

---

# STUDIO TECNICO GEOLOGICO ASSOCIATO

---

## STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA

Salara (RO)

**COMMITTENTE: COMUNE DI SALARA**  
Via Roma, 133  
45030 Salara (RO)

**UBICAZIONE SITO:**

**Sede Comunale:** Via Roma, 133  
Foglio 8 – Mapp. 28

**Ed. Polivalenti:** Via Roma, 3  
Foglio 8 – Mapp. 29-30-317

**Comune di Salara (RO)**

**Dr.Geol. Daria Bottoni**



**Dr.Geol. Diego Merlin**



**Data: Dicembre 2012**

**Dr.Geol. Daria Bottoni**

P.zza A. Ragazzi n 6 - 45035 Castelmassa (RO) - Tel. 0425-840820 - Fax 0425-537610  
e\_mail : stgeologico@libero.it

**Protocollo: 48-2012**

**Dr.Geol. Diego Merlin**

**INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE</b> .....	01
1.1. Oggetto e scopo.....	01
1.2. Metodologia .....	01
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-TERRITORIALE</b> .....	02
<b>3. ANALISI GENERALE DELL'AREA</b> .....	04
3.1. Inquadramento Geologico .....	04
3.2. Inquadramento Geomorfologico .....	06
3.3. Inquadramento Tettonico .....	07
<b>4. INDAGINI GEOGNOSTICHE</b> .....	09
4.1. Metodologia dell'indagine con Prove Penetrometriche Statiche .....	09
<b>5. VALUTAZIONI LITOLOGICHE E GEOTECNICHE</b> .....	11
5.1. Dati da Prove Penetrometriche Statiche.....	06
5.1.1 <i>Stratigrafia Sede Comunale</i> - CPT1 .....	11
5.1.2 <i>Profondità Falda Sede Comunale</i> .....	11
5.1.3 <i>Stratigrafia Ed. Polivalenti</i> - CPT2.....	12
5.1.4 <i>Profondità Falda Ed. Polivalenti</i> .....	12
<b>6. SISMICA</b> .....	13
6.1. Normativa Sismica .....	13
6.2. Determinazione del moto sismico di riferimento .....	14
6.2.1. Zonazione Sismogenetica .....	15
6.3. Pericolosità sismica di base .....	17
6.4. Risposta sismica locale.....	18
6.4.1. Determinazione della categoria del sottosuolo.....	18
6.4.2. Amplificazione Stratigrafica - Amplificazione Topografica .....	20
6.4.3. Accelerazione orizzontale massima .....	21
6.5. Analisi del rischio di liquefazione.....	22
6.6. Valutazione dei possibili fenomeni di amplificazione sismica.....	25

**ALLEGATI**

<input type="checkbox"/> CARTA UBICAZIONE AREA .....	Tavola	1
<input type="checkbox"/> CARTA UBICAZIONE PROVE - Sede Comunale.....	Tavola	2
<input type="checkbox"/> CARTA UBICAZIONE PROVE - Ed. Polivalenti.....	Tavola	3
<input type="checkbox"/> ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE		
<input type="checkbox"/> ELABORATI INDAGINE SISMICA		

COMMITTENTE: **COMUNE DI SALARA**  
**Via Roma, 133**  
**45030 Salara (RO)**

LAVORO : **STUDIO DI MICROZONAZIONE SISMICA**

UBICAZIONE SITO: **Sede Comunale:** Via Roma, 133  
Foglio 8 – Mapp. 28

**Ed. Polivalenti:** Via Roma, 3  
Foglio 8 – Mapp. 29-30-317

**Comune di Salara (RO)**

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1. Oggetto e scopo

Su incarico del **Committente**, gli scriventi sono stati incaricati di eseguire uno studio di microzonazione sismica di supporto all'analisi di vulnerabilità sismica relativa a fabbricati strategici e rilevanti ai fini della protezione civile, identificati nella sede Comunale ed in un aggregato di fabbricati: Scuola dell'Infanzia - Scuola Primaria - Palestra - Ambulatorio Medico - Centro Sociale – Sala Polivalente.

Essendo tali fabbricati vicini tra loro, per la definizione dei parametri, l'aggregato è stato considerato un'unica area di studio, identificata come Edifici Polivalenti.

Per **vulnerabilità sismica** si intende la valutazione della possibilità che persone, edifici o attività subiscano danni o modificazioni al verificarsi dell'evento sismico: misura da una parte la perdita o la riduzione di efficienza, dall'altra la capacità residua a svolgere ed assicurare le funzioni che il sistema territoriale nel suo complesso esprime in condizioni normali.

Per **microzonazione sismica** si intende la valutazione e l'individuazione di **aree a comportamento omogeneo** sotto il profilo della **risposta sismica locale**, e dei fenomeni che avvengono durante la scossa.

### 1.2. Metodologia

La metodologia di studio adottata per definire gli scenari di pericolosità sismica locale delle aree oggetto di studio è stata suddivisa nelle seguenti fasi:

1. acquisizione e interpretazione dei dati geologici-geotecnici-sismici ottenuti dalle indagini geognostiche eseguite all'interno di ogni singola area;
2. creazione di un modello litologico del sottosuolo per individuare i depositi che possono determinare effetti locali;

3. individuazione di tutte le forme e gli elementi morfologici che possono determinare effetti locali.

Nell'area in esame sono state eseguite le seguenti indagini :

**- n° 2 Prove Penetrometriche Statiche denominate CPT1 e CPT2**

mediante penetrometro meccanico tipo Gouda da 20 tonnellate profondità massima indagata: 30.00 metri

**- n° 2 prospezioni sismiche MASW Attiva e Passiva**

mediante Sismografo ABEM RAS-24 24 canali, 24 bits

**L'ubicazione delle indagini suddette è riportata nelle Tavole allegate.**

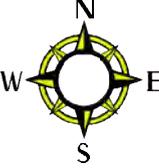
## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-TERRITORIALE

Il comune di Salara si colloca nella zona dell'alto Polesine, in sinistra idrografica del Fiume Po: il territorio si presenta pianeggiante, con quote variabili tra 7-9 m slm.

Non sono riconoscibili forme di morfogenesi attiva, ne forme che comportino limitazioni all'uso del territorio.

I fabbricati oggetto di studio (Sede Comunale e Ed. Polivalenti), sono ubicati in zona residenziale rispettivamente in via Roma n° 133 ed in via Roma n°3.



<p><b>Vista complessiva delle due aree</b></p> 	
<p><b>Sede Comunale</b></p>	
<p><b>Ed. Polivalenti</b></p>	

### 3. ANALISI GENERALE DELL'AREA

#### 3.1. Inquadramento Geologico

L'evoluzione geologica del territorio di Salara va necessariamente inquadrata in un contesto regionale: essa ricade nella parte centro-meridionale della Pianura Padana, che costituisce, dal punto di vista geologico, un grande bacino subsidente plio-quadernario di tipo sedimentario, che comincia a delinarsi sin dall'inizio del Triassico (225 milioni di anni fa) e viene interessato da subsidenza differenziata sia nel tempo che nello spazio, in diversi periodi (Mesozoico, Cenozoico, ma soprattutto Pliocene e Quaternario), con movimenti verticali controllati dai caratteri strutturali presenti in profondità.

La formazione della piana alluvionale, che oggi costituisce la Pianura Padana, è relativamente recente, infatti fino a circa 1 milione di anni fa l'area era completamente occupata dal mare ed, in particolare, costituiva la propaggine occidentale del Mar Adriatico.

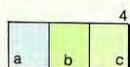
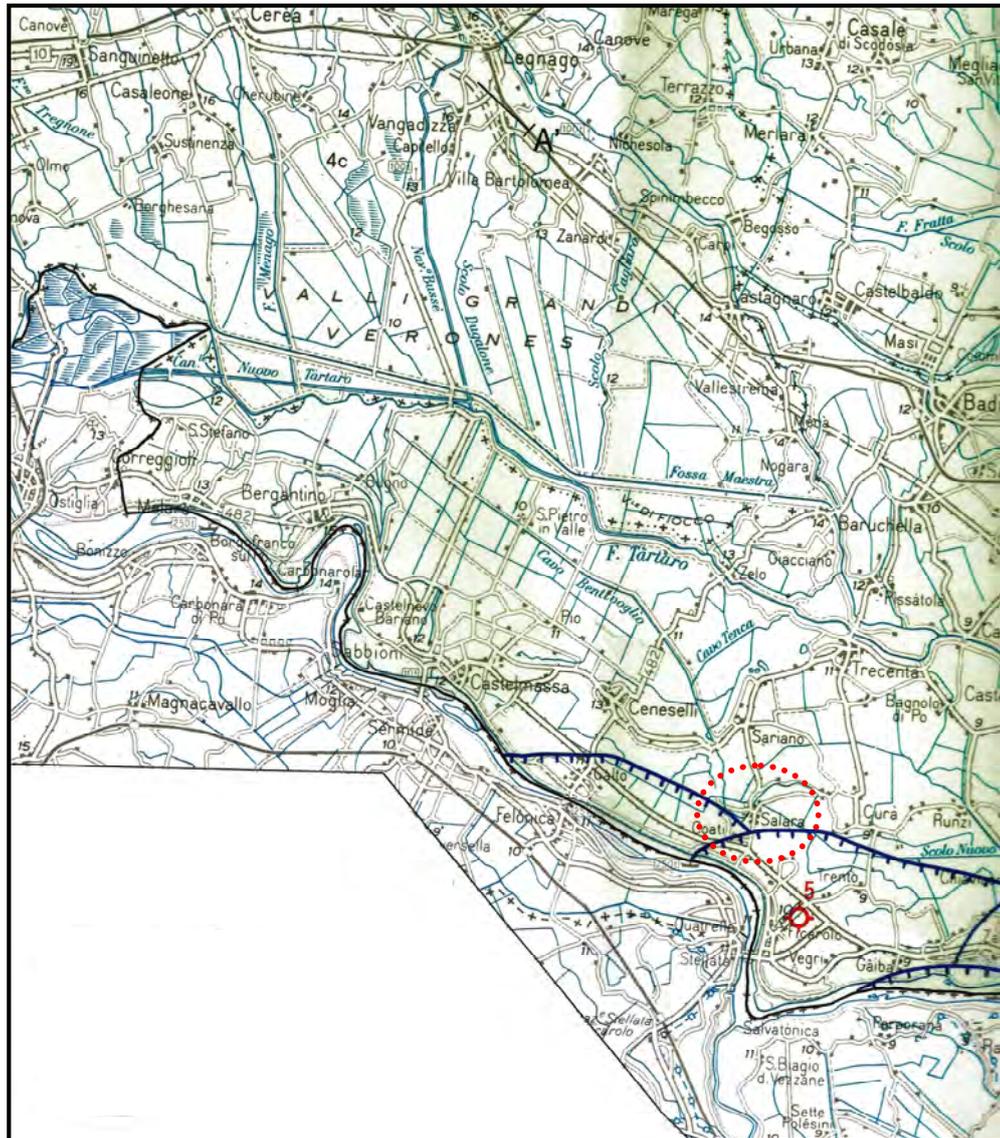
L'alternanza di cicli deposizionali trasgressivo/regressivi e il recente, graduale ritiro del mare dovuto alla progradazione dei sistemi deltizi, condizionato dalle oscillazioni eustatiche, ha fatto sì che, alla fine del Pleistocene superiore, l'Adriatico venisse ad occupare la sua posizione attuale.

La piana, lasciata libera dal mare, è stata poi colmata da depositi continentali che hanno ricoperto i depositi marini prevalentemente pliocenici responsabili del mascheramento delle strutture profonde che sono note solo grazie alle tecniche di ricerca di idrocarburi.

Le unità geologiche affioranti sono esclusivamente di ambiente continentale e costituite da depositi alluvionali con materiali a granulometria prevalentemente fine, di natura limosa-argillosa alternati a livelli sabbiosi.

Alla base di questi depositi quaternari troviamo formazioni pre-plioceniche di natura carbonatica.

ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DEL VENETO



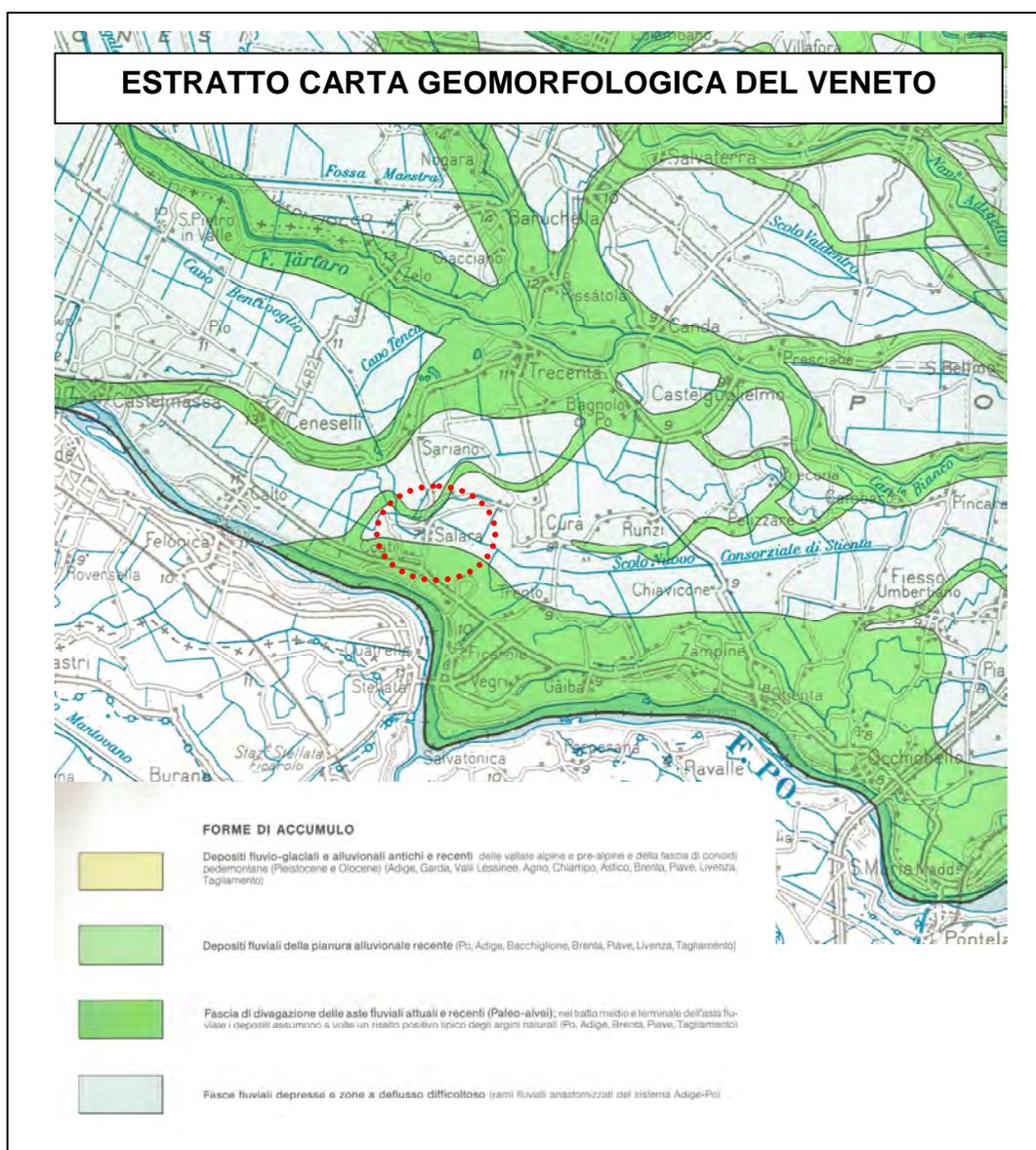
Depositi alluvionali e fluvioglaciali distinti sino a 30 m di profondità sulla base di stratigrafie di pozzi: ghiaie e sabbie prevalenti (a); alternanze di ghiaie e sabbie con limi e argille (b); limi e argille prevalenti (c), *Quaternario*

### 3.2. Inquadramento Geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico, dall'analisi della cartografia analizzata e sulla base di un sopralluogo da noi effettuato in corrispondenza dell'area in studio, il territorio si presenta pianeggiante con una leggera inclinazione in direzione nord-nord est in concordanza con l'andamento generale della Pianura Padana: non si evidenziano livelli di vulnerabilità o fragilità del territorio.

I sedimenti sono relativi a *depositi fluviali indifferenziati*, dovuti alla divagazione del percorso del fiume Po, che le oscillazioni delle condizioni climatiche generali e, a volte, i grandi movimenti tettonici, hanno impresso ai tracciati delle maggiori aste fluviali.

In particolare non si rilevano paleoalvei in corrispondenza dei siti indagati (anche se presenti nelle vicinanze), né forme che possano limitare l'uso del territorio.



### 3.2. Inquadramento Tettonico

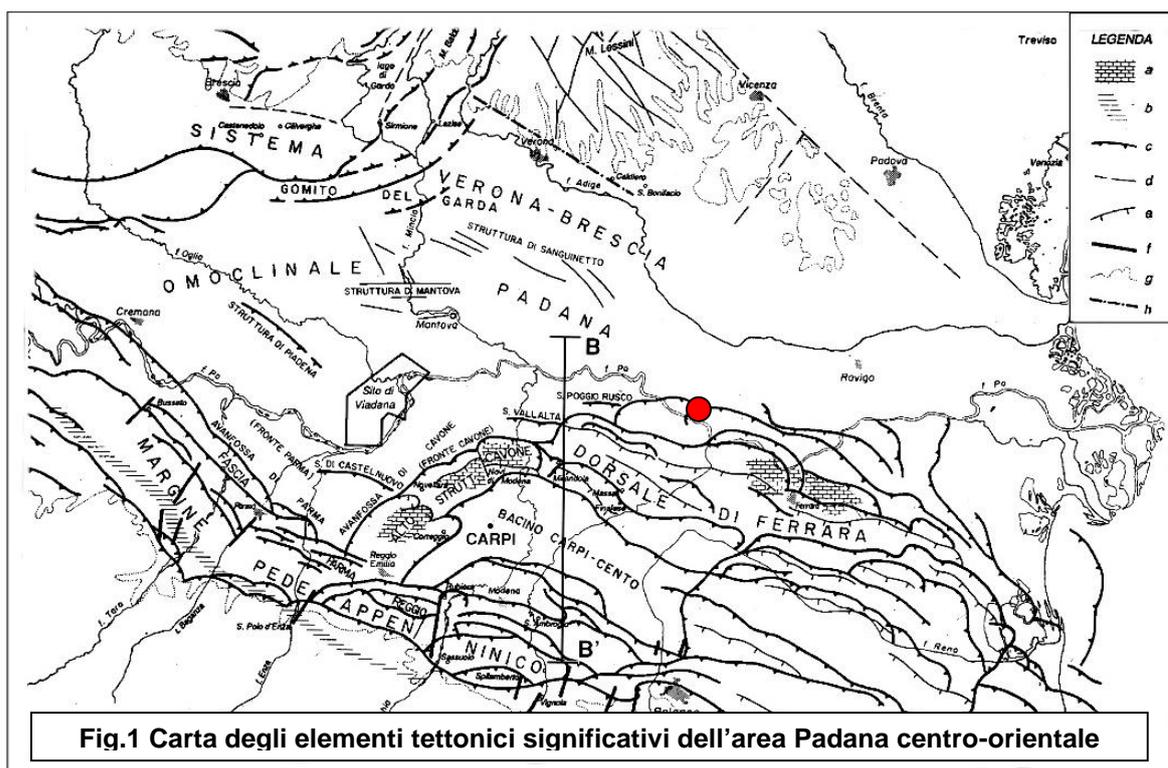
Per quanto riguarda l'assetto strutturale, i sedimenti della Pianura Padana ricoprono una catena *Sud vergente* (alpina) nella parte settentrionale, ed una *Nord vergente* (appenninica) a meridione.

Infatti a NE si trova la grande monoclinale pedealpina veneta, che si contrappone, verso S-SW, ai tre grandi archi di pieghe appenniniche sepolte: quello del Monferrato, quello Emiliano, e quello Ferrarese-Romagnolo.

La presenza di vergenze contrapposte è interpretato come l'effetto di una compressione subita dalla terminazione settentrionale della microplacca Adriatica, che è compresa tra il fronte degli opposti accavallamenti: Sudalpino-Dinarici ed Appenninici.

Viene, quindi, ipotizzata una sutura ad andamento complesso, che forma, nel margine appenninico sovracorrente, un cuneo di accrezione (Treves, 1984).

In esso sono accatastati brandelli di crosta, dai quali si deduce un notevole raccorciamento, legato a subduzione e ad ispessimento crostale.



Nella Figura 1 si nota la presenza di un ampio bacino, fortemente subsidente ed attivo sin dal Plio-Pleistocenico, che si estende tra Carpi e Cento di Ferrara, denominato "Bacino di Carpi" o meglio noto come "Sinclinale di Bologna-Bomporto-Reggio Emilia, collocata tra due grandi archi di pieghe, che costituiscono la porzione più esterna dell'Appennino settentrionale,

rappresentati dalla “**Zona delle pieghe pedeappenniniche**”, a sud, più prossimi alla catena appenninica, e dalla “**Dorsale di Ferrara**”, a nord.

Quest'ultima è caratterizzata da un'ampia struttura anticlinale molto evidente ed elevata, che corre da Massa Finalese a Mirandola, con direzione complessiva E/SE-N/NW e che, in corrispondenza di Novi di Modena e Correggio, subisce una decisa inflessione verso sud, con andamento SE-NW.

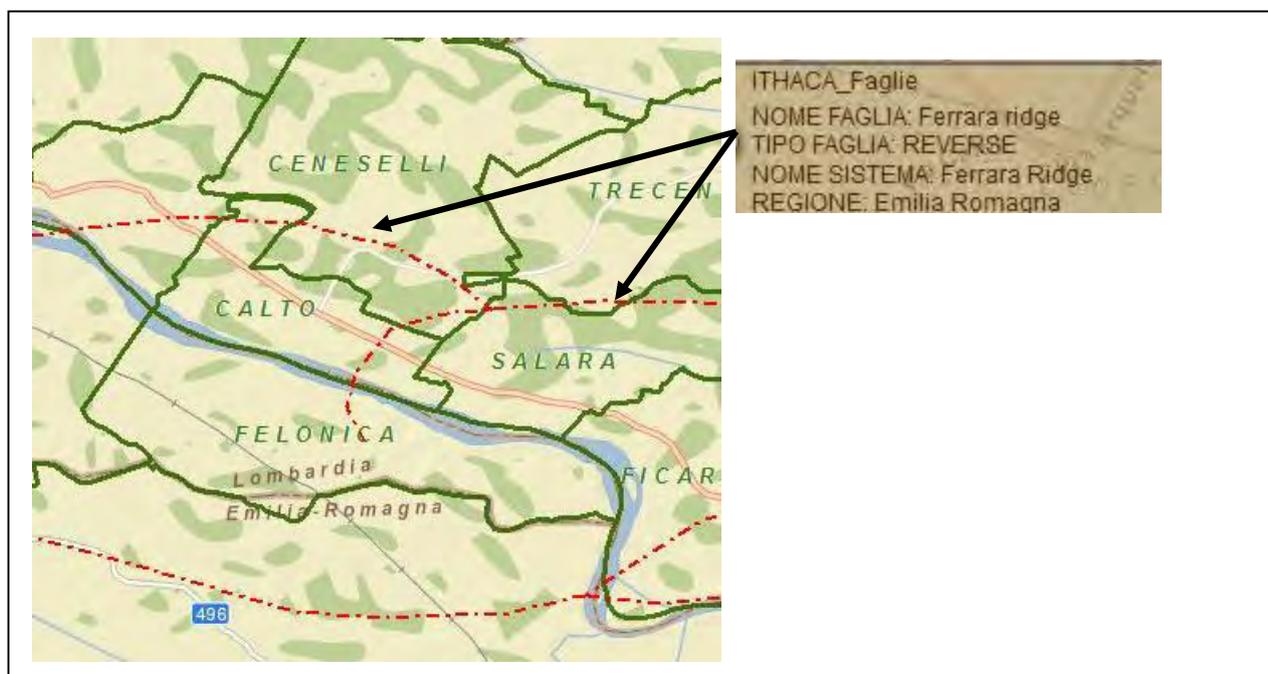
Lungo tali allineamenti, lo spessore dei depositi quaternari subisce una notevole riduzione, sino a poche decine di metri (80/90 m).

Il territorio comunale risulta interessato dalla presenza di faglie dovute al sovrascorrimento dell'Appennino verso nord, al di sotto della Pianura Padana, definite *faglie capaci*, termine usato per descrivere faglie sismiche con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni, “capaci” potenzialmente di produrre deformazioni in superficie.

Si tratta di fenomeni di neoformazione (cosismici) che possono formarsi in superficie nelle aree epicentrali, in concomitanza con eventi sismici di intensità elevata, in genere  $\geq$  VIII-IX grado della scala ESI2007.

La presenza di faglie capaci nel territorio comunale oggetto di studio, è stata verificata consultando il catalogo delle faglie capaci ITHACA “ITaly HAZard from CAPable faults”.

ITHACA è un database creato per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali.



#### 4. INDAGINI GEOGNOSTICHE

La caratterizzazione **litologica** e **geotecnica** di dettaglio delle aree interessate dai due edifici è stata definita mediante l'esecuzione di n°2 **Prove Penetrometriche Statiche** (CPT=Cone Penetration Test), spinte sino alla profondità max di 30 m da p.c. e siglate:

- ✓ **CPT1 (Sede Comunale);**
- ✓ **CPT2 (Ed. Polivalenti).**

##### 4.1. Metodologia dell' indagine con Prove Penetrometriche Statiche

Per l'esecuzione delle prove si è utilizzato un Penetrometro Statico Olandese tipo Gouda, con spinta da 20 t, modello TG63-200 .

La prova penetrometrica statica CPT (di tipo meccanico) consiste essenzialmente nella misura della resistenza alla penetrazione di una punta meccanica di dimensioni e caratteristiche standardizzate, infissa nel terreno a velocità costante ( $v=2 \text{ cm/sec} \pm 0,5 \text{ cm/sec}$ ).

La penetrazione viene effettuata tramite un dispositivo di spinta (martinetto idraulico), opportunamente ancorato al suolo con coppie di coclee ad infissione, che agisce su una batteria doppia di aste (aste coassiali esterne cave e interne piene), alla cui estremità è collegata la punta.

Lo sforzo necessario per l'infissione è misurato per mezzo di manometri, collegati al martinetto mediante una testa di misura idraulica.

La punta conica (del tipo telescopico) è dotata di un manicotto sovrastante, per la misura dell'attrito laterale (punta / manicotto tipo "Begemann").

Sulla batteria di aste esterne può essere installato un anello allargatore per diminuire l'attrito sulle aste, facilitandone l'infissione.

Le dimensioni della punta / manicotto sono standardizzate, e precisamente:

- diametro di base del cono  $\varnothing = 35,7 \text{ mm}$
- area di punta conica  $A_p = 10 \text{ cm}^2$
- angolo di apertura del cono  $ss = 60^\circ$
- superficie laterale del manicotto  $A_m = 150 \text{ cm}^2$

Nei diagrammi e tabelle allegate sono riportati i seguenti valori di resistenza (rilevati dalle letture della centralina, durante l'infissione dello strumento) :

- **Rp** (  $\text{kg} / \text{cm}^2$  ) = resistenza alla punta (conica)
- **RI** (  $\text{kg} / \text{cm}^2$  ) = resistenza laterale (manicotto)
- **Rt** (  $\text{kg}$  ) = resistenza totale (aste esterne)

La resistenza alla punta  $R_p$  e la resistenza laterale  $R_l$  sono rilevate ad intervalli regolari di 20 cm.

Oltre all'elaborazione dei **valori di resistenza** del sottosuolo, vengono fornite utili informazioni per il riconoscimento di massima dei terreni attraversati, in base al rapporto  $R_p / R_l$  fra la resistenza alla punta e la resistenza laterale del penetrometro (Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977), ovvero in base ai valori di  $R_p$  e del rapporto  $FR=(R_l/R_p)\%$  (Esperienze di Schmertmann 1978).

Sempre in riferimento alle prove penetrometriche statiche CPT, nelle tavole allegate sono riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici :

- coesione non drenata  **$C_u$** ;
- angolo di attrito interno efficace  $\phi'$ ;
- densità relativa  **$D_r$** ;
- modulo edometrico  **$M_o$** ;
- modulo di deformazione non drenato  **$E_u$**  e drenato  **$E'$** ;
- peso di volume  **$\gamma'$** .

Le elaborazioni sopraccitate (effettuate mediante un **programma di calcolo automatico**) fanno riferimento ad esperienze e ricerche condotte in vari Paesi da diversi Autori, nonché a conoscenze personali da parte di chi scrive.

## 5. VALUTAZIONI LITOLOGICHE E GEOTECNICHE

### 5.1. Dati da Prove Penetrometriche Statiche

Con riferimento ai risultati delle indagini e tramite l'esame e l'interpretazione delle curve della resistenza di punta delle prove CPT, si rileva, per il sottosuolo in esame, la presenza di terreni eterogenei costituiti prevalentemente da **terreni alluvionali fini caratterizzati da argille ed argille limose, passanti a sabbie in profondità**.

Di seguito si dà una descrizione dei principali livelli riconosciuti, con indicazione dei parametri geotecnici (resistenza di punta  $R_p$ , coesione non drenata  $C_u$ , angolo di attrito  $\varphi$ ).

#### 5.1.1. Stratigrafia Sede Comunale - CPT1

STRATO	PROFONDITA' m	LITOLOGIA	$R_p$ medio Kg/cm <sup>2</sup>	$C_u$ medio Kg/cm <sup>2</sup>	$\varphi$ medio
1	da p.c. a 0.60	sabbie limose	33	-	29°
2	da 0.60 a 14.60	argille con livelletti a sabbie	9	0.45	-
3	da 14.60 a 19.80	sabbie e sabbie limose	144	-	35°
4	da 19.80 a 20.40	limi sabbiosi	39	-	29°
5	da 20.40 a 30.00	sabbie	185	-	37°

#### 5.1.2. Profondità Falda Sede Comunale

Il livello minimo della falda, misurato il giorno stesso delle prove risulta essere a:

**-2.60 metri da quota inizio prova**

Tale valore si riferisce al livello che l'acqua raggiunge subito dopo la prova (livello piezometrico), dovuto al grado di risalienza della falda.

Il livello della falda freatica, rispetto al piano campagna, può risultare inoltre variabile nel tempo, in quanto è influenzato dell'entità delle precipitazioni che ne modificano sia la geometria che le quote.

**5.1.3. Stratigrafia Ed. Polivalenti - CPT2**

<b>STRATO</b>	<b>PROFONDITA' m</b>	<b>LITOLOGIA</b>	<b>R<sub>p</sub> medio Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>C<sub>u</sub> medio Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>φ medio</b>
1	da p.c. a 6.60	<b>argille limose</b>	11	0.52	-
2	da 6.60 a 7.20	<b>limi sabbiosi</b>	28	0.75	28°
3	da 7.20 a 9.60	<b>argille</b>	8	0.42	-
4	da 9.60 a 10.20	<b>sabbie limose</b>	38	-	30°
5	da 10.20 a 13.00	<b>argille</b>	9	0.45	-
6	da 13.00 a 14.20	<b>limi sabbiosi</b>	47	-	30°
7	da 14.20 a 20.40	<b>sabbie e sabbie limose</b>	146	-	36°
8	da 20.40 a 22.20	<b>alternanze di limi sabbiosi e sabbie</b>	25÷71	0.93	28°÷32°
9	da 22.20 a 30.00	<b>sabbie</b>	200	-	38°

**5.1.4. Profondità Falda Ed. Polivalenti**

Il livello minimo della falda, misurato il giorno stesso delle prove risulta essere a:

**-1.60 metri da quota inizio prova**

Tale valore si riferisce al livello che l'acqua raggiunge subito dopo la prova (livello piezometrico), dovuto al grado di risalienza della falda .

Il livello della falda freatica, rispetto al piano campagna, può risultare inoltre variabile nel tempo, in quanto è influenzato dell'entità delle precipitazioni che ne modificano sia la geometria che le quote .

## 6. SISMICA

### 6.1. Normativa sismica

Il sisma è un processo estremamente complesso caratterizzato dalla propagazione tridimensionale nel suolo di onde, dovute principalmente ad un rilascio improvviso di energia legato a fenomeni di frattura o movimenti lungo faglie già esistenti della crosta terrestre.

Per progettare un edificio antisismico è necessario conoscere il movimento del terreno indotto dal terremoto in prossimità dell'edificio.

Il Comune di Salara è stato classificato, in base alla legge 2.2.1974 n°64, come Comune **Non Classificato (NC)**, successivamente, secondo la proposta del Gruppo di Lavoro del 1998 come comune di **III Categoria**, ed infine, secondo l'Ordinanza n°3274 del 20/03/2003 comune in **zona 3**.

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo i Decreti fino al 1984	Categoria secondo la proposta del GdL del 1998	Zona ai sensi dell'Ordinanza n°3274 20/03/2003
05029042	Salara	N.C.	III	3

Per le costruzioni in zona sismica, il parametro atto a definire un terremoto viene individuato con l'**accelerazione orizzontale massima  $a_g$**  su suolo di categoria A espresso come frazione dell'accelerazione di gravità  $g$ , che questo produce nel substrato con probabilità di accadimento del 10% in 50 anni.

A partire da questa osservazione, il territorio italiano è stato suddiviso in 4 zone sismiche aventi diversi valori di  $a_g$ .

ZONA	accelerazione orizz. con prob. di superamento pari al 10% in 50 anni. $a_g/g$	accelerazione orizz. di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) $a_g/g$
1	>0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 Gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ( $V_s > 800$  m/s), viene definita mediante un approccio "**sito dipendente**" e non più tramite un criterio "**zona dipendente**".

Ciò comporta delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative.

Con le precedenti normative in campo antisismico, applicando il criterio **zona dipendente**” avremmo potuto stimare l’accelerazione di base (senza considerare l’incremento dovuto ad effetti locali dei terreni) in maniera automatica, poiché essa sarebbe stata direttamente correlata alla Zona sismica di appartenenza del comune (nel caso di Salara, Zona sismica 3).

Con l’entrata in vigore del D.M. 14 Gennaio 2008 la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell’azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Pertanto (secondo quanto riportato nell’allegato A del D.M. 14 Gennaio 2008) la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell’azione sismica di progetto viene effettuata *calcolandoli direttamente per il sito in esame*, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell’Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

## 6.2. Determinazione del moto sismico di riferimento

Per moto sismico di riferimento si intende il moto causato dall’evento atteso, nel sito in esame, in relazione ad un’appropriata analisi di pericolosità.

Un moto sismico è abitualmente rappresentato in funzione del tempo attraverso un accelerogramma: il segnale viene registrato e digitalizzato dalle stazioni sismiche lungo tre direzioni ortogonali (due orizzontali e una verticale) con un passo regolare di campionamento  $t$ .

Dal segnale accelerometrico, mediante filtraggio ed integrazione numerica, si ottengono gli andamenti nel tempo di velocità e spostamento per ciascuna componente del moto.

Ampiezza massima, durata e contenuti in frequenza del segnale variano in relazione sia all’energia del terremoto e ai meccanismi di sorgente, sia alla distanza ed alle condizioni locali del sottosuolo del sito di registrazione.

I parametri più rappresentativi per caratterizzare l’ampiezza di un moto sismico sono i **valori di picco di accelerazione, velocità e spostamento** ed il **contenuto in frequenza**.

Le caratteristiche energetiche di un sisma sono invece ben rappresentate dalla **magnitudo**, grandezza espressa in funzione del logaritmo dell’ampiezza di un parametro rappresentativo del moto, come l’accelerazione di picco, misurata ad una distanza epicentrale di riferimento.

Il moto sismico a cui fare riferimento è determinato sulla base di alcuni documenti ufficiali nazionali:

- le mappe di pericolosità sismica nazionale, che individuano le principali zone sismogenetiche a scala subregionale e sono espresse in termini di accelerazioni massime

attese o di intensità spettrali (parametri valutati sia in base alla sismicità storica, sia mediante studi con modelli sismotettonici avanzati);

- la zonazione sismica del territorio nazionale che stabilisce, sulla base della mappa di pericolosità nazionale, i valori di accelerazione massima su suolo di riferimento rigido ( $a_g$ ) per le zone sismiche a cui è stato assegnato ciascun comune del territorio nazionale;
- la normativa tecnica nazionale ed internazionale per la progettazione antisismica degli edifici e delle fondazioni ed opere di sostegno. In tali documenti sono indicate le categorie di sottosuolo cui associare opportuni valori del fattore di amplificazione  $S$  e dello spettro di risposta normalizzato relativo alle componenti orizzontali e verticali dell'accelerazione.

### 6.2.1. Zonazione Sismogenetica

La recente pubblicazione dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ha mappato il territorio nazionale in zone sismogenetiche, riportate nella **FIGURA 5.4**; tale zonazione viene chiamata ufficialmente **ZS9**.

Rispetto alle zonazioni precedenti, in questo caso le zone sorgente sono state disegnate più vincolate rispetto alle sorgenti sismogenetiche e alla sismicità storica e strumentale e le aree circostanti sono state cautelate attraverso i normali effetti di propagazione della pericolosità sismica al di fuori delle zone sorgente.

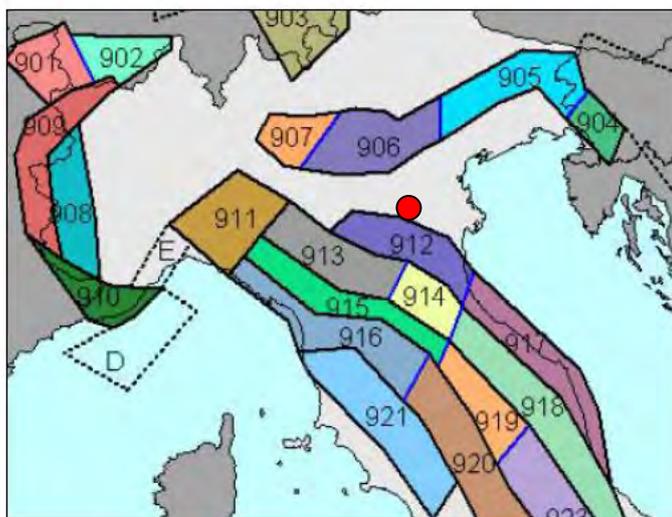


Figura 5.4 – Zonazione sismogenetica ZS9

Il territorio comunale di Salara, risulta situato al di fuori delle citate macrozone, in quanto si colloca a circa 39 km a sud della Zona Sismogenetica 906 (Garda Veronese) e a circa 7 km a nord della Zona Sismogenetica 912 (Dorsale Ferrarese).

Le caratteristiche delle due zone citate sono:

- **Zona Sismogenetica 906**, zona legata alla convergenza tra la placca tettonica “Adria” e la placca tettonica “Southern Alps” con strutture a pieghe sud-vergenti e faglie inverse associate (thrusts prevalenti). I terremoti storici hanno raggiunto valori superiori a  $M > 6$ , ed il valore massimo rilevato è pari a  $M_d = 4,7$ . Le zone ipocentrali si verificano generalmente a profondità comprese tra 5 e 8 Km con profondità efficace di 8 km .

Nella Zona Sismogenetica 906 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a  $M_{max} = 6,60$ .

→ **Zona Sismogenetica 912**, essa rappresenta la porzione più esterna della fascia in compressione dell'Appennino Settentrionale caratterizzata dallo sprofondamento passivo della litosfera adriatica (placca tettonica "Adria") sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale (placca tettonica "Northern Apenninic Arc") con cinematismi attesi di sovrascorrimenti e faglie trascorrenti aventi assi SW-NE. I terremoti storici hanno raggiunto valori pari a  $M=5,9$ , con zone ipocentrali verificatesi generalmente a profondità comprese tra 6 e 8 Km con profondità efficace di 7 km. Nella Zona Sismogenetica 912 è previsto, sulla base dei meccanismi focali, valori di massima magnitudo pari a  $M_{max} = 6,14$ .

Le componenti deformazionali, indotte dalle strutture sismogeniche poste al contorno, comportano modesti accumuli di energia, i quali si liberano saltuariamente nelle aree di minore resistenza, rappresentate dalla struttura di Piadena, Mantova e Sanguinetto.

Queste ultime sono deformazioni secondarie che, seppur debolmente, risultano tettonicamente e sismicamente attive.

L'analisi degli eventi sismici avvenuti nel periodo tra Maggio e Giugno 2012 che hanno colpito maggiormente i territori della Pianura Padana Emiliana, hanno portato alla distinzione di tre differenti sequenze sismiche di cui la prima del 20 Maggio (Finale Emilia,  $M_I=5,9$ ), la seconda il 29 Maggio (Medolla,  $M_I=5,8$ ) e la terza del 03 Giugno (Novi di Modena,  $M_I=5,1$ ).

La distribuzione degli ipocentri, ricavata mediante una suddivisione in classi di profondità degli eventi, evidenzia due fasce distinte entrambe in direzione W-E, di cui la fascia più a nord mostra sismi con profondità minori di 10 km, mentre nella fascia più a sud gli eventi hanno prevalentemente profondità ipocentrali maggiori di 10 km.

Tramite i meccanismi focali è stato possibile interpretare il tipo di rottura, dovuta a faglie inverse con una direzione di massima compressione orizzontale media N-S, ed un solo evento che presenta rottura per faglia normale con allungamento massimo orizzontale in direzione N-S. I dati raccolti hanno portato alla definizione di un modello sismotettonico, distinguendo due strutture sismogenetiche rappresentate da due *thrusts* che hanno generato le tre sequenze sismiche del 20 e 29 Maggio e del 03 Giugno 2012.

Nel complesso il territorio di Salara è soggetto ad un'attività sismica media, conseguenza della propagazione dell'energia elastica liberata nelle zone sismogeniche adiacenti .

In seguito ai recenti episodi sismici che hanno interessato la pianura padana emiliana, in riferimento all'area di intervento, è stato assegnato un valore di riferimento di magnitudo pari a: **M=6,00** .

### 6.3. Pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base è definita in termini di **accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$**  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con sup. topografica orizzontale (di categoria A), nonché in termini di **ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$** .

Ai fini delle NTC le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei parametri spettrali :

✓  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima al sito;

✓  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

✓  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ , relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento, sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC.

Essi sono relativi a situazioni geologiche corrispondenti ad un **sito con assenza di effetti locali dei terreni**, ovvero con presenza di substrato sismico ( $V_{s30} > 800\text{m/s}$ ) affiorante o subaffiorante ed in condizioni morfologiche pianeggianti.

SEDE COMUNALE				
SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	120	0,055	2,537	0,297
SLD	201	0,069	2,510	0,304
SLV	1898	0,153	2,574	0,319
SLC	2475	0,168	2,565	0,325

ED. POLIVALENTI				
SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	120	0,056	2,536	0,297
SLD	201	0,070	2,509	0,304
SLV	1898	0,154	2,573	0,318
SLC	2475	0,168	2,564	0,324

Tratto da : "Spettri-NTC ver.1.0.3." – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

#### 6.4. Risposta sismica locale

Per i siti oggetto di studio sono state compiute specifiche analisi di valutazione della risposta sismica locale verificando:

- la categoria del sottosuolo di fondazione, mediante la stima del parametro  $V_{s30}$  e di conseguenza valutare l'incremento sull'azione sismica ;
- il coefficiente di amplificazione stratigrafica [ $S_s$ ];
- il coefficiente di amplificazione topografica [ $S_T$ ].

##### 6.4.1. Determinazione della categoria del sottosuolo

La struttura superficiale e del sottosuolo medio profondo dell'area oggetto di studio è stata desunta mediante l'esecuzione di **prove geofisiche** per la determinazione diretta della  $V_{s30}$ .

E' stata quindi eseguita un'indagine sismica mediante il **metodo Masw** (Multi Channel Analysis Surface Waves) attivo e passivo ai sensi del DM 14/01/2008.

Il metodo utilizzato sfrutta le onde di superficie (onde di Rayleigh) e il fenomeno della dispersione delle stesse (variazione della velocità di fase con il variare della frequenza).

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh,  $V(\text{fase})/\text{freq.}$ , può essere convertito nel profilo  $V_s/\text{profondità}$ . Il metodo passivo sfrutta il rumore naturale, mentre il metodo attivo sfrutta sorgenti sismiche (massa battente). Tale metodo non è univoco e quindi il modello che ne scaturisce è un modello teorico.

Si è optato per l'analisi delle onde di superficie dal momento che tale tecnica ha dimostrato ampiamente la sua affidabilità e la capacità risolutiva.

Il metodo prevede l'utilizzo di strumentazione classica per sismica a rifrazione ad elevata dinamica (24 bits di conversione A/D), con geofoni a bassa frequenza (preferibilmente da 4,5 Hz).

Nella fattispecie per le misure è stato utilizzato un sismografo a 24 canali mod. RAS24 a 24 bits con scarico dei dati direttamente su p.c. .

Sono state effettuate 10 registrazioni da 30 secondi ciascuna, per il metodo passivo e una registrazione da 2 secondi, per il metodo attivo.

I geofoni usati sono di tipo verticale da 4.5 Hz e grazie alla dinamica dello strumento (24 bits, range dinamico 117dB), consentono la registrazione delle onde di superficie con contenuto in frequenza fino a circa 2 Hz.

I dati acquisiti in campagna sono stati quindi elaborati e, grazie ai dati di taratura forniti, è stato possibile ricostruire un modello  $V_s/\text{profondità}$  attendibile.

L'indagine eseguita ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle Vs fino ed oltre 30 m di profondità.

In allegato le immagini relative alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh e del modello che ne deriva previa inversione dei dati, relative ai due stendimenti.

Per quanto concerne i dettagli relativi alle caratteristiche geometriche dello stendimento, sono stati utilizzati 24 geofoni in linea con interdistanza di 2 m.

La Vs30 è stata ricavata dalla formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{v_i}}$$

In base ai dati derivati dalle indagini, si evidenzia una stratigrafia caratterizzata da terreni di natura coesiva superficiali, passanti a sabbie in profondità.

In base ai dati derivati dalle indagini, si ricava che la velocità equivalente Vs30 di propagazione delle onde di taglio è stata di:

**Sede Comunale** → Vs30 = 189 m/sec,

**Ed. Polivalenti** → Vs30 = 183 m/sec,

e che la categoria di sottosuolo attribuita ai siti è la **categoria C** ovvero:

“ Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < N<sub>SPT,30</sub> < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < c<sub>u,30</sub> < 250 kPa nei terreni a grana fina)”.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero N <sub>SPT,30</sub> > 50 nei terreni a grana grossa e c <sub>u,30</sub> > 250 kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < N <sub>SPT,30</sub> < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < c <sub>u,30</sub> < 250 kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero N <sub>SPT,30</sub> < 15 nei terreni a grana grossa e c <sub>u,30</sub> < 70 kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

#### 6.4.2. Amplificazione Stratigrafica - Amplificazione Topografica

In base alle condizioni litologiche e morfologiche locali, le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), dopo aver individuato le "categorie di sottosuolo", assegna ad ognuna un valore del coefficiente  $S_s$  (Coeff. di amplificazione stratigrafica) e di  $C_c$ , definiti secondo le formule presenti nella tabella allegata:

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Per la verifica delle opere realizzate sui versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica viene effettuata tramite il coeff.  $S_T$ , applicabile nel caso di configurazioni geometriche (creste o dorsali allungate) di altezza sup. a 30 m.

Nel caso di pendii con inclinazione inf. a 15° gli effetti topografici possono essere trascurati.

Categoria Topografica	Caratteristiche della sup. Topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	Sup. pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$	-	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Nel nostro caso trovandoci in zona sub-pianeggiante il valore di  $S_T$  corrisponde a:

$$S_T = 1$$

Nel nostro caso, avendo definito la **categoria del sottosuolo=C** ed avendo preso a riferimento i valori relativi allo stato limite **SLV** (Stato Limite di salvaguardia della Vita), si ottengono i seguenti dati:

<b>SEDE COMUNALE</b>	
<b>Parametri indipendenti</b>	
STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,153 g
$F_o$	2,574
$T_C$	0,319 s
$S_S$	1,463
$C_C$	1,531
$S_T$	1,000
$q$	1,000
<b>Parametri dipendenti</b>	
$S$	1,463
$\eta$	1,000
$T_B$	0,163 s
$T_C$	0,488 s
$T_D$	2,214 s

<b>ED. POLIVALENTI</b>	
<b>Parametri indipendenti</b>	
STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,154 g
$F_o$	2,573
$T_C$	0,318 s
$S_S$	1,462
$C_C$	1,532
$S_T$	1,000
$q$	1,000
<b>Parametri dipendenti</b>	
$S$	1,462
$\eta$	1,000
$T_B$	0,163 s
$T_C$	0,488 s
$T_D$	2,216 s

#### 6.4.3. Accelerazione orizzontale massima

L'accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero, definita nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC, non può essere utilizzata direttamente per calcolare l'accelerazione indotta sulla struttura, poichè, per come è stata definita, non corrisponde all'accelerazione al suolo della fondazione del sito in esame, ma è relativa ad una situazione geologica corrispondente ad un sito con "assenza di effetti locali dei terreni", ovvero con presenza di substrato sismico ( $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$ ) affiorante o subaffiorante ed in condizioni morfologiche pianeggianti.

Quindi, per determinare l'accelerazione orizzontale massima [ $a_{\max}$ ] del terreno che caratterizza il sito, è necessario prendere in considerazione il coefficiente S che tiene conto del coeff. di amplificazione stratigrafica  $S_S$  e del coeff. di amplificazione topografica  $S_T$ .

Il valore di  $a_{\max}$  sarà dato da:  $a_{\max} = a_g \times S$

$$\text{Sede Comunale} \rightarrow a_{\max} = 0,224 \text{ g}$$

$$\text{Ed. Polivalenti} \rightarrow a_{\max} = 0,225 \text{ g}$$

## 6.5. Analisi del rischio di liquefazione

Per liquefazione si intende un processo di accumulazione della pressione del fluido interstiziale che causa, in un terreno non coesivo saturo (sabbia, ghiaia, limo non plastico), diminuzione della resistenza e/o rigidità al taglio a seguito dello scuotimento.

La liquefazione consiste quindi in una diminuzione della resistenza del terreno, a seguito del raggiungimento della condizione di fluidità.

Nel caso di un terremoto che inneschi il processo di liquefazione, la massa del suolo resta in movimento fino a che non raggiunge una nuova condizione di stabilità.

Il pericolo di liquefazione aumenta al diminuire :

- della coesione  $C_u$ ;
- dell'angolo di attrito  $\varphi$  ;
- della tensione totale  $\sigma_n$  ;

e all'aumentare della pressione interstiziale  $p$  .

La probabilità che nei terreni sabbiosi saturi si verifichino fenomeni di liquefazione è bassa o nulla se si verifica almeno una delle seguenti condizioni:

1. eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$ ;
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura (a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura (b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ ;
5. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove

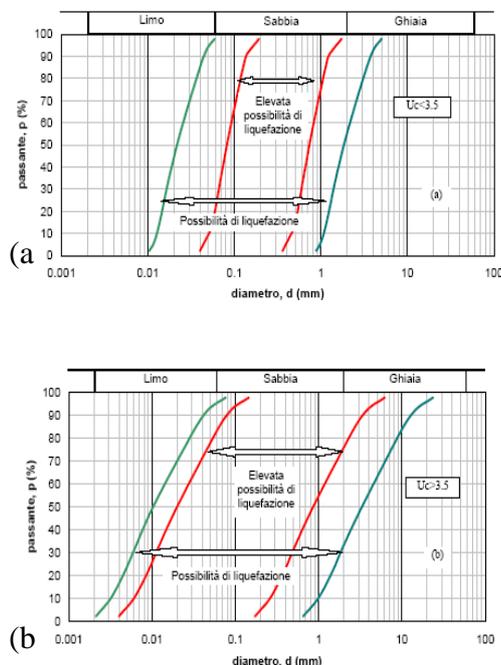
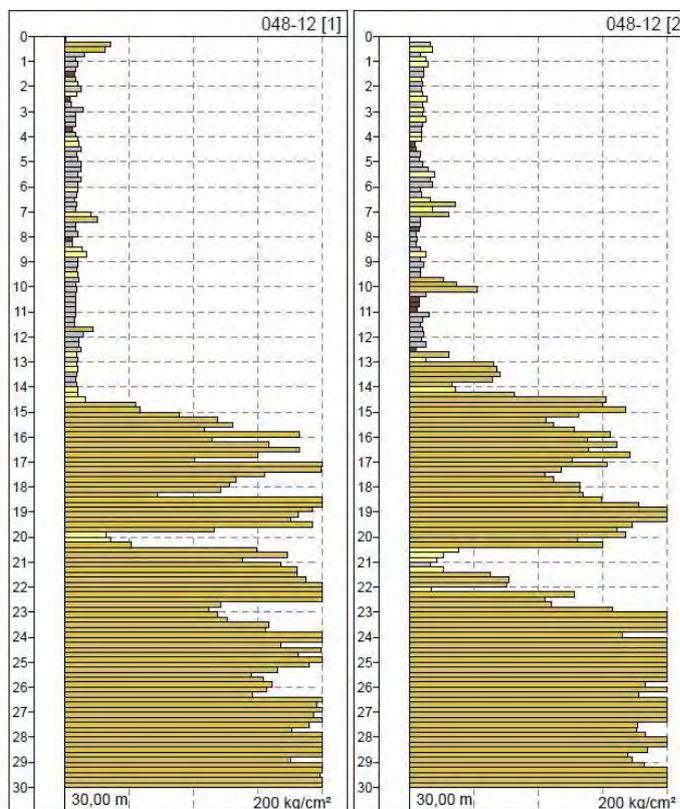


Figura 1 - Fesse granulometriche per la valutazione preliminare della suscettibilità alla liquefazione di un terreno per i terreni a granulometria uniforme (a) ed estesa (b) (da A.G.I. 2005)

penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.

*Il rischio di liquefazione riguarda pertanto situazioni in cui la falda freatica si trova in prossimità della superficie, ed i terreni di fondazione risultano caratterizzati da potenti strati o lenti spesse (di almeno 1 metro) di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limosa-argillosa .*

Le prove CPT, unitamente all'indagine sismica effettuata, hanno rilevato la presenza, per entrambi i siti, di una stratigrafia caratterizzata da terreni di natura prevalentemente coesiva, posti tra p.c. e 14.60 m, passanti poi ad un banco di natura granulare sino a 30.00 m. La falda freatica superficiale è stata rilevata ad una quota variabile tra 1.60÷2.60 m da p.c..



Bisognerà quindi a verificare il rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto, valutando i parametri relativi sia all'evento sismico sia al deposito granulare.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene valutata in termini di **fattore di resistenza alla liquefazione  $F_L$** , adottando il criterio di Seed e Idriss, che individua ad ogni profondità  $z$  del deposito, il coeff. di sicurezza alla liquefazione, espresso dal rapporto fra la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico limite e la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma, e cioè:

$$F_L = \frac{CRR}{CSR} \cdot MSF$$

dove:

- **CRR=Cyclic Resistance Ratio**, indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico, normalizzata rispetto alla pressione verticale efficace  $\sigma'_{v0}$  ;

$$CRR = \frac{\tau_{ult}}{\sigma'_{v0}}$$

- **CSR= Cyclic Stress Ratio**, indica la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma;

$$CSR = \frac{\tau_{media}}{\sigma'_{v0}} = 0.65 \frac{Sa_g}{g} \frac{\sigma_v}{\sigma'_{v0}} r_d$$

- **MSF=** fattore di correzione della magnitudo.

Dal rapporto tra il numeratore con il denominatore, se il risultato è **F<sub>L</sub> >1,00** il deposito viene considerato **NON LIQUEFACIBILE**, se inferiore **LIQUEFACIBILE** .

Per tale livello è stata eseguita, fino a 20 m di profondità, una stima del rischio di liquefazione, così come previsto dalle linee guida AGI.

La verifica è stata eseguita utilizzando le velocità Vs misurate e supponendo la presenza di una percentuale di limo e/o argilla compresa tra il 5% e il 35%, nonché una magnitudo di riferimento M = 6.14.

I risultati ottenuti (vedere i grafici e le tabelle allegate) indicano che il livello sabbioso identificato da 15 m di profondità in poi, ha un fattore di sicurezza superiore all'unità e pertanto non sussiste rischio di liquefazione.

### 6.6. Valutazione dei possibili fenomeni di amplificazione sismica

In merito alla valutazione di eventuali fenomeni di amplificazione sismica locale si è proceduto ad effettuare una verifica degli aspetti geologici e geomorfologici dell'area in esame che possano determinare effetti locali (amplificazione del segnale sismico, cedimenti, instabilità dei terreni, fenomeni di liquefazione, ecc...).

<b>DEPOSITI che possono determinare amplificazione (spessore <math>\geq 5</math>m)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
detriti di versante		X
detriti di conoide alluvionale		X
depositi alluvionali terrazzati e di fondovalle		X
accumuli detritici in zona pedemontana		X
<b>depositi fluvio-lacustri</b>	X	
riporti antropici poco addensati		X
substrato affiorante alterato o intensamente fratturato		X
<b>litotipi del substrato con <math>V_{s30} &lt; 800</math> m/sec</b>	X	

<b>ELEMENTI MORFOLOGICI possono determinare amplificazione</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
creste, cocuzzoli, dorsali allungate		X
versanti con acclività $> 15^\circ$ e altezza $\geq 30$ m		X

<b>DEPOSITI suscettibili di amplificazione e cedimenti</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
depositi granulari fini con livello superiore della falda acquifera a profondità minore di 15 m dal piano campagna, con composizione granulometrica che ricade nelle fasce critiche indicate nell'Allegato A3		X
<b>depositi (spessore <math>\geq 5</math> m) di terreni granulari sciolti o poco addensati o di terreni coesivi poco consistenti, caratterizzati da valori <math>N_{SPT} &lt; 15</math> o <math>c_u &lt; 70</math> kpa</b>	X	

Aree soggette ad instabilità di versante	SI	NO
aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi		X
aree potenzialmente instabili: 1) aree in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi (tutti gli accumuli detritici incoerenti, indipendentemente dalla genesi, con acclività > 15°; 2) pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati con acclività > 15°; 3) versanti con giacitura degli strati a franapoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio; 4) aree prossime a zone instabili che possono essere coinvolte dalla riattivazione del movimento franoso; 5) scarpate subverticali; 6) accumuli detritici incoerenti prossimi all'orlo di scarpate		X

Elementi che possono determinare effetti differenziali, sia amplificazione che cedimenti	SI	NO
contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse		X
cavità sepolte		X

I siti indagati, rientrano quindi in un'area potenzialmente suscettibile agli effetti stratigrafici di **amplificazione delle sollecitazioni e del moto sismico**, in quanto fanno parte di un bacino sedimentario caratterizzato dalla presenza di strati di terreno molto deformabili (depositi fluvio-deltizi) sovrastanti un substrato di più elevata rigidità (pieghe anticlinali associate a faglie che formano la cosiddetta Dorsale Ferrarese).

Il moto sismico risultante in superficie può differire notevolmente dal moto di ingresso al basamento roccioso, a causa dell'azione filtrante esercitata dai depositi di terreni sciolti, con possibilità di esaltazione dell'ampiezza e della durata del moto sismico.

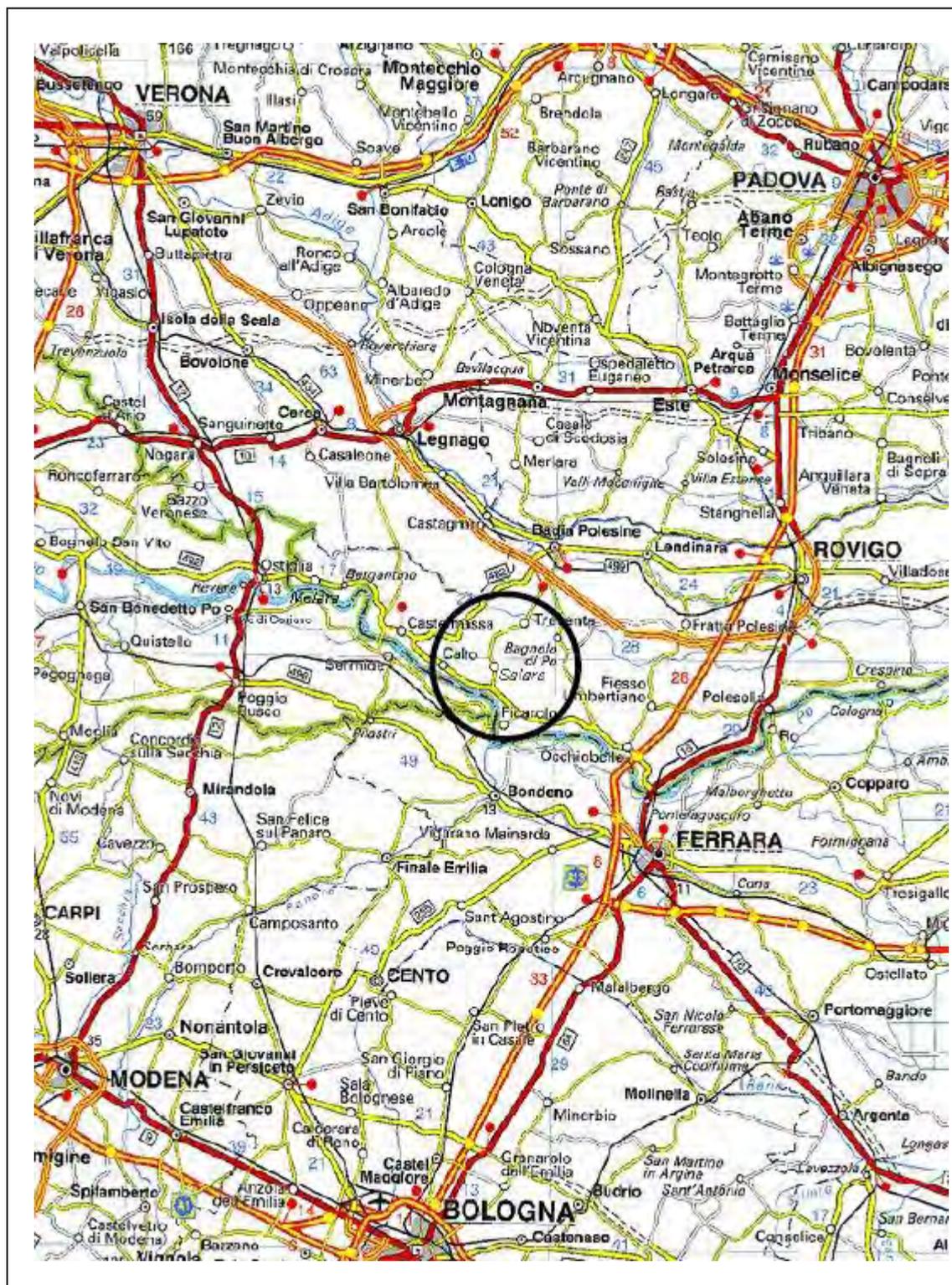
Castelmassa, Dicembre 2012

Dr. Geol. Daria Bottoni



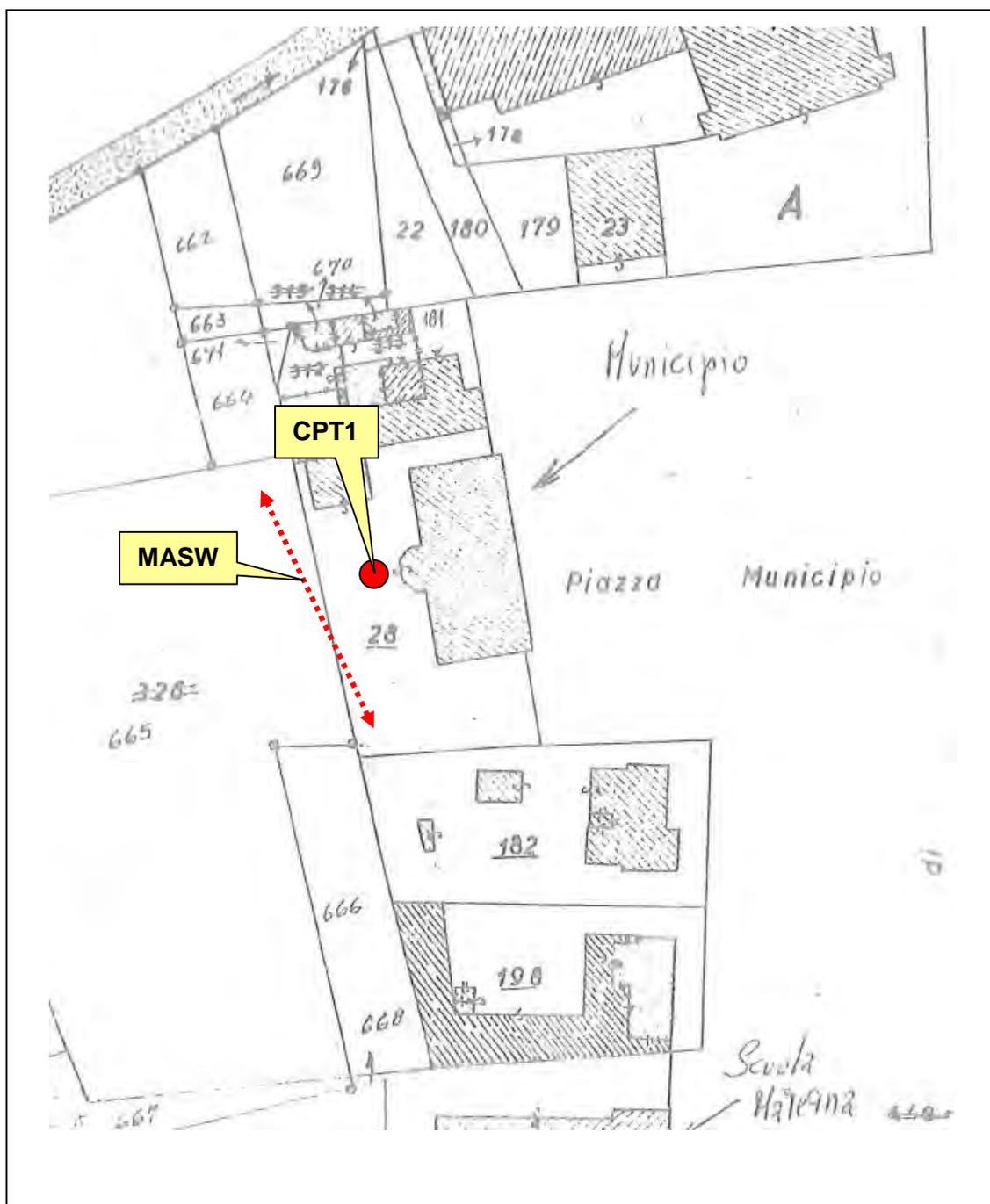
Dr. Geol. Diego Merlin





**CARTA UBICAZIONE AREA**

**TAVOLA 1**

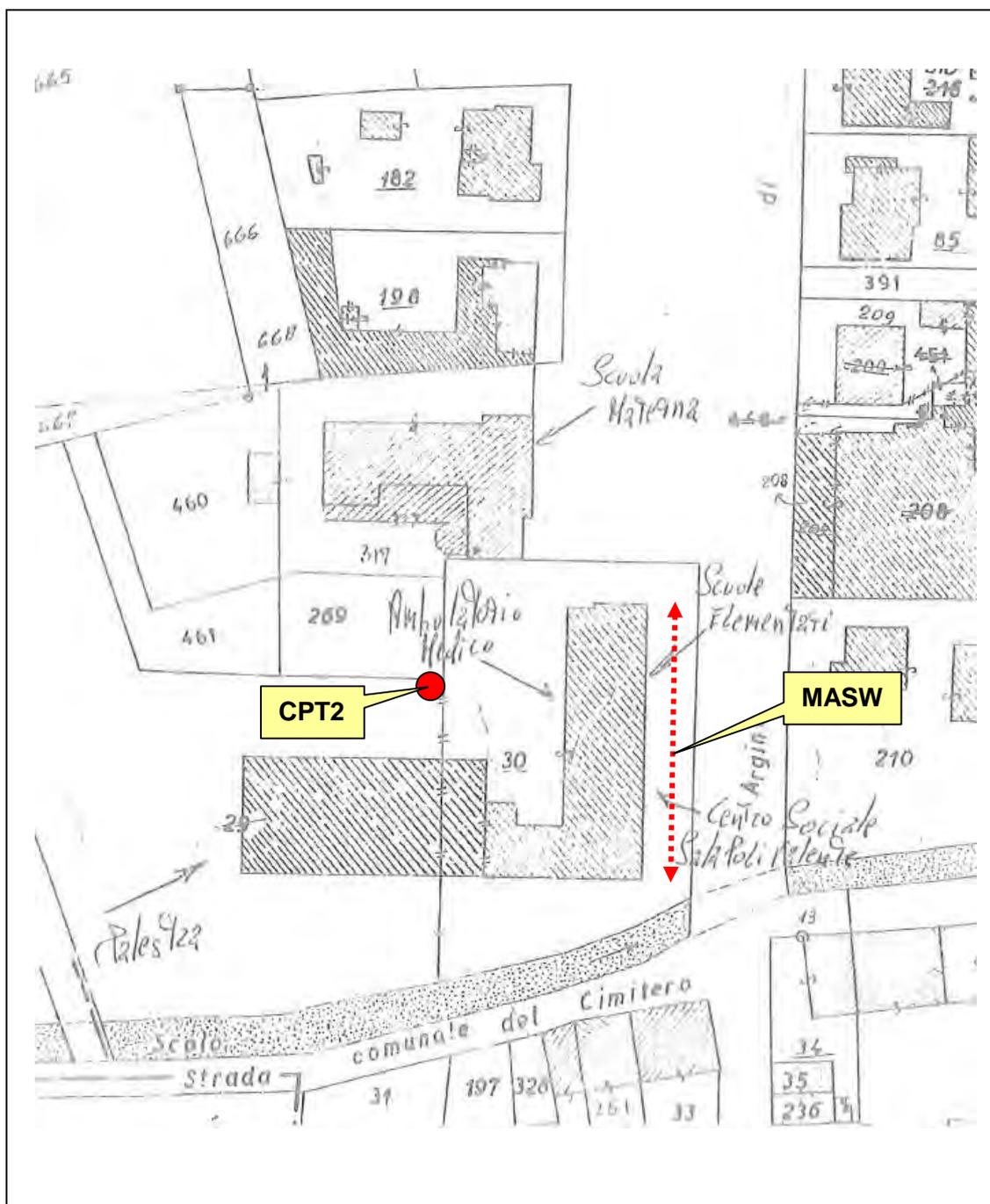


## CARTA UBICAZIONE PROVE – Sede Comunale

TAVOLA 2

- CPT - Prova Penetrometrica Statica
- MASW - Stendimento Sismico

**N.B. :** La mancanza del **tracciamento del sedime dell'opera** (a cura committente), o della presenza di **punti fissi di riferimento**, fa sì che il posizionamento delle prove debba essere considerato nell'intorno dei punti indicati in pianta .



## CARTA UBICAZIONE PROVE – Ed. Polivalenti

TAVOLA 3

- CPT - Prova Penetrometrica Statica
- ↔ MASW - Stendimento Sismico

**N.B. :** La mancanza del **tracciamento del sedime dell'opera** (a cura committente), o della presenza di **punti fissi di riferimento**, fa sì che il posizionamento delle prove debba essere considerato nell'intorno dei punti indicati in pianta .

1) Sito: **SEDE COMUNALE**

2) Coordinate: Lat. 44,983707° – Long. 11,425273°

3) **Classe IV:** Costruzioni con **funzioni pubbliche o strategiche importanti**, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.

