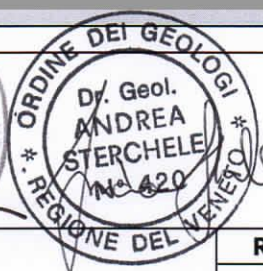


PROGETTO DEFINITIVO

- REALIZZAZIONE DI RETE DI FOGNATURA NERA TRA AREA EX QUAKER E CORTE MOLON IN LUNGADIGE ATTIRAGLIO

12 - Relazione geologica e geotecnica

 PROGETTISTI Ing. PAOLO CRESCINI	DATA Agosto 2017	REV.	DATA REVISIONE	CODICE CUP E36J15002220007
		01	***	CODICE CIG 71178446AE
		02	***	RUP ing. Anna Rossi

Questo documento non può essere copiato o riprodotto senza autorizzazione, ogni violazione verrà perseguita a norma di legge.

INDICE

1.0	PREMESSA
2.0	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DELL'AREA
3.0	INDAGINE GEOGNOSTICA E MODELLAZIONE GEOLOGICA
3.1	Trincee esplorative
3.2	Prove di laboratorio
3.3	Prove di permeabilità in sito
3.4	Sondaggi meccanici acquisiti
3.5	Prove penetrometriche (DPSH) acquisite
3.6	Modello geologico
4.0	PARAMETRIZZAZIONE DEI LITOTIPI – MODELLAZIONE GEOTECNICA
4.1	Modello geotecnico
4.2	Valori caratteristici
5.0	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

ALLEGATI AL TESTO

Allegato N.1	COROGRAFIA (Scala 1:5.000)
Allegato N.2	CARTA GEOLOGICA DELL'AREA (Scala 1:15.000)
Allegato N.3	CARTA GEOMORFOLOGICA DELL'AREA (non in scala)
Allegato N.4	CARTA IDROGEOLOGICA (Scala 1:30.000)
Allegato N.5	P.A.T. COMUNE DI VERONA - CARTA DELLA COMPATIBILITA' GEOLOGICA (non in scala)
Allegato N.6	P.A.T. COMUNE DI VERONA - CARTA DELLA VULNERABILITA' INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI (non in scala)
Allegato N.7	STRATIGRAFIE DELLE TRINCEE ESPLORATIVE E RELATIVA DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
Allegato N.8	CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO
Allegato N.9	PROVE DI PERMEABILITA' IN SITO
Allegato N.10	STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI MECCANICI
Allegato N.11	PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

ALLEGATI FUORI TESTO

- PLANIMETRIA DEI PUNTI D'INDAGINE (Scala 1:500) e SEZIONI GEOLOGICHE (Scala 1:500 - 1:100)

1.0 PREMESSA

Per conto della società Talete S.r.l., , è stata redatta la presente Relazione geologica e geotecnica preliminare a corredo del progetto definitivo per l'opera pubblica "realizzazione di rete di Fognatura nera tra area Ex Quaker e Corte Molon in Lungadige Attiraglio - parte integrante del PUA n. 719_216 "Lottizzazione residenziale in L.ge Attiraglio" che riassume il quadro relativo alle conoscenze tematiche geologiche che sono state acquisite nel corso delle indagini effettuate sia per l'approfondimento delle tematiche ambientali e più recentemente per quelle geologiche e geotecniche.

Lungo la strada presente sull'argine in sinistra orografica del Fiume Adige è in fase di progettazione definitiva il progetto di realizzazione della rete di fognatura nera ad oggi mancante.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza al D.M. 14.01.2008 ed è finalizzato principalmente:
al riconoscimento dei litotipi presenti nel sottosuolo dell'area sulla quale si svilupperà il progetto (modellazione geologica);
alla definizione dell'assetto idrogeologico e alle possibili interferenze con le opere in progetto;
alla caratterizzazione dei litotipi sotto il profilo geotecnico (modellazione geotecnica);
ad indicazioni sui valori di permeabilità dei terreni presenti nell'immediato sottosuolo.

E' stato quindi attuato o acquisito il seguente quadro di indagini geognostiche:

- un'attenta presa visione dello stato dei luoghi integrato dalla raccolta e dal confronto con i dati disponibili in letteratura riguardanti la zona indagata, in particolare le stratigrafie profonde, nonché dall'analisi delle informazioni in possesso degli scriventi a seguito di precedenti esperienze maturate in siti limitrofi ai luoghi d'interesse o riferite al medesimo modello geologico-strutturale;
- la stratigrafia di n.1 sondaggio meccanico spinto alla profondità di 15 metri dal p.c. effettuato dalla Ditta Ecosonda s.a.s. di Francesco Morbin &C nell'Aprile 2012;
- l'acquisizione dei risultati dell'indagine geognostica effettuata nell'Anno 2013 per la caratterizzazione ed investigazione ambientale dell'area e rappresentati nello specifico da:
 - le stratigrafie di n. 15 trincee esplorative realizzate a mezzo escavatore eseguite dagli scriventi;
 - le stratigrafie di n.5 sondaggi meccanici spinti alla profondità di 30 metri dal p.c., effettuati dalla Ditta Ecosonda s.a.s. di Francesco Morbin & C. nel Febbraio 2013;
 - la caratterizzazione geotecnica di n.2 campioni di terreno sottoposti ad indagine di laboratorio geotecnico;
 - l'acquisizione di n.2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) eseguite nell'Anno 2013 nell'ambito della "Relazione sulla verifica di compatibilità geologica, geotecnica, geomorfologica ed idrogeologica" a firma del Dott. Geol. Stefano Conte;
- la realizzazione nel Marzo 2016 da parte degli scriventi di ulteriori n.3 trincee esplorative a mezzo escavatore per affinare il quadro geologico in alcuni punti d'interesse;
- la realizzazione nel Marzo 2016 di n.2 prove di permeabilità in sito per definire l'effettiva attitudine dell'immediato sottosuolo alla dispersione delle acque.

2.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA

La zona in esame è situata nella porzione occidentale dell'abitato cittadino, lungo il corso del Fiume Adige nel tratto che raccorda il quartiere di Borgo Trento con la frazione di Parona (Lungadige Attiraglio); più in dettaglio il sito si trova in corrispondenza di un'area industriale dismessa a circa 350 m ad est della Diga del Chievo (vedi anche "Corografia" riportata in allegato).

La morfologia dei luoghi è pianeggiante, con dislivelli limitati considerando le quote riportate nella C.T.R. nei pressi del sito indagato (**66,50 - 67,50 m s.l.m.**), trattandosi in passato di un'area di esondazione del Fiume Adige il cui alveo si trova a circa 15 m a sud del margine meridionale della zona in studio. D'altra parte, in corrispondenza di alcune porzioni dell'area d'interesse la morfologia originaria può aver subito alcune localizzate modifiche connesse soprattutto alla realizzazione di riporti di materiali legati principalmente alla realizzazione degli edifici.

In generale la zona in studio viene quindi ricondotta all'azione di trasporto e sedimentazione esercitata dall'Adige in passato e l'evoluzione geomorfologica di questa porzione di pianura è legata alla correlazione tra il Fiume Adige e le variazioni climatiche che si sono succedute durante il Quaternario; in particolare il terrazzo alluvionale su cui si trova l'area è da ricondurre alle fasi più recenti (Würm).

Da un punto di vista stratigrafico la struttura del sottosuolo rispecchia nei termini granulometrici la marcata fase ad elevata energia posseduta dall'Adige che ha determinato la formazione della propria ampia conoide; infatti, nel sottosuolo in genere si riscontra la presenza di notevoli quantità in percentuale di ghiaie e sabbie con ciottoli, mentre discontinua, localizzata, superficiale e sicuramente meno significativa si rivela la frazione di litotipi a granulometria fine (limi e argille).

E' possibile, pertanto, affermare che, nell'ambito della porzione della piana alluvionale in esame, preponderanti risultano essere in genere i litotipi a frazione grossolana e subordinati, se non assenti, i litotipi a grana fine (vedi anche la "Carta geologica dell'area" riportata in allegato e la stratigrafia n.10 riportata di seguito la cui ubicazione è indicata in "Corografia").

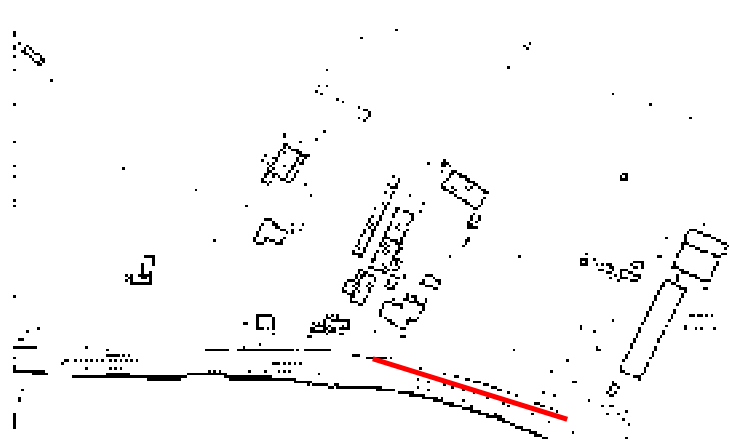
STRATIGRAFIA		N.	10	Litologia
da (m)	0,00	a (m)	18,50	Ghiaia e ciottoli
da (m)	18,50	a (m)	32,00	Ghiaia+ciottoli e sabbia con argilla
da (m)	32,00	a (m)	53,00	Ghiaia e ciottoli

Ad integrazione delle informazioni generali è possibile considerare anche i dati ottenuti da cinque perforazioni eseguite nell'ambito dell'area in esame: si tratta di sondaggi meccanici, eseguiti a coreggio continuo per i primi 5,00 m e in distribuzione di nuclei fino alle profondità pari a 30,00 m, la quale risulta:

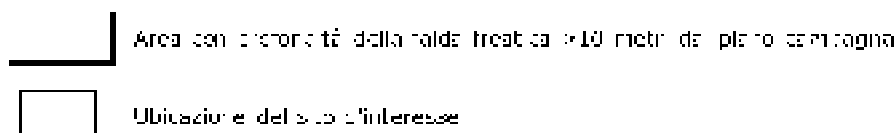
- in tutti i punti indagati (B11-B12-B14-B15) risulta presente, al di sotto di livelli superficiali di terreni di riparto, un basipagliaico-sabbioso siccificabile al tempo nefanto *clastica e sabbia fine-scarsa isolati*;
- solo in (B13) al di sotto del terreno di riparto si percepisce la presenza anche un livello di *Argilla limosa ghiaiosa* per uno spessore di circa 2,50 m.

La possibilità, pertanto, di ritenere che, nell'ambito della porzione della piano alluvionale in esame, preponderanti risultano essere in genere i litotipi a frazione grossolana e subordinati i litotipi a grana fine; insieme ai dati della presenza di ritenere che tale assetto stratigrafico da sottostante sia valida almeno fino a circa 30 m del piano campagna.

Sotto il profilo idrogeologico le informazioni in carattere generale indicano la presenza di una falda di tipo freatico (acquifero anfrillo sciatto) posta a circa 14,00-15,00 m di profondità dal piano campagna e da ritenere essenzialmente alla falda di subsesso del fiume Adige (vedi anche "Carta idrogeologica" allegata al Quadro conoscitivo del P.A.T. del Comune di Verona ripartita di seguito).



PIANO DI ASSETTO DEL TERRITORIO
(COMUNE DI VERONA) Estratto
della "Carta idrogeologica"



In generale l'andamento della falda nella zona di Verona appare influenzato in parte dalle correnti subalvee delle valli lessinee (Valpantena e Squaranto e in parte Progno di Quinzano e Torrente Avesa) e in parte dalla filtrazione proveniente dalle zone apicali della conoide; le correnti lessinee influenzano la sinistra Adige nella porzione nord dell'area urbana manifestando la tendenza a disporre, nelle fasi di maggior apporto, il deflusso lungo direttrici Nord-Sud.

In destra Adige tale effetto appare molto poco pronunciato: le linee di deflusso mantengono una marcata orientazione da NO a SE con un gradiente idraulico che si può valutare attorno allo 0,80 – 1,0‰, (Vedi “Carta idrogeologica” riportata in allegato al testo).

Il regime della falda è contraddistinto da un'unica fase di piena tardo-estiva, normalmente posta nel mese di settembre con frequenti anticipi in agosto e ritardi in ottobre, e da un'unica fase di magra all'inizio della primavera, normalmente posta nel mese di aprile, con frequenti anticipi nel mese di marzo; tale regime è praticamente identico (con uno sfasamento in ritardo di 2 - 3 mesi) a quello del Fiume Adige.

Sotto il profilo idrogeologico le informazioni a carattere generale indicano, dunque, la presenza di una falda freatica la cui superficie piezometrica nell'ambito del sito indagato si pone *periodicamente* a circa **52,50 m s.l.m.** in fase di morbida (piena), pari ad una profondità di circa **-14,50 m dal p.c.** rispetto alla quota media stimata e ricavata dalla Carta Tecnica Regionale, pari a **67,00 m s.l.m.**

Le misure piezometriche effettuate nei cinque piezometri installati nel corso dell'indagine dell'Anno 2013 e recentemente nel mese di Marzo 2016 hanno fornito le seguenti letture:

	PIEZOMETRI					DATA
	PZA	PZB	PZC	PZD	PZE	
MISURA DA P.C. (m)	17,00	17,45	17,85	17,70	16,80	12.02.2013
MISURA DA P.C. (m)	14,00	15,05	14,95	14,70	14,20	09.07.2013
MISURA DA P.C. (m)	\	\	18,80	18,90	17,80	10.03.2016

da cui è possibile ottenere le seguenti valutazioni:

- la quota media del livello della falda è compresa tra circa -14,00 m e -19,00 m dal piano campagna e dipende dall'escursione annua specifica;
- con riferimento alla misura di Luglio 2013 (periodo di massimo innalzamento della falda) la quota della falda si colloca tra -14,00 m e -15,00 m rispetto al piano campagna; questo dato, che espresso in quote assolute corrisponde a 53,00 m s.l.m. e 52,00 m s.l.m., risulta in ottimo accordo con il valore sopra indicato ricavato dalla letteratura (52,50 m s.l.m.) e riferito analogamente ad un periodo di morbida della falda.

Per quanto riguarda la quota massima assoluta del livello della falda, prevista *eccezionalmente* nell'area in esame, la letteratura specifica riporta valori massimi della superficie piezometrica disposti intorno a **56,00 m s.l.m.**, cioè a circa **-11,00 m** dal piano campagna.

E' possibile quindi affermare allo stato delle conoscenze disponibili che:

- nel caso di massimo innalzamento correlato alle periodiche fasi di piena, il livello della falda, si troverà ad almeno **-10,50 m** circa dal piano di fondo scavo del massimo approfondimento previsto dall'intervento in progetto (circa -3,50 m dal piano campagna riferito alla zona del Corpo C);
- in occasione di potenziali innalzamenti eccezionali, il livello della falda si troverà ad almeno -7,50 m dal medesimo piano di fondo scavo riferito al Corpo C.
- pertanto non si ravvisano in ogni caso interazioni tra il livello della falda e gli interventi in progetto.

Per quanto riguarda il deflusso delle acque superficiali il contesto osservato non evidenzia situazioni di scarso drenaggio nel sottosuolo, in virtù della tipologia granulometrica con medio-elevata vocazione alla permeabilità per i litotipi presenti nel sottosuolo. Per la definizione dell'effettivo grado di permeabilità del sottosuolo si rimanda al capitolo successivo.

Con riferimento alle Norme Tecniche Operative (art. 42 – Compatibilità geologica) del Piano degli Interventi del Comune di Verona, l'intervento in progetto si colloca interamente in una zona classificata "Area idonea" (vedi "Estratto del Piano degli Interventi – Carta della Compatibilità Geologica" riportato in allegato).

Con riferimento alle Norme Tecniche Operative (art. 43 – Tutela della Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi) del Piano degli Interventi del Comune di Verona, il sito in esame si colloca nell'ambito dell'Unità A (*Unità delle aree di pianura e di fondovalle*) caratterizzata nel dettaglio da Vulnerabilità intrinseca alta (vedi "Estratto del Piano degli Interventi – Carta della Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi" allegato).

Nel dettaglio del progetto in esame gli interventi in programma che potenzialmente potrebbero interferire con la falda sono rappresentati dalla dispersione delle acque meteoriche provenienti dalle strade e/o parcheggi e dalle superfici coperte e lastricate del futuro complesso immobiliare.

In merito alla dispersione delle acque meteoriche sarà attuata un'idonea rete di raccolta, convogliamento e dispersione nel terreno con un accurato progetto idraulico.

La rete fognaria del futuro complesso sarà convogliata in quella comunale esistente o da realizzare.

3.0 INDAGINE GEOGNOSTICA E MODELLAZIONE GEOLOGICA

Nell'ambito del sito sono disponibili numerosi dati derivanti dalle precedenti campagne d'indagine; pertanto nella presente relazione preliminare si è fatto riferimento a tali informazioni e in aggiunta per ottenere elementi di affinamento e/o d'integrazione, si è reso necessario eseguire alcune nuove indagini localizzate.

3.1 Trincee esplorative

Con l'intento di acquisire informazioni dirette sui litotipi presenti nei primi metri del sottosuolo, sono state utilizzate le informazioni geologiche provenienti da:

- n.15 trincee esplorative eseguite nel 2013 (T2-T3-T6-T11Bis-T12-T13-T14-T15-T16-T17-T18-T19-T20-T21-T22) mediante escavatore meccanico e spinte fino alla profondità massima pari a -3,20 m dal piano campagna;
- n.3 trincee esplorative eseguite nel 2016 (T24-T25-T26) mediante escavatore meccanico e spinte fino alla profondità massima pari a -3,00 m dal piano campagna;

Le trincee sono riportate nella "Planimetria con ubicazione dei punti d'indagine e sezioni geologiche" allegata fuori testo mentre la descrizione stratigrafica degli scavi e la relativa documentazione fotografica sono allegate alla presente relazione.

3.2 Prove di laboratorio

Nel corso delle fasi d'indagine effettuate nell'Anno 2013 sono stati prelevati nell'ambito della zona del Corpo C n.2 campioni rimaneggiati denominati C1 e C2, da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.

