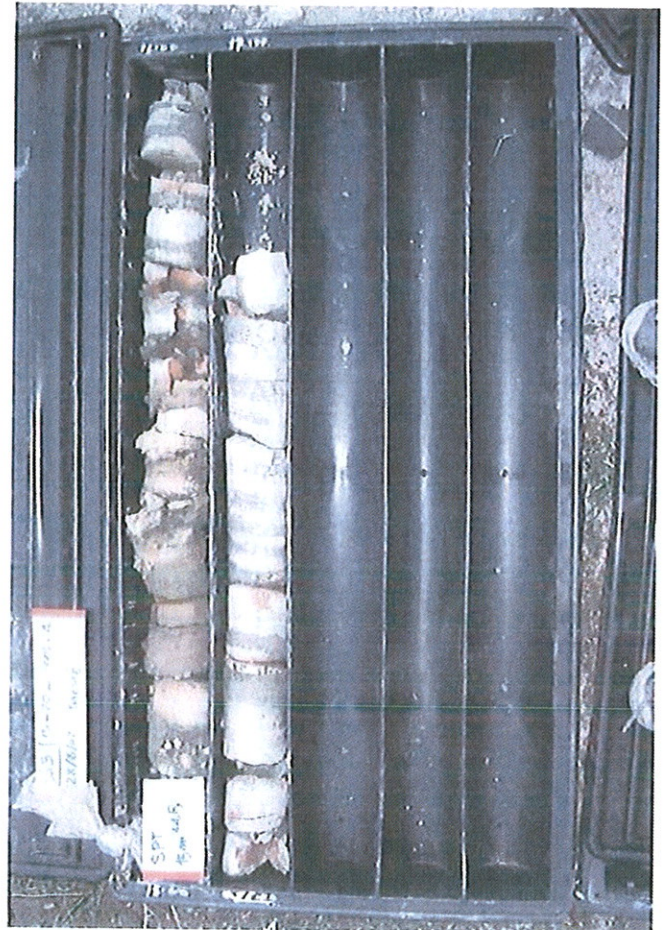
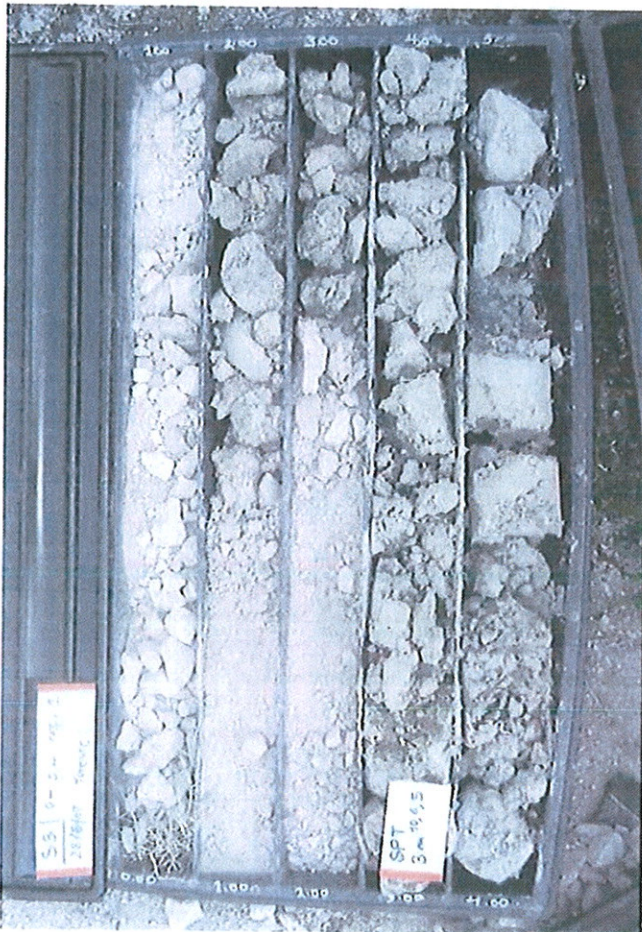