4) **Vita Nominale  $V_N \geq 100$**

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nei quali la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tabella seguente:

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

5) **Valori dei parametri per i periodi di ritorno  $T_R$ , associati agli Stati Limite**

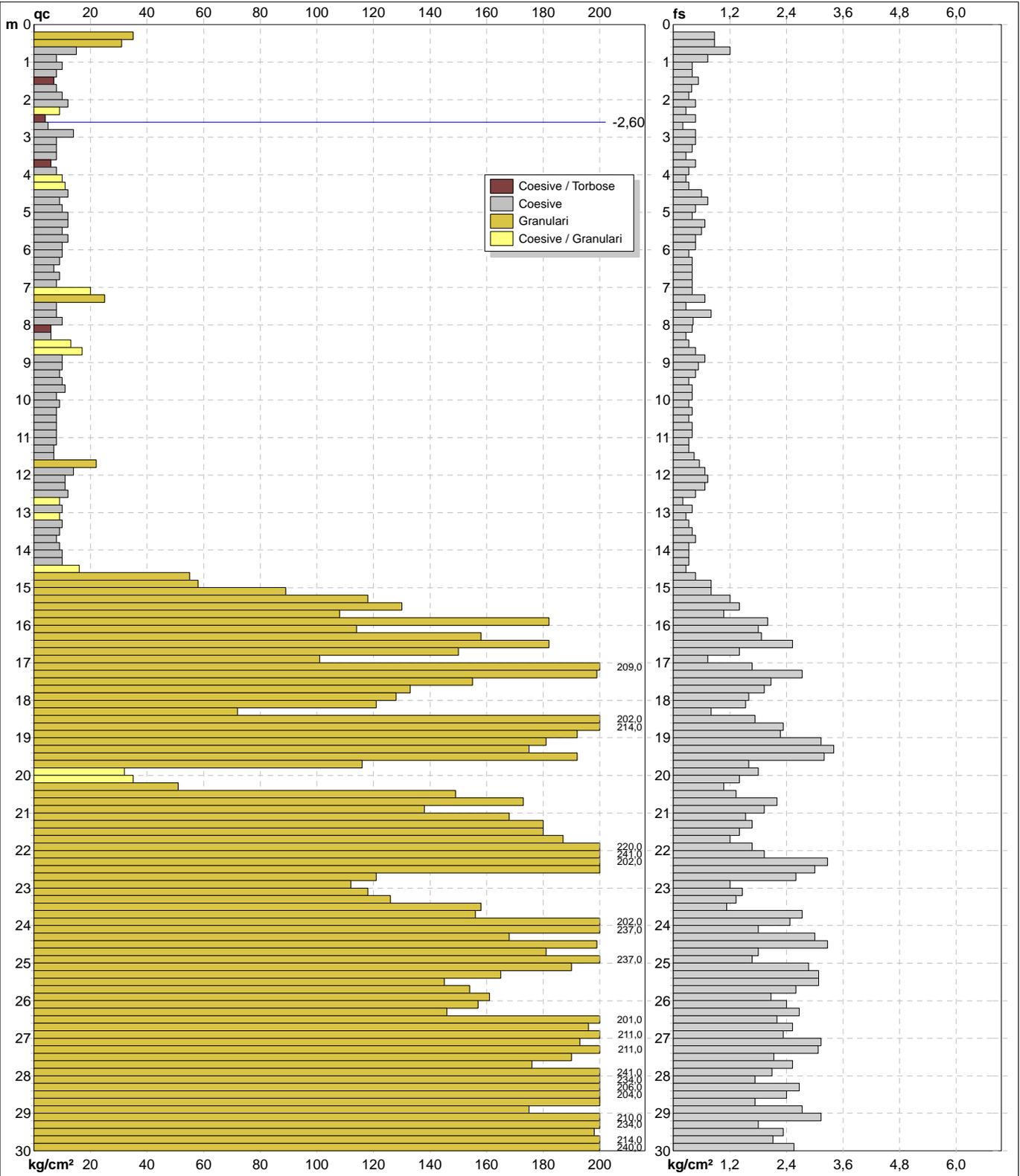
SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	120	0,055	2,537	0,297
SLD	201	0,069	2,510	0,304
SLV	1898	0,153	2,574	0,319
SLC	2475	0,168	2,565	0,325

Tratto da : "Spettri-NTC ver.1.0.3." – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

<b>CPT</b>	<b>1</b>
riferimento	<b>048-12</b>

Committente: <b>Amm. Comunale di Salara (RO)</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.: <b>13/12/2012</b>
Cantiere: <b>Verifica sismica COMUNE</b>	Scala: <b>1:150</b>	Quota inizio: <b>Piano cortile</b>
Località: <b>Via Roma - Salara (RO)</b>	Pagina: <b>1</b>	Falda: <b>-2,60 m da quota inizio</b>
	Elaborato: <b> </b>	



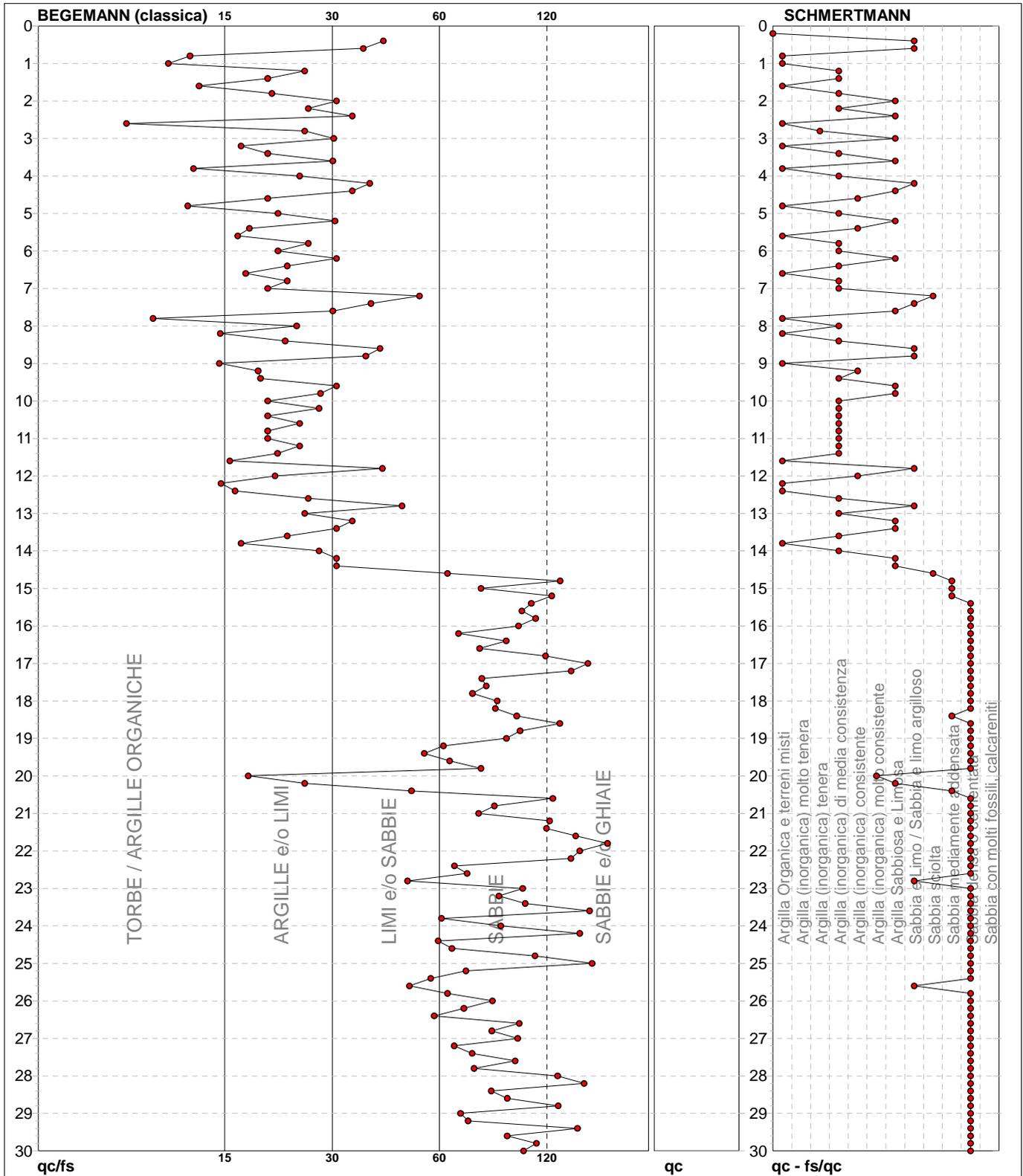
Penetrometro: <b>TG63-200</b>	Preforo: <b>m</b>
Responsabile: <b>Dr. Geol. Diego Merlin</b>	Corr.astine: <b>kg/ml</b>
Assistente: <b> </b>	Cod.ISTAT: <b>029042</b>
	Cod. punta: <b> </b>

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>1</b>
riferimento	<b>048-12</b>

Committente: **Amm. Comunale di Salaria (RO)**  
Cantiere: **Verifica sismica COMUNE**  
Località: **Via Roma - Salaria (RO)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec.: **13/12/2012**  
Scala: **1:150**  
Pagina: **1**  
Elaborato:    Falda: **-2,60 m da quota inizio**



Torbe / Argille org. :	10 punti, 6,71%	Argilla Organica e terreni misti:	16 punti, 10,74%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	15 punti, 10,07%
Argille e/o Limi :	46 punti, 30,87%	Argilla (inorganica) tenera:	1 punto, 0,67%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	10 punti, 6,71%
Limi e/o Sabbie :	30 punti, 20,13%	Argilla (inorganica) media consist.:	27 punti, 18,12%	Sabbia sciolta:	2 punti, 1,34%
Sabbie:	53 punti, 35,57%	Argilla (inorganica) consistente:	4 punti, 2,68%	Sabbia mediamente addensata:	5 punti, 3,36%
Sabbie e/o Ghiaie :	11 punti, 7,38%	Argilla (inorganica) molto consist.:	1 punto, 0,67%	Sabbia densa o cementata:	68 punti, 45,64%



**STUDIO TECNICO GEOLOGICO ASSOCIATO**

Dr. Geol. Daria Bottoni -Dr. Geol. Diego Merlin  
Piazza A.Ragazzi, 6 - 45035 Castelmassa (RO) - Tel.0425840820

<p><b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b></p> <p><b>PARAMETRI GEOTECNICI</b></p>	<p><b>CPT</b></p>	<p><b>1</b></p>
	<p>riferimento</p>	<p><b>048-12</b></p>

<p>Committente: <b>Amm. Comunale di Salara (RO)</b></p>	<p>U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b></p>	<p>Data esec.: <b>13/12/2012</b></p>
<p>Cantiere: <b>Verifica sismica COMUNE</b></p>	<p>Pagina: <b>2</b></p>	
<p>Località: <b>Via Roma - Salara (RO)</b></p>	<p>Elaborato:</p>	<p>Falda: <b>-2,60 m da quota inizio</b></p>

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	$\sigma'_{vo}$ U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE											
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	FL1	FL2	E'50 U.M.	E'25 U.M.	Mo U.M.
20,00	32,0	17,8	4	0,97	2,08		1,07	2,7	548,8	823,1	96,0	15	33	23	20	19	27	29	--	--	53,3	80,0	96,0
20,20	35,0	25,0	4	0,98	2,10		1,17	3,0	574,6	861,9	105,0	18	33	24	20	19	27	29	--	--	58,3	87,5	105,0
20,40	51,0	47,7	3	0,92	2,12		--	--	--	--	--	31	35	26	22	21	29	31	1,12	1,69	85,0	127,5	153,0
20,60	149,0	112,0	3	1,07	2,14		--	--	--	--	--	67	39	31	28	26	35	36	>2,00	>2,00	248,3	372,5	447,0
20,80	173,0	78,6	3	1,11	2,16		--	--	--	--	--	72	40	32	29	27	36	37	>2,00	>2,00	288,3	345,0	519,0
21,00	138,0	71,5	3	1,06	2,18		--	--	--	--	--	64	39	30	27	26	34	36	2,00	>2,00	230,0	425,0	414,0
21,20	168,0	109,8	3	1,10	2,21		--	--	--	--	--	71	40	31	28	27	35	37	>2,00	>2,00	280,0	420,0	504,0
21,40	180,0	107,8	3	1,12	2,23		--	--	--	--	--	73	40	32	29	27	36	37	>2,00	>2,00	300,0	450,0	540,0
21,60	180,0	128,6	3	1,12	2,25		--	--	--	--	--	72	40	32	29	27	36	37	>2,00	>2,00	300,0	450,0	540,0
21,80	187,0	155,8	3	1,13	2,27		--	--	--	--	--	73	40	32	29	27	36	37	>2,00	>2,00	311,7	467,5	561,0
22,00	220,0	131,7	3	1,15	2,30		--	--	--	--	--	79	41	32	30	28	37	38	>2,00	>2,00	366,7	550,0	660,0
22,20	241,0	124,9	3	1,15	2,32		--	--	--	--	--	82	41	33	30	28	37	39	>2,00	>2,00	401,7	602,5	723,0
22,40	202,0	61,8	3	1,15	2,34		--	--	--	--	--	75	40	32	29	27	36	38	>2,00	>2,00	336,7	505,0	606,0
22,60	200,0	66,7	3	1,15	2,37		--	--	--	--	--	75	40	32	29	27	36	38	>2,00	>2,00	333,3	500,0	600,0
22,80	121,0	46,5	3	1,03	2,39		--	--	--	--	--	57	38	29	26	25	33	35	1,86	>2,00	201,7	302,5	363,0
23,00	112,0	93,3	3	1,02	2,41		--	--	--	--	--	54	38	29	26	24	33	34	1,76	>2,00	186,7	280,0	336,0
23,20	118,0	80,8	3	1,03	2,43		--	--	--	--	--	56	38	29	26	24	33	35	1,84	>2,00	196,7	295,0	354,0
23,40	126,0	94,7	3	1,04	2,45		--	--	--	--	--	58	38	29	26	25	33	35	1,95	>2,00	210,0	315,0	378,0
23,60	158,0	139,8	3	1,09	2,47		--	--	--	--	--	66	39	30	27	26	34	36	>2,00	>2,00	263,3	395,0	474,0
23,80	156,0	57,1	3	1,08	2,49		--	--	--	--	--	65	39	30	27	26	34	36	>2,00	>2,00	260,0	390,0	468,0
24,00	202,0	81,8	3	1,15	2,51		--	--	--	--	--	74	40	32	29	27	36	38	>2,00	>2,00	336,7	505,0	606,0
24,20	237,0	131,7	3	1,15	2,54		--	--	--	--	--	79	41	32	29	27	37	39	>2,00	>2,00	395,0	592,5	711,0
24,40	168,0	56,0	3	1,10	2,56		--	--	--	--	--	67	39	31	28	26	35	37	>2,00	>2,00	280,0	420,0	504,0
24,60	199,0	60,9	3	1,15	2,58		--	--	--	--	--	72	40	31	28	27	36	38	>2,00	>2,00	331,7	497,5	597,0
24,80	181,0	100,6	3	1,12	2,60		--	--	--	--	--	69	40	31	28	26	35	37	>2,00	>2,00	301,7	452,5	543,0
25,00	237,0	141,9	3	1,15	2,63		--	--	--	--	--	78	41	32	29	27	36	39	>2,00	>2,00	395,0	592,5	711,0
25,20	190,0	66,2	3	1,14	2,65		--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	37	>2,00	>2,00	316,7	475,0	570,0
25,40	165,0	53,6	3	1,10	2,67		--	--	--	--	--	65	39	30	27	26	34	37	>2,00	>2,00	275,0	412,5	495,0
25,60	145,0	47,1	3	1,07	2,69		--	--	--	--	--	61	39	30	27	25	34	36	>2,00	>2,00	241,7	362,5	435,0
25,80	154,0	59,2	3	1,08	2,71		--	--	--	--	--	62	39	30	27	25	34	36	>2,00	>2,00	256,7	385,0	462,0
26,00	161,0	77,8	3	1,09	2,74		--	--	--	--	--	64	39	30	27	25	34	36	>2,00	>2,00	268,3	402,5	483,0
26,20	157,0	65,4	3	1,09	2,76		--	--	--	--	--	63	39	30	27	25	34	36	>2,00	>2,00	261,7	392,5	471,0
26,40	146,0	54,7	3	1,07	2,78		--	--	--	--	--	60	38	29	26	25	33	36	>2,00	>2,00	243,3	365,0	438,0
26,60	201,0	91,4	3	1,15	2,80		--	--	--	--	--	71	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	335,0	502,5	603,0
26,80	196,0	77,5	3	1,14	2,83		--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	326,7	490,0	588,0
27,00	211,0	90,6	3	1,15	2,85		--	--	--	--	--	72	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	351,7	527,5	633,0
27,20	193,0	61,7	3	1,14	2,87		--	--	--	--	--	69	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	321,7	482,5	579,0
27,40	211,0	68,7	3	1,15	2,89		--	--	--	--	--	72	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	351,7	527,5	633,0
27,60	190,0	89,2	3	1,14	2,92		--	--	--	--	--	68	39	31	28	26	35	37	>2,00	>2,00	316,7	475,0	570,0
27,80	176,0	69,6	3	1,11	2,94		--	--	--	--	--	65	39	30	27	25	34	37	>2,00	>2,00	293,3	440,0	528,0
28,00	241,0	115,3	3	1,15	2,96		--	--	--	--	--	76	40	32	29	27	36	39	>2,00	>2,00	401,7	602,5	723,0
28,20	234,0	135,3	3	1,15	2,99		--	--	--	--	--	75	40	31	28	27	36	39	>2,00	>2,00	390,0	585,0	702,0
28,40	206,0	77,2	3	1,15	3,01		--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	343,3	515,0	618,0
28,60	204,0	85,0	3	1,15	3,03		--	--	--	--	--	69	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	340,0	510,0	612,0
28,80	200,0	115,6	3	1,15	3,05		--	--	--	--	--	69	39	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	333,3	500,0	600,0
29,00	175,0	64,1	3	1,11	3,08		--	--	--	--	--	64	39	30	27	25	34	37	>2,00	>2,00	291,7	437,5	525,0
29,20	210,0	67,1	3	1,15	3,10		--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	350,0	525,0	630,0
29,40	234,0	130,0	3	1,15	3,12		--	--	--	--	--	73	40	31	28	26	35	39	>2,00	>2,00	390,0	585,0	702,0
29,60	198,0	85,0	3	1,15	3,15		--	--	--	--	--	67	39	30	27	26	34	38	>2,00	>2,00	330,0	495,0	594,0
29,80	214,0	101,4	3	1,15	3,17		--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	356,7	535,0	642,0
30,00	240,0	93,8	3	1,15	3,19		--	--	--	--	--	74	40	31	28	26	35	39	>2,00	>2,00	400,0	600,0	720,0

**CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2008**

Data: Dicembre 2012

Località

Salara (RO) - Comune

Coordinate

+44.98371 N, 11.42485 E (UTM WGS84)

Metodo di indagine

MASW Attivo e Passivo  
(misura  $V_r$ )

Strumentazione utilizzata

Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits

Metodo di energizzazione

Rumore naturale+10 kg

Geometria stendimento:

24 geofoni - Interasse 2 m

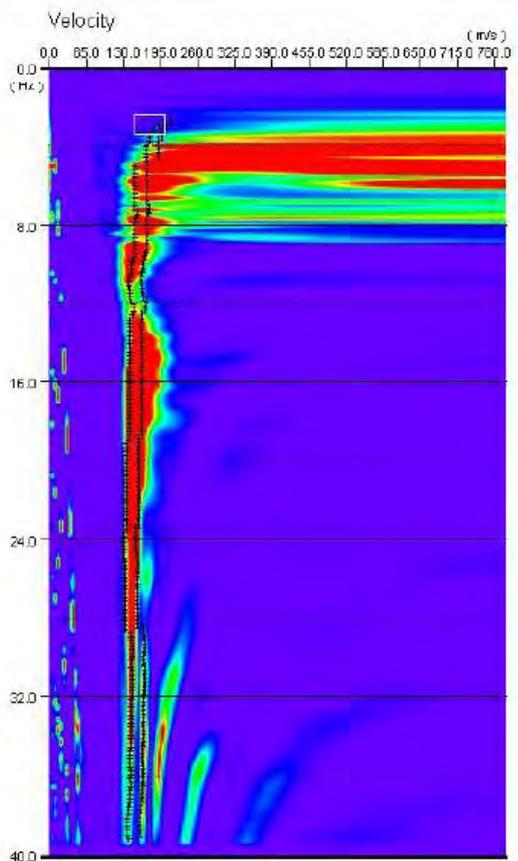
**RISPOSTA SISMICA LOCALE**(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del coeff.  $C_c$  e del coeff. amplificazione  $S$ )**Categorie di suolo di fondazione:**

		$S_s$	$C_c$	$S=S_s \cdot S_T$
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).	1.2	1.39	1.20
<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori $V_{s30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < Cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).	1.5	1.55	1.50
<b>D</b>	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $Cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).	1.8	2.26	1.80
<b>E</b>	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).	1.6	1.85	1.60
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < Cu_{30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.		Servono studi speciali	
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.			

I parametri  $a/g$ ,  $F_0$  e  $T_c$  vengono forniti dalla normativa**Categorie Topografiche:**

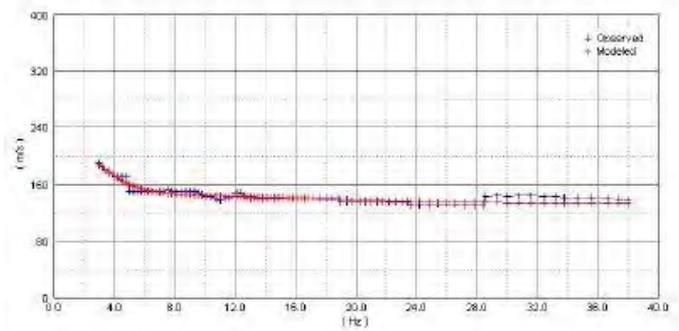
		$S_t$	
<b>T1</b>	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1	
<b>T2</b>	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1.2	valore alla sommità del pendio
<b>T3</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1.2	valore della cresta del rilievo
<b>T4</b>	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1.4	valore della cresta del rilievo

Le sovraespresse categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.



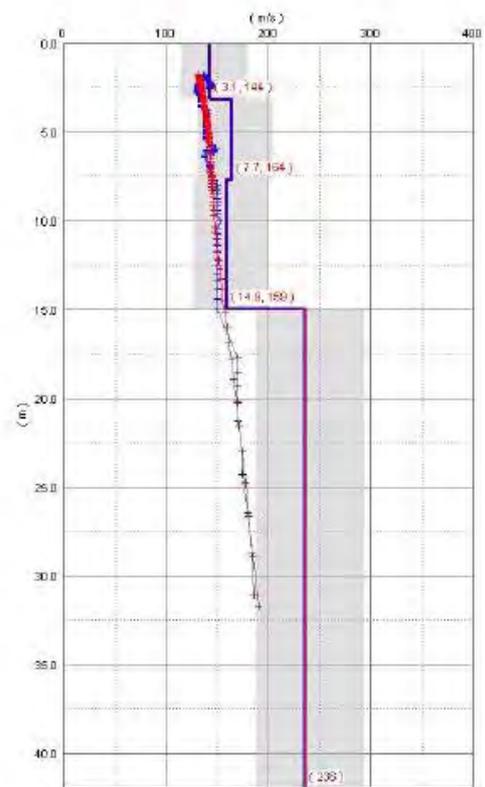
CURVA DI DISPERSIONE CUMULATIVA METODI ATTIVO E PASSIVO

Dispersion Curves



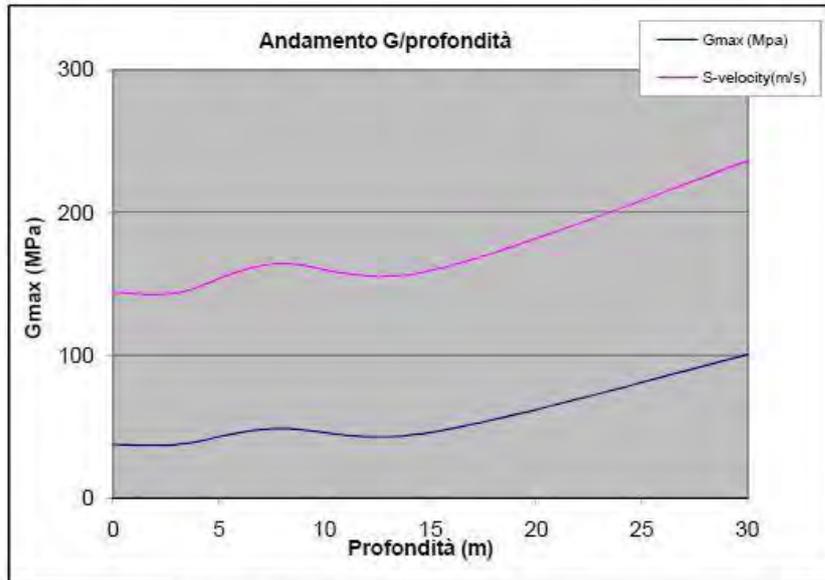
CURVA DI DISPERSIONE MISURATA (BLU) E CALCOLATA (ROSSO)

Models



MODELLO RISULTANTE DALL'INVERSIONE DEI DATI

Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	$\rho$ (t/mc)
0.0	144	37	1.80
3.1	144	37	1.80
7.7	164	48	1.80
14.9	159	46	1.80
30.0	236	100	1.80



$V_{s30}$  (m/s) = 189

SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE (NTC 2008)  
Possibilità di superamento del 10% in 100 anni

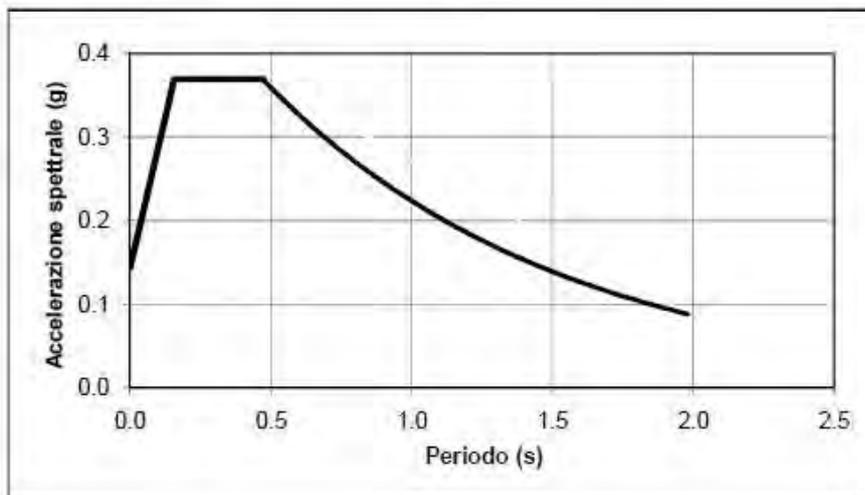
$$T_0 = a_g x S$$

$$T_b = T_c / 3$$

$$T_c = C_c * T_c$$

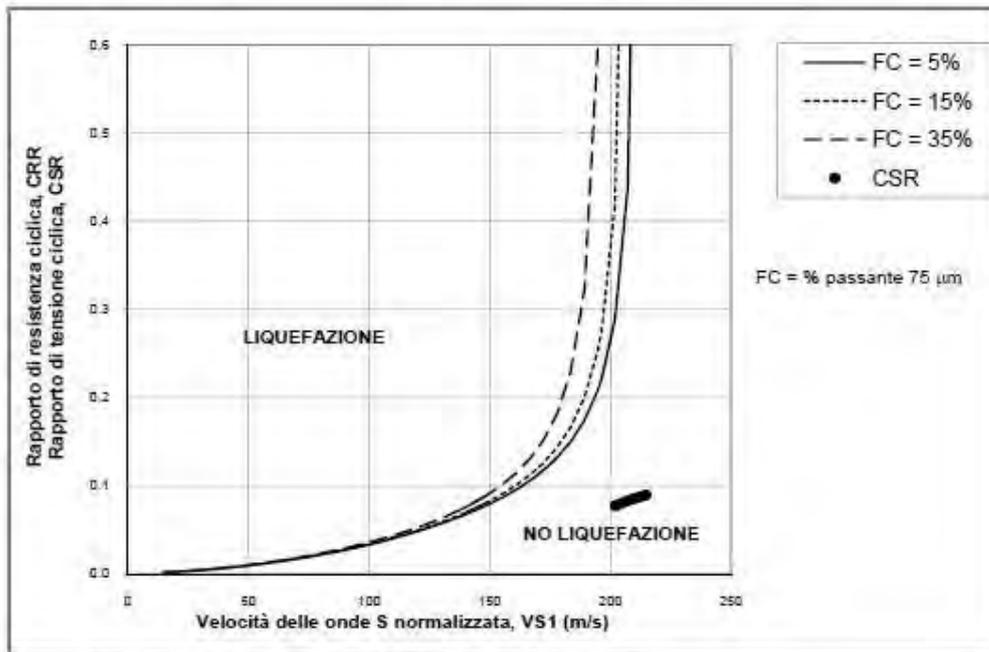
$$T_d = 4.0 x a_g / g + 1.6$$

Ascisse (s)	Ordinate
0.0000	0.1440
0.1576	0.3691
0.4728	0.3691
1.9840	0.0879



## VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

profondità (m)	V <sub>s</sub>	V <sub>s1</sub>	CSR
15.0	236	215	0.089
16.0	236	212	0.087
17.0	236	209	0.085
18.0	236	207	0.082
19.0	236	204	0.080
20.0	236	202	0.077



La velocità delle onde sismiche viene ricondotta ad un valore  $V_{s1}$ , ovvero ad un valore normalizzato ad una tensione efficace  $p_a = 100$  kPa attraverso la:

$$V_{s1} = C_v \cdot V_s = V_s \cdot (p_a / \sigma'_v)^{0.25}$$

RAPP. TENSIONALE CICLICO  $CSR = \tau_{media} / \sigma' = 0.65 \cdot (a_{max} / g) \cdot (\sigma_v / \sigma'_v)^* \cdot r_d$

$a_{max}$  = accelerazione di picco al piano campagna

$g$  = accelerazione di gravità

$\sigma_v / \sigma'_v$  = tensione totale ed efficace nel sottosuolo

$r_d$  = coefficiente riduttivo dell'azione sismica alla profondità d'interesse che tiene conto della deformabilità del sottosuolo

COEFFICIENTE DI SICUREZZA ALLA LIQUEFAZIONE  $F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5}$

CSR riferito ad terremoto di magnitudo 7.5  $(CSR)_{M=7.5} = (CSR)_M / MSF$

fattore di scala per la magnitudo  $MSF = 6.9 \cdot \exp(-M/4) - 0.058$

RAPP. DI RESISTENZA CICLICA (riferito a  $M = 7.5$ )  $CRR_{7.5} = 0.022 \cdot (V_{s1} / 100)^2 + 2.8 \cdot (1 / (V_{s1} - V_{s1}^*) - 1 / V_{s1}^*)$

### 1 ) Sito: **EDIFICI POLIVALENTI**

[Scuola dell'Infanzia - Scuola Primaria - Palestra - Ambulatorio Medico -Centro Sociale – Sala Polivalente]

2) **Coordinate: Lat. 44,982757° – Long. 11,425525°**

3) **Classe IV:** Costruzioni con **funzioni pubbliche o strategiche importanti**, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità.

### 4) Vita Nominale $V_N \geq 100$

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nei quali la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tabella seguente:

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

### 5) Valori dei parametri per i periodi di ritorno $T_R$ , associati agli Stati Limite

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_o$ [-]	$T_c^*$ [s]
SLO	120	0,056	2,536	0,297
SLD	201	0,070	2,509	0,304
SLV	1898	0,154	2,573	0,318
SLC	2475	0,168	2,564	0,324

Tratto da : "Spettri-NTC ver.1.0.3." – Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI DI RESISTENZA**

<b>CPT</b>	<b>2</b>
riferimento	<b>048-12</b>

Committente: <b>Amm. Comunale di Salara (RO)</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.: <b>13/12/2012</b>
Cantiere: <b>Verifica sismica ED. POLIVALENTI</b>	Scala: <b>1:150</b>	Quota inizio: <b>Piano cortile</b>
Località: <b>Via Roma - Salara (RO)</b>	Pagina: <b>1</b>	Falda: <b>-1,60 m da quota inizio</b>
	Elaborato: <b> </b>	



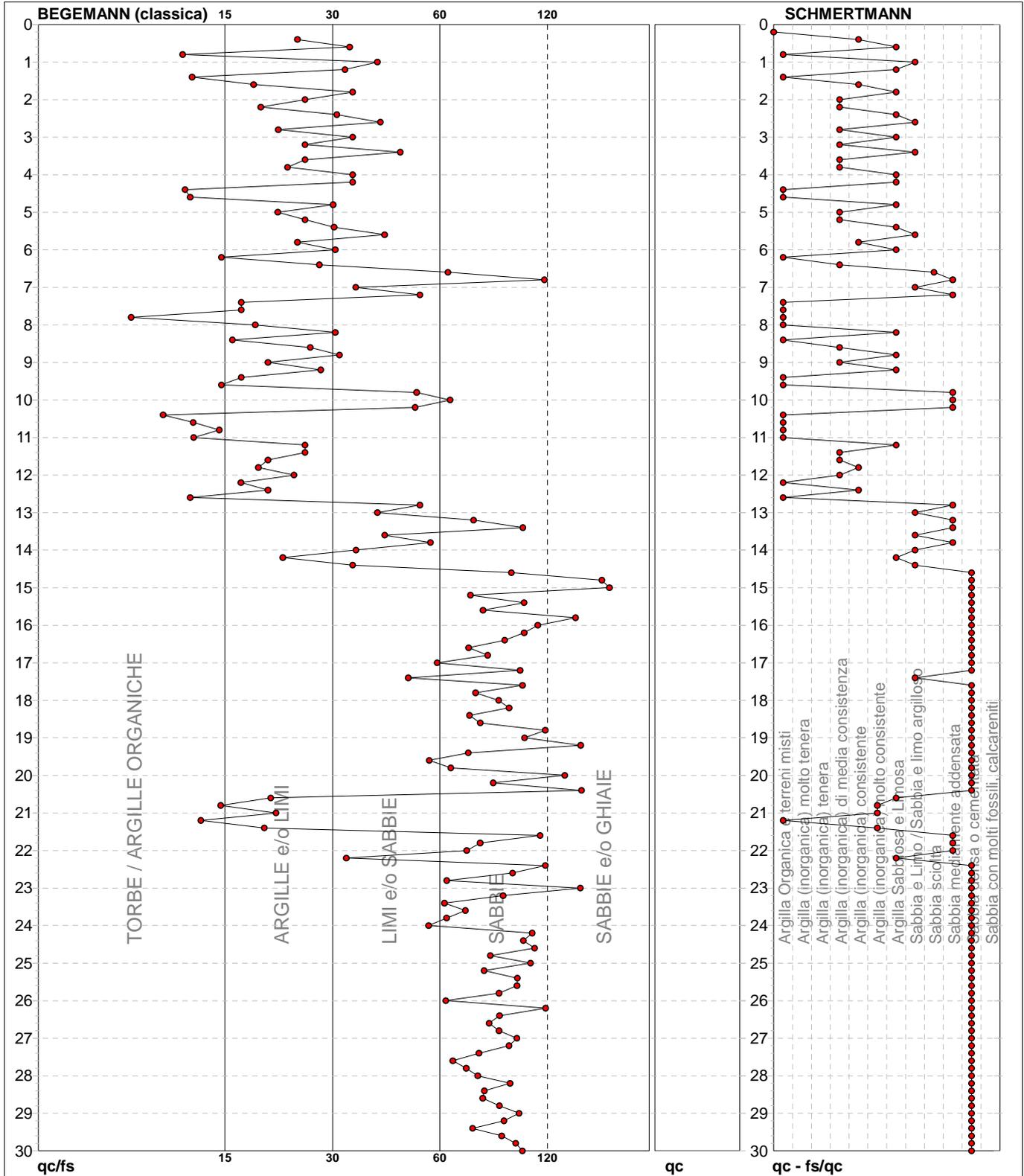
Penetrometro: <b>TG63-200</b>	Preforo: <b>m</b>
Responsabile: <b>Dr. Geol. Diego Merlin</b>	Corr.astine: <b>kg/ml</b>
Assistente: <b> </b>	Cod.ISTAT: <b>029042</b>
	Cod. punta: <b> </b>

**PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA**  
**DIAGRAMMI LITOLOGIA**

<b>CPT</b>	<b>2</b>
riferimento	<b>048-12</b>

Committente: **Amm. Comunale di Salaria (RO)**  
Cantiere: **Verifica sismica ED. POLIVALENTI**  
Località: **Via Roma - Salaria (RO)**

U.M.: **kg/cm<sup>2</sup>**    Data esec.: **13/12/2012**  
Scala: **1:150**  
Pagina: **1**  
Elaborato: **Falda: -1,60 m da quota inizio**



Torbe / Argille org. :	12 punti, 8,05%	Argilla Organica e terreni misti:	19 punti, 12,75%	Argilla Sabbiosa e Limosa:	17 punti, 11,41%
Argille e/o Limi :	38 punti, 25,50%	Argilla (inorganica) media consist.:	14 punti, 9,40%	Sabbia e Limo / Sabbia e limo arg.:	10 punti, 6,71%
Limi e/o Sabbie :	33 punti, 22,15%	Argilla (inorganica) consistente:	5 punti, 3,36%	Sabbia sciolta:	1 punto, 0,67%
Sabbie:	61 punti, 40,94%	Argilla (inorganica) molto consist.:	3 punti, 2,01%	Sabbia mediamente addensata:	12 punti, 8,05%
Sabbie e/o Ghiaie :	6 punti, 4,03%			Sabbia densa o cementata:	68 punti, 45,64%



**STUDIO TECNICO GEOLOGICO ASSOCIATO**

Dr. Geol. Daria Bottoni -Dr. Geol. Diego Merlin  
Piazza A.Ragazzi, 6 - 45035 Castelmassa (RO) - Tel.0425840820

<b>PROVA PENETROMETRICA STATICA MECCANICA</b>  <b>PARAMETRI GEOTECNICI</b>	<b>CPT</b>	<b>2</b>
	riferimento	<b>048-12</b>

Committente: <b>Amm. Comunale di Salara (RO)</b>	U.M.: <b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Data esec.: <b>13/12/2012</b>
Cantiere: <b>Verifica sismica ED. POLIVALENTI</b>	Pagina: <b>2</b>	Falda: <b>-1,60 m</b> da quota inizio
Località: <b>Via Roma - Salara (RO)</b>	Elaborato:	

Prof. m	qc U.M.	qc/fs	zone	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	$\sigma'_{vo}$ U.M.	Vs m/s	NATURA COESIVA					NATURA GRANULARE										
							Cu U.M.	OCR %	Eu50 U.M.	Eu25 U.M.	Mo U.M.	Dr %	Sc (°)	Ca (°)	Ko (°)	DB (°)	DM (°)	Me (°)	FL1	FL2	E'50 U.M.	E'25 U.M.
20,00	168,0	120,0	3	1,10	1,98	--	--	--	--	--	73	40	32	29	27	36	37	>2,00	>2,00	280,0	420,0	504,0
20,20	130,0	77,8	3	1,05	2,00	--	--	--	--	--	64	39	31	28	26	35	35	1,83	>2,00	216,7	325,0	390,0
20,40	150,0	132,7	3	1,08	2,02	--	--	--	--	--	69	40	31	28	26	35	36	>2,00	>2,00	250,0	375,0	450,0
20,60	38,0	20,3	4	0,99	2,04	1,27	3,5	574,7	862,0	114,0	21	34	24	21	20	28	30	--	--	63,3	95,0	114,0
20,80	26,0	15,0	4	0,95	2,06	0,93	2,3	502,9	754,3	78,0	8	32	22	19	18	25	28	--	--	43,3	65,0	78,0
21,00	21,0	21,0	4	0,93	2,08	0,82	2,0	462,3	693,4	63,0	1	31	21	18	17	25	27	--	--	35,0	52,5	63,0
21,20	16,0	13,3	2	0,96	2,10	0,70	1,6	403,5	605,2	51,8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
21,40	26,0	19,5	4	0,95	2,12	0,93	2,2	507,3	760,9	78,0	7	32	22	19	18	25	28	--	--	43,3	65,0	78,0
21,60	62,0	103,3	3	0,94	2,13	--	--	--	--	--	37	36	27	23	22	30	32	1,20	1,82	103,3	155,0	186,0
21,80	77,0	72,0	3	0,96	2,15	--	--	--	--	--	44	37	28	24	23	31	33	1,29	2,00	128,3	192,5	231,0
22,00	75,0	66,4	3	0,96	2,17	--	--	--	--	--	43	36	27	24	23	31	32	1,28	1,99	125,0	187,5	225,0
22,20	17,0	32,1	4	0,91	2,19	0,72	1,6	419,9	629,8	54,1	--	31	20	16	16	25	27	--	--	28,3	42,5	51,0
22,40	128,0	106,7	3	1,04	2,21	--	--	--	--	--	61	39	30	27	25	34	35	1,89	>2,00	213,3	320,0	384,0
22,60	105,0	87,5	3	1,01	2,23	--	--	--	--	--	54	38	29	26	24	33	34	1,62	>2,00	175,0	262,5	315,0
22,80	110,0	58,8	3	1,02	2,25	--	--	--	--	--	55	38	29	26	24	33	34	1,69	>2,00	183,3	275,0	330,0
23,00	158,0	131,7	3	1,09	2,27	--	--	--	--	--	68	39	31	28	26	35	36	>2,00	>2,00	263,3	395,0	474,0
23,20	215,0	82,7	3	1,15	2,30	--	--	--	--	--	78	41	32	29	28	37	38	>2,00	>2,00	358,3	537,5	645,0
23,40	228,0	58,0	3	1,15	2,32	--	--	--	--	--	80	41	33	30	28	37	39	>2,00	>2,00	380,0	570,0	684,0
23,60	237,0	65,8	3	1,15	2,34	--	--	--	--	--	81	41	33	30	28	37	39	>2,00	>2,00	395,0	592,5	711,0
23,80	231,0	58,8	3	1,15	2,37	--	--	--	--	--	80	41	33	30	28	37	39	>2,00	>2,00	385,0	577,5	693,0
24,00	165,0	52,7	3	1,10	2,39	--	--	--	--	--	68	39	31	28	26	35	37	>2,00	>2,00	275,0	412,5	495,0
24,20	210,0	98,6	3	1,15	2,41	--	--	--	--	--	76	40	32	29	27	36	38	>2,00	>2,00	350,0	525,0	630,0
24,40	212,0	93,4	3	1,15	2,43	--	--	--	--	--	76	40	32	29	27	36	38	>2,00	>2,00	353,3	530,0	636,0
24,60	227,0	100,0	3	1,15	2,46	--	--	--	--	--	78	41	32	29	27	37	39	>2,00	>2,00	378,3	567,5	681,0
24,80	235,0	76,5	3	1,15	2,48	--	--	--	--	--	79	41	32	29	28	37	39	>2,00	>2,00	391,7	587,5	705,0
25,00	202,0	97,6	3	1,15	2,50	--	--	--	--	--	74	40	32	29	27	36	38	>2,00	>2,00	336,7	505,0	606,0
25,20	241,0	73,7	3	1,15	2,53	--	--	--	--	--	80	41	32	30	28	37	39	>2,00	>2,00	401,7	602,5	723,0
25,40	246,0	90,1	3	1,15	2,55	--	--	--	--	--	80	41	32	30	28	37	39	>2,00	>2,00	410,0	615,0	738,0
25,60	240,0	89,9	3	1,15	2,57	--	--	--	--	--	79	41	32	29	27	37	39	>2,00	>2,00	400,0	600,0	720,0
25,80	221,0	80,7	3	1,15	2,60	--	--	--	--	--	76	40	32	29	27	36	38	>2,00	>2,00	368,3	552,5	663,0
26,00	183,0	58,5	3	1,12	2,62	--	--	--	--	--	69	40	31	28	26	35	37	>2,00	>2,00	305,0	457,5	549,0
26,20	249,0	106,9	3	1,15	2,64	--	--	--	--	--	80	41	32	29	28	37	39	>2,00	>2,00	415,0	622,5	747,0
26,40	178,0	80,9	3	1,12	2,66	--	--	--	--	--	68	39	31	28	26	35	37	>2,00	>2,00	296,7	445,0	534,0
26,60	243,0	75,9	3	1,15	2,69	--	--	--	--	--	78	41	32	29	27	36	39	>2,00	>2,00	405,0	607,5	729,0
26,80	200,0	80,6	3	1,15	2,71	--	--	--	--	--	71	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	333,3	500,0	600,0
27,00	204,0	89,9	3	1,15	2,73	--	--	--	--	--	72	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	340,0	510,0	612,0
27,20	214,0	85,6	3	1,15	2,75	--	--	--	--	--	73	40	31	28	27	36	38	>2,00	>2,00	356,7	535,0	642,0
27,40	220,0	71,4	3	1,15	2,78	--	--	--	--	--	74	40	31	29	27	36	38	>2,00	>2,00	366,7	550,0	660,0
27,60	177,0	61,0	3	1,12	2,80	--	--	--	--	--	66	39	30	27	26	34	37	>2,00	>2,00	295,0	442,5	531,0
27,80	176,0	66,2	3	1,11	2,82	--	--	--	--	--	66	39	30	27	26	34	37	>2,00	>2,00	293,3	440,0	528,0
28,00	183,0	70,9	3	1,12	2,84	--	--	--	--	--	67	39	30	27	26	35	37	>2,00	>2,00	305,0	457,5	549,0
28,20	200,0	86,2	3	1,15	2,87	--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	333,3	500,0	600,0
28,40	200,0	73,8	3	1,15	2,89	--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	333,3	500,0	600,0
28,60	185,0	73,1	3	1,13	2,91	--	--	--	--	--	67	39	30	27	26	34	37	>2,00	>2,00	308,3	462,5	555,0
28,80	169,0	80,9	3	1,10	2,94	--	--	--	--	--	64	39	30	27	25	34	37	>2,00	>2,00	281,7	422,5	507,0
29,00	173,0	91,1	3	1,11	2,96	--	--	--	--	--	64	39	30	27	25	34	37	>2,00	>2,00	288,3	432,5	519,0
29,20	182,0	83,1	3	1,12	2,98	--	--	--	--	--	66	39	30	27	25	34	37	>2,00	>2,00	303,3	455,0	546,0
29,40	213,0	68,7	3	1,15	3,00	--	--	--	--	--	71	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	355,0	532,5	639,0
29,60	222,0	81,9	3	1,15	3,03	--	--	--	--	--	72	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	370,0	555,0	666,0
29,80	223,0	89,2	3	1,15	3,05	--	--	--	--	--	72	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	371,7	557,5	669,0
30,00	208,0	92,9	3	1,15	3,07	--	--	--	--	--	70	40	31	28	26	35	38	>2,00	>2,00	346,7	520,0	624,0

**CLASSIFICAZIONE DEL SITO NTC 2008**

Data: Dicembre 2012

Località Salara (RO) - Centro Polivalente  
 Coordinate 44.98267 N, 11.42593 E (UTM WGS84)  
 Metodo di indagine MASW Attivo e Passivo  
 (misura Vr)  
 Strumentazione utilizzata Sismografo ABEM RAS-24, 24 canali, 24 bits  
 Metodo di energizzazione Rumore naturale+10 kg  
 Geometria stendimento: 24 geofoni - interasse 2 m

**RISPOSTA SISMICA LOCALE**

(si vedano le tabelle sottostanti per ricavare i valori del coeff. Cc e del coeff. amplificazione S)

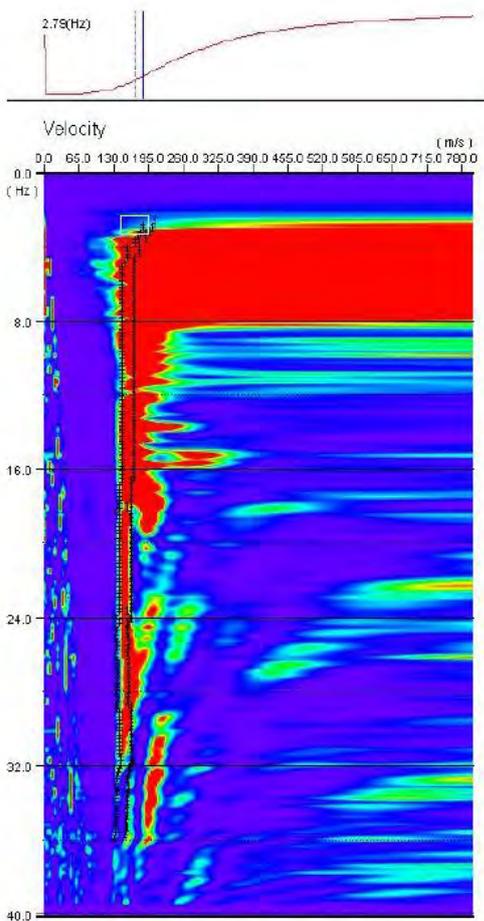
**Categorie di suolo di fondazione:**

		Ss	Cc	S=S <sub>s</sub> *S <sub>T</sub>
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori diVs30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.	1.00	1.00	1.00
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu30 > 260 kPa nei terreni a grana fina).	1.2	1.39	1.20
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < Cu30 < 260 kPa nei terreni a grana fina).	1.5	1.55	1.50
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori diVs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e Cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).	1.8	2.26	1.80
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).	1.6	1.85	1.60
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < Cu30 < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.		Servono studi speciali	
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.			

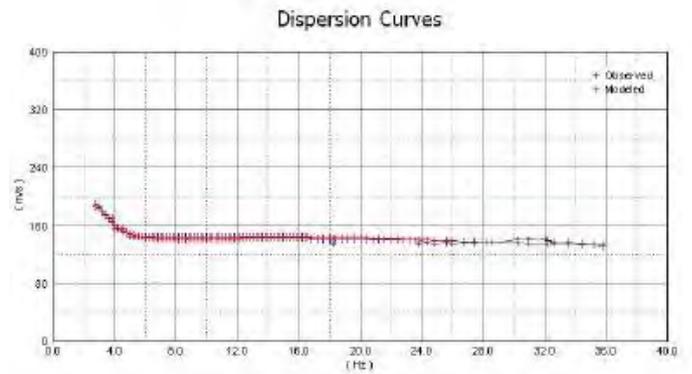
I parametri a/g, F<sub>0</sub> e T<sub>c</sub> vengono forniti dalla normativa**Categorie Topografiche:**

		St	
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°	1	
T2	Pendii con inclinazione media i > 15°	1.2	valore alla sommità del pendio
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media 15° ≤ i ≤ 30°	1.2	valore della cresta del rilievo
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media i > 30°	1.4	valore della cresta del rilievo

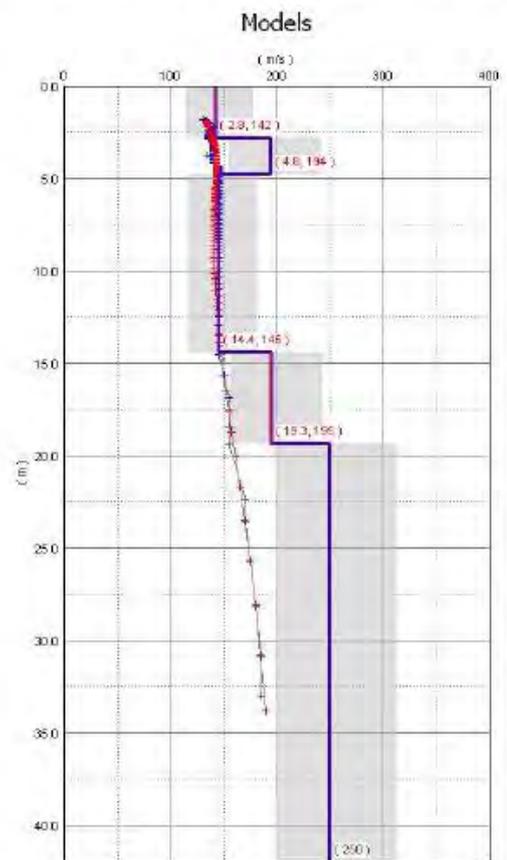
Le sovraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.



CURVA DI DISPERSIONE CUMULATIVA METODI ATTIVO E PASSIVO

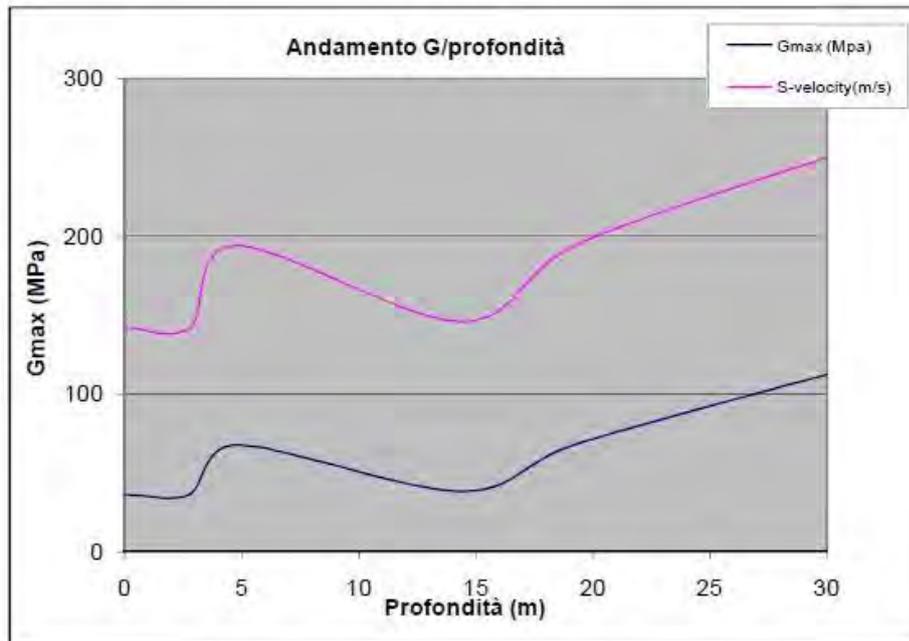


CURVA DI DISPERSIONE MISURATA (BLU) E CALCOLATA (ROSSO)



MODELLO RISULTANTE DALL'INVERSIONE DEI DATI

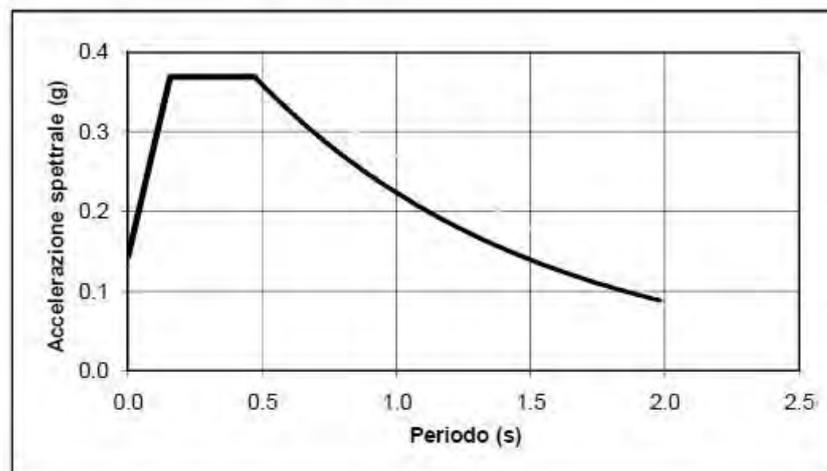
Depth(m)	S-velocity(m/s)	Gmax (Mpa)	$\rho$ (t/mc)
0.0	142	36	1.80
2.8	142	36	1.80
4.8	194	68	1.80
14.4	146	38	1.80
19.3	195	68	1.80
30.0	250	113	1.80



$V_{s30}$  (m/s) = 183

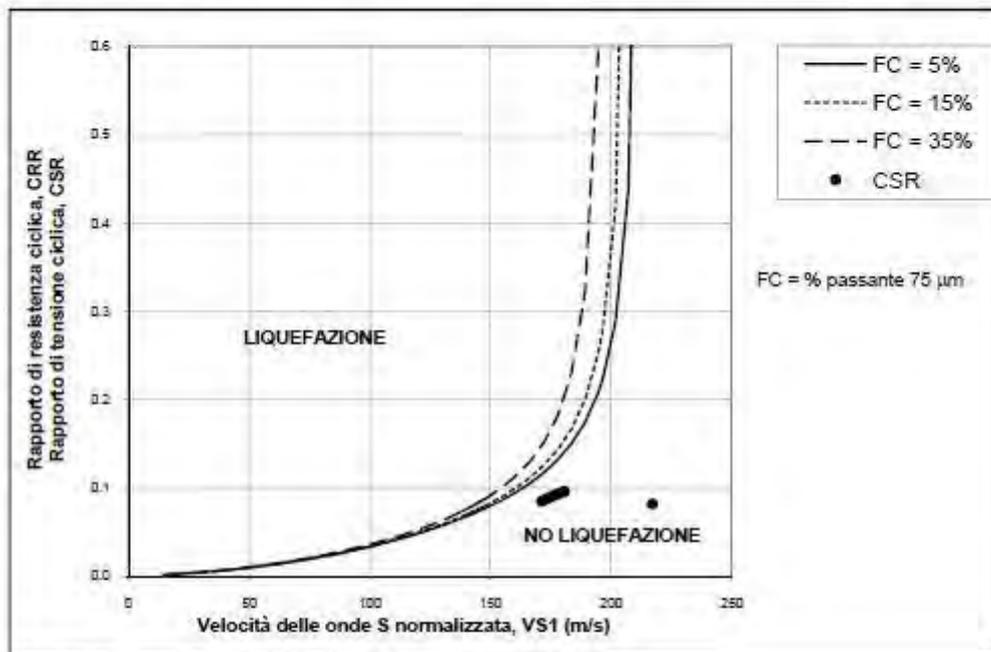
SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO @ 5% SMORZAMENTO - COMP. ORIZZONTALE (NTC 2008)  
Possibilità di superamento del 10% in 100 anni

	Ascisse (s)	Ordinate
$T_0 = agxS$	0.0000	0.1440
$T_b = T_c/3$	0.1576	0.3691
$T_c = C_c \cdot T'_c$	0.4728	0.3691
$T_d = 4.0 \cdot \alpha_v / g + 1.6$	1.9840	0.0879



## VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

profondità (m)	V <sub>s</sub>	V <sub>s1</sub>	CSR
15.0	195	181	0.096
16.0	195	178	0.093
17.0	195	176	0.090
18.0	195	173	0.088
19.0	195	171	0.085
20.0	250	217	0.082



La velocità delle onde sismiche viene ricondotta ad un valore  $V_{s1}$ , ovvero ad un valore normalizzato ad una tensione efficace  $p_a = 100$  kPa attraverso la:

$$V_{s1} = C_V \cdot V_s = V_s \cdot (p_a / \sigma'_{v0})^{0.25}$$

RAPP. TENSIONALE CICLICO  $CSR = \tau_{media} / \sigma' = 0.65 \cdot (a_{max} / g) \cdot (\sigma_v / \sigma'_{v0}) \cdot r_d$

$a_{max}$  = accelerazione di picco al piano campagna

$g$  = accelerazione di gravità

$\sigma_v / \sigma'_{v0}$  = tensione totale ed efficace nel sottosuolo

$r_d$  = coefficiente riduttivo dell'azione sismica alla profondità d'interesse che tiene conto della deformabilità del sottosuolo

COEFFICIENTE DI SICUREZZA ALLA LIQUEFAZIONE  $F_s = CRR_{7.5} / CSR_{7.5}$

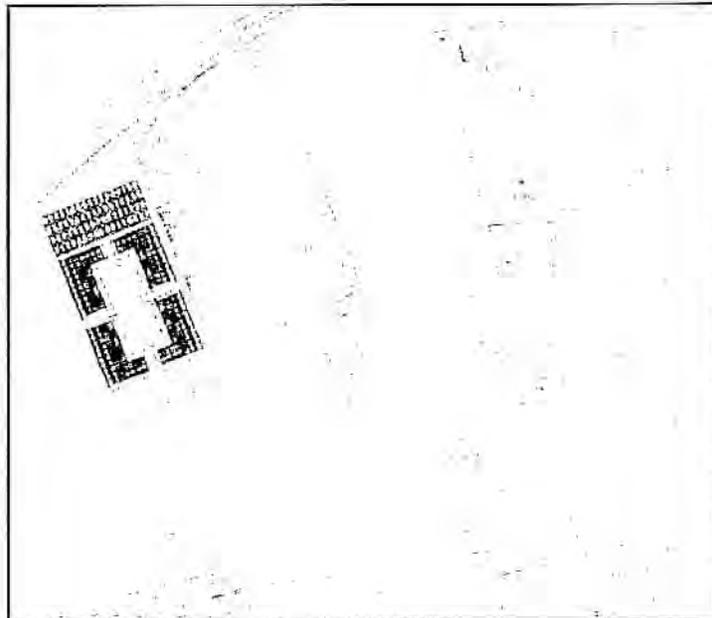
CSR riferito ad terremoto di magnitudo 7.5  $(CSR)_{M=7.5} = (CSR)_M / MSF$

fattore di scala per la magnitudo  $MSF = 6.9 \cdot \exp(-M/4) - 0.058$

RAPP. DI RESISTENZA CICLICA (riferito a  $M = 7.5$ )  $CRR_{7.5} = 0.022 \cdot (V_{s1} / 100)^2 + 2.8 \cdot (1 / (V_{s1} - 100) - 1 / V_{s1})$

COMUNE DI SALARA  
 PROVINCIA DI ROVIGO

ALL. n. 2



AMPLIAMENTO DEL CIMITERO COMUNALE

<p><b>COMMITTENTE</b>                  Amministrazione Comunale di Salara</p>	<p>COMUNE DI SALARA                  11 OTT. 2002</p>
	<p>Prot. n. 3047                  Ct. _____ Fog. _____</p>

PROGETTO PRELIMINARE

0	EMESSO PER APPROVAZIONE	
REV. 1		
REV. 2		
REV. 3		
REV. 4		

<p>Progetto: GEOHYDRODATA S.a.s.                  Dott. Geol. Corrado Ballotta</p> <p>45100 Rovigo - Via Porta a Mare 9                  Tel/Fax +39 425 490494                  E.mail: geohydrodata.sas@libero.it</p>	<p>Approvato da - data                  AT - 02/05/02</p>	<p>Nome file                  Salara cimitero</p>	<p>Data                  02/05/02</p>	<p>Scala</p>
<p>Proprietà:                   Comune di Salara                  Via Roma, 133</p>	<p>Progetto : Ampliamento del cimitero comunale                  Progetto Preliminare</p> <p>ELABORATO : INDAGINE GEOLOGICA,                  IDROGEOLOGICA E GEOTECNICA</p>		<p>Tavola n. A1</p>	<p>Modifica                  Foglio</p>

**ANALISI DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE,  
LITOSTRATIGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE DEI TERRENI IN  
ESAME**

Al fine di caratterizzare in modo soddisfacente il territorio in esame, si sono eseguite le seguenti indagini:

**- Prove penetrometriche statiche n° 1**

mediante penetrometro statico tipo DDSP120 da 120 kN di spinta, montato su rimorchio e trainato da automezzo tipo Nissan Terrano II 4x4, a lettura idraulica dei valori di resistenza, munito di punta meccanica tipo Begemann.  
profondità massima : 15.00 m.

**- Sondaggi geognostici n° 1**

mediante sonda oleodinamica tipo DDGS120 da 120 Kgm di coppia, munita di carotiere elicoidale Ø 75 mm.  
profondità massima: 5.00 m.

**- Prelievo di campioni n° 2**

campioni rimaneggiati dei livelli più significativi.

**- Analisi laboratorio terre n° 2**

sui campioni di terreno prelevati sono state eseguite analisi fisico meccaniche per la determinazione delle principali proprietà indice e classificazioni a Norme CNR-UNI ed USCS con determinazione indiretta della loro permeabilità.

**- Piezometri installati n° 3**

per il rilievo del livello statico della falda, del tipo in PVC rigido, finestrato, a foro aperto, Ø 30 mm, infissi sino alla profondità massima di 3 metri dal piano campagna (uno nel foro di sonda e due a percussione)

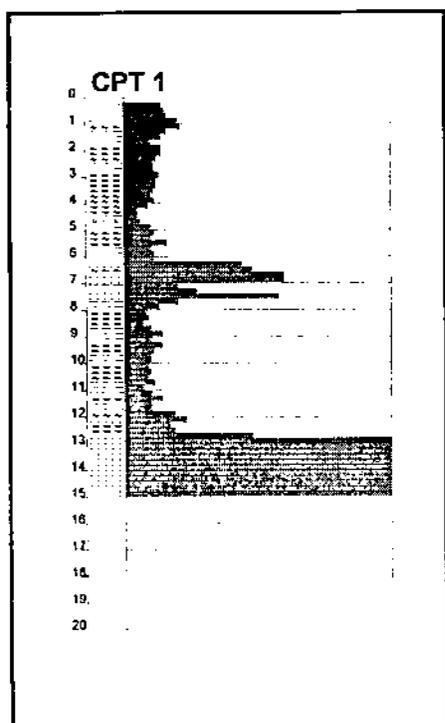
Gli elementi acquisiti sono illustrati e commentati nelle pagine a seguire.; le tavole delle elaborazioni dati e le risultanze delle analisi Laboratorio Terre sono riportate in "Appendice".

## VALUTAZIONI GEOTECNICHE

Con riferimento ai risultati delle indagini ed utilizzando i dati forniti dalla *CPT 1* e da *S 1*, si rilevano le seguenti informazioni:

- **Diagramma di resistenza alla punta  $R_p$  (Kg/cmq) e caratteristiche litostratigrafiche dei terreni investigati**

Le valutazioni litostratigrafiche riportate a fianco del diagramma, sono desunte dalla colonna "Natura litologica" riportata nella tabella dei parametri geotecnici.



scala 1 : 285

- **Profondità livello statico della falda:**  
Rilevata ad una quota di 2.40 metri dal piano campagna prelavori.
- **Natura prevalente (desunta dalla colonna "Natura litologica" sopra riportata) :**  
Argillosa sino a 2.00 metri; limoso argillosa sino a 5.60 metri; argillosa sino a 6.60 metri; sabbiosa sino a 8.00 metri; limoso argillosa sino a 12.60 metri; sabbiosa sino alla massima profondità investigata.

**- Caratteristiche geotecniche:**

Area caratterizzata da sensibili variazioni litostratigrafiche in senso verticale. I terreni possono essere definiti compressibili sino a circa 12.50 metri dal p.c., dotati di buone caratteristiche geotecniche più sotto.

Caratterizzazione geotecnica dei terreni da p.c. a -2.00 metri

<b>Terreni a comportamento coesivo</b>			
Resistenza alla punta	Rp	15.6	Kg/cmq
Coesione non drenata	Cu	0.68	Kg/cmq
Modulo edometrico	Mo	51.2	Kg/cmq
Peso specifico terreno immerso	$\gamma'$	1.85	t/m <sup>3</sup>

Caratterizzazione geotecnica dei terreni da -2.00 a -5.60 metri

<b>Terreni a comportamento prev. coesivo</b>			
Resistenza alla punta	Rp	10.5	Kg/cmq
Coesione non drenata	Cu	0.50	Kg/cmq
Modulo edometrico	Mo	39.4	Kg/cmq
Peso specifico terreno immerso	$\gamma'$	0.90	t/m <sup>3</sup>

Caratterizzazione geotecnica dei terreni da -5.60 a -6.60 metri

<b>Terreni a comportamento coesivo</b>			
Resistenza alla punta	Rp	24.8	Kg/cmq
Coesione non drenata	Cu	0.79	Kg/cmq
Modulo edometrico	Mo	67.0	Kg/cmq
Peso specifico terreno immerso	$\gamma'$	0.93	t/m <sup>3</sup>

Caratterizzazione geotecnica dei terreni da -6.60 a -8.00 metri

<b>Terreni a comportamento granulare</b>			
Resistenza alla punta	Rp	36.9	Kg/cmq
Angolo di attrito	$\emptyset$	29.5	(°)
Peso specifico terreno immerso	$\gamma'$	0.92	t/m <sup>3</sup>

Caratterizzazione geotecnica dei terreni da -8.00 a -12.60 metri

<b>Terreni a comportamento prev. coesivo</b>			
Resistenza alla punta	Rp	11.8	Kg/cmq
Coesione non drenata	Cu	0.53	Kg/cmq
Modulo edometrico	Mo	42.3	Kg/cmq
Peso specifico terreno immerso	$\gamma'$	0.88	t/m <sup>3</sup>

*Caratterizzazione geotecnica dei terreni da -12.60 a -15.00 metri*

<b>Terreni a comportamento granulare</b>			
<i>Resistenza alla punta</i>	Rp	135.7	Kg/cm <sup>2</sup>
<i>Angolo di attrito</i>	Ø	35.3	(°)
<i>Peso specifico terreno immerso</i>	γ'	1.05	t/m <sup>3</sup>

**Calcolo delle capacità portanti / cedimenti delle fondazioni**

In accordo con il Progettista, si sono verificati i carichi massimi ammissibili dai terreni ed i cedimenti teorici relativamente alle seguenti ipotesi di fondazione:

per *CPT 1* : fondazioni a trave continua con B = 0.80 – 1.00 – 1.20 – 1.50 metri, impostati ad 1.00 metro dal piano campagna prelavori.

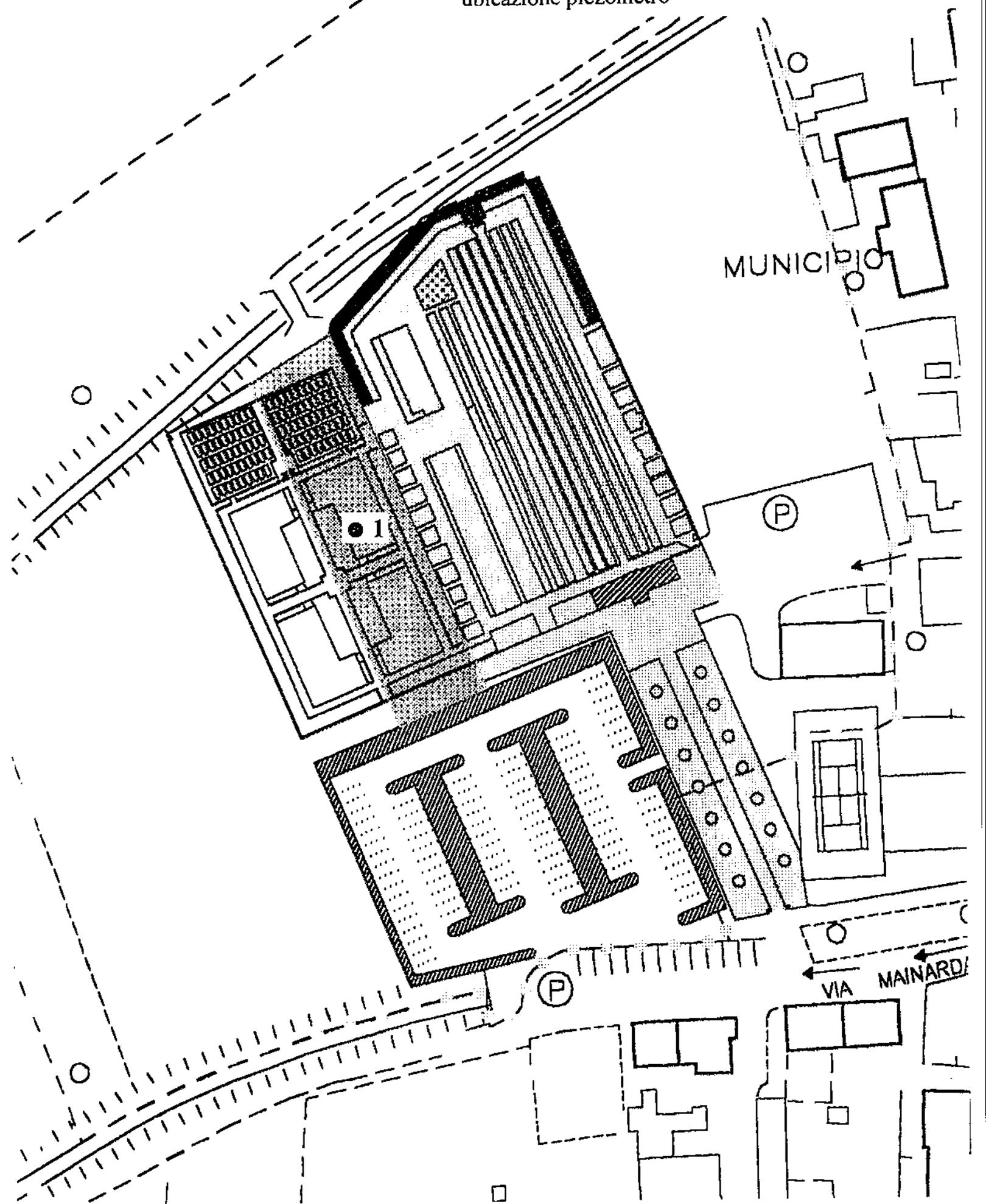
*I risultati di tali verifiche, di seguito riportati con schema riassuntivo e più avanti nelle elaborazioni originali, evidenziano che i terreni oggetto d'investigazione, sottoposti ai carichi di progetto, sono idonei a sopportare carichi massimi variabili da 0.60 a 1.00 kg/cm<sup>2</sup> in funzione delle varie ipotesi di fondazioni superficiali adottate.*

**Tab. riassuntiva dei dati ottenuti**

		<b>CPT 1</b>	
		<i>Q. amm</i> Kg/cm <sup>2</sup>	<i>ced.teor.</i> cm
trave continua con B=0.8 m	imp. a 1.00 m dal p.c.	1.00	3.72
“ “ B=1.0 m	“ “ “	0.80	3.50
“ “ B=1.2 m	“ “ “	0.70	3.48
“ “ B=1.5 m	“ “ “	0.60	3.48

- 1 punto investigato con CPT 1 - S 1  
ubicazione piezometro

Tav.6



L'analisi delle caratteristiche geotecniche dei terreni ai fini della realizzazione degli edifici cimiteriali è stata compiuta mediante l'esecuzione di 1 prova penetrometrica statica spinta sino alla profondità massima di 15 metri, e di 1 sondaggio geognostico spinto sino alla profondità massima di 5 metri.

- La verifica dei dati acquisiti evidenzia un terreno dotato di sensibile variabilità verticale; nei suoi termini più superficiali può essere definito "compressibile" sino a 12.50 metri dal p.c., mentre risulta dotato di buone caratteristiche geotecniche più sotto. La natura prevalente è da considerarsi argilloso limosa con intercalari sabbiosi di modesto spessore; si rinvencono sabbie consolidate a partire dai 12.50 metri.
- La profondità del livello statico della falda è stata rilevata (in regime di minima espansione) alla quota di 2.40 metri dal piano campagna.
- In relazione alle ipotesi progettuali delle strutture di fondazione, sono state verificate le seguenti:

		<i>CPT 1</i>		
		<i>Q. amm</i> Kg/cmq	<i>ced.teor.</i> cm	
trave continua con	B=0.80 m	imp. a 1.00 m dal p.c.	1.00	3.72
" "	B=1.00 m	" " "	0.80	3.50
" "	B=1.20 m	" " "	0.70	3.48
" "	B=1.50 m	" " "	0.60	3.48

va notato che tali ipotesi sono state verificate relativamente alla CPT eseguita al centro dell'area d'ampliamento.

- I risultati di tali verifiche evidenziano cedimenti teorici nella norma.
- E' possibile che, in sede di progetto esecutivo degli edifici e delle strutture, le analisi compiute debbano essere integrate da ulteriori verifiche e calcoli.

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 1**

2.010498-003

- committente : Amm.ne Comunale di SALARA (Rovigo)  
- lavoro : Ampliamento Cimitero Comunale  
- località : Salara - Prov. di Rovigo  
- note :

- data : 01/12/2001  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,40 m da quota inizio  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	---	---	--	0,93	---	7,80	10,0	15,0	20,0	1,07	19,0
0,40	7,0	14,0	14,0	0,73	19,0	8,00	6,5	14,5	13,0	0,60	22,0
0,60	7,5	13,0	15,0	0,67	22,0	8,20	4,0	8,5	8,0	0,13	60,0
0,80	8,0	13,0	16,0	0,87	18,0	8,40	4,5	5,5	9,0	0,13	67,0
1,00	10,0	16,5	20,0	0,80	25,0	8,60	3,5	4,5	7,0	0,20	35,0
1,20	10,5	16,5	21,0	1,07	20,0	8,80	5,0	6,5	10,0	0,47	21,0
1,40	8,0	16,0	16,0	0,80	20,0	9,00	7,0	10,5	14,0	0,47	30,0
1,60	7,0	13,0	14,0	0,60	23,0	9,20	5,0	8,5	10,0	0,47	21,0
1,80	5,0	9,5	10,0	0,33	30,0	9,40	7,0	10,5	14,0	0,33	42,0
2,00	7,0	9,5	14,0	0,33	42,0	9,60	5,5	8,0	11,0	0,33	33,0
2,20	7,0	9,5	14,0	0,40	35,0	9,80	5,0	7,5	10,0	0,47	21,0
2,40	6,0	9,0	12,0	0,33	38,0	10,00	5,0	8,5	10,0	0,40	25,0
2,60	5,5	8,0	11,0	0,40	27,0	10,20	4,5	7,5	9,0	0,27	34,0
2,80	5,5	8,5	11,0	0,40	27,0	10,40	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0
3,00	6,5	9,5	13,0	0,27	49,0	10,60	4,5	6,5	9,0	0,13	67,0
3,20	6,0	8,0	12,0	0,20	60,0	10,80	5,5	6,5	11,0	0,40	27,0
3,40	6,0	7,5	12,0	0,20	60,0	11,00	3,5	6,5	7,0	0,40	17,0
3,60	5,5	7,0	11,0	0,20	55,0	11,20	5,0	8,0	10,0	0,33	30,0
3,80	5,0	6,5	10,0	0,27	37,0	11,40	7,0	9,5	14,0	0,33	42,0
4,00	5,5	7,5	11,0	0,27	41,0	11,60	5,0	7,5	10,0	0,33	30,0
4,20	4,5	6,5	9,0	0,20	45,0	11,80	5,0	7,5	10,0	0,40	25,0
4,40	2,5	4,0	5,0	0,13	37,0	12,00	9,5	12,5	19,0	0,40	47,0
4,60	2,5	3,5	5,0	0,27	19,0	12,20	11,5	14,5	23,0	0,20	115,0
4,80	3,0	5,0	6,0	0,40	15,0	12,40	8,5	10,0	17,0	0,20	85,0
5,00	5,0	8,0	10,0	0,33	30,0	12,60	9,5	11,0	19,0	0,53	36,0
5,20	5,5	8,0	11,0	0,27	41,0	12,80	24,0	28,0	48,0	1,33	36,0
5,40	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0	13,00	60,0	70,0	120,0	2,00	60,0
5,60	8,0	10,0	16,0	0,27	60,0	13,20	70,0	85,0	140,0	2,67	52,0
5,80	5,0	7,0	10,0	0,40	25,0	13,40	65,0	85,0	130,0	2,00	65,0
6,00	5,5	8,5	11,0	0,67	16,0	13,60	65,0	80,0	130,0	2,67	49,0
6,20	5,5	10,5	11,0	0,53	21,0	13,80	70,0	90,0	140,0	2,00	70,0
6,40	22,0	26,0	44,0	0,27	165,0	14,00	90,0	105,0	180,0	2,67	67,0
6,60	24,0	26,0	48,0	1,60	30,0	14,20	80,0	100,0	160,0	3,33	48,0
6,80	30,0	42,0	60,0	1,07	56,0	14,40	65,0	90,0	130,0	2,67	49,0
7,00	30,0	38,0	60,0	1,60	37,0	14,60	80,0	100,0	160,0	2,67	60,0
7,20	10,0	22,0	20,0	1,13	18,0	14,80	80,0	100,0	160,0	2,67	60,0
7,40	13,5	22,0	27,0	0,80	34,0	15,00	65,0	85,0	130,0	---	---
7,60	29,0	35,0	58,0	0,67	87,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 12 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

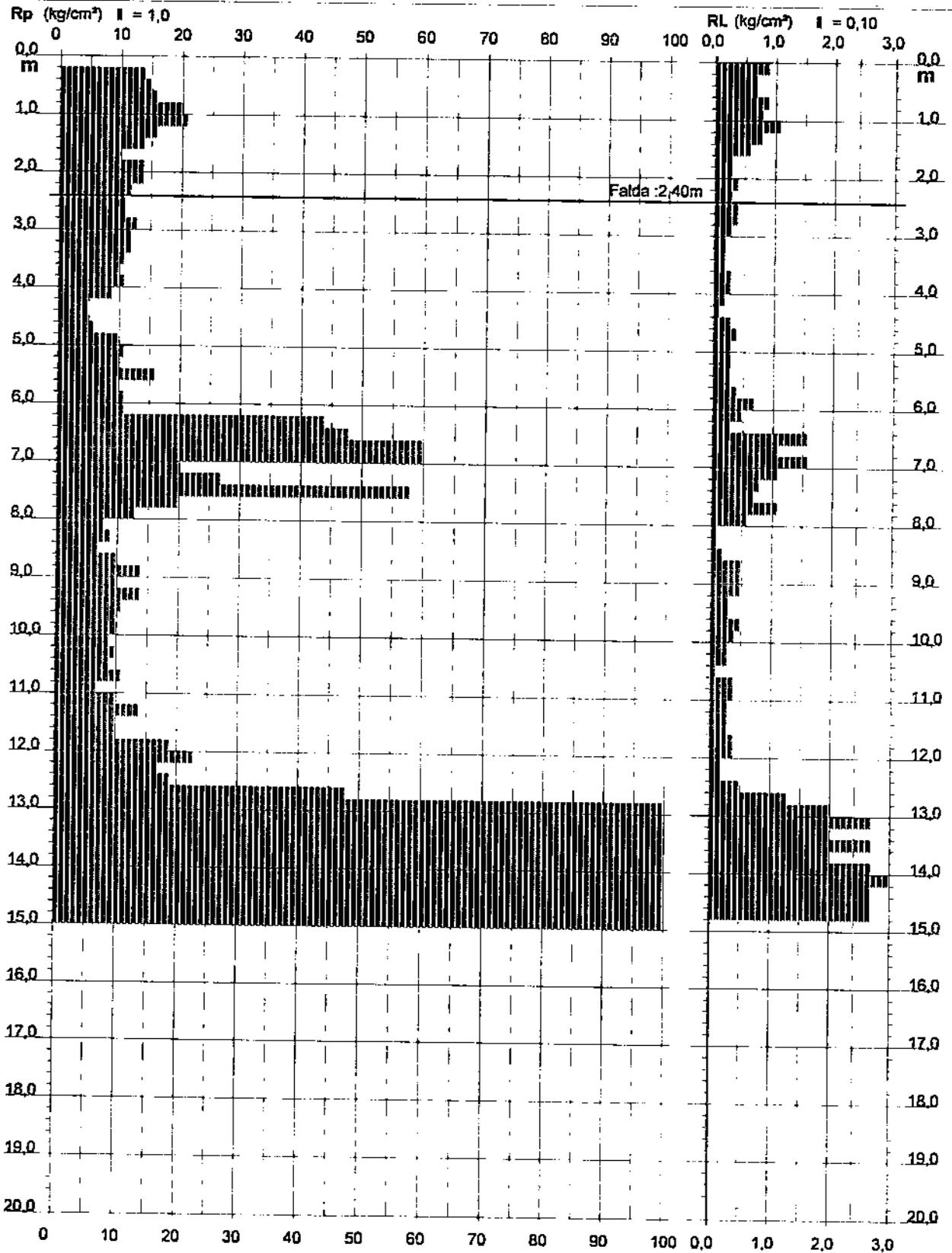
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-003

- committente : Amm.ne Comunale di SALARA (Rovigo)  
- lavoro : Ampliamento Cimitero Comunale  
- località : Salara - Prov. di Rovigo

- data : 01/12/2001  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,40 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100





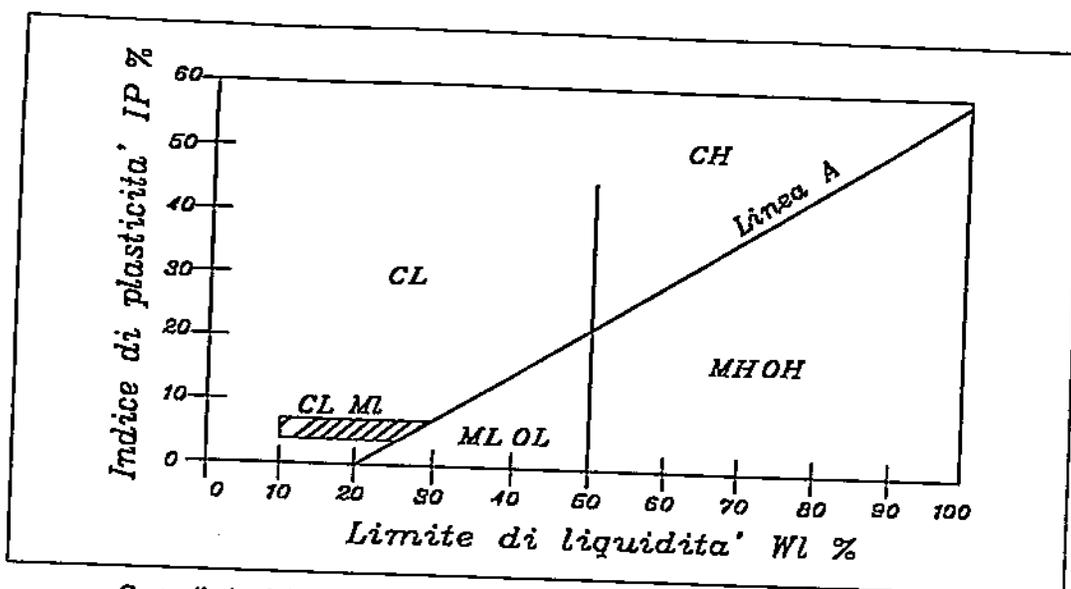


*Legenda*

SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	SIMBOLOGIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA
	<i>terreno di riporto</i>		<i>limo argilloso sabbioso</i>
	<i>terreno vegetale</i>		<i>limo organico</i>
	<i>argilla</i>		<i>sabbia fine</i>
	<i>argilla limosa</i>		<i>sabbia media e grossa</i>
	<i>argilla sabbiosa</i>		<i>sabbia argillosa</i>
	<i>argilla limoso sabbiosa</i>		<i>sabbia limosa</i>
	<i>argilla organica</i>		<i>sabbia organica</i>
	<i>limo</i>		<i>sabbia argilloso limosa</i>
	<i>limo argilloso</i>		<i>torba</i>
	<i>limo sabbioso</i>		

Nella rappresentazione grafica le dizioni : “*debolmente ...*” e “*a tratti...*” non vengono evidenziate.





Carta di plasticità (secondo A. Casagrande) adattata al Sistema Unificato

	GRUPPO	DESCRIZIONE	SOTTOGRUPPO	CARATTERISTICHE
Pass. 200 < 50%	G	GHIAIE La maggior parte della frazione grossa è trattenuta al setaccio 4	GW	fine < 5%; U > 4
			GP	fine < 5%; U < 4
			GM	fine > 12%; IP < 4, sotto retta A
			GC	fine > 12%; IP > 7, sopra retta A
	S	SABBIE La maggior parte della frazione passa al setaccio 4	SW	fine < 5%; U > 4
			SP	fine < 5%; U < 6
			SM	fine > 12%; IP < 4, sotto retta A
			SC	fine > 12%; IP < 7, sopra retta A
Pass. 200 > 50%	C	ARGILLE INORGANICHE	CL	WL < 50%
	M	LIMI INORGANICI	CH	WL > 50%
			ML	WL < 50%
	O	LIMI E ARGILLE ORGANICI	MH	WL > 50%
			OL	WL < 50%
				OH

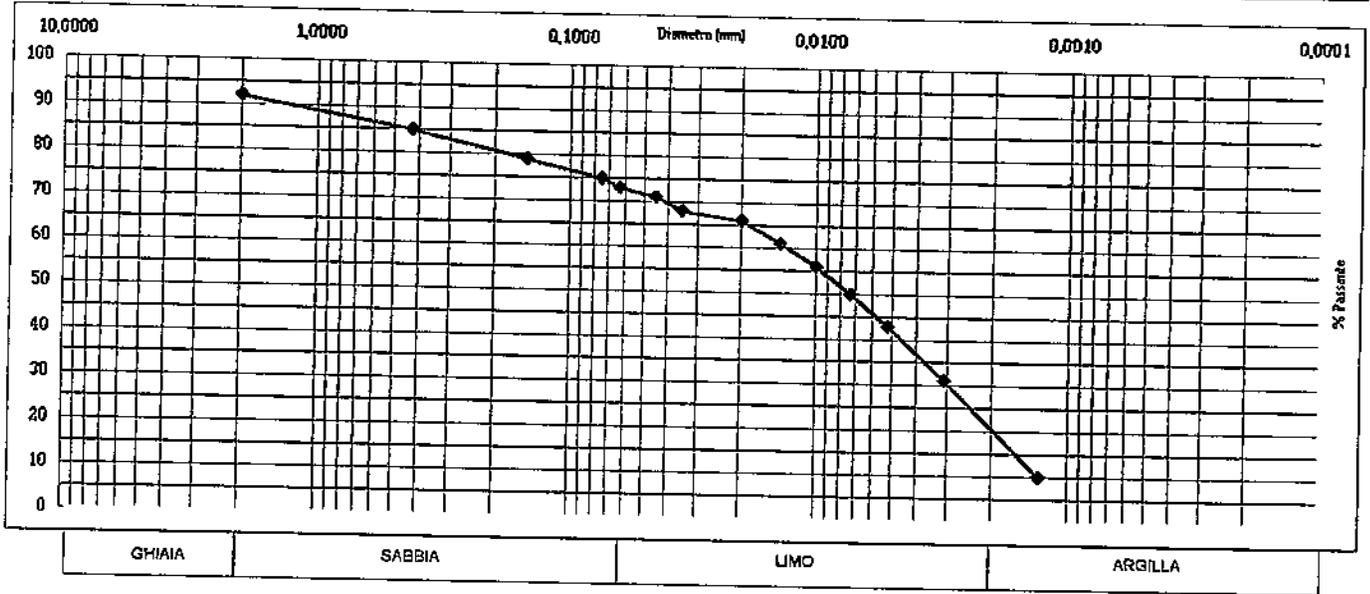
Classificazione del Sistema Unificato

IC	CONSISTENZA
(W <sub>n</sub> > W <sub>L</sub> )	< 0
	0,00 < IC < 0,25
	0,25 < IC < 0,50
	0,50 < IC < 0,75
	0,75 < IC < 1,00
(W <sub>n</sub> > W <sub>s</sub> )	IC > 1
(W <sub>n</sub> < W <sub>s</sub> )	IC > 1
	Fluida
	Fluida - Plastica
	Molle - Plastica
	Plastica
	Solida - Plastica
	Semisolida
	Solida

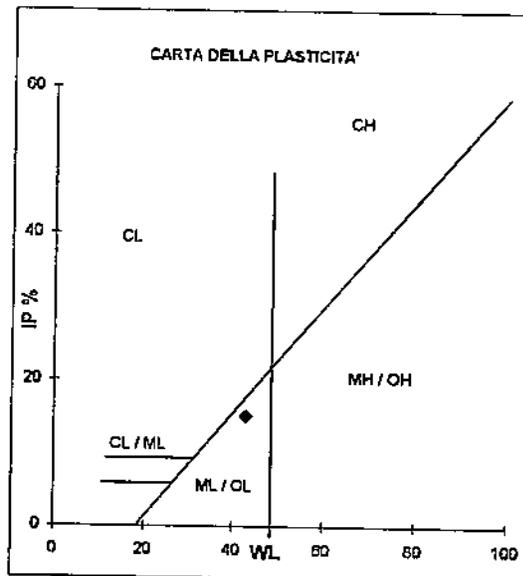
IP	TERRENO
0 - 5	non plastico
5 - 15	poco plastico
15 - 40	plastico
> 40	molto plastico

**GRANULOMETRIA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE CAMPIONE**

Committente:	Amministrazione Comunale di SALARA	Data:	01/12/01	Camp. N°:	1
Indirizzo:	SALARA (Prov. di Rovigo)	Sondaggio:	S1	Prof. p.c. (m):	1,00-1,40
Cantiere:	Ampliamento Cimitero Comunale			Tipo di camp.:	Rimaneggiato



% Passante			
ASTM		(mm)	% pass.
10		2,000	92,0
40		0,425	85,0
100		0,150	79,0
200		0,075	75,0
230		0,063	73,0
325		0,045	71,0
400		0,035	68,0
		0,029	65,0
		0,014	61,0
		0,010	56,0
		0,007	50,0
		0,005	43,0
		0,003	31,0
		0,0013	10,0



**Classificazione A.G.I.**  
 Limo sabbioso deb. argilloso

**Classificazione U.S.C.S.**  
 ML - OL

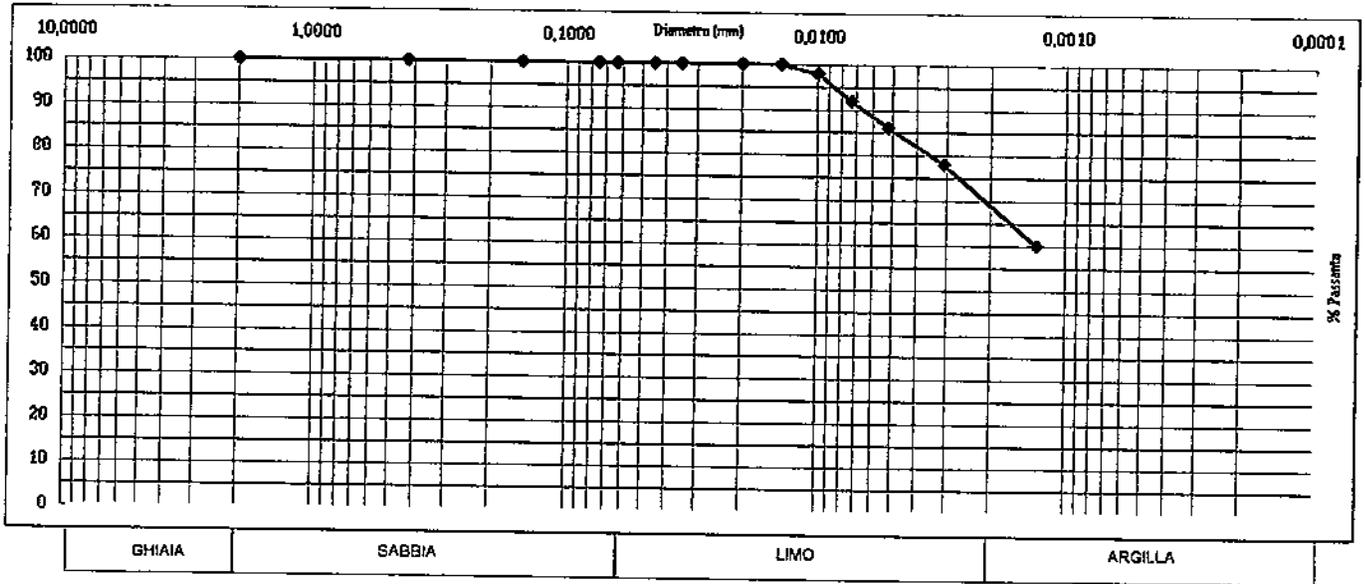
**Classificazione CNR-UNI 10006**  
 A - 7 - 6

Interpretazione curva granulometrica			
% Sabbia	27	D10	
% Limo	52	D30	
% Argilla	20	D60	
		Cu	
		Cz	

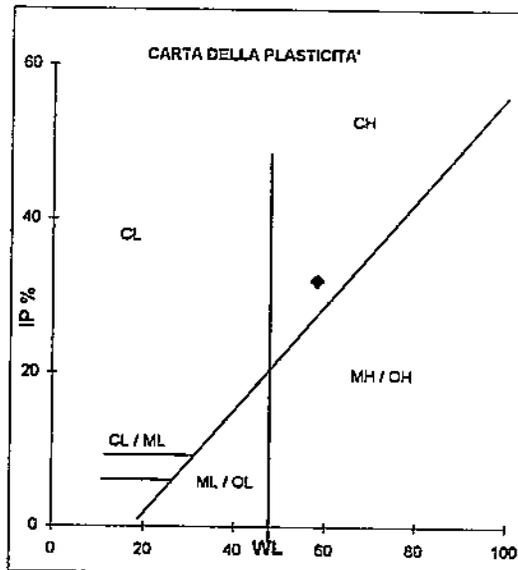
Limiti di Atterberg			
W (%)	32	I.G.	11
W.L. (%)	43	I.L.	0,27
W.P. (%)	28	I.C.	0,73
I.P. (%)	15		

**GRANULOMETRIA - LIMITI DI ATTERBERG - CLASSIFICAZIONE CAMPIONE**

Committente:	Amministrazione Comunale di SALARA	Data:	01/12/01	Camp. N° :	2
Indirizzo:	SALARA (Prov. di Rovigo)	Sondaggio:	S1	Prof. p.c. (m):	2.60-3.0
Cantiere:	Ampliamento Cimitero Comunale			Tipo di camp.:	Rimaneggiato



% Passante			
ASTM		(mm)	% pass.
10		2,000	100,0
40		0,425	100,0
100		0,150	100,0
200		0,075	100,0
230		0,063	100,0
325		0,045	100,0
400		0,035	100,0
		0,020	100,0
		0,014	100,0
		0,010	98,0
		0,007	92,0
		0,005	88,0
		0,003	78,0
		0,0013	60,0



Classificazione A.G.I.  
Argilla plastica deb. limosa

Classificazione U.S.C.S.  
CH

Classificazione ONR-UNI 10000  
A - 7 - 6

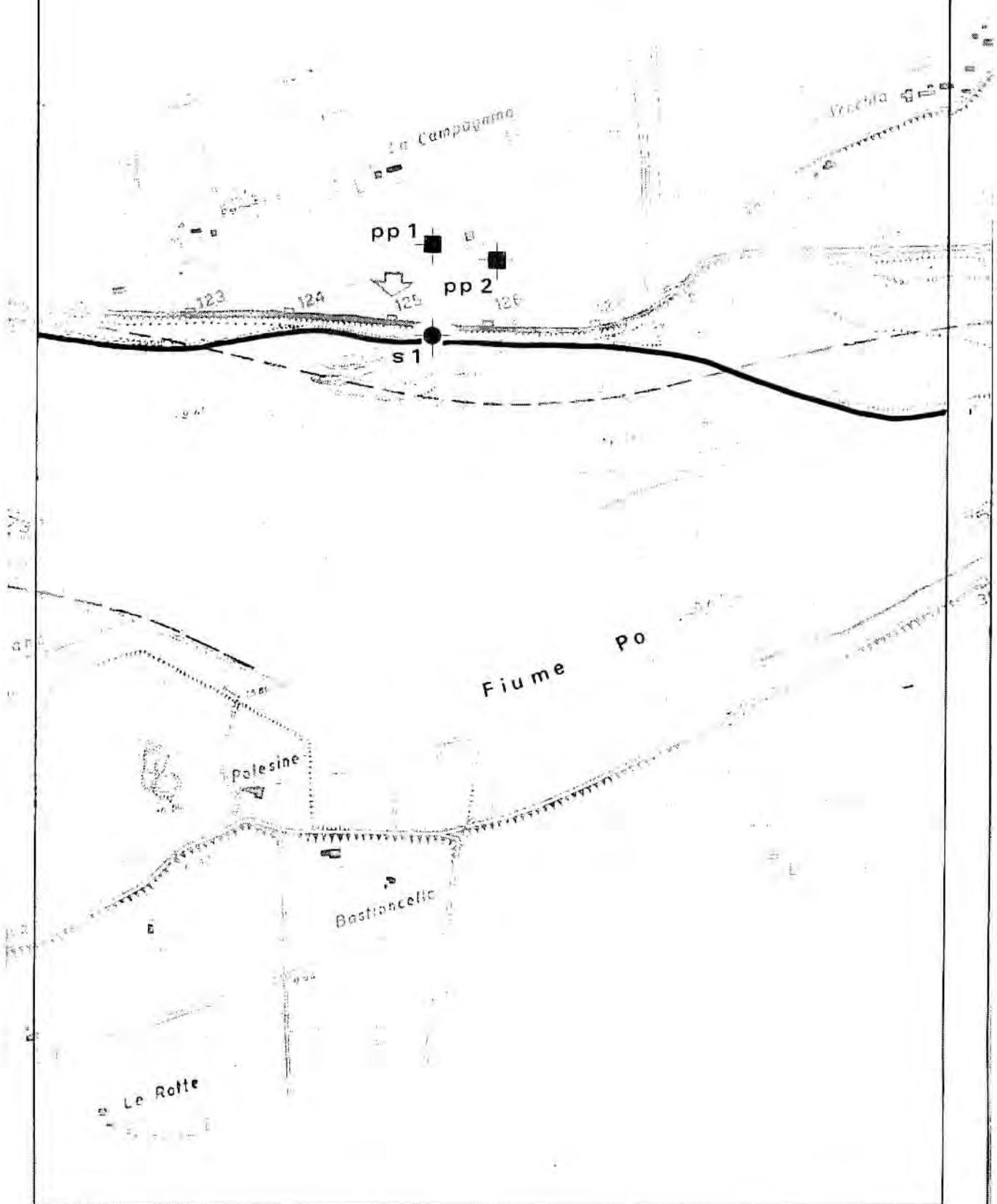
Interpretazione curva granulometrica			
% Sabbia	0	D10	
% Limo	32	D30	
% Argilla	68	D60	
		Cu	
		Cz	

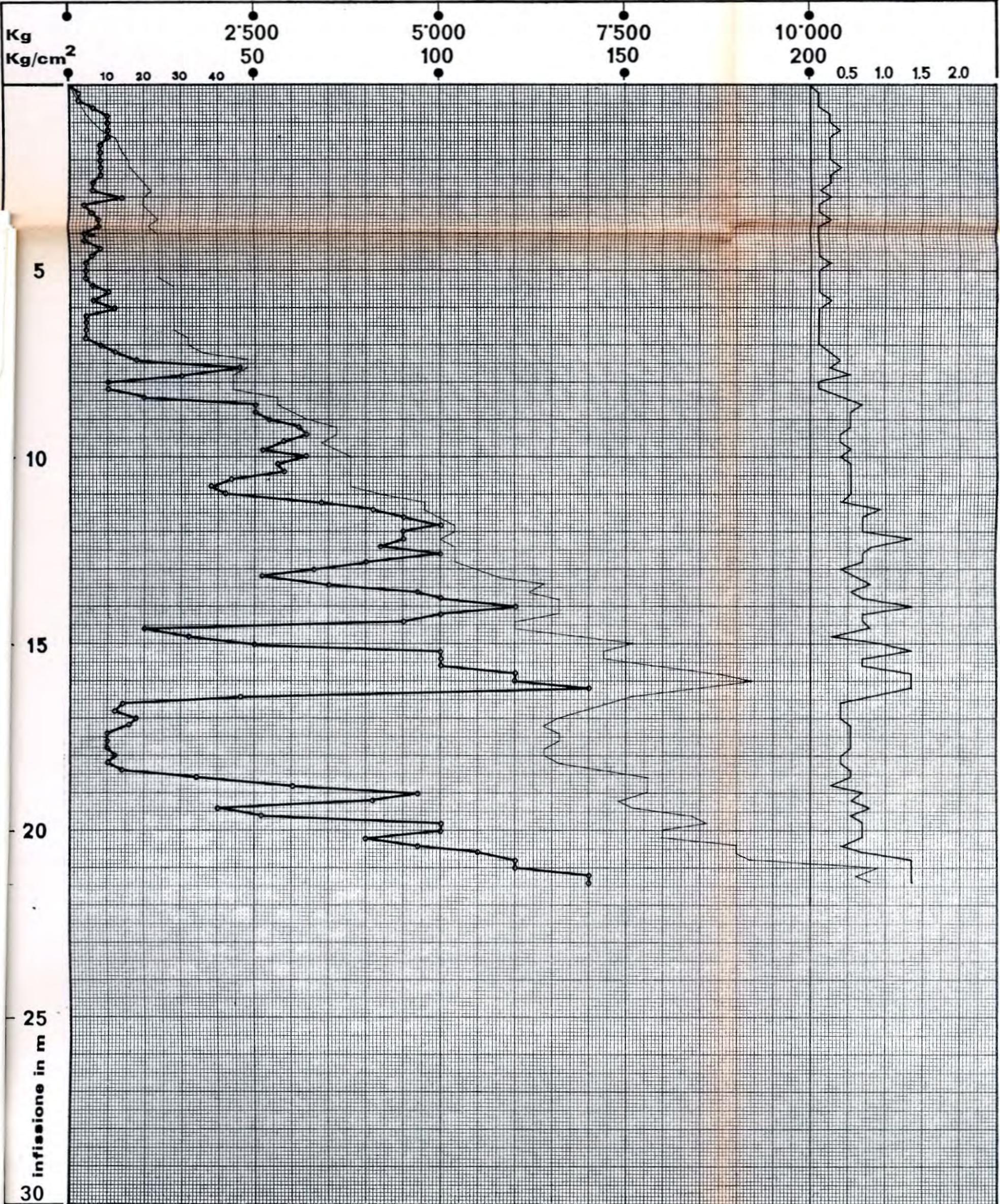
Limiti di Atterberg			
W (%)	25	I.G.	20
W.L. (%)	58	I.L.	-0,03
W.P. (%)	26	I.C.	+1,03
I.P. (%)	32		

Genio Civile di Rovigo  
Salara

ALL. n. 3

Planimetria, ubicazione sondaggio e p.p. - scala 1:10'000





Comm: Genio Civile di Rovigo

Localita': Salara (Stante 126)

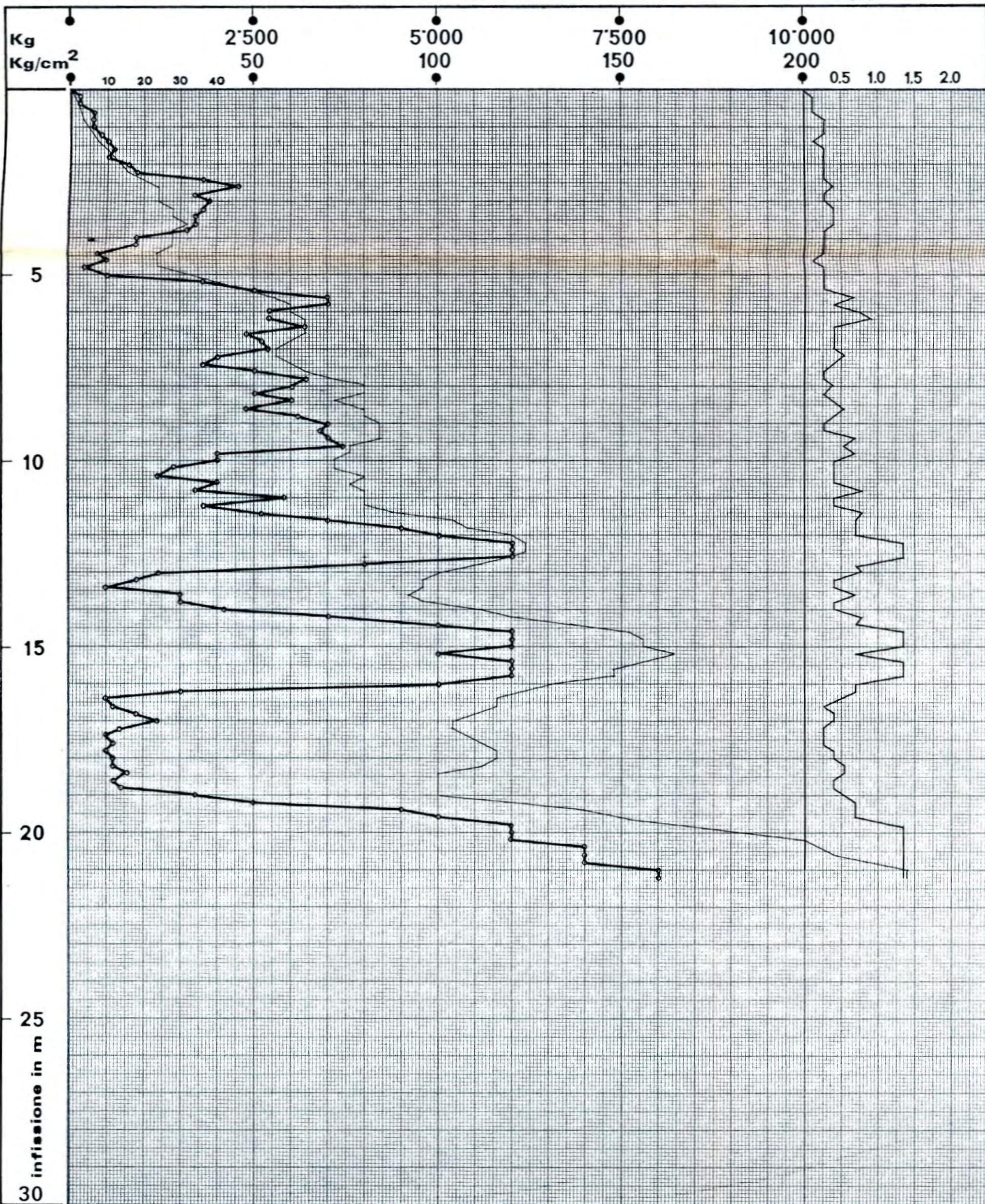
1417177

R<sub>p</sub> Resistenza alla punta in Kg/cm<sup>2</sup>

R<sub>t</sub> " totale in Kg

R<sub>f</sub> " d'attrito locale in Kg/cm<sup>2</sup>

**PROVA PENETROMETRICA**



Comm: Genio Civile di Rovigo  
 Localita': Salara (Stante 127)

$R_p$  Resistenza alla punta in Kg/cm<sup>2</sup>  
 $R_t$  " totale in Kg  
 $R_f$  " d'attrito locale in Kg/cm<sup>2</sup>

**PROVA PENETROMETRICA**

Ditta SACCHETTO CARLO & FIGLI di IVONE e LUIGI

Via G. Carducci, 63 - Telefono (0426) 21338 - 45011 ADRIA (Rovigo)

q. t.		Descrizione e caratteristiche del terreno	Penetr. Kg/cm <sup>2</sup>	Torvane Kg/cm <sup>2</sup>	Acqua liv. statico
1	0.60	terreno agricolo argilloso - limoso	1.2		
2	2.20	ghiaio			
A	4.00	argilla	2.5		
B	5.50	limo argilloso	0.4		
3	7.30	sabbia fine con lenti di limo sabbioso			
4	10.30	sabbia fine			
5	12.50				
6	16.30				
7	19.40	sabbia media			
8	22.40				
9	25.30				
10	28.10	argilla torbosa	1.8		
		argilla limosa	2.5		

COMM.: Genio Civile di Rovigo

LOCALITÀ: Salara - Tra St. 125 - 126

**STRATIGRAFIA DEL SONDAGGIO**

SISTEMA:

n°

ALL. n. 4

# RELAZIONE GEOLOGICA

A4

AR

024

COMMESSA	TIPO	TEMA	SEQUENZA	PROG. GEN.	REV.
G Z 0 8	P C	A R	0 2 4	1 2 8	A

COMUNE DI SAIARA  
UFFICIO TECNICO  
Legge 6/11/1971 n. 1086 - L.R. 13/12/2001 N. 11  
Il deposito del presente atto è avvenuto

In data 02/08/2012  
Firma 1/12 allegati 12

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
PROVINCIA DI ROVIGO - 323  
Ing. ANDREA CASNA

*per presa visione*



## **Mulino Padano S.p.A.**

### **Indagine geognostica presso Salara**

# **Relazione Geologica**

#### **1 - Premesse**

La presente relazione esamina in via preliminare, le caratteristiche del sottosuolo presso l'area della costrenda nuova sede del Mulino Padano S.p.A. in comune di Salara.

Il lavoro é stato svolto secondo le vigenti normative in materia:

- D.M. 11.03.1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce"
- Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988 - n°30483 Istruzioni applicative al D.M. 11.03.1988
- A.G.I. Raccomandazione sulla esecuzione e programmazione delle indagini geotecniche 1977.
- O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003

#### **2 – Metodologia operativa**

Le indagini eseguite sono state previste e programmate per corredare il progetto di una completa parametrizzazione del sottosuolo; le metodologie impiegate sono le seguenti:

- Esecuzione di due carotaggi geotecnici spinti alla profondità di 40 m da p.c. con esecuzione di prove S.P.T., prove di permeabilità Lefranc, posa di piezometri a tubo aperto e prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati
- Esecuzione di 9 prove penetrometriche statiche con piezocono
- Esecuzione di prove di laboratorio geotecnico

Le perforazioni sono state eseguite con sonda idraulica Comamcchio Geo 305 predisposta per tecnica di perforazione con sistema Wire Line da 145 mm, prelevando campioni a parete sottile negli strati più significativi; le carote sono state raccolte in casse catalogatrici, saggiate nei livelli coesivi con Pocket e Torvane e fotografate in digitale.

Le prove penetrometriche sono state eseguite con penetrometro autoancorante da 20 tonn. Montato su autocarro Bremach Brick 4x4; per le prove con piezocono è stata utilizzata strumentazione con le seguenti caratteristiche :

Punta strumentata con estensimetri per la misura di  $Q_c$  e  $f_s$  dotata di inclinometro biassiale e pressostato per la misura della pressione neutra in fase di infissione

Controllo della pressione neutra con filtro in bronzo sinterizzato di adeguata permeabilità, preventivamente saturato con immersione in olio siliconico su cella depressurizzata con pompa a vuoto

montaggio del filtro eseguito in cantiere con apposita cella idonea a saturare completamente le vie di transito della pressione neutra

acquisizione dei dati con centralina A/D a 16 bit collegata ad encoder multigiuro; la visualizzazione dei dati è stata eseguita in tempo reale con PC portatile

I grafici ed i tabulati riportano in funzione della profondità i valori di resistenza di punta, resistenza per attrito laterale, rapporto attrito laterale su resistenza di punta, pressione neutra ed inclinazione.

Sui campioni indisturbati e rimaneggiati sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio presso la nostra sede:

apertura campione, descrizione visiva con misura di Pocket e Torvane

determinazione del peso di volume naturale

determinazione del contenuto naturale in acqua

determinazione dei limiti di Atterberg

prova edometrica con curva cedimento tempo

prova di compressione ad espansione laterale libera - ELL

Si allega anche l'indagine mediante prove penetrometriche statiche con punta meccanica eseguite nell'anno 2006

### **3 – Caratteristiche topografiche e morfologiche**

L'Area si sviluppa in comune di Salara al margine settentrionale della S.R. n° 6 Eridania Occidentale ed è delimitata a nord dal Canale Sorgive di Calto; l'area è pianeggiante ed è ad una quota di circa 8 m.s.m.

L'alveo del Fiume Po è a circa 750 m a sud dell'area con direzione di deflusso verso est.; il Canale Sorgive di Calto afferisce ad un sistema idrovoro con drenaggio forzato.

Le caratteristiche dell'area sono osservabili nella foto aerea e nell'allegata carta topografica alla scala 1:10.000.



#### 4 – Caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo

La stratigrafia del sito è stata ricostruita mediante l'esame dei dati raccolti con e carotaggi e con le prove penetrometriche statiche, secondo correlazioni proposte da vari autori.

Il sottosuolo può essere schematizzato come segue:

##### **Strato 1 – da 0.00 a 4.00-5.00 m p.c.**

Inferiormente a circa 0.50 m di terreno di riporto è presente uno strato di natura essenzialmente coesiva costituito da argille limose e limi argillosi localmente anche di bassa resistenza meccanica. Lo strato ha mediamente spessore di circa 4 m con locali aumenti fino a 5 m e con presenza di lenti limoso-sabbiose verso il letto. Molto frequentemente sono stati rinvenuti resti vegetali sotto forma di frustoli carboniosi o addirittura come grossi pezzi di legno (S2 4.00÷4.40)

Le resistenze meccaniche al penetrometro statico sono mediamente comprese fra 6 e 18 Kg/cm<sup>2</sup>

##### **Strato 2 – da 4.00 ÷ 5.00 a 15÷20**

Inferiormente al primo strato coesivo è presente uno strato marcatamente incoerente e sabbioso, sottolineato dalle buone resistenze meccaniche, comprese fra 60 e 100 Kg/cm<sup>2</sup>.

Sono presenti locali lenti limoso-argillose più evidenti a 9.00 m p.c. sottolineate da resistenze meccaniche anche inferiori a 20 kg/cm<sup>2</sup>

**Strato 3 – da 15÷20 a 33÷34 m p.c.**

Sabbia, da medio fine a gradata, bene addensata e con resistenze di punta comprese fra 150 e 200 Kg/cmq.

**Strato 4 – da 33.00 ÷34.00 a 40 m p.c. (fine prova)**

Alternanze con spessore 0.50-2.0 m di argilla limosa, limo argilloso o sabbioso e sabbia fine.

Le resistenze di punta sono comprese fra 15 e 25 Kg/cmq negli strati coesivi con aumenti fino a 100 Kg/cmq negli strati incoerenti

**5. – Caratteristiche idrogeologiche del sito****Caratteristiche generali**

L'area in esame è costituita da una serie di terreni alluvionali sciolti con forte presenza di strati sabbiosi saturi, che nel sito in esame sono evidenti dalla profondità di 4.00÷5.00 m p.c. alla profondità di 33.00÷34.00 m p.c. Tale struttura stratigrafica è nota in estese aree ai margini dell'attuale corso del fiume Po, sia in sinistra che in destra idraulica ed è stata generata da antiche divagazioni dell'alveo in epoche remote. La lente sabbiosa, date le quote idrauliche del Po, la struttura dell'alveo e la topografia circostante, è in diretta connessione con le dispersioni di subalveo, confermate dalla frequente presenza di fontanazzi e dalla risalita delle quote piezometriche in corrispondenza dei recenti eventi di piena.

La direzione di deflusso della falda è pertanto fortemente condizionata dal regime idraulico del Po, con direzioni di deflusso ortogonali e divergenti dal corso negli episodi di piena e probabilmente di senso opposto in condizioni di magra. Occorre segnalare che tutta l'area circostante all'alveo del Po è servita da una serie di impianti idrovori a cui afferisce un fitto reticolo di canali che drena la prima falda o come nel sito in esame è alimentata anche da una serie di fontanazzi. L'esistenza del Canale Sorgive di Calto è con ogni probabilità dovuta alla necessità di drenare le acque che alimentano i fontanazzi nell'area.

In generale è possibile affermare che la direzione di deflusso della prima falda sia secondo l'andamento del piano campagna, ovvero secondo il corso del Po, fatto salvo variazioni divergenti o convergenti rispetto l'alveo in corrispondenza di eventi idraulici critici.

La cartografia ufficiale non dispone di atti dettagliati relativi alle aree limitrofe al corso del Po; le considerazioni esposte sono conseguenza delle osservazioni condotte in sito.

**Caratteristiche locali**

Nell'area è presente una prima falda a carattere freatico in diretta connessione con il reticolo idrografico e con l'andamento meteorologico dell'anno; il dato più importante riscontrato nel corso del cantiere è stata la risalita del livello statico ai piezometri da misure di -0.80÷-1.00 m p.c. fino al piano campagna o addirittura a +0.30 m p.c. sulla verticale Pz3 il giorno 5.11.2010 alle ore 15.

Sul fossato che delimita l'area a nord, detto canale Sorgive di Calto, sono stati riscontrati inoltre almeno 4 fontanazzi di cui alle foto allegate, con tipica forma circolare e risalita di acqua molto torbida; la presenza dei fontanazzi era stata intuita i giorni precedenti data la forma delle strutture visibili al fondo dello scolo, ma nella giornata di venerdì 5.11 sono stati confermati dalla evidente venuta di acqua oltre

che dalla risalita dei livelli nei piezometri, il fondo del canale è a circa  $-1.50$  m rispetto al piano agricolo circostante su cui è ubicata l'indagine. L'ubicazione dei fontanazzi è riportata nella carta allegata.

E' pertanto chiara la connessione fra le dispersioni di subalveo del Po ed i livelli piezometrici riscontrati ai piezometri infissi nel primo strato sabbioso, d'altra parte è nota la presenza lungo tutto il basso corso del Po di estese lenti sabbiose, parallele all'attuale corso e che sono in diretta connessione idraulica, fatto confermato anche altrove dove i pozzi filtrati in corrispondenza del livello sabbioso sono soggetti a frequenti risalite di acqua oltre il p.c. in corrispondenza di forti eventi di piena.





fontanazzi al fondo del Canale Sorgive di Calto

Le prove Lefranc eseguite nel corso dei carotaggi hanno dato i seguenti risultati:

sondaggio	prof. prova m da p.c.	K m/sec
1	6.50	1.10 E-04
1	16.50	1.57 E-04
2	6.50	4.30 E-05
2	16.70	4.78 E-05

I valori della permeabilità sono risultati tipici di sabbie da medio fini a gradate con limitate frazioni limose

## 6. - Parametri geotecnici e modello meccanico del sottosuolo

Sulla base dei dati raccolti con l'indagine geognostica mediante prove penetrometriche statiche con piezocono è possibile una valutazione indiretta dei parametri geotecnici che consentono un primo modello meccanico del sottosuolo, basato sullo schema stratigrafico precedentemente esposto.

Con:

**R<sub>p</sub>** = resistenza di punta alla prova penetrometrica statica

**C<sub>u</sub>** = coesione non drenata valutata con la formula  $C_u = (R_p - \sigma'_v) / N$  dove **R<sub>p</sub>** = resistenza di punta,  $\sigma'_v$  = pressione litostatica efficace **N** = coefficiente che varia da 12 a 20 a seconda del tipo di terreno

**Angolo di attrito del terreno**, dedotto da abachi che considerano la resistenza di punta e la tensione litostatica

**mv** = coefficiente di compressibilità di volume valutato con  $mv = 1 / (\alpha * R_p)$

**Ed** = modulo edometrico =  $1 / mv$

Strato n°	m da p.c.	Natura prevalente	Rp Kg/cmq	Cu Kg/cmq	Angolo attr. °	mv cmq/Kg	Modulo edometrico Kg/cmq
1	0.00-4.00 (5.00)	Coesiva - argilla limosa e limo argilloso	6 - 18	0.40 - 0.60	---	0.05-0.10	20 - 10
2	4.00 (5.00)- 15.00(20.00)	Incoerente - sabbia limosa e locale limo sabbioso	60-100	---	28-31	---	---
3	15.00-20.00 34.00	Incoerente - sabbia limosa bene addensata	150-200	---	30-33	---	---
4	34.00 40.00	Coesiva - limo argilloso e sabbioso	15-25 (100)	0.45 - 0.70	---	0.04 - 0.06	25 - 15

Relativamente ai 6 campioni indisturbati estratti dal carotaggio sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio :

- apertura campione con classificazione visiva e prove con Pocket e Torvane
- determinazione del peso naturale di volume
- determinazione del contenuto naturale in acqua
- limiti di Atterberg
- prova edometrica con curve cedimento-tempo e calcolo di  $C_v$  con metodo di Casagrande
- prova di schiacciamento semplice con espansione laterale libera

I dati raccolti sono riepilogati nella seguente tabella:

Descrizione visiva	Campione prof. S1/A 1.50÷2.20	Campione prof. S1/B 3.50÷4.20	Campione prof. S1/C 34.50÷35.20	Campione prof. S2/A 1.30÷1.90	Campione prof. S2/B 3.00÷3.60	Campione prof. S2/C 34.50÷35.10	
							Limo deb. argilloso
W	%	30.22	38.51	36.11	28.44	39.84	31.48
$\gamma$	g/cmc	1.981	1.881	1.856	1.913	1.786	1.828
Wl	%	48.5	non coesivo	41	54	non coesivo	32
Wp	%	31.50	non coesivo	30.2	32.30	non coesivo	22.50
Ip		17	non coesivo	10.8	21.70	non coesivo	9.50
Cr		1.08	non coesivo	0.45	1.18	non coesivo	0.05
E ed 1kg/cmq	Kg/cmq	14.46	17.70	28.54	83.17	non coesivo	45.23
mv 1kg/cmq	cmq/Kg	0.069	0.056	0.035	0.012	non coesivo	0.022
$C_v$	cmq/sec	1.48 E-03	1.26 E-03	9.10 E -04	2.05 E-03	non coesivo	7.31 E-04
Ked	cm/sec	6.33 E-08	5.10 E -08	2.10 E-08	6.53 E-08	non coesivo	1.14 E -08
Qu Ell	Kpa	69.35	non coesivo	203.68	112.03	48.50	106.69
Cu Ell	Kpa	34.68	non coesivo	101.84	56.02	24.25	53.35

Il peso di volume dei terreni è risultato compreso fra 1.786 e 1.981 gr/cm<sup>3</sup> ed il contenuto in acqua compreso fra 28.44 e 39.84 %

Per quanto riguarda la classificazione di Casagrande dedotta dai limiti di Atterberg i terreni in esame sono risultati appartenere ai campi dei limi inorganici di media e alta plasticità e dei limi inorganici di alta compressibilità; il campione S2/C è risultato vicino al suolo privo di coesione.

Per quanto riguarda i parametri di compressibilità si notano, a carico delle argille superficiali, valori bassi del modulo edometrico e valori elevati del coefficiente di compressibilità di volume, che sottolineano le scarse caratteristiche meccaniche e l'elevata compressibilità dei primi strati coesivi spesso con abbondante frazione organica.

I valori del carico di rottura e della coesione non drenata raccolti con la prova di compressione ad espansione laterale libera inquadrano ulteriormente le caratteristiche meccaniche del sottosuolo, che sono sempre da ritenere non elevate negli strati superficiali.

Negli strati granulari sono state eseguite prove S.P.T. – Standard Penetration Test che hanno dato i seguenti risultati:

Sondaggio	Prof. S.P.T. - m	N1 N2 N3	N SPT
1	9.00 – 9.45	7 - 9 - 9	18
1	12.00 – 12.45	5 - 7 - 8	15
1	18.00 – 18.45	8 - 12 - 14	26
1	22.00 – 22.45	22 - 34 - 39	73
1	27.00 – 27.45	18 - 21 - 27	48
1	30.00 – 30.45	13 - 17 - 23	40

Sondaggio	Prof. S.P.T. - m	N1 N2 N3	N SPT
2	9.00 – 9.45	6 - 7 - 5	12
2	12.00 – 12.45	12 - 16 - 18	34
2	18.00 – 18.45	16 - 24 - 34	48
2	24.00 – 24.45	24 - 36 - 47	83
2	27.00 – 27.45	19 - 24 - 31	55
2	30.00 – 30.45	17 - 22 - 29	51

Si osservano valori bassi di addensamento soprattutto negli strati superficiali e valori decisamente migliori oltre la profondità di 15-20 m p.c.

I dati degli SPT sono in globale accordo con i rilievi al penetrometro statico, evidenziando valori di  $N_{spt}$  generalmente da 3 a 4 volte inferiore al valore della resistenza di punta. Occorre anche considerare che il flusso idraulico dall'alveo del Po, tale da manifestare il fenomeno dei fontanazzi, non contribuisce a migliorare l'addensamento della sabbia, specie nei livelli superficiali. Nell'ipotesi di utilizzare fondazioni profonde occorre considerare che spesso si opera in condizioni idrauliche critiche con evidente possibilità del manifestarsi di sifonamenti o risalite di acqua sul fianco delle palificazioni, con le ovvie problematiche sia di tipo esecutivo e sia di carico ammissibile alla struttura.

#### 7. - Classificazione sismica secondo O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003

Per quanto riguarda la classificazione sismica del territorio il comune di Salara ricade in area sismica di tipo 3; relativamente alla categoria topografica di appartenenza si può fare riferimento ad una superficie pianeggiante e pertanto alla categoria **TI**.

I dati raccolti con l'indagine classificano il terreno di fondazione in **categoria D**, ovvero depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m e con valori di  $N_{spt} < 15$  colpi per piede nei terreni a grana grossa e valori di  $C_u < 70$  kPa nei terreni a grana

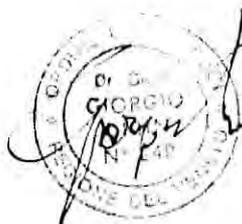
fine.

## 8. - Considerazioni conclusive

Sulla base dei dati raccolti con la presente indagine sono possibili le seguenti considerazioni:

- Il sedime di fondazione della nuova sede del Mulino Padano S.p.A. in comune di Salara è risultato costituito da una serie di terreni alluvionali sciolti; in superficie e fino a 4.00-5.00 m p.c. prevalgono terreni coesivi e argillosi, con evidenti frazioni organiche, segue poi uno strato sabbioso dotato di buone caratteristiche meccaniche che passa nuovamente a terreni coesivi dalla profondità di 34.00 m p.c.
- E' stata chiarita la connessione fra le dispersioni di subalveo del Po ed i livelli riscontrati ai piezometri infissi nel primo strato sabbioso, che sono risaliti anche oltre il p.c. in occasione della recente piena del Po; è stata riscontrata la presenza di numerosi fontanazzi al fondo del Canale Sorgive di Calto
- Il modello meccanico del sottosuolo evidenzia caratteristiche meccaniche scadenti ed elevata compressibilità per i terreni coesivi superficiali e caratteristiche decisamente migliori per lo strato sabbioso presente da 4.00-5.00 m p.c. Si segnala la frequente presenza di sostanza organica negli strati più superficiali. Andrà comunque verificata l'influenza di eventuali fondazioni profonde sugli strati coesivi presenti da 34.00 m p.c.
- Nell'ipotesi di utilizzare fondazioni profonde occorre considerare che spesso si opera in condizioni idrauliche critiche con evidente possibilità del manifestarsi di sifonamenti o risalite di acqua sul fianco delle palificazioni o all'interno di scavi anche non profondi, con le ovvie problematiche sia di tipo esecutivo e sia di carico ammissibile alla struttura.
- La classificazione sismica secondo O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 identifica i terreni di fondazione appartenenti alla classe D.

Padova, novembre 2010





RECINZIONI

	m
A1	69.02
A2	171.27
A3	93.40
A4	149.84
tot.	483.53

	m
B1	21.05
B2	36.29
B3	89.40
B4	5.05
B5	5.90
B6	7.83
tot.	145.52

FABBRICATI

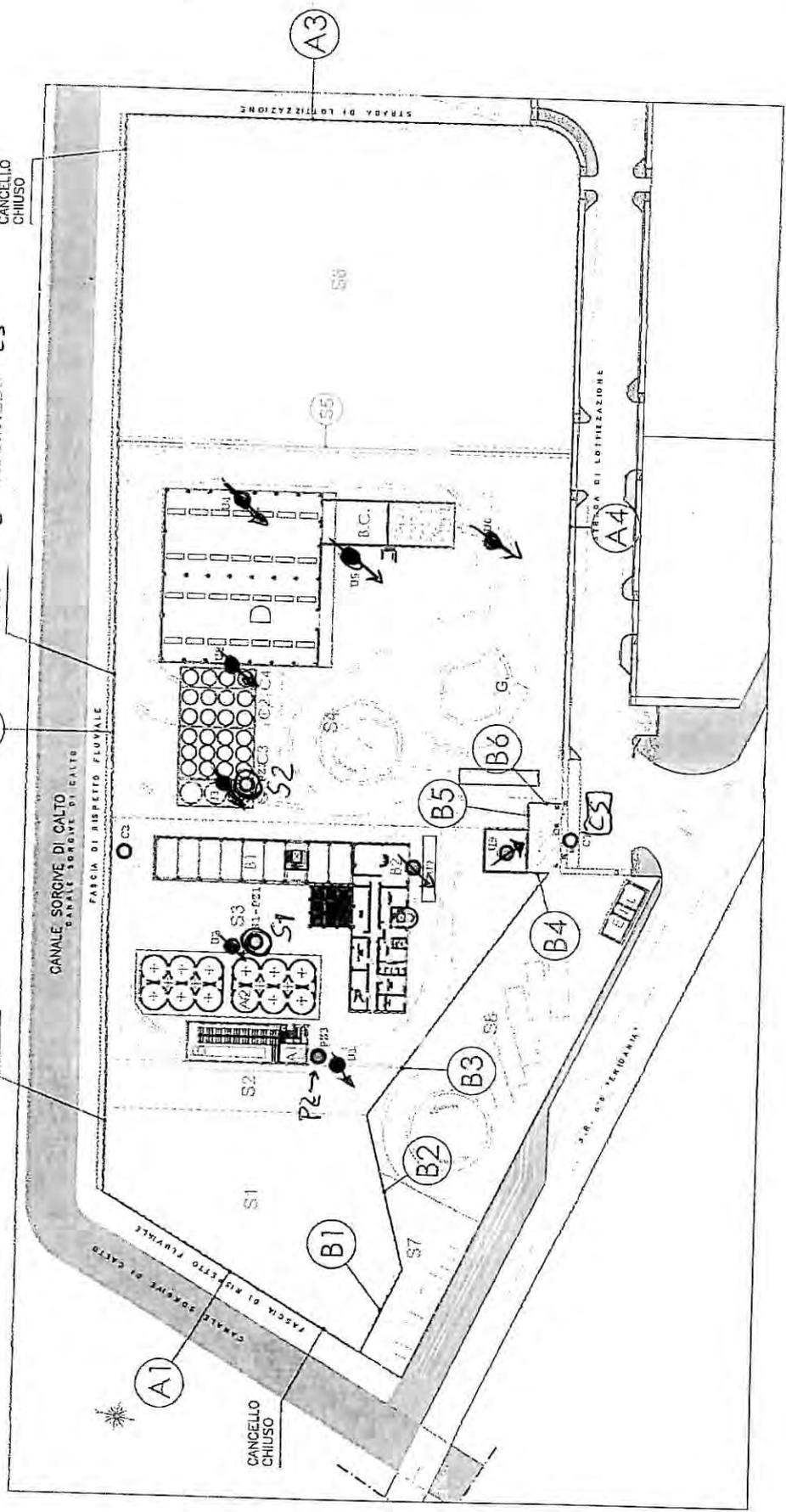
	mq
A1	259.40
A2	610.98
B1	453.75
B2	495.47
C1	102.00
C2	153.00
C3	199.75
C4	76.50
D	1436.40
B.C.	314.97
P	100.00
ENEL	64.20
tot.	4266.42

PIAZZALI

	sup. lorda	sup. scoperta
S1	2396.47	2396.47
S2	682.65	692.85
S3	4705.32	2785.72
S4	8634.93	6352.31
S5	205.38	205.38
S6	7496.93	7496.93
S7	586.42	586.42
S8	2535.89	2471.69
tot.	27254.19	22987.77

PLANIMETRIA GENERALE  
PIAZZALI E RECINZIONI  
scala 1:1000

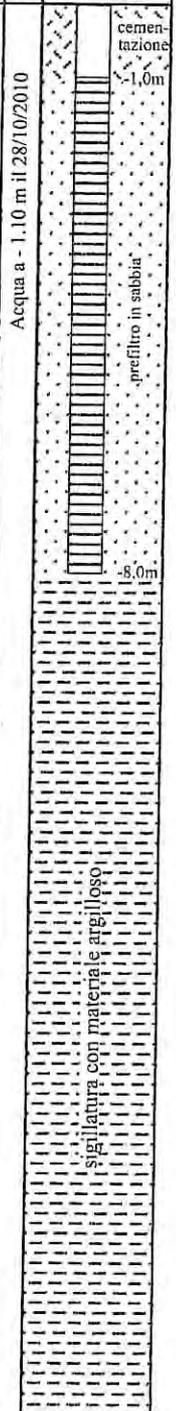
- CANTIERE
- CARROZAGLIO
- PIZZAGLIO
- CARROZAGLIO CS
- CANCELLO CHIUSO
- CANCELLO CHIUSO
- CANCELLO CHIUSO
- CANCELLO CHIUSO



<b>COMMITTENTE: Mulino Padano SpA</b>	<b>S 1</b> pag. 1
<b>CANTIERE: Salara</b>	

Data: Ottobre 2010	Attrezzatura: Comacchio Geo 350	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo
--------------------	---------------------------------	---

profondità (m)	stratigrafia	SPT	DESCRIZIONE	Campioni	Livello acqua	Piezometro a tubo aperto $\sigma 2''$
p.c.		tipo n°/pro- fondità		Indisturbato Rimaneggiato		
		pocket pen. kg/cmq				
		Torvane kg/cmq				
0,60			Terreno vegetale; limo argilloso marrone con r.v.			
1,00			Argilla limosa marrone con r.v.			
1,50m						
2,20m						
3,20			Limo sabbioso grigio con r.v. e frustoli carboniosi			
3,50m						
4,20m						
4,50			Sabbia fine limosa grigia; limo sabbioso a tratti			
5,0						
6,0			Limo argilloso grigio con veli e livelli centimetrici di limo sabbioso e sabbia fine limosa			
6,10						
6,50			Sabbia medio fine deb. limosa grigia			
7,0			PROVA LEFRANCA 6.50 m			
9,00		prof. colpi				
9,45		7				
12,00		prof. colpi				
12,45		5				
13,00		7				
13,45		8				
15,00			Sabbia da fine a medio fine deb. limosa grigia, livelli centimetrici di limo sabbioso a 14.50-15.00 m p.c.			
17,00m						
17,20m						
18,00		prof. colpi				
18,45		8				
		12				
		14				
19,0			Sabbia da medio fine a grossa deb. limosa. Rari el. Di ghiaia $\phi$ max 1.50 cm			
20,0			PROVA LEFRANCA 16.50 m			



COMMITTENTE: Mulino Padano SpA		S 1		pag.2				
CANTIERE: Salara								
Data: Ottobre 2010		Attrezzatura: Comacchio Geo 350		Metodo di perforazione: Carotaggio continuo				
profondità (m)	stratigrafia	SPT		Torvane kg/cmq	DESCRIZIONE	Campioni		Piezometro a tubo aperto ø 2"
		tipo	campioni n° / pro-fondità			Indisturbato	Rimaneggiato	
p.c.								
20,10				1.2	0.38	Idem c.s.		
20,25						Limo argilloso grigio		
20,70						Sabbia medio fine deb. limosa grigia		
21,0						Sabbia fine limosa grigia		
21,20						Sabbia medio fine deb. limosa; a tratti sabbia gradata		
22,0								
		prof.	colpi					
		22,00	22					
		/	34					
		22,45	39					
23,0								
24,0								
		24,00m	2					
		24,20m						
25,0								
26,0								
27,0								
		prof.	colpi					
		27,00	18					
		/	21					
		27,45	27					
28,0								
29,0								
30,0								
		prof.	colpi					
		30,00	13					
		/	17					
		30,45	23					
30,0				1.8	0.65	Limo argilloso grigio		
30,30						Sabbia da fine a medio fine limosa grigia		
31,0								
32,0								
32,40				2.1	0.70	Argilla torbosa e limosa grigia		
32,70				2.0	0.64	Argilla limosa grigia		
33,0				2.2	0.68	Limo deb. sabbioso deb. argilloso grigio		
33,40						Argilla limosa grigia		
34,0				2.2	0.76			
				2.0	0.80			
35,0				2.2	0.78			
		34,50m						
		C						
35,20						Limo sabbioso grigio, a tratti sabbia fine limosa		
36,0								
36,40						Argilla limosa grigia con frustoli carboniosi e macchie torbose		
37,0								
		36,70m						
		3						
37,20						Sabbia fine limosa grigia		
38,0								
		36,90m						
38,30						Limo sabbioso grigio; a tratti limo argilloso		
39,0								
39,40						Limo sabbioso grigio		
40,0								

MATERIALE RACCOLTO IN OTTO CASSE CATALOGATRICI

COMMITTENTE: **Mulino Padano SpA**

**S 2**

pag.1

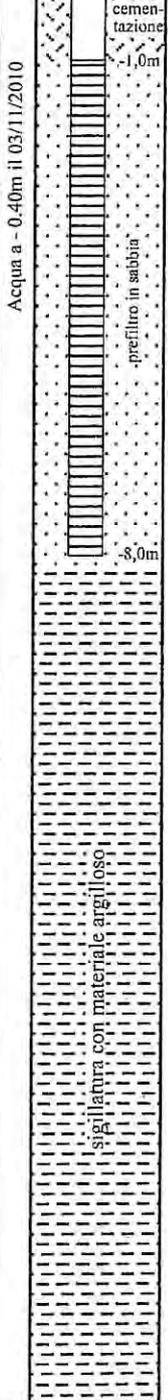
CANTIERE: **Salara**

Data: **Ottobre - Novembre 2010**

Attrezzatura: **Comacchio Geo 350**

Metodo di perforazione: **Carotaggio continuo**

profondità (m) p.c.	stratigrafia	SPT		pocket pen. kg/cmq	Torvane kg/cmq	DESCRIZIONE	Campioni		Livello acqua	Piezometro a tubo aperto ø 2"
		tipo	n°/ pro- fondità				Indisturbato	Rimaneggiato		
0,60						Terreno vegetale; limo argilloso marrone con r.v. Argilla limosa marrone con r.v.				
1,0										
1,60										
2,0						Limo sabbioso grigio con r.v. e frustoli carboniosi				
3,0										
3,20						Sabbia fine limosa grigia				
4,0						Legno				
4,40						Sabbia fine limosa grigia; limo sabbioso a tratti				
5,0										
5,60						Sabbia medio grossa deb. limosa grigia				
6,0						PROVA LEFRANC A 6.00 m				
7,0										
8,0										
9,0										
9,00		prof.	colpi							
9,45		9,00	6							
10,0		9,45	7							
10,0			5							
11,0										
12,0										
12,0		prof.	colpi							
12,45		12,00	12							
12,45		12,45	16							
12,45			18							
13,0						Sabbia da medio fine a grossa deb. limosa				
14,0										
14,0										
14,20		14,00m								
14,20		14,20m								
15,0										
15,50										
16,0										
17,0										
17,0						PROVA LEFRANC A 16.50 m				
18,0										
18,0		prof.	colpi							
18,45		18,00	16							
18,45		18,45	24							
18,45			34							
19,0										
20,0										



COMMITTENTE: **Mulino Padano SpA**

**S 2**

pag.2

CANTIERE: **Salara**

Data: **Ottobre - Novembre 2010**

Attrezzatura: **Comacchio Geo 350**

Metodo di perforazione: **Carotaggio continuo**

profondità (m) p.c.	stratigrafia	SPT		pocket pen. kg/cm <sup>2</sup>	Torvane kg/cm <sup>2</sup>	DESCRIZIONE	Campioni		Piezometro a tubo aperto ø 2"
		tipo	campioni n° / prof. fondità				Indisturbato	Rimaneggiato	
21,0	[Pattern: dots]		21,00m			Idem c.s.			[Pattern: vertical lines]
22,0			21,20m						
23,0	[Pattern: dots]					Sabbia da medio a grossa limosa grigia			[Pattern: vertical lines]
24,0		prof. colpi	24,00 / 24						
25,0			24,45 / 47						
26,0	[Pattern: dots]								
27,0	[Pattern: dots]		27,00	19					[Pattern: vertical lines]
28,0			27,45	31					
29,0	[Pattern: dots]		30,00	17					[Pattern: vertical lines]
30,0			30,45	29					
31,0	[Pattern: dots]					Argilla debolmente limosa organica bruna			[Pattern: vertical lines]
32,0									
33,0	[Pattern: horizontal lines]			>3		Argilla debolmente limosa grigia			[Pattern: vertical lines]
				2.3	0.70				
34,0	[Pattern: horizontal lines]			2.4	0.80	Limo debolmente argilloso grigio			
35,0	[Pattern: vertical lines]		34,50m			Limo argilloso grigio			[Pattern: vertical lines]
			C						
36,0	[Pattern: vertical lines]		35,10m	1.8	0.55				
37,0	[Pattern: vertical lines]			2.1	0.70	Limo sabbioso grigio			
38,0	[Pattern: vertical lines]			1.3	0.40	Limo argilloso grigio			
				1.3	0.47				
				1.8	0.60				
39,0	[Pattern: vertical lines]			2.1	0.78	Argilla debolmente limosa grigia, bruna alla base			
				2.8	0.90				
40,0	[Pattern: vertical lines]		39,00m			Limo sabbioso grigio			[Pattern: vertical lines]
			39,20m	>3					

MATERIALE RACCOLTO IN OTTO CASSE CATALOGATRICI

## PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

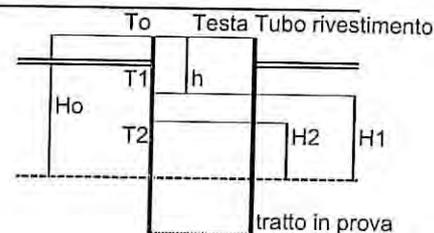
COMMITTENTE: Mulino Padano SpA

CANTIERE: Salara

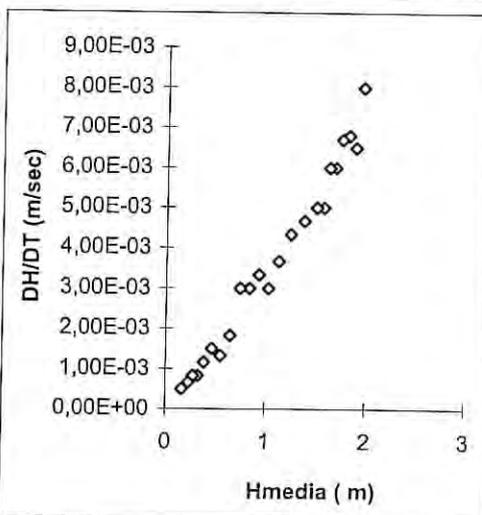
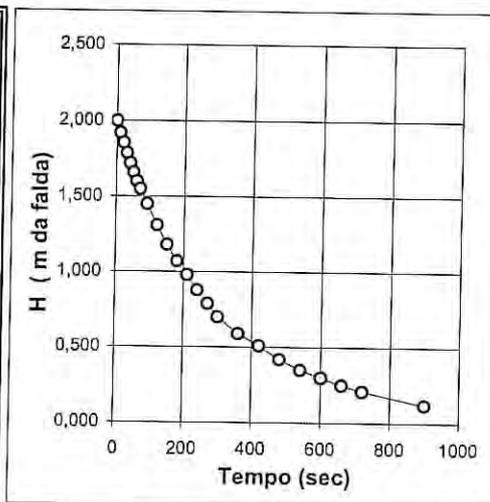
SONDAGGIO n°: 1

PROVA n°: 1

PROFONDITA' FONDO FORO	m da p.c.	-6,50
PROFONDITA' RIVESTIMENTO	m da p.c.	-6,50
ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO	m da p.c.	0,80
LIVELLO DELLA FALDA	m da p.c.	-1,20
LUNGHEZZA TASCA	L m	
DIAMETRO TASCA	D m	0,116
COEFFICIENTE DI FORMA	C	0,319
AREA DI BASE TASCA	A m <sup>2</sup>	0,011



T (sec)	Livello da T.T. (m)	h m da p.c.	H m	Hmed m	DH/DT m/sec	K m/sec
0	0,000	0,800	2,000			
10	-0,080	0,720	1,920	1,960	8,00E-03	1,35E-04
20	-0,145	0,655	1,855	1,888	6,50E-03	1,14E-04
30	-0,213	0,587	1,787	1,821	6,80E-03	1,24E-04
40	-0,280	0,520	1,720	1,754	6,70E-03	1,27E-04
50	-0,340	0,460	1,660	1,690	6,00E-03	1,18E-04
60	-0,400	0,400	1,600	1,630	6,00E-03	1,22E-04
70	-0,450	0,350	1,550	1,575	5,00E-03	1,05E-04
90	-0,550	0,250	1,450	1,500	5,00E-03	1,10E-04
120	-0,690	0,110	1,310	1,380	4,67E-03	1,12E-04
150	-0,820	-0,020	1,180	1,245	4,33E-03	1,15E-04
180	-0,930	-0,130	1,070	1,125	3,67E-03	1,08E-04
210	-1,020	-0,220	0,980	1,025	3,00E-03	9,69E-05
240	-1,120	-0,320	0,880	0,930	3,33E-03	1,19E-04
270	-1,210	-0,410	0,790	0,835	3,00E-03	1,19E-04
300	-1,300	-0,500	0,700	0,745	3,00E-03	1,33E-04
360	-1,410	-0,610	0,590	0,645	1,83E-03	9,41E-05
420	-1,490	-0,690	0,510	0,550	1,33E-03	8,03E-05
480	-1,580	-0,780	0,420	0,465	1,50E-03	1,07E-04
540	-1,650	-0,850	0,350	0,385	1,17E-03	1,00E-04
600	-1,700	-0,900	0,300	0,325	8,33E-04	8,49E-05
660	-1,750	-0,950	0,250	0,275	8,33E-04	1,00E-04
720	-1,790	-0,990	0,210	0,230	6,67E-04	9,60E-05
900	-1,880	-1,080	0,120	0,165	5,00E-04	1,00E-04



LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:

NOTE:  $K = A(DH/DT)/Hm = 1,10E-04$  m/sec valore medio sull'intero intervallo  
 $Hm = (H1+H2)/2$   
 $DH/DT = (H1-H2)/(T2-T1)$

## PROVA DI PERMEABILITA' "LEFRANC" PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

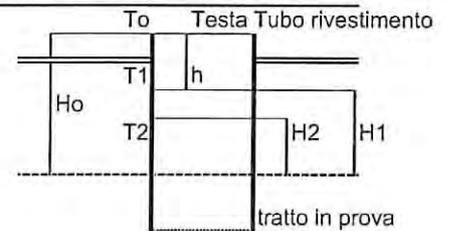
COMMITTENTE: Mulino Padano SpA

CANTIERE: Salara

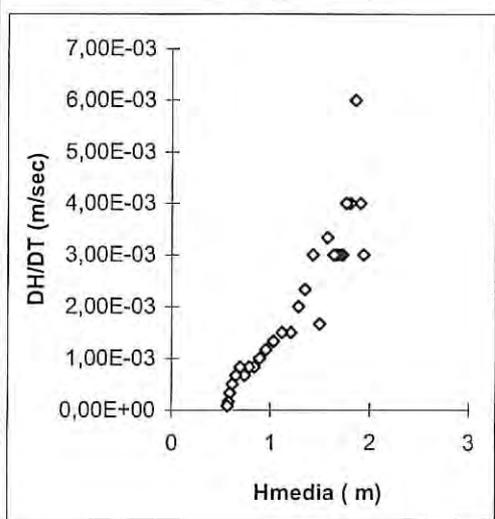
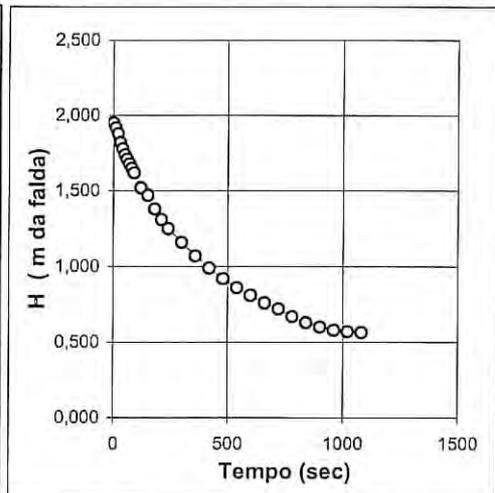
SONDAGGIO n°: 2

PROVA n°: 2

PROFONDITA' FONDO FORO	m da p.c.	-16,70
PROFONDITA' RIVESTIMENTO	m da p.c.	-16,70
ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO	m da p.c.	0,75
LIVELLO DELLA FALDA	m da p.c.	-1,20
LUNGHEZZA TASCA	L m	0
DIAMETRO TASCA	D m	0,116
COEFFICIENTE DI FORMA	C	0,319
AREA DI BASE TASCA	A m <sup>2</sup>	0,011



T (sec)	Livello da T.T. (m)	h m da p.c.	H m	Hmed m	DH/DT m/sec	K m/sec
0	0,000	0,750	1,950			
10	-0,030	0,720	1,920	1,935	3,00E-03	5,13E-05
20	-0,070	0,680	1,880	1,900	4,00E-03	6,97E-05
30	-0,130	0,620	1,820	1,850	6,00E-03	1,07E-04
40	-0,170	0,580	1,780	1,800	4,00E-03	7,36E-05
50	-0,210	0,540	1,740	1,760	4,00E-03	7,53E-05
60	-0,240	0,510	1,710	1,725	3,00E-03	5,76E-05
70	-0,270	0,480	1,680	1,695	3,00E-03	5,86E-05
80	-0,300	0,450	1,650	1,665	3,00E-03	5,97E-05
90	-0,330	0,420	1,620	1,635	3,00E-03	6,08E-05
120	-0,430	0,320	1,520	1,570	3,33E-03	7,03E-05
150	-0,480	0,270	1,470	1,495	1,67E-03	3,69E-05
180	-0,570	0,180	1,380	1,425	3,00E-03	6,97E-05
210	-0,640	0,110	1,310	1,345	2,33E-03	5,74E-05
240	-0,700	0,050	1,250	1,280	2,00E-03	5,17E-05
300	-0,790	-0,040	1,160	1,205	1,50E-03	4,12E-05
380	-0,880	-0,130	1,070	1,115	1,50E-03	4,46E-05
420	-0,960	-0,210	0,990	1,030	1,33E-03	4,29E-05
480	-1,030	-0,280	0,920	0,955	1,17E-03	4,05E-05
540	-1,090	-0,340	0,860	0,890	1,00E-03	3,72E-05
600	-1,140	-0,390	0,810	0,835	8,33E-04	3,30E-05
660	-1,190	-0,440	0,760	0,785	8,33E-04	3,52E-05
720	-1,230	-0,480	0,720	0,740	6,67E-04	2,98E-05
780	-1,280	-0,530	0,670	0,695	8,33E-04	3,97E-05
840	-1,320	-0,570	0,630	0,650	6,67E-04	3,40E-05
900	-1,350	-0,600	0,600	0,615	5,00E-04	2,69E-05
960	-1,370	-0,620	0,580	0,590	3,33E-04	1,87E-05
1020	-1,380	-0,630	0,570	0,575	1,67E-04	9,60E-06
1080	-1,385	-0,635	0,565	0,568	8,33E-05	4,86E-06



LITOLOGIA TRATTO IN PROVA:

$$K = \frac{A(DH/DT)}{H_m} =$$

$$H_m = \frac{(H_1 + H_2)}{2}$$

4,78E-05

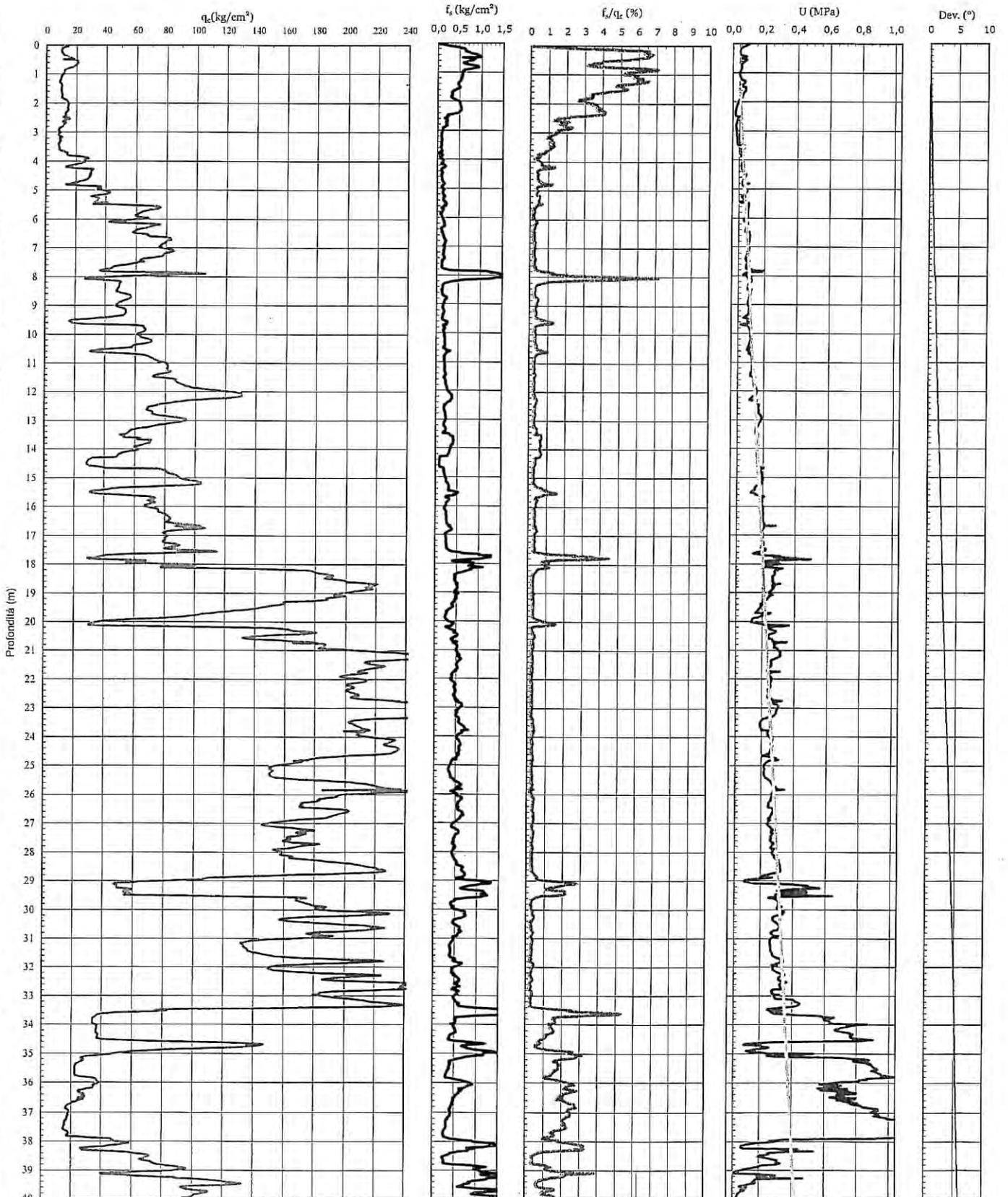
m/sec

valore medio sull'intero intervallo

$$DH/DT = \frac{(H_1 - H_2)}{(T_2 - T_1)}$$

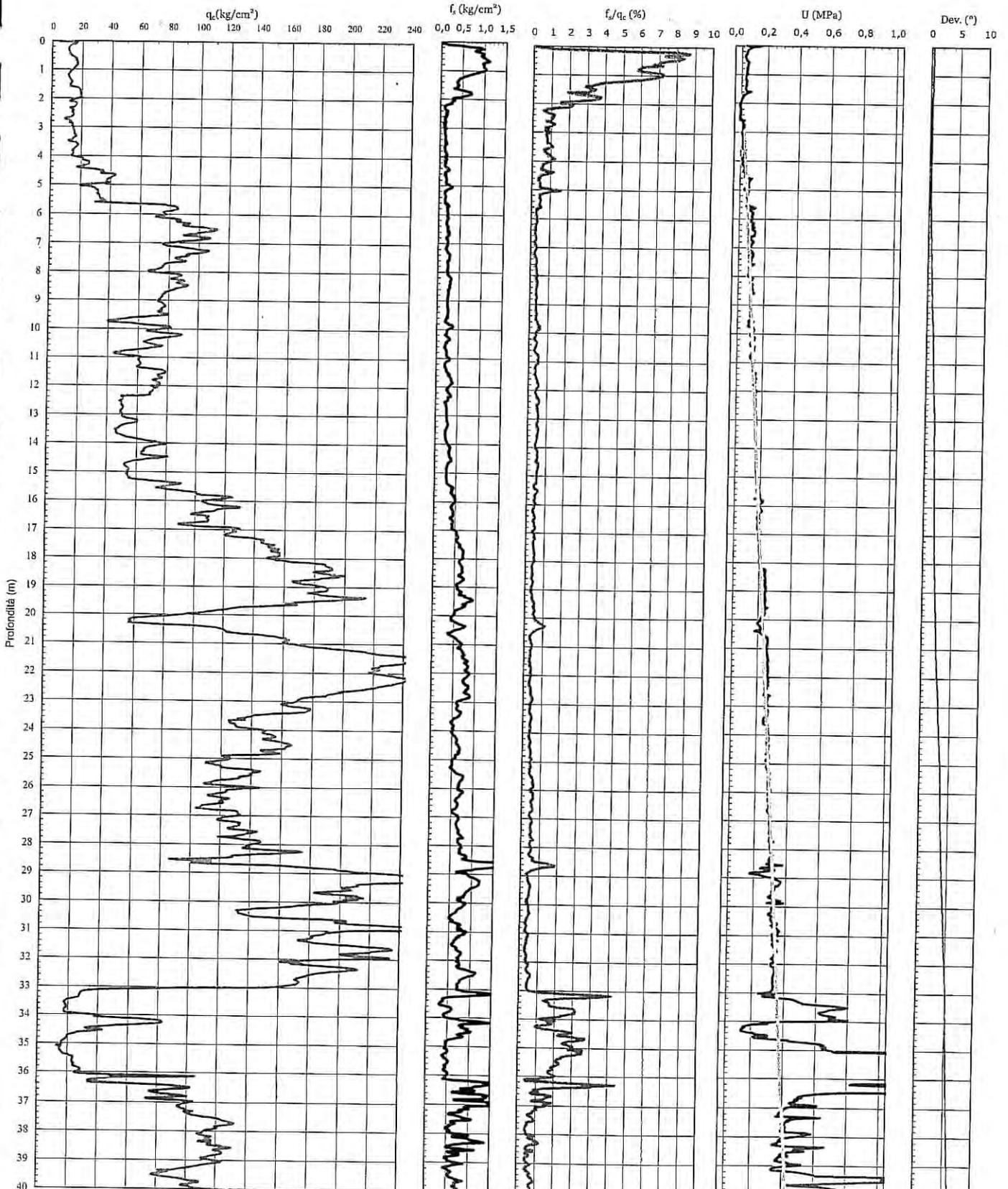
COMMITENTE: **Mulino Padano S.p.A.**  
CANTIERE: **Salara**

CPTU 1      DATA 30.9.2010



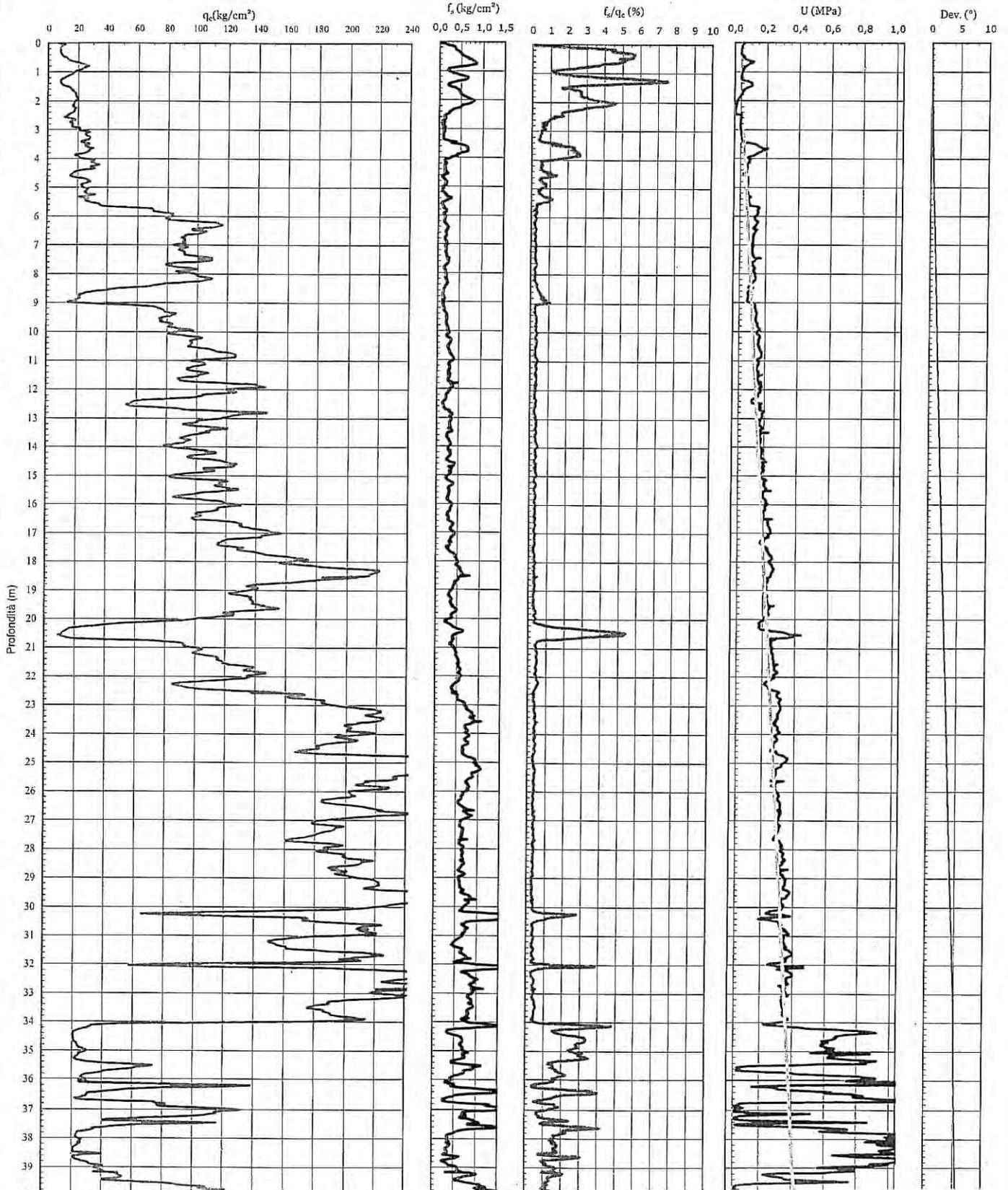
COMMITTENTE: **Mulino Padano S.p.A.**  
CANTIERE: **Salara**

CPTU 2      DATA 30.9.2010



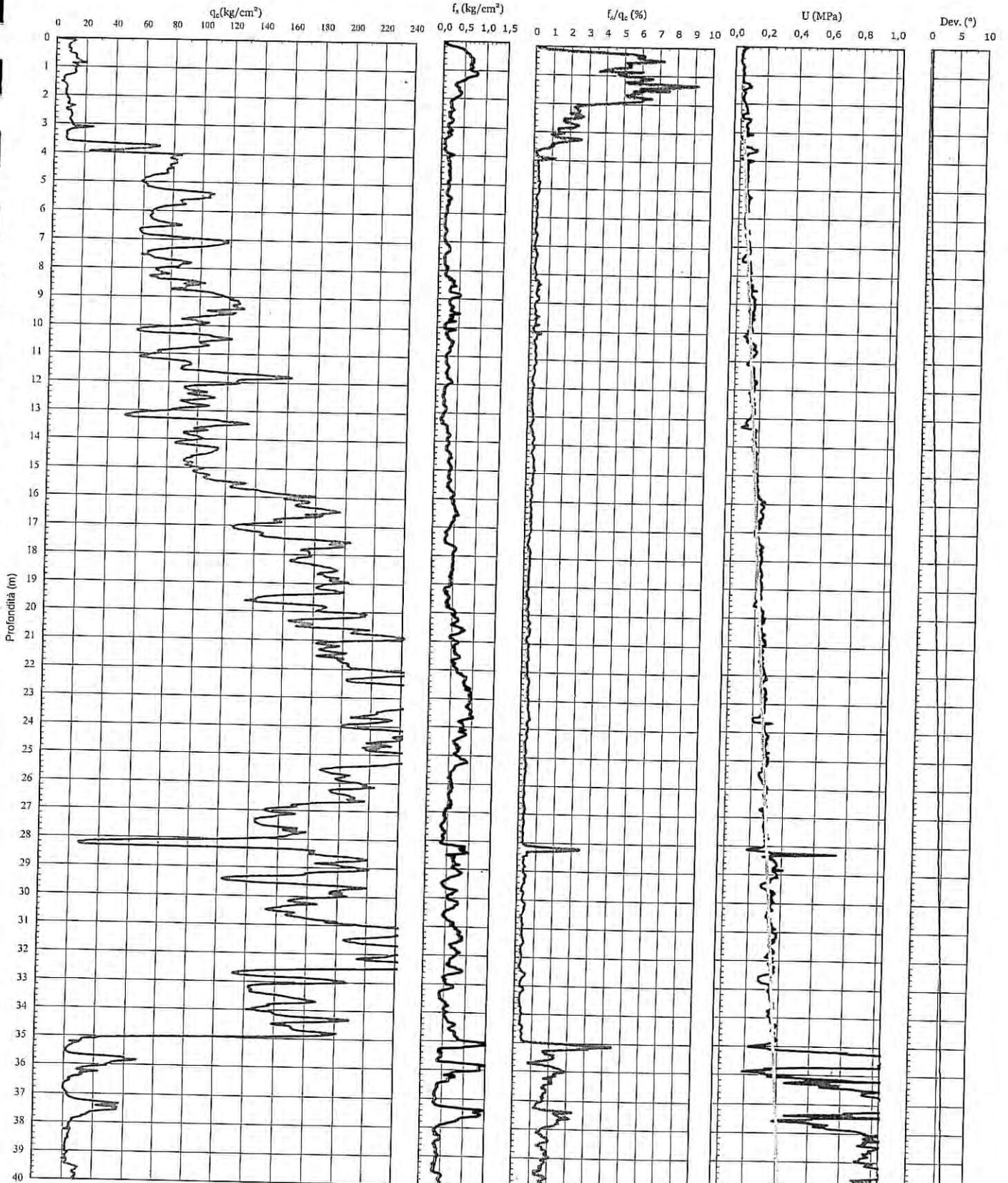
COMMITTENTE: Mulino Padano S.p.A.  
CANTIERE: Salara

CPTU3      DATA 30.9.2010



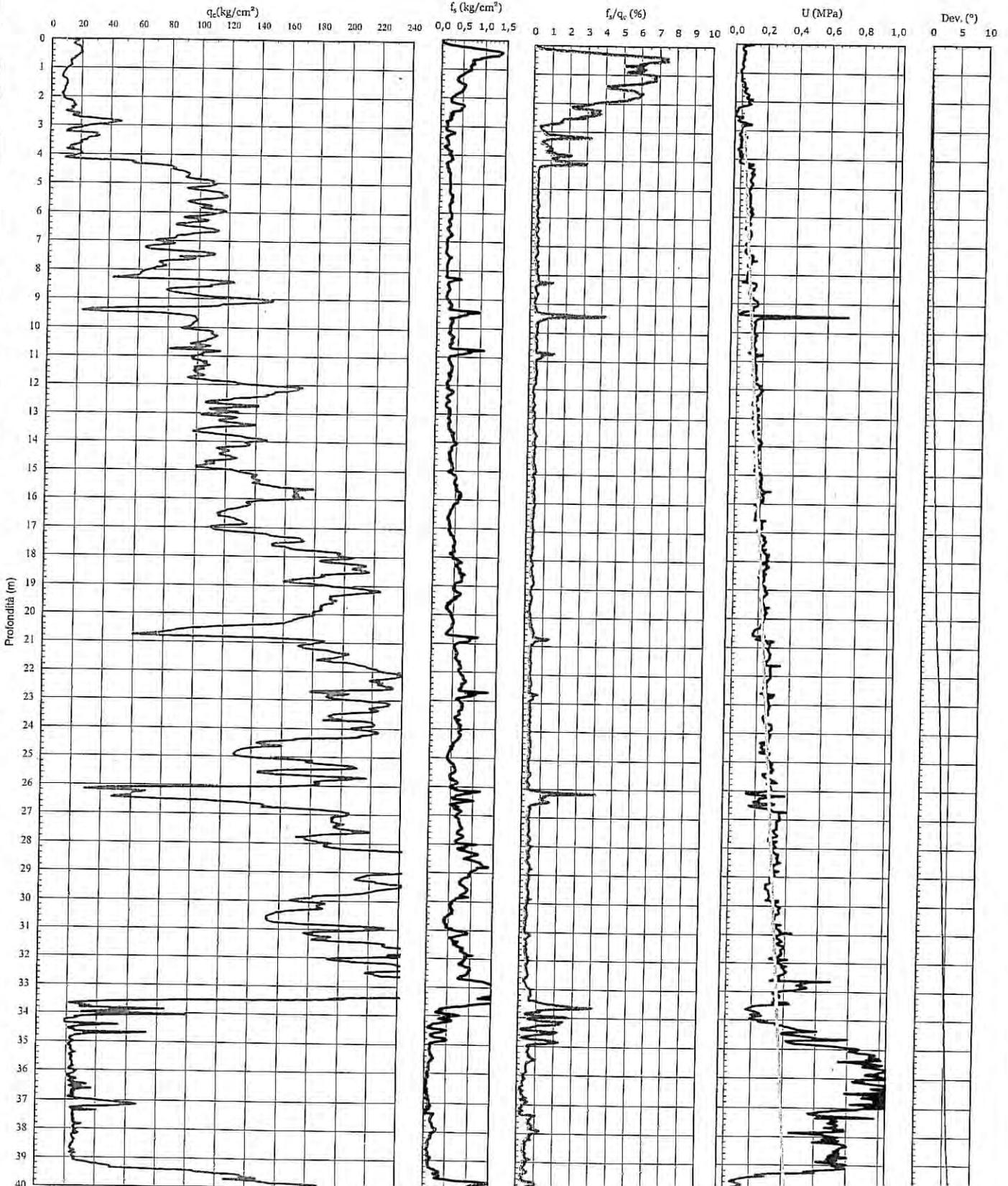
COMMITTENTE: **Mulino Padano S.p.A.**  
CANTIERE: **Salara**

CPTU 4      DATA 30.9.2010



COMMITTENTE: **Mulino Padano S.p.A.**  
CANTIERE: **Salara**

CPTU 5      DATA 30.9.2010

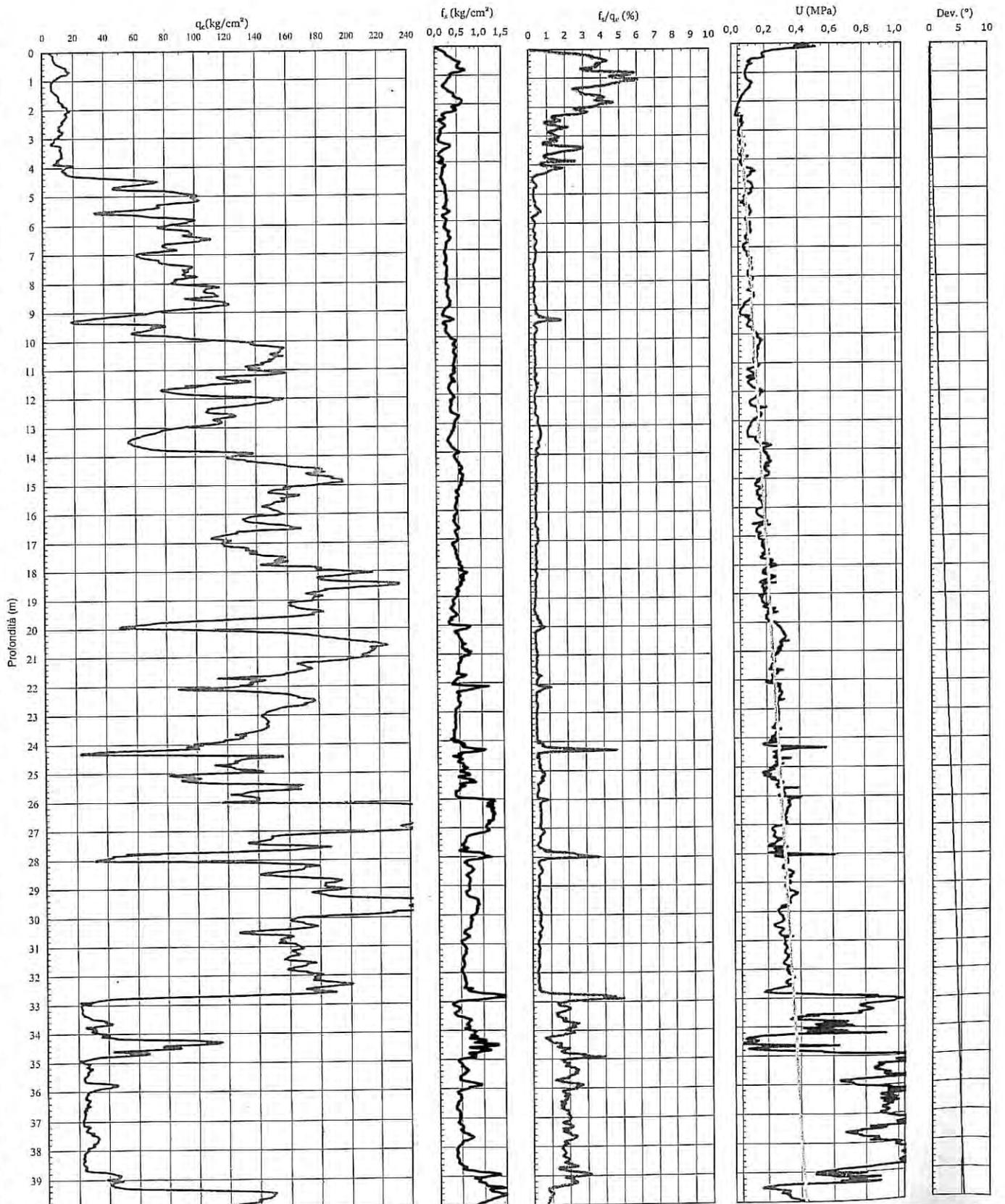


COMMITTENTE: Mulino Padano S.p.A.

CANTIERE: Salaria

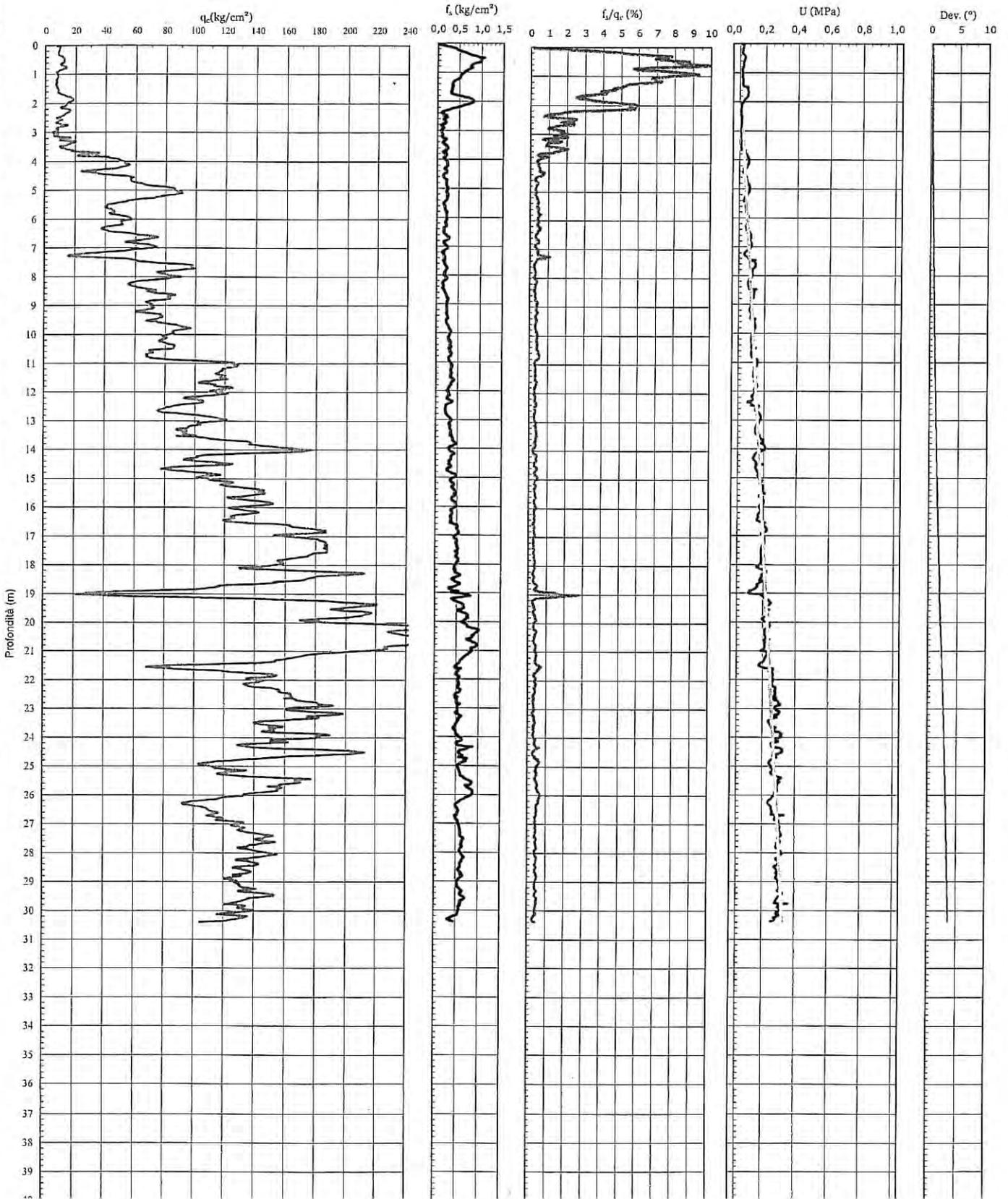
CPTU 6

DATA 30.9.2010



COMMITTENTE: **Mulino Padano S.p.A.**  
CANTIERE: **Salara**

CPTU 7      DATA 21.10.2010

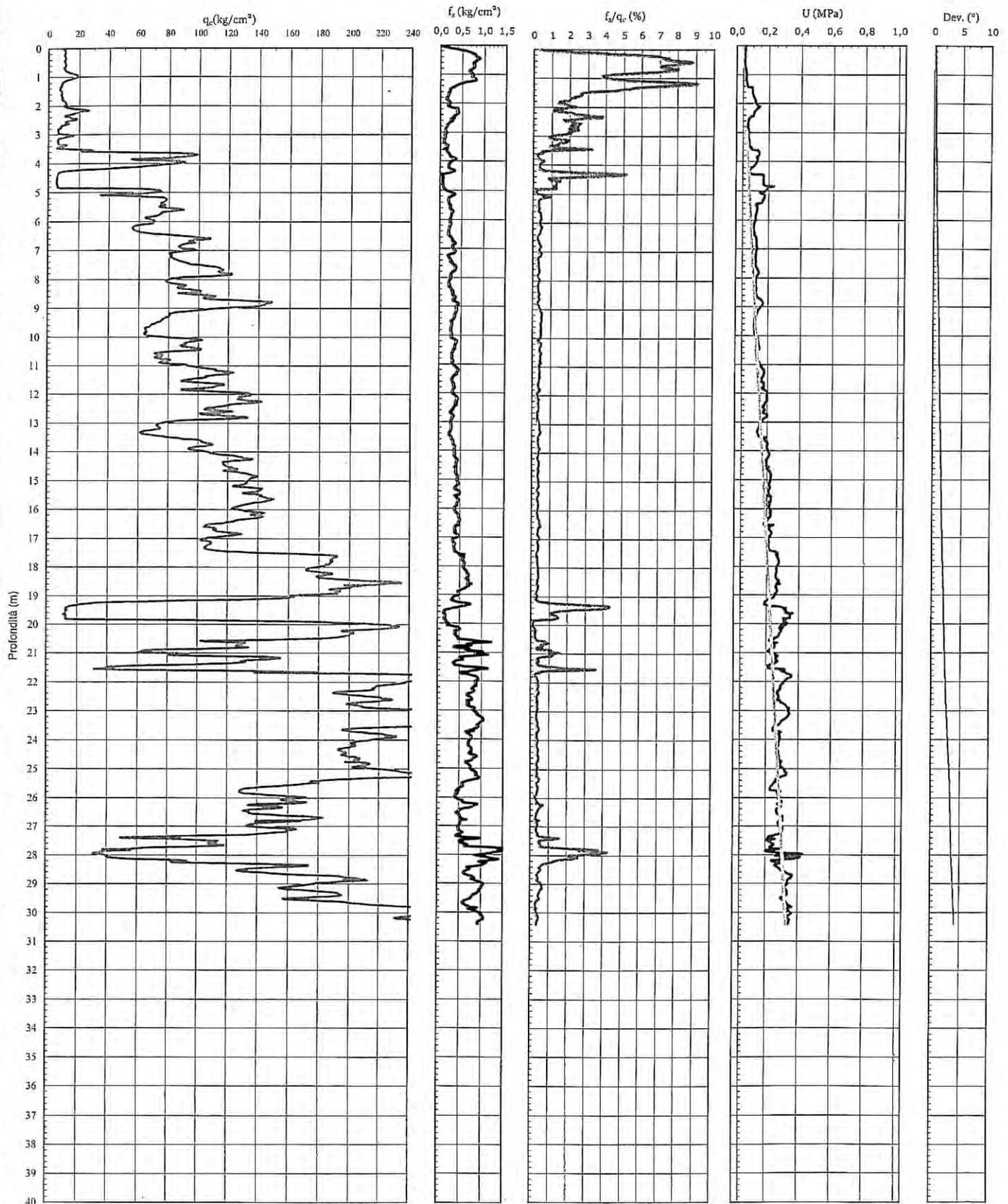


COMMITTENTE: Mulino Padano S.p.A.

CANTIERE: Salara

CPTU 8

DATA 21.10.2010



# RCR

s.n.c. di Cibrin Giorgio & c.

Sede legale : via De Ronconi, 4 45011 Adria (RO)

Tel. fax 0426.22248 - cell. 348 6543804

e-mail: giorgiocibrin@libero.it - rcradria@alice.it - skype: giorgio.cibrin

*Indagini Geognostiche e prove in sito  
Micropali, consolidamenti e ricerche d'acqua  
Laboratorio geotecnico e monitoraggi strutturali*

**Committente: Mulino Padano S.p.A.**

**Cantiere: Salara**

## CLASSIFICAZIONE CAMPIONI

Sondaggio	Campione	Profondità -m da p.c.	Descrizione visiva	W		$\gamma$		WL		Wp		Ip		Cr	
				%	gr/cm <sup>3</sup>	%	gr/cm <sup>3</sup>	%	%	%	%	%	%		
1	A	1,50-2,10	limo debolmente argilloso grigio	30,22	1,981	48,5	31,5	17	1,08						
1	B	3,50-4,10	sabbia fine limosa grigia	38,51	1,881		non coesivo								
1	C	34,50-35,10	argilla limosa grigia	36,11	1,856	41	30,2	10,8	0,45						
2	A	1,30-1,90	Argilla limosa nocciola	28,44	1,913	54	32,30	21,7	1,18						
2	B	3,00-3,60	limo sabbioso grigio	39,84	1,786		non coesivo								
2	C	34,50-35,10	limo debolmente argilloso grigio	31,48	1,828	32	22,50	9,5	0,05						

W % = contenuto naturale in acqua  
 $\gamma$  = peso di volume naturale  
WL = Limite di Liquidità  
Wp = Limite di Plasticità  
Ip = Indice di Plasticità  
Cr = consistenza relativa

# RCCR

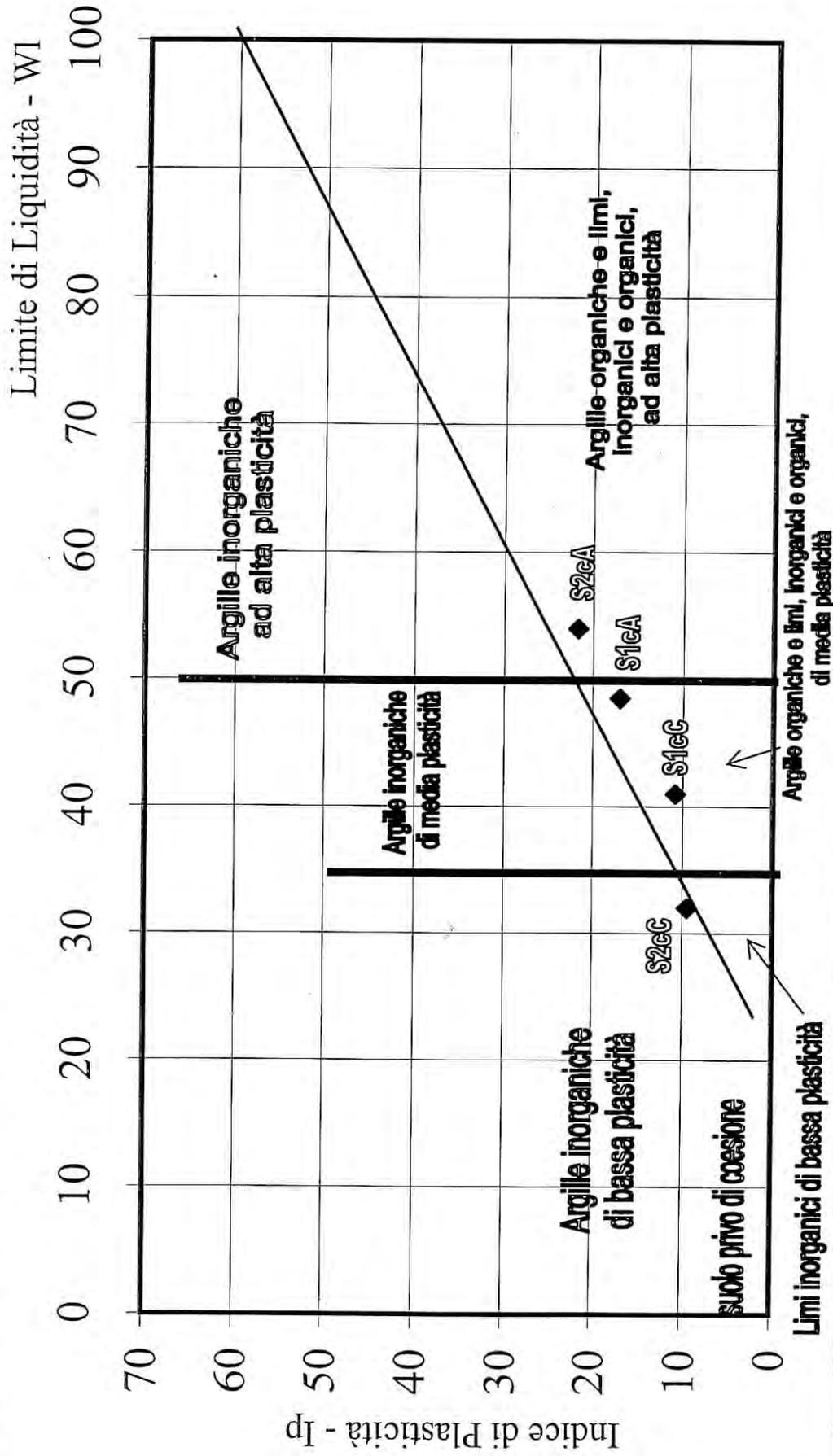
s.n.c. di Cibirn Giorgio & c.

Sede legale : via De Ronconi, 4 45011 Adria (RO)  
Tel. fax 0426.22248 - cell. 348 6543804

e-mail: giorgiocibirn@libero.it - rcradria@alice.it - skype: giorgio.cibirn

## Carta di Plasticità di Casagrande

### Salara



ALL. n. 5

COMUNE DI SALARA

PROVINCIA DI ROVIGO

Committente :

OGGETTO : indagini geognostiche sui terreni di fondazione dove è prevista la nuova costruzione di un capannone da adibirsi a magazzino granaglie



- RELAZIONE GEOTECNICA -

COMUNE DI SALARA  
UFFICIO TECNICO

Legge 5/11/1971 n. 1085 - L.R. 13/4/2001 N. 11  
il deposito del presente atto è avvenuto

in data 6 MAG. 2005

Posiz. N. 2/05 allegati n. 1

IL RESPONSABILE  
UFFICIO TECNICO COMUNALE  
(Arrivabetti geom. Mauro)



il Tecnico

*Davide Tironi*



**studio tecnico geologico**

DR. GEOL. DAVIDE TIRONI  
VIA PISACANE, 1/B  
45035 CASTELMASSA (RO)  
☎ : 0425/81342



CONFORTI  
ALL'ORIGINALE

## 1. PREMESSA

A seguito dell'incarico avuto dall'ing. Canola Filiberto, Tecnico incaricato per conto della Ditta GESTIONE NEGRI S.N.C. con sede a Salara (RO) in via Mainarda n. 207, il sottoscritto dr. geol. Davide Tironi, iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi del Veneto al n. 418, ha provveduto alla programmazione ed all'esecuzione di una campagna di indagini geognostiche volte a valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione sui quali è prevista la nuova costruzione di un capannone da adibirsi a magazzino granaglie.

Il progetto, redatto dall'ing. Canola, prevede la realizzazione di un fabbricato con struttura e tamponamenti prefabbricati in c.a. e dimensioni in pianta pari a m 26x33 ca.; è previsto un unico piano fuori terra con un'altezza complessiva sotto trave pari a 6.8 m.

Per l'acquisizione dei dati di campagna necessari alla caratterizzazione geotecnica dei terreni investigati, sono state eseguite due prove penetrometriche di tipo statico, denominate CPT 1-2, spinte fino ad una profondità di 14.0 m dalla attuale superficie di campagna; nei fori prodotti dalle penetrometrie è stato successivamente misurato il livello piezometrico della prima falda.

I terreni saggiati dalle indagini geognostiche sono individuati al catasto del Comune di Salara al Foglio n. 14 mappale n. 419/a; il lotto in questione è ubicato a sud del centro urbano del paese, in prossimità del cimitero comunale (vedi all. n. 1 - ESTRATTO DA TAVOLETTA I.G.M. - scala 1 : 25.000).

Nel presente scritto sono esposte le elaborazioni delle indagini geognostiche eseguite, con particolare riferimento alle metodologie utilizzate per la valutazione delle caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni indagati; vengono inoltre calcolati i valori orientativi della capacità portante e dei cedimenti max attesi in relazione ad alcune ipotesi di tipologie di fondazione.

La presente relazione risponde a quanto prescritto nel D.M. LL.PP. 11/03/88 : *"Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*.



## 2.2 Valutazioni litologiche e stratigrafiche

Le valutazioni litologiche dedotte dall'elaborazione dei dati penetrometrici (vedi allegati) evidenziano una marcata eterogeneità dei terreni presenti, variabili dalla argille, talora ad elevato contenuto organico, ai limi argillosi o sabbiosi fino alle sabbie medie presenti a profondità superiori a ca. 13 m da p.c.; risultano comunque quantitativamente preponderanti le litologie appartenenti alle classi fini e medio-fini, quali le argille limose ed i limi argillosi.

Caratteristica comune di tutti gli orizzonti stratigrafici attraversati dalla punta conica è il basso grado di consistenza dei terreni, indipendentemente dalla natura litologica degli stessi; in effetti i grafici allegati evidenziano una sostanziale uniformità dei valori di resistenza  $R_p$  al variare della profondità.

Il raffronto fra i valori di resistenza all'infissione  $R_p$  registrati alla medesima profondità nelle due penetrometrie (vedi grafici allegati) evidenzia peraltro una decisa corrispondenza, a testimonianza della omogeneità litologica areale dell'area di intervento.

## 2.3 Falda superficiale

Nell'area Altopolesana la falda freatica risiede in depositi affioranti o sub-affioranti a permeabilità variabile, costituiti prevalentemente da sabbie fini limose o limi sabbiosi, con intercalazioni di lenti o livelli di limi più o meno argillosi; laddove queste intercalazioni di sedimenti a scarsa permeabilità diventano preponderanti sui termini permeabili, la prima falda assume localmente carattere semi-confinato o confinato.

La superficie freatica è generalmente poco profonda ed in parecchie zone ha profondità da inferiore a 3.0 m da p.c. fino a subaffiorante (in alcune aree site in prossimità del rilevato arginale del Fiume Po); la morfologia della stessa ha andamento ondulato per la presenza di zone di alimentazione o drenaggio localizzate, strettamente legate sia alla litologia dei terreni affioranti sia allo sviluppo del reticolo idrografico antropico, per cui il territorio risulta suddiviso in più *bacini freatici* delimitati da ben definiti spartiacque sotterranei.

La quota del pelo libero di falda è stata misurata, nei fori prodotti dalle penetrometrie, ad una profondità di ca. 2.0 m da p.c. (data rilievo: 17/06/97).

A tal proposito si sottolinea che misurazioni del livello della prima falda sono state effettuate durante un periodo di persistente scarsità di precipitazioni meteoriche: nel corso dell'anno idrologico l'escursione del livello freatico può essere rilevante, per cui le indicazioni sulla profondità di falda riportate hanno valenza limitata ad uno stretto periodo temporale.



# PROVA PENETROMETRICA STATICA CAPACITA' PORTANTE / CEDIMENTI FONDAZIONI

CPT 1

2.010496-17

- committente : Gestione Negri s.n.c.  
- lavoro : Costruzione capannone  
- località : Salara (RO)  
- note :

- data : 17/06/1997  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio

## - FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 14,00 m

- Fondazione tipo: **PLINTO a base QUADRATA**  
- Larghezza Fondazione : **B = 3,50 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,40 m** (da quota inizio)  
- Lunghezza Fondazione : **L = 3,50 m** - Profondità banco compr. : **Hc = 14,00 m** (da quota inizio)  
Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**  
- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidezza struttura  
- 1° minimo assoluto : **q.amm = 0,75 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,40 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **5,16 cm**  
- 2° minimo : **q.amm = 0,84 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,80 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **5,78 cm**  
- 3° minimo : **q.amm = 0,86 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 2,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **5,89 cm**  
**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 0,75 kg/cm<sup>2</sup>** - cedim. corrisp. a q.amm : **5,16 cm**

## - FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 14,00 m

- Fondazione tipo: **PLINTO a base QUADRATA**  
- Larghezza Fondazione : **B = 4,00 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,40 m** (da quota inizio)  
- Lunghezza Fondazione : **L = 4,00 m** - Profondità banco compr. : **Hc = 14,00 m** (da quota inizio)  
Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**  
- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidezza struttura  
- 1° minimo assoluto : **q.amm = 0,75 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,40 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **5,74 cm**  
- 2° minimo : **q.amm = 0,84 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,80 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **6,42 cm**  
- 3° minimo : **q.amm = 0,85 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 2,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **6,50 cm**  
**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 0,75 kg/cm<sup>2</sup>** - cedim. corrisp. a q.amm : **5,74 cm**

## - FONDAZIONI SUPERFICIALI ISOLATE - Profondità massima prova : Hmax = 14,00 m

- Fondazione tipo: **PLINTO a base QUADRATA**  
- Larghezza Fondazione : **B = 4,50 m** - Piano posa Fondazione : **H = 1,40 m** (da quota inizio)  
- Lunghezza Fondazione : **L = 4,50 m** - Profondità banco compr. : **Hc = 14,00 m** (da quota inizio)  
Valutazioni su: **PRESSIONE AMMISSIBILE ALLO SCHIACCIAMENTO** **CEDIMENTI DEL SOTTOSUOLO**  
- Coefficiente di sicurezza : **F = 3,0** - Coefficiente riduzione : **n = 0,85** rigidezza struttura  
- 1° minimo assoluto : **q.amm = 0,75 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,40 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **6,30 cm**  
- 2° minimo : **q.amm = 0,84 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 1,80 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **7,03 cm**  
- 3° minimo : **q.amm = 0,84 kg/cm<sup>2</sup>** (strato prof: 2,00 m) - cedim. corrisp. a q.amm : **7,10 cm**  
**PRESSIONE AMMISSIBILE (incremento netto) q.amm = 0,75 kg/cm<sup>2</sup>** - cedim. corrisp. a q.amm : **6,30 cm**

### CORRELAZIONI ADOTTATE:

Modulo edometrico  $M_o = \alpha R_p$  : Natura TORBOSA (1)  $\alpha = 1,50$  \* Natura COESIVA (2)  $\alpha = 5,00 - 4,00 - 3,30 - 3,00$   
: Natura GRANULARE (3)  $\alpha = 3,00$   
 $R.amm = R_p / K =$  resistenza ammissibile schiacciamento [  $K = 12,00 (R_p \leq 10 \text{ kg/cm}^2) - K = 18,00 (R_p \geq 30 \text{ kg/cm}^2)$  ]



## 4. CONCLUSIONI

LITO-STRATIGRAFIA : le prove penetrometriche eseguite sui terreni aziendali della Ditta GESTIONE NEGRI S.N.C. con sede in Salara (RO), hanno evidenziato la presenza di terreni con caratteristiche di consistenza relativamente omogenee nell'ambito della profondità investigata..

Le valutazioni di carattere lito-stratigrafico deducibili dalla elaborazione delle letture strumentali indicano peraltro la presenza di una rilevante eterogeneità litologica, dovuta all'alternanza di terreni variabili dalle argille (talora ad elevato contenuto organico) ai limi sabbiosi e/o argillosi, fino alle sabbie presenti alla profondità di ca. 13 m da p.c..

Le caratteristiche di consistenza ed addensamento dei suddetti terreni sono classificabili come:

- MEDIO-BASSE per i livelli di argille e limi a comportamento coesivo presenti fino alla profondità di ca. 13 m dalla superficie di campagna;
- BUONE per il livello di sabbie presente da 13 m da p.c. fino a fondo foro.

CAPACITÀ PORTANTE E CEDIMENTI : l'elaborazione dei dati di campagna ottenuti dalle penetrometrie ha permesso la valutazione orientativa della capacità portante e dei cedimenti max attesi dei terreni di fondazione; il calcolo di tali parametri è stato eseguito nell'ipotesi di fondazioni dirette a plinto isolato o a trave continua con piano di imposta a - 1.4 m da p.c.

In tali condizioni il carico unitario max ammissibile dai terreni di fondazione è pari a:

$$q_d = 0.75 \text{ kg/cmq (75 kPa)}$$

ed i cedimenti max previsti sono quelli indicati nei grafici allegati in precedenza.

In base ai valori di cedimento indicati nei grafici (variabili da un minimo pari a  $S_{min} = 0.7 \text{ cm}$  ad un massimo pari a  $S_{max} = 7.5 \text{ cm}$  in funzione del carico unitario e delle dimensioni della fondazione considerati), si potrà scegliere un opportuno valore del carico di esercizio  $q_{amm}$  trasmesso al suolo dalle opere di fondazione, tale da indurre nel sottosuolo cedimenti compatibili con la stabilità strutturale del fabbricato in progetto.

FALDA SUPERFICIALE : il livello statico della prima falda si è stabilizzato, nei nei fori prodotti dalle penetrometrie, ad una profondità di ca. 2.0 m p.c.; si sottolinea la limitata validità temporale della misurazione effettuata, in quanto l'escursione freatica può raggiungere, nel corso dell'anno idrologico valori prossimi al metro.



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-17

- committente : Gestione Negri s.n.c.  
 - lavoro : Costruzione capannone  
 - località : Salara (RO)  
 - note :

- data : 17/06/1997  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL	Prof. m	Letture di campagna		Rp	RL	Rp/RL
	punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>				punta	laterale	kg/cm <sup>2</sup>		
0,20	---	---	---	---	---	7,20	6,5	11,5	13,0	0,93	14,0
0,40	---	---	---	0,93	---	7,40	11,0	18,0	22,0	0,47	47,0
0,60	16,0	23,0	32,0	0,93	34,0	7,60	14,5	18,0	29,0	0,47	62,0
0,80	10,0	17,0	20,0	0,87	23,0	7,80	8,5	12,0	17,0	0,27	64,0
1,00	8,0	14,5	16,0	0,47	34,0	8,00	30,0	32,0	60,0	1,13	53,0
1,20	8,5	12,0	17,0	0,47	36,0	8,20	6,5	15,0	13,0	0,40	32,0
1,40	4,5	8,0	9,0	0,47	19,0	8,40	6,0	9,0	12,0	0,47	26,0
1,60	7,0	10,5	14,0	0,40	35,0	8,60	3,5	7,0	7,0	0,40	17,0
1,80	5,0	8,0	10,0	0,40	25,0	8,80	4,0	7,0	8,0	0,53	15,0
2,00	5,0	8,0	10,0	0,27	37,0	9,00	6,0	10,0	12,0	0,67	18,0
2,20	5,0	7,0	10,0	0,27	37,0	9,20	6,0	11,0	12,0	0,73	16,0
2,40	5,5	7,5	11,0	0,47	24,0	9,40	5,5	11,0	11,0	0,80	14,0
2,60	7,5	11,0	15,0	0,73	20,0	9,60	7,0	13,0	14,0	0,60	23,0
2,80	8,0	13,5	16,0	0,60	27,0	9,80	4,5	9,0	9,0	0,53	17,0
3,00	10,5	15,0	21,0	0,87	24,0	10,00	4,5	8,5	9,0	0,47	19,0
3,20	9,5	16,0	19,0	0,73	26,0	10,20	4,0	7,5	8,0	0,40	20,0
3,40	9,5	15,0	19,0	1,00	19,0	10,40	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0
3,60	11,0	18,5	22,0	0,93	24,0	10,60	4,0	7,0	8,0	0,40	20,0
3,80	10,0	17,0	20,0	0,60	33,0	10,80	3,5	6,5	7,0	0,33	21,0
4,00	9,5	14,0	19,0	0,60	32,0	11,00	3,5	6,0	7,0	0,53	13,0
4,20	6,5	11,0	13,0	0,60	22,0	11,20	7,0	11,0	14,0	0,27	52,0
4,40	5,5	10,0	11,0	0,87	13,0	11,40	10,0	12,0	20,0	0,73	27,0
4,60	8,0	14,5	16,0	1,00	16,0	11,60	5,0	10,5	10,0	0,53	19,0
4,80	9,5	17,0	19,0	0,73	26,0	11,80	4,5	8,5	9,0	0,47	19,0
5,00	10,0	15,5	20,0	0,53	37,0	12,00	5,0	8,5	10,0	0,47	21,0
5,20	6,5	10,5	13,0	0,60	22,0	12,20	5,0	8,5	10,0	0,33	30,0
5,40	5,5	10,0	11,0	0,73	15,0	12,40	4,5	7,0	9,0	0,40	22,0
5,60	5,5	11,0	11,0	0,53	21,0	12,60	3,0	6,0	6,0	0,33	18,0
5,80	5,0	9,0	10,0	0,53	19,0	12,80	6,5	9,0	13,0	0,60	22,0
6,00	5,0	9,0	10,0	0,53	19,0	13,00	7,5	12,0	15,0	2,67	6,0
6,20	5,0	9,0	10,0	0,53	19,0	13,20	30,0	50,0	60,0	2,00	30,0
6,40	8,0	12,0	16,0	0,40	40,0	13,40	35,0	50,0	70,0	2,00	35,0
6,60	7,0	10,0	14,0	0,47	30,0	13,60	40,0	55,0	80,0	1,33	60,0
6,80	5,5	9,0	11,0	0,33	33,0	13,80	35,0	45,0	70,0	2,00	35,0
7,00	5,5	8,0	11,0	0,67	16,0	14,00	45,0	60,0	90,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 13 l - (con anello allargatore) -  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)



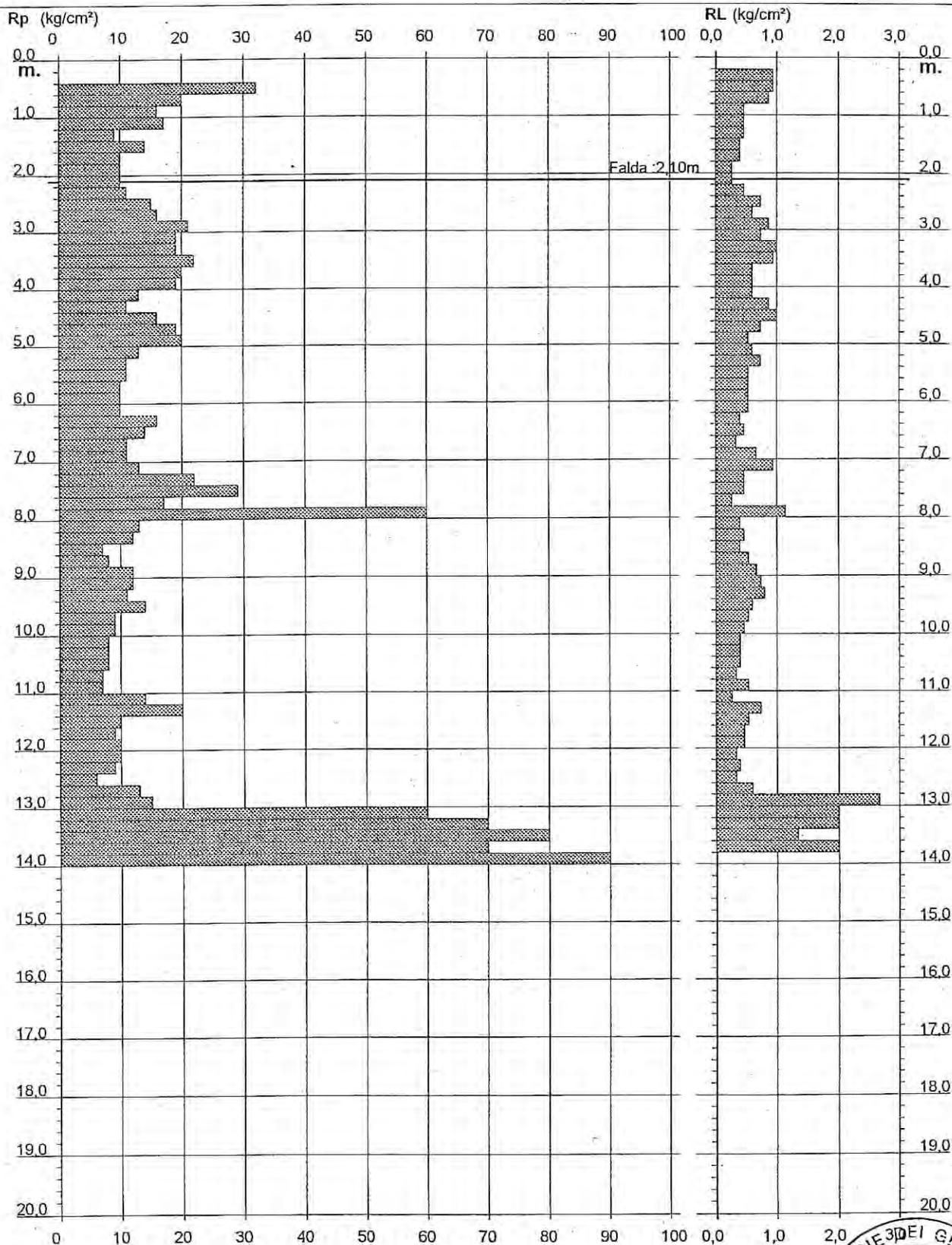
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-17

- committente : Gestione Negri s.n.c.  
- lavoro : Costruzione capannone  
- località : Salara (RO)

- data : 17/06/1997  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
- scala vert. : 1 : 100



# PROVA PENETROMETRICA STATICA

## LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496-17

- committente : Gestione Negri s.n.c.  
 - lavoro : Costruzione capannone  
 - località : Salara (RO)  
 - note :

- data : 17/06/1997  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,00 m da quota inizio  
 - pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		Rp kg/cm <sup>2</sup>	RL	Rp/RL	Prof. m	Letture di campagna		Rp kg/cm <sup>2</sup>	RL	Rp/RL
	punta	laterale					punta	laterale			
0,20	---	---	---	---	---	7,20	4,5	7,5	9,0	0,33	27,0
0,40	---	---	---	0,87	---	7,40	3,5	6,0	7,0	0,40	17,0
0,60	18,5	25,0	37,0	1,13	33,0	7,60	5,0	8,0	10,0	0,67	15,0
0,80	6,5	15,0	13,0	0,53	24,0	7,80	9,0	14,0	18,0	0,47	39,0
1,00	6,5	10,5	13,0	0,40	32,0	8,00	4,0	7,5	8,0	0,40	20,0
1,20	7,0	10,0	14,0	0,27	52,0	8,20	3,5	6,5	7,0	0,20	35,0
1,40	4,5	6,5	9,0	0,27	34,0	8,40	3,5	5,0	7,0	0,33	21,0
1,60	8,5	10,5	17,0	0,40	42,0	8,60	4,0	6,5	8,0	0,33	24,0
1,80	5,0	8,0	10,0	0,40	25,0	8,80	5,0	7,5	10,0	0,53	19,0
2,00	6,0	9,0	12,0	0,27	45,0	9,00	6,5	10,5	13,0	0,60	22,0
2,20	5,0	7,0	10,0	0,33	30,0	9,20	4,5	9,0	9,0	0,60	15,0
2,40	5,0	7,5	10,0	0,40	25,0	9,40	6,5	11,0	13,0	0,67	19,0
2,60	7,0	10,0	14,0	0,67	21,0	9,60	5,5	10,5	11,0	0,53	21,0
2,80	5,5	10,5	11,0	0,33	33,0	9,80	4,0	8,0	8,0	0,53	15,0
3,00	8,0	10,5	16,0	0,60	27,0	10,00	4,0	8,0	8,0	0,40	20,0
3,20	8,5	13,0	17,0	0,67	25,0	10,20	4,0	7,0	8,0	0,33	24,0
3,40	8,0	13,0	16,0	0,93	17,0	10,40	4,0	6,5	8,0	0,40	20,0
3,60	8,0	15,0	16,0	0,87	18,0	10,60	3,5	6,5	7,0	0,47	15,0
3,80	8,0	14,5	16,0	0,73	22,0	10,80	4,5	8,0	9,0	0,67	13,0
4,00	7,0	12,5	14,0	0,53	26,0	11,00	9,0	14,0	18,0	0,53	34,0
4,20	8,0	12,0	16,0	0,47	34,0	11,20	4,5	8,5	9,0	0,33	27,0
4,40	7,5	11,0	15,0	1,00	15,0	11,40	5,0	7,5	10,0	0,53	19,0
4,60	6,0	13,5	12,0	0,67	18,0	11,60	5,0	9,0	10,0	0,53	19,0
4,80	6,5	11,5	13,0	0,80	16,0	11,80	5,0	9,0	10,0	0,47	21,0
5,00	6,0	12,0	12,0	0,67	18,0	12,00	5,0	8,5	10,0	0,27	37,0
5,20	5,5	10,5	11,0	0,60	18,0	12,20	4,0	6,0	8,0	0,27	30,0
5,40	4,5	9,0	9,0	0,60	15,0	12,40	3,0	5,0	6,0	0,40	15,0
5,60	5,0	9,5	10,0	0,60	17,0	12,60	7,0	10,0	14,0	0,13	105,0
5,80	5,0	9,5	10,0	0,40	25,0	12,80	11,0	12,0	22,0	0,67	33,0
6,00	9,0	12,0	18,0	0,53	34,0	13,00	30,0	35,0	60,0	0,67	90,0
6,20	5,5	9,5	11,0	0,33	33,0	13,20	26,0	31,0	52,0	0,53	97,0
6,40	4,0	6,5	8,0	0,40	20,0	13,40	30,0	34,0	60,0	0,67	90,0
6,60	4,0	7,0	8,0	0,33	24,0	13,60	35,0	40,0	70,0	1,33	52,0
6,80	4,0	6,5	8,0	0,27	30,0	13,80	45,0	55,0	90,0	1,33	67,0
7,00	4,5	6,5	9,0	0,40	22,0	14,00	40,0	50,0	80,0	---	---

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 131 - (con anello allargatore) -  
 - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 20 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
 - punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
 - manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)



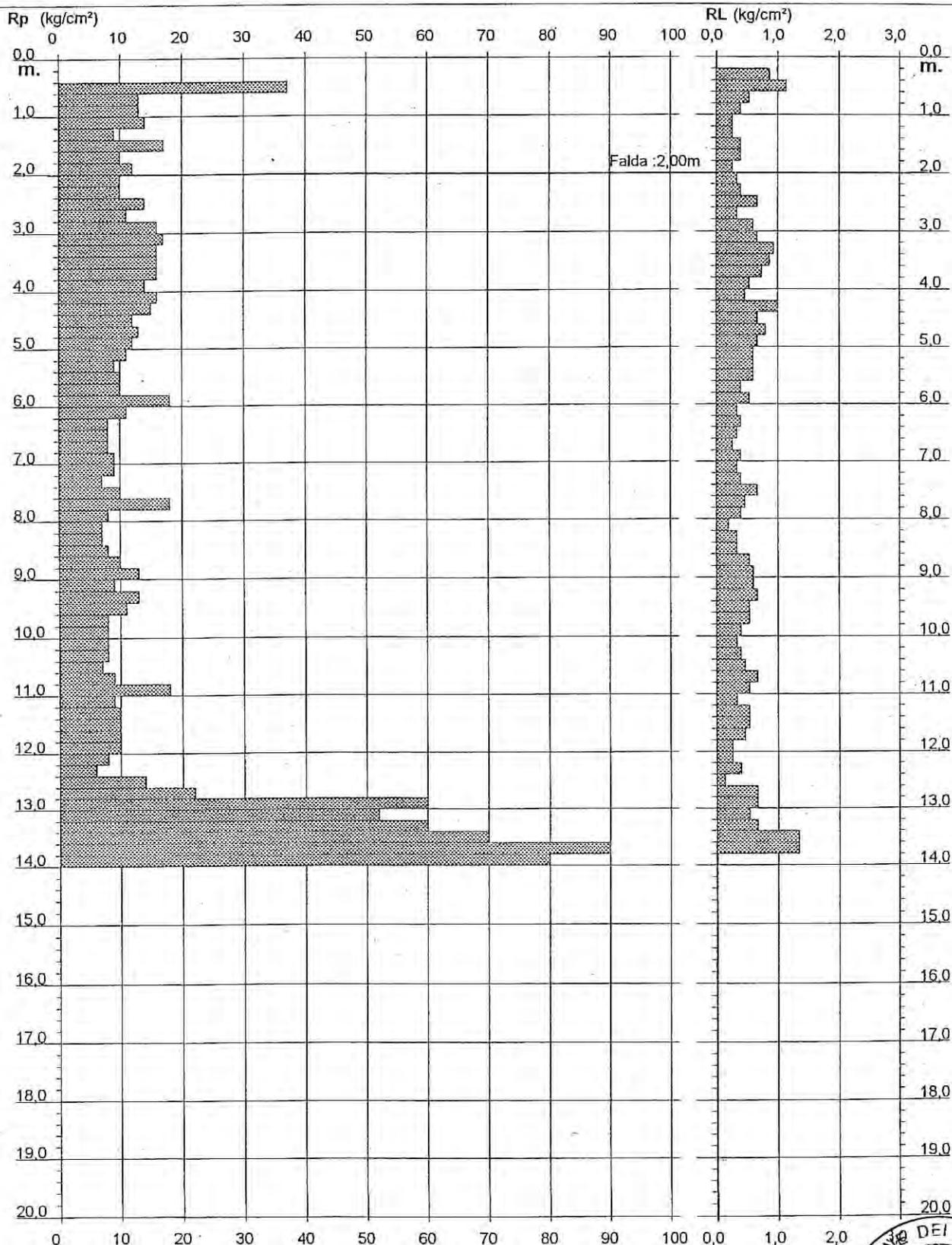
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.010496.17

- committente : Gestione Negri s.n.c.  
- lavoro : Costruzione capannone  
- località : Salara (RO)

- data : 17/06/1997  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,00 m da quota inizio  
- scala vert. : 1 : 100



ORDINE DEI GE  
Dr. Geol.  
\* *[Signature]*  
N. 438  
REGIONE DEL V

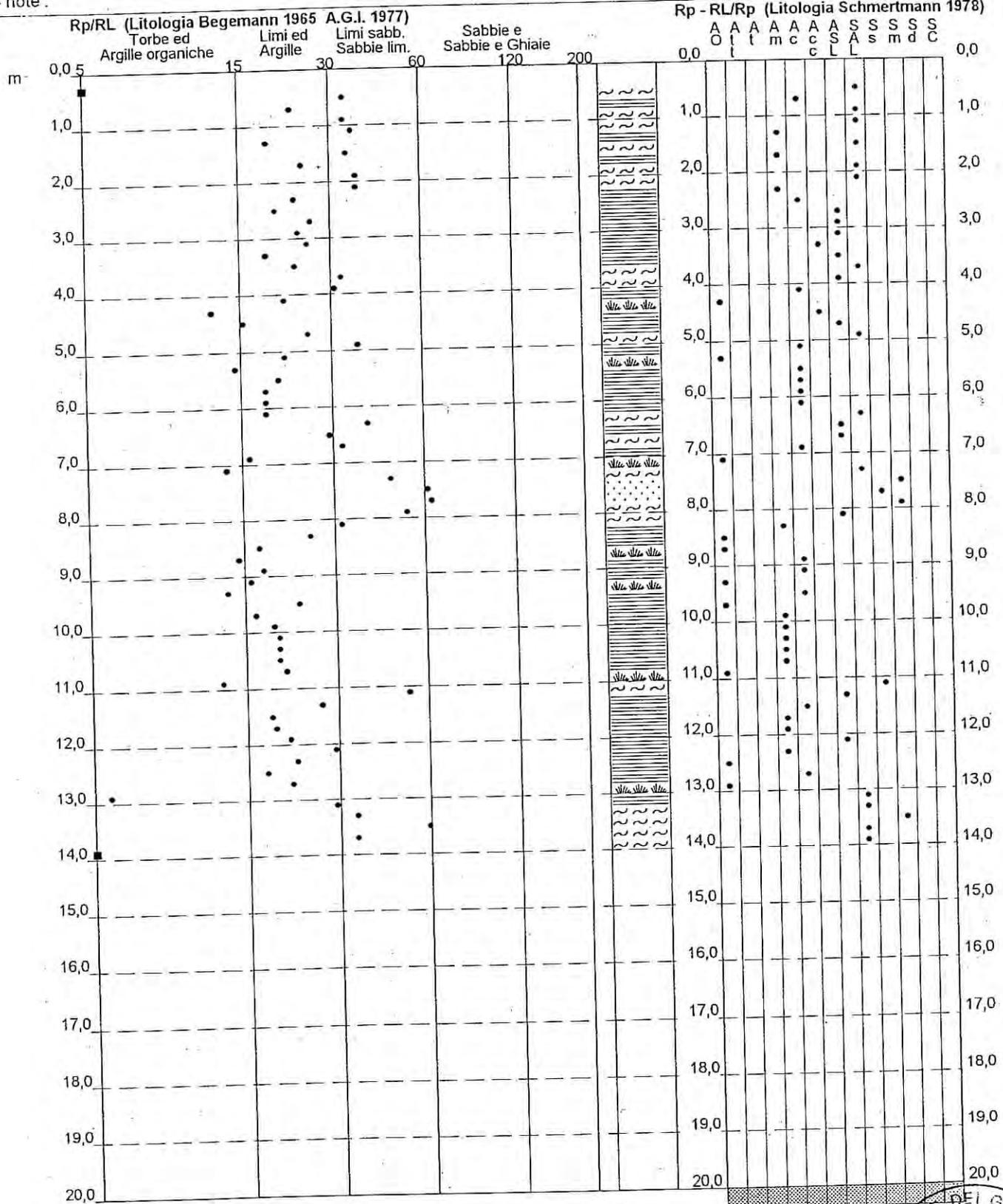
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1

2.010496-17

- committente : Gestione Negri s.n.c.  
 - lavoro : Costruzione capannone  
 - località : Salara (RO)  
 - note :

- data : 17/06/1997  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
 - scala vert. : 1 : 100



ORDINE DEI GE  
 Dr. Geol.  
*[Signature]*  
 TIRONI  
 N° 418  
 REGIONE DEL VE

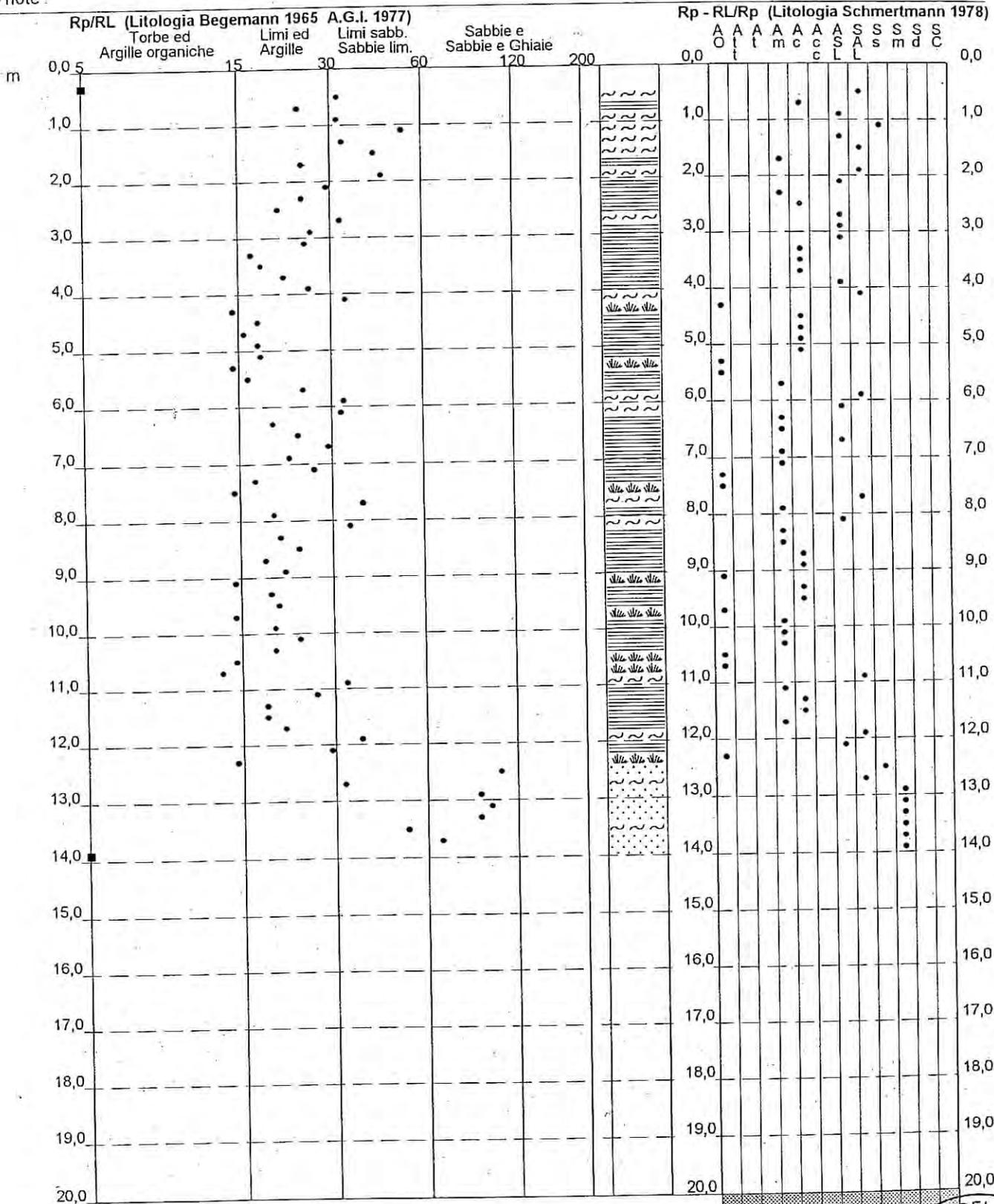
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 2

2.010495.17

- committente : Gestione Negri s.n.c.  
 - lavoro : Costruzione capannone  
 - località : Salara (RO)  
 - note :

- data : 17/06/1997  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,00 m da quota inizio  
 - scala vert. : 1 : 100



ORDINE DEI  
 Dr. Geo  
 REGIONE DEL

# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.010496-17

- committente : Gestione Negri s.n.c.  
 - lavoro : Costruzione capannone  
 - località : Salara (RO)  
 - note :

- data : 17/06/1997  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : 2,10 m da quota inizio  
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/Rl (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>2</sup>	d'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	32	34	3	1,85	0,11	--	--	--	--	--	86	40	42	43	45	42	29	0,211	53	80	96	
0,80	20	23	4	1,85	0,15	0,80	51,7	136	204	60	63	37	39	41	43	38	27	0,140	33	50	60	
1,00	16	34	4	1,85	0,19	0,70	32,9	118	177	52	50	35	37	40	42	36	27	0,104	27	40	48	
1,20	17	36	4	1,85	0,22	0,72	27,5	123	184	54	48	35	37	39	42	35	27	0,099	28	43	51	
1,40	9	19	2	1,85	0,26	0,45	12,5	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,60	14	35	4	1,85	0,30	0,64	16,3	108	162	48	34	33	35	38	41	33	26	0,067	23	35	42	
1,80	10	25	2	1,85	0,33	0,50	10,4	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,00	10	37	4	1,85	0,37	0,50	9,1	88	132	40	17	30	33	36	39	30	26	0,033	17	25	30	
2,20	10	37	4	1,85	0,39	0,50	8,6	92	138	40	16	30	33	36	39	29	26	0,031	17	25	30	
2,40	11	24	2	1,85	0,41	0,54	8,9	96	144	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,60	15	20	2	1,85	0,42	0,67	11,0	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,80	16	27	2	1,85	0,44	0,70	11,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,00	21	24	4	1,85	0,46	0,82	12,9	140	210	63	37	33	36	38	41	33	27	0,073	35	53	63	
3,20	19	26	2	1,85	0,48	0,78	11,4	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,40	19	19	2	1,85	0,50	0,78	10,8	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,60	22	24	4	1,85	0,52	0,85	11,5	144	216	66	36	33	36	38	41	32	28	0,070	37	55	66	
3,80	20	33	4	1,85	0,54	0,80	10,3	136	204	60	32	32	35	38	41	31	27	0,061	33	50	60	
4,00	19	32	4	1,85	0,56	0,78	9,5	134	201	58	29	32	35	37	40	31	27	0,056	32	48	57	
4,20	13	22	2	1,85	0,58	0,60	6,7	147	221	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,40	11	13	2	1,85	0,59	0,54	5,5	161	241	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,60	16	16	2	1,85	0,61	0,70	7,3	151	227	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,80	19	26	2	1,85	0,63	0,78	8,1	152	227	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,00	20	37	4	1,85	0,65	0,80	8,1	156	234	60	27	32	35	37	40	30	27	0,052	33	50	60	
5,20	13	22	2	1,85	0,67	0,60	5,5	181	272	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,40	11	15	2	1,85	0,69	0,54	4,6	192	288	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,60	11	21	2	1,85	0,71	0,54	4,5	197	296	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,80	10	19	2	1,85	0,72	0,50	3,9	203	304	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,00	10	19	2	1,85	0,74	0,50	3,8	209	313	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,20	10	19	2	1,85	0,76	0,50	3,7	215	322	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,40	16	40	4	1,85	0,78	0,70	5,5	211	317	52	15	30	33	36	39	28	27	0,029	27	40	48	
6,60	14	30	4	1,85	0,80	0,64	4,7	221	332	48	10	29	32	36	39	27	26	0,020	23	35	42	
6,80	11	33	4	1,85	0,81	0,54	3,7	230	344	42	1	28	31	35	38	26	26	0,003	18	28	33	
7,00	11	16	2	1,85	0,83	0,54	3,6	235	352	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,20	13	14	2	1,85	0,85	0,60	4,1	237	356	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,40	22	47	3	1,85	0,86	0,87	--	--	--	--	23	31	34	37	40	29	28	0,045	37	55	66	
7,60	29	62	3	1,85	0,87	0,89	--	--	--	--	32	33	35	38	41	31	29	0,063	48	73	87	
7,80	17	64	4	1,85	0,91	0,90	0,72	4,8	251	376	54	14	30	33	36	39	28	0,026	28	43	51	
8,00	60	53	3	1,85	0,93	0,92	--	--	--	--	56	36	38	40	43	35	32	0,121	100	150	180	
8,20	13	32	4	1,85	0,88	0,94	0,60	3,6	265	398	47	3	28	32	35	38	26	0,008	22	33	39	
8,40	12	26	2	1,85	0,92	0,96	0,57	3,3	268	402	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,60	7	17	2	1,85	0,84	0,97	0,35	1,7	200	301	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,80	8	15	2	1,85	0,86	0,99	0,40	2,0	224	335	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,00	12	18	2	1,85	0,92	1,01	0,57	3,1	278	417	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,20	12	16	2	1,85	0,92	1,03	0,57	3,0	281	422	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,40	11	14	2	1,85	0,91	1,05	0,54	2,7	276	414	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,60	14	23	2	1,85	0,94	1,07	0,64	3,3	298	447	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,80	9	17	2	1,85	0,88	1,08	0,45	2,1	250	375	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,00	9	19	2	1,85	0,88	1,10	0,45	2,1	251	376	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,20	8	20	2	1,85	0,86	1,12	0,40	1,7	229	344	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,40	8	20	2	1,85	0,86	1,14	0,40	1,7	230	345	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,60	8	20	2	1,85	0,86	1,15	0,40	1,7	230	346	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,80	7	21	2	1,85	0,84	1,17	0,35	1,4	206	308	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,00	7	13	1	1,85	0,46	1,18	0,35	1,4	45	67	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,20	14	52	4	1,85	0,89	1,20	0,64	2,9	321	482	48	--	28	31	35	38	25	26	--	23	35	42
11,40	20	27	4	1,85	0,93	1,21	0,80	3,7	343	514	60	12	30	33	36	39	27	27	0,024	33	50	60
11,60	10	19	2	1,85	0,90	1,23	0,50	2,0	279	419	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
11,80	9	19	2	1,85	0,88	1,25	0,45	1,8	258	386	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,00	10	21	2	1,85	0,90	1,27	0,50	2,0	281	422	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,20	10	30	4	1,85	0,86	1,29	0,50	1,9	282	423	40	--	28	31	35	38	25	26	--	17	25	30
12,40	9	22	2	1,85	0,88	1,30	0,45	1,7	259	389	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,60	6	18	2	1,85	0,82	1,32	0,30	1,0	180	270	29	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
12,80	13	22	2	1,85	0,93	1,34	0,60	2,3	327	491	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,00	15	6	2	1,85	0,95	1,36	0,67	2,6	350	524	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
13,20	60	30	4	1,85	1,02	1,38	2,00	10,0	340	510	180	47	35	37	39	42	32	32	0,096	100	150	180
13,40	70	35	3	1,85	0,95	1,40	--	--	--	--	52	35	37	40	42	33	32	0,108	117	175	210	
13,60	80	60	3	1,85	0,97	1,42	--	--	--	--	56	36	38	40	42	34	33	0,119	133	200	240	
13,80	70	35	3	1,85	0,95	1,43	--	--	--	--	51	35	37	40	42	33	32	0,106	117	175	210	
14,00	80	--	3	1,85	0,98	1,45	--	--	--	--	59	36	38	40	43	34	33	0,128	150	225	270	



# PROVA PENETROMETRICA STATICA TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 2

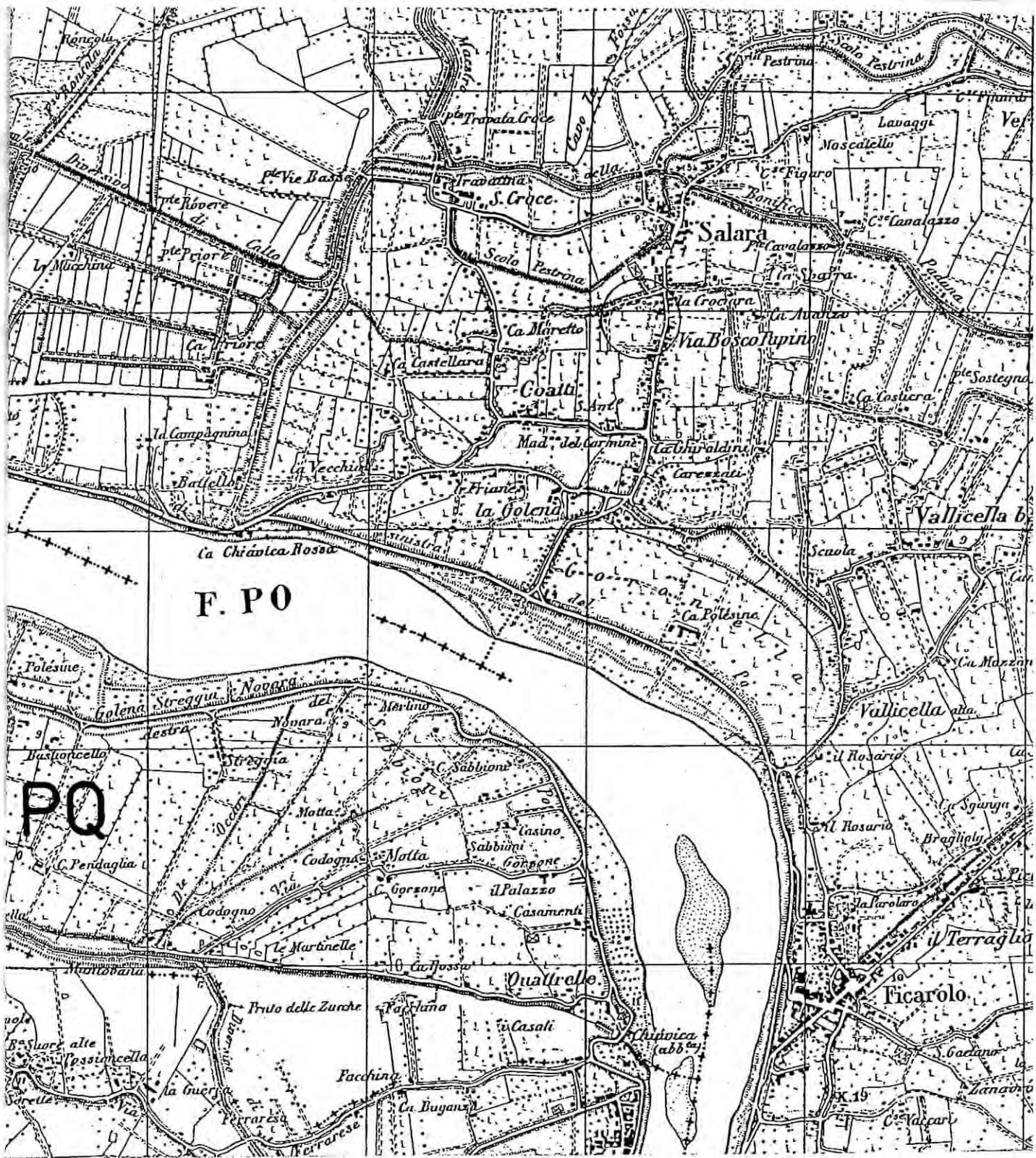
2.010496-17

- committente : Gestione Negri s.n.c.  
- lavoro : Costruzione capannone  
- località : Salara (RO)  
- note :

- data : 17/06/1997  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 2,00 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' V/m <sup>3</sup>	d'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	σ1s (°)	σ2s (°)	σ3s (°)	σ4s (°)	σdm (°)	σmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	37	33	3:...	1,85	0,11	--	--	--	--	--	91	41	42	44	45	42	30	0,228	62	93	111	
0,80	13	24	2:III	1,85	0,15	0,60	36,5	103	154	47	43	34	36	39	41	35	26	0,087	22	33	39	
1,00	13	32	4:II	1,85	0,19	0,60	27,6	103	154	47	41	34	36	39	41	34	26	0,082	23	35	42	
1,20	14	52	4:II	1,85	0,22	0,64	23,4	108	162	48	22	31	34	37	40	31	26	0,042	15	23	27	
1,40	9	34	4:II	1,85	0,26	0,45	12,5	77	115	38	41	34	36	39	41	34	27	0,082	28	43	51	
1,60	17	42	4:II	1,85	0,30	0,72	19,2	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,80	10	25	2:III	1,85	0,33	0,50	10,4	85	128	40	25	31	34	37	40	31	26	0,047	20	30	36	
2,00	12	45	4:II	0,88	0,35	0,57	11,6	97	146	45	17	30	33	36	39	30	26	0,033	17	25	30	
2,20	10	30	4:II	0,86	0,37	0,50	9,2	88	131	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,40	10	25	2:III	0,90	0,39	0,50	8,7	91	137	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
2,60	14	21	2:III	0,94	0,40	0,64	11,1	108	162	48	17	30	33	36	39	29	26	0,033	18	28	33	
2,80	11	33	4:II	0,87	0,42	0,54	8,5	100	150	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,00	16	27	2:III	0,96	0,44	0,70	11,1	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,20	17	25	2:III	0,97	0,46	0,72	11,0	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,40	16	17	2:III	0,96	0,48	0,70	10,0	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,60	16	18	2:III	0,96	0,50	0,70	9,5	120	180	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
3,80	16	22	2:III	0,96	0,52	0,70	9,1	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,00	14	26	2:III	0,94	0,54	0,64	7,8	130	195	46	23	31	34	37	40	30	27	0,044	27	40	48	
4,20	16	34	4:II	0,90	0,55	0,70	8,3	132	198	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,40	15	15	2:III	0,95	0,57	0,67	7,6	140	210	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,60	12	18	2:III	0,92	0,59	0,57	6,2	157	235	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
4,80	13	16	2:III	0,93	0,61	0,60	5,6	160	240	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,00	12	18	2:III	0,92	0,63	0,57	5,6	170	255	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,20	11	18	2:III	0,91	0,65	0,54	5,0	179	268	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,40	9	15	2:III	0,88	0,67	0,45	3,9	187	280	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,60	10	17	2:III	0,90	0,68	0,50	4,3	191	286	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
5,80	10	25	2:III	0,90	0,70	0,50	4,1	196	294	40	--	--	--	--	--	--	--	0,040	30	45	54	
6,00	18	34	4:II	0,91	0,72	0,75	6,6	184	276	56	21	31	34	37	40	29	27	0,009	18	28	33	
6,20	11	33	4:II	0,87	0,74	0,54	4,2	206	309	42	4	29	32	35	38	26	26	--	--	--	--	
6,40	8	20	2:III	0,86	0,75	0,40	2,8	202	303	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,60	8	24	2:III	0,86	0,77	0,40	2,8	205	307	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,80	8	30	4:II	0,84	0,79	0,40	2,7	207	310	35	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
7,00	9	22	2:III	0,88	0,81	0,45	3,0	221	331	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,20	9	27	2:III	0,88	0,82	0,45	3,0	224	336	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,40	7	17	2:III	0,84	0,84	0,35	2,1	194	291	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,60	10	15	2:III	0,90	0,86	0,50	3,2	239	358	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,80	18	39	4:II	0,91	0,88	0,75	5,2	241	361	56	16	30	33	36	39	28	27	0,031	30	45	54	
8,00	8	20	2:III	0,86	0,89	0,40	2,3	217	326	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	12	18	21
8,20	7	35	4:II	0,83	0,91	0,35	1,9	198	297	32	--	28	31	35	38	25	26	--	--	--	--	
8,40	7	21	2:III	0,84	0,93	0,35	1,9	199	298	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,60	8	24	2:III	0,86	0,94	0,40	2,1	221	331	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,80	10	19	2:III	0,90	0,96	0,50	2,8	255	383	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,00	13	22	2:III	0,93	0,98	0,60	3,4	276	414	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,20	9	15	2:III	0,88	1,00	0,45	2,3	244	366	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,40	13	19	2:III	0,93	1,02	0,60	3,3	284	426	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,60	11	21	2:III	0,91	1,03	0,54	2,8	275	412	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,80	8	15	2:III	0,86	1,05	0,40	1,9	227	340	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,00	8	20	2:III	0,86	1,07	0,40	1,8	227	341	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,20	8	24	2:III	0,86	1,09	0,40	1,8	228	342	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,40	8	20	2:III	0,86	1,10	0,40	1,8	229	343	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,60	7	15	1:*	0,46	1,11	0,35	1,5	44	66	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,80	9	13	2:III	0,88	1,13	0,45	2,0	252	379	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,00	18	34	4:II	0,91	1,15	0,75	3,7	324	486	56	10	29	32	35	39	27	27	0,020	30	45	54	
11,20	9	27	2:III	0,88	1,17	0,45	1,9	254	381	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,40	10	19	2:III	0,90	1,18	0,50	2,1	276	414	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,60	10	19	2:III	0,90	1,20	0,50	2,1	277	416	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,80	10	21	2:III	0,90	1,22	0,50	2,1	278	418	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	17	25	30
12,00	10	37	4:II	0,86	1,24	0,50	2,0	279	419	40	--	28	31	35	38	25	26	--	13	20	24	
12,20	8	30	4:II	0,84	1,25	0,40	1,5	233	350	35	--	28	31	35	38	25	26	--	--	--	--	
12,40	6	15	1:*	0,46	1,26	0,30	1,0	39	58	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	23	35	42
12,60	14	105	4:II	0,89	1,28	0,64	2,6	332	498	48	--	28	31	35	38	25	26	--	0,026	37	55	66
12,80	22	33	3:...	0,86	1,30	--	--	--	--	--	14	30	33	36	39	27	28	0,088	100	150	180	
13,00	60	90	3:...	0,93	1,32	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	31	32	0,086	87	130	156	
13,20	52	97	3:...	0,92	1,34	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	32	31	0,097	100	150	180	
13,40	60	90	3:...	0,93	1,35	--	--	--	--	--	47	35	37	39	42	32	32	0,109	117	175	210	
13,60	70	52	3:...	0,95	1,37	--	--	--	--	--	52	35	37	40	42	33	32	0,131	150	225	270	
13,80	90	67	3:...	0,98	1,39	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	35	33	0,119	133	200	240	
14,00	80	--	3:...	0,97	1,41	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	34	33	--	--	--	--	





Estratto da:

Tavoletta I.G.M.

Foglio : FICAROLO 75 I NE

SCALA 1 : 25.000

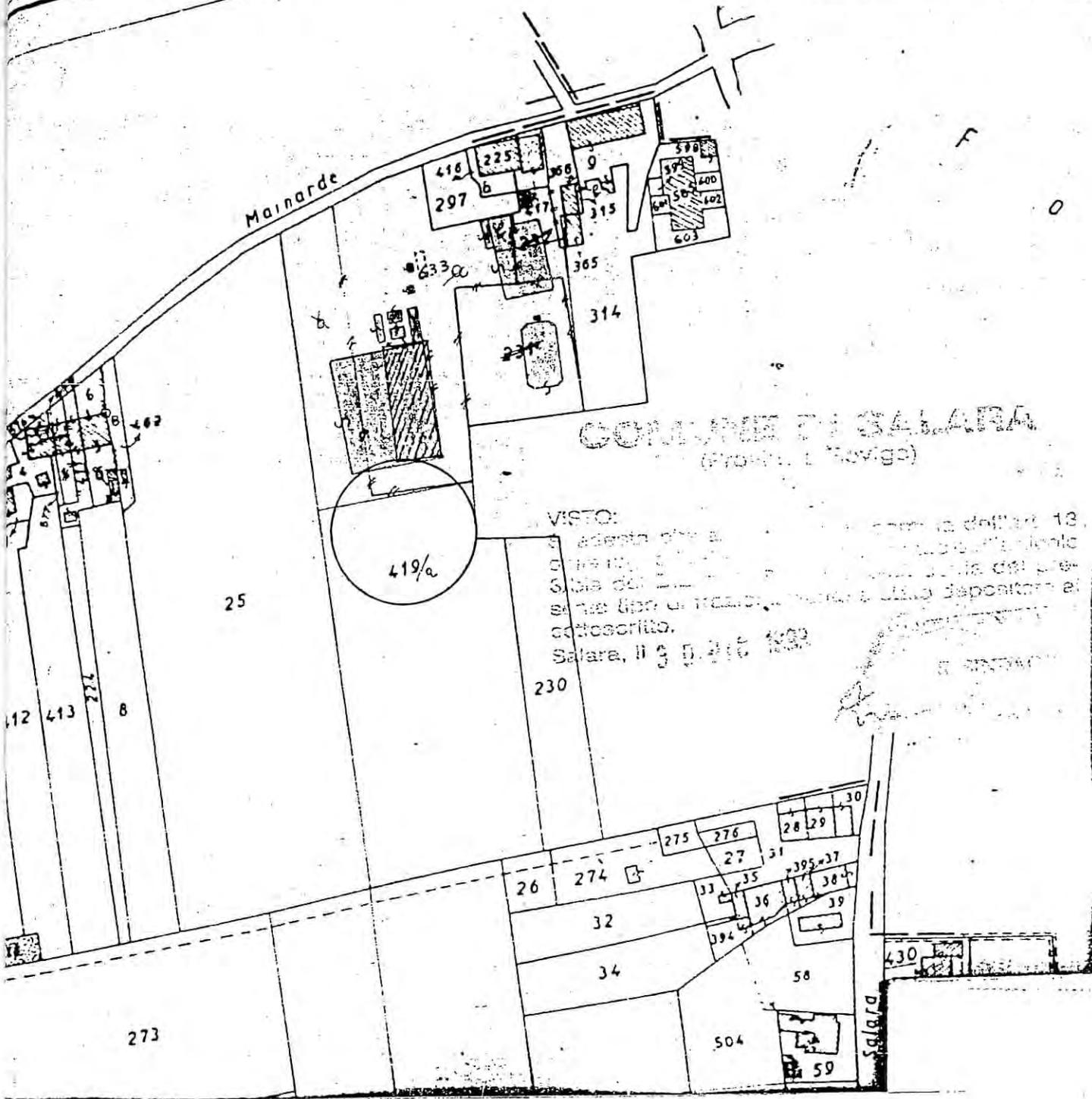


AREA UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE



Allegato n. 1

(MBA)



Brano mappale

SCALA 1 : 2.000

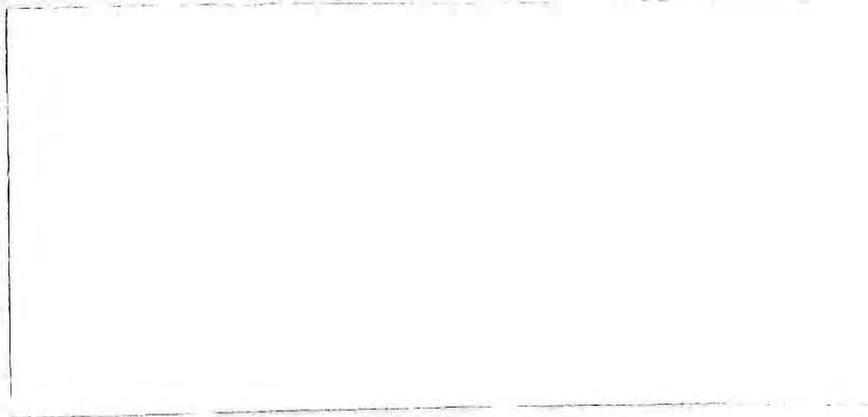


UBICAZIONE PROVE PENETROMETRICHE STATICHE



45100 ROVIGO Uff. Via Oberdan, 7 - tel. e Fax (0425) 422012  
Ab. Via A. Villa, 8 - tel. (0425) 34930 - 0338/15.819.45  
C.F.: LBR LCN 48T13 A435C - P.IVA: 00251660296

ALL. n. 6



=====

OGGETTO : COSTRUZIONE DI UN CAPANNONE  
LOCALITA' : Salara (Ro) Foglio 15 Mappali 77,53

=====

IL RESPONSABILE  
UFFICIO TECNICO COMUNALE  
(Arrivabeni Geom. Mauro)



COMUNE DI SALARA  
UFFICIO TECNICO  
Legge 11/1971 n. 1000 - L.R. 13/4/2001 N. 11  
il deposito del presente atto è avvenuto  
in data 24 MAR. 2003  
Posiz. N. 203 allegati n. 3

### RELAZIONE DI GEOLOGIA - TECNICA

La relazione che segue e' conforme al D.M. 11/3/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"



# GEO 3

Geologia - Geotecnica - Geomorfologia  
Dott. Geol. Luciano Alberti

45100 ROVIGO Uff. Via Oberdan, 7 - tel. e Fax (0425) 422012  
Ab. Via A. Villa, 8 - tel. (0425) 34930 - 0338/15.819.45  
C.F.: LBR LCN 48T13 A435C - P.IVA: 00251660296



## TERMINI DEL PROBLEMA

- a) Costruzione di un manufatto composto da un capannone .
- b) Verificare la continuità litologica del terreno sottostante le fondazioni dei manufatti e delle zone limitrofe.
- c) Dedurre la portata ammissibile e dare informazioni sul tipo di fondazione (plinti) nonchè valutare i cedimenti indotti nel terreno sottostante.
- d) Determinare l'andamento della falda freatica e la sua profondità.

## MODALITA' DI INTERVENTO

Si stabilisce di effettuare due penetrometrie onde verificare le proprietà fisico-meccaniche del terreno di fondazione .

Dall'analisi risulta che le prove penetrometriche sono fra di loro ben correlabili per cui le calcolazioni e le considerazioni che seguono sono relative alla prova n.1.

## INDAGINI IN SITU

Nella zona (vedi planimetria) sono state effettuate due prove penetrometriche statiche spinte rispettivamente alle profondità ' di 12,00-10,00 m. dal p.c. e un rilevamento della profondità della falda freatica che risultava mediamente > di 2,50 metri dal piano campagna.

Dalle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni attraversati, si e' provveduto a determinare quei parametri essenziali per la calcolazione dei cedimenti immediati .



PROVA PENETROMETRICA STATICA N.1  
 VALORI DI Rp e Rl CON LETTURA DIGITALE  
 RESTITUZIONE REALE E LITOLOGIA PRESUNTA

riferimento : Geom. Mazzali  
 committente : AN.GE.DA di Lisandri Angelo & C. S.n.c.  
 localita' e data : Salara 27/09/2001  
 quota inizio : Piano campagna  
 profondita' falda : >2.50 m da quota inizio

PENETROMETRO STATICO OLANDESE TIPO GOUDA DA 15 t

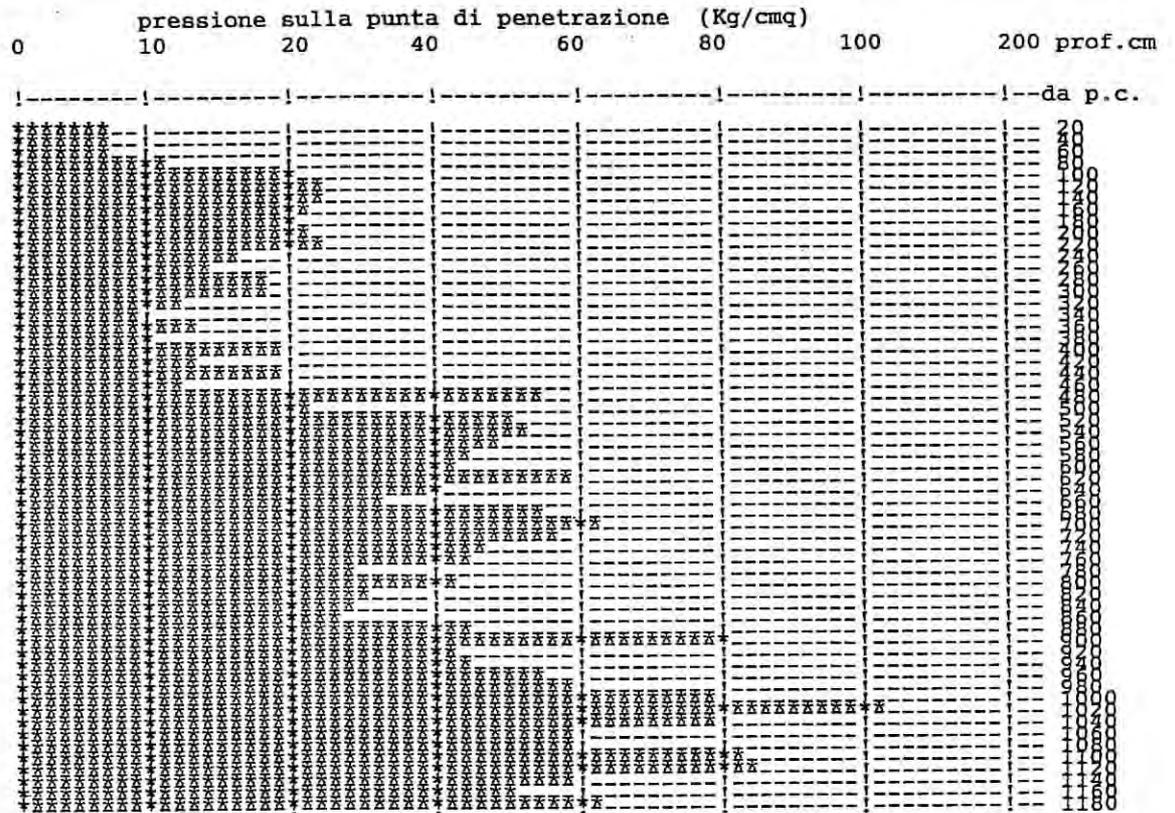
prof. (cm)	Rp (Kg/cmq) punta	Rl laterale	litologia Begemann
20	7	.4	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
40	7	.4	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
60	7	.4	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
80	11	.55	I * - - - I TORBE E ARGILLE ORGANICHE
100	11	.9	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
120	11	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
140	11	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
160	11	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
180	11	.1	I * - - - I TORBE E ARGILLE ORGANICHE
200	11	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE ORGANICHE
220	11	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
240	15	.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
260	14	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
280	18	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
300	18	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
320	12	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
340	9	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE ORGANICHE
360	10	.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
380	19	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
400	13	.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
420	13	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
440	19	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
460	12	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
480	54	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
500	21	.5	I * - - - I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
520	50	.1	I * - - - I TORBE E ARGILLE ORGANICHE
540	52	.1	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
560	48	.1	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
580	43	.1	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
600	41	.1	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
620	57	.1	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
640	39	.9	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
660	39	.1	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
680	31	.1	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
700	53	.8	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
720	1	.9	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
740	56	.1	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
760	46	.1	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
780	44	.1	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
800	42	.1	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
820	27	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
840	30	.7	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
860	32	.5	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
880	26	.5	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
900	43	.8	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
920	60	.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
940	42	.1	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
960	44	.3	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
980	54	.3	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1000	44	.3	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1020	57	.3	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1040	78	.3	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
1060	58	.3	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
1080	58	.3	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1100	58	.4	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1120	81	.1	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1140	81	.1	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1160	83	.5	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1180	57	.5	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
1200	50	.4	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1220	62	.4	I / - / - / I LIMI SAB SI-SABBIE LIMOSE
1240	62	.4	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE



PROVA PENETROMETRICA STATICA N.1  
 DIAGRAMMA DI PRESSIONE SULLA PUNTA

=====

riferimento : Geom. Mazzali  
 Committente : AN.GE.DA di Lisandri Angelo & C. S.n.c.  
 localita' e data : Salara 27/09/2001  
 quota inizio : Piano campagna  
 profondita' falda : > 2.50 m da quota inizio



**PROVA PENETROMETRICA STATICA N.2  
VALORI DI Rp e Rl CON LETTURA DIGITALE  
RESTITUZIONE REALE E LITOLOGIA PRESUNTA**

riferimento : Geom. Mazzali  
 committente : AN.GE.DA di Lisandri Angelo & C. S.n.c.  
 localita' e data : Salara 27/09/2001  
 quota inizio : Piano campagna  
 profondita' falda : > di 2.50 m da quota inizio

PENETROMETRO STATICO OLANDESE TIPO GOUDA DA 15 t

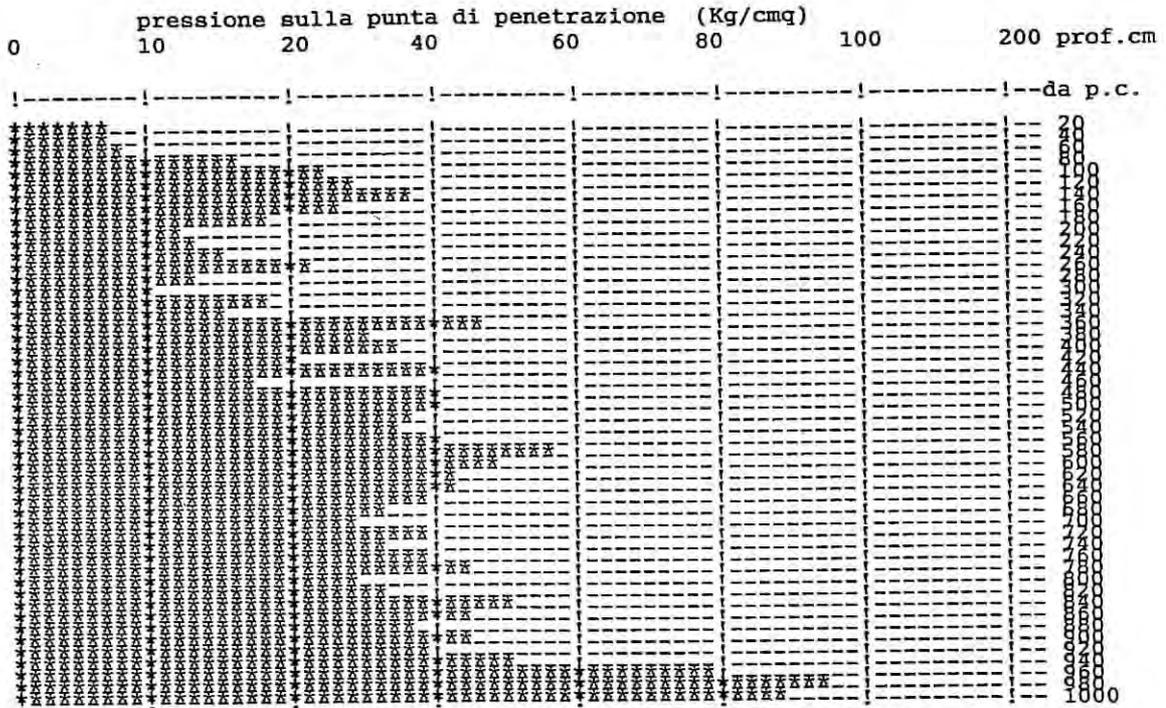
prof.(cm)	Rp (Kg/cmq) punta'	Rl laterale	litologia Begemann
20	7	.3	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
40	8	.4	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
60	11.6	.5	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
100	22.4	.8	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
120	28.8	.8	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
140	33.6	1.4	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
160	37	1.7	I / - / - / I TORBE E ARGILLE ORGANICHE
180	42	1.5	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
200	48	1.3	I / - / - / I TORBE E ARGILLE ORGANICHE
220	55	1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
240	60	.8	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
260	66	.7	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
280	72	.5	I / - / - / I TORBE E ARGILLE ORGANICHE
300	78	.8	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
320	84	.9	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
340	90	.5	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
360	96	1.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
380	102	.7	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
400	108	.5	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
420	114	.5	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
440	120	.7	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
460	126	.7	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
480	132	1.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
500	138	1.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
520	144	1.1	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
540	150	1.6	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
560	156	1.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
580	162	.9	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
600	168	.8	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
620	174	.8	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
640	180	.9	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
660	186	1.2	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
680	192	.7	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
700	198	.7	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
720	204	.6	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
740	210	1.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
760	216	1.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
780	222	1.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
800	228	.9	I / - / - / I LIMI ED ARGILLE
820	234	1.3	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
840	240	1.5	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
860	246	1.7	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
880	252	1.1	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
900	258	1.5	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
920	264	1.1	I / - / - / I LIMI SAB. SI-SABBIE LIMOSE
940	270	1.1	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
960	276	1.1	I / - / - / I TORBE E ARGILLE ORGANICHE
980	282	1.6	I / - / - / I SABBIE E SABBIE CON GHIAIE
1000	287	2	I / - / - / I



**PROVA PENETROMETRICA STATICA N.2  
DIAGRAMMA DI PRESSIONE SULLA PUNTA**

=====

riferimento : Geom. Mazzali  
 Committente : AN.GE.DA di Lisandri Angelo & C. S.n.c.  
 localita' e data : Salara 27/09/2001  
 quota inizio : Piano campagna  
 profondita' falda : > di 2.50 m da quota inizio



## ANDAMENTO ACQUE SOTTERRANEE

L'andamento delle acque sotterranee, nella zona di studio, dipende dalla regimazione (antropica) degli scoli limitrofi, nel caso specifico dal fiume Po che scorre nelle immediate vicinanze.

Nei periodi piovosi si potrà avere un innalzamento della falda e/o un' inversione della stessa la quale, al momento del rilevamento si trovava ad una profondità > di 2,50 m dal piano campagna.

## LE PROVE PENETROMETRICHE

Vengono riportati i profili penetrometrici delle prove e la loro interpretazione litologica secondo quanto proposto da vari Autori (Begemann, 1965 - Raccomandazioni A.G.I., 1977).

La dicitura "SABBIE E SABBIE CON GHIAIE" dovrà essere intesa, per i terreni recenti come quelli polesani come "SABBIE".

## DESCRIZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA SIGNIFICATIVA N.1

Dal confronto delle prove penetrometriche si può notare come queste siano correlabili e quindi il terreno di fondazione presenta la possibilità di correlazione stratigrafica.

In particolare si può affermare che:

- dalla quota inizio, della prova penetrometrica, fino alla profondità di 3,20 metri si evidenzia la presenza di un terreno limo-argilloso che genera una Rpm (Resistenza media alla punta) di 15-20 kg/cm<sup>2</sup>;
- da 3,20 m a 4,60 si nota la presenza di limi ed argille la cui Rpm si calcola attorno a 10 -15 kg/cm<sup>2</sup>;
- da 4,60 a 8,60 m si nota la presenza di limi sabbiosi sabbie limose dove la Rpm risulta essere 45 - 50 Kg/cm<sup>2</sup>;



- seguono sino a fine prova limi sabbiosi sabbie limose dove la  $R_{pm}$  risulta essere di 50 - 60 Kg/cm<sup>2</sup>.

## CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO DI FONDAZIONE

La capacità portante del terreno di fondazione e' stata calcolata tenendo conto delle esigenze del progettista che prevede come soluzione plinti.

Le formule usate sono quelle classiche proposte da *Terzaghi & Peck* e più precisamente:

(FONDAZIONI A PLINTI QUADRATI)

$$q_{lim} = 1,3 cN_c + \gamma DN_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$$

dove:

- $N_c, N_q, N_\gamma =$  sono fattori di capacità portante adimensionali, funzioni dell'angolo di attrito interno .
- $C =$  coesione
- $B =$  larghezza fondazione
- $q_o =$  pressione efficace sul piano di fondazione  $= \gamma D$
- $D =$  profondità di imposta fondazione
- $\gamma =$  peso di volume del terreno -  $\gamma' =$  peso immerso

La prima parte della formula considera che il terreno abbia coesione e angolo di attrito ma nessun peso;



La parte centrale che il materiale abbia solo attrito e sia soggetto al sovraccarico;  
La terza parte che il materiale abbia peso e attrito ma nessuna coesione.

Per l'occasione si e' adottato un coefficiente di sicurezza pari a 3 onde ottenere il carico ammissibile sul terreno, quindi :

$$q_{amm} = \frac{qd}{3}$$

### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

Per ottenere i parametri utili per la calcolazione dei cedimenti si sono utilizzate correlazioni fra la resistenza alla punta e laterale del penetrometro.

Per quanto riguarda le corrispondenze fra la resistenza alla punta e il modulo edometrico di deformazione sono state ampiamente descritte da: Sanglerat '72 - Holden '73 - Ricceri et alia '74 - Mitchell e Gardner '75 .

Si sono poi utilizzate le correlazioni proposte da Terzaghi-Peck '67 - Ricceri et alia '74 - A.G.I. '77 per le caratteristiche di volume e la valutazione della coesione non drenata.

Sanglerat, 1972 propone la seguente correlazione fra la Resistenza alla punta  $R_p$  e il Modulo edometrico  $E_{ed}$ .

$$E_{ed} = \alpha R_p$$

da esperienze di laboratorio tale fattore di correlazione risulta, per i terreni incontrati  
 pari a 3.

Anche per la quantizzazione della coesione non drenata si e' fatto riferimento a quanto proposto da Ricceri et alia 1974 - A.G.I. 1977 ovvero:



$$C_u = \frac{Rp}{\beta}$$

Per il caso  $\beta$  e' stato assunto pari a 20.

### CEDIMENTI INDOTTI

ipotesi:

- modulo edometrico ( $E'$ ) desunto dalle correlazioni già citate pari a **3 Rpm**;
- tensioni verticali nel sottosuolo calcolate secondo la teoria dell'elasticità (*Boussinesq, 1885 - Timoshenko, 1931*);
- consolidazione monodimensionale (schema edometrico).

Il calcolo dei cedimenti (*L'Herminier, 1953 - Meyerof, 1956 - Sanglerat, 1972*) e' stato condotto su strati di 20 centimetri di incremento di profondità valutando per ciascun microstrato la tensione verticale al centro dello stesso (o v) ed il relativo modulo edometrico con la seguente formula:

$$CEDIMENTO = \sum \frac{h\sigma_v}{E_{ed}}$$

dove :

$h$  = spessore dello strato nel caso 20 cm;

$\sigma_v$  = tensione indotta verticalmente calcolata al centro dello strato secondo le teorie citate;

$E_{ed}$  = modulo edometrico variabile in funzione del terreno attraversato compreso fra 2 e 5 (Sanglerat) Rpm;



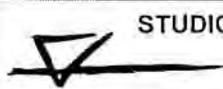


COMUNE DI SALARA  
(PROVINCIA DI ROVIGO)

ALL. n. 7

Via S. Giovanni 31 - tel 0425 590952

OGGETTO:  
RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

 **STUDIO HgeO**

STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA ET IDROGEOLOGIA  
45021 BADIA P.(RO) – PIAZZA VITTORIO E. , 142 B  
35040 CASALE DI SCODOSIA (PD) – VIA CAODALBERO, 173  
vox 0425 59.48.42 - fax 0425 59.58.00  
web site: www.hgeo.it - email: hgeo@hgeo.it



DOTT. GEOL. FILIPPO BARATTO

REV.	DATA	CODICE PROGETTO	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	DICEMBRE 2006	380-06	BF	BF	BF

## 1. PREMESSA

In codesta relazione s'illustrano i risultati emersi con le indagini geognostiche eseguite nel sito interessato dal Progetto di costruzione di due unità bifamiliari per conto dell'impresa *Costruzioni Ponzilacqua srl* di Castagnaro (VR).

In questo elaborato, si esamina la situazione geologica locale, si analizzano i dati acquisiti in situ e si illustrano:

- 1) Modello geotecnico locale del terreno interessato dal progetto.
- 2) Portata ultima del terreno investigato in relazione alle geometrie delle prevedibili strutture.
- 3) Verifiche di stabilità e le Valutazioni del margine di sicurezza nei riguardi delle situazioni limite; queste ultime si possono manifestare sia nelle fasi transitorie di costruzione sia nella fase definitiva per l'insieme manufatto-terreno.
- 4) Valutazione dei prevedibili spostamenti del complesso opera-terreno, dando un giudizio sull'ammissibilità di tali spostamenti in relazione alle condizioni di sicurezza, nonché alla funzionalità dell'edificio.

Il progetto è redatto a cura dello Studio di Architettura UP di Badia Polesine (RO), al quale si rimanda per la visione degli elaborati esecutivi progettuali.

## 2. TIPOLOGIA DELL'INTERVENTO

Si tratta di due costruzioni destinate ad uso residenziale e caratterizzate ciascuna da una unità abitativa ad un piano terra e da una da piano terra e primo piano. Le costruzioni tra loro distanti 3,5 m avranno travi e pilastri in cls. armato e tamponature e solai in latero-cemento, con struttura di copertura in legno. La superficie coperta è di circa 90 m<sup>2</sup> per le ciascuna unità monopiano e di 120 m<sup>2</sup> per quelle a due piani. Per maggiori dettagli sulle specifiche tecniche ed urbanistiche, sezioni, piante e disegni si rimanda agli elaborati di progetto ed alla relazione tecnica del progettista.

## 3. CENNI NORMATIVI – DM 14.09.2005

Si ritiene opportuno puntualizzare alcuni aspetti normativi riferibili alla conduzione delle fasi di progetto ed indagine per il caso specifico; si cfr. D.M.14.09.2005 al quale si fa riferimento.

In generale ci si riferisce ad una nuova costruzione per la quale necessita la caratterizzazione ovvero la modellazione geologica del sito. Le scelte progettuali devono tenere conto delle prestazioni attese dall'opera e dei caratteri geologici del sito riportati nella modellazione geologica ed eventualmente integrate dalle indagini in fase esecutive. I risultati delle indagini e delle modellazioni devono essere esposti in specifici documenti. Il presente documento contiene la modellazione geologica e geotecnica. Qualora indagini integrative, effettuate durante l'esecuzione dell'opera comportino una revisione della caratterizzazione del sito (geologica e/o geotecnica), il progetto andrà aggiornato alle nuove conoscenze, nello spirito osservazionale. Il progetto deve organizzarsi in varie fasi distinte. La scelta della tipologia e tecnologia degli interventi ed il loro dimensionamento terrà conto della modellazione geologica e di eventuali indagini in fase esecutiva.

### 3.1 PRESCRIZIONI GENERALI

L'approccio progettuale deve prevedere metodi atti a prevenire e contrastare sia nelle fasi esecutive che ad opere ultimate gli effetti legati alla variazione dello stato tensionale indotto dalla rimozione eventuale di volumi di terreno o parti strutturali ovvero dall'aggiunta di parti strutturali. A tale scopo si deve definire in generale: geometria dell'intervento; metodi di scavo; interventi di stabilizzazione; eventuali tecniche di miglioramento e rinforzo dei terreni; eventuale intercettazione e controllo delle acque sotterranee (N.B. è importante che questo aspetto sia considerato in fase esecutiva); valutazione di possibili risentimenti al contorno; con particolare attenzione dovrà essere controllata la vicina scarpata stradale al fine di evitare deformazioni della stessa.

### 3.2 MODELLAZIONE GEOLOGICA

Il modello geologico del sito è orientato alla ricostruzione dei caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale di pericolosità geologica del territorio. Esso costituisce utile elemento di riferimento per l' inquadramento, da parte del tecnico progettista, delle problematiche a piccola e grande scala; cfr. p. 7.2.2 c.5 e p. 7.3.4.2 D.M.14.09.2005: nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone conosciute, la progettazione potrà essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista sulle ipotesi e scelte progettuali. La modellazione geologica sarà ulteriormente accertata in fase esecutiva anche predisponendo opportuni accertamenti geognostici integrativi concordati in fase esecutiva con la DD.LL.

### 3.3 MODELLAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni consiste nella individuazione, in funzione del tipo di opera, delle caratteristiche chimico-fisiche e soprattutto meccaniche dei terreni, necessarie alla definizione del modello geotecnico, alla valutazione della sicurezza, della funzionalità in relazione alle prestazioni attese, curabilità e robustezza delle opere. E' responsabilità del progettista definire il piano delle indagini e la caratterizzazione geotecnica corrispondente alle diverse fasi del progetto (preliminare, definitivo ed esecutivo), anche tenendo conto delle ulteriori indagini e studi che dovranno essere svolte durante l'esecuzione dell'opera. Nel caso di costruzioni o interventi di modesta rilevanza, che ricadono in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione potrà essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista sulle ipotesi e scelte progettuali.

### 3.4 DESCRIZIONE DELLE FASI E MODALITÀ COSTRUTTIVE

Il progetto dell'opera deve esaminare con completezza tutte le fasi costruttive, individuando eventuali aspetti di criticità ed il loro effetto sull'ambiente circostante. Criticità e pregiudizi di tipo geologico alla realizzazione dell'opera evidenziati in fase costruttiva dovranno essere comunicati al geologo. La DD.LL. richiederà l'intervento del geologo in fase costruttiva qualora ritenga necessaria la valutazione di particolari aspetti geologici o geotecnici.

### 3.5 MONITORAGGIO DEL COMPLESSO OPERA-TERRENO

Il monitoraggio del complesso opera terreno, consiste nell' installazione di appropriata strumentazione e nella misura di grandezze significative, quali ad esempio spostamenti, pressioni, cedimenti livello piezometrico ecc., prima durante e dopo la costruzione del manufatto. Il monitoraggio deve consentire di verificare la corrispondenza tra le ipotesi progettuali e i comportamenti osservati e di controllare il comportamento delle opere nel tempo.

#### Riferimenti legislativi e normativi attinenti all'argomento

L. 25.09.62 n. 1684	Circ. LL.PP. 24.09.88 n. 30483
L. 2.02.74 n. 64	OM 12.06.98 n.2788
DM 14.05.82	Circ. R.V. 05.04.2000 n.9
D.M. 11.03.88	OPCM 3274 / 2003
D.M. 14.05.2005	AGI racc. progr. es. indagini,'77

## 4. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area sede del progetto ricade nel Foglio IGM n°75 – Q.te 1 NE - denominazione "Ficarolo". E' situata in Comune di Salara (RO) ed interessa i mappali n°411-414-415 del Foglio catastale 70. Altimetricamente si trova a quota media -8 m slm. Si veda la *Scheda 1*.

## 5. CARATTERI GEOLOGICI DELL'AREA

La zona destinata alla costruzione delle due unità è situata a sud di via S. Croce nell'ambito di una nuova area di lottizzazione residenziale. Si tratta di un'area caratterizzata da terreni argillosi e sabbiosi di origine alluvionale. Non mancano alternanze tra questi e livelli più incoerenti e con lenti coesive talora organiche. Questi sono legati a differenti energie deposizionali delle aste fluviali. Pertanto, in superficie esistono domini geologici con carattere prevalentemente limoso-argilloso seppure con componente variabile di sabbia nei primi metri di profondità da piano campagna. In profondità tali domini "coesivi" vengono localmente sostituiti da corpi sabbiosi, producendo una certa eterogeneità stratigrafica e geotecnica. Si veda al riguardo la *Scheda 2*.

Tale variabilità geologica e stratigrafica è legata ai processi morfologici che hanno caratterizzato la zona. Osservando la *Scheda 3*, infatti, si nota come la zona in studio sia posta al margine di un alto morfologico, rappresentato dal dosso di un paleoalveo del Po caratterizzato da terreni prevalentemente sabbiosi, ed il limite di una zona morfologicamente depressa caratterizzata da terreni più fini per minor energia deposizionale. Ciò, come si vedrà oltre, è anche evidenziato dalle indagini geognostiche eseguite per il progetto. Idraulicamente la medesima zona compresa tra lo Scolo Pestrina, a Sud, e quello della Bonifica Padana, a Nord, mentre ad Ovest si trova il Cavo la Fossa. Si tratta, quindi, di una zona idraulicamente caratterizzata da alta azione antropica, che condiziona il regime idrico locale sia superficiale che sotterraneo.

## 6. SISMICITA' DELL'AREA

Il Comune di Salaria rientra nella *classe 3* della nuova zonizzazione sismica con grado di accelerazione di picco orizzontale al suolo ( $\alpha_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, pari a *0.15g*.

Da tener presente che, pur attenendosi alle normative nazionali e regionali in merito, che per zone ricadenti in tale classe non prescrivono particolari calcoli geotecnici e strutturali per opere di importanza simile a quelle in progetto, il progettista dovrà caratterizzare il suolo di fondazione secondo le classi definite dal D.M. 14.09.2005.

### 6.1 CATEGORIA DEL SUOLO DI FONDAZIONE

Il D.M. 14.09.2005 - paragr. 3.2.1 - indica che il progettista deve classificare "i terreni compresi tra il possibile piano d'imposta delle fondazioni ed il substrato rigido di riferimento, ovvero quelli presenti ad una profondità commisurata all'estensione ed all'importanza dell'opera. La classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio  $V_s$  ovvero sul numero medio di colpi  $N_{SPT}$  ottenuti in una prova penetrometrica dinamica ovvero sulla coesione non drenata media  $c_u$ ".

Inoltre, valuterà lo spettro di risposta elastico orizzontale e verticale, tenendo conto, nella elaborazione, della morfologia del sito (es. inclinazione dei pendii, dimensioni dei cigli, etc).

In base alle grandezze sopra definite ed ai risultati emersi con le indagini geognostiche commisurate alla tipologia delle strutture in progetto e alla loro classe di appartenenza (Classe 1 - par 2.5 DM 14.09.2005), si identifica, in prima analisi, il suolo di fondazione appartenente al volume significativo del sistema "terreno-fondazione" alla *Classe D: Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di  $V_{s30} < 180$  m/s ( $N_{spt} < 15, c_u < 70$  kPa).*

### 6.2 AZIONE SISMICA DEL TERRENO

Come anticipato, l'area appartiene ad una zona sismica di *Classe 3* con valore di  $\alpha_g = 0.15g$ . Nella valutazione dello spettro di risposta elastico orizzontale e verticale, il progettista deve tener conto anche dei fattori strettamente legati alla categoria del suolo di fondazione e dei periodi che separano i diversi rami dello spettro.

Tali fattori sono riportati anche nelle Tabelle 3.2.II e 3.2.III del citato T.U..

Qui, invece, si danno i valori dello "spostamento e delle velocità orizzontali massimi del suolo ( $d_g$ ) e ( $v_g$ ) - paragr. 3.2.2.4 - secondo le espressioni:

$$d_g = 0,025 \times S \times T_c \times T_D \times \alpha_g \quad v_g = 0,16 \times T_c \times \alpha_g$$

dove, secondo la Tabella 3.2. Il citata, per la categoria di suolo "D" si ha:

$$S = 1,35 \quad T_c = 0,80 \quad T_D = 2,0 \quad \alpha_g = 9,81$$

e risulta:  $d_g = 0,53$  m e  $v_g = 1,26$  m/s.

Da notare che il coefficiente S potrà assumere valori superiori a quelli indicati per tener conto della morfologia del sito : inclinazione dei pendii, dimensioni dei cigli, etc.

## 7. TIPOLOGIA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le proprietà meccaniche dei terreni interessati dal progetto ed adottate, qui, per le verifiche sono dedotte da indagini eseguite nell'area destinata ad ospitare le strutture in progetto.

Il programma delle indagini effettuate è stato formulato sulla base della possibile costituzione del sottosuolo e sulle conoscenze geologiche in possesso per la zona in oggetto.

Le modalità delle indagini condotte tengono conto del volume significativo del terreno relativo ai sistemi fondali superficiali, generalmente adottati per la tipologia delle strutture in progetto.

Si sono fatte eseguire n°3 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte sino ad una profondità massima di 10 m dal piano campagna attuale.

Queste indagini hanno consentito di investigare il volume di terreno, attinente alle condizioni di stabilità del sistema geotecnico, che sarà interessato dal cambiamento degli stati tensionali indotti dalla realizzazione delle opere in progetto. Al termine delle indagini si è eseguita anche una misura del livello della falda puntuale da piano campagna. La posizione delle indagini è riportata nella Scheda 4.

Le procedure assunte per la successiva definizione stratigrafica e parametrica dei terreni investigati sono riportate per le diverse tipologie d'indagine nell'Appendice A allegata.

## 8. CARATTERI GEOTECNICI DEI TERRENI INDAGATI

Come detto in premessa si è ricostruito l'assetto litostratigrafico del sottosuolo interessato dal progetto. Si veda il *Modello geologico* lungo una sezione longitudinale ai due futuri edifici (*Scheda 5*) dedotto dai dati stratigrafici emersi con le indagini. Il terreno di fondazione indagato è caratterizzato dalla presenza di terreni con un comportamento geomeccanico sia coesivo che incoerente lungo la verticale delle singole prove geognostiche.

Dall'interpretazione delle indagini si evidenzia una disomogeneità sia verticale che laterale nelle litologie indagate e pure dal punto di vista meccanico dei terreni. Da notare che lo stato d'addensamento dei singoli depositi può talora variare da punto a punto all'interno della superficie coperta dalle strutture in progetto.

In sintesi, da quota campagna sino a circa - 2.5/3.0 m si ha terreno argilloso sabbioso di consistenza media. Al letto si trova un livelletto pluridecimetrico di argille tenere che si esaurisce andando verso sud (CPT 2) dove è sostituito da argille e argille sabbiose a consistenza media sino alla profondità dell'indagine. Questo strato ingloba un livello di 0.8 m di argille tenere.

Diverso, invece, è l'assetto nella zona Nord (CPT 1 e CPT3), dove sotto i terreni coesivi citati dei primi metri si trova uno strato di sabbia e sabbia deb limosa sino a circa 8/8.5 m da p.c.. Al di sotto compaiono le argille e le argille sabbiose in continuità con la zona Sud.

I valori di resistenza meccanica alla penetrazione  $q_c$  lungo le verticali variano da strato a strato e sono mediamente compresi fra 5 e  $>50$  kg/cm<sup>2</sup>. Si vedano gli *Allegati 1 ÷ 3*.

La *Tabella 1* mostra i parametri meccanici caratteristici dei terreni ed assunti per le successive verifiche di stabilità e illustrati nella *Scheda 5*.

Tabella 1 - Litologie e parametri meccanici calcolati

Strato	Prof. (m)	$q_c$ kg/cm <sup>2</sup>	Lito	$\varphi_{cv}$ (°)	$\gamma$ t/m <sup>3</sup>	$c_u$ kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	Es kg/cm <sup>2</sup>	Ed kg/cm <sup>2</sup>	$G_d$ kg/cm <sup>2</sup>	Edi kg/cm <sup>2</sup>	Vs m/s
1	0 - 2.5 / 3.0 (Cpt2)	17	Argille e Argille sabbiose		2.0	0.85			45	170		
2	2.5 - 2.8 (Cpt1-3)	11	Argille tenere		1.9	0.60			39	120		
3	2.8 - 8.5 (Cpt1-3)	>50	Sabbie deb. limose	34	2.1		45	115		250	45	
4	3.0 - 7.5 (Cpt2)	15	Argille e Argille sabbiose		2.0	0.60	45			150		
5	5.5 - 6.3 (Cpt2)	5	Argille tenere		1.7	0.24			25	75		
6	8.5/7.5 - 10.0	12	Argilla limosa		1.8	0.5			30	120		

Legenda simbologia: Prof. = Profondità dello strato in m da p.c.;  $q_c$  = Resistenza di punta media misurata; Lito = Litologia ricavata;  $\varphi_{cv}$  = Angolo d'attrito a volume costante;  $\gamma$  = Peso di volume naturale;  $c_u$  = Coesione non drenata; Dr = Densità relativa; Es = Modulo di Young; Ed = Modulo edometrico per terre coesive;  $G_d$  = Modulo dinamico di taglio; Edi = Modulo edometrico per terre incoerenti; Vs = Velocità onde S.

NB. Lo strato 4 sostituisce le sabbie (strato 3). Lo strato 5 è inglobato nello strato 4.

La definizione delle litologie è stata fatta mediante il *Metodo di Schmertmann (1978)*. I parametri caratteristici sono stati, poi, utilizzati, adottando software dedicato<sup>1</sup>, per i successivi calcoli di capacità portante e cedimenti del terreno di fondazione.

I parametri riportati a fianco di ciascuno strato nella *Tabella 1*, adottati poi nelle verifiche, sono ricavati mediante correlazioni empiriche con le resistenze penetrometriche  $q_c$  delle indagini condotte.

Sulla base della classificazione di penalità edificatoria redatta con la Variante al PRG comunale nel 1993 (Carta 10.9), la zona in oggetto rientra nella classe di "terreno mediocre", alla quale sono associate delle norme di edificabilità dal punto di vista geologico ed alle quali il progettista dovrà attenersi (vedasi relazione geologica allegata al PRG citato – pag. 15).

## 9. CARATTERI IDROGEOLOGICI LOCALI

Al momento dell'esecuzione delle indagini la tavola d'acqua si è rinvenuta ad una profondità di 3.4 m da piano campagna. Il livello piezometrico misurato è, comunque, soggetto ad oscillazioni stagionali, in funzione delle precipitazioni e delle alimentazioni sotterranee concentrate soprattutto nei corpi sabbiosi e dipendenti dal carico idraulico della rete idrica locale. L'escursione media stagionale può essere stimata sulla base di dati di archivio in almeno  $\pm 0.8 \div 1.0$  m. Il deflusso idrico sotterraneo è ubicato prevalentemente nel paleoalveo meridionale a sviluppo N-S, il quale interseca verso Nord l'altro paleoalveo a sviluppo NW-SE. Il gradiente idraulico è in genere elevato nella porzione Sud del Comune (~30%) grazie all'alimentazione del Fiume Po, mentre diminuisce andando verso Nord (~7%).

Il deflusso idrico è lento, in superficie, per la presenza di terreni medi e fini, spesso mescolati, nei primi metri, mentre diventa discreto nei termini sottostanti incoerenti.

Per le caratteristiche litologiche e di deflusso idrico sotterraneo, l'area in oggetto si trova nella classe di rischio idrogeologico elevato, seppure al limite con la zona a W di rischio medio (Carta 10.4 C del PRG 1993). Qui il rischio idrogeologico è relativo al grado di vulnerabilità all'inquinamento e non a quello idraulico, per il quale si rimanda ad apposita relazione specialistica quando verrà fatta in ottemperanza al DGR 3637/2002 e s.m.i.. Viene detto ciò soprattutto in relazione a progetti di scarichi civili o di urbanizzazione che saranno preferibilmente collegati alla rete fognaria piuttosto che immessi nel sottosuolo per subirrigazione (sia per le acque nere che per le meteoriche).

<sup>1</sup> Program Geo

## 10. VERIFICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Le verifiche di portata limite ( $q_{lim}$ ) e dei possibili cedimenti (S) sono state fatte adottando *fondazioni a platea*, come da indicazioni del progettista.

### 10.1 CAPACITÀ PORTANTE E CEDIMENTI TEORICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Considerando il terreno interessato dall'apparato fondale e caratterizzato prevalentemente da materiale di tipo coesivo, dove si possono innescare pressioni neutre, si è calcolata la *capacità portante*  $q_{amm}$  per condizioni iniziali di tipo "a breve termine" e con i parametri del terreno in termini di *tensioni totali*. Per il calcolo si è utilizzata la relazione generale di *Brinch-Hansen* adottando i fattori correttivi. Si veda l'*Appendice B* per l'illustrazione del metodo di calcolo.

Nella *valutazione deterministica* si è usato un coefficiente di sicurezza (F) pari a 3 (tre).

Nella *valutazione semiprobabilistica* si sono assunti i valori caratteristici, cioè un valore al quale è associata una prefissata probabilità di non superamento<sup>2</sup>. In particolare, per tenere conto di eventuali altre cause d'indeterminazione, si è applicato ai valori caratteristici di resistenza del terreno un coefficiente di sicurezza parziale in funzione dello stato limite considerato, qui SLU.

Pertanto, si sono assunti:

$$\lg \varphi_p = \frac{\lg \varphi_k}{1,25}; \quad c_p = \frac{c_k}{1,60}; \quad c_{up} = \frac{c_{uk}}{1,40}$$

dove:

- $\varphi_p$  = angolo di attrito di progetto;
- $c_p$  = coesione drenata di progetto;
- $c_{up}$  = coesione non drenata di progetto.

Si veda anche la Tabella 7.2.1 del citato T.U.. Al valore di portanza ricavato si è applicato un ulteriore fattore di sicurezza pari a 1.

Il progettista, nelle verifiche nei confronti degli stati ultimi e di esercizio, deve tener conto di quanto riportato nel paragr. 7.2.5.1 del T.U. dove:  $E_d$  (valore di progetto dell'azione) è  $\leq$  di  $R_d$  (valore di progetto della resistenza del terreno).

Per i calcoli s'è utilizzato codice di calcolo licenziato.

Per il calcolo della capacità portante si deve notare che, con le equazioni normalmente utilizzate, all'aumentare di B la  $q_{lim}$  tende a crescere.

In terreni stratificati si può anche verificare che ad un incremento di B segua una diminuzione di  $q_{lim}$ . Ciò accade quando strati con caratteristiche meccaniche scadenti sono posti sotto strati con caratteristiche migliori.

Con tale premesse, si è verificata la  $q_{lim}$  impostando la profondità di posa (D) della *fondazione a platea* - 0.5 m da p.c. attuale, previo scorticamento del terreno vegetale e sostituzione eventualmente con terreno di sottofondo.

La larghezza fondale B di ciascuna struttura, contenente due abitazioni, è stata assunta ~14 m, mentre la lunghezza L è di ~16.5 m. Come già detto le verifiche sono state fatte assumendo una accelerazione al suolo  $\alpha = 0.15g$ , come da normativa.

Con tali premesse si sono ricavati i seguenti risultati.

Struttura 1			Struttura 2		
B (m)	$q_{amm}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	SLU (Kg/cm <sup>2</sup> )	B (m)	$q_{amm}$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	SLU (Kg/cm <sup>2</sup> )
14	1.10	2.65	14	0.53	1.01

La *Scheda 6* riporta i fattori correttivi che concorrono alla definizione delle singole  $q_{lim}$  e  $q_{amm}$ .

<sup>2</sup> L'Eurocodice 7 fissa, per i parametri della resistenza al taglio, una probabilità di non superamento del 5%, alla quale corrisponde, per una distribuzione di tipo gaussiana, un valore di  $x$  uguale a -1,645

La profondità del cuneo efficace risulta di 8,25 m da piano fondale.

Da notare che l'aumento della profondità del piano di posa ( $D$ ) produce un conseguente aumento della  $q_{lim}$  per l'effetto stabilizzante del sovraccarico laterale; al contrario diminuzioni di  $D$  produce diminuzione anche della  $q_{lim}$ .

I cedimenti teorici sono stati calcolati, dopo aver calcolato i bulbi di pressione relativi alle fondazioni, utilizzando la *Teoria dell'Elasticità*. Per la definizione dei metodi usati si veda l'*Appendice C*. I parametri geomeccanici di deformabilità dei terreni sono stati ricavati mediante correlazioni empiriche con la  $q_c$  delle prove condotte. Il tempo di calcolo per i cedimenti di consolidazione è stato preso pari a 20 anni, mentre quello per i cedimenti secondari pari a 30 anni. Nel calcolo s'è tenuto conto dello spessore di terreno asportato, fattore questo che riduce l'effettivo carico imposto.

Utilizzando il valore del carico ammissibile ( $q_{amm}$ ) ricavato, si sono valutate le deformazioni teoriche indotte ed i cedimenti riportati nelle Tabelle seguenti.

Tabella 2.- Cedimenti totali e differenziali calcolati per fondazione a platea  $B=14$  m e  $L=16.5$  m

Struttura n°	Carico - $q$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cedimento massimo - $S$ per fondazione flessibile (cm)	Massimo cedimento differenziale $\delta$ (cm)	Massima deformazione angolare $\beta$ (‰)	Cedimento massimo - $S$ Fondazione rigida (cm)
1	1.10	22.4	12.1	1.116	17.9
2	0.53	14.5	8.6	0.794	11.6

La distorsione angolare tra le due fondazioni a platea risulta essere di 0.003668 con fondazioni flessibili, mentre si riduce a 0.002934 se rigide.

Poiché, le deformazioni indotte da questi carichi e le distorsioni angolari tra le due fondazioni danno dei valori eccessivi e non sopportabili dal sistema, si è cercata la  $q_{amm}$  in grado di produrre deformazioni massime ammissibili per la tipologia fondale assunta.

## 10.2 PORTATA D'ESERCIZIO E CEDIMENTI TEORICI DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Ripetendo in maniera iterativa i calcoli si è ricavata la *capacità portante* ( $q_{amm}$ ) atta a ridurre le deformazioni totali entro i termini ammissibili e con valori di distorsione angolare pure accettabili. Essa è:

Struttura 1:  $q_{amm} = 0.53$  Kg/cm<sup>2</sup> (52 KN/m<sup>2</sup>)

Struttura 2:  $q_{amm} = 0.45$  Kg/cm<sup>2</sup> (44 KN/m<sup>2</sup>)

Assumendo le stesse formule e criteri adottati precedentemente, si sono ricavati i cedimenti teorici indotti da questi carichi d'esercizio.

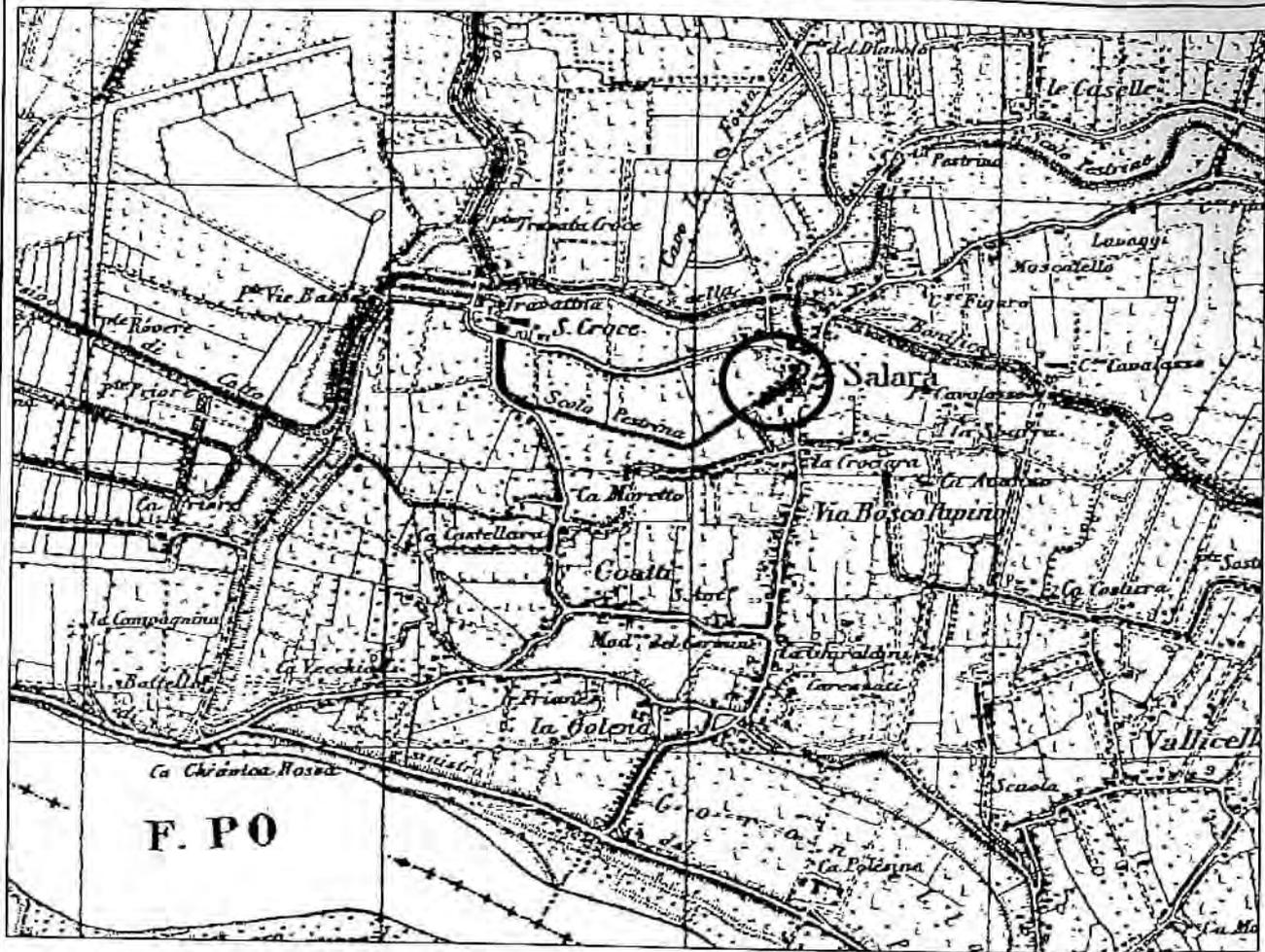
Tabella 3.- Cedimenti totali e differenziali calcolati con i carichi d'esercizio fissati

Struttura n°	Carico - $q$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cedimento massimo - $S$ per fondazione flessibile (cm)	Massimo cedimento differenziale $\delta$ (cm)	Massima deformazione angolare $\beta$ (‰)	Cedimento massimo - $S$ Fondazione rigida (cm)
1	0.53	9.8	5.3	0.489	7.8
2	0.45	11.1	6.4	0.594	8.9

La distorsione angolare tra le due fondazioni a platea risulta ora essere di 0.000625 con fondazioni flessibili, mentre si riduce a 0.000500 se rigide.

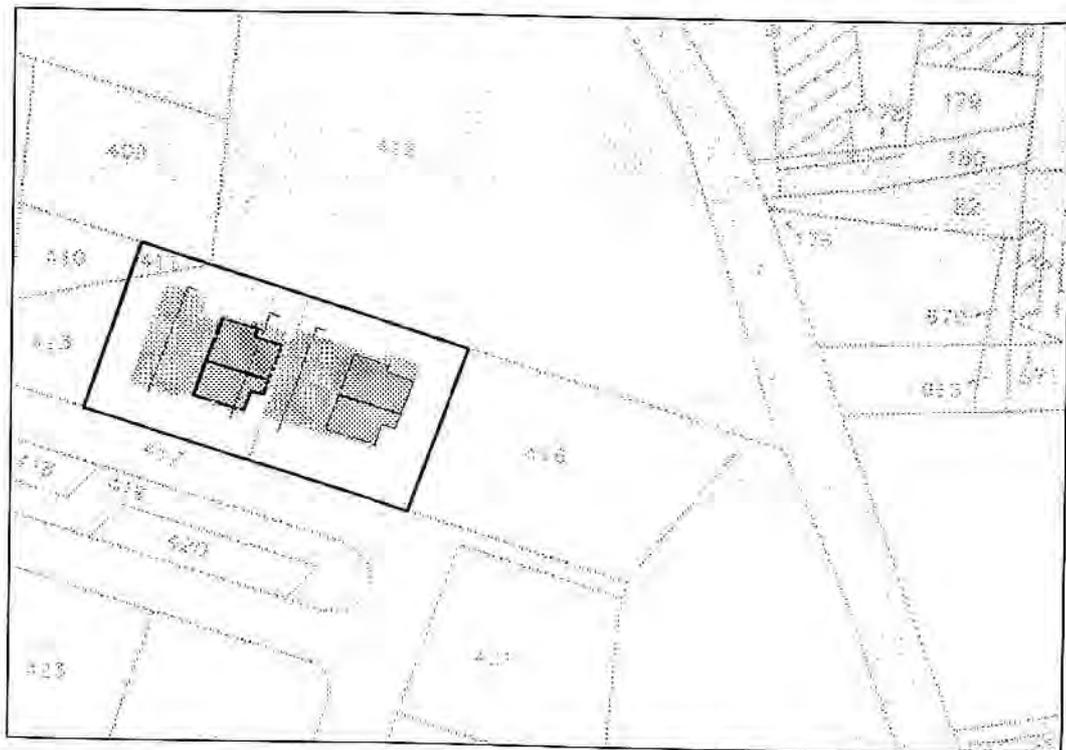
Dall'analisi dei risultati esposti emerge, anche:

- Del carico d'esercizio ricavato si terrà conto al fine di mantenere condizioni geotecniche di stabilità del sistema "opera+terreno" sia nei confronti della resistenza sia della deformabilità



F. PO

1



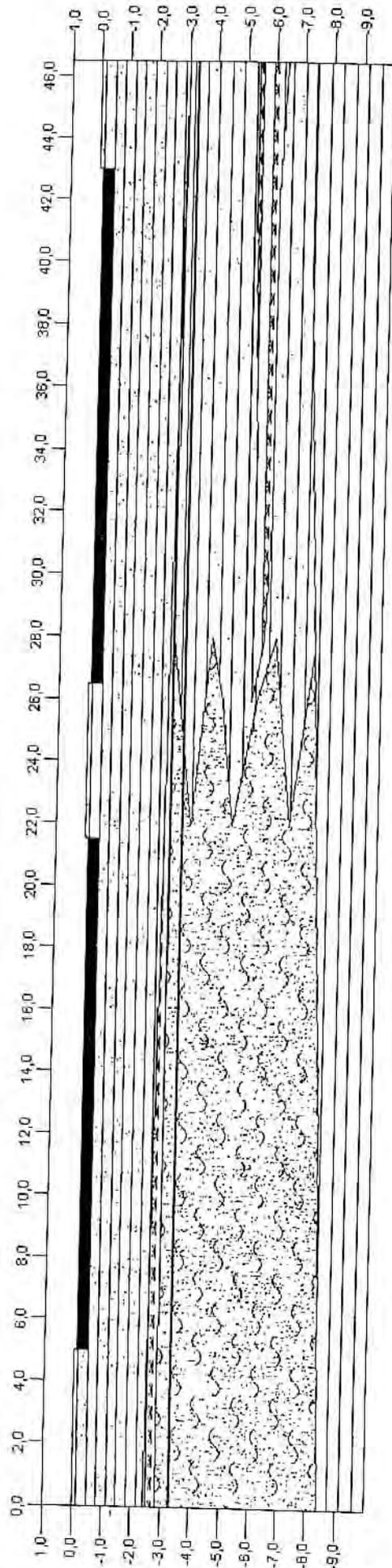
2

1= estratto IGM Fg. 75 1 NE Ficarolo  
 2= estratto NCT Fg. 70 mappali 411-414-415

Planimetrie

Scheda 1

- LEGENDA:
- Argilla sabbiosa
  - Argilla poco consistente
  - Sabbia deb limosa
  - Argilla



struttura 1

struttura 2

Modello litostратigrafico dedotto dalle prove CPT

Scheda 5

Committente: Costruzioni Ponzilacqua srl

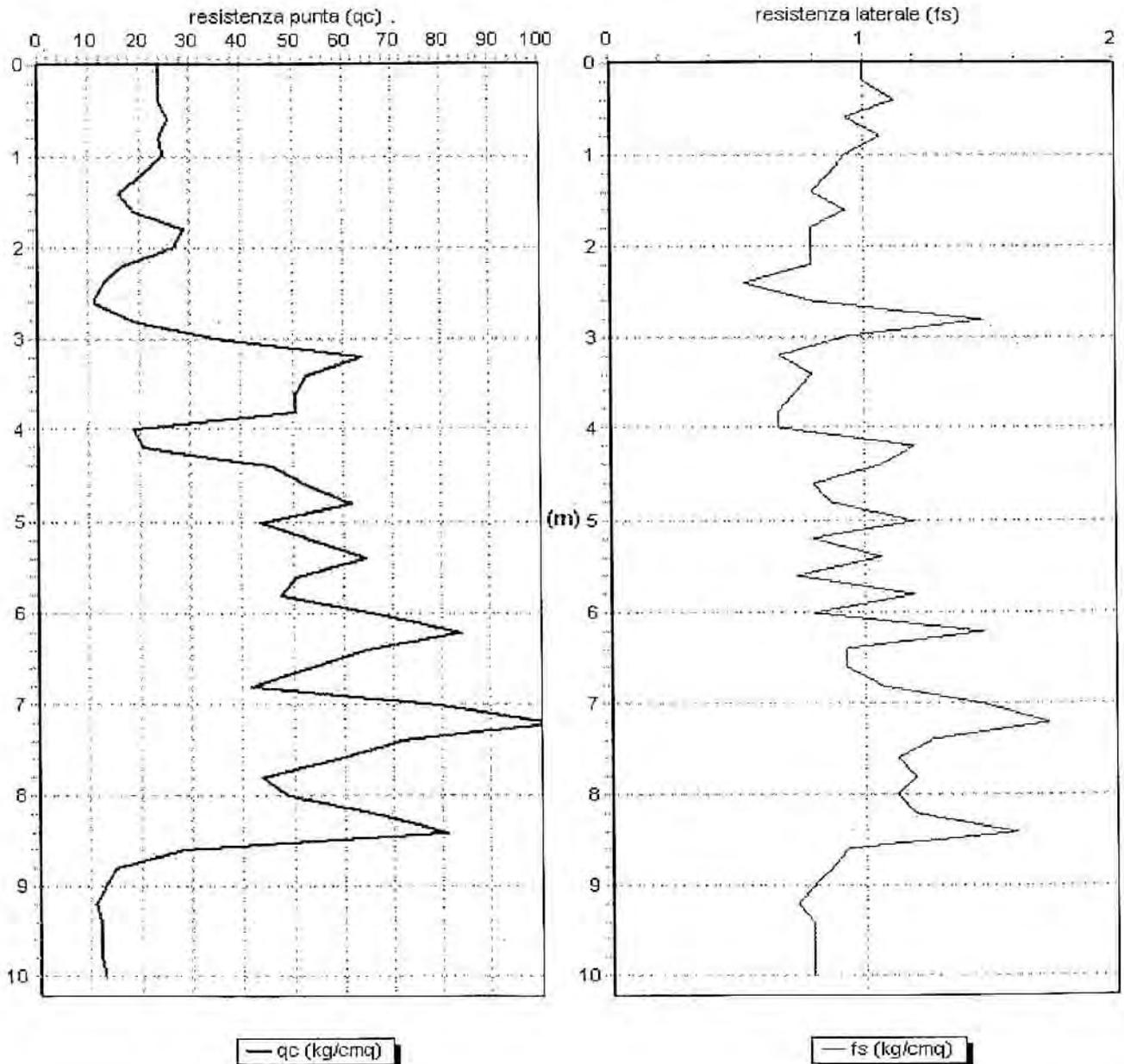
Località: Salara (RO)

Attrezzatura: Pergeo 10 ton

Sigla cantiere: 380-06

Prova 1

**Grafico della prova**



Profondità della falda dal p.c.(m): 3,45

**Allegato 1**

Committente: Costruzioni Ponzilacqua srl

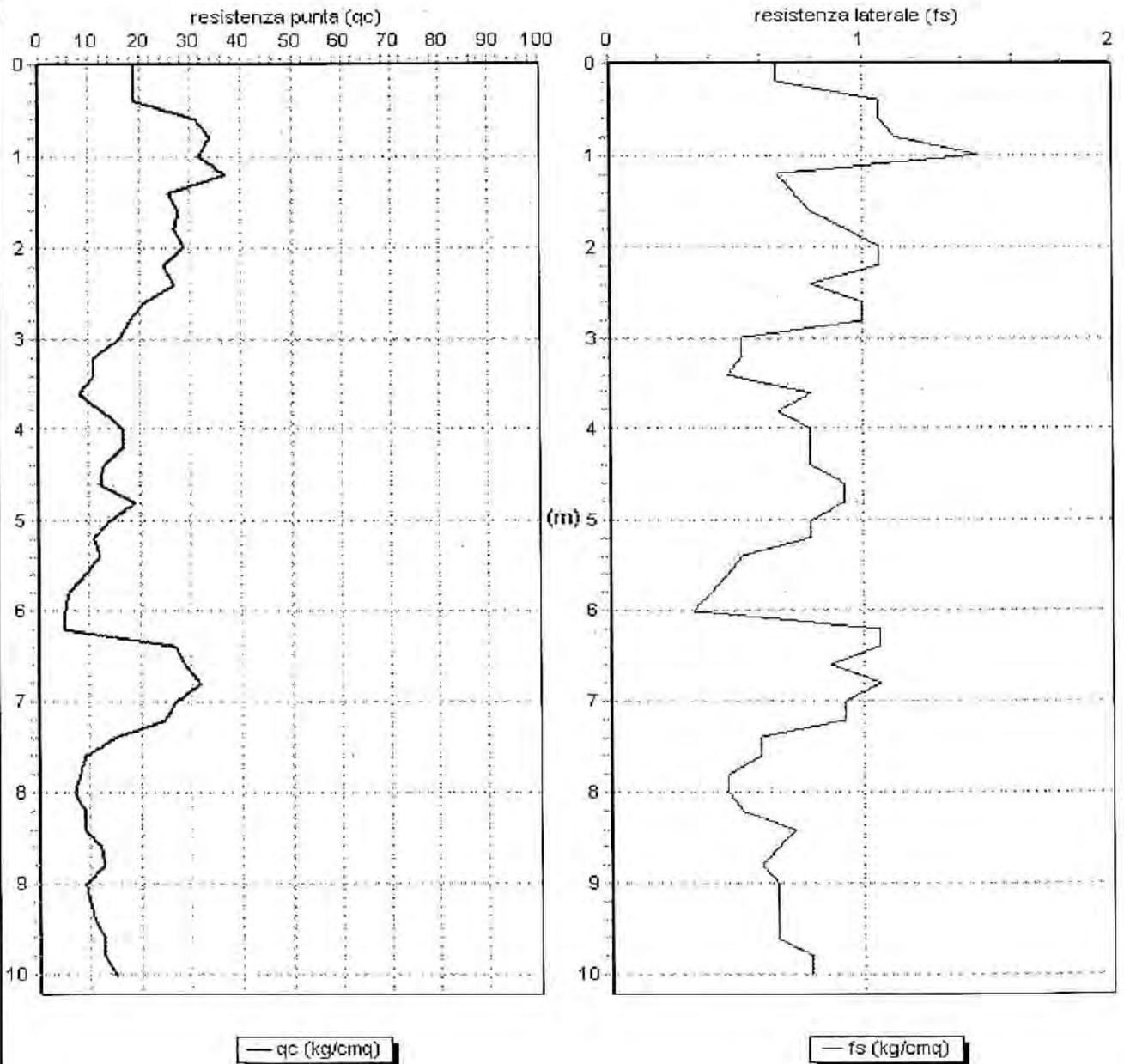
Località: Salara (RO)

Attrezzatura: Pergeo 10 ton

Sigla cantiere: 380-06

Prova 2

### Grafico della prova



Profondità della falda dal p.c.(m): 3,3

**Allegato 2**

Committente: Costruzioni Ponzilacqua srl

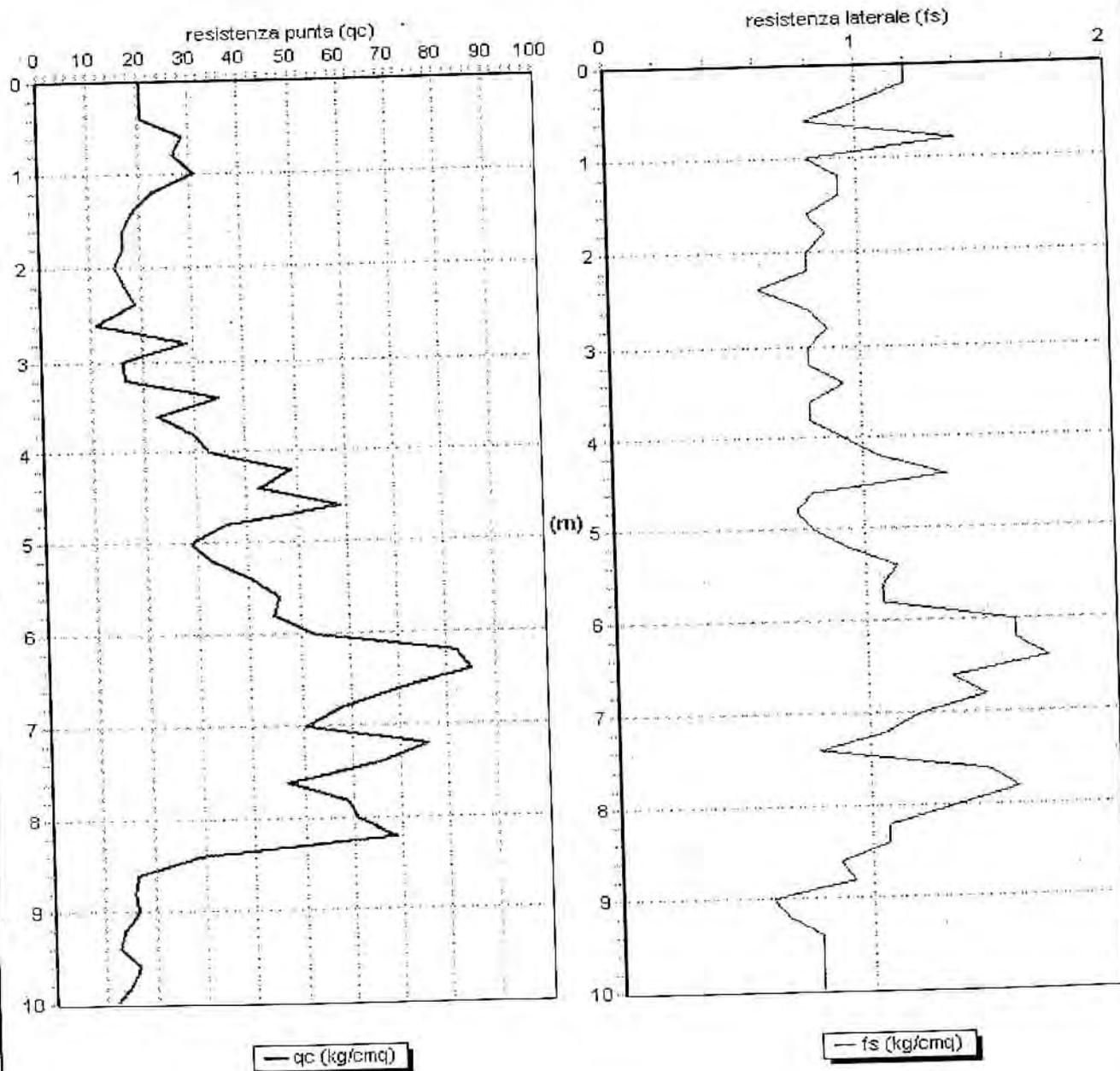
Località: Salara (RO)

Sigla cantiere: 380-08

Attrezzatura: Pergeo 10 ton

Prova 3

**Grafico della prova**



Profondità della falda dal p.c.(m): 3,4

**Allegato 3**

ALL. n. 8

# GEO 3

Geologia-Geotecnica-Geomorfologia  
Dott. Geol. Luciano Alberti

Uff. Via G. Oberdan, 7 45100 Rovigo  
Tel-Fax 0425/422012  
Ab. 0425/34930 Cell. 338/1581945  
E-Mail albertiluciano@libero.it  
C.F. LBR LCN 48T13A435C  
P.IVA 00251660296

22/11/2008  
3 4  


=====

**OGGETTO :** Costruzione fabbricato ad uso civile abitazione.

**LOCALITA' :** Salara (Ro) – Foglio 7-mappale 405.

=====

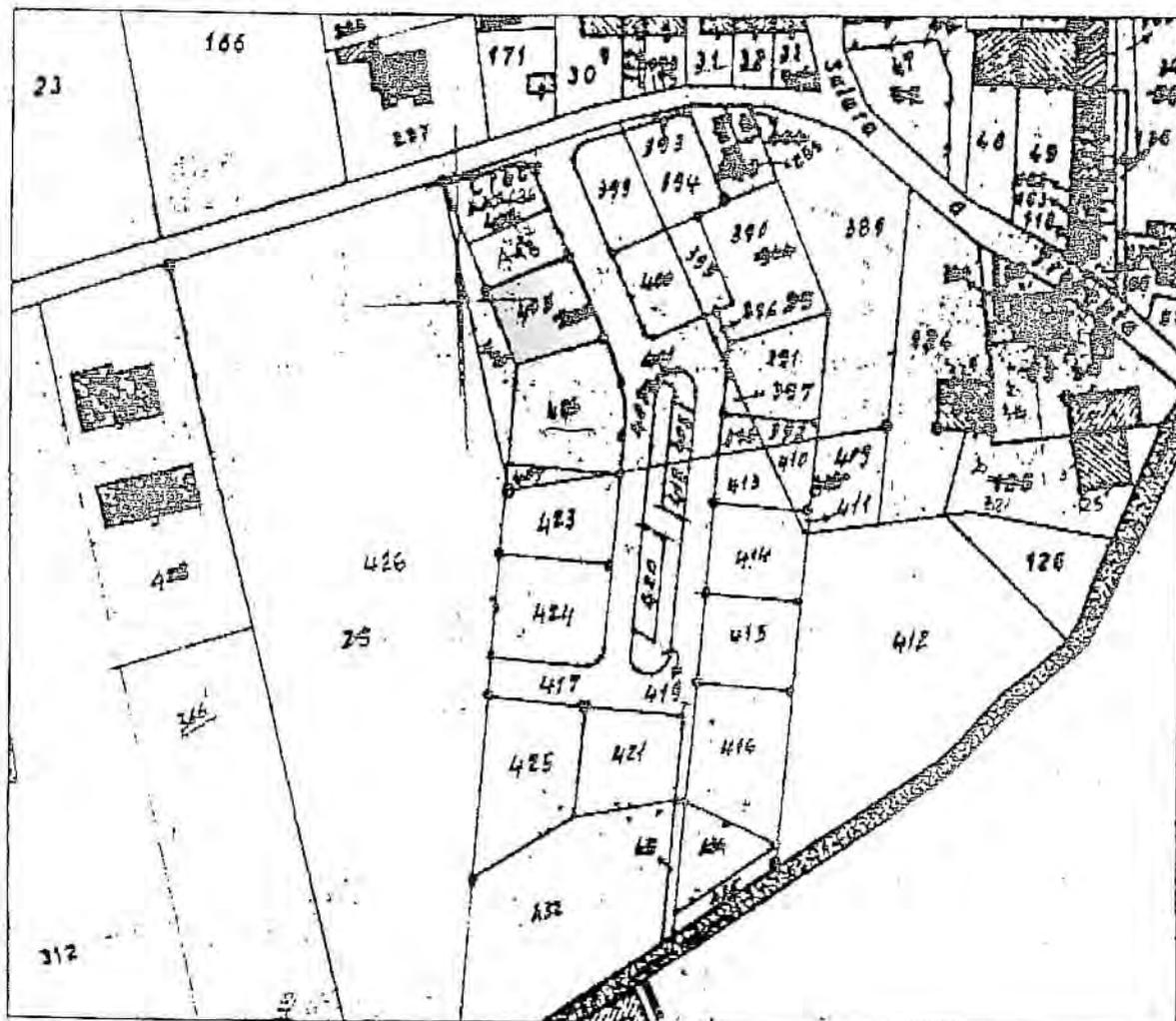
## RELAZIONE DI GEOLOGIA – TECNICA

**IL RELATORE DOTT. GEOL. ALBERTI LUCIANO**

La relazione che segue e' conforme al D.M. 11/3/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilit  dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

La zona di studio ha una sismicit  variabile da 0,075 a 0,100g viene ugualmente classificata secondo EC7 e EC8.





**ESTRATTO DI MAPPA**  
scala 1:2000

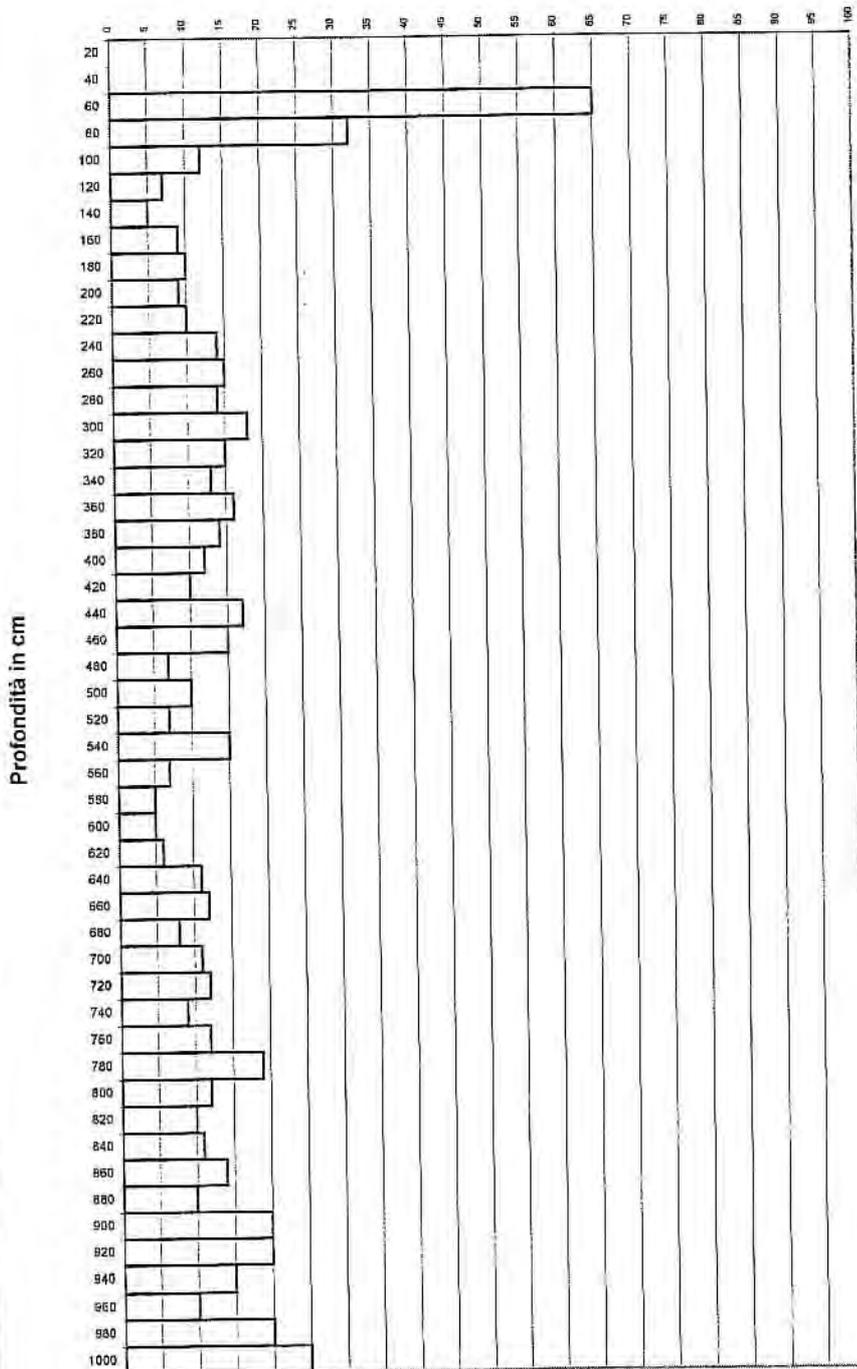


# PROVA PENETROMETRICA N° 1

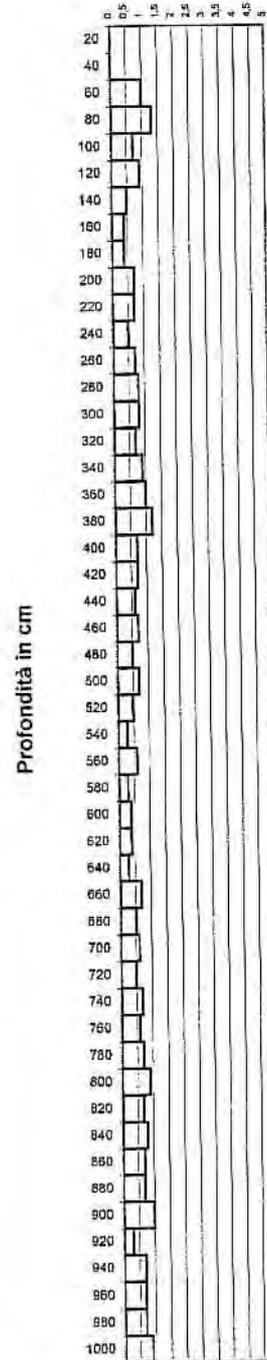
VALORI DI Rp e Ri CON LETTURA DIGITALE RESTITUZIONE REALE E LITOLOGIA PRESUNTA  
 PENETROMETRO STATICO OLANDESE TIPO GOUDA DA 15 t

RIFERIMENTO : Geom. Mazzali Luca  
 COMMITTENTE : Barbi-Tegazzini  
 LOCALITA' E DATA : Salara  
 QUOTA INIZIO : Piano campagna  
 PROFONDITA' FALDA : 1,80 m da quota inizio

Pressione sulla punta di penetrazione Kg/cm<sup>2</sup>



Resistenza laterale Kg/cm<sup>2</sup>



## DESCRIZIONE DELLA PROVA PENETROMETRICA

In particolare si può affermare che:

- dalla quota inizio, della prova penetrometrica, fino alla profondità di 1,00 metri esiste uno strato limo argilloso essiccato con torbe ed argille organiche che genera una Rpm (Resistenza media alla punta) di 50 kg/cmq;
- da 1,00 a 1,40 metri circa si nota la presenza di limi ed argille la cui Rpm si calcola attorno a 5 kg/cmq;-
- da 1,40 a 2,20 metri circa si nota la presenza di limi argillosi con torbe ed argille organiche la cui Rpm si calcola attorno a 9 kg/cmq;
- da 2,20 a 4,00 metri circa si nota la presenza di limi ed argille con torbe ed argille organiche la cui Rpm si calcola attorno a 15 - 18 kg/cmq;-
- da 4,00 a 4,60 metri circa si nota la presenza di limi ed argille la cui Rpm si calcola attorno a 15 kg/cmq;
- da 4,60 a 6,20 metri circa si nota la presenza di torbe ed argille organiche la cui Rpm si calcola attorno a 6 kg/cmq;
- da 6,20 a 8,80 metri circa si nota la presenza di limi ed argille la cui Rpm si calcola attorno a 12 kg/cmq;
- seguono sino a fine prova, limi sabbiosi dove la Rpm si stima da 15 kg/cmq .

**Trattasi di un terreno dalle modeste capacità portanti.**

- $p$  = pressione efficace alla quota d'imposta della fondazione pari  $\gamma \times D$ ;
- $B$  = larghezza della fondazione in metri;
- $N_c, N_q, N_\gamma$  = fattori di capacità portante (adimensionali) dipendenti dall'angolo di attrito interno  $\phi$  del terreno se granulare. (TERZAGHI)
- $D$  = profondità d'imposta della fondazione.

La prima parte della formula considera che il terreno abbia coesione e angolo di attrito ma nessun peso;

la parte centrale che il materiale abbia solo attrito e sia soggetto al sovraccarico;

la terza parte che il materiale abbia peso e attrito ma nessuna coesione.

Per l'occasione si e' adottato un coefficiente di sicurezza pari a 3 onde ottenere il carico ammissibile sul terreno, quindi :

$$q_{amm} = \frac{qd}{3}$$

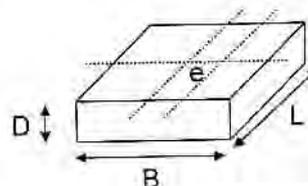
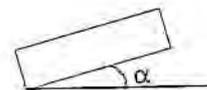
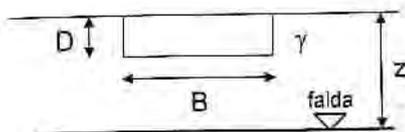
DALL'APPLICAZIONE DELLA FORMULA RISULTA UNA PRESSIONE AMMISSIBILE DI 0,65 Kg/cmq.

SI ALLEGANO ALCUNE CALCOLAZIONI PER DIVERSE DIMENSIONI DELLE FONDAZIONI.

# Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

## 1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

B =	1,00	[ m ]
L =	10,00	[ m ]
D =	0,80	[ m ]
R =	0,00	[ m ]
e =	0,00	[ m ]
$\alpha$ =	0,00	[ ° ]



## 2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

$\gamma$ =	1650,00	[ kg / m <sup>3</sup> ]
$\phi$ =	6	[ ° ]
$\delta$ =	4	[ ° ]
c =	0,22	[ kg / cm <sup>2</sup> ]
Kp =	1,233	
ca =	0,00	[ kg / cm <sup>2</sup> ]

Presenza della falda: SI

Z = 0,6 [ m ]

Fattore di sicurezza = 3

## 3 - Metodo di calcolo proposto da Terzaghi ( 1943 ):

Tipo di Fondazione: **Nastriforme**

Fattori di forma:

sc = 1

sq = 1

sy = 1

Nq =	1,812
Nc =	7,73
N $\gamma$ =	0,591

Q =	194.273,66	[ kg ]
Qult =	1,94	[ kg / cm <sup>2</sup> ]
Qamm =	0,65	[ kg / cm <sup>2</sup> ]

→ capacità portante

## 4 - Metodo di calcolo proposto da Meyerhof ( 1963 ):

Fattori di forma

sc = 1,025

sq = 1,012

sy = 1,012

Fattori di profondità

dc = 1,178

dq = 1,089

dy = 1,089

Fattori di inclinazione

ic = 1,000

iq = 1,000

iy = 1,000

Nq =	1,716
Nc =	6,813
N $\gamma$ =	0,106

Q =	204.429,05	[ kg ]
Qult =	2,04	[ kg / cm <sup>2</sup> ]
Qamm =	0,68	[ kg / cm <sup>2</sup> ]

→ capacità portante

## LEGENDA:

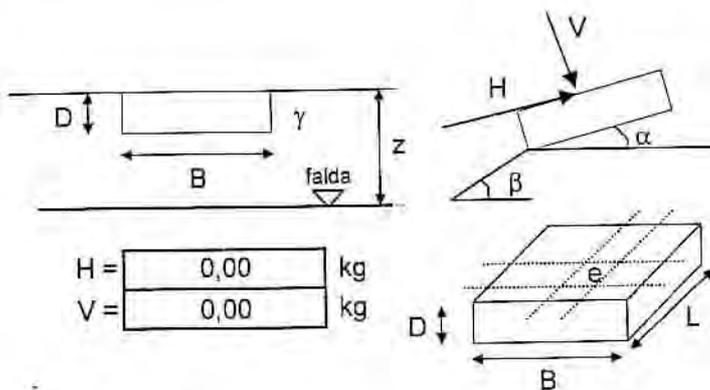
B = Larghezza della fondazione  
 L = Lunghezza della fondazione  
 D = Profondità piano di posa fondazione  
 R = Raggio della fondazione  
 Z = Quota falda dal p.c.  
 e = Eccentricità in B  
 $\alpha$  = Angolo d'inclinazione fondazione

N = Sforzo normale  
 T = Sforzo di taglio  
 $\gamma$  = Peso di volume del terreno  
 $\phi$  = Angolo di attrito  
 $\delta$  = Angolo di attrito terreno - fondazione  
 c = Coesione  
 Kp = Coeff. Spinta passiva  
 ca = adesione lungo la base fondale

# Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

## 1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

B =	1,00	[ m ]
L =	10,00	[ m ]
D =	0,80	[ m ]
$e_B$ =	0,00	[ m ]
$e_L$ =	0,00	[ m ]
$\alpha$ =	0,00	[ ° ]



H =	0,00	kg
V =	0,00	kg

## 2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

$\gamma$ =	1650,00	[ kg / m <sup>3</sup> ]
$\phi$ =	6	[ ° ]
$\delta$ =	4	[ ° ]
c =	0,22	[ kg / cm <sup>2</sup> ]
Kp =	1,233	
ca =	0,00	[ kg / cm <sup>2</sup> ]
$\beta$ =	0,00	[ ° ]

Presenza della falda: SI

Z = 0,6 [ m ]

Fattore di sicurezza = 3

## 3 - Metodo di calcolo proposto da Brinch - Hansen :

Fattori di forma	sc = 1,025	sq = 1,012	sy = 1,012
Fattori di profondità	dc = 1,323	dq = 1,135	dy = 1,000
F. inclinazione carico	ic = 1,000	iq = 1,000	iy = 1,000
F inclinaz. piano di posa	bc = 1,000	bq = 1,000	by = 1,000
F. inclinazione Terreno	gc = 1,000	gq = 1,000	gy = 1,000

## VERIFICA APPLICABILITA' DEL METODO:

$H < V \tan \delta + Af ca$   
 $\beta \leq \phi$   
 $i_q, i_y > 0$   
 $\beta + \alpha \leq 90^\circ$

Componenti di carico assenti  
 Verifica Soddisfatta  
 Verifica Soddisfatta  
 Verifica Soddisfatta

$N_q$ =	1,716
$N_c$ =	6,813
$N_\gamma$ =	0,571

Q =	229.164,22	[ kg ]	capacità portante
Qult =	2,29	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	
Qamm =	0,76	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	

## LEGENDA:

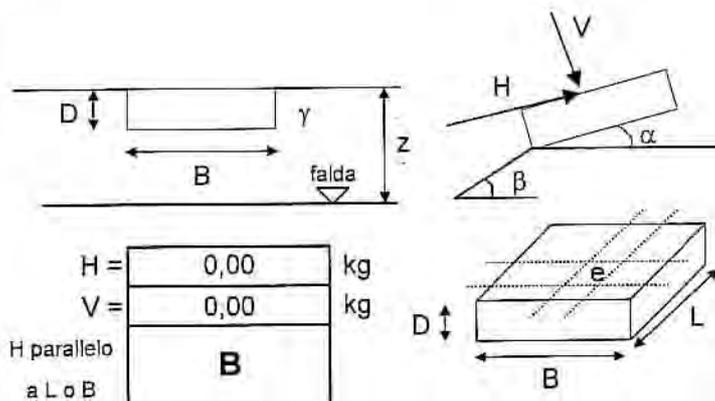
B = Larghezza della fondazione  
 L = Lunghezza della fondazione  
 D = Profondità piano di posa fondazione  
 R = Raggio della fondazione  
 Z = Quota falda dal p.c.  
 $e_B, e_L$  = Eccentricità in B o in L  
 $\alpha$  = Angolo d'inclinazione fondazione  
 $\beta$  = Angolo d'inclinazione pendio

N = Sforzo normale  
 T = Sforzo di taglio  
 $\gamma$  = Peso di volume del terreno  
 $\phi$  = Angolo di attrito  
 $\delta$  = Angolo di attrito terreno - fondazione  
 c = Coesione  
 Kp = Coeff. Spinta passiva  
 ca = adesione lungo la base fondale  
 $H, V_i$  = Componenti del carico Tangente e Normale alla base.

# Calcolo della Capacità Portante di una fondazione superficiale

## 1 - Caratteristiche e tipologia fondale:

B =	1,00	[ m ]
L =	10,00	[ m ]
D =	0,80	[ m ]
e <sub>B</sub> =	0,00	[ m ]
e <sub>L</sub> =	0,00	[ m ]
α =	0,00	[ ° ]



H =	0,00	kg
V =	0,00	kg
H parallelo a L o B		
<b>B</b>		

## 2 - Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione:

γ =	1650,00	[ kg / m <sup>3</sup> ]
φ =	6	[ ° ]
δ =	4	[ ° ]
c =	0,22	[ kg / cm <sup>2</sup> ]
K <sub>p</sub> =	1,233	
ca =	0,00	[ kg / cm <sup>2</sup> ]
β =	0,00	[ ° ]

Presenza della falda: SI

Z = 0,6 [ m ]

Fattore di sicurezza = 3

FONDAZIONE: Rettangolare

## 3 - Metodo di calcolo secondo l' Eurocodice 7 ( Metodo EC7):

Fattori di forma	sc = 1,025	sq = 1,010	sy = 0,970
Fattori di profondità	dc = 1,105	dq = 1,135	dy = 1,000
F. inclinazione carico	ic = 1,000	iq = 1,000	iy = 1,000
F. inclinaz. piano di posa	bc = 1,000	bq = 1,000	by = 1,000
F. inclinazione Terreno	gc = 1,000	gq = 1,000	gy = 1,000

## VERIFICA APPLICABILITA' DEL METODO (Brinch-Hansen):

$H < V \tan \delta + Af ca$   
 $\beta \leq \phi$   
 $i_q, i_y > 0$   
 $\beta + \alpha \leq 90^\circ$

Componenti di carico assenti  
 Verifica Soddisfatta  
 Verifica Soddisfatta  
 Verifica Soddisfatta

N <sub>q</sub> =	1,716
N <sub>c</sub> =	6,813
N <sub>γ</sub> =	0,151

Q =	165.150,53	[ kg ]	capacità portante
Q <sub>ult</sub> =	1,65	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	
Q <sub>amm</sub> =	0,55	[ kg / cm <sup>2</sup> ]	

## LEGENDA:

B = Larghezza della fondazione  
 L = Lunghezza della fondazione  
 D = Profondità piano di posa fondazione  
 R = Raggio della fondazione  
 Z = Quota falda dal p.c.  
 e<sub>B</sub>, e<sub>L</sub> = Eccentricità in B o in L  
 α = Angolo d'inclinazione fondazione  
 β = Angolo d'inclinazione pendio

N = Sforzo normale  
 T = Sforzo di taglio  
 γ = Peso di volume del terreno  
 φ = Angolo di attrito  
 δ = Angolo di attrito terreno - fondazione  
 c = Coesione  
 K<sub>p</sub> = Coeff. Spinta passiva  
 ca = adesione lungo la base fondale  
 H; V; = Componenti del carico Tangente e Normale alla base.

**COMUNE DI SALARA  
PROVINCIA DI ROVIGO**

**POLESINE TLC**

Via della Pace, 5  
45100 ROVIGO

**PROGETTO DI INFRASTRUTTURE PER STAZIONE RADIO BASE PER  
L'ESPLETAMENTO DEL SERVIZIO PUBBLICO RADIOMOBILE DI  
COMUNICAZIONE DA REALIZZARSI IN LOCALITA' SALARA (RO).  
IMPIANTI POLESINE TLC IV STRALCIO**

NOME DEL SITO: SALARA Z.I.



COMUNE DI SALARA  
UFFICIO TECNICO  
Legge n. 489 del 2/11/1999 art. 17 comma 2 lett. a)  
Il Comune è in possesso del titolo autorizzativo  
in data 05/09/2007  
Post. N. 2/07

**RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA**

Padova, 27 Novembre 2006

**S.I.R. GEO S.R.L.**  
Dott. Geol. L. CASCONATO

# RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA

## GENERALITA'

Su incarico e dietro indicazioni della Committente è stata eseguita una campagna geognostica nell'area destinata ad accogliere un palo poligonale per radiotelecomunicazioni di telefonia cellulare in località SALARA (RO) - nome del sito SALARA Z.I., al fine di esaminare i problemi geotecnici connessi con le opere di fondazione.

La presente indagine, oltre che rispondere all'esigenza di una corretta e razionale progettazione delle opere di fondazione, ottempera ai dispositivi della seguente normativa:

- *D.M.11/3/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"*
- *Legge dell'11.02.1994 n° 109 che riguarda i Lavori Pubblici; il relativo regolamento di attuazione con DPR del 21.12.99 n° 554*
- *Cir. Min.LL.PP. del 09/01/1996 n° 218/24/3 contenente le relative istruzioni per l'applicazione*
- *Circ. Regionale n° 9 del 5 Aprile 2000.*
- *D.P.R. del 06.06.2001 n° 380 art. 52*

Tale indagine, su richiesta del committente, è consistita nell'esecuzione di **n. 1 prova penetrometrica statica.**

L'indagine effettuata ha consentito di analizzare le caratteristiche geotecniche dei terreni presenti nel sottosuolo fino alla profondità di **16m da p.c.** La prova si è interrotta per rifiuto strumentale.

I punti d'indagine sono riferiti al piano campagna. Resta a carico della committente la quotatura dei punti delle prove rispetto a un capo saldo (c.s.).

Il **livello della falda** alla data attuale, misurata nel foro della prova penetrometrica è stato individuato alla profondità di **-1.8m da p.c.** Tale valore è puramente indicativo data la metodologia di misura e potrebbe subire delle variazioni a seconda delle condizioni meteorologiche.

IN ALLEGATO SONO RIPORTATI:

- Una planimetria con l'ubicazione della prova penetrometrica;
- n. 1 diagramma della prova penetrometrica;
- n. 1 tabella di calcolo del cedimento teorico assoluto.

## PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

Nei diagrammi penetrometrici allegati sono riportate, in funzione della profondità, le misure effettuate, per ogni 0.20 m di avanzamento, della:

- Resistenza alla punta  $R_p$  espressa in  $Kg/cm^2$ ;
- Resistenza di attrito laterale locale ( $ral$ ) in  $Kg/cm^2$ ;
- L'interpretazione stratigrafica desunta dal rapporto  $R_p/ral$  (Begemann).

L'analisi dei dati rilevati dall'unica prova eseguita, evidenzia nell'area in esame una situazione stratigrafica caratterizzata dalla presenza predominante di argilla medi e molle nei primi 6m indagati. A partire da tale quota si evidenzia la presenza di un banco di sabbia medio grossa e ghiaiosa riscontrata fino alla profondità investigata di 16m. La prova si è interrotta per rifiuto strumentale.

Prendendo come quota di riferimento il piano campagna e procedendo verticalmente, risultano individuati i seguenti livelli:

PROFONDITA' Da metri	a metri	$R_p$ $Kg/cm^2$	$C_u$ $Kg/cm^2$	$\phi$ °	INTERPRETAZIONE LITOLOGICA SECONDO BEGEMANN
0.00	1.00	-	-	-	Terreno vegetale e/o riporto poco compatto.
1.00	4.40	12	0.5	-	Argilla media a tratti limosa.
4.40	6.20	5	0.2	-	Argilla molle.
6.20	16.00	100	-	38	Sabbia grossa ghiaiosa.

N.B.: I valori di  $R_p$  (Resistenza di punta),  $C_u$  (coesione non drenata) e  $\phi$  (angolo di attrito interno) sono da considerarsi valori medi dello strato ottenuti indirettamente da valori medi degli strati ricavati da prove puntuali.

La descrizione stratigrafica, anch'essa ottenuta indirettamente dall'elaborazione dei dati medi dei valori meccanici sopra descritti, per poter rappresentare correttamente la situazione reale, deve essere sempre verificata mediante un sondaggio stratigrafico con il recupero dei materiali carotati.

## DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Sull'area di indagine, si deve realizzare una stazione radio base per la diffusione ed il ricevimento dei segnali radio, con l'installazione di una torre con giunti innesto per un'altezza complessiva di 30m.

La fondazione prevista dal calculatore per il pilone è di tipo superficiale a plinto; dall'analisi dell'unica prova penetrometrica eseguita si prevede una profondità d'incastro di circa -1.8 m da p.c.

I carichi forniti dal progettista risultano i seguenti: Momento  $M \cong 64.255Kgm$ ; componente verticale  $N \cong 6.251 Kg$ ; Taglio  $T \cong 3.381Kg$ . I valori non sono comprensivi del peso proprio del plinto.

Occorre verificare la portata e i cedimenti del terreno alla luce dei risultati dell'indagine e della normativa vigente (D.L. 11/03/88).

## SUGGERIMENTI PER LA SCELTA DELLE FONDAZIONI

Nell'ipotesi di un piano di appoggio delle fondazioni a -1.8m circa da p.c., i terreni di interesse geotecnico al disotto delle fondazioni superficiali presentano caratteristiche meccaniche mediocri, con la presenza prevalente di terreni argillosi medio molli e limosi. Per cui la pressione ammissibile, calcolata in termini di pressioni totali (verifica a breve termine - condizioni non drenate), la si ottiene applicando la relazione del Terzaghi:

$$Q_d = 1.3 \times c \times N_c + \delta \times H \times N_q + 0.4 \times \delta \times B \times N_\gamma$$

*che per terreni coesivi diventa:*

$$Q_d = 1.3 \times c \times N_c + \delta \times H \times N_q$$

nella quale:

- $c = 3.5 \text{Ton/m}^2$ ;
- $N_c$  ed  $N_q$  = coefficienti di Terzaghi: con  $\phi = 0$  si ha che  $N_c = 5.7$  ed  $N_q = 1$
- $\delta$  = peso di volume del terreno =  $0.8 \text{T/m}^3$  (ammettendo che la falda possa risalire a quota fondazione);
- $H$  = profondità di incastro = 1.8m.

Da cui sostituendo si ha:

$$Q_d = 1.3 \times 3.5 \times 5.7 + 0.8 \times 1.8 \times 1$$

$$Q_d \approx 27 \text{Ton/m}^2$$

$$Q_a \approx 9 \text{Ton/m}^2$$

La pressione ammissibile  $Q_a$ , con fattore di sicurezza pari a 3, risulterebbe di circa  $0.9 \text{kg/cm}^2$  per fondazioni a plinto.

Occorre comunque verificare il comportamento della struttura dal punto di vista dei cedimenti.

## CEDIMENTI DI FONDAZIONI A PLINTO

I carichi considerati prevedono sollecitazioni permanenti sulle fondazioni dell'ordine di circa  $6.2\text{T}$  (*escluso peso plinto*).

Per il calcolo del cedimento massimo teorico, considerando la portanza del terreno e considerando anche il valore del momento, si prevede un plinto quadrato delle dimensioni di 4.2 m di lato e un carico (compreso peso plinto) dell'ordine di 70T. Il calcolo teorico dei cedimenti viene svolto con la seguente espressione:

$$dH = dP \times H \times M_v$$

dove:

- $H$  = spessore degli strati compressibili;
- $dP$  = incremento della pressione verticale efficace a metà dello strato compressibile;
- $M_v$  = coefficiente di compressibilità volumetrica desunto dalle prove penetrometriche.

( VEDI TABELLE ALLEGATE )

Nella tavola allegata sono visibili i cedimenti massimi teorici calcolati dell'ordine di 1.5cm in corrispondenza dell'unica prova eseguita per un carico di 70T (compreso peso plinto) e per una pressione ammissibile di  $0.9 \text{Kg/cm}^2$ .

Nel dimensionamento del plinto si è tenuto in considerazione il valore del momento.

## **CONCLUSIONI**

In base all'analisi dei risultati ottenuti dall'unica prova penetrometrica eseguita e in seguito alle verifiche effettuate si possono trarre le seguenti considerazioni:

- A) Il terreno risulta caratterizzato, sotto la quota di posa della fondazione da terreni *prevalentemente argillosi medi e molli a tratti limosi riscontrati fino alla profondità di 6m da p.c.* (vedi descrizione litostratigrafica).
- B) Il carico massimo affidabile al terreno (per terreno assimilabile all'unica prova eseguita) non deve essere superiore a  $0.9\text{Kg/cm}^2$ , per il plinto impostato a  $-1.8\text{m}$  dal p.c. per il solo carico permanente.
- C) Le dimensioni del plinto sono imposte dal valore del momento.
- D) **Considerando la portanza del terreno e considerando il valore del momento, si ipotizza un plinto quadrato delle dimensioni di 4.2m di lato. Per il carico e le dimensioni assunti è stato calcolato un valore del cedimento teorico assoluto dell'ordine di 1.5cm per un plinto impostato a  $-1.8\text{m}$  dal p.c.. Il valore del cedimento calcolato risulta indicativo e approssimato, in quanto ottenuto indirettamente cioè da sole prove penetrometriche e non da valori ottenuti in laboratorio su campioni indisturbati prelevati con un sondaggio meccanico e non tiene conto del cedimento secondario delle argille medio molli connesso con l'oscillazione della falda.**
- E) All'atto dello scavo per l'imposta delle fondazioni occorre verificare l'omogeneità del terreno alla quota di imposta, per rilevare eventuali difformità dalla prova eseguita (es. per la presenza di cavità o fossi nascosti).
- F) Non sono stati previsti ulteriori carichi sul terreno dovuti a sovraccarichi o altro.
- G) L'indagine svolta nell'area in esame è da ritenersi puntuale. La presente relazione si riferisce ai risultati dell'unica prova eseguita; per avere una visione complessiva dell'area in oggetto, sarebbe consigliabile integrare l'indagine con ulteriori 2 prove penetrometriche statiche.
- H) **I parametri meccanici e la situazione stratigrafica devono soddisfare quanto riportato nella nota a pagina 3 della seguente relazione.**
- I) In sede esecutiva dovranno essere verificate le condizioni assunte nelle presente relazione con gli esecutivi statici.

**PROVA C.P.T.****CALCOLO CEDIMENTI**

FONDAZIONE: Plinto

Sovr. fond. : 70000 (Kg)

Lar. : 4.20 m. Lun. : 4.20 m.

Quota iniz. : 1.80 Quota fin. : 16.00

Quota falda : 1.80

Committente : POLESINE TLC

Loc. Cantiere : SALARA Z.I. (RO)

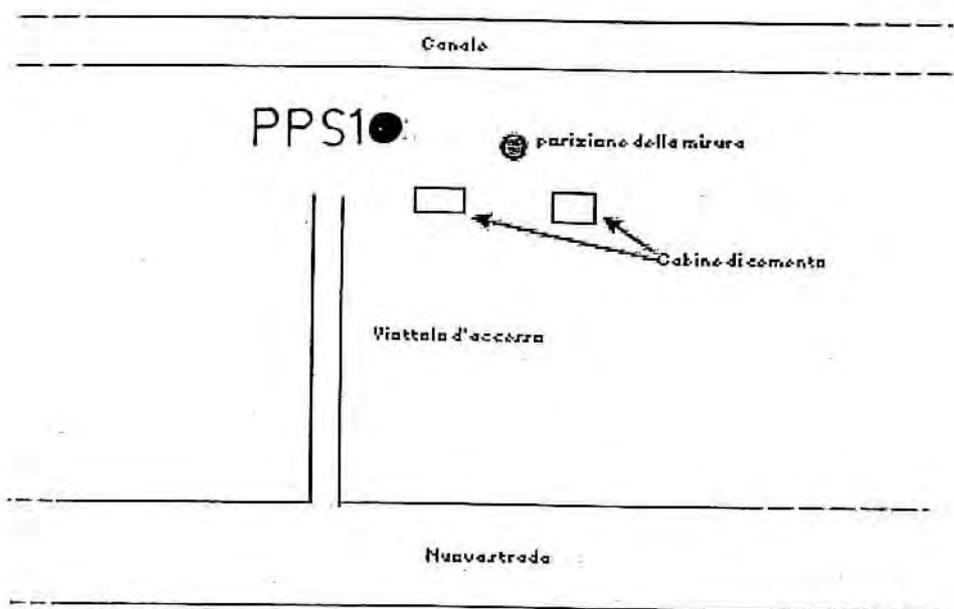
Data : 23/11/2006

Prova N° : 1 Nome File : SALARA1 .PEC

Profondità da mt. a mt.	Rp Kg/cm <sup>2</sup>	SPESSORE metri	Profondità media metri	Sovrapressione Kg/cm <sup>2</sup>	Mv	Cedimento cm.
1.80 2.20	16	0.40	0.20	0.3616	0.0125	0.1808
2.20 2.60	11	0.40	0.60	0.3038	0.0180	0.2184
2.60 3.00	20	0.40	1.00	0.2589	0.0106	0.1102
3.00 3.20	12	0.20	1.30	0.2314	0.0157	0.0728
3.20 4.20	24	1.00	1.90	0.1881	0.0089	0.1682
4.20 4.40	10	0.20	2.50	0.1559	0.0189	0.0588
4.40 5.80	7	1.40	3.30	0.1244	0.0213	0.3707
5.80 6.20	10	0.40	4.20	0.0992	0.0189	0.0749
6.20 6.40	20	0.20	4.50	0.0925	0.0106	0.0197
6.40 8.00	98	1.60	5.40	0.0760	0.0051	0.0619

CEDIMENTO TOTALE : 1.34

1/1



CANTIERE: SALARA Z.I. RO) LOTTIZZAZIONE SP47 mapp 173 F°12

UBICAZIONE PROVE DI CAMPAGNA

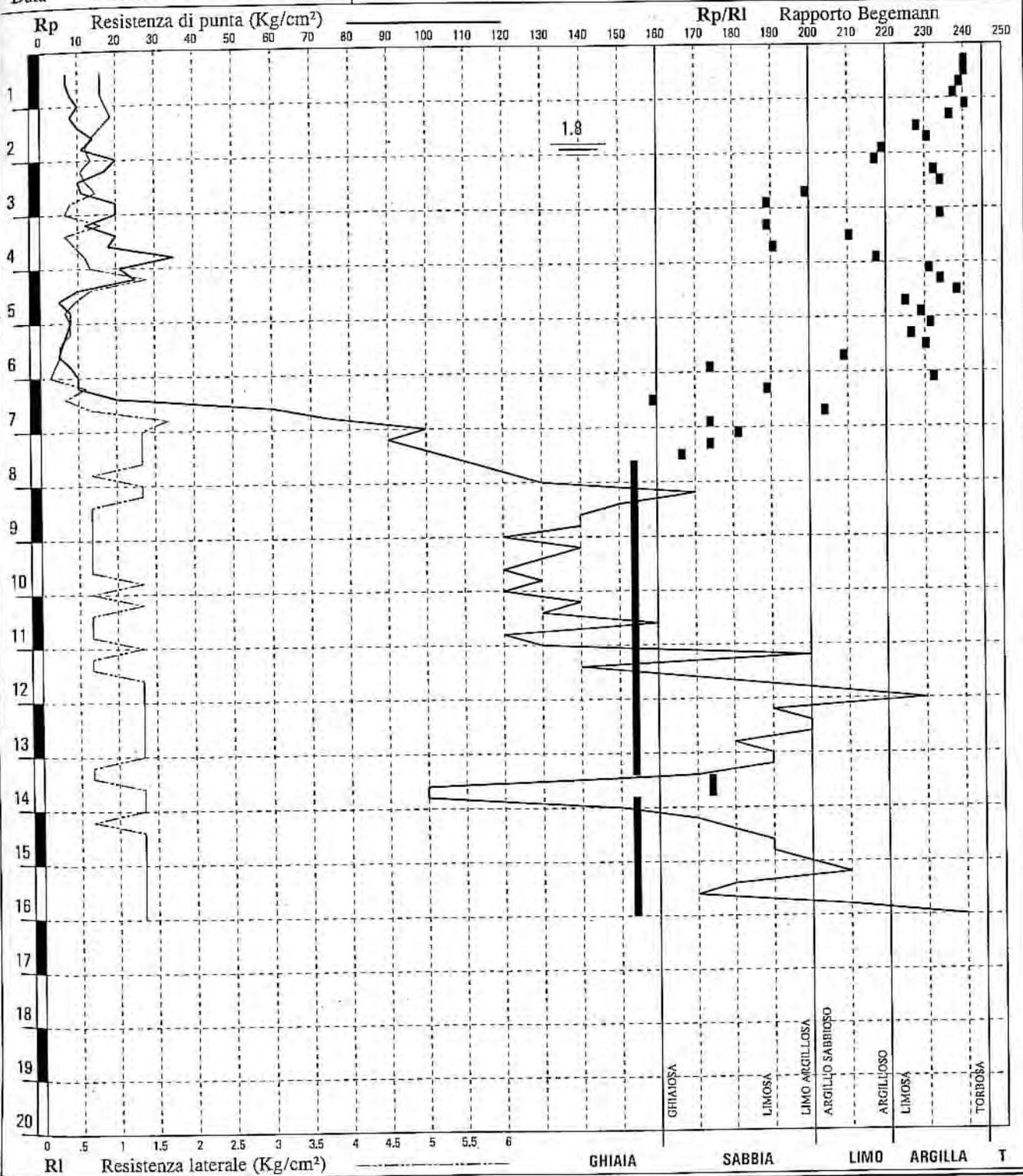
- PPS PROVA PENETROMETRICA STATICA
- PPD PROVA PENETROMETRICA DINAMICA PESANTE
- W PIEZOMETRO

# DIAGRAMMA PROVA PENETROMETRICA STATICA

## C.P.T. N° 1

Quota iniz. : 0.40    Quota fin. : 16.00  
 Quota falda : 1.80  
 Data : 23/11/2006

Committente : POLESINE TLC  
 Loc. Cantiere : SALARA Z.I. (RO)





## 1. OGGETTO

Oggetto della presente è l'approfondimento degli aspetti idraulici e geotecnici relativi al progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico previsto presso il comune di Salara (RO), ad integrazione di quanto consegnato alla Commissione Regionale VIA.

#### 5.4. Caratteristiche meccaniche dei sedimenti presenti

Un'analisi visiva del terreno interessato dai lavori in oggetto evidenzia la presenza di un primo strato di terreno vegetale di spessore pari a poche decine di centimetri al di sotto del quale è presente un terreno composto pressoché da sabbie e limi, con prevalenza di questi ultimi. L'area pertanto presenta proprietà geomeccaniche così stimabili:

Litologia	$\gamma$	$C_u$	$C'$	$\varphi'$	$E_d$
terreno limoso	1,9	6-8	0,2	20°	50

Legenda:

litotipo a : detriti di versante o di fondovalle (terreni eluvio-colluviali o alluvionali)

- $\gamma$ : Peso Volume (ton/m<sup>3</sup>)
- $C_u$ : Coesione non drenata (t/m<sup>2</sup>)
- $C'$ : Coesione drenata (t/m<sup>2</sup>)
- $\varphi'$ : Angolo di attrito (gradi)
- $E_d$ : Modulo Edometrico (kg/cm<sup>2</sup>)

#### 5.5. Il metodo di Bustamante E Doix

La valutazione della profondità di infissione dei pali è stata effettuata utilizzando il metodo di Bustamante e Doix (1985).

Tale metodo prevede la determinazione del carico limite dei pali mediante l'espressione:

$$Q_{lim} = P + S$$

nella quale P indica la resistenza totale alla punta ed S quella laterale.

La resistenza laterale S è data da:

$$S = \pi \cdot d_s \cdot L_s \cdot s$$

dove  $d_s$  è il diametro equivalente del palo,  $L_s$  la lunghezza della zona iniettata, s la resistenza tangenziale unitaria all'interfaccia fra zona iniettata e terreno.

Nel caso il micropalo attraversi strati di terreno di caratteristiche diverse, la relazione per determinare la resistenza laterale S diventa:

$$S_i = \sum_i \pi \cdot d_{si} \cdot L_{si} \cdot s_i$$

Si assume  $d_{si} = \alpha \cdot d_i$ , dove  $d$  è il diametro della perforazione ed  $\alpha$  un coefficiente maggiorativo, il cui valore viene determinato utilizzando la **Tabella 1**.

Valori del coefficiente $\alpha$ ( $V_s = L_s \cdot \pi \cdot \frac{d_s^2}{4}$ )				
TERRENO	VALORI DI $\alpha$		Quantità minima di miscela consigliata	
	IRS	IGU	IRS	IGU
ghiaia	1.8	1.3 - 1.4	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
ghiaia sabbiosa	1.6 - 1.8	1.2 - 1.4	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
sabbia ghiaiosa	1.5 - 1.6	1.2 - 1.3	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
sabbia grossa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
sabbia media	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
sabbia fine	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	1.5 $V_s$	1.5 $V_s$
sabbia limosa	1.4 - 1.5	1.1 - 1.2	(1.5 - 2) $V_s$	1.5 $V_s$
limo	1.4 - 1.6	1.1 - 1.2	2 $V_s$	1.5 $V_s$
argilla	1.8 - 2.0	1.2	(2.5 - 3) $V_s$	(1.5 - 2) $V_s$
marna	1.8 - 2.0	1.2	(1.5 - 2) $V_s$ per strati compatti	

calcarei marnosi	1.8	1.1 - 1.2	(2 - 6) $V_s$ o più per strati fratturati
calcarei alterati o fratturati	1.8	1.1 - 1.2	
roccia alterata e/o fratturata	1.2	1.1	(1.1 - 1.5) $V_s$ per strati poco fratturati; 2 $V_s$ o più per strati fratturati

Tabella 1: valori del coefficiente  $\alpha$  (Viggiani, 1999)

I valori della resistenza tangenziale unitaria  $s$  all'interfaccia fra tratto iniettato e terreno dipendono sia dalla natura e dalle caratteristiche del terreno sia dalla tecnologia e sono forniti dai diagrammi contenuti nelle figure che seguono, alle quali è associata la **Tabella 2**.

TERRENO	Tipo di iniezione	
	IRS	IGU
da ghiaia a sabbia limosa	SG1	SG2
limo e argilla	AL1	AL2
marna, calcare marnoso, calcare tenero fratturato	MC1	MC2
roccia alterata e/o fratturata	$\geq R1$	$\geq R2$

Tabella 2: indicazioni per la scelta del valore di  $s$  (Viggiani, 1999)

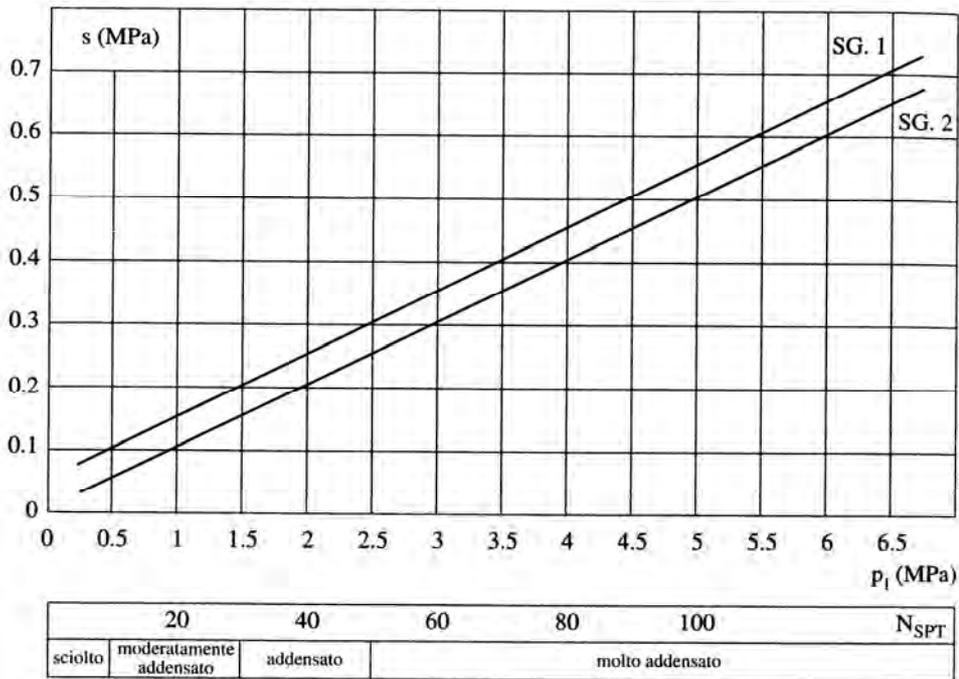


Figura 7: abaco per la determinazione di  $s$  per sabbie e ghiaie

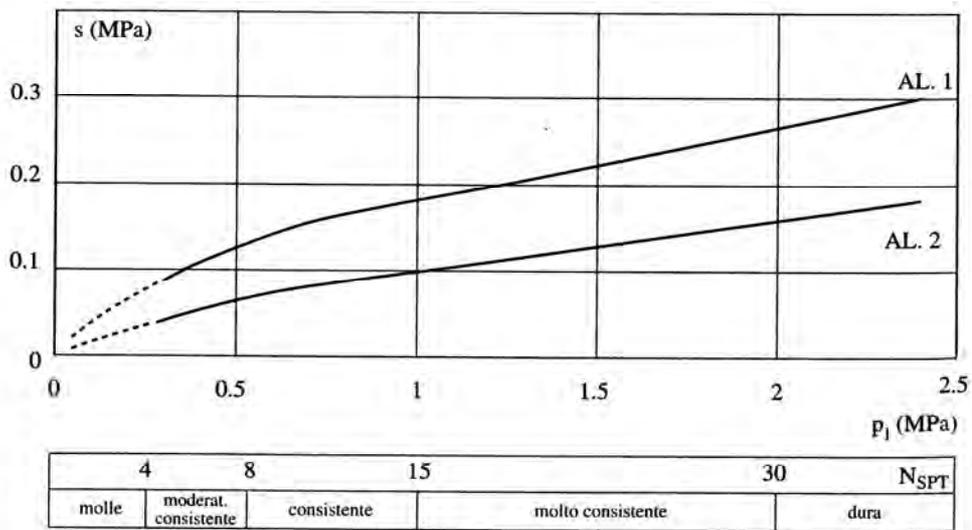


Figura 8: abaco per la determinazione di  $s$  per argille e limi

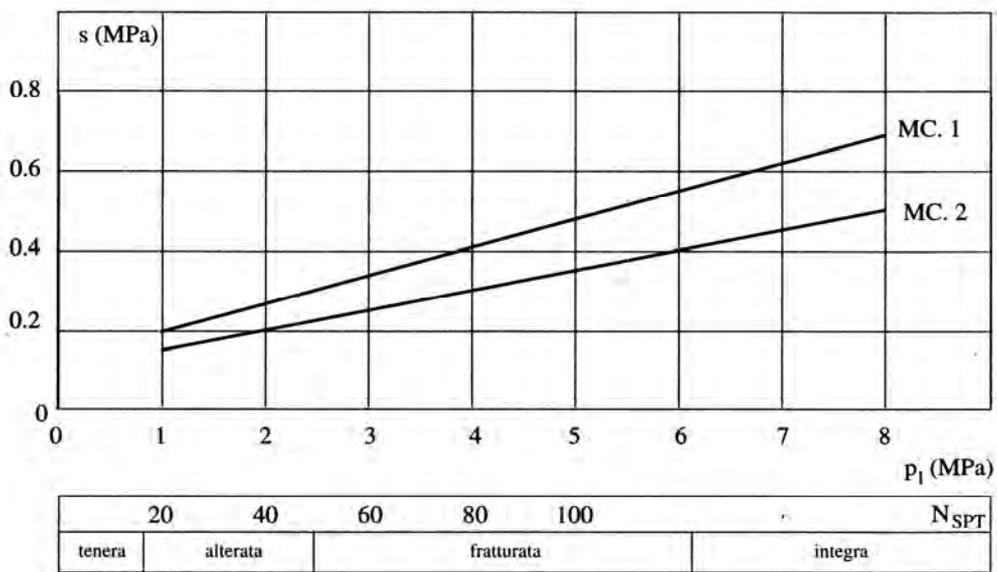


Figura 9: abaco per la determinazione di  $s$  per gessi, marne, marne calcaree

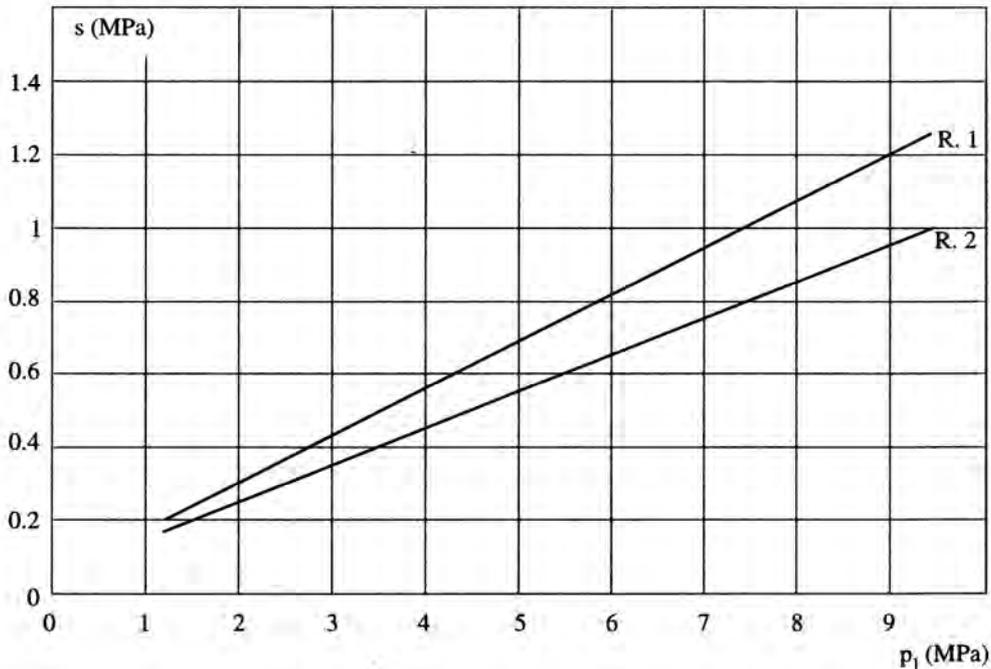


Figura 10: abaco per la determinazione di  $s$  per rocce alterate e fratturate

La resistenza di punta  $P$  viene assunta pari al 15% della resistenza laterale e quindi:

$$P = 0.15 \cdot S$$

Per il calcolo di tale grandezza Bustamante e Doix propongono anche un'espressione alternativa che utilizza la pressione limite del terreno determinata con il pressimetro Ménard.

### 5.6. Valutazione della profondità di infissione dei pali in progetto

In analogia al metodo sopra esposto si propone per i pali in progetto la metodologia di calcolo della capacità portante riportata di seguito e riferita a pali di piccolo diametro infissi in terreni limo-argillosi.

La capacità portante viene determinata attraverso l'espressione:

$$Q_{\text{lim}} = P + S$$

nella quale  $P$  indica la resistenza totale alla punta ed  $S$  quella laterale.

La resistenza laterale  $S$  è data da:

$$S = \pi \cdot d_s \cdot L_s \cdot s$$

dove  $d_s$  è il diametro equivalente del palo,  $L_s$  la lunghezza della zona infissa,  $s$  la resistenza tangenziale unitaria all'interfaccia fra zona infissa e terreno.

Si assume  $d_s = \alpha \cdot d$ , con  $d$  diametro della perforazione (80 mm) ed il coefficiente maggiorativo  $\alpha = 1$ .

La resistenza di punta  $P$  viene assunta pari al 15% della resistenza laterale e quindi:

$$P = 0.15 \cdot S$$

La capacità portante di un singolo palo può quindi essere determinata attraverso l'espressione:

$$Q_{\text{lim}} = 1.15 \cdot \pi \cdot \alpha \cdot d \cdot L_s \cdot s$$

Per la determinazione di  $s$  si fa riferimento alla curva proposta da Bustamante e Doix (1985) relativa ai terreni limo-argillosi riportata in precedenza (figura 8) assumendo una tipologia di

terreno moderatamente consistente e quindi un valore compreso in un intervallo pari a 0.04÷0.07 Mpa.

### 5.7. Calcolo di massima della capacità portante

Le verifiche di sicurezza allo S.L.U. nei confronti della capacità portante per pali infissi nel terreno, secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, può essere effettuata con riferimento alla combinazione A1 + M1 + R3, tenendo conto dei coefficienti parziali qui di seguito riportati.

#### Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	COEFF. PARZ.	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
permanenti	favorevole	$\gamma_{G1}$	0.9	1.0	1.0
permanenti	sfavorevole	$\gamma_{G1}$	1.1	1.3	1.0
permanenti non strutturali	favorevole	$\gamma_{G2}$	0.0	0.0	0.0
permanenti non strutturali	sfavorevole	$\gamma_{G2}$	1.5	1.5	1.3
variabili	favorevole	$\gamma_{Qi}$	0.0	0.0	0.0
variabili	sfavorevole	$\gamma_{Qi}$	1.5	1.5	1.3

#### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZ.	COEFF. PARZ.	M1 ( $\gamma_M$ )	M2 ( $\gamma_M$ )
Tangente angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata.	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

#### Coefficienti parziali per la resistenza dei pali infissi

RESISTENZA	Coeff. parz. R3 ( $\gamma_R$ )
BASE	$\gamma_b$ 1.15
Laterale in compressione	$\gamma_s$ 1.15
Totale	$\gamma_t$ 1.15
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$ 1.25

Fattore di correlazione  $\xi = 1.7$  (essendo stata effettuata una sola indagine)

Utilizzando le formule riportate in precedenza (Bustamante e Doix) si ricava il valore caratteristico della resistenza del sistema geotecnico  $R_k$ ; in funzione dei valori dei coefficienti  $\gamma_R$ ,  $\gamma_M$  e  $\xi$  si ricava il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico  $R_d$ . Si riportano a titolo esemplificativo i calcoli delle resistenze caratteristiche e di progetto per differenti lunghezze di infissione dei pali:

**Parametri geometrici:****caso 1**

diametro palo = 8 cm

 $L_{\text{palo infisso}} = 2.5\text{m}$  $L_{\text{infissione efficace}}$  (si trascurano i primi 50cm di infissione del palo) = 2.0m

s	0.04 Mpa
d	80 mm
$L_{\text{eff}}$	2000 mm
$R_k$	20.1 kN
<b><math>R_d</math></b>	<b>10.3 kN</b>

**caso 2**

diametro palo = 8 cm

 $L_{\text{palo infisso}} = 3.0\text{m}$  $L_{\text{infissione efficace}}$  (si trascurano i primi 50cm di infissione del palo) = 2.5m

s	0.04 Mpa
d	80 mm
$L_{\text{eff}}$	2500 mm
$R_k$	25.1 kN
<b><math>R_d</math></b>	<b>12.9 kN</b>

**caso 3**

diametro palo = 8 cm

 $L_{\text{palo infisso}} = 3.5\text{m}$  $L_{\text{infissione efficace}}$  (si trascurano i primi 50cm di infissione del palo) = 3.0m

s	0.04 Mpa
d	80 mm
$L_{\text{eff}}$	3000 mm
$R_k$	30.2 kN
<b><math>R_d</math></b>	<b>15.4 kN</b>

In considerazione del fatto che i pali verranno infissi in terreni superficiali, notoriamente caratterizzati da un'elevata variabilità spaziale, preme in ogni caso sottolineare che in fase di progettazione esecutiva si dovranno effettuare una serie di indagini ed approfondimenti di natura geologica nell'area oggetto degli interventi per poter ottenere una più precisa valutazione della loro capacità portante ed in base a tali indagini controllare la rispondenza tra la caratterizzazione geotecnica assunta in progetto e la situazione effettiva.



*Figura 3: stratigrafia del terreno all'interno dello scavo – pareti 1 (sn) e 2 (dx)*



*Figura 4: stratigrafia del terreno all'interno dello scavo – pareti 3 (dx) e 4 (sn)*



*Figura 5: fondo scavo*



*Figura 6: stratigrafia del terreno all'interno dello scavo – particolare parete 4*

# STRATIGRAFIA TERRENO

POZZO N° 1-2-3

QUOTE TERRENO 0.00	DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TERRE.
1.00	TERRENO VEGETALE
10.00	TERRENO ARGILLOSO
20.00	SABBIA FINISSIMA
22.50	SABBIA MEDIA
POZZO 1 (27.00)	SABBIA ARGILLO - TORBOSA
POZZO 2 (29.-)	
POZZO 3 (30.00)	

stiv.	Quota relativa	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE DEL TERRENO
	0,00	1-11M	Terreno vegetale
	1,00	1A	
	1,00		Argilla
	15,00		sabbia fine fine
	20,00		Sabbia media
	27,00		Argilla con torba
	4,500		sabbia fine con legno
	6,900		sabbia medio fine
	54,90		Argilla
	64,00		Sabbia medio fine
	74,00		Argilla
	89,00		Sabbia fine fine
	93,00		Argilla
	106		Sabbia fine
	110		Sabbia tipo medio
	116		Sabbia grossolana
	126		

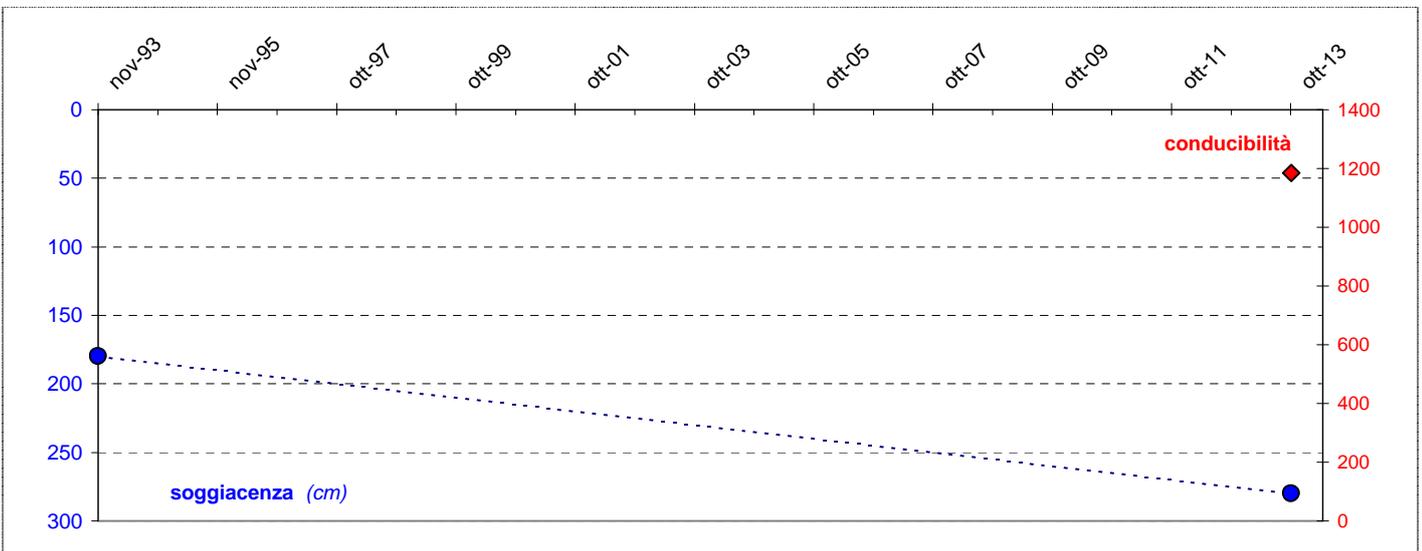
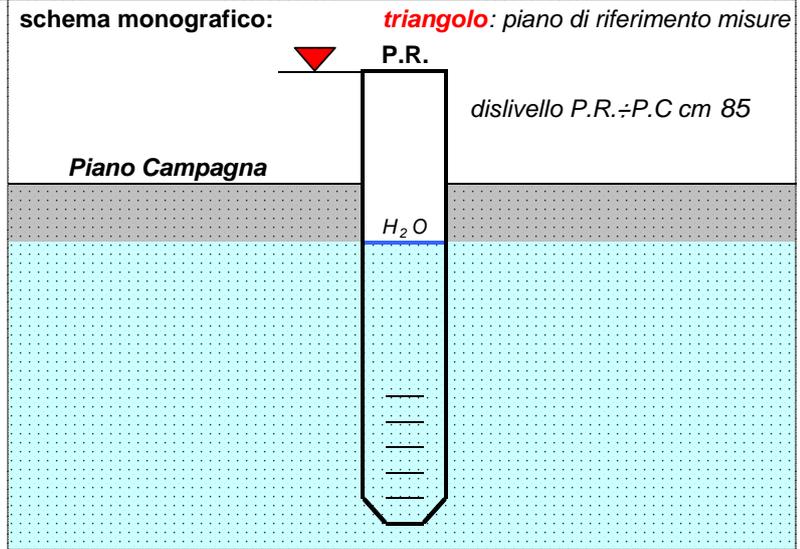
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P1

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Argine Vecchio</b>		scheda: <b>1</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983027,0</b>		<b>E: 1689923,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>9,3</b>	Quota P.R.: <b>10,2</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P15 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	<b>180</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>280</b>	<b>1185</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993



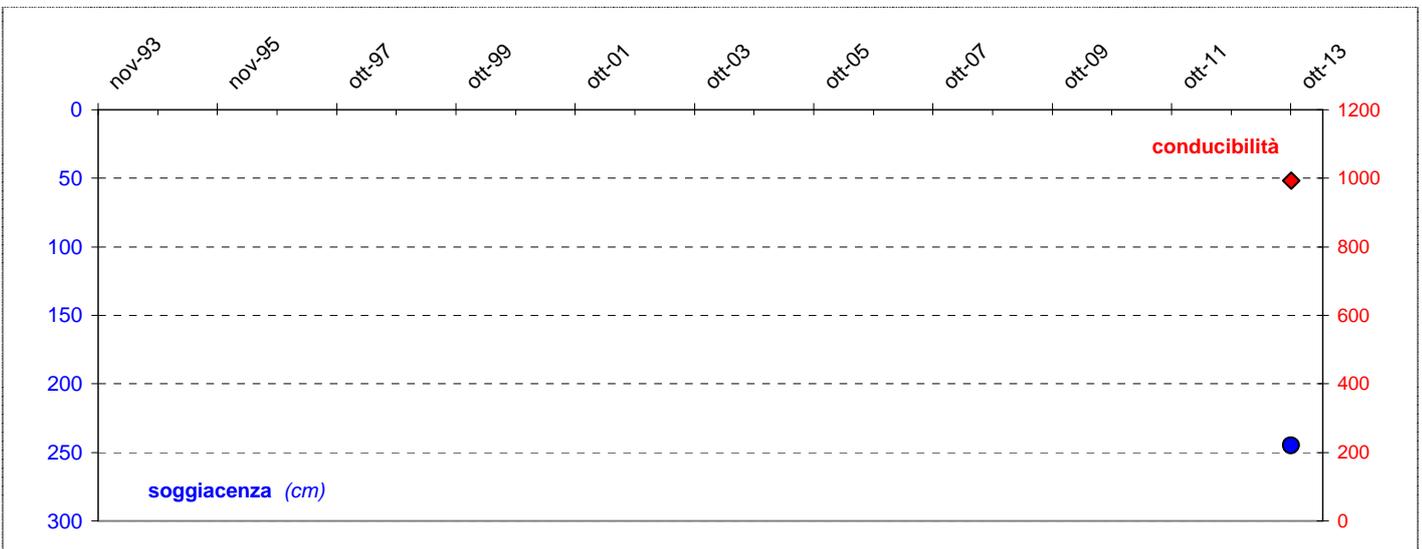
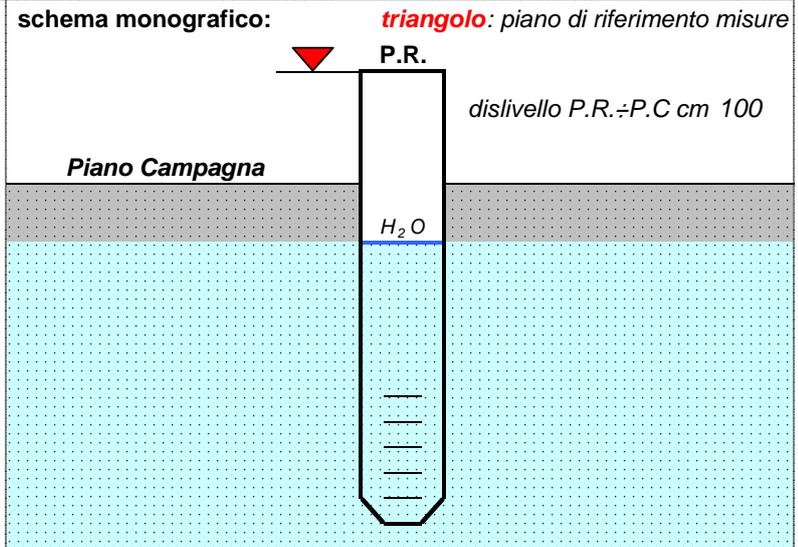
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P2

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Eridania</b>		scheda: <b>2</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983326,0</b>		<b>E: 1690019,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,0</b>	Quota P.R.: <b>9,0</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>/</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - misura non effettuata</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	245	993	17	18	AD



**note: #####**



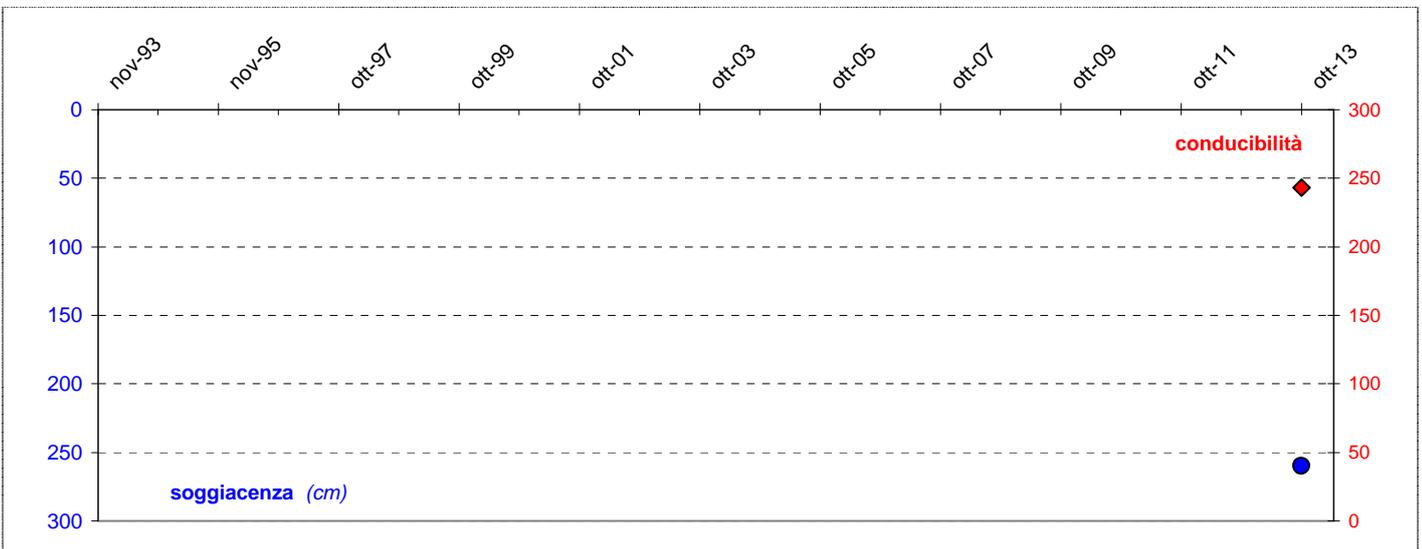
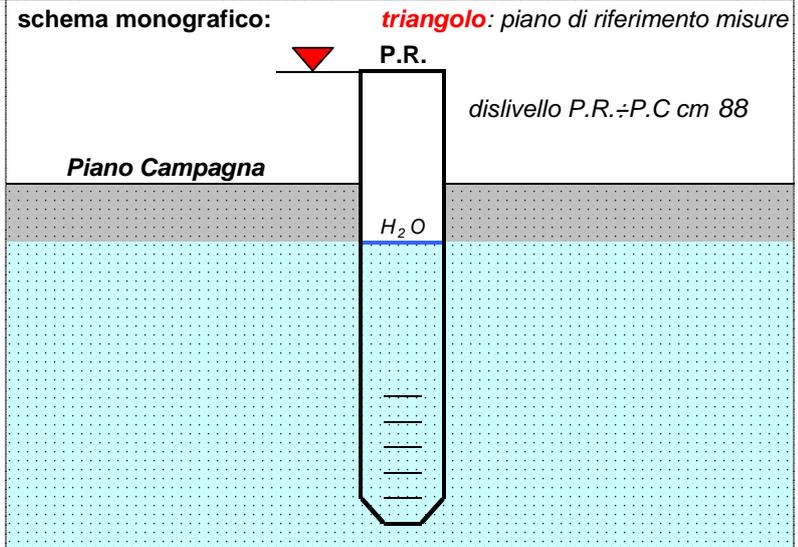
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P3

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Corà</b>		scheda: <b>3</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983813,0</b>		<b>E: 1693656,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,2</b>	Quota P.R.: <b>8,1</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - misura non effettuata</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	260	243	18	21	AD



**note:** #####



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P4

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Veratica</b>		scheda: <b>4</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984762,0</b>		<b>E: 1693388,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,0</b>	Quota P.R.: <b>8,0</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P48 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	<b>280</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>240</b>	<b>786</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993

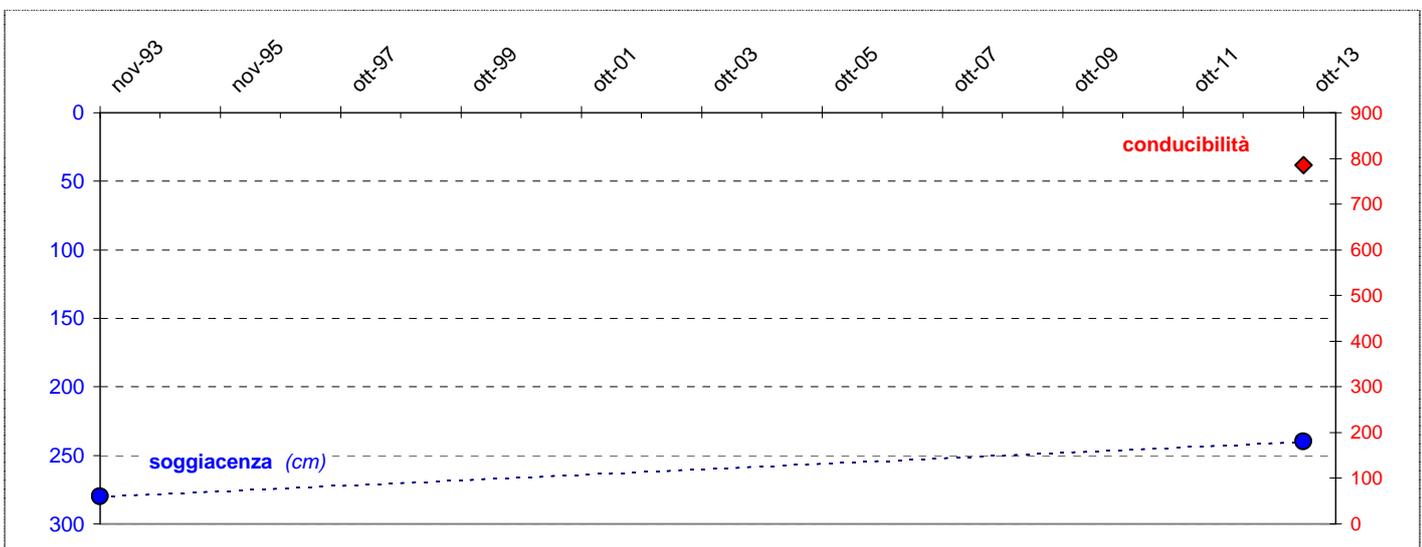
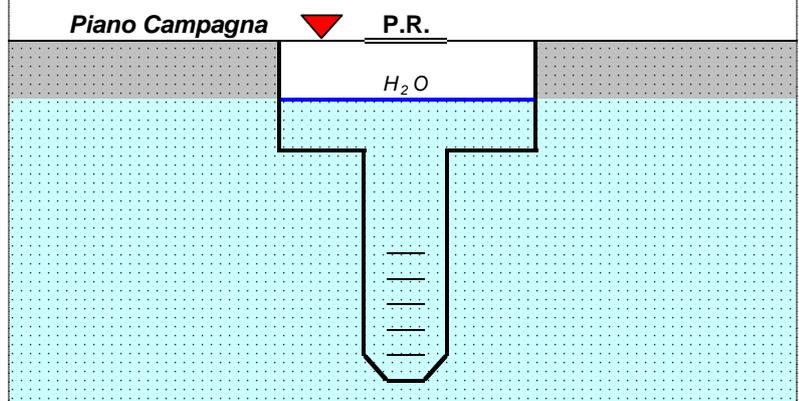
## ubicazione del punto:



## schema monografico:

**triangolo:** piano di riferimento misure

dislivello P.R. ÷ P.C cm 0



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P5

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Caselle</b>		scheda: <b>5</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984930,0</b>		<b>E: 1693051,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,5</b>	Quota P.R.: <b>8,6</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P45 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	<b>205</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>330</b>	<b>650</b>	<b>17</b>	<b>22</b>	AD

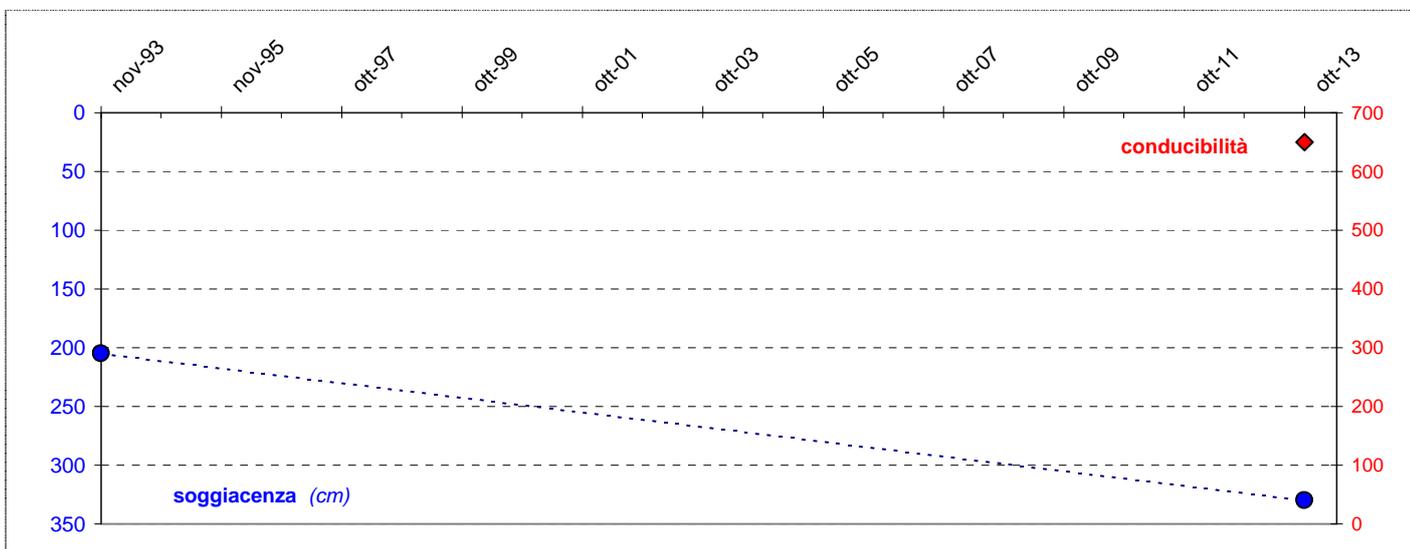
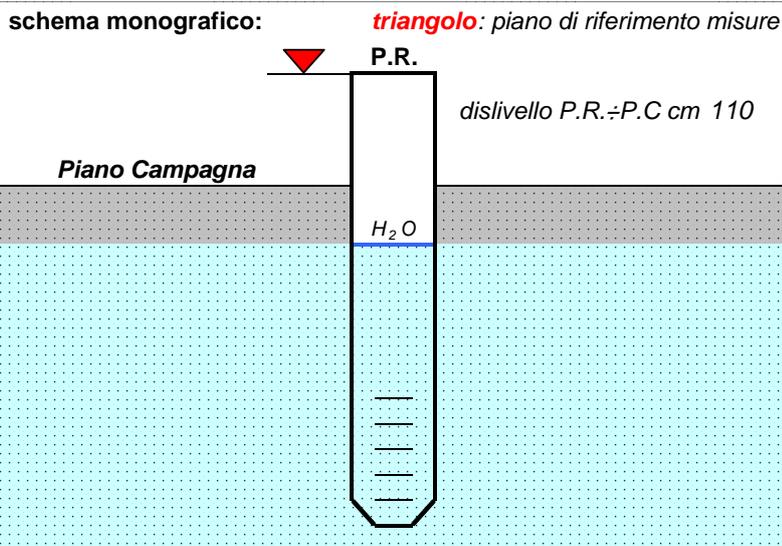


**note:** misura di zero: PRG 1993

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P6

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Caselle</b>		scheda: <b>6</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4985097,0</b>		<b>E: 1692052,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,7</b>	Quota P.R.: <b>8,6</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>120</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P38 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
nov-93	<b>160</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>200</b>	<b>682</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	AD

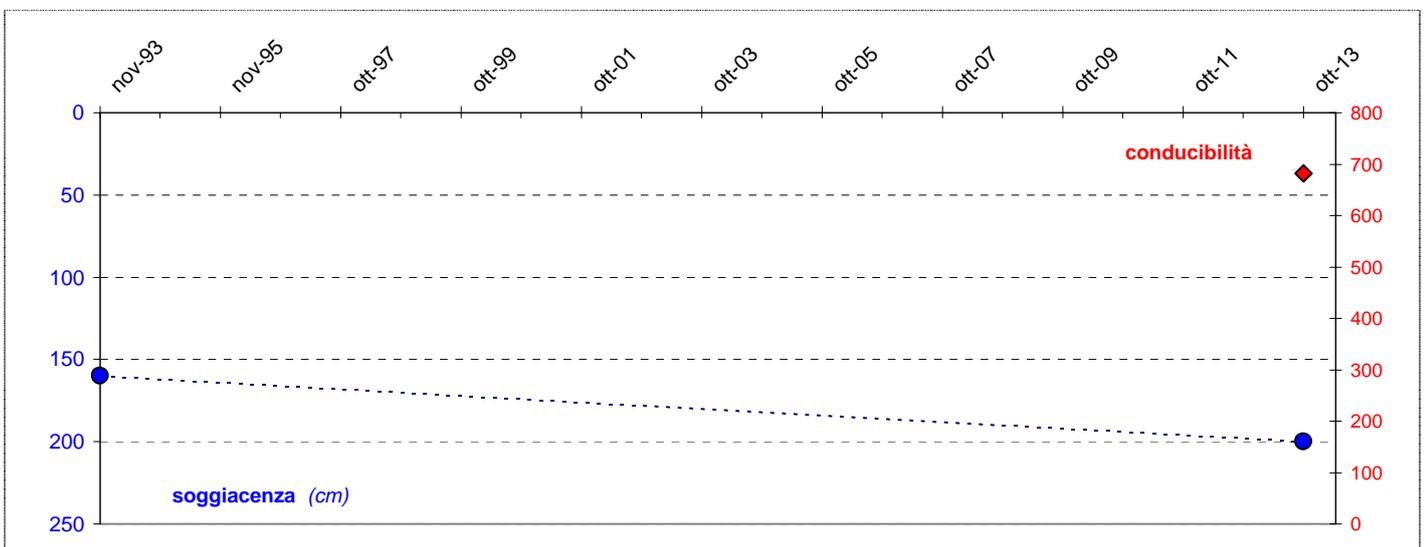
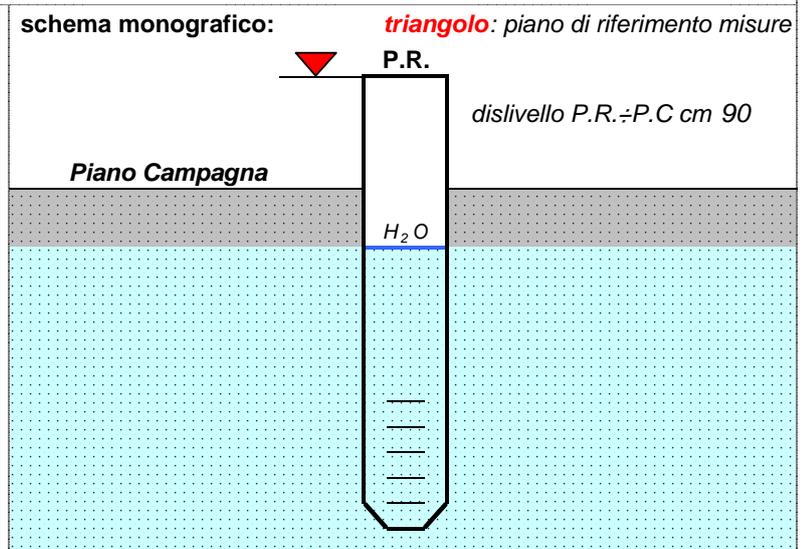


**note:** misura di zero: PRG 1993

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P7

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Caselle</b>		scheda: <b>7</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984961,0</b>		<b>E: 1691545,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,8</b>	Quota P.R.: <b>9,1</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P37 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
nov-93	<b>275</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>345</b>	<b>977</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	AD

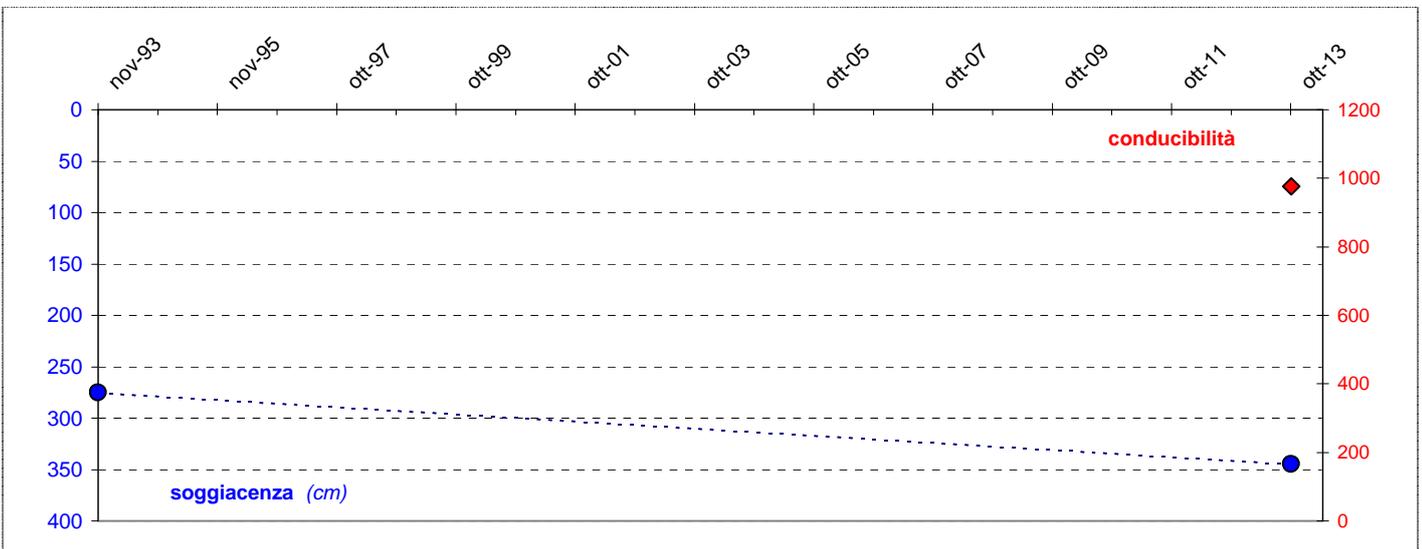
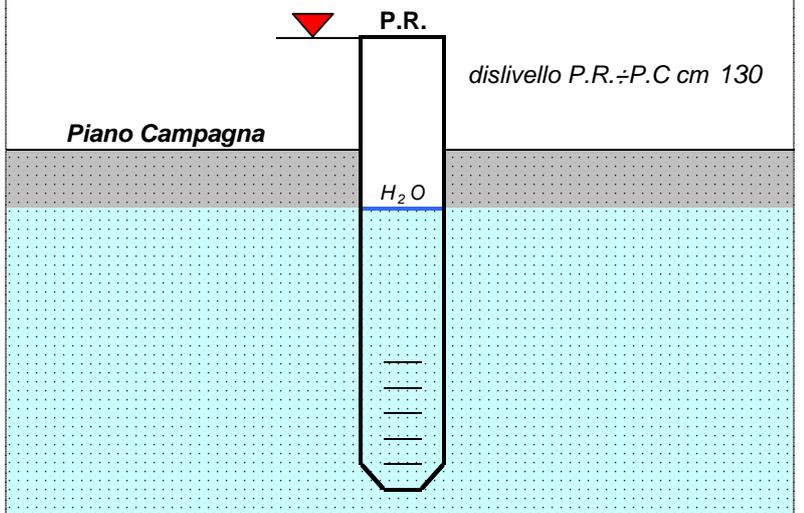


**note:** misura di zero: PRG 1993

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P8

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Veratica</b>		scheda: <b>8</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984621,0</b>		<b>E: 1691798,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,0</b>	Quota P.R.: <b>9,1</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P35 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	<b>155</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>395</b>	<b>1386</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	AD

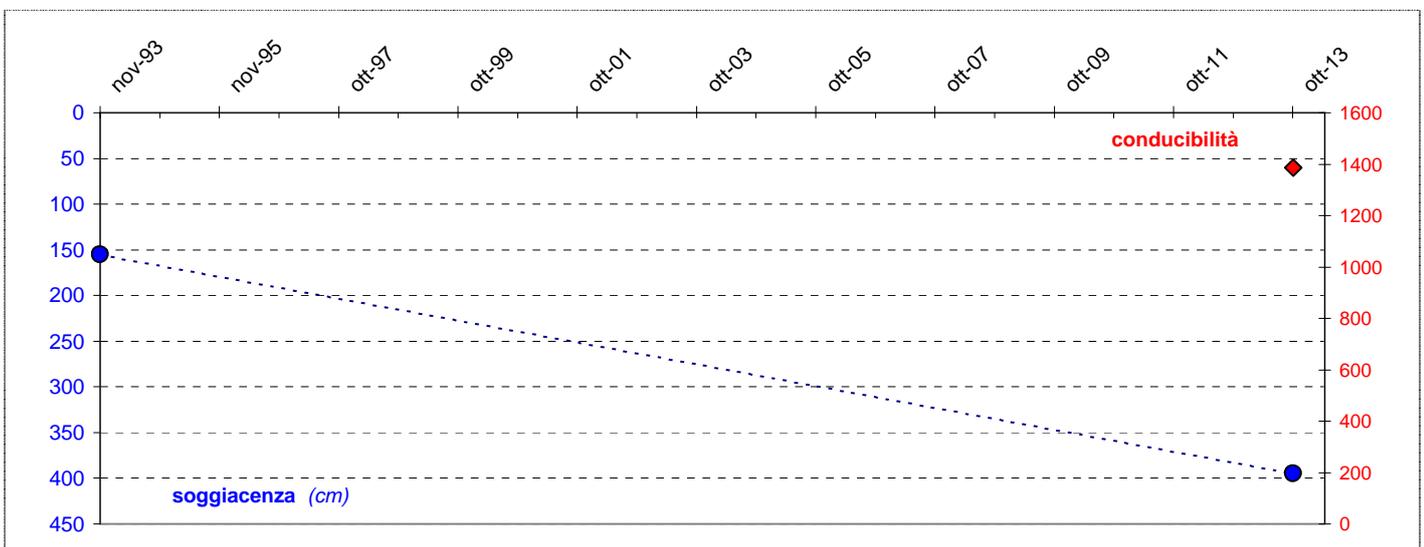
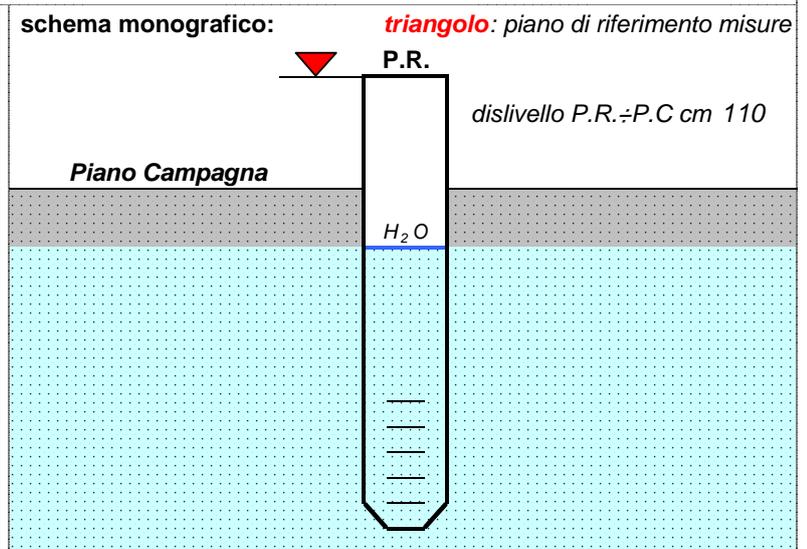


**note:** misura di zero: PRG 1993

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



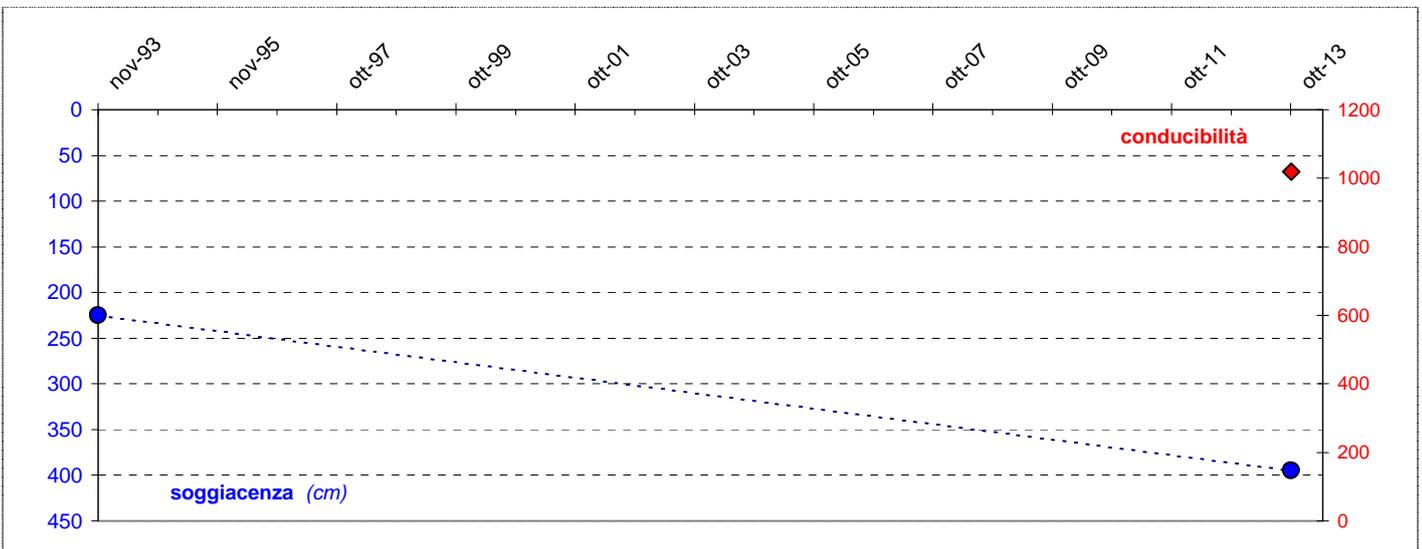
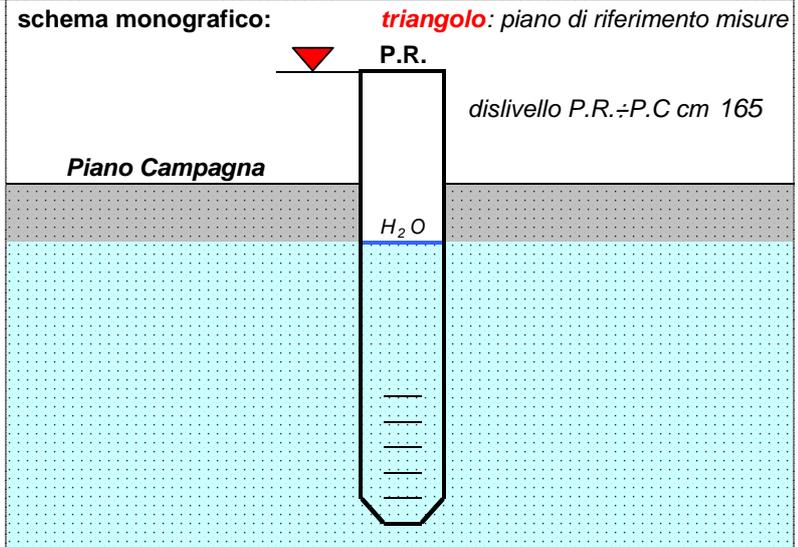
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P9

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Bolzon</b>		scheda: <b>9</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984100,0</b>		<b>E: 1690257,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,2</b>	Quota P.R.: <b>9,9</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P9 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
nov-93	225	/	/	/	SGV
29/10/2013	395	1020	16	21	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P10

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Bolzon</b>		scheda: <b>10</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983807,0</b>		<b>E: 1690476,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,9</b>	Quota P.R.: <b>8,9</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P10 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
nov-93	<b>165</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>245</b>	<b>900</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	AD

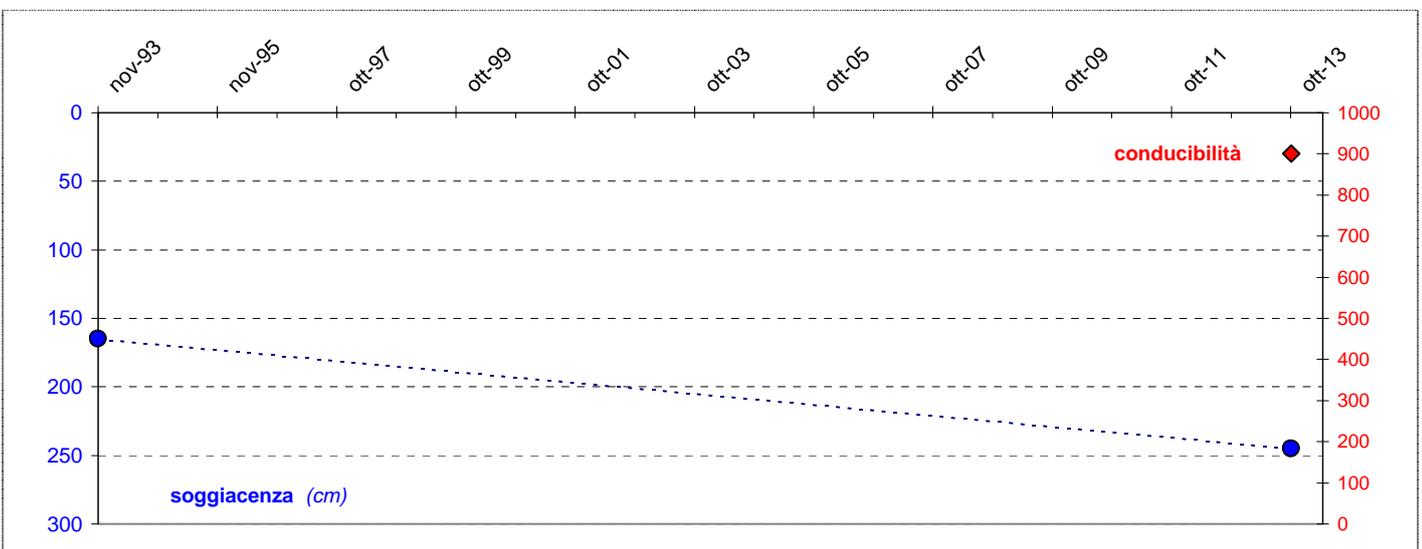
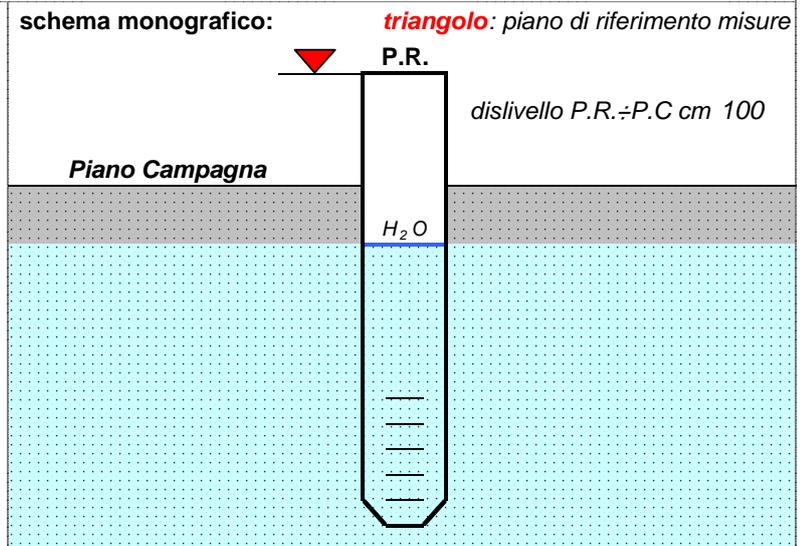


**note:** misura di zero: PRG 1993

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



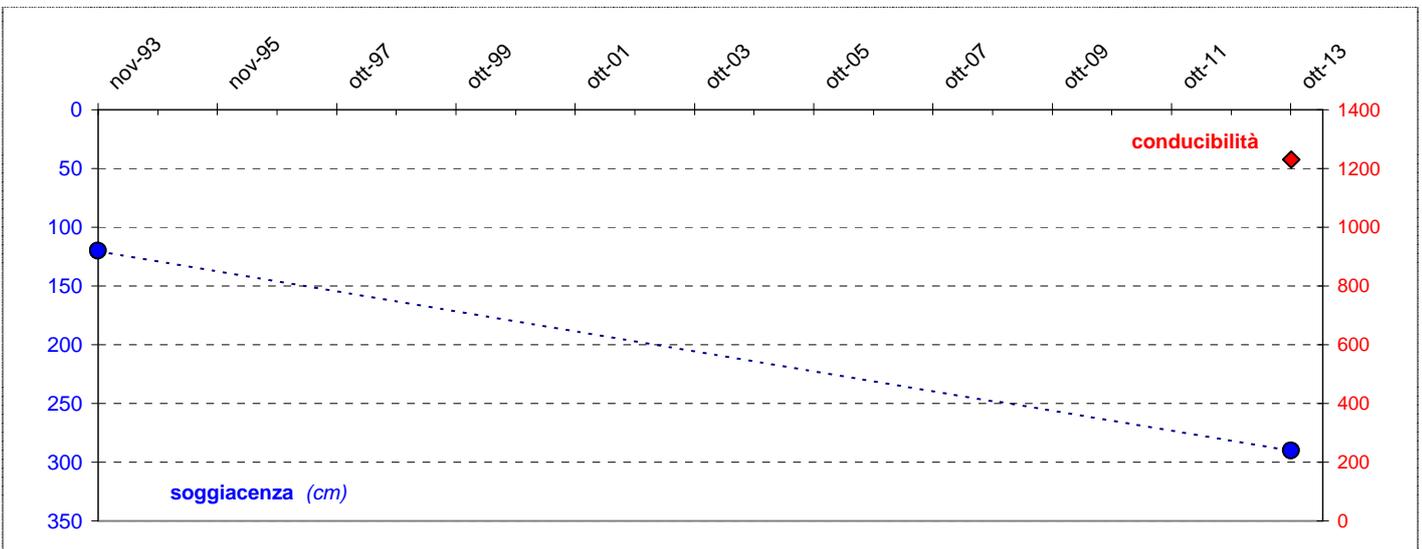
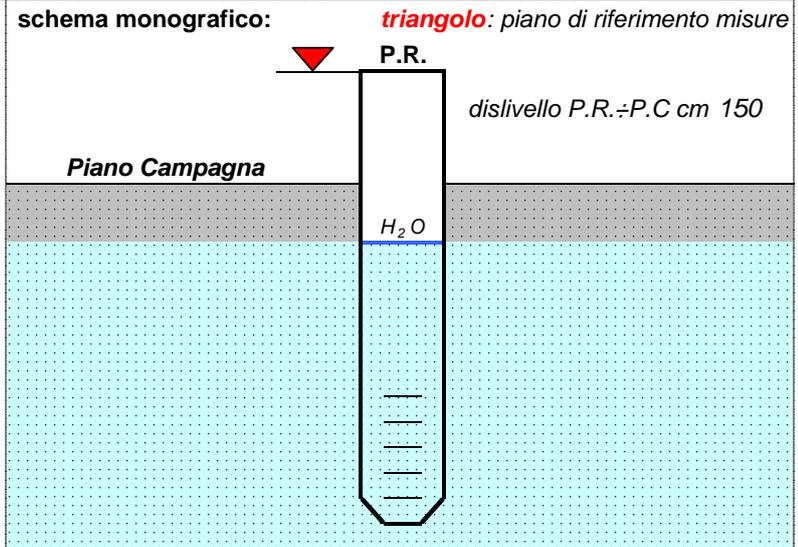
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P11

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Bolzon</b>		scheda: <b>11</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983568,0</b>		<b>E: 1690513,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,7</b>	Quota P.R.: <b>9,2</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P12 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	120	/	/	/	SGV
29/10/2013	290	1230	18	22	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993



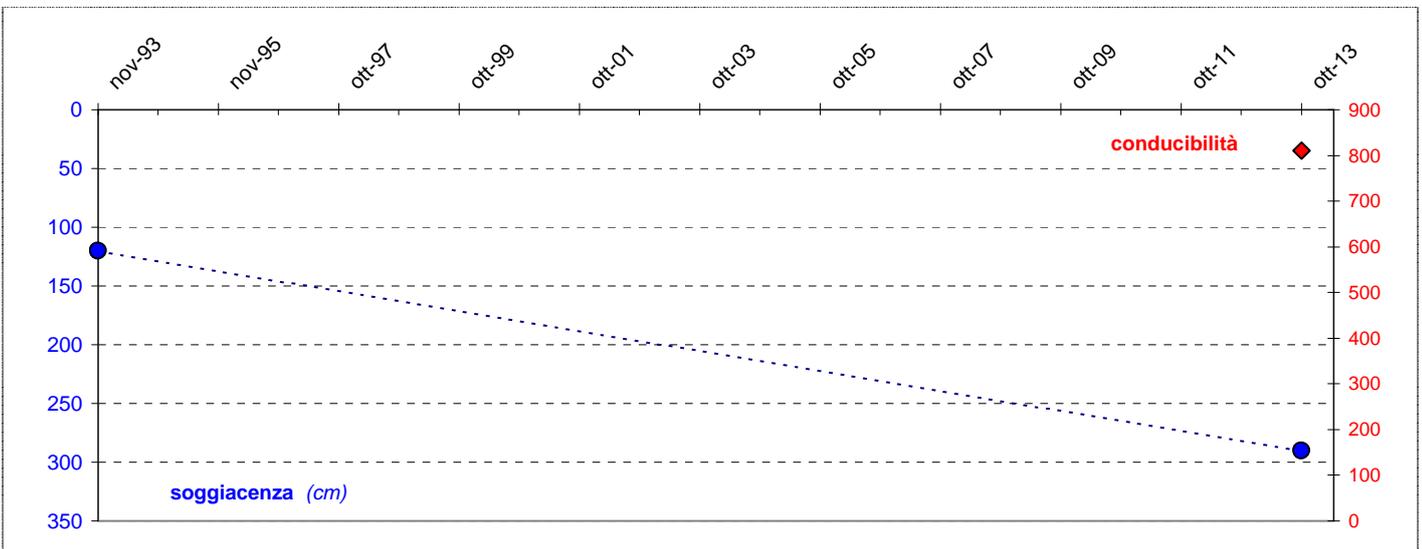
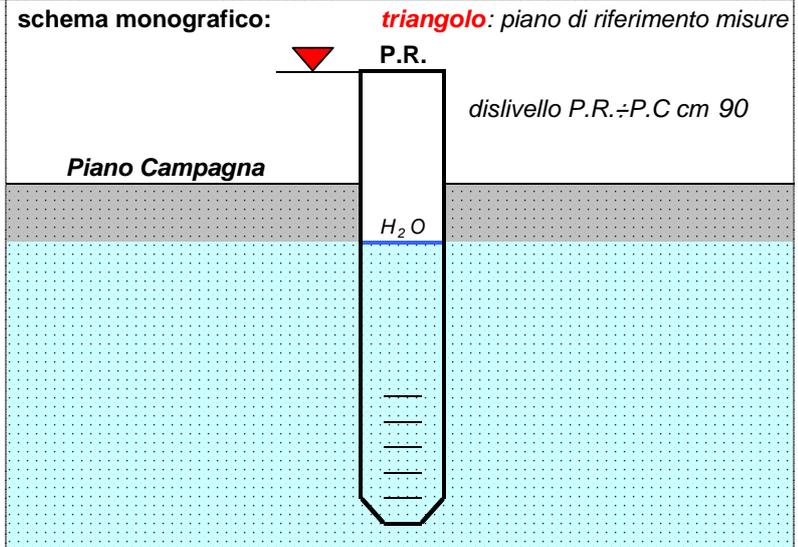
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P12

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Bolzon</b>		scheda: <b>12</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983639,0</b>		<b>E: 1690490,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,6</b>	Quota P.R.: <b>8,5</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P11 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	120	/	/	/	SGV
29/10/2013	290	810	18	22	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P13

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Coati</b>		scheda: <b>13</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983288,0</b>		<b>E: 1690818,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,2</b>	Quota P.R.: <b>9,3</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P20 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
nov-93	<b>80</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>245</b>	<b>754</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	AD

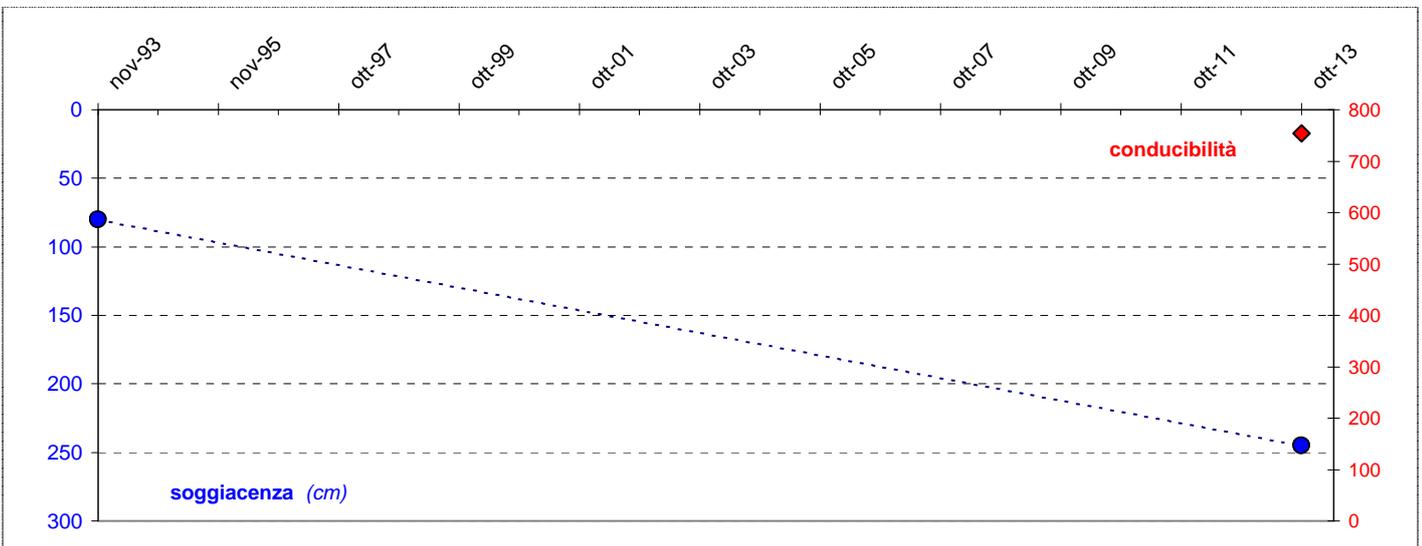
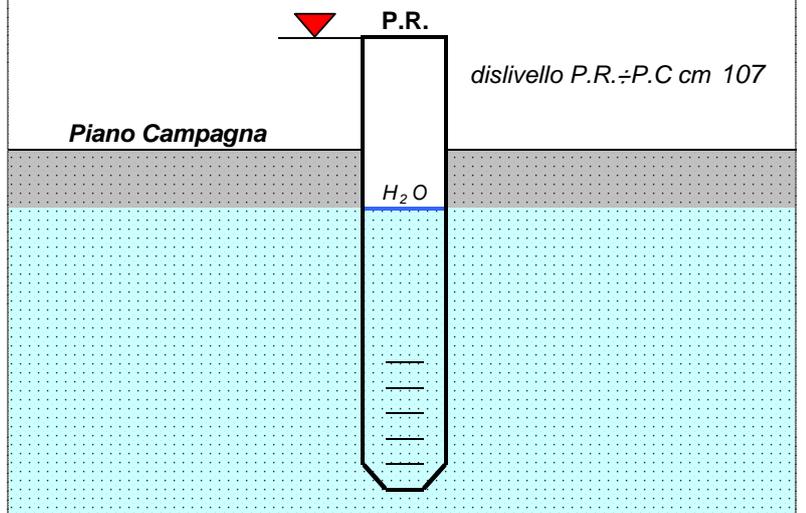


**note:** misura di zero: PRG 1993

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P14

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Grazia Deledda</b>		scheda: <b>14</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983227,0</b>		<b>E: 1691427,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,2</b>	Quota P.R.: <b>9,3</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - misura non effettuata</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	<b>205</b>	<b>850</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	AD

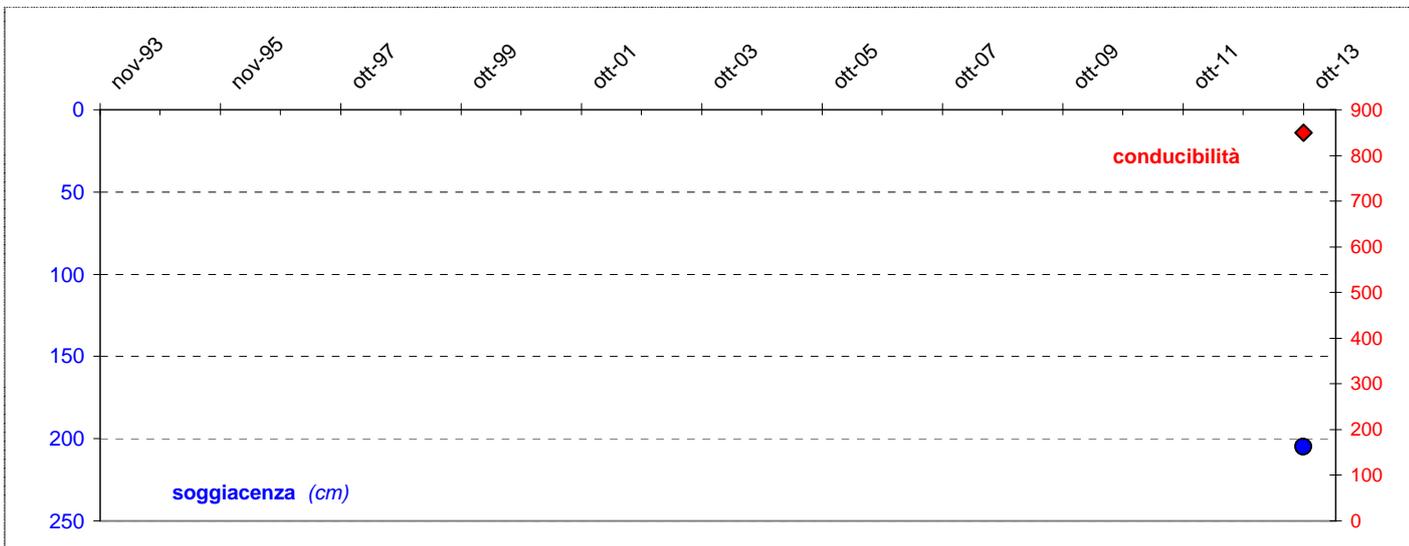
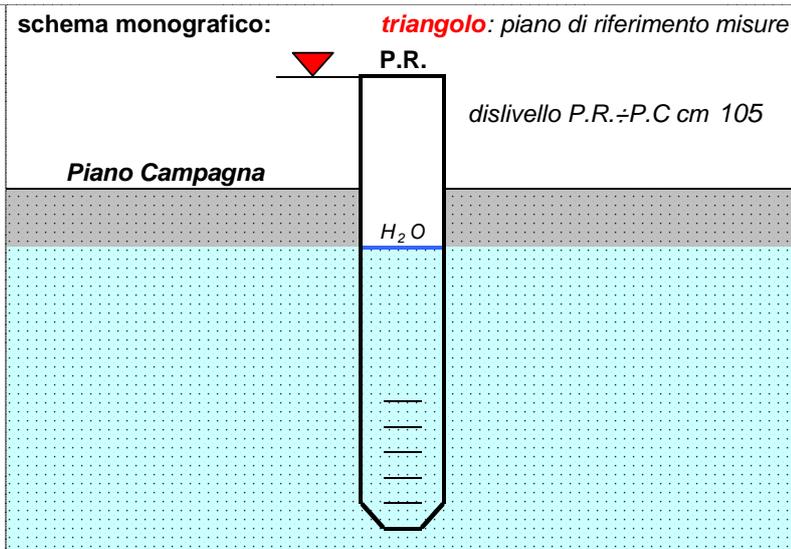


note: #####

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P15

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Bosco Papino</b>		scheda: <b>15</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983468,0</b>		<b>E: 1691203,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,7</b>	Quota P.R.: <b>9,4</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P23 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	<b>105</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>260</b>	<b>898</b>	<b>18</b>	<b>23</b>	AD

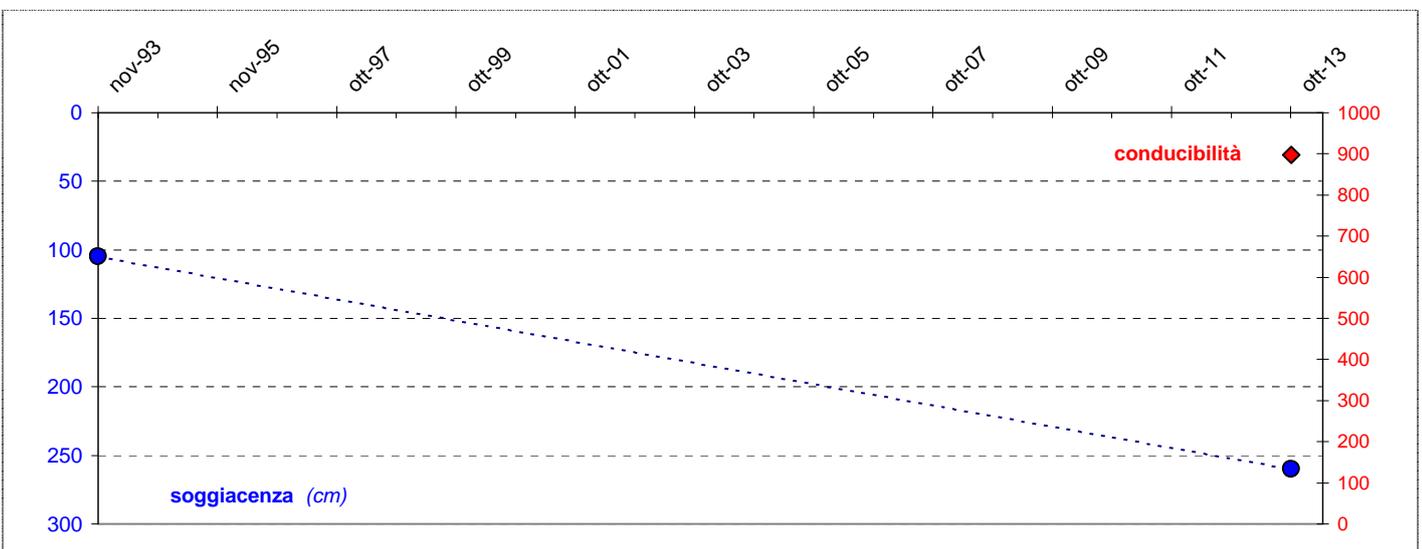
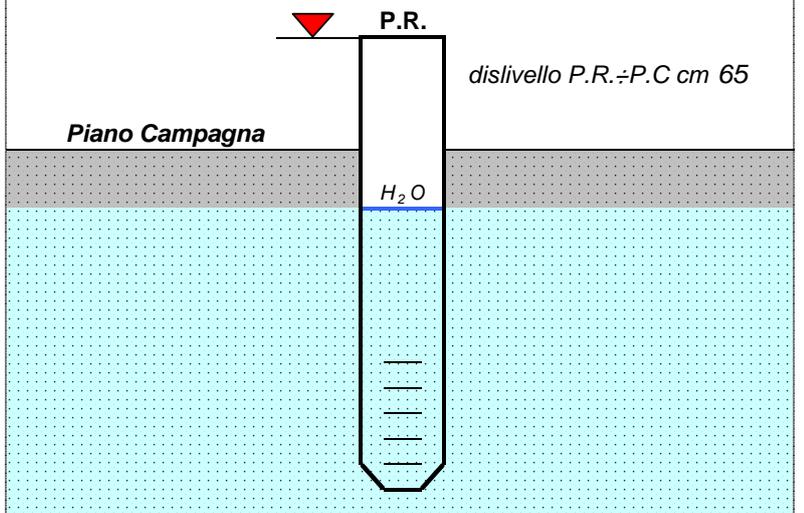


**note:** misura di zero: PRG 1993

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



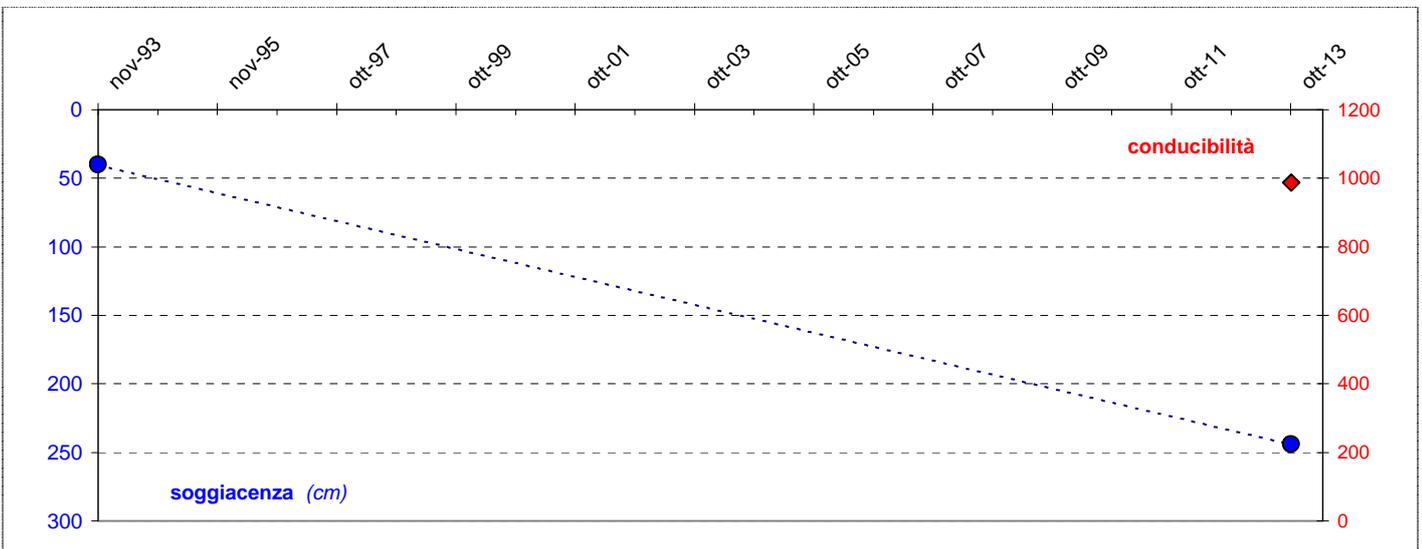
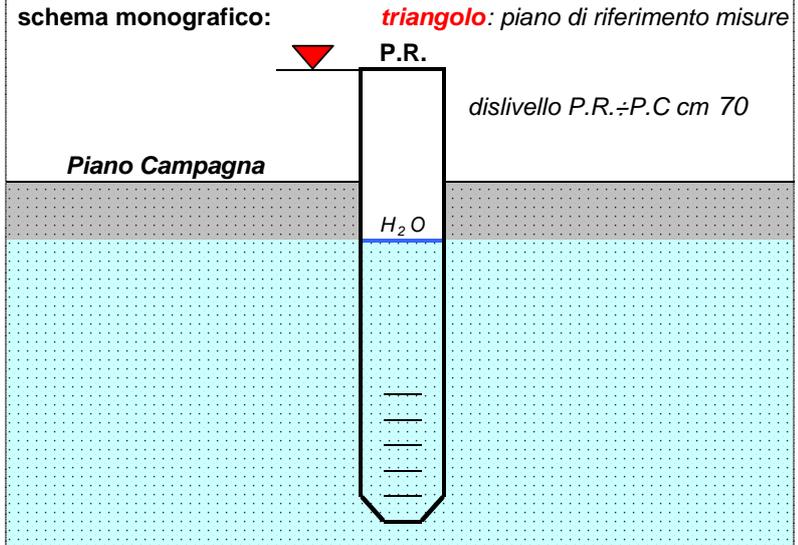
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P16

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Bosco Papino</b>		scheda: <b>16</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983652,0</b>		<b>E: 1691311,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,0</b>	Quota P.R.: <b>8,7</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P24 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <i>cm da Riferimento</i> ÷ Conducibilità: $\mu\text{S/cm}$ @25°C					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	40	/	/	/	SGV
29/10/2013	244	988	19	22	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993



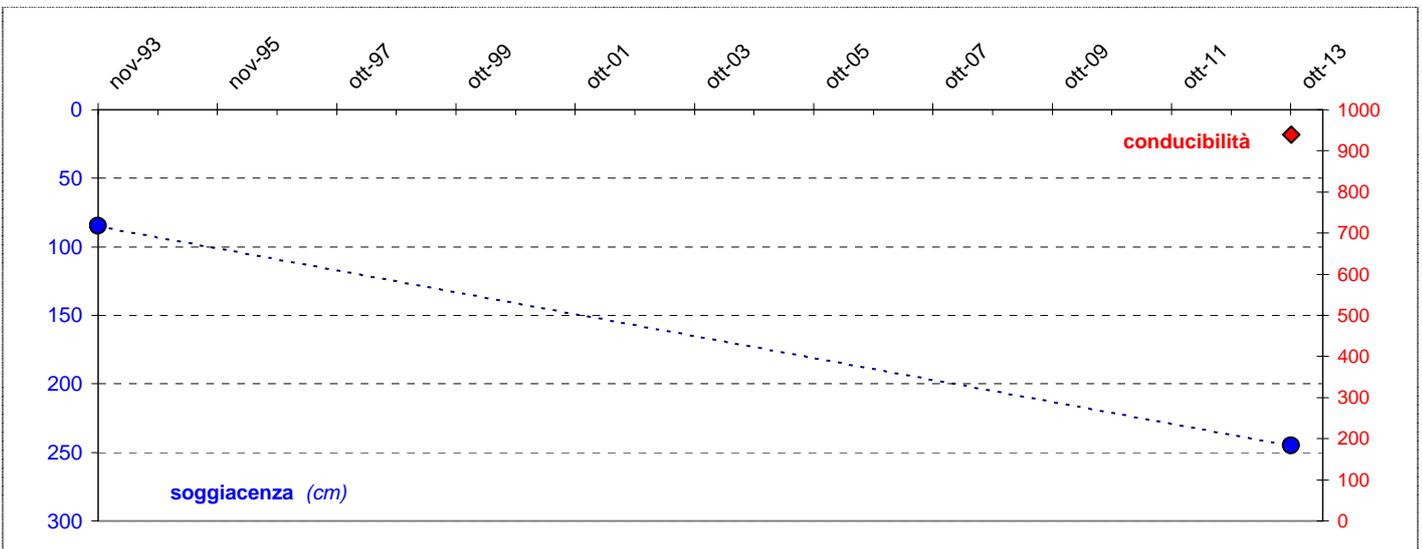
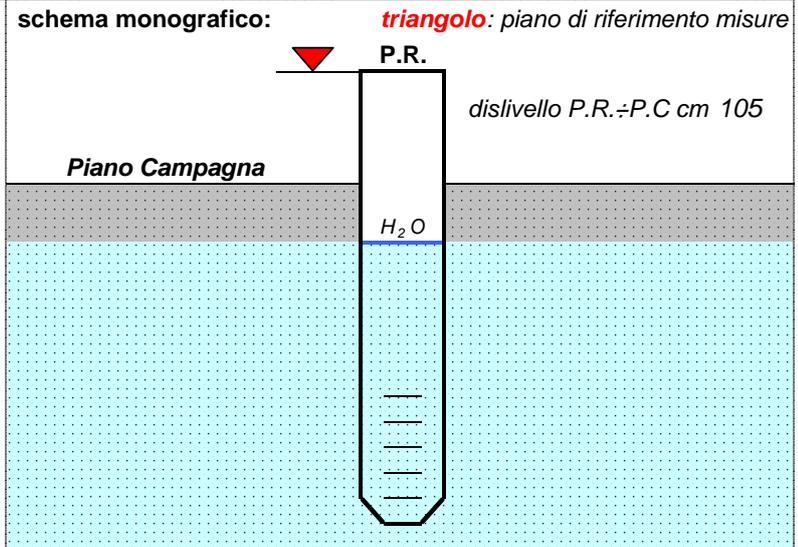
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P17

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Bosco Papino</b>		scheda: <b>17</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983792,0</b>		<b>E: 1691277,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,4</b>	Quota P.R.: <b>9,5</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P25 del PRG1993 (UniFe)</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	<b>85</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>245</b>	<b>940</b>	<b>19</b>	<b>22</b>	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993



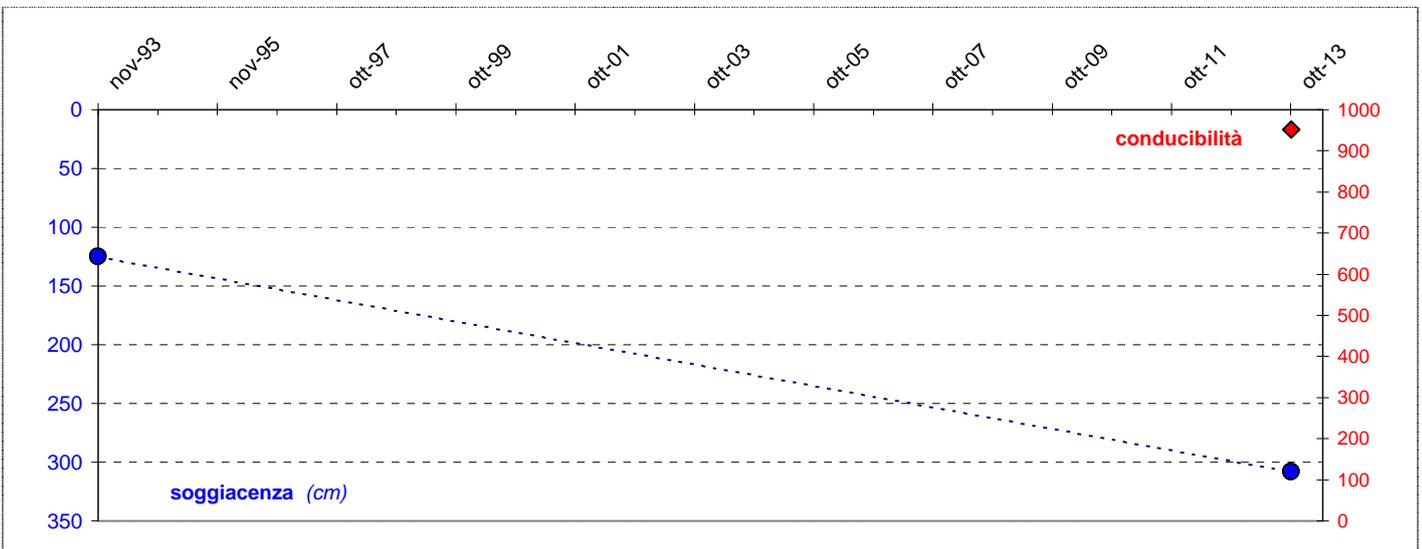
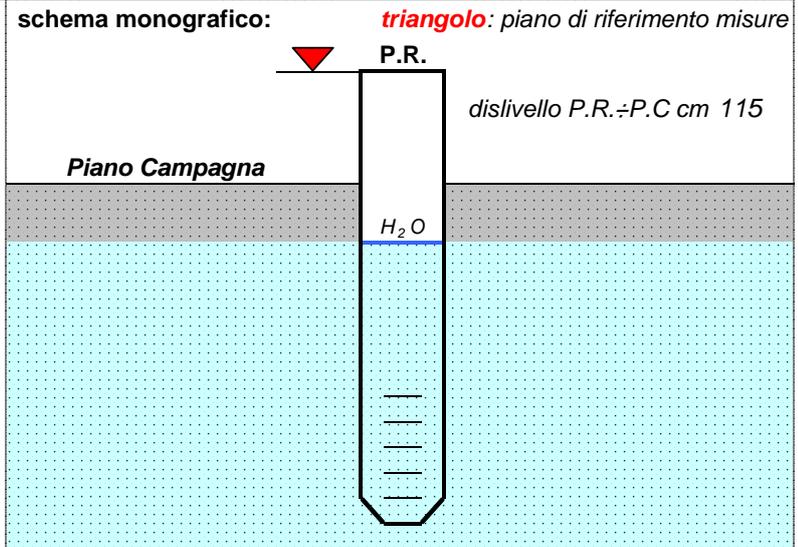
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P18

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Sabbioni</b>		scheda: <b>18</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983927,0</b>		<b>E: 1691553,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,9</b>	Quota P.R.: <b>9,1</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P27 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	125	/	/	/	SGV
29/10/2013	308	952	19	22	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P19

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Cesare Battisti</b>		scheda: <b>19</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984392,0</b>		<b>E: 1691329,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,5</b>	Quota P.R.: <b>9,6</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P32 del PRG1993 - escluso da elaborazione</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	<b>140</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>430</b>	<b>423</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	AD

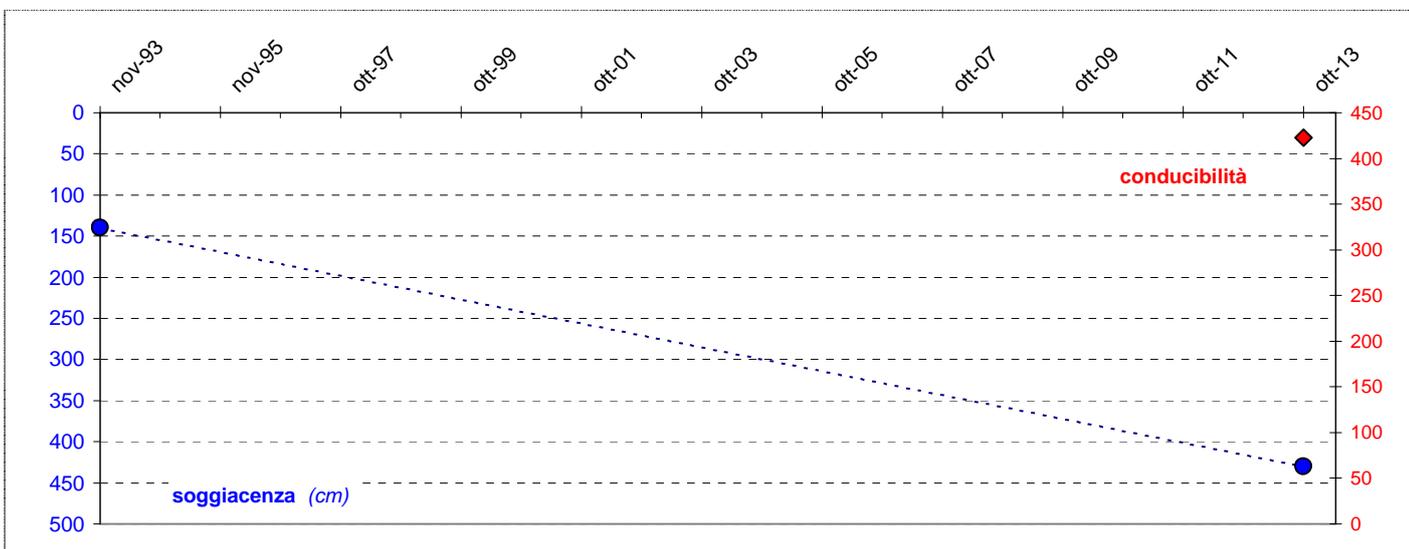
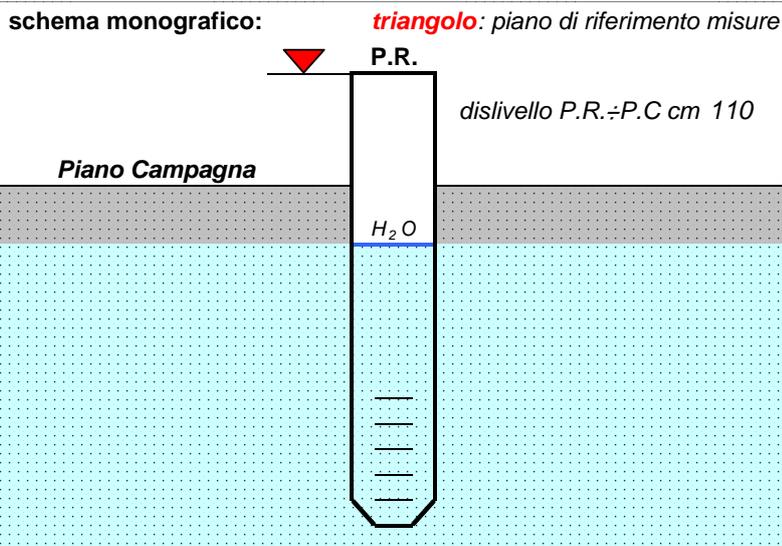


**note:** misura di zero: PRG 1993

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



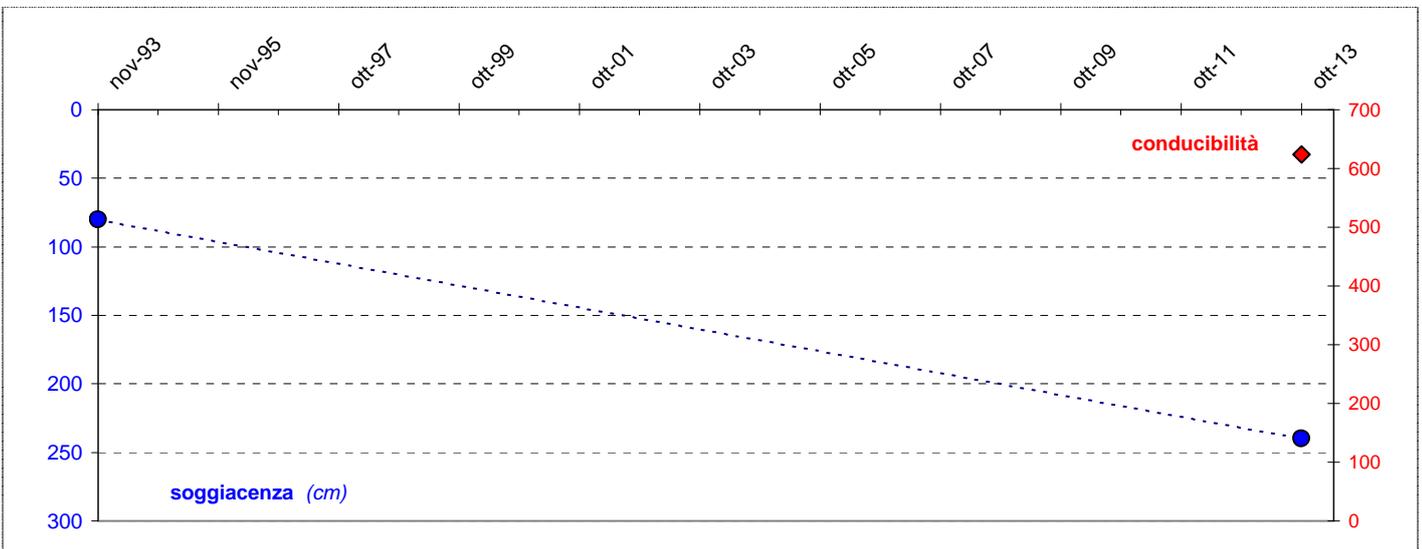
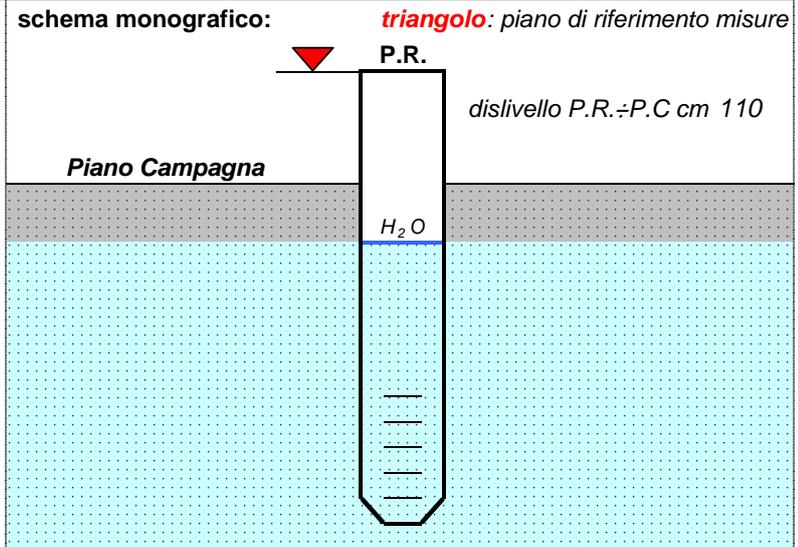
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P20

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Croce</b>		scheda: <b>20</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984287,0</b>		<b>E: 1691148,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,8</b>	Quota P.R.: <b>8,9</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P30 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <i>cm da Riferimento</i> ÷ Conducibilità: $\mu\text{S/cm}$ @25°C					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	80	/	/	/	SGV
29/10/2013	240	624	19	21	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P21

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Croce</b>		scheda: <b>21</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984299,0</b>		<b>E: 1690443,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,8</b>	Quota P.R.: <b>8,3</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P8 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	<b>200</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>180</b>	<b>170</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993

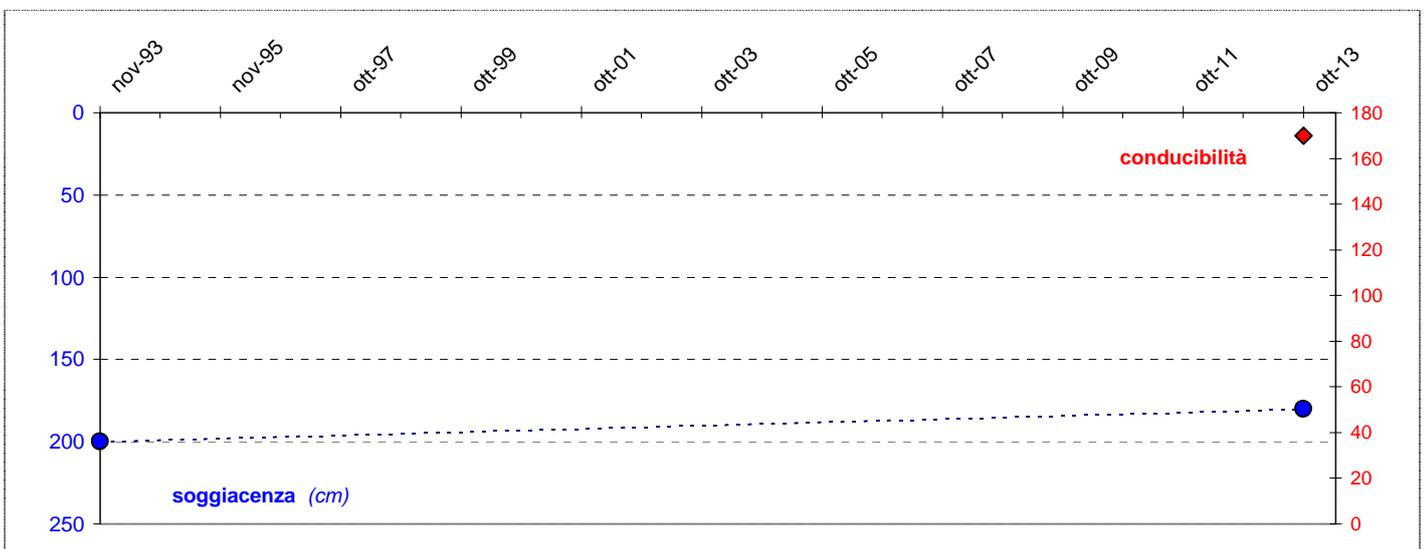
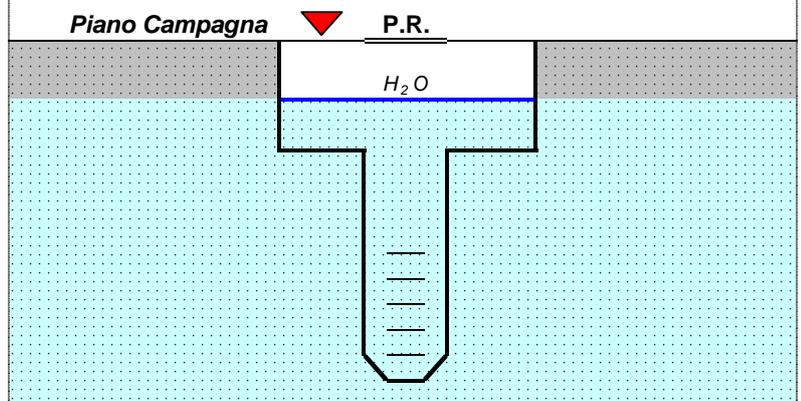
## ubicazione del punto:



## schema monografico:

**triangolo:** piano di riferimento misure

dislivello P.R. ÷ P.C cm 50



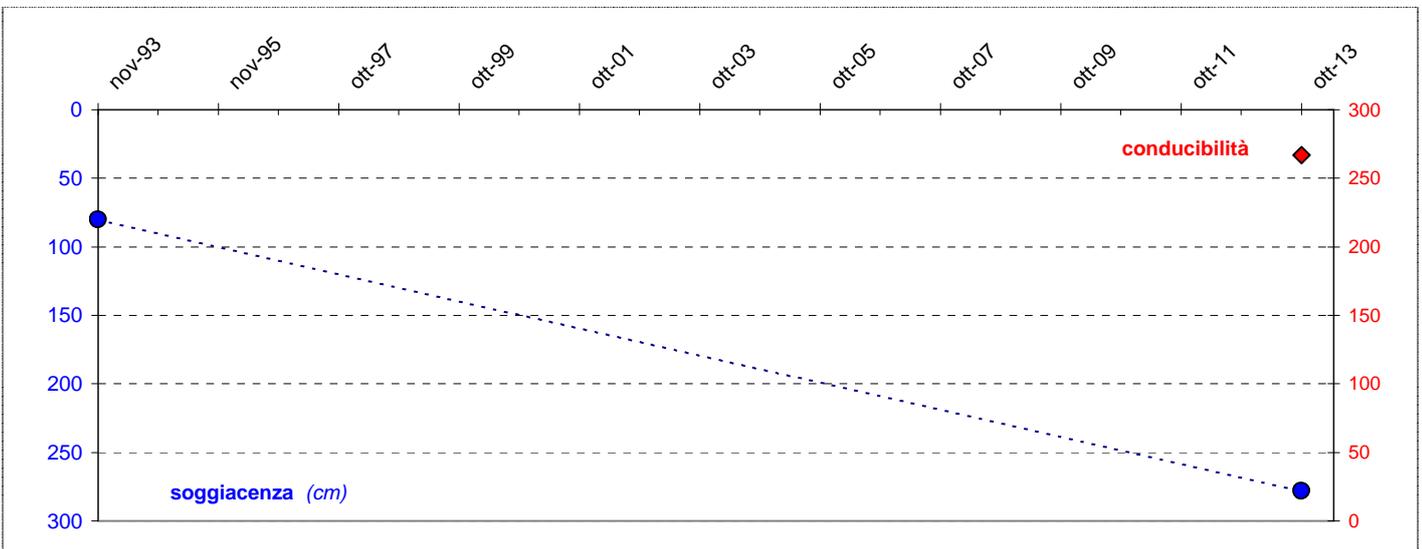
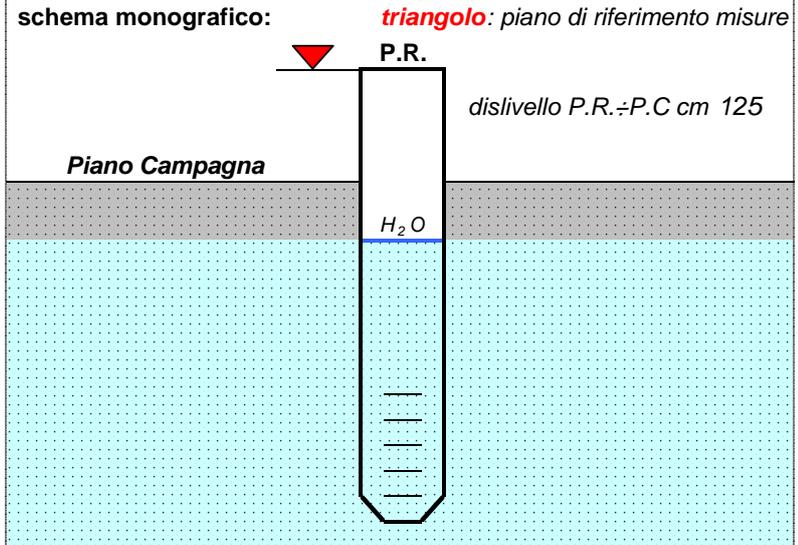
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P22

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Cesare Battisti</b>		scheda: <b>22</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984238,0</b>		<b>E: 1691347,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,0</b>	Quota P.R.: <b>9,3</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P29 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
nov-93	<b>80</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>278</b>	<b>267</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	AD



**note:** misura di zero: PRG 1993



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P23

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Guglielmo Marconi</b>		scheda: <b>23</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984525,0</b>		<b>E: 1691137,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,8</b>	Quota P.R.: <b>9,9</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P33 del PRG1993</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
nov-93	<b>260</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	SGV
29/10/2013	<b>225</b>	<b>584</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	AD

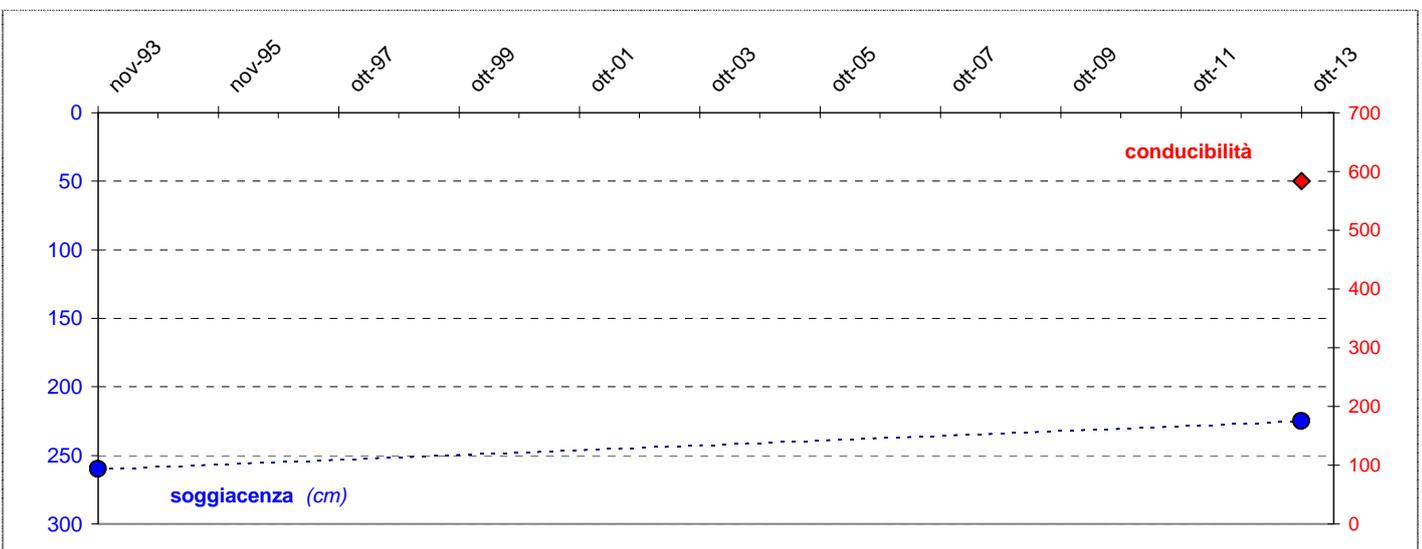
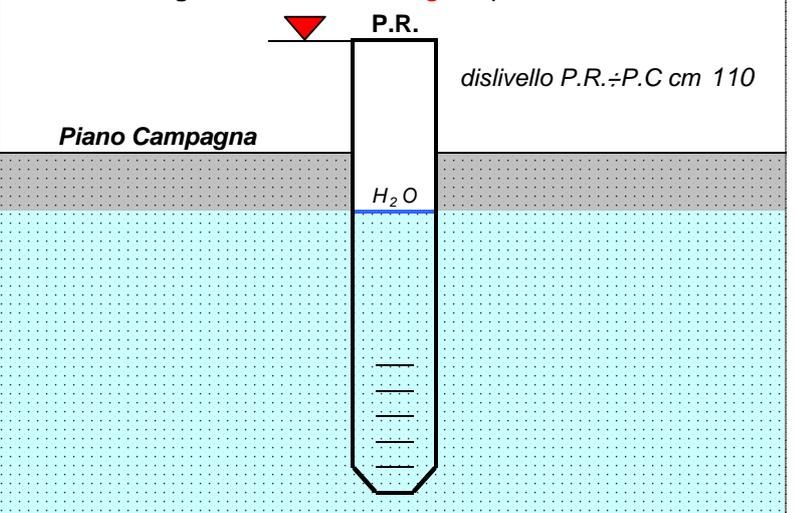


**note:** misura di zero: PRG 1993

## ubicazione del punto:



## schema monografico:



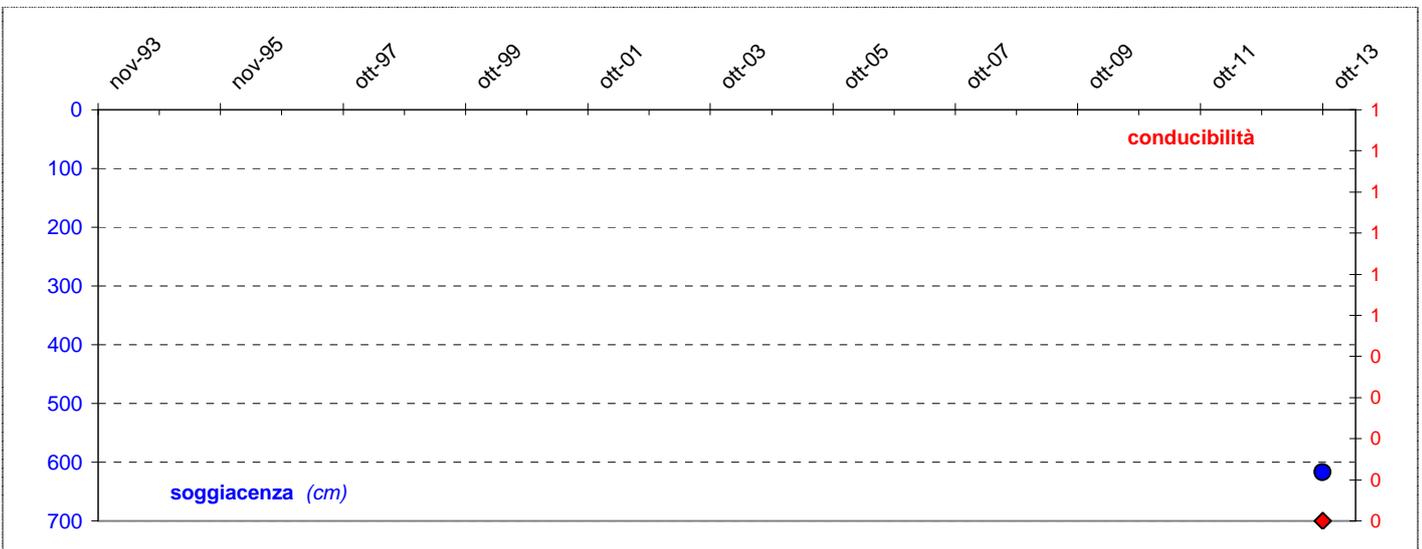
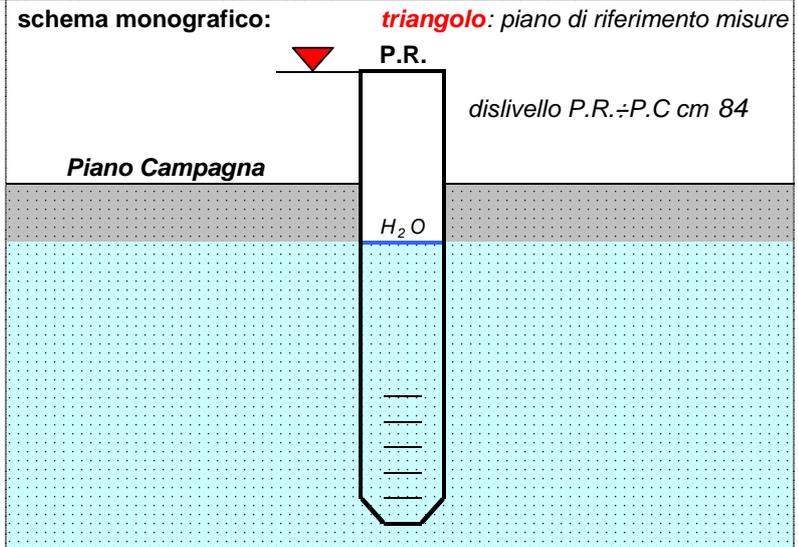
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P24

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Guglielmo Marconi</b>		scheda: <b>24</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984374,0</b>		<b>E: 1691228,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>9,4</b>	Quota P.R.: <b>10,2</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - escluso da elaborazione</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	617	0	0	0	AD



**note: #####**



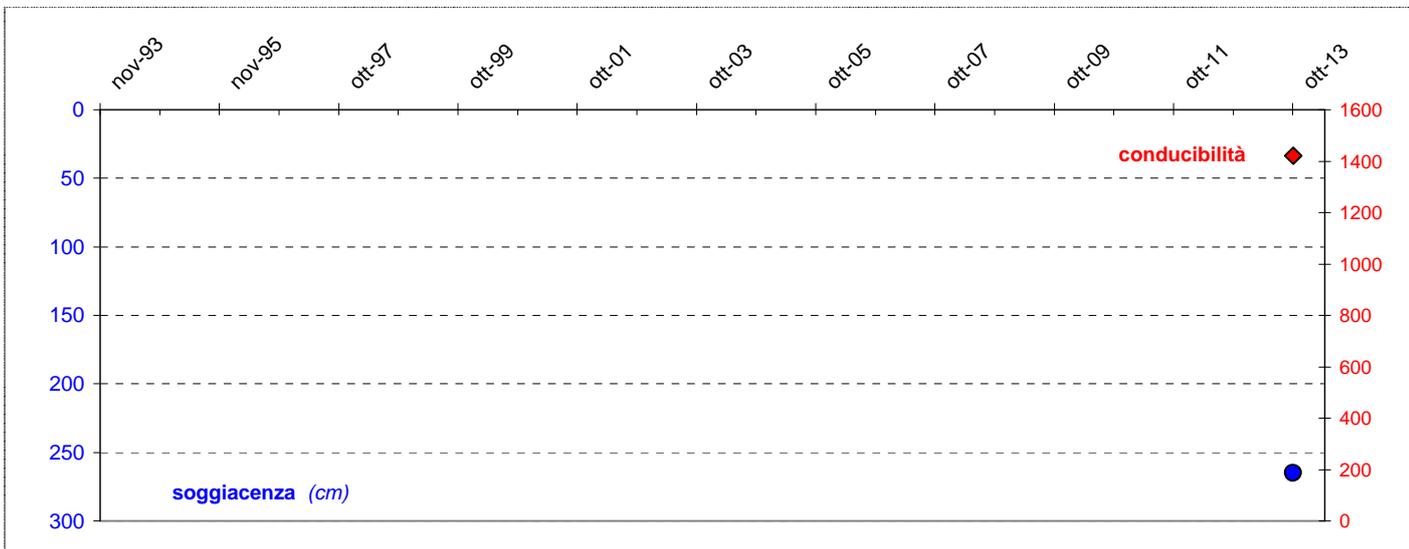
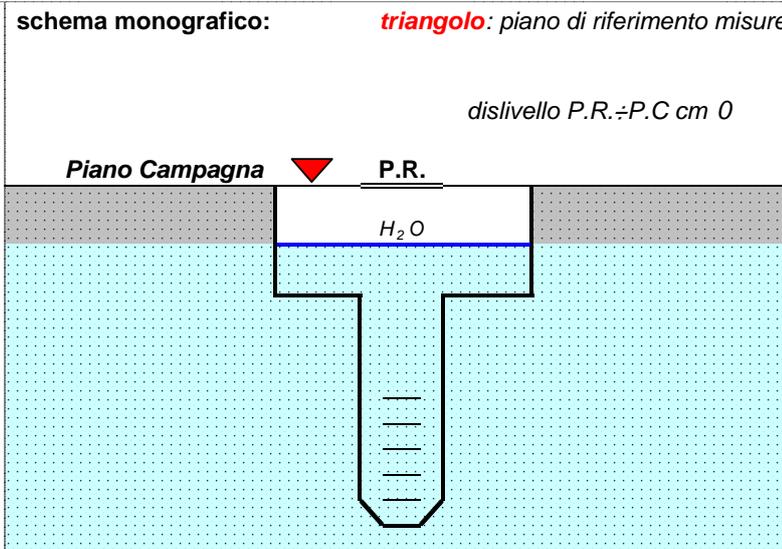
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P25

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Lungo Po</b>		scheda: <b>25</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983176,0</b>		<b>E: 1688512,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,7</b>	Quota P.R.: <b>8,7</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - vicino laghetto - comune di Calto</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	<b>265</b>	<b>1420</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	AD



note: #####



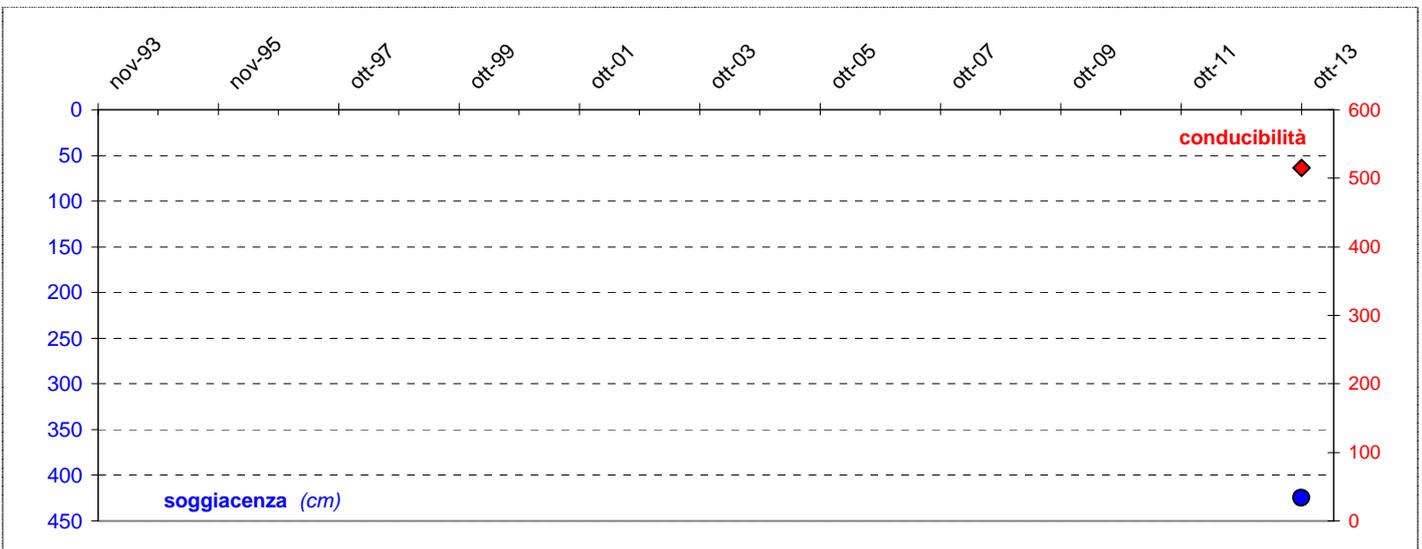
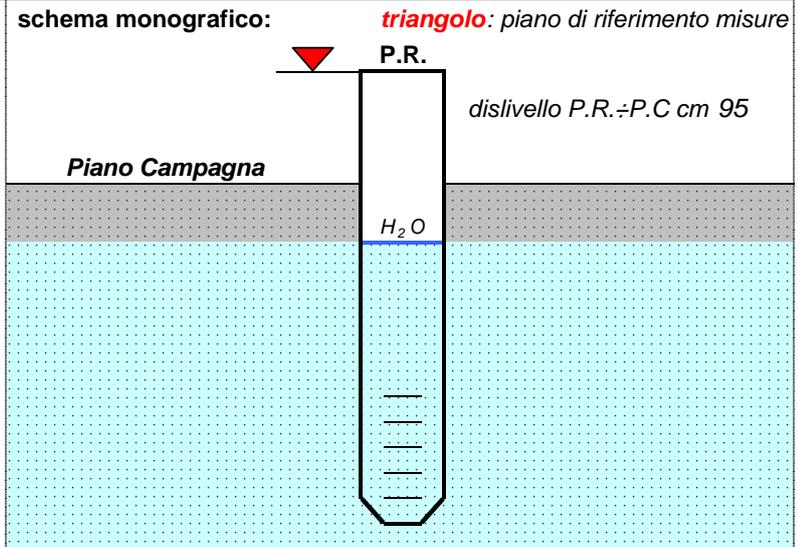
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P26

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Sant'Antonio</b>		scheda: <b>26</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4986039,0</b>		<b>E: 1689532,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,4</b>	Quota P.R.: <b>9,4</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>80</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - vicino gorghi - comune di Trecenta</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	425	515	18	21	AD



**note: #####**



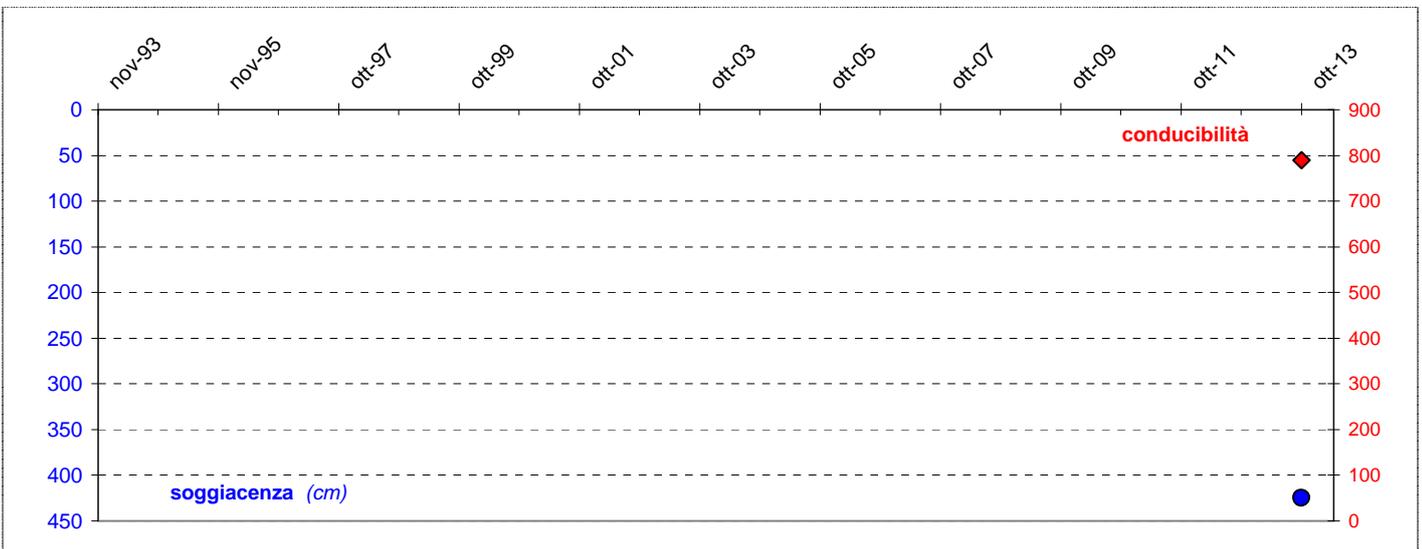
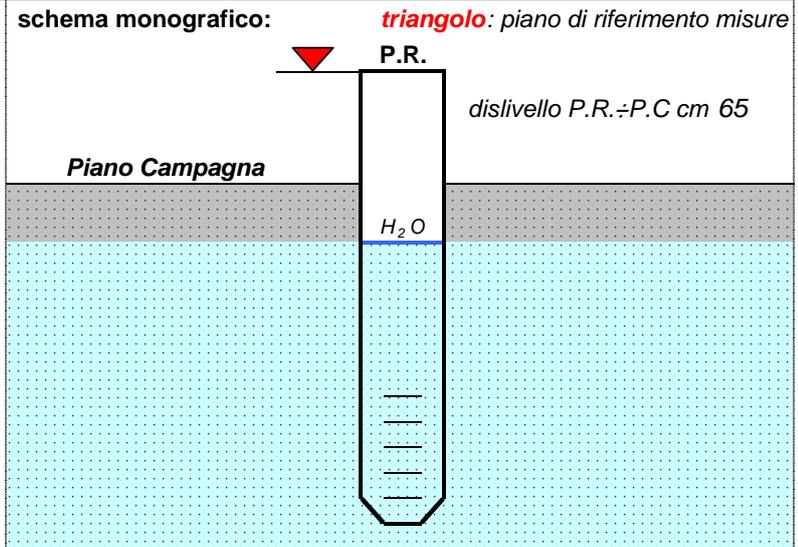
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P27

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Magherino</b>		scheda: <b>27</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4985998,0</b>		<b>E: 1689222,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,5</b>	Quota P.R.: <b>9,2</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>80</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Comune di Trecenta</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	<b>425</b>	<b>790</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	AD



note: #####



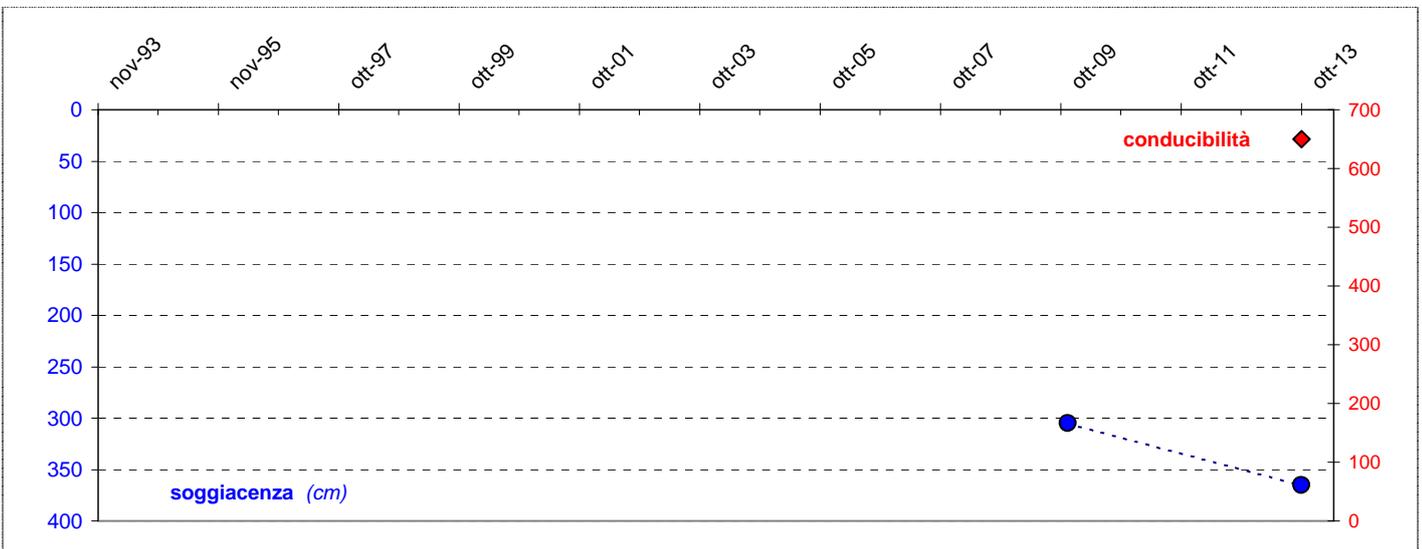
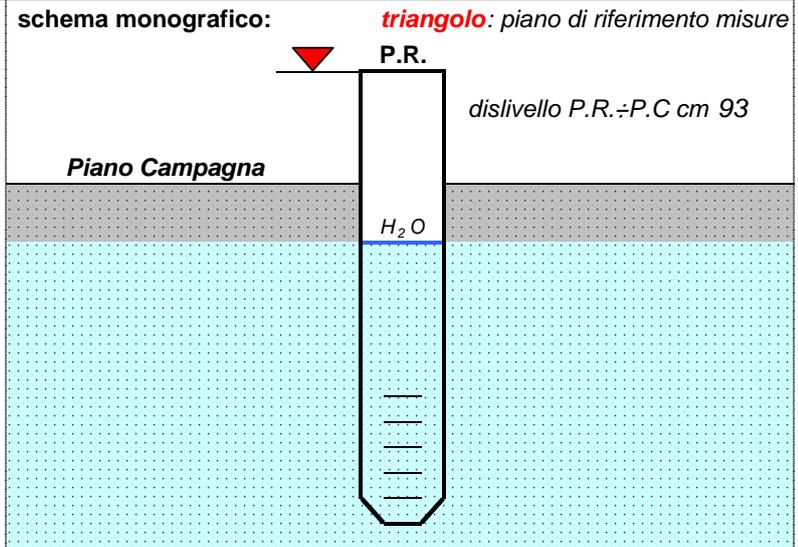
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P28

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Trieste</b>		scheda: <b>28</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4986181,0</b>		<b>E: 1690189,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>9,9</b>	Quota P.R.: <b>10,8</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>80</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P138 del PAT2009 - comune di Trecenta</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
dic-09	<b>305</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	Hgeo
29/10/2013	<b>365</b>	<b>650</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	AD



**note:** misura di zero: PAT Trecenta



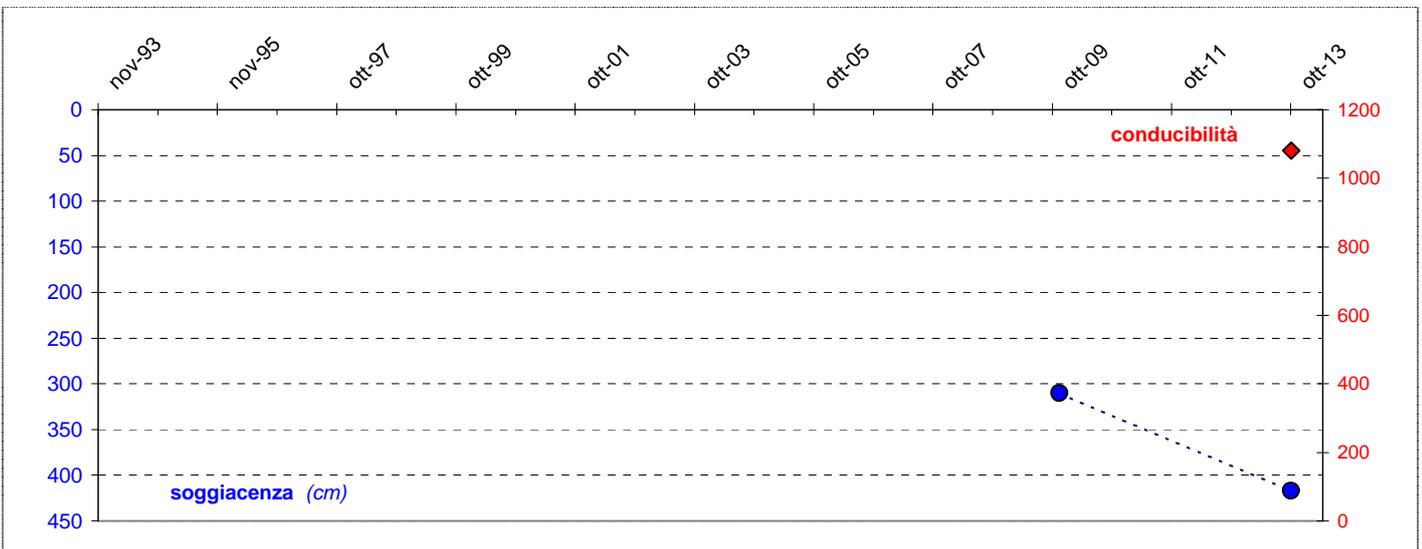
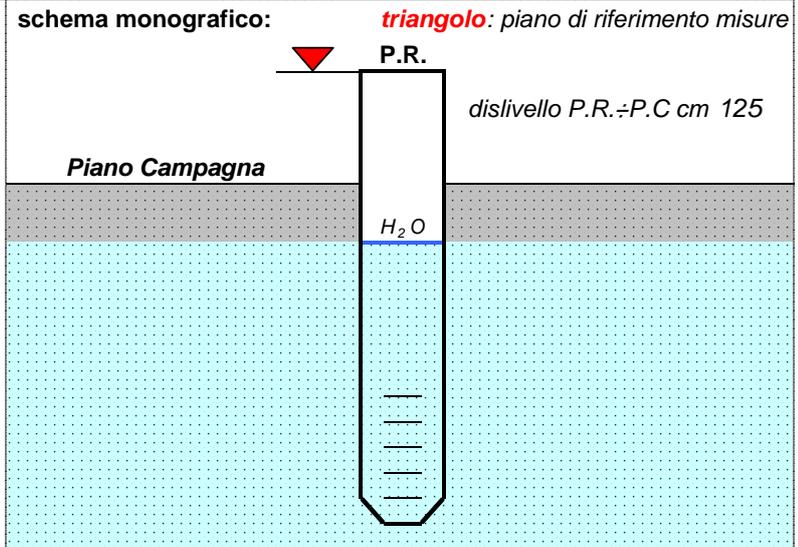
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P29

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Dossi</b>		scheda: <b>29</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4986055,0</b>		<b>E: 1694633,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>6,7</b>	Quota P.R.: <b>8,0</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P175 del PAT2009 - comune di Trecenta</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
dic-09	<b>310</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	<b>/</b>	Hgeo
29/10/2013	<b>417</b>	<b>1080</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	AD



**note:** misura di zero: PAT Trecenta



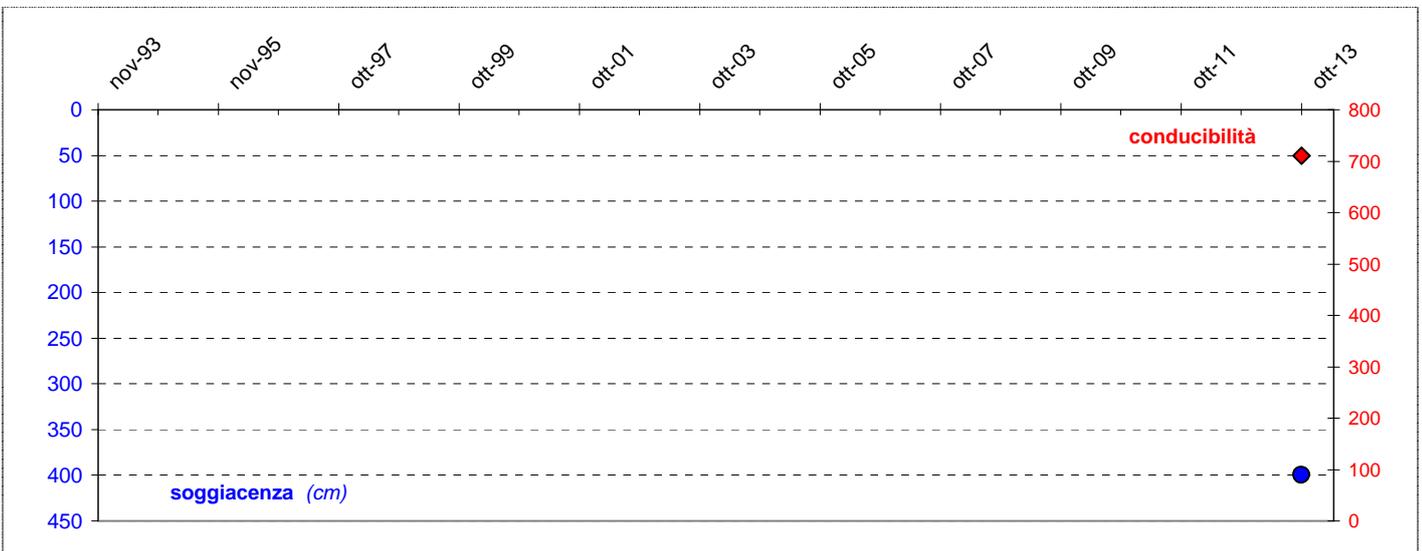
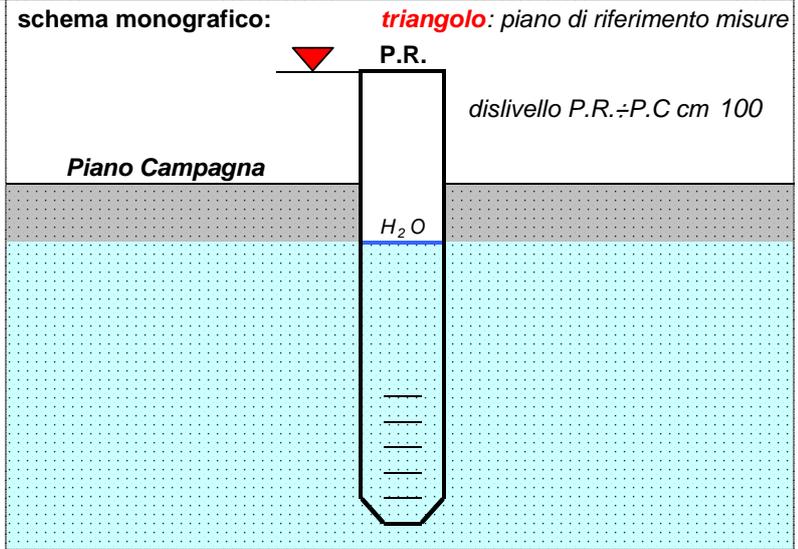
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P30

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Convento</b>		scheda: <b>30</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984032,0</b>		<b>E: 1694675,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,3</b>	Quota P.R.: <b>8,3</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>120</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - comune di Bagnolo di Po</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	400	710	17	21	AD



**note: #####**



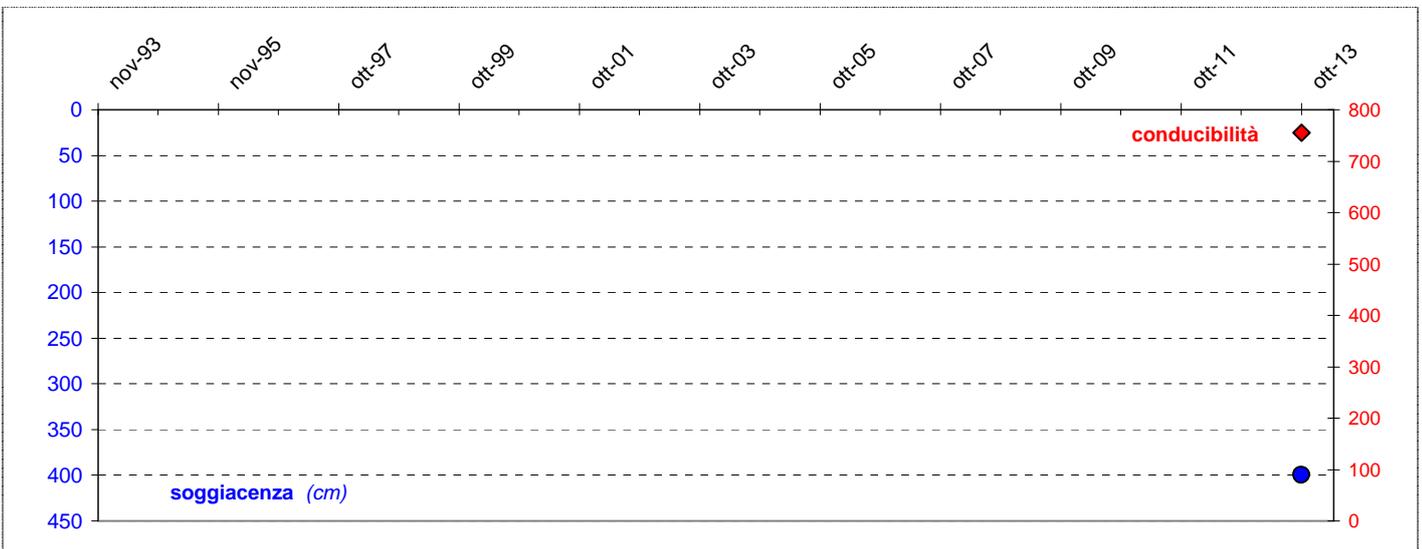
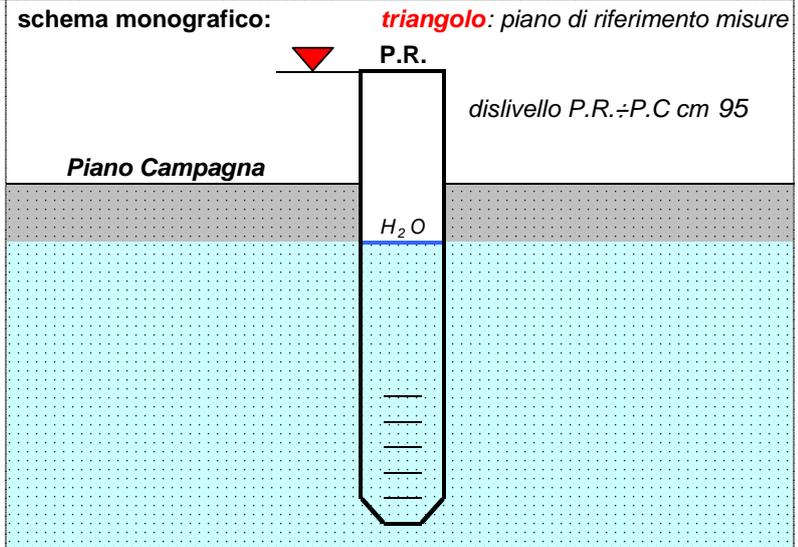
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P31

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Giuseppe Verdi</b>		scheda: <b>31</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983348,0</b>		<b>E: 1692338,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,3</b>	Quota P.R.: <b>8,3</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>/</b>	Ø interno (cm): <b>120</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - comune di Ficarolo</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	400	755	17	25	AD



**note: #####**



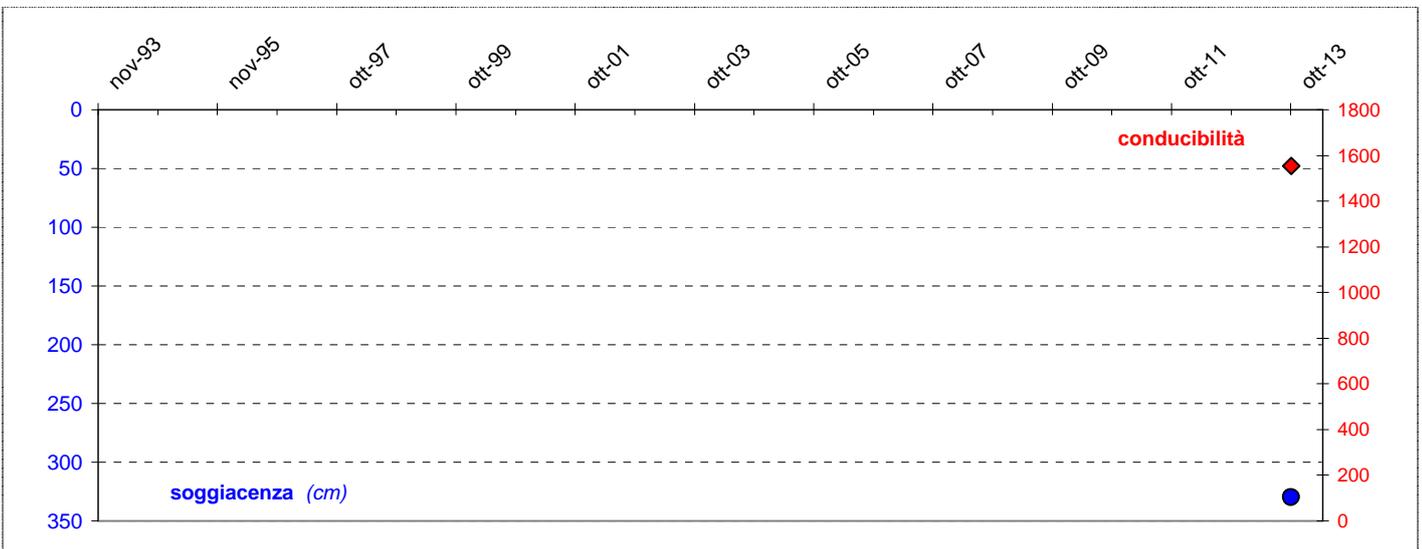
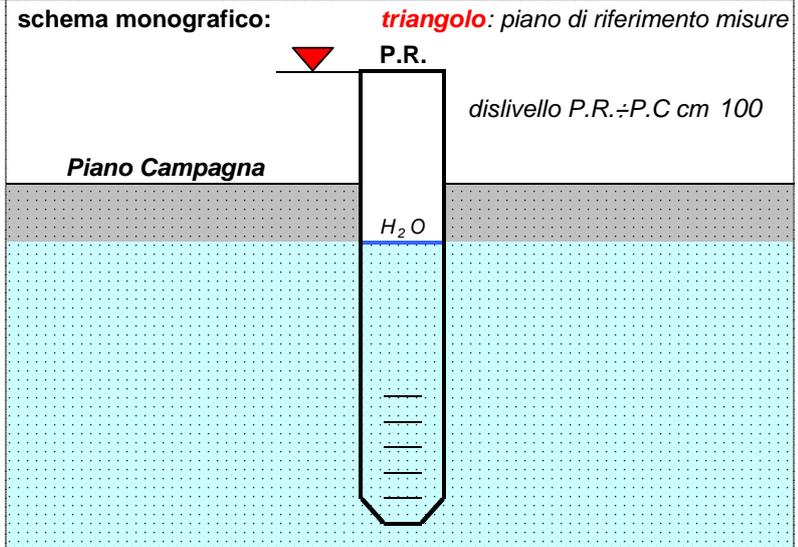
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P32

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Giacomo Puccini</b>		scheda: <b>32</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983147,0</b>		<b>E: 1692083,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,8</b>	Quota P.R.: <b>8,8</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - comune di Ficarolo</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	330	1553	17	24	AD



**note: #####**



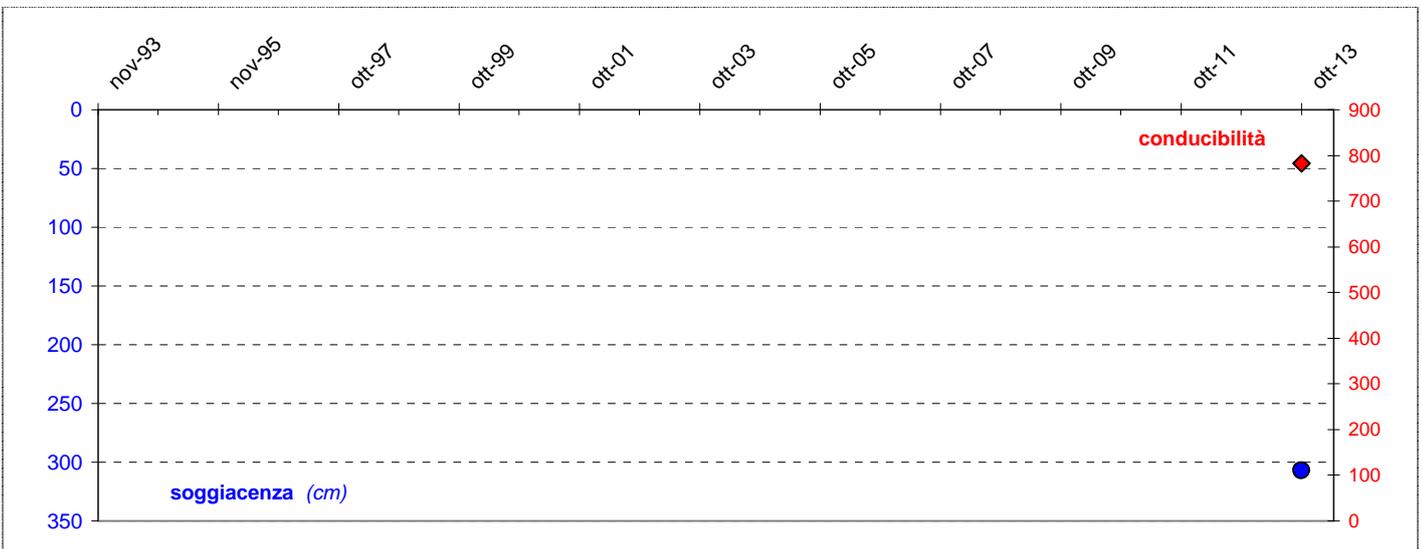
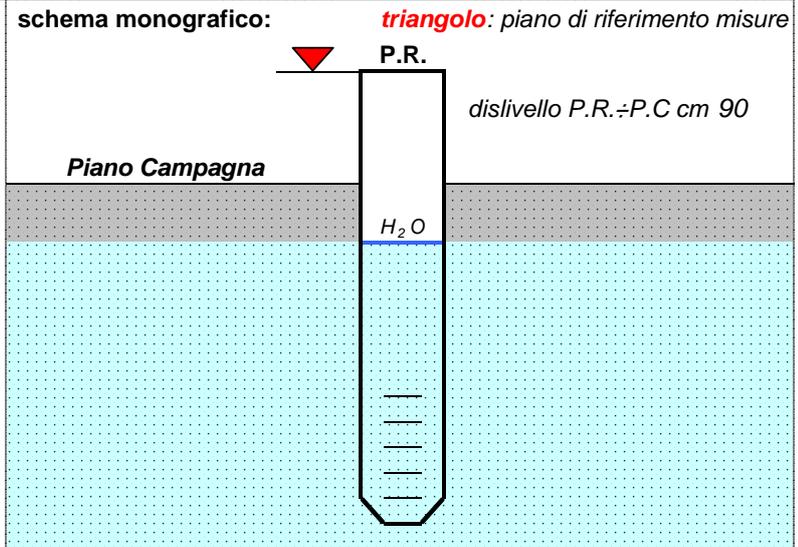
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P33

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Vallicella</b>		scheda: <b>33</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4982098,0</b>		<b>E: 1692290,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,9</b>	Quota P.R.: <b>8,8</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>100</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - comune di Ficarolo</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	307	782	19	23	AD



**note: #####**



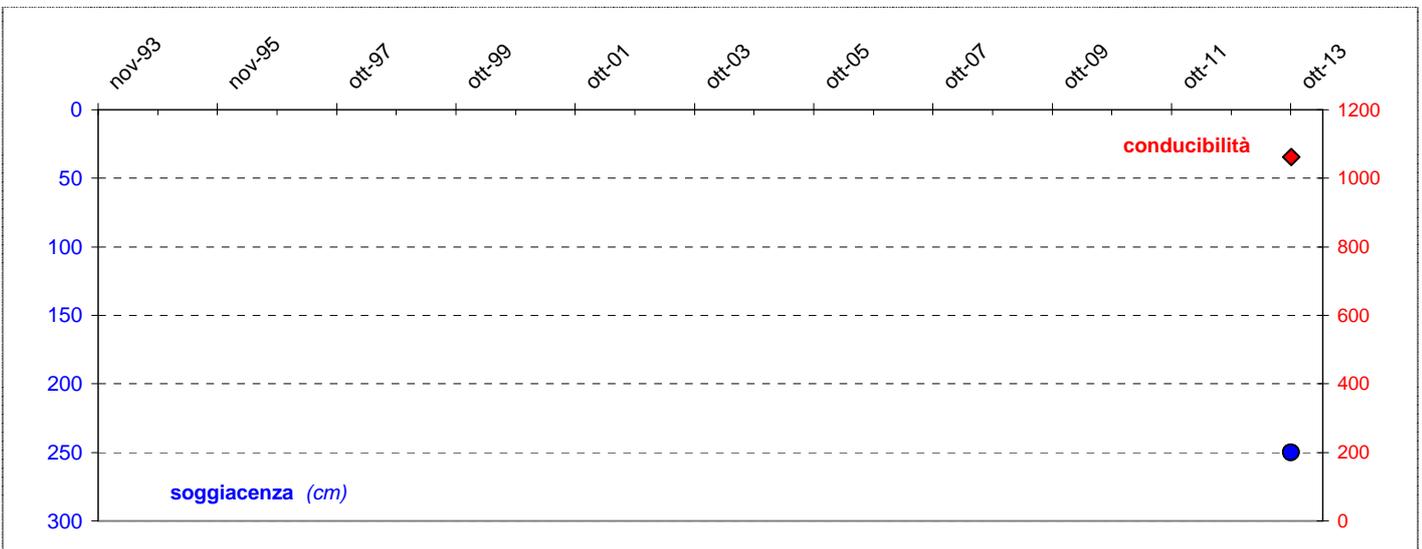
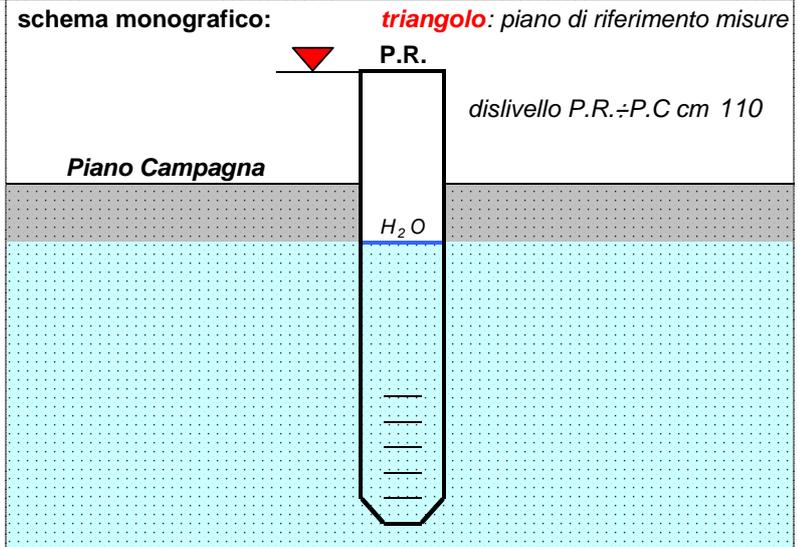
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P34

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Bosco Papino</b>		scheda: <b>34</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4983024,0</b>		<b>E: 1691219,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>8,0</b>	Quota P.R.: <b>9,1</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>/</b>	Ø interno (cm): <b>90</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - comune di Ficarolo</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
/	/	/	/	/	/
29/10/2013	250	1063	19	22	AD



**note:** #####



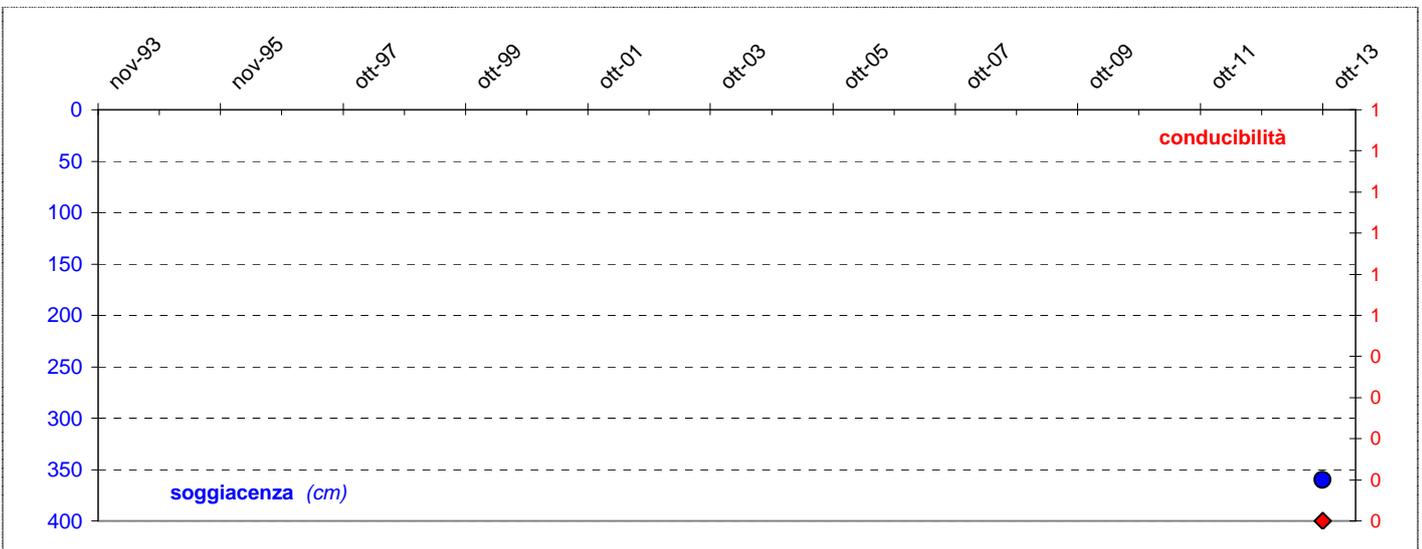