Le prove di classificazione granulometrica sono state eseguite dal laboratorio certificato Geodata S.a.s. di Padova (vedi "Certificati delle Prove di laboratorio" riportati in allegato al testo) e hanno definito i seguenti caratteri e parametri significativi:

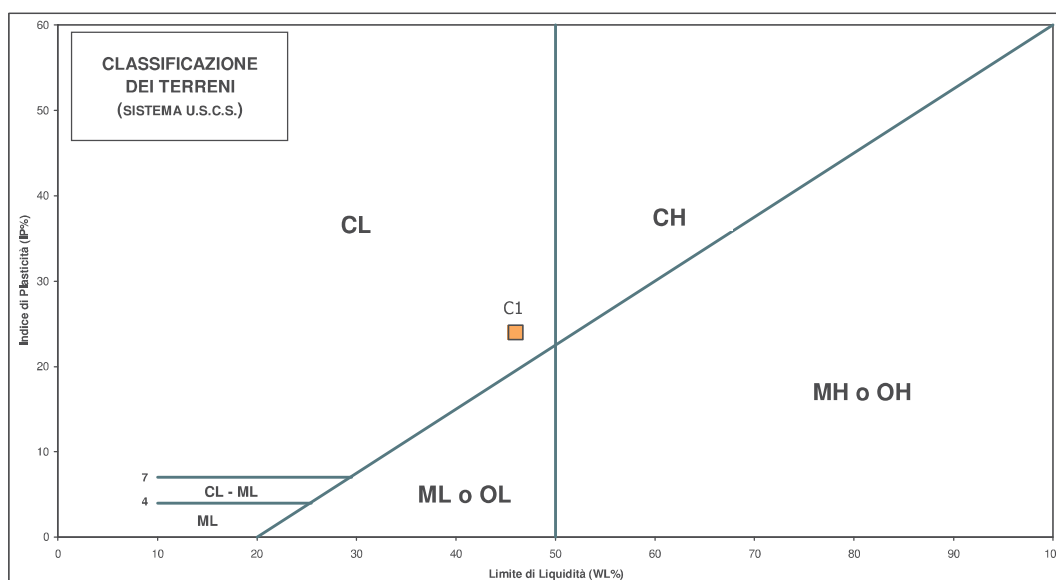
- Composizione granulometrica;
- Peso di Volume;
- Contenuto d'acqua;
- Limiti di Atterberg;
- Prova di permeabilità a carico variabile.

Riepilogando i dati ricavati si è ottenuto:

CAMPIONE	C1	0,60-1,50 m	T21
Pocket Penetrometer	>588 kPa		
Torvane	\		
Composizione granulometrica	% Ghiaia	% Sabbia	% Limo + Argilla
	0,04	22,98	76,98
Classificazione	Argilla debolmente limosa con sabbia		
Limiti di Atterberg	WL	WP	IP
	46%	22%	24%
Contenuto d'acqua (W)	16,2%		
Peso di Volume (γ)	18,84 kN/m ³		
Coeff. di permeabilità (k)(m/s)	4,05E-09		

CAMPIONE	C2	1,40-2,60 m	T22
Pocket Penetrometer	\		
Torvane	\		
Composizione granulometrica	% Ghiaia	% Sabbia	% Limo + Argilla
	0,35	50,31	49,34
Classificazione	Sabbia limosa		
Limiti di Atterberg	WL	WP	IP
	18%	\	\
Contenuto d'acqua (W)	12,8%		
Peso di Volume (γ)	19,64 kN/m ³		
Coeff. di permeabilità (k)(m/s)	1,69E-08		

L'attribuzione del nome primario ai litotipi si basa sulla classificazione (A.G.I. 1977) in relazione alla percentuale prevalente di un componente granulometrico.



Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnorsrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnorsrl.it

In particolare, per classificare la frazione fine di natura argilloso-limosa del campione C1 si è fatto riferimento anche al sistema di classificazione (U.S.C.S.) che si basa sulla carta di plasticità proposta da Casagrande che mette in correlazione il limite liquido (WL) e l'indice di plasticità IP secondo il diagramma sopra riportato.

Per quanto riguarda la classificazione delle frazioni fini secondo il metodo U.S.C.S. il campione C1 è classificabile quindi come (CL) *Argilla con plasticità da media a bassa*.

3.3 Prove di permeabilità in sito

Al fine di valutare la vocazione alla dispersione delle acque meteoriche dei primi metri di sottosuolo sono state eseguite in idonee trincee n.2 prove di permeabilità secondo il seguente schema:

- Prova PP1: prova a carico variabile in trincea di svaso alla profondità di -1,30 m dal piano campagna;
- Prova PP2: prova a carico variabile in trincea di svaso alla profondità di -1,30 m dal piano campagna;

Le prove di permeabilità, realizzate con immissione di acqua e a carico variabile, sono state eseguite sopra falda (*assenza di falda*) previa saturazione del tratto di prova e sono state impostate in corrispondenza della porzione superficiale del litotipo (*Ghiaie e sabbie limose con ciottoli*).

I dati di misura della prova, con le letture degli abbassamenti totali misurati in funzione del tempo trascorso, sono illustrati in allegato al testo ("Prove di permeabilità in sito").

Con l'impiego della formulazione proposta per tale tipo di prova a carico variabile è possibile determinare il valore del coefficiente di permeabilità (k):

$$k = \frac{h_{wi} - h_{wf}}{t_f - t_i}$$

dove:

- | | |
|---------------------|--|
| k | coefficiente di permeabilità (m/s o cm/s); |
| h_{wi} e h_{wf} | altezza del livello dell'acqua rispetto al fondo dello scavo agli istanti t_i iniziale e t_f finale (in cm o m); |
| t_i e t_f | tempi ai quali si misurano h_{wi} e h_{wf} (s). |

Per i tratti sottoposti ad indagine si ricavano dunque i seguenti valori del coefficiente di permeabilità (k):

- Ghiaie e sabbie limose con ciottoli:*

Prova PP1 $k_1 = 1,58 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ($k_1 = 1,58 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$)

Prova PP2 $k_2 = 1,82 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ($k_2 = 1,82 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$)

Per quanto riguarda la permeabilità del terreno indagato, è possibile riferirsi alla tabella sotto illustrata: per il litotipo *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli* si evidenzia un grado di permeabilità medio con drenaggio buono in parte limitato dalla presenza della frazione limosa.

Tabella 1: correlazione permeabilità - granulometria (da Idrogeologia - principi e metodi - Castany 1982)

k (cm/s)		10 ³	10 ²	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
k (m/s)		10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
GRANULOMETRIA	Omogenea	Ghiaia			Sabbia		Sabbia molto fine			Silt		Argilla		
	Varia	Ghiaia grossa e media	Ghiaia e Sabbia			Sabbia e argilla - Limi								
GRADO DI PERMEABILITA'		ELEVATA					BASSA					NULLA		
TIPI DI FORMAZIONI		PERMEABILI					SEMI-PERMEABILI					IMPERMEABILI		
DRENAGGIO		BUONO					POVERO			PRATICAM. IMPERM.				

Infine, si ritiene ragionevole poter attribuire al litotipo *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli* un valore di riferimento del coefficiente di permeabilità pari a:

- Ghiaie e sabbie limose con ciottoli* $k = 1,50 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ($k = 1,50 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$)

3.4 Sondaggi meccanici acquisiti

In occasione delle indagini geognostiche eseguite nel mese di Febbraio 2013 mediante sondaggi meccanici, effettuati a carotaggio continuo per i primi 5,00 m e a distruzione di nucleo fino alla profondità massima indagata pari a 30 m dal p.c., si trova ulteriore conferma dell'assetto stratigrafico per i primi metri di profondità del sottosuolo, laddove risulta:

- in tutti i punti indagati (BH1-BH2-BH4-BH5) risulta presente, al di sotto di lembi superficiali di terreni di riporto, un litotipo ghiaioso-sabbioso ascrivibile al litotipo definito *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli*;
- solo in BH3, al di sotto del terreno di riporto superficiale, è presente anche un livello definito argilla limosa ghiaiosa per uno spessore di circa 2,30 m; in realtà sulla base dell'integrazione realizzata con scavi

geognostici e con analisi geotecniche di laboratorio è stato possibile differenziare la stratigrafia in tale contesto in:

- 0,80 m costituiti da *Argilla limosa*;
- 1,50 m costituiti da *Sabbia limosa*.

Tutti i sondaggi sono stati attrezzati con piezometri in PVC diametro 3" (PZ1-BH1, PZ2-BH2, PZ3-BH3, PZ4-BH4, PZ5-BH5), fino alla profondità di 30,00 m dal piano campagna per la misura periodica del livello della falda.

In aggiunta alle perforazioni sopra descritte è stato acquisito anche un sondaggio (BH1/PZ), eseguito nell'Aprile 2012, la cui stratigrafia evidenzia la presenza del litotipo *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli* al di sotto di un lembo di *Terreno di riporto* di circa 0,40 m e di *Argilla limosa* dello spessore di 0,30 m.

L'ubicazione di tutti i sondaggi meccanici sopra descritti è indicata nella "Planimetria dei punti di indagine e sezioni geologiche" allegata fuori testo, analogamente le stratigrafie sono riportate in allegato alla presente relazione.

3.5 Prove penetrometriche (DPSH) acquisite

Si tratta di n.2 prove penetrometriche dinamiche (DPSH) realizzate nell'Anno 2013.

L'ubicazione delle prove è riportata nella "Planimetria dei punti di indagine e sezioni geologiche"; analogamente le tabelle e i diagrammi relativi ai dati acquisiti durante le prove sono allegati alla presente relazione ("Prove Penetrometriche Dinamiche").

La strumentazione di prova impiegata è rappresentata da un penetrometro dinamico superpesante con maglio da 63 Kg, altezza di caduta libera pari a 75 cm, punta conica da 51 mm di diametro.

La prova viene sviluppata attraverso l'infissione di una punta meccanica, sostenuta da una batteria di aste misurando con continuità il numero dei colpi necessari per la penetrazione.

Le letture sono effettuate ad intervalli di **20 cm** di infissione e permettono la determinazione, per ciascun intervallo, sia del numero di colpi per infissione della punta N_{DP} sia, se utilizzato e consentito dalla natura dei terreni, del numero dei colpi N_{DPR} per l'infissione del rivestimento, che consente un'indicazione di massima sulle litologie attraversate.

Dai valori medi di N_{DP} delle prove penetrometriche, ottenuti eventualmente filtrando prudenzialmente i valori più elevati, si è ricavata la suddivisione stratigrafica riportata di seguito, rappresentata schematicamente da intervalli geotecnici ai quali è stata associata la corrispondente litologia desunta dalle indicazioni fornite dalle trincee esplorative.

DPSH1

PROFONDITA'		N_{DP}	LITOLOGIA	SPESSORE
da (m)	a (m)	valori medi		
0,00	0,60	24	Terreno di riporto	0,60 m
0,60	2,80	50	Ghiaie e sabbie limose con ciottoli	2,20 m

DPSH2

PROFONDITA'		N_{DP}	LITOLOGIA	SPESSORE
da (m)	a (m)	valori medi		
0,00	0,40	27	Terreno di riporto	0,40 m
0,40	1,00	7	Argille limose	0,60 m
1,00	2,40	22	Sabbie limose	1,40 m
2,40	2,80	64	Ghiaie e sabbie limose con ciottoli	0,40 m

Le correlazioni empiriche esistenti in letteratura tra i risultati di una prova penetrometrica dinamica e i principali parametri geotecnici dei litotipi fanno riferimento essenzialmente alle prove S.P.T./S.C.P.T. (Standard Penetration Test) e prevedono l'applicazione di una correzione ai valori (N_{DP}) ottenuti dalle prove penetrometriche.

La correzione viene fatta in ragione delle differenti modalità esecutive che caratterizzano le due metodologie d'indagine, che comportano energie di infissione differenti, e secondo alcuni autori è proposta attraverso il seguente fattore correttivo:

$$K = (M1 H1 P1 Ap1) / (M2 H2 P2 Ap2)$$

dove:

M1 = peso del maglio (S.P.T.)

H1 = altezza di caduta del maglio (S.P.T.)

P1 = passo di lettura (S.P.T.)

Ap1 = area della punta (S.P.T.)

M2 = peso del maglio (D.P.)

H2 = altezza di caduta del maglio (D.P.)

P2 = passo di lettura (D.P.)

Ap2 = area della punta (D.P.)

Si prevede quindi la trasformazione dei valori di N_{DP} (Numero di colpi di punta della prova penetrometrica DPSH) in N_{SPT} (Numero di colpi della prova penetrometrica standard) confrontabili attraverso la seguente relazione:

$$N_{SPT} = K1 N_{DP}$$

Nel caso specifico del tipo di prova penetrometrica eseguita (simile alla prova SPT in foro ma con passo di lettura pari a 20 cm anziché 30cm) il valore di $K1$ risulta pari a $K1 = 1,50$ da cui:

$$N_{SPT} = 1,50 N_{DP}$$

Inoltre per essere assimilabile alla prova SPT la prova penetrometrica dinamica dovrebbe essere eseguita in condizioni di assenza di attrito lungo le aste (presenza di rivestimento o circolazione di fango); nel caso specifico, pur non avendo utilizzato il rivestimento, si ritiene che alle profondità indagate (max 3,00 m) l'effetto dell'attrito lungo le aste sia trascurabile e pertanto non si apportano ulteriori correzioni alle letture acquisite.

Si determinano, quindi, per le prove i seguenti schemi per i tratti *omogenei* individuati:

DPSH1

PROFONDITA'		N_{DP}	N_{SPT}	LITOLOGIA
da (m)	a (m)	valori medi	valori medi	
0,00	0,60	24	36	Terreno di riporto
0,60	2,80	50	74	Ghiaie e sabbie limose con ciottoli

DPSH2

PROFONDITA'		N_{DP}	N_{SPT}	LITOLOGIA
da (m)	a (m)	valori medi	valori medi	
0,00	0,40	27	40	Terreno di riporto
0,40	1,00	7	11	Argille limose
1,00	2,40	22	32	Sabbie limose
2,40	2,80	64	96	Ghiaie e sabbie limose con ciottoli

La caratterizzazione sotto il profilo geotecnico-comportamentale dei litotipi presenti nell'immediato sottosuolo dell'area d'indagine si è sviluppata a partire dai dati forniti in termini di N_{SPT} dalle prove penetrometriche dinamiche.

Il numero dei colpi (N_{SPT}) consente una valutazione dell'angolo di attrito (ϕ) dei litotipi incoerenti e una stima di larga massima della coesione (c_u) dei litotipi coesivi; i dati ottenuti devono, tuttavia, essere affinati mediante la *normalizzazione* dei risultati della prova a seguito dell'introduzione di fattori correttivi che tengono conto: della pressione del terreno sovrastante, del dispositivo di prova, della lunghezza delle aste e del diametro del foro.

Questi elementi concorrono a determinare il valore dell'effettiva energia trasmessa dal maglio al campionatore/punta e, pertanto, l'esito della prova stessa.

Adottando un rapporto energetico di prova cautelativamente pari al 60% e sviluppando quanto previsto per la normalizzazione ad un valore di rapporto energetico pari al 60%, ne derivano i seguenti valori di $N'_{(60)}$:

$$N'_{(60)} = C_N \times \lambda_1 \times \lambda_2 \times \lambda_3 \times \lambda_4 \times N_{SPT}$$

dove:

- C_N è un coefficiente che tiene conto della profondità di prova in termini di pressione litostatica; il coefficiente usato è pari a $C_N = (p_a/\sigma'_v)^{0,5}$ dove p_a è la pressione atmosferica (100 KPa) e σ'_v è la pressione verticale efficace;
- λ_1 è un fattore correttivo legato al tipo di maglio, al metodo di prova e al rapporto energetico corrispondente;
- λ_2 è un fattore correttivo che tiene conto della lunghezza delle aste;
- λ_3 è un fattore correttivo che considera il tipo di punta/campionatore;
- λ_4 è un fattore correttivo che considera il diametro del foro.

e, pertanto, con riferimento alle prove precedentemente descritte, ne deriva:

PROVA	TRATTO		LITOLOGIA	N _{SPT}	N' ₍₆₀₎
	INDAGATO(m)				
DPSH1	0,00	0,60	Terreno di riporto	36	30
DPSH1	0,60	2,80	Ghiaie e sabbie limose con ciottoli	74	60
DPSH2	0,00	0,40	Terreno di riporto	40	27
DPSH2	0,40	1,00	Argille limose	11	9
DPSH2	1,00	2,40	Sabbie limose	32	27
DPSH2	2,40	2,80	Ghiaie e sabbie limose con ciottoli	96	70

Per i litotipi considerati si può quindi riassumere:

- *Terreno di riporto:* $N'_{(60)} = 27-30$
- *Argille limose:* $N'_{(60)} = 9$
- *Sabbie limose:* $N'_{(60)} = 27$
- *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli:* $N'_{(60)} = 60-70$

3.6 Modello geologico

Con riferimento alle “Sezioni geologiche” riportate in allegato fuori testo il quadro geologico-stratigrafico dell'area in esame, che schematicamente si evince dalle indagini acquisite e realizzate, è il seguente:

Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnorsrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnorsrl.it

Corpi A e B

- A partire dal piano campagna è stata riscontrata la presenza di litotipi di riporto e/o rimaneggiati (*Terreno di riporto*) per uno spessore variabile da 0,30 a 1,00 m; si tratta di un insieme di litotipi, prevalentemente incoerenti granulari, associati alla realizzazione delle preesistenti attività antropiche (per esempio sottofondi di pavimentazioni dei capannoni oppure sottofondi stradali ecc.);
- al di sotto del *Terreno di riporto* in gran parte delle zone in argomento è presente un litotipo naturale definito *Terreno di alterazione superficiale*: granulometricamente si tratta di un'argilla da limosa a debolmente limosa, di colore bruno, con sabbia e riconducibile a fenomeni di alterazione superficiale; lo spessore del litotipo laddove presente è compreso tra 0,40-0,90 m;
- inferiormente ai precedenti litotipi è stata riscontrata la presenza di un litotipo di natura ghiaioso-sabbiosa (*Ghiaie e sabbie limose con ciottoli*); è un litotipo costituito da prevalenti ghiaie poligeniche eterometriche (diametro circa pari 0,50-5,00 cm) con sabbie abbondanti in percentuale variabile e con variabile frazione fine di natura limosa. Gli elementi granulari possiedono discreto grado di arrotondamento mentre l'addensamento del litotipo appare medio-elevato. Lo spessore accertato del deposito ne evidenzia la presenza fino a 15,00 m dal piano campagna. Ulteriori valutazioni su stratigrafie profonde (cfr stratigrafia n.10) consentono di ritenere certa la presenza dei litotipi ghiaiosi-sabbiosi in continuità almeno fino a circa 30-50,00 m di profondità dal piano campagna.

Corpo C

- A partire dal piano campagna è stata riscontrata la presenza di un litotipo di riporto e/o rimaneggiato (*Terreno di riporto*) per uno spessore variabile da 0,30 a 0,70 m; si tratta di un insieme di litotipi, prevalentemente incoerenti granulari, associati alla realizzazione delle preesistenti attività antropiche (per esempio sottofondi di pavimentazioni dei capannoni oppure sottofondi di piazzali di deposito);
- al di sotto del *Terreno di riporto* è presente un litotipo naturale definito *Terreno di alterazione superficiale*: granulometricamente si tratta di un'argilla da limosa a debolmente limosa, di colore bruno, con sabbia e riconducibile a fenomeni di alterazione superficiale; lo spessore del litotipo è compreso tra 0,30-1,10 m;
- al di sotto del *Terreno di alterazione superficiale* è stato rinvenuto un litotipo naturale sabbioso (*Sabbie limose*) con livelli di limo sabbioso; tale deposito si estende nell'area centrale ed occidentale del Corpo C con maggiore sviluppo nella zona settentrionale della sagoma del previsto insediamento. Lo spessore del litotipo è pari a circa 0,80-1,50 m ma potrebbe essere leggermente maggiore nella zona occidentale del Corpo C laddove non è stato possibile effettuare uno scavo di controllo.