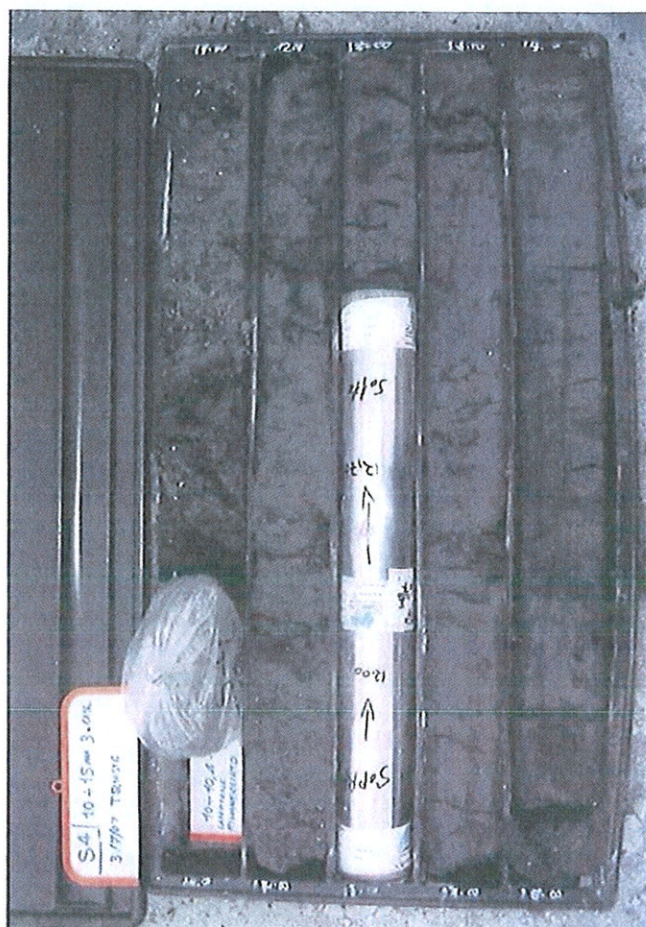
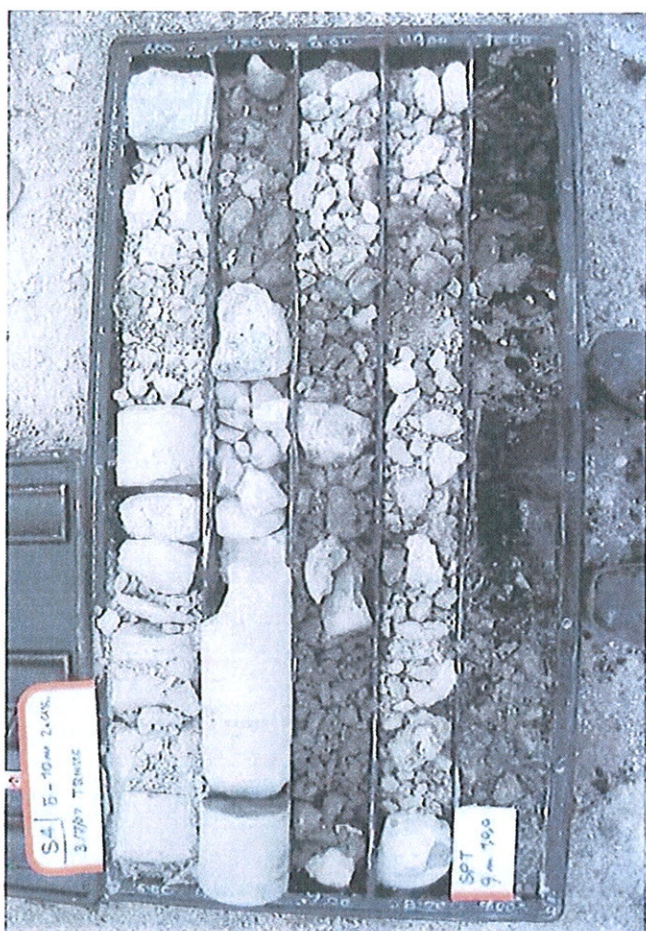