La presenza di un livello sabbioso localizzato solamente a tale ambito dell'intera area sottoposta ad indagine potrebbe essere messa ipoteticamente in relazione con l'esistenza in passato (epoca würmiana) di canali di deflusso fluviale abbandonati (vedi la "Carta geomorfologica" riportata in allegato).

- inferiormente ai precedenti litotipi è stata riscontrata la presenza di un litotipo di natura ghiaioso-sabbiosa (*Ghiaie e sabbie limose con ciottoli*) analogo a quello descritto in precedenza.

4.0 PARAMETRIZZAZIONE DEI LITOTIPI – MODELLAZIONE GEOTECNICA

Di seguito si procederà alla caratterizzazione sotto il profilo geotecnico-comportamentale dei litotipi presenti nell'area d'indagine e che costituiscono il sottosuolo del sito in cui troveranno sede i manufatti in previsione di realizzazione.

Per definire i principali parametri geotecnici dei litotipi si è fatto riferimento agli esiti delle prove penetrometriche e pari a:

- *Terreno di riporto:* $N'_{(60)} = 27-30$
- *Argille limose:* $N'_{(60)} = 9$
- *Sabbie limose:* $N'_{(60)} = 27$
- *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli:* $N'_{(60)} = 60-70$

Per la determinazione dell'angolo di attrito interno (ϕ) dei litotipi incoerenti dalle prove S.P.T. sono state utilizzate le seguenti formule:

$$\begin{aligned}\phi &= 27 + (0,3 \times N'_{(60)}) && \text{("Japanese National Railway")} \text{ (sabbie medio grosse fino a ghiaiose)} \\ \phi &= 15 + (15 \times N'_{(60)})^{1/2} && \text{("Road Bridge Specification")} \text{ (sabbie fini o limose)}\end{aligned}$$

I valori che si ottengono per le prove in argomento sono:

- *Terreno di riporto:* $\phi = 34^\circ-37^\circ$
- *Sabbie limose:* $\phi = 34^\circ$
- *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli:* $\phi = 45^\circ-47^\circ$

D'altra parte, tenuto conto della presenza di frazioni a granulometria grossolana rappresentate da ciottoli eterometrici, in grado di condizionare in qualche misura, sovrastimandolo, il numero dei colpi ottenuti dalle prove S.P.T., è stata valutata in prima analisi per il litotipo ghiaioso la seguente parametrizzazione ridotta in termini di angolo d'attrito:

- *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli:* $\phi = 36^\circ-37^\circ$

Per la determinazione della coesione (c_u) dei litotipi prevalentemente coesivi dalle prove S.P.T. è possibile utilizzare indicativamente la formula proposta da Sanglerà (per argille limoso-sabbiose di bassa plasticità):

$$c_u = 0,067 \times N'_{(60)}$$

Il valore che si ottiene per il litotipo individuato evidenza:

Argille limose: $c_u = 0,63 \text{ Kg/cm}^2$

I valori dei Moduli elastici dei litotipi incoerenti a partire dalle prove SPT sono stati determinati con approccio cautelativo con la relazione di D'apollonia e altri (per sabbie e ghiaie) $E_y \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 191 + (7,71 \times N'_{60})$ e di Schmertmann $E_y \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 2 \times B \times N'_{60}$ con $B=4$ (per sabbie fini).

Sabbie limose: $E_y = 215 \text{ Kg/cm}^2$

Terreno di riporto: $E_y = 425-450 \text{ Kg/cm}^2$

Ghiaie e sabbie limose con ciottoli: $E_y = 650-730 \text{ Kg/cm}^2$

Per valutare le caratteristiche di deformabilità del litotipo (*Argille limose*) si è fatto riferimento ai valori ricavati dalle prove SPT - $N'_{(60)}$ in termini di valore del Modulo edometrico (Ed).

Il valore del Modulo edometrico è stato determinato con la relazione di Stroud e Butler $E_d \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = \alpha \times N'_{60}$ con il coefficiente α variabile in funzione della natura del litotipo argilloso-limoso (nel nostro caso considerato di bassa plasticità).

Argille limose: $E_d = 55 \text{ Kg/cm}^2$

4.1 Modello geotecnico

Con l'intento di riassumere schematicamente i risultati ottenuti sotto il profilo geotecnico, si riporta di seguito la tabella riepilogativa riguardante l'assetto del sottosuolo ripartito in livelli interpretativi con evidenziati i *Valori nominali* dei parametri geotecnici (Resistenza al taglio e Deformabilità).

			VALORI NOMINALI					
STRATIGRAFIA (da p.c. attuale)			RESISTENZA AL TAGLIO				DEFORMABILITA'	
LITOTIPO	Comportamento	Spessore (m)	$\phi' \text{ }^\circ$	c (Kg/cm ²)	γ_{nat} (g/cm ³)	γ_{sat} (g/cm ³)	E (Kg/cm ²)	Ed (Kg/cm ²)
Terreno di riporto	incoerente	variabile	34-37	0,00	1,80		425-450	
Argille limose	coesivo	variabile	0	0,63	1,90			55
Sabbie limose	incoerente	variabile	34	0,10	1,95		215	
Ghiaie e sabbie limose con ciottoli	incoerente	variabile	36-37	0,05-0,10	2,00		650-730	

- (ϕ') = angolo di attrito;

Via L. Pancaldo, 70 - 37138 Verona

Tel. 045-8104077

web: www.ingegnorsrl.it e-mail: nuoviorizzonti@ingegnorsrl.it

- (c') = coesione efficace; (c_u) = coesione non drenata
- (γ_{nat}) = peso di volume naturale; (γ_{sat}) = peso di volume saturo;
- (E) = modulo elastico; (E_d) = modulo edometrico.

4.2 Valori caratteristici

E' possibile inoltre definire per i litotipi presenti nel sottosuolo del sito d'interesse il seguente prospetto in termini di parametri geotecnici caratteristici proposti, con riferimento al D.M. 14.01.2008, laddove i valori caratteristici dei parametri geotecnici devono essere assunti mediante una stima cautelativa del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato.

			VALORI CARATTERISTICI					
STRATIGRAFIA (da p.c. attuale)			RESISTENZA AL TAGLIO				DEFORMABILITA'	
LITOTIPO	Comportamento	Spessore medio (m)	ϕ_k°	c_k (Kg/cm ²)	γ_{natk} (g/cm ³)	γ_{satk} (g/cm ³)	E_k (Kg/cm ²)	E_{dk} (Kg/cm ²)
Terreno di riporto	incoerente	variabile	32	0,00	1,80		250	
Argille limose	coesivo	variabile	0	0,40	1,90			30
Sabbie limose	incoerente	variabile	33	0,05	1,95		150	
Ghiaie e sabbie limose con ciottoli	incoerente	variabile	36	0,05	2,00		600	

5.0 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base delle informazioni acquisite e ricavate nel corso della campagna d'indagine geognostica effettuata, si possono riassumere le seguenti considerazioni in merito alle tematiche relative all'intervento in progetto:

- Con riferimento alle “Sezioni geologiche” riportate in allegato, il modello geologico-stratigrafico che si ricava per l'area in esame è il seguente:

Corpi A e B

- a partire dal piano campagna è stata riscontrata la presenza di litotipi di riporto e/o rimaneggiati (*Terreno di riporto*) per uno spessore variabile da 0,30 a 1,00 m; si tratta di un insieme di litotipi, prevalentemente incoerenti granulari, associati alla realizzazione delle preesistenti attività antropiche (per esempio sottofondi di pavimentazioni dei capannoni oppure sottofondi stradali ecc.);
- al di sotto del *Terreno di riporto* in gran parte delle zone in argomento è presente un litotipo naturale definito *Terreno di alterazione superficiale*: granulometricamente si tratta di un'argilla da limosa a debolmente limosa, di colore bruno, con sabbia e riconducibile a fenomeni di alterazione superficiale; lo spessore del litotipo laddove presente è compreso tra 0,40-0,90 m;
- inferiormente ai precedenti litotipi è stata riscontrata la presenza di un litotipo di natura ghiaioso-sabbiosa (*Ghiaie e sabbie limose con ciottoli*); è un litotipo costituito da prevalenti ghiaie poligeniche eterometriche (diametro circa pari 0,50-5,00 cm) con sabbie abbondanti in percentuale variabile e con variabile frazione fine di natura limosa. Gli elementi granulari possiedono discreto grado di arrotondamento mentre l'addensamento del litotipo appare medio-elevato. Lo spessore accertato del deposito ne evidenzia la presenza fino a 15,00 m dal piano campagna. Ulteriori valutazioni su stratigrafie profonde (cfr stratigrafia n.10) consentono di ritenere certa la presenza dei litotipi ghiaiosi-sabbiosi in continuità almeno fino a circa 30-50,00 m di profondità dal piano campagna.

Corpo C

- a partire dal piano campagna è stata riscontrata la presenza di un litotipo di riporto e/o rimaneggiato (*Terreno di riporto*) per uno spessore variabile da 0,30 a 0,70 m; si tratta di un insieme di litotipi, prevalentemente incoerenti granulari, associati alla realizzazione delle preesistenti attività antropiche (per esempio sottofondi di pavimentazioni dei capannoni oppure sottofondi di piazzali di deposito);
- al di sotto del *Terreno di riporto* è presente un litotipo naturale definito *Terreno di alterazione superficiale*: granulometricamente si tratta di un'argilla da limosa a debolmente limosa, di colore bruno, con sabbia e riconducibile a fenomeni di alterazione superficiale; lo spessore del litotipo è compreso tra 0,30-1,10 m;

- al di sotto del *Terreno di alterazione superficiale* è stato rinvenuto un litotipo naturale sabbioso (*Sabbie limose*) con livelli di limo sabbioso; tale deposito si estende nell'area centrale ed occidentale del Corpo C con maggiore sviluppo nella zona settentrionale della sagoma del previsto insediamento. Lo spessore del litotipo è pari a circa 0,80-1,50 m ma potrebbe essere leggermente maggiore nella zona occidentale del Corpo C laddove non è stato possibile effettuare uno scavo di controllo.

La presenza di un livello sabbioso localizzato solamente a tale ambito dell'intera area sottoposta ad indagine potrebbe essere messa ipoteticamente in relazione con l'esistenza in passato (epoca würmiana) di canali di deflusso fluviale abbandonati (vedi la "Carta geomorfologica" riportata in allegato).

- inferiormente ai precedenti litotipi è stata riscontrata la presenza di un litotipo di natura ghiaioso-sabbiosa (*Ghiaie e sabbie limose con ciottoli*) analogo a quello descritto in precedenza.

- Sotto il profilo idrogeologico le informazioni a carattere generale indicano, dunque, la presenza di una falda freatica la cui superficie piezometrica nell'ambito del sito indagato si pone *periodicamente* a circa **52,50 m s.l.m.** in fase di morbida (piena), pari ad una profondità di circa **-14,50 m dal p.c.** rispetto alla quota media stimata e ricavata dalla Carta Tecnica Regionale, pari a **67,00 m s.l.m.**

Le misure piezometriche effettuate nei cinque piezometri installati nel corso dell'indagine dell'Anno 2013 hanno fornito le seguenti indicazioni:

	PIEZOMETRI					DATA
	PZA	PZB	PZC	PZD	PZE	
MISURA DA P.C. (m)	17,00	17,45	17,85	17,70	16,80	12.02.2013
MISURA DA P.C. (m)	14,00	15,05	14,95	14,70	14,20	09.07.2013
MISURA DA P.C. (m)	\	\	18,80	18,90	17,80	10.03.2016

da cui è possibile ottenere le seguenti valutazioni:

- la quota media del livello della falda è compresa tra circa -14,00 m e -19,00 m dal piano campagna e dipende peraltro dall'escursione annua specifica;

- con riferimento alla misura di Luglio 2013 (periodo di massimo innalzamento della falda) la quota della falda si colloca tra -14,00 m e -15,00 m rispetto al piano campagna; questo dato, che espresso in quote assolute corrisponde a 53,00 m s.l.m. e 52,00 m s.l.m., risulta in ottimo accordo con il valore sopra indicato ricavato dalla letteratura (52,50 m s.l.m.) e riferito analogamente ad un periodo di morbida della falda.

Per quanto riguarda la quota massima assoluta del livello della falda, prevista *eccezionalmente* nell'area in esame, la letteratura specifica riporta valori massimi della superficie piezometrica disposti intorno a **56,00 m s.l.m.**, cioè a circa **-11,00 m** dal piano campagna.

E' possibile quindi affermare allo stato delle conoscenze disponibili che:

- nel caso di massimo innalzamento correlato alle periodiche fasi di piena, il livello della falda, si troverà ad almeno **-10,50 m** circa dal piano di fondo scavo del massimo approfondimento previsto dall'intervento in progetto (circa -3,50 m dal piano campagna riferito alla zona del Corpo C);
 - in occasione di potenziali innalzamenti eccezionali, il livello della falda si troverà ad almeno -7,50 m dal medesimo piano di fondo scavo riferito al Corpo C.
 - pertanto non si ravvisano in ogni caso interazioni tra il livello della falda e gli interventi in progetto.
- Per quanto riguarda il deflusso delle acque superficiali e l'eventuale dispersione delle acque meteoriche nell'immediato sottosuolo, il contesto generale osservato non evidenzia potenziali situazioni di drenaggio difficoltoso, in virtù della tipologia granulometrica con media vocazione alla permeabilità riscontrata per il litotipo *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli* che evidenzia un grado di permeabilità medio con drenaggio buono in parte limitato dalla presenza della frazione limosa.
Si ritiene di poter attribuire al litotipo *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli* un valore di riferimento del coefficiente di permeabilità pari a: $k = 1,50 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ ($k = 1,50 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$)
Differente situazione deve essere segnalata per l'area del Corpo C laddove con ampia estensione trovano sede i depositi definiti *Argille limose* e *Sabbie limose*; i valori di permeabilità ricavati da prove di laboratorio per tali litotipi indicano una sostanziale impermeabilità di tali terreni.
Pertanto, nell'ambito del Corpo C, ogni eventuale ipotesi di dispersione di acque meteoriche nel sottosuolo deve prevederne l'attuazione solamente all'interno del sottostante litotipo *Ghiaie e sabbie limose con ciottoli*.
 - Con riferimento alle Norme Tecniche Operative (art. 42 – Compatibilità geologica) del Piano degli Interventi del Comune di Verona, l'intervento in progetto si colloca interamente in una zona classificata "Area idonea" (vedi "Estratto del Piano degli Interventi – Carta della Compatibilità Geologica" riportato in allegato).
Con riferimento alle Norme Tecniche Operative (art. 43 – Tutela della Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi) del Piano degli Interventi del Comune di Verona, il sito in esame si colloca nell'ambito dell'Unità A (Unità delle aree di pianura e di fondovalle) caratterizzata nel dettaglio da Vulnerabilità intrinseca alta (vedi "Estratto del Piano degli Interventi – Carta della Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi" riportato in allegato).
Nel dettaglio del progetto in esame gli interventi in programma che potenzialmente potrebbero interferire con la falda sono rappresentati dalla dispersione delle acque meteoriche provenienti dalle strade e/o parcheggi e dalle superfici coperte e lastricate del futuro complesso immobiliare.
In merito alla dispersione delle acque meteoriche sarà attuata un'idonea rete di raccolta, convogliamento e dispersione nel terreno con un accurato progetto idraulico.
La rete fognaria del futuro complesso sarà convogliata in quella comunale esistente o da realizzare.

A tale riguardo dall'esame degli interventi previsti e dalla valutazione della profondità della falda non risultano elementi di contrasto con le direttive del piano e pertanto le opere in progetto risultano compatibili con il Piano degli Interventi comunale.

- Nel corso dei rilievi e delle indagini effettuate e/o acquisite non si sono individuate nell'area in esame situazioni di instabilità in atto né latenti che possano rispettivamente venire amplificate od innescate dalla realizzazione delle opere programmate, se quest'ultime saranno realizzate tenendo conto dei contenuti della presente relazione geologica e geotecnica.

In ogni caso in sede di stesura del progetto architettonico definitivo sarà necessario effettuare un approfondimento delle tematiche relative alla classificazione sismica del sito con riferimento alle opere in progetto, alla determinazione della capacità portante delle fondazioni e ai relativi cedimenti, all'analisi della geometria delle scarpate di scavo e alla gestione delle acque meteoriche provenienti dagli insediamenti in programma.

Dott. Ing. Paolo Crescini

Dott. Geol. Andrea Sterchele

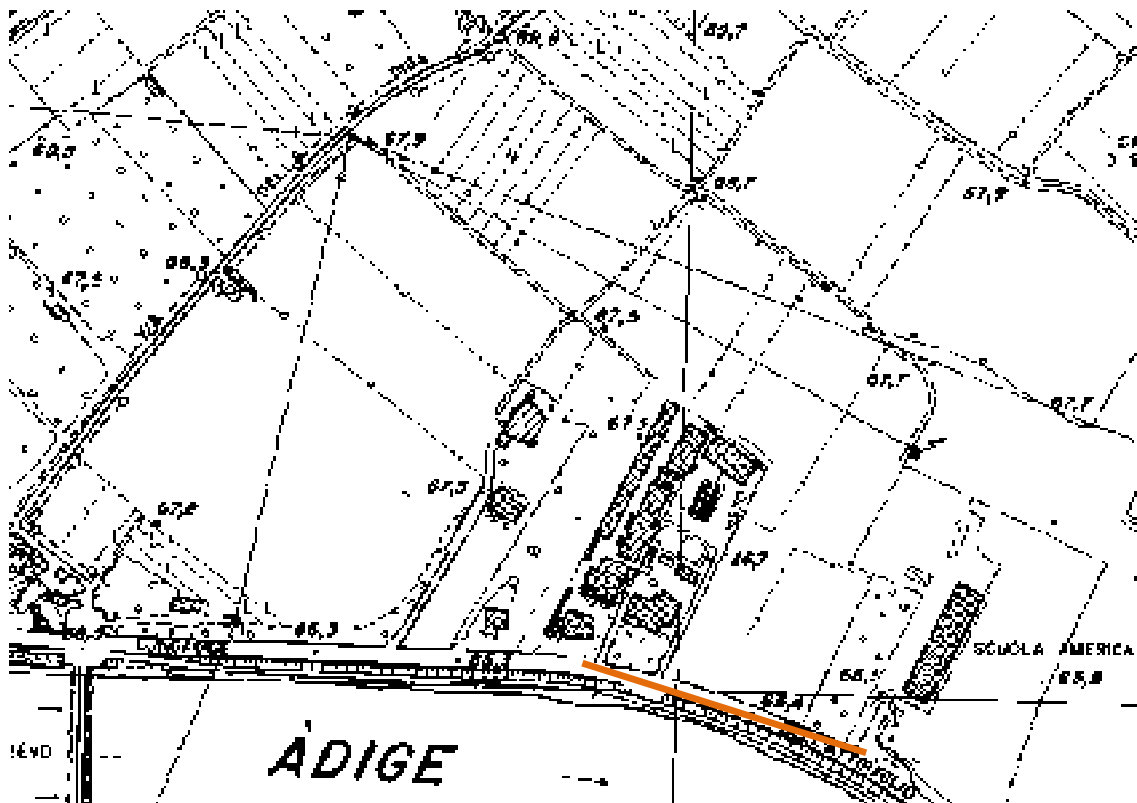
ALLEGATI

- Allegato N.1 COROGRAFIA (Scala 1:5.000)
- Allegato N.2 CARTA GEOLOGICA DELL'AREA (Scala 1:15.000)
- Allegato N.3 CARTA GEOMORFOLOGICA DELL'AREA (non in scala)
- Allegato N.4 CARTA IDROGEOLOGICA (Scala 1:30.000)
- Allegato N.5 P.A.T. COMUNE DI VERONA - CARTA DELLA COMPATIBILITA'
GEOLOGICA (non in scala)
- Allegato N.6 P.A.T. COMUNE DI VERONA - CARTA DELLA VULNERABILITA'
INTRINSECA DEGLI ACQUIFERI (non in scala)
- Allegato N.7 STRATIGRAFIE DELLE TRINCEE ESPLORATIVE E RELATIVA
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
- Allegato N.8 CERTIFICATI DELLE PROVE DI LABORATORIO
- Allegato N.9 PROVE DI PERMEABILITA' IN SITO
- Allegato N.10 STRATIGRAFIE DEI SONDAGGI MECCANICI
- Allegato N.11 PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

COROGRAFIA

C.T.R. ELEMENTO "CHIEVO" - n.123123

SCALA 1:5.000



Area interessata dall'intervento

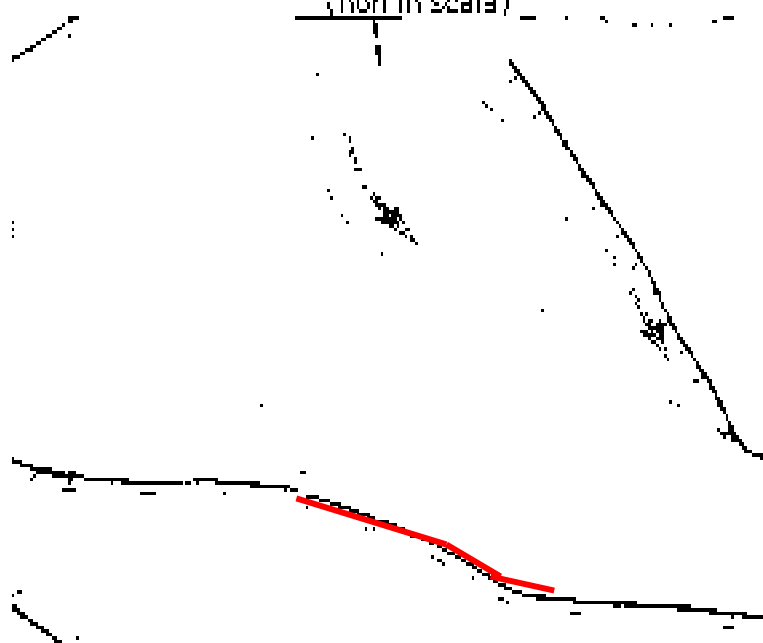


CARTA GEOMORFOLOGICA DELL'AREA

Stralcio della "CARTA DI MORTOCONSERVAZIONI
A INDIRIZZO GEOTECNICO DEL TERRITORIO DEL COMUNE DI VERONA"

Valerio Spagna - 1977

(non in scala)



LEGENDA



tracce di divergenze fluviale abbandonate



direzioni di deflusso sotterraneo più o meno certe



AREA DI INVESTIGAZIONE (CANTIERE DI LAVORO)
VERONA - VERONA



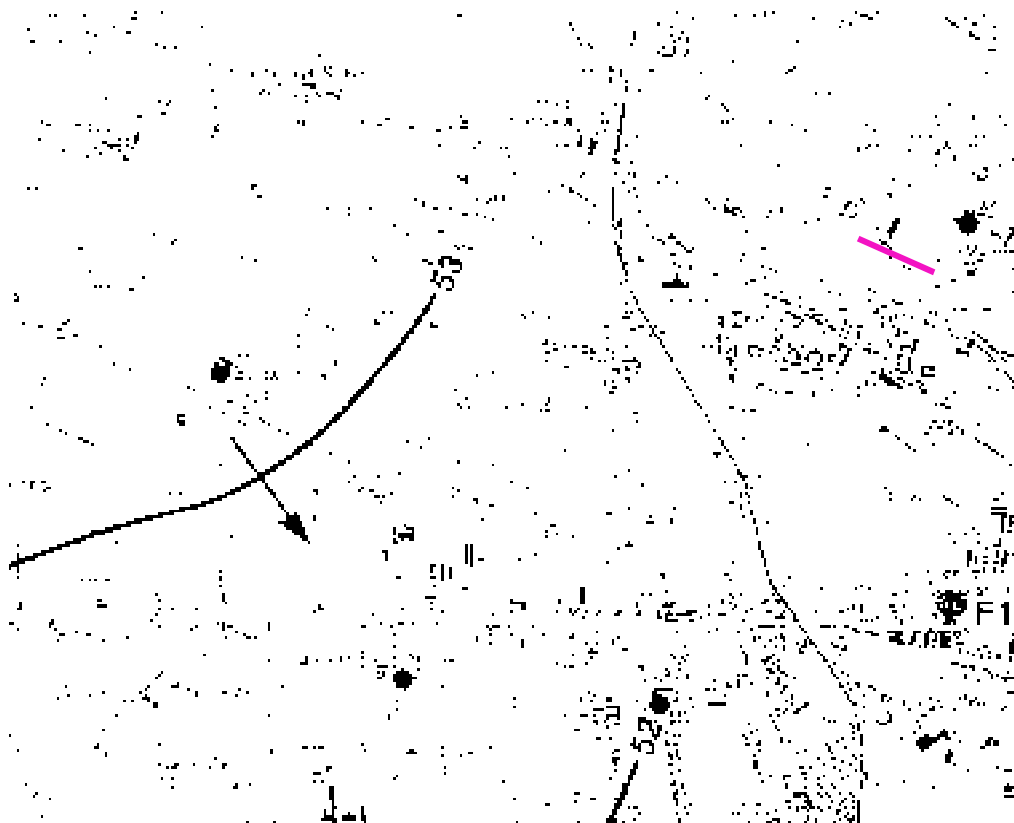
Ubicazione di sito d'interesse

CARTA IDROGEOLOGICA DELL'ALTA PIANURA DELL'ADIGE

(A. DAL PRA', P. DE ROSSI)

(Rilievi freatimetrici del Agosto-Settembre 1986 - Fase di piena)

SCALA 1:30.000



LEGENDA

 Direzione del deflusso sotterraneo
Isofreatica con quota s.l.m.

 45.8 Pozzo con quota freatica

 F2 Pozzo in osservazione periodica

 Area interessata dal progetto

PIANO DEGLI INTERVENTI (COMUNE DI VERONA)

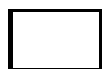
Estratto della "Carta della compatibilità geologica" - ART.42 N.T.O.



A - AREA IDONEA



C - AREA NON IDONEA



Ubicazione del sito d'interesse

PIANO DEGLI INTERVENTI (COMUNE DI VERONA)



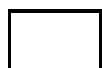
Estratto della "Carta della Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi" - ART.43 N.T.O.



Tutela della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi
Unità delle aree di pianura e di fondovalle
Unità E: Vulnerabilità intrinseca elevata



Tutela della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi
Unità delle aree di pianura e di fondovalle
Unità A: Vulnerabilità intrinseca alta



Ubicazione del sito d'interesse

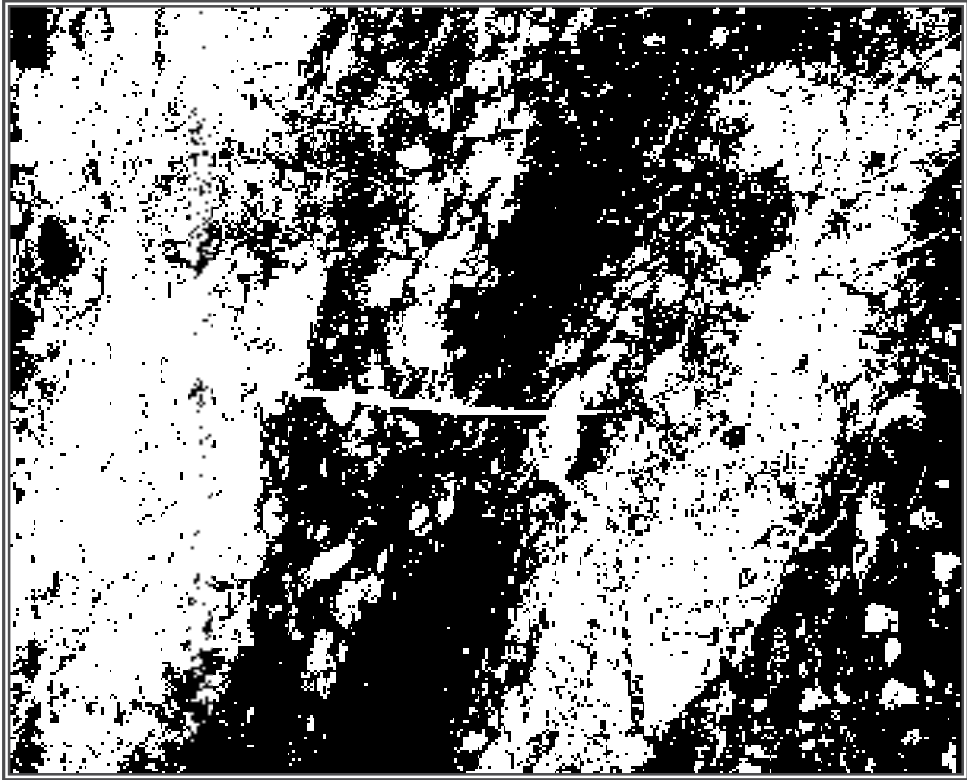
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Febbraio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA		T 2		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,30	-0,30		Terreno di riporto eterogeneo costituito da ghiaie e sabbie in frazione limo-argillosa abbondante	
		0,30		
				
-1,10	-1,10		Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	FONDO SCAVO
				
				
				
		0,80		
				
				
				
				



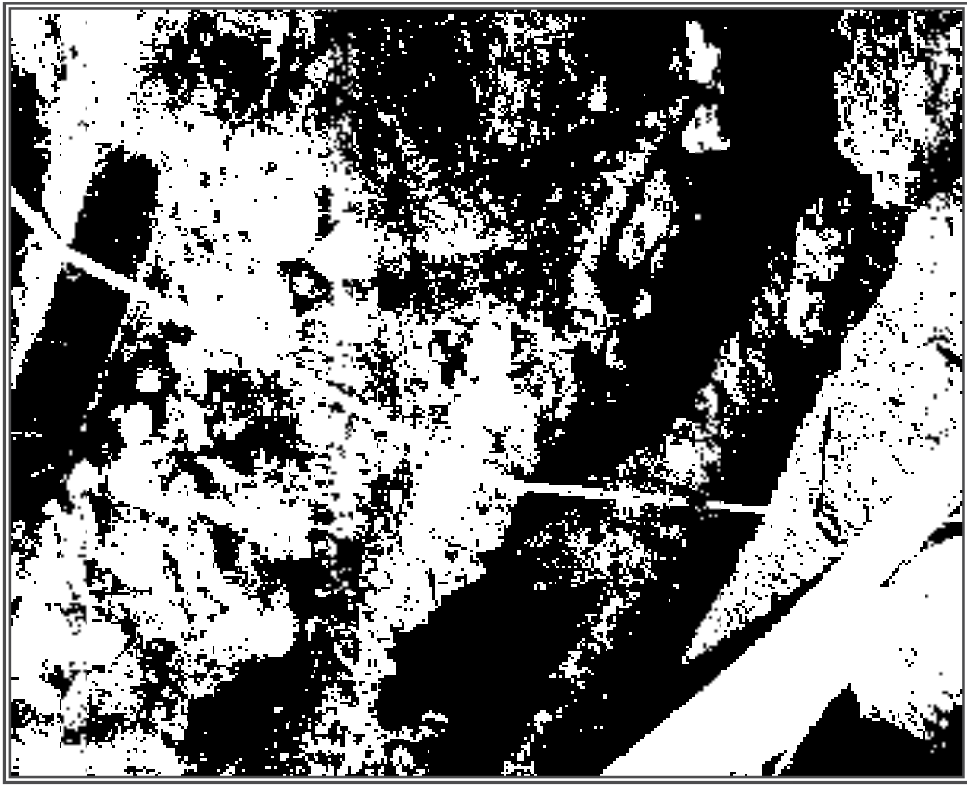
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Febbraio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA		T 3		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,30	-0,30	0,30	Terreno di riporto incoerente ghiaioso-sabbioso con qualche frammento di laterizi	
-0,80	-0,80	0,50	Terreno di alterazione superficiale costituito da limo sabbioso in parte argilloso di colore nocciola nella porzione inferiore	
-1,20	-1,20	0,40	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	
			FONDO SCAVO	



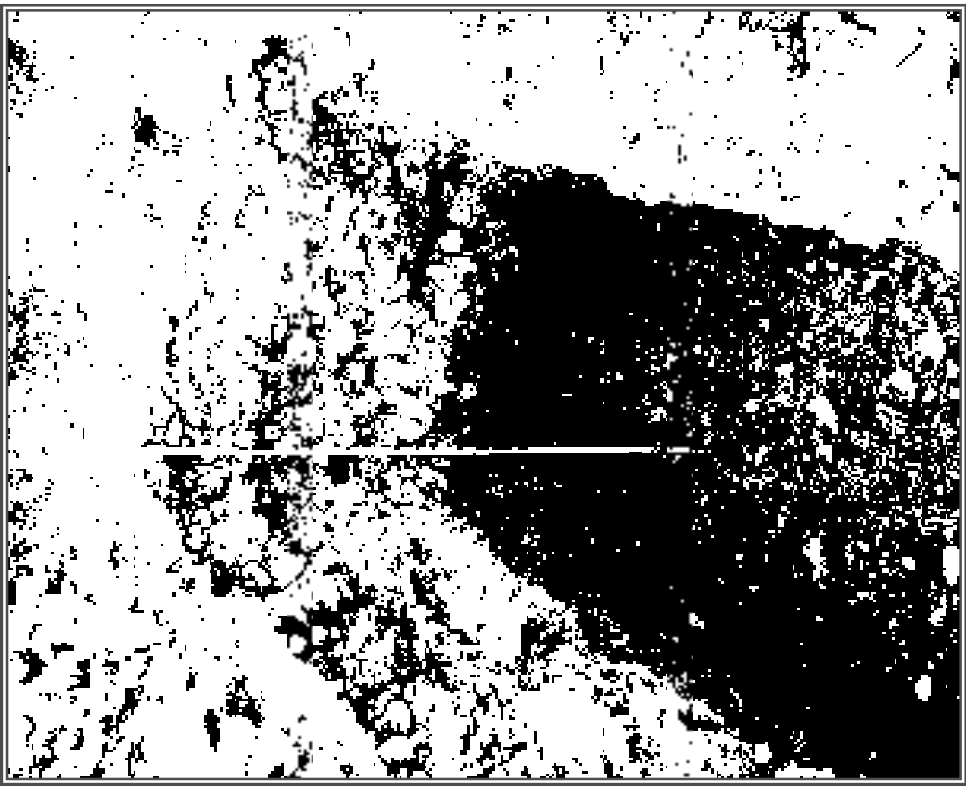
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Febbraio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA			T6	
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,10	-0,10	0,10	Pavimentazione cls	
-0,70	-0,70	0,60	Magrone sottostante la pavimentazione	
-1,80	-1,80	1,10	Terreno di alterazione superficiale costituito da argilla limosa di colore bruno-rossastro FONDO SCAVO	



COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Luglio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA			T11bis	
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,20	-0,20	0,20	Pavimentazione cls	
-0,40	-0,40	0,20	Terreno di riporto Sottofondo ghiaioso-sabbioso	
-1,00	-1,00	0,60	Terreno di sottofondo (Riporto) costituito da pietrame calcareo a frammenti eterometrici	
-1,40	-1,40	0,40	Terreno di alterazione superficiale argilloso con abbondanti elementi di ghiaie eterometriche	
-1,70	-1,70	0,30	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	
-1,70	-1,70		FONDO SCAVO	



COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Febbraio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA		T12		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,20	-0,20	0,20	Pavimentazione in cls	
-0,50	-0,50	0,30	Terreno di riporto livello di sottofondo ghiaioso e sabbioso	
-1,00	-1,00	0,50	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	
			FONDO SCAVO	



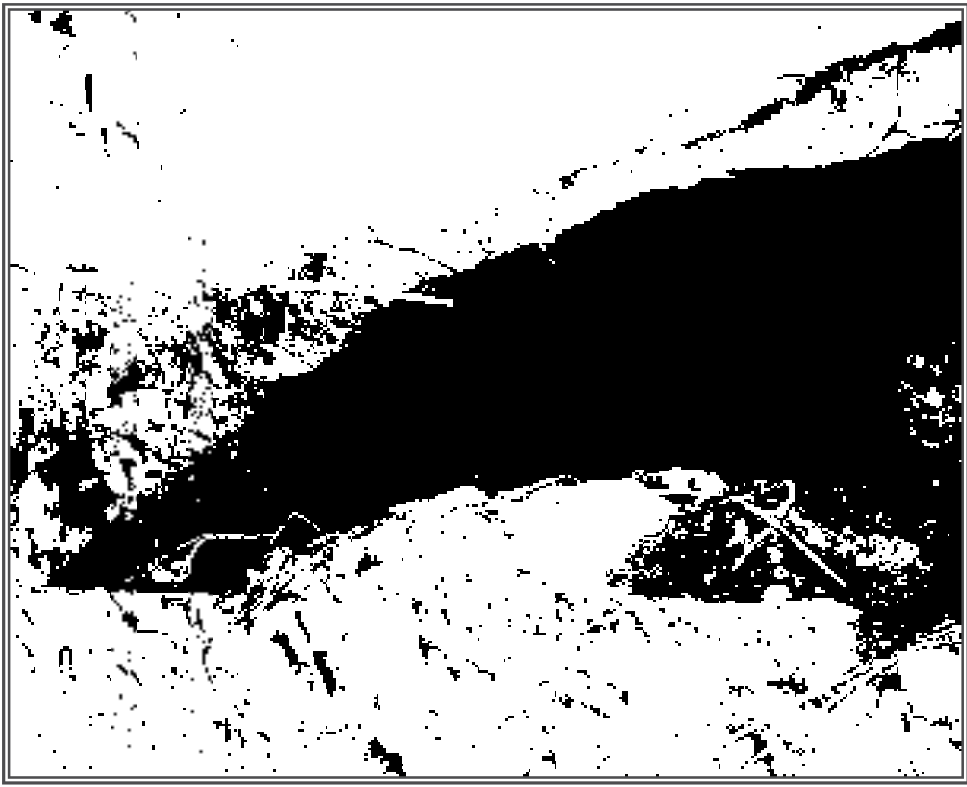
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Aprile 2013

TRINCEA ESPLORATIVA			T13	
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,10	-0,10	0,10	Pavimentazione	
-0,60	-0,60		Terreno di riporto limoso-argilloso	
		0,50		
-1,70	-1,70		Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	
		1,10		
			FONDO SCAVO	



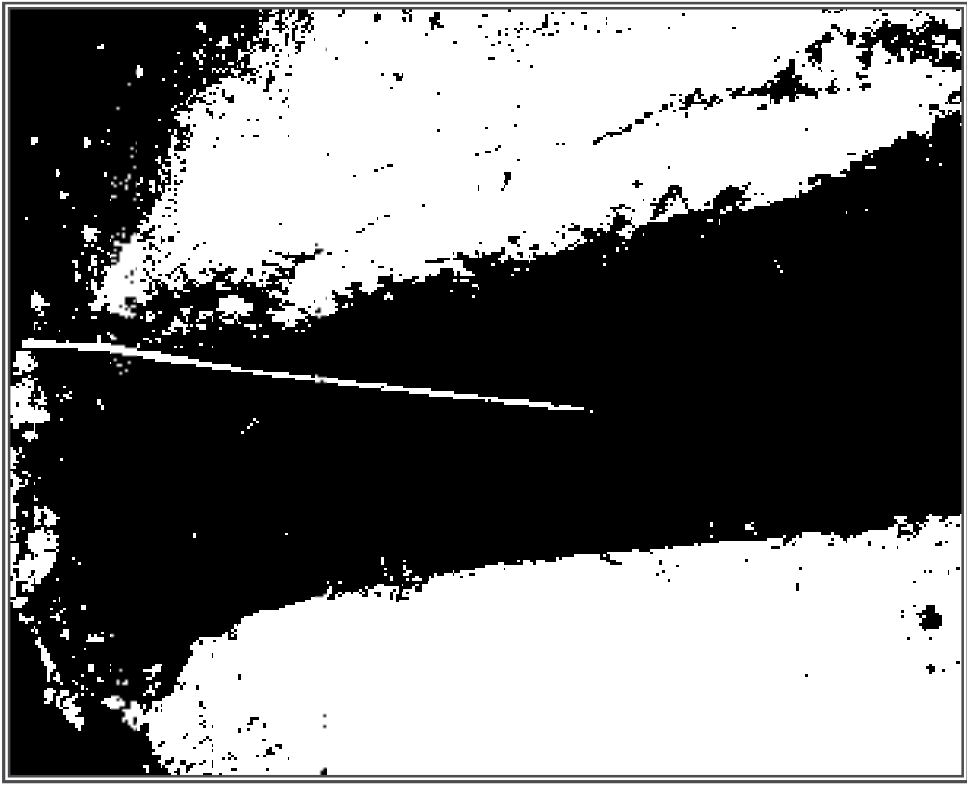
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Aprile 2013

TRINCEA ESPLORATIVA			T14		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA	
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA		
-0,10	-0,10	0,10	Doppia avimentazione		
-0,50	-0,50	0,40	Sottofondo in cls armato		
-1,20	-1,20	0,70	Terreno di alterazione superficiale costituito da argilla limosa di colore bruno-rossastro		
-1,60	-1,60	0,40	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa		
			FONDO SCAVO		



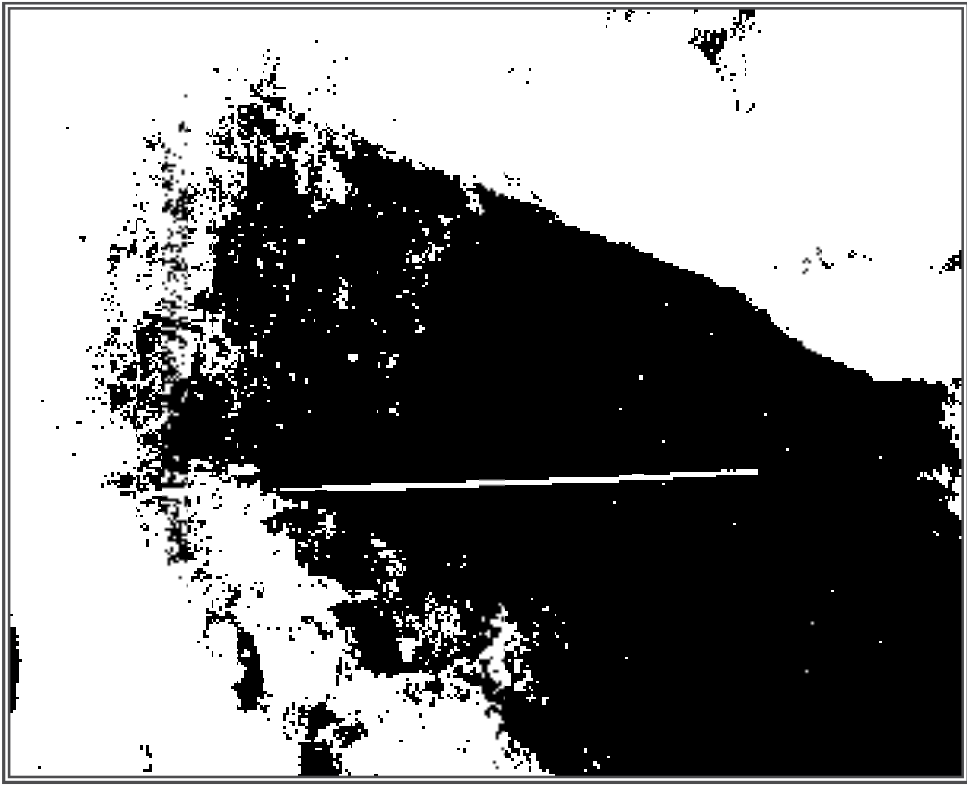
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Aprile 2013

TRINCEA ESPLORATIVA			T15		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA	
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA		
-0,10	-0,10	0,10	Pavimentazione in cls		
-0,40	-0,40	0,30	Terreno di riporto livello di stabilizzato ghiaioso		
-0,90	-0,90	0,50	Terreno di alterazione superficiale costituito da argilla limosa di colore bruno-rossastro		
-1,70	-1,70	0,80	Limo sabbioso con variazione a sabbia limosa nella porzione inferiore dello scavo		
			FONDO SCAVO		



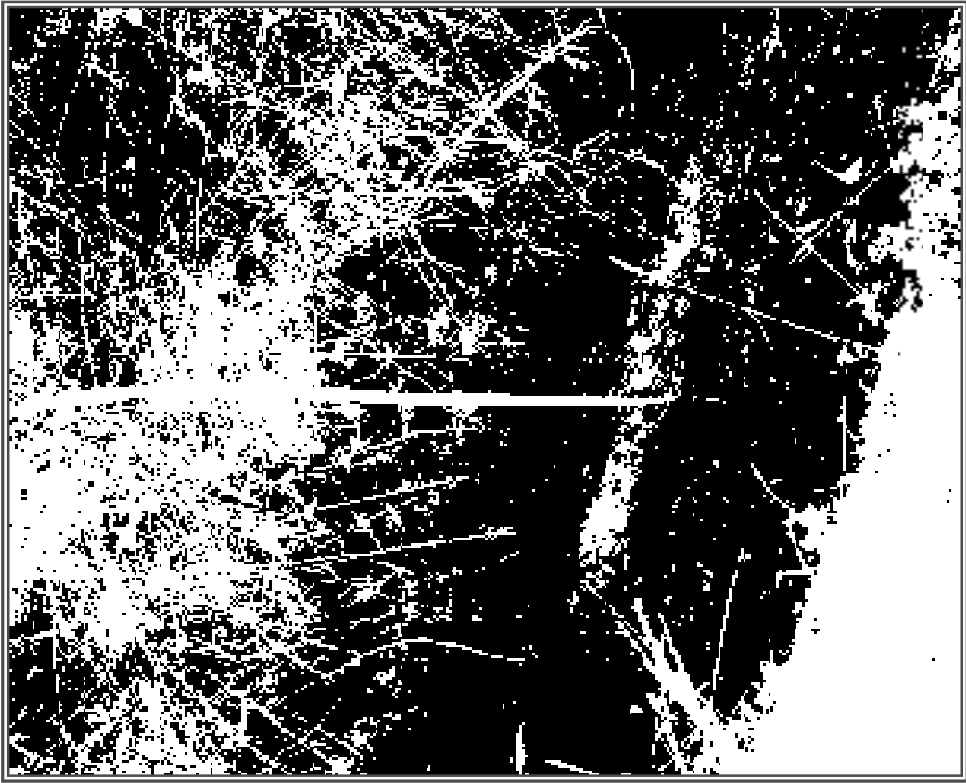
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Aprile 2013

TRINCEA ESPLORATIVA			T16		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA	
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA		
-0,10	-0,10	0,10	Asfalto stradale		
-0,30	-0,30	0,20	Terreno di riporto livello di stabilizzato ghiaioso		
-1,30	-1,30	1,00	Terreno di alterazione superficiale costituito da argilla limosa di colore bruno qualche punto debolmente sabbioso		
-1,90	-1,90	0,60	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa		
			FONDO SCAVO		



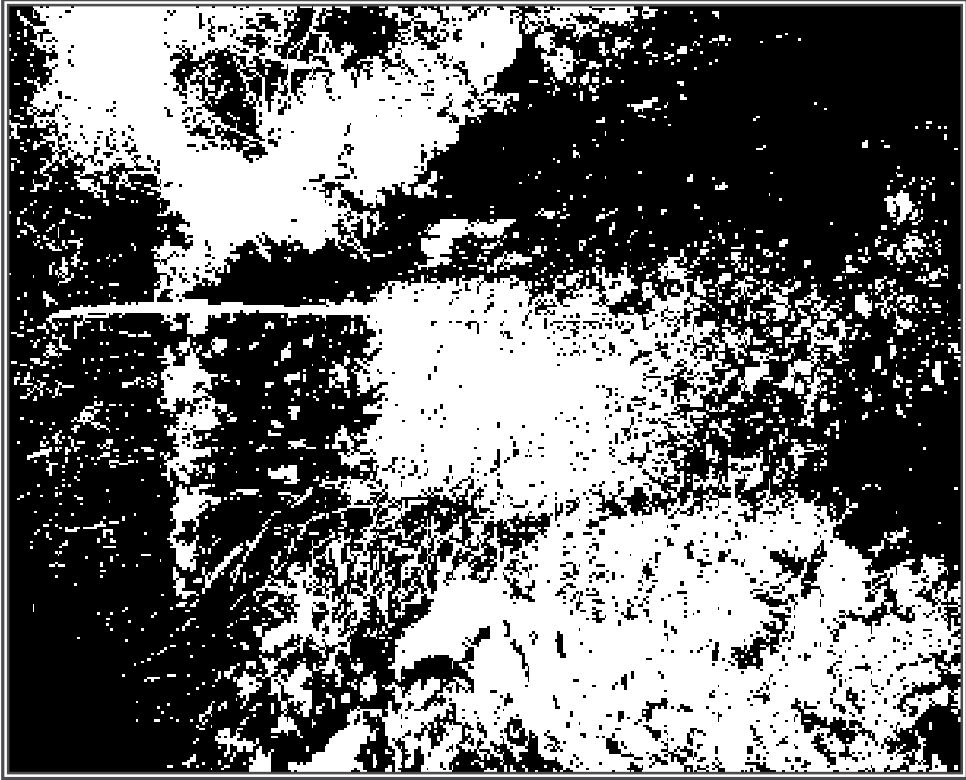
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Aprile 2013

TRINCEA ESPLORATIVA		T17		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,20	-0,20	0,20	Terreno vegetale	
-0,90	-0,90	0,70	Terreno di alterazione superficiale costituito da argilla limosa con punti sabbiosi di colore bruno con minuti elementi ghiaiosi	
-1,70	-1,70	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	FONDO SCAVO	



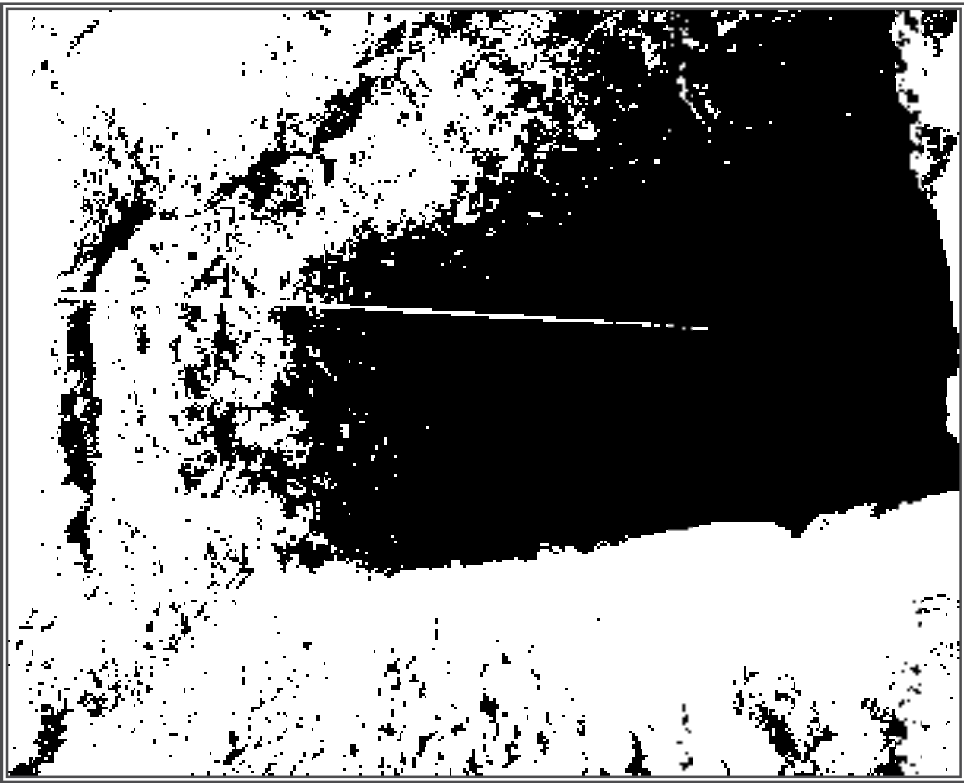
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Luglio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA		T18		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,20	-0,20	0,20	Terreno rimaneggiato superficiale	
-0,90	-0,90	0,70	Terreno di alterazione superficiale costituito da argilla limosa con punti sabbiosi di colore bruno con minuti elementi ghiaiosi	
-2,00	-2,00	1,10	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	
			FONDO SCAVO	



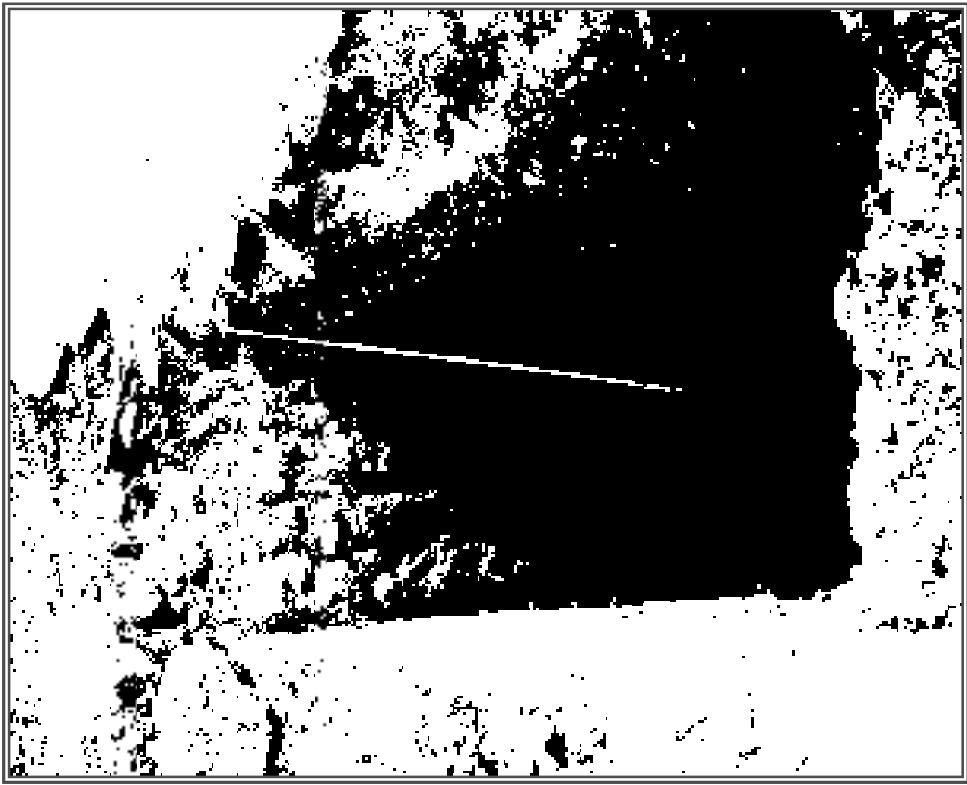
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Luglio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA		T19	
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA
-0,10	-0,10	0,10	Asfalto stradale
-0,70	-0,70	0,60	Terreno di sottofondo (Riporto) costituito da pietrame calcareo a frammenti eterometrici
-1,10	-1,10	0,40	Terreno di alterazione superficiale argilloso con abbondanti elementi di ghiaie eterometriche
-2,50	-2,50		Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa
			FONDO SCAVO



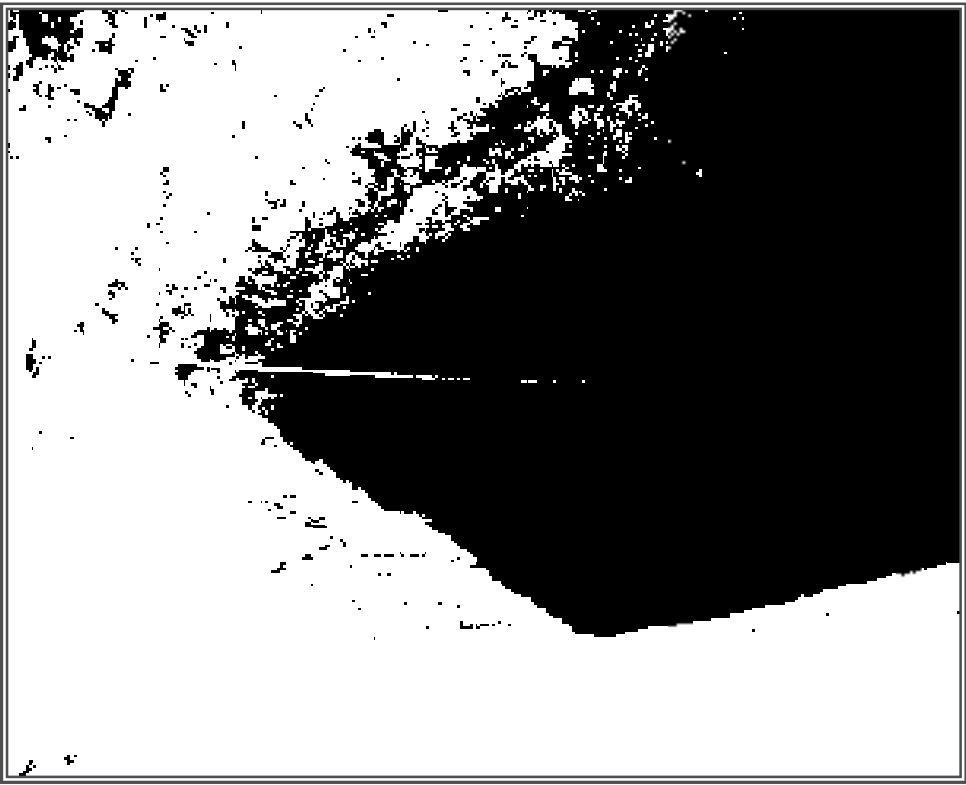
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Luglio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA				T20		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA		PRESENZA ACQUA	
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA			
-0,10	-0,10		Asfalto stradale			
		0,10				
-0,50	-0,50		Terreno di riporto livello di sottofondo ghiaioso e sabbioso			
		0,40				
-1,10	-1,10		Terreno di alterazione superficiale argilloso con scarsi elementi di ghiaie eterometriche			
		0,60				
-2,00	-2,00		Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa FONDO SCAVO			
		0,90				



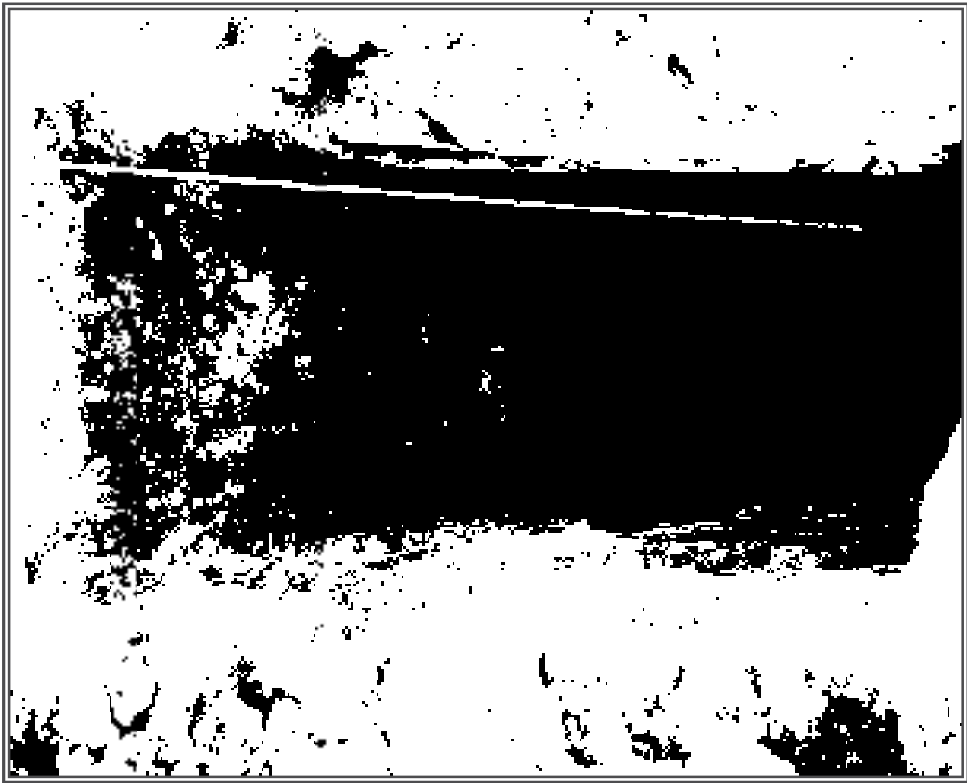
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Luglio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA		T21		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,10	-0,10	0,10	Pavimentazione cls	
-0,60	-0,60	0,50	Terreno di riporto livello di sottofondo ghiaioso e sabbioso	
-1,50	-1,50	0,90	Terreno di alterazione superficiale argilloso con scarsi elementi di ghiaie eterometriche	
-2,20	-2,20	0,70	Limo sabbioso con variazione a sabbia limosa nella porzione inferiore dello scavo	
-3,20	-3,20		Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	
			FONDO SCAVO	



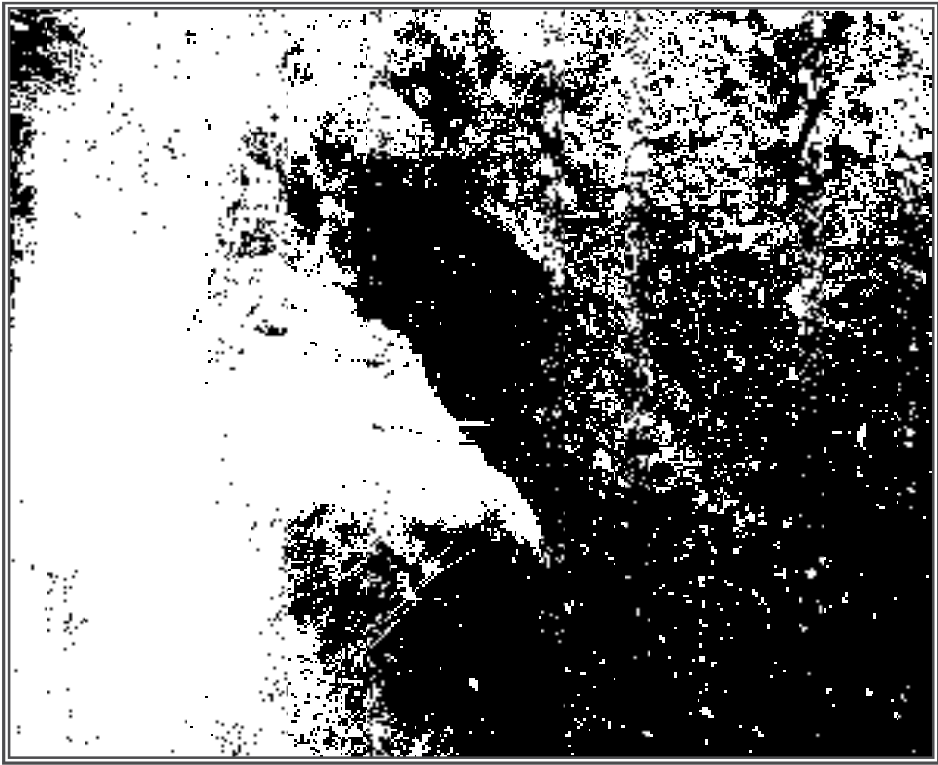
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Integrazione indagine ambientale
DATA:	Luglio 2013

TRINCEA ESPLORATIVA			T22		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA	
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA		
-0,10	-0,10	0,10	Pavimentazione cls		
-0,60	-0,60	0,50	Terreno di riporto livello di sottofondo ghiaioso e sabbioso		
-1,40	-1,40	0,80	Terreno di alterazione superficiale argilloso con scarsi elementi di ghiaie eterometriche		
-2,60	-2,60	1,20	Limo sabbioso con variazione a sabbia limosa nella porzione inferiore dello scavo		
-2,80	-2,80	0,20	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa		
			FONDO SCAVO		



COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Indagine geologica
DATA:	10.03.2016

TRINCEA ESPLORATIVA			T24		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA	
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA		
-0,20	-0,20	0,20	Terreno vegetale argilloso		
-0,90	-0,90	0,70	Terreno di alterazione superficiale costituito da argilla limosa con punti sabbiosi di colore bruno con minuti elementi ghiaiosi		
-1,50	-1,50	0,60	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa		
			FONDO SCAVO		



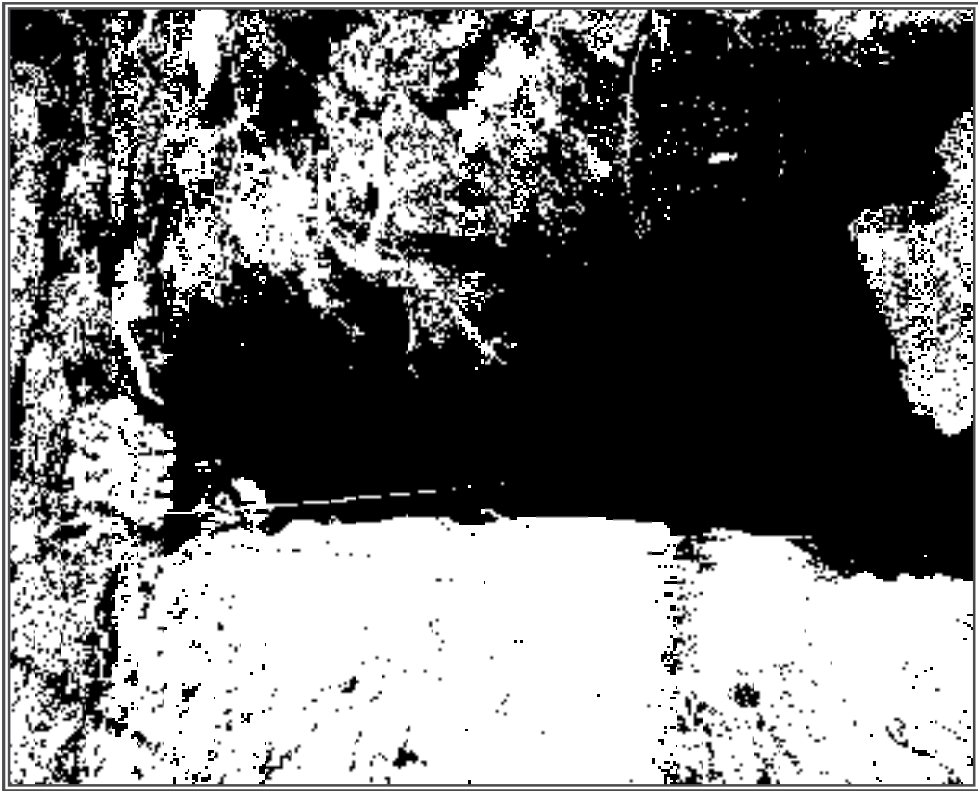
COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Indagine geologica
DATA:	10.03.2016

TRINCEA ESPLORATIVA		T25		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,10	-0,10	0,10	Asfalto strada	
-0,30	-0,30	0,20	Terreno di riporto livello di sottofondo ghiaioso della strada	
-0,60	-0,60	0,30	Terreno di alterazione superficiale argilloso con scarsi elementi di ghiaie	
-1,40	-1,40	0,80	Sabbia limosa a tratti limo sabbioso nella zona superiore	
-1,80	-1,80	0,40	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	
-1,80	-1,80		FONDO SCAVO	



COMMITTENTE:	Talete S.r.l.
LOCALITA':	Area industriale dismessa-ex Quaker Chemical; L.ge Attiraglio
OGGETTO:	Indagine geologica
DATA:	10.03.2016

TRINCEA ESPLORATIVA		T26		
QUOTE RIF. PROGETTO (m)	QUOTE REL. SCAVO (m)	SPESSORI (m)	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PRESENZA ACQUA
0,00	0,00	0,00	PIANO CAMPAGNA	
-0,10	-0,10	0,10	Asfalto stradale	
-0,30	-0,30	0,20	Terreno di riporto livello di sottofondo ghiaioso e sabbioso	
-1,20	-1,20	0,90	Terreno di alterazione superficiale argilloso con scarsi elementi di ghiaie eterometriche	
-2,70	-2,70	1,50	Sabbia limosa a tratti limo sabbioso nella zona superiore	
-3,00	-3,00	0,30	Ghiaie (diametro 0,50-5,00cm) e sabbie eterometriche in variabile frazione limosa	
			FONDO SCAVO	



*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

Commessa n.	24013
-------------	-------

Data emissione relazione	01/08/13
--------------------------	----------

Verbale di accettazione n.	24013	del	18/07/13
Committente:	INGENIO S.r.l. Via E. Pancaldo, 70 37138 - VERONA		
Cantiere:	Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" Lungadige Attiraglio - Verona		
Tipologia di prove richieste:	Prove geotecniche di laboratorio su campioni rimaneggiati		
Data consegna campioni:	18/07/13		
Prove di laboratorio/in sito richieste da:	Ing. Paolo Crescini		
Data esecuzione prove	25/07-01/08/13	Data emissione documenti	01/08/13

Per Vostro incarico, ricevuto tramite il l'Ing. Paolo Crescini, abbiamo eseguito prove geotecniche di laboratorio su n. 2 campioni rimaneggiati di terreno provenienti dal cantiere in oggetto. I campioni sono stati consegnati alla nostra sede in data 18/07/13.

*Laboratorio concessionato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'Art. 59 del D.P.R. 380/2001*

Come richiesto dall'Ing. Paolo Crescini, sui campioni consegnati sono state eseguite le seguenti analisi di laboratorio:

- estrusione del campione e successiva classificazione geotecnica visiva con il rilievo della resistenza al penetrometro tascabile (P.P. in kPa) ed al Torvane (TORV. in kPa);
- w = contenuto naturale d'acqua;
- γ = peso naturale dell'unità di volume;
- L = determinazione dei limiti di Atterberg (WL, WP, LP).
- D = analisi granulometrica per via umida con essiccamento del materiale, lavaggio, riessiccamento e successiva setacciatura meccanica;
- K_{VAR} = prova di permeabilità con il permeometro a carico variabile, calcolo del coefficiente K con l'espressione:

$$K_{VAR} = 2,3 \cdot a / A t \cdot \log h_0 / h_1 \quad \text{in m/sec.}$$

I risultati delle prove eseguite sono riportati nei certificati allegati.

CERTIFICATI DI PROVA EMESSI

Identificativo campione/prova	Tipi di prova	n. certificato
C1	Classificazione geotecnica visiva	66568
	Contenuto d'acqua (ASTM D2216)	66569
	Peso di volume (procedura indiretta)	66570
	Limiti di Atterberg (ASTM D4318)	66571
	Granulometria per setacciatura con aerometria (ASTM D422)	66572
	Permeabilità a carico variabile (ASTM D2434)	66573
C2	Classificazione geotecnica visiva	66574
	Contenuto d'acqua (ASTM D2216)	66575
	Peso di volume (procedura indiretta)	66576
	Limiti di Atterberg (ASTM D4318)	66577
	Granulometria per setacciatura con aerometria (ASTM D422)	66578
	Permeabilità a carico variabile (ASTM D2434)	66579

Ponte San Nicolò, 1 Agosto 2013


Dott. Geol. Pietro Daminato
Direttore Laboratorio

GEO-DATA S.p.A. di P. Daminato & C.
Viale Brennero, 130
35029 Ponte San Nicolò (PD)
Tel. 049.3705575 - Fax 049.3705515
P.IVA 01370550295 - C.C. AA. 509613
Iscr. Tribunale Padova n. 28754

*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 340/2001*

CERTIFICATO N° 66568

pag.

1/1

emesso il 01/08/13

Versione di Accreditazione 24013

data documento campione 18/07/13

data prova 23/07/13

COMMITTENTE **INGENIO S.r.l. - Verona**CANTIERE **Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungadige Atteraglio (VR)**

Sond./Pré

Camp.: **C1 prelevato dalla trincea Z1**Prof. **0,60-1,50****CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO**Classificazione geotecnica: **argilla debolmente limosa marrone scuro con sabbia**Pockel Penl. **> 588 <Pa**Torvane: **--- <Pa**Classificazione UNI 10005: classe **ND**I_g **ND**Classificazione USCS: **ND**Prove eseguite: **w - L - D - K_{var}**Note: **---**Isp. gen. **ND - NON DETERMINATO**normative di riferimento: **Raccomandazioni AGI
UNI 10005
USCS**Sperim. lab. e
Dati: **di campo**Dizionario laboratorio
Lab. **Pietro Danzinger**

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° **66569**

pag. 1/1

emesso il 31/08/15

Verbale di Accettazione

24013

calce cementata campione

1807/13

data prova 25/07/15

COMMITTENTE: INGENIO S.r.l. - Verona

CANTIERE: Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungadiga Attiraglio (VR)

Sono /Prat.

Campo: C1 prelevato dalla trincea 21

Prof: 0,50-1,50

CONTENUTO D'ACQUA

Classificazione geotecnica: argilla debolmente limosa marrone scuro con sabbia

	prov. 1	prov. 2
id.tara	103	128
massa umida (orda)	g 85,32	g 86,45
massa secca (orda)	g 78,30	g 88,73
tara	g 37,35	g 40,70
W%	16,41	16,02

media

W % **16,2**

norma di riferimento: ASTM D 2216

Sperimentatore
PAOLO FIORE

Direttore Laboratorio
Pietro Dominato

*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° 66570

pag. 1/1

emesso il 01/08/13

Verba e d. Accettazione n. 24313

data ricevimento campione 18/07/13

data prova 30/07/13

COMMITTENTE: INGENIO S.r.l. - Verona

CANTIERE: Area Industriale dismessa "Ex Quakar Chemical" - Lungavice Attiraglio (VR)

Sond./Prel. ---

Camp. C1 prelevato dalla trincea 21

Prof. 0,60-1,50

PESO DI VOLUME

Classificazione geotecnica: argilla debolmente limosa marrone scuro con sabbia

	prov. 1		prov. 2	
diámetro	mm	51.0	mm	---
altezza	mm	42.9	mm	---
massa lorda	g	268.48	g	---
tara	g	200.20	g	---
massa netta	g	68.28	g	---

γ_{KN/m^3} 18,84

media

γ_{KN/m^3} 18,84

serie di riferimento procedura interna

note: eseguita con metodo della fucella tarata su campione in cella

Sperimentatore
Dott. L. Sestiniello

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Daminato

*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° 66571

pag. 1/1

emesso il 01/08/13

Versione di Accreditazione 24013

data finale della campagna 18/07/13

data prova 20/07/13

COMMITTENTE **INGENIO S.r.l. - Verona**

CANTIERE **Area industriale d'impresa "Ex Quaker Chemical" - Lungadige Attaglio (VR)**

Sond./Prova: - - -

Camp: **C1 prelevato dalla trincea 21**

Prof.: **0,50-1,50**

LIMITI DI ATTERBERG

Classificazione geotecnica: **argilla debolmente limosa marrone scuro con sabbia**

natura e



<40 secco



<40 umido



LIMITE DI LIQUIDITA'

id. terra
massa umida (forza)
massa secca (forza)
forza
numero colpi

prov. 1
25
g 37,058
g 30,077
g 15,653
15

prov. 2

g ---
g ---
g ---

WL % **46,14**

WL % **46**

LIMITE DI PLASTICITA'

id. terra
massa umida (forza)
massa secca (forza)
forza

	prov. 1	prov. 2	prov. 3
id. terra	17	38	56
massa umida (forza)	g 13,534	g 14,930	g 16,997
massa secca (forza)	g 13,092	g 14,708	g 16,726
forza	g 11,835	g 13,592	g 15,457

WP % **22,61**

22,58

22,30

media

WP % **22**

INDICE DI PLASTICITA'

IP

24

note:

norma di riferimento: ASTM D 4318

certificato di approvazione: 18/07/2009

legenda: ND = NON DETERMINATO
NP = NON PLASTICO

Spett.le Ing. L. S. Duminaro

Direttore Laboratorio
Dott. Pietro Duminaro

*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° 66572

pag. 1/1

arretrato 31/08/13

Verbale di Accettazione n. 24013

calcolo/correzione/campione 16/3713

data prova 29/07/13

COMMITTENTE: NGENIO S.r.l. - Verona

CANTIERE: Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungadige Attraglio (VR)

Sonda /Prel.: ---

Camp. C1 prelevato dalla trincea 21

Prof. 0,60-1,50

ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	dimensione mm	percentuale %	residuo %	setaccio	dimensione mm	percentuale %	residuo %
2	85,00	0,00	100,00	No. 4	4,75	0,00	100,00
3	75,00	0,00	100,00	No. 10	2,00	0,00	99,99
4	60,00	0,00	100,00	No. 20	0,84	0,00	99,99
5	50,00	0,00	100,00	No. 40	0,43	0,00	99,99
6	40,00	0,00	100,00	No. 60	0,25	0,00	99,99
7	30,00	0,00	100,00	No. 80	0,18	0,00	99,99
8	25,00	0,00	100,00	No. 100	0,15	0,00	99,99
9	20,00	0,00	100,00	No. 140	0,11	0,00	99,99
10	15,00	0,00	100,00	No. 200	0,075	0,00	99,99
11	12,50	0,00	100,00				
12	10,00	0,00	100,00				
13	7,50	0,00	100,00				
14	6,00	0,00	100,00				
15	5,00	0,00	100,00				
16	4,00	0,00	100,00				
17	3,00	0,00	100,00				
18	2,50	0,00	100,00				
19	2,00	0,00	100,00				
20	1,50	0,00	100,00				
21	1,18	0,00	100,00				
22	0,85	0,00	100,00				
23	0,75	0,00	100,00				
24	0,60	0,00	100,00				
25	0,425	0,00	100,00				
26	0,300	0,00	100,00				
27	0,250	0,00	100,00				
28	0,200	0,00	100,00				
29	0,150	0,00	100,00				
30	0,125	0,00	100,00				
31	0,106	0,00	100,00				
32	0,075	0,00	100,00				
33	0,060	0,00	100,00				
34	0,050	0,00	100,00				
35	0,040	0,00	100,00				
36	0,030	0,00	100,00				
37	0,025	0,00	100,00				
38	0,020	0,00	100,00				
39	0,015	0,00	100,00				
40	0,012	0,00	100,00				
41	0,010	0,00	100,00				
42	0,0075	0,00	100,00				
43	0,0060	0,00	100,00				
44	0,0050	0,00	100,00				
45	0,0040	0,00	100,00				
46	0,0030	0,00	100,00				
47	0,0025	0,00	100,00				
48	0,0020	0,00	100,00				
49	0,0015	0,00	100,00				
50	0,0012	0,00	100,00				
51	0,0010	0,00	100,00				
52	0,00075	0,00	100,00				
53	0,00060	0,00	100,00				
54	0,00050	0,00	100,00				
55	0,00040	0,00	100,00				
56	0,00030	0,00	100,00				
57	0,00025	0,00	100,00				
58	0,00020	0,00	100,00				
59	0,00015	0,00	100,00				
60	0,00012	0,00	100,00				
61	0,00010	0,00	100,00				
62	0,000075	0,00	100,00				
63	0,000060	0,00	100,00				
64	0,000050	0,00	100,00				
65	0,000040	0,00	100,00				
66	0,000030	0,00	100,00				
67	0,000025	0,00	100,00				
68	0,000020	0,00	100,00				
69	0,000015	0,00	100,00				
70	0,000012	0,00	100,00				
71	0,000010	0,00	100,00				
72	0,0000075	0,00	100,00				
73	0,0000060	0,00	100,00				
74	0,0000050	0,00	100,00				
75	0,0000040	0,00	100,00				
76	0,0000030	0,00	100,00				
77	0,0000025	0,00	100,00				
78	0,0000020	0,00	100,00				
79	0,0000015	0,00	100,00				
80	0,0000012	0,00	100,00				
81	0,0000010	0,00	100,00				
82	0,00000075	0,00	100,00				
83	0,00000060	0,00	100,00				
84	0,00000050	0,00	100,00				
85	0,00000040	0,00	100,00				
86	0,00000030	0,00	100,00				
87	0,00000025	0,00	100,00				
88	0,00000020	0,00	100,00				
89	0,00000015	0,00	100,00				
90	0,00000012	0,00	100,00				
91	0,00000010	0,00	100,00				
92	0,000000075	0,00	100,00				
93	0,000000060	0,00	100,00				
94	0,000000050	0,00	100,00				
95	0,000000040	0,00	100,00				
96	0,000000030	0,00	100,00				
97	0,000000025	0,00	100,00				
98	0,000000020	0,00	100,00				
99	0,000000015	0,00	100,00				
100	0,000000012	0,00	100,00				
101	0,000000010	0,00	100,00				
102	0,0000000075	0,00	100,00				
103	0,0000000060	0,00	100,00				
104	0,0000000050	0,00	100,00				
105	0,0000000040	0,00	100,00				
106	0,0000000030	0,00	100,00				
107	0,0000000025	0,00	100,00				
108	0,0000000020	0,00	100,00				
109	0,0000000015	0,00	100,00				
110	0,0000000012	0,00	100,00				
111	0,0000000010	0,00	100,00				
112	0,00000000075	0,00	100,00				
113	0,00000000060	0,00	100,00				
114	0,00000000050	0,00	100,00				
115	0,00000000040	0,00	100,00				
116	0,00000000030	0,00	100,00				
117	0,00000000025	0,00	100,00				
118	0,00000000020	0,00	100,00				
119	0,00000000015	0,00	100,00				
120	0,00000000012	0,00	100,00				
121	0,00000000010	0,00	100,00				
122	0,000000000075	0,00	100,00				
123	0,000000000060	0,00	100,00				
124	0,000000000050	0,00	100,00				
125	0,000000000040	0,00	100,00				
126	0,000000000030	0,00	100,00				
127	0,000000000025	0,00	100,00				
128	0,000000000020	0,00	100,00				
129	0,000000000015	0,00	100,00				
130	0,000000000012	0,00	100,00				
131	0,000000000010	0,00	100,00				
132	0,0000000000075	0,00	100,00				
133	0,0000000000060	0,00	100,00				
134	0,0000000000050	0,00	100,00				
135	0,0000000000040	0,00	100,00				
136	0,0000000000030	0,00	100,00				
137	0,0000000000025	0,00	100,00				
138	0,0000000000020	0,00	100,00				
139	0,0000000000015	0,00	100,00				
140	0,0000000000012	0,00	100,00				
141	0,0000000000010	0,00	100,00				
142	0,00000000000075	0,00	100,00				
143	0,00000000000060	0,00	100,00				
144	0,00000000000050	0,00	100,00				
145	0,00000000000040	0,00	100,00				
146	0,00000000000030	0,00	100,00				
147	0,00000000000025	0,00	100,00				
148	0,00000000000020	0,00	100,00				
149	0,00000000000015	0,00	100,00				
150	0,00000000000012	0,00	100,00				
151	0,00000000000010	0,00	100,00				
152	0,000000000000075	0,00	100,00				
153	0,000000000000060	0,00	100,00				
154	0,000000000000050	0,00	100,00				
155	0,000000000000040	0,00	100,00				
156	0,000000000000030	0,00	100,00				
157	0,000000000000025	0,00	100,00				
158	0,000000000000020	0,00	100,00				
159	0,000000000000015	0,00	100,00				
160	0,000000000000012	0,00	100,00				
161	0,000000000000010	0,00	100,00				
162	0,0000000000000075	0,00	100,00				
163	0,0000000000000060	0,00	100,00				
164	0,0000000000000050	0,00	100,00				
165	0,0000000000000040	0,00	100,00				
166	0,0000000000000030	0,00	100,00				
167	0,0000000000000025	0,00	100,00				
168	0,0000000000000020	0,00	100,00				
169	0,0000000000000015	0,00	100,00				
170	0,0000000000000012	0,00	100,00				
171	0,0000000000000010	0,00	100,00				
172	0,000000000000000	0,00	100,00				

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 350/2001*

CERTIFICATO N°	68573	pag.	1/1	emesso il	21/05/13
Verbo e di Accreditazione	24013	data documento di consegna	18/07/13	data prova	21/07/13

COMMITTENTE: **INGENIO S.r.l. - Verona**

CANTIERE: **Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungadige Altiraglin (VR)**

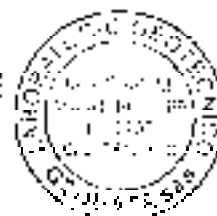
Senza Prel. - - -

Campo: **C1 prelevato dalla trincea 21**

prof. **0,60-1,50**

PROVA DI PERMEABILITA' DIRETTA A CARICO VARIABILE CON PERMEAMETRO

classificazione geotecnica: argilla debolmente limosa marrone scuro con sabbia



TIPO DI PROVA NO

- ☒ ind. disturbato da zolla
☐ fustella proctor
☐ ricostruito

CARATTERISTICHE DI PROVA

apparecchio n°	11		iniziale di lettura:	1045,0	mm
peso di volume iniziale	18,82	kg/m ³	temperatura:	- - -	
umidità iniziale	13,2	%	data inizio prova:	30/07/13	
peso specifico	- - -		data fine prova:	01/08/13	
A gruvino	2190	mm ²	grad. idraulico iniziale:	30,4	
L gruvino	34,4	mm	area del piezometro:	97,0	mm ²

PARAMETRI DI CALCOLO

$$k = 2.3(aL/At) \log h_0/h_1$$

tempo s	lettura cm ³	K_{vap} m/s
32040	1,75	4,05E-09

norma di riferimento: ASTM D 2434-59

Esaminatore
Ogilio S. S. S. S.

Direttore Laboratorio
Ing. P. P. P. P.

È vietata la riproduzione parziale del presente certificato di prova senza autorizzazione scritta della Geodata S.p.A.

*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° 56574

pag.

1°

emessa

01/08/13

Veicolo di Rappresentazione

24C13

data ricevimento campione

10/07/13

data prova

23/07/13

COMMITTENTE: **INGENIO S.r.l. - Verona**

CANTIERE: **Area Industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungadige Attiraglio (VR)**

Sond.Prel.: ---

Camp.: **C2 prelevato dalla trincea 22**

Pic.: **1,40-2,60**

CLASSIFICAZIONE GEOTECNICA CAMPIONE RIMANEGGIATO

Classificazione geotecnica: **sabbia limosa marrone**

Pockel Pent. --- kPa

Torvane: --- kPa

Classificazione UNI 10006: classe **ND**

Ig **ND**

Classificazione USCS: **NI**

Prove eseguite: **w - L - D - Koost**

Note: ---

legenda: **ND = NON DETERMINATO**

normativa di riferimento: **Raccomandazioni AGI
UNI 10006
USCS**

Spett.le
Dot. L. Sestini

Direttore Laboratorio
Dot. F. Sestini

*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.L.R. 386/2001*

CERTIFICATO N° 66575

pag. 1/1

emesso 01/03/13

Verbale di Accettazione n. 24015

data ricevimento campione 18/03/13

data prova 21/03/13

COMMITTENTE: INGENIO S.r.l. - Verona

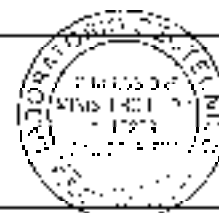
CANTIERE: Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungadige Attagiglio (VR)

Sond./Prel.: ---

Campo: C2 prelevato dalla trincea 22

Prof.: 1,40-2,60

CONTENUTO D'ACQUA



Classificazione geotecnica: sabbia fine-ma marrone

	prov. 1	prov. 2
id. tara	105	110
massa umida lorda	g 79.89	g 77.59
massa secca lorda	g 75.55	g 73.15
terra	g 40.73	g 38.61
W%	12,78	12,83

media

W % 12,8

norma di riferimento: ASTM D 2938

Spesimenter
Dott. L. Salmagallo

Direttore Laboratorio
Dott. Piero Damiano

*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° 66576

pag. 1/1

emesso il: 01/08/13

Verbo di Accettazione n. 24015

data ricevimento campione 18/07/13

data prova 30/07/13

COMMITTENTE: INGENIO S.r.l. - Verona

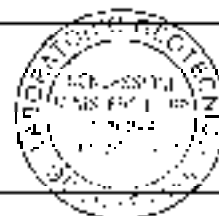
CANTIERE: Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungad'ge Attiraglio (VR)

Sond./Prel.: ---

Campo: C2 prelevato dalla trincea 22

Più: 1,40-2,60

PESO DI VOLUME



Classificazione geotecnica: sabbia limosa marrone

	prov. 1	prov. 2
diámetro	mm 51,1	mm ---
altezza	mm 43,0	mm ---
massa grã	g 375,78	g ---
tara	g 200,28	g ---
massa netta	g 175,50	g ---

γ_{KN/m^3} 19,64

media

γ_{KN/m^3} 19,64

avviso di riferimento: procedura interna

note: eseguito con metodo della fusione la terna su campione ricostruito con addensamento manuale medio

Spennatore
Dott. I. Spennatore

Responsabile laboratorio
Dott. Pietro Dominato

*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e verificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.L.R. 18/06/2001*

CERTIFICATO N°	68577	pag	1/1	emesso	01/08/13
Verbale di Accettazione n°	24013	data scadenza campione	18/07/13	data prova	30/07/13

COMMITTENTE: INGENIO S.r.l. - Verona

CANTIERE: Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungadige Attiraglio (VR)

Sond./Prel.: ---

Campo: C2 prelevato dalla trincea 22

Prof.: 1,40-2,60

LIMITI DI ATTERBERG					
Classificazione geotecnica: sabbia limosa marrone					
naturale	☐	<40 secco	☐	<40 umido	☒
LIMITE DI LIQUIDITA'					
		prov. 1		prov. 2	
id. tara		31		---	
massa umida lorda	g	36,750		---	
massa secca lorda	g	35,090		---	
tara	g	16,165		---	
numero colpi		18		---	
WL%		18,16		---	WL % 18
LIMITE DI PLASTICITA'					
		prov. 1	prov. 2	prov. 3	
id. tara		---	---	---	
massa umida lorda	g	---	---	---	
massa secca lorda	g	---	---	---	
tara	g	---	---	---	
WP%		---	---	---	media WP % n.p.
INDICE DI PLASTICITA'					
					IP ---
note					
norma di riferimento: ASTM D 4318		controllo eseguito in conformità alla UNI EN ISO 9001			
legenda: ND = NON DETERMINATO NP = NON PLASTICO		Spettroscopista Dott. L. S. (firma)		Direttore Laboratorio Dott. P. Dainato (firma)	

*Laboratorio concessionario dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e verificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N° 66578

pag. 1/1

emesso il 01/09/13

Verifica An. Base CNA 74513

Data Geotecnica in corso 13/07/13

Data prova 29/07/13

COMMITTENTE: **INGENIO S.r.l. - Verona**

CANTIERE: **Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungadige Attiraglio (VR)**

Sond./Prel. ---

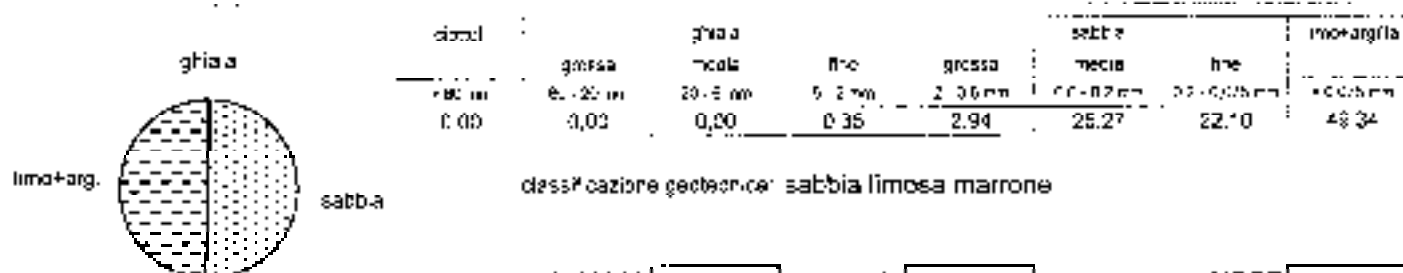
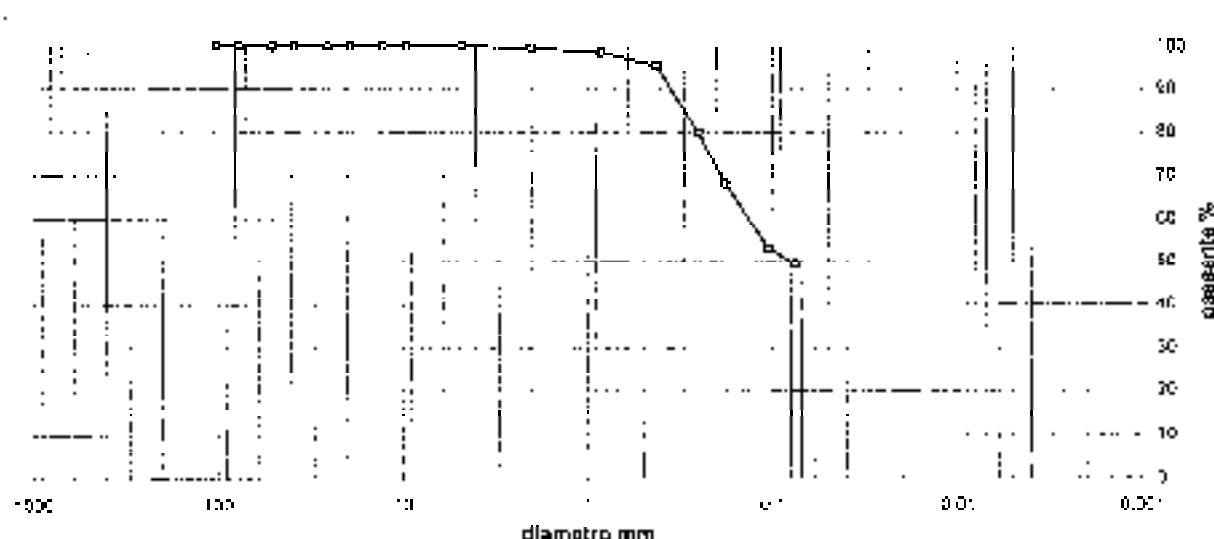
Camp. **C2 prelevato dalla Incea 22**

Prof. **1,40-2,60**

ANALISI GRANULOMETRICA

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
4"	101,60	0,00	100,00
3"	76,20	0,00	100,00
2"	50,80	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,00	100,00
1"	25,40	0,00	100,00
3/4"	19,00	0,00	100,00
1/2"	12,50	0,00	100,00
3/8"	9,52	0,00	100,00

setaccio	diametro mm	trattenuto %	passante %
No. 4	4,75	0,00	100,00
No. 10	2,00	0,00	99,99
No. 20	0,84	1,19	98,80
No. 40	0,42	3,03	96,97
No. 60	0,25	15,80	84,19
No. 80	0,18	11,73	88,27
No. 140	0,106	15,16	84,84
No. 200	0,075	5,01	94,99



UNI 10006

lg

USCS

norma di riferimento: ASTM D-152

Spettroscopio
Per la misura

Direttore Laboratorio
Pietro Daminato

E' vietata la riproduzione senza permesso scritto per la ristampa o l'uso non autorizzato.

*Laboratorio concessionario del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
ad effettuare e certificare prove geotecniche ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 380/2001*

CERTIFICATO N°	66579	pag.	1/1	emesso	01/08/13
Versione di Accettazione n°	24013	data ricevimento campione	18/07/13	data prova	31/07/13

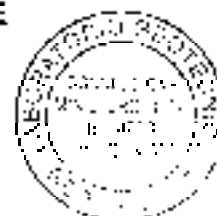
COMMITTENTE: **INGEN'CO S.r.l. - Verona**

CANTIERE: **Area industriale dismessa "Ex Quaker Chemical" - Lungadige Attiraglio (VR)**

Sond. Prel. Campo: **C2 prelevato dalla trincea 22** Prof. **1,40-2,80**

PROVA DI PERMEABILITA' DIRETTA A CARICO VARIABILE CON PERMEAMETRO

classificazione geotecnica: **sabbia limosa marrone**



TIPO DI PROVINO

- ☐ incisturbato da zolla
- ☐ fustella proctor
- ☒ ricostruito con addensamento manuale medio

CARATTERISTICHE DI PROVA

apparecchiatura:	12		h iniziale di lettura:	1275,0	mm
peso di volume iniziale:	19,64	g/N ^{1/2}	temperatura:	- - -	
umidità iniziale:	12,6	%	data inizio prova:	30/07/13	
peso specifico:	- - -		data fine prova:	01/08/13	
A permea:	2051	mm ²	grad. termico iniziale:	37,0	
l. provino:	34,5	mm	area cal. permeametro:	98,0	mm ²

PARAMETRI DI CALCOLO

$$k = 2.3(aL/At) \log h_0/h_1$$

tempo s	lettura cm ²	K _{avg} m/s
21720	25,00	1,69E-08

norma di riferimento: ASTM D 2434-08

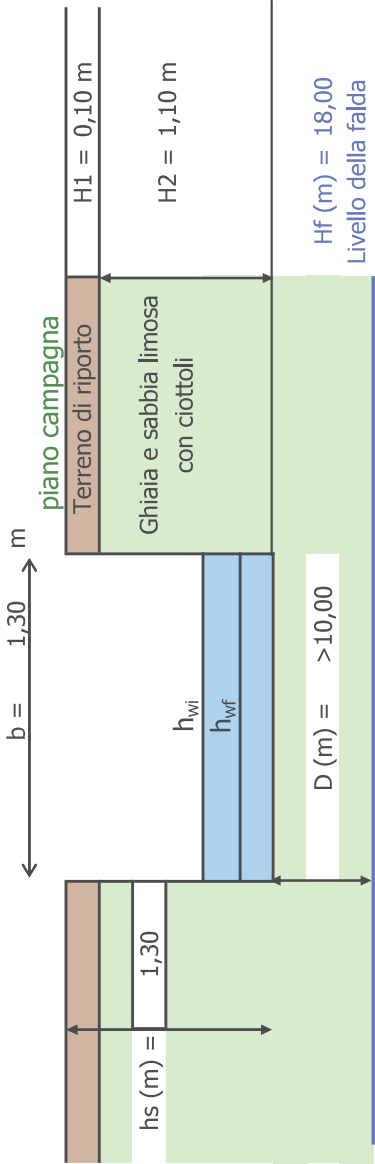
Spediente in nome
Dott. L. Spadaccia

Direttore Laboratorio
Dott. Paolo Spadaccia

COMMITTENTE: Talete S.r.l. LOCALITA': Lungadige Attiraglio - Comune di Verona OGGETTO: Indagine geologica - permeabilità DATA: 10.03.2016	PROVA PP1	PROVA DI PERMEABILITA' IN TRINCEA DI SVASO
--	----------------------------	---

STRATIGRAFIA - GEOMETRIA

Prova a carico variabile sopra falda



Litotipo: Ghiaia e sabbia limosa

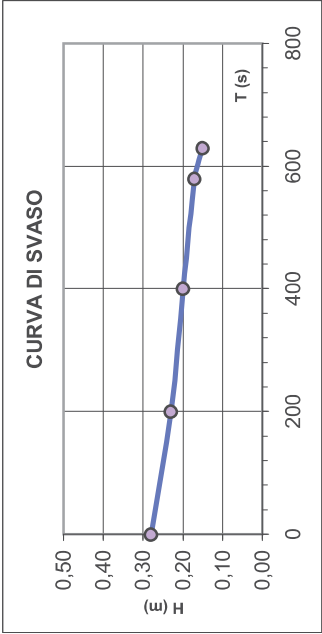
Lecture

Tempi (s)	H (m)
0	0,28
200	0,23
400	0,20
580	0,17
630	0,15

$$k = \frac{dH}{dt}$$

h_{wi} =	0,28 m
h_{wf} =	0,15 m
t_i =	0 s
t_f =	630 s
dH =	0,06 m
dt =	380 s

k =	1,58E-04 m/s
k =	1,58E-02 cm/s



TRINCEA DI SVASO - SOPRA FALDA

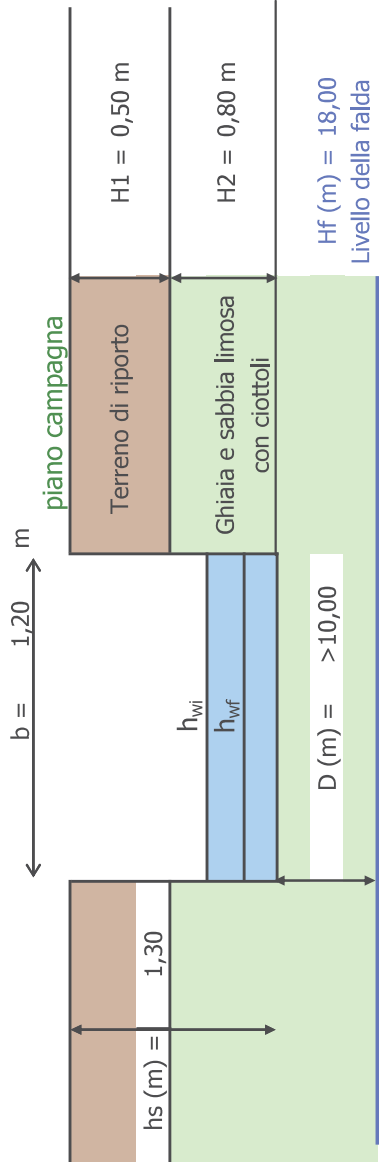
Altezza iniziale dell'acqua	
Altezza finale dell'acqua	
Tempo iniziale	
Tempo finale	
Dislivello nel tratto rettilineo	
Intervallo di tempo corrispondente	



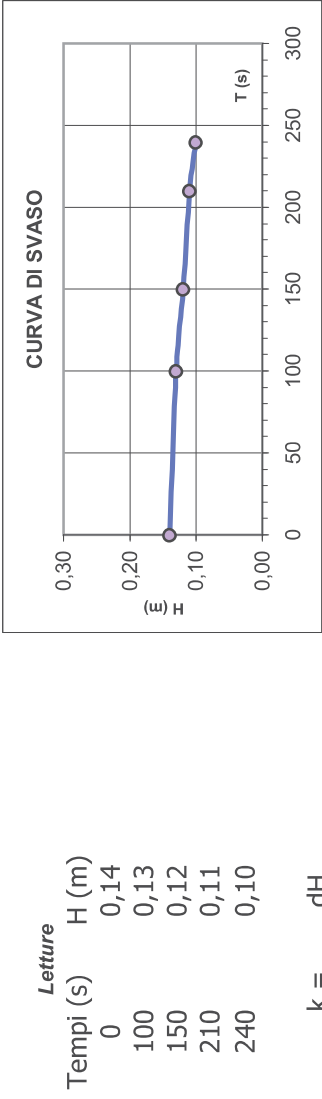
COMMITTENTE: Talete S.r.l. LOCALITA': Lungadige Attiraglio - Comune di Verona OGGETTO: Indagine geologica - permeabilità DATA: 10.03.2016	PROVA PP2	PROVA DI PERMEABILITA' IN TRINCEA DI SVASO
--	----------------------------	---

STRATIGRAFIA - GEOMETRIA

Prova a carico variabile sopra falda



Litotipo: Ghiaia e sabbia limosa



TRINCEA DI SVASO - SOPRA FALDA

h_{wi} =	0,14 m
h_{wf} =	0,10 m
t_i =	0 s
t_f =	240 s
dH =	0,02 m
dt =	110 s

$$k = 1,82E-04 \text{ m/s}$$

$$k = 1,82E-02 \text{ cm/s}$$





009-000
00-00000

U.S. G.P.O. - 1964

DOI: 10.1002-poc

511

RESFON456111 III LABORATORY

Σχ. 1. Γραμμή οριζώντων.

WALSH 47:22

2020 11 05 10:22

Depth (m)	Soil Description	Moisture (%)	Temperature (°C)	Electrical Resistivity (Ω·m)	Notes
0.00	Topsoil, dark brown, silty clay	25.0	15.0	150	
0.50	Subsoil, light brown, silty clay	20.0	18.0	200	
1.00	Clayey sand, light brown, silty	15.0	20.0	250	
1.50	Sandy clay, light brown, silty	10.0	22.0	300	
2.00	Sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
2.50	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
3.00	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
3.50	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
4.00	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
4.50	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
5.00	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
5.50	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
6.00	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
6.50	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
7.00	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
7.50	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
8.00	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
8.50	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
9.00	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
9.50	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	
10.00	Gravelly sand, light brown, silty	5.0	25.0	350	

- ☐ 1. IDENTIFICATION AND ANALYSIS
- ☐ 2. ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL
- ☐ 3. ANALYSIS OF MICROSCOPIC DATA
- ☐ 4. ANALYSIS OF TOXICOLOGY
- ☐ 5. ANALYSIS OF FORENSIC SCIENCE
- ☐ 6. ANALYSIS OF FORENSIC SCIENCE
- ☐ 7. ANALYSIS OF FORENSIC SCIENCE

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

BH1

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

ANALYSIS OF TOXICOLOGY

RESPONSIBLE OF ACTION

RESPONSIBLE OF ACTION

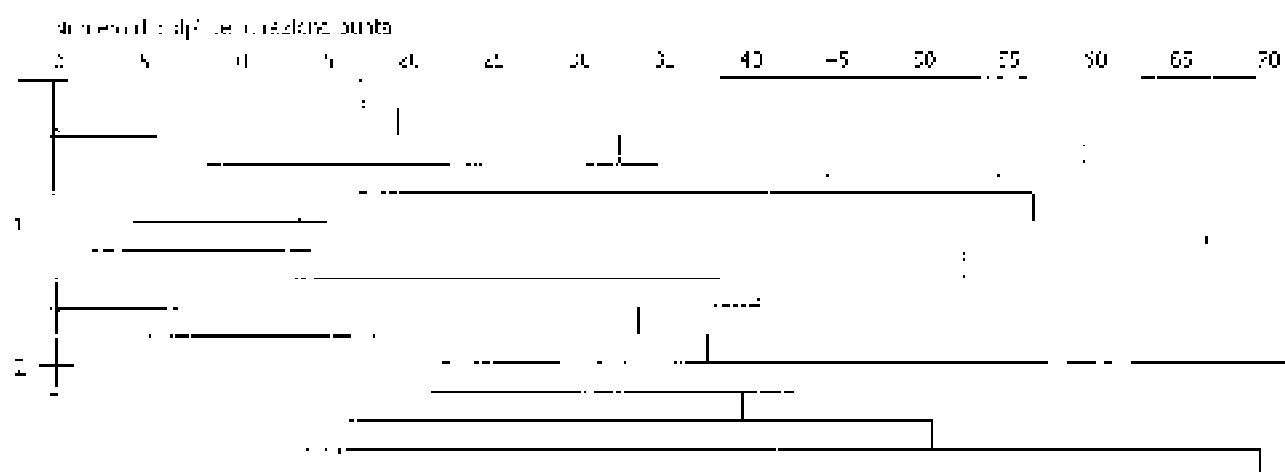
LOGO Logo of the Italian Republic		SCHEDE STRATIGRAFICA DI SONDAGGIO		CONDIZIONE Condizione		DATA Data	
COMMITTENTE: Committente CANTIERE: Cantiere LOCALITA': Localita'		PROFONDITA' DI LAVORAZIONE: Profondita' di lavoro PROFONDITA' DI LAVORAZIONE: Profondita' di lavoro		CONDIZIONE: Condizione CONDIZIONE: Condizione		DATA: Data DATA: Data	
RESPONSABILE DEL SITO: Responsabile del sito A TULLIO BIANCHI: A Tullio Bianchi		PROFONDITA' DI LAVORAZIONE: Profondita' di lavoro PROFONDITA' DI LAVORAZIONE: Profondita' di lavoro		CONDIZIONE: Condizione CONDIZIONE: Condizione		DATA: Data DATA: Data	
PROFONDITA' DI LAVORAZIONE: Profondita' di lavoro PROFONDITA' DI LAVORAZIONE: Profondita' di lavoro		CONDIZIONE: Condizione CONDIZIONE: Condizione		DATA: Data DATA: Data		DATA: Data DATA: Data	

INFORMAZIONI GENERALI		INFORMAZIONI SPECIFICHE		INFORMAZIONI AGGIUNTIVE	
NUMERO	DATA	NUMERO	DATA	NUMERO	DATA
1	1990	1	1990	1	1990
2	1990	2	1990	2	1990
3	1990	3	1990	3	1990
4	1990	4	1990	4	1990
5	1990	5	1990	5	1990
6	1990	6	1990	6	1990
7	1990	7	1990	7	1990
8	1990	8	1990	8	1990
9	1990	9	1990	9	1990
10	1990	10	1990	10	1990
11	1990	11	1990	11	1990
12	1990	12	1990	12	1990
13	1990	13	1990	13	1990
14	1990	14	1990	14	1990
15	1990	15	1990	15	1990
16	1990	16	1990	16	1990
17	1990	17	1990	17	1990
18	1990	18	1990	18	1990
19	1990	19	1990	19	1990
20	1990	20	1990	20	1990
21	1990	21	1990	21	1990
22	1990	22	1990	22	1990
23	1990	23	1990	23	1990
24	1990	24	1990	24	1990
25	1990	25	1990	25	1990
26	1990	26	1990	26	1990
27	1990	27	1990	27	1990
28	1990	28	1990	28	1990
29	1990	29	1990	29	1990
30	1990	30	1990	30	1990
31	1990	31	1990	31	1990
32	1990	32	1990	32	1990
33	1990	33	1990	33	1990
34	1990	34	1990	34	1990
35	1990	35	1990	35	1990
36	1990	36	1990	36	1990
37	1990	37	1990	37	1990
38	1990	38	1990	38	1990
39	1990	39	1990	39	1990
40	1990	40	1990	40	1990
41	1990	41	1990	41	1990
42	1990	42	1990	42	1990
43	1990	43	1990	43	1990
44	1990	44	1990	44	1990
45	1990	45	1990	45	1990
46	1990	46	1990	46	1990
47	1990	47	1990	47	1990
48	1990	48	1990	48	1990
49	1990	49	1990	49	1990
50	1990	50	1990	50	1990
51	1990	51	1990	51	1990
52	1990	52	1990	52	1990
53	1990	53	1990	53	1990
54	1990	54	1990	54	1990
55	1990	55	1990	55	1990
56	1990	56	1990	56	1990
57	1990	57	1990	57	1990
58	1990	58	1990	58	1990
59	1990	59	1990	59	1990
60	1990	60	1990	60	1990
61	1990	61	1990	61	1990
62	1990	62	1990	62	1990
63	1990	63	1990	63	1990
64	1990	64	1990	64	1990
65	1990	65	1990	65	1990
66	1990	66	1990		

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1 - Certificato n. 0404/12
Strumento utilizzato... DPSH1 TG 60-200 PAGANT

Comm. Lombard
 Cantone:
 Località:
 Comm. E. Paganini studio Tecnico
 Lunghezza Ausiliario
 Versione

Data: 13/ 7/ 2012



PROVA - DNR II - Carlinhos - 2 - MKL/22

Situação da Utilização: DNR - TC 53-250 PAGAM
 Data de emissão da Nota: 18/02/2012
 Data de liberação: 25/02/2012
 Valor em mil reais:

Taxa de liberação em Colômbia: 50%

Profundidade (m)	Nº. Cóp.	Velocidade média de extração (m/h)	Velocidade dinâmica média (kg/cm²/h)	Pressão média (kg/cm²)
0,20	15	0,905	102,12	581,5
0,40	20	1,301	169,22	2101,5
0,60	30	0,997	121,37	312,25
0,80	40	0,742	84,18	365,72
1,00	57	0,740	83,68	515,83
1,20	67	0,836	94,16	610,71
1,40	80	0,530	59,46	711,99
1,60	41	0,530	59,00	865,34
1,80	47	0,578	64,9	905,87
2,00	58	0,573	64,06	1.039,81
2,20	60	0,520	58,07	1.089,7
2,40	40	0,517	57,97	1.055,12
2,60	57	0,674	75,94	1.255,7
2,80	57	0,877	98,90	1.377,63

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPMH2 - Certificato n° 0465/12
Strumento utilizzato: DPMH TS 62-200 PAGANI

Committente: Società Esperta S.p.A. - Genova
 Cantieri: Lungomare 81, Genova
 Località: V.le XXII

Data: 13/12/2012

Numero di colpi per penetrazione per cm