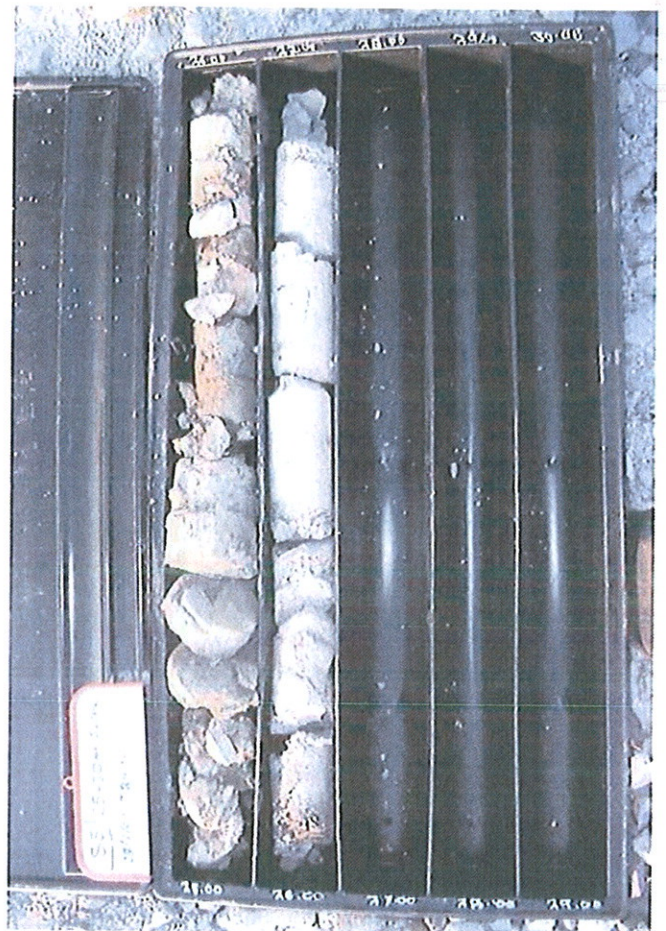








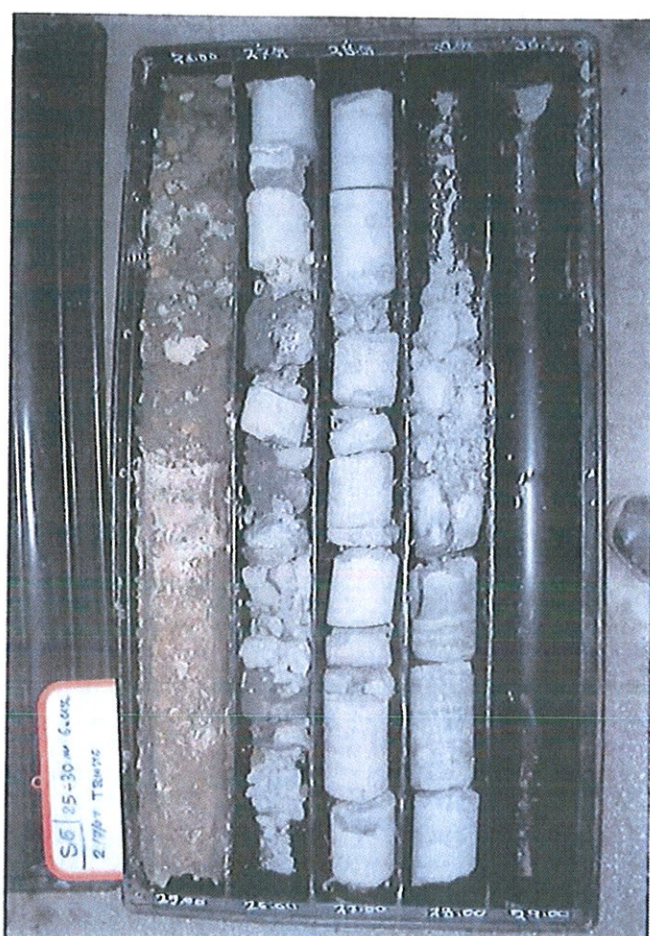




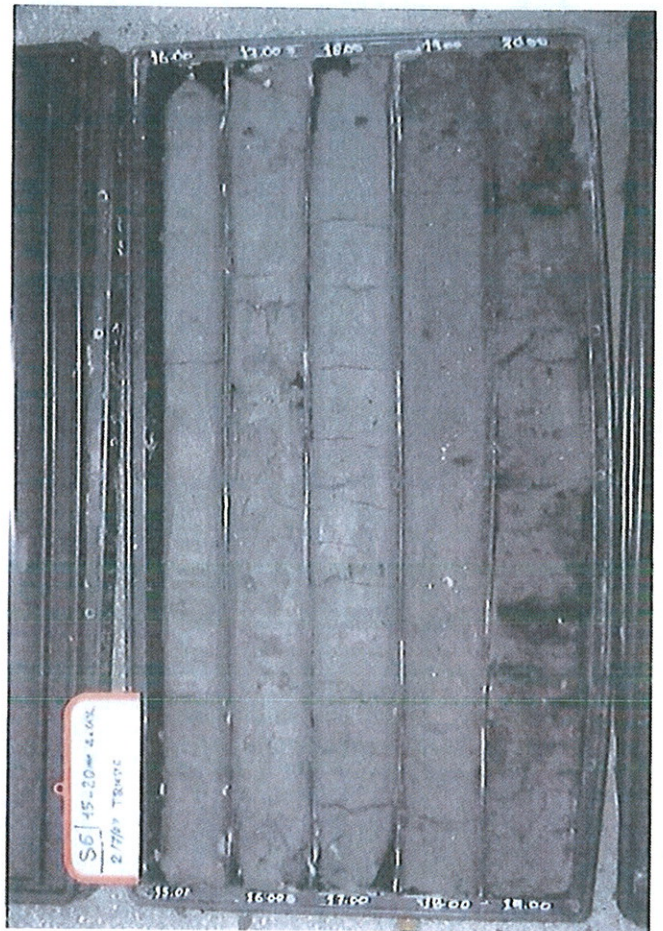
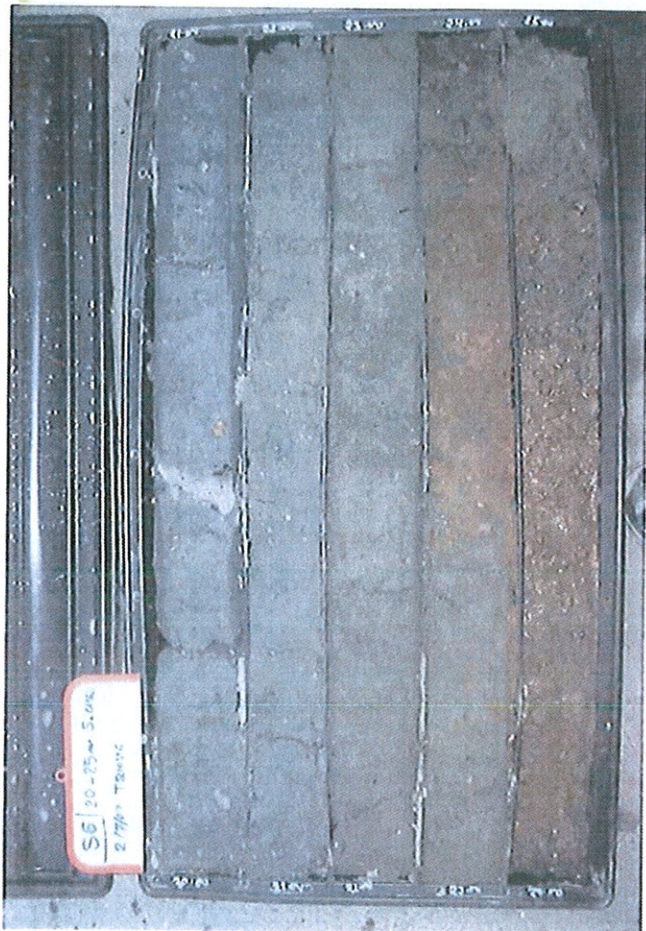












**Spett.le Comune di Trieste**  
**Area Pianificazione Territoriale**  
**Servizio Pianificazione Urbana**  
**Piazza Unità d'Italia, 4**  
**34121 TRIESTE**

**Oggetto:** Conferenza di servizi - Accordo di Programma per il recupero ed il riuso del complesso "Magazzini Silos" - Richiesta parere asseverato da parte della Regione Friuli Venezia Giulia - Servizio geologico - lettera prot. 3771 del 5 febbraio 2009

Il sottoscritto Dr Geol. Marco Rustichelli, nato a Reggio Emilia il 22 dicembre 1967, residente in via Lupi e Sabbietta, 24 C.F. RSTMRC67T22H223W, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Emilia Romagna al n. 835, avente studio in Fosdondo di Correggio via Fosdondo 55, per i fini previsti in oggetto, in qualità di estensore della Relazione geologica preliminare e di caratterizzazione geotecnica allegata alla Variante al PRGC prevista per l'Accordo di Programma per il recupero e riuso dei Magazzini Silos a Trieste,

**dichiara ai sensi della LR 27/1988**

che, come meglio specificato nella relazione, dd. Settembre 2007, consegnata in data 25 novembre 2008 come parte degli allegati tecnici all'Accordo di Programma in premessa, le previsioni urbanistiche della variante medesima sono compatibili con le condizioni geologiche del territorio.

Dr Geol. Marco Rustichelli



**UNIECO** Soc. Coop.  
Dr. Geol. MARCO RUSTICHELLI  
Ordine dei Geologi  
Regione Emilia Romagna  
n° 835

*Rustichelli Marco*

VISTO: IL PRESIDENTE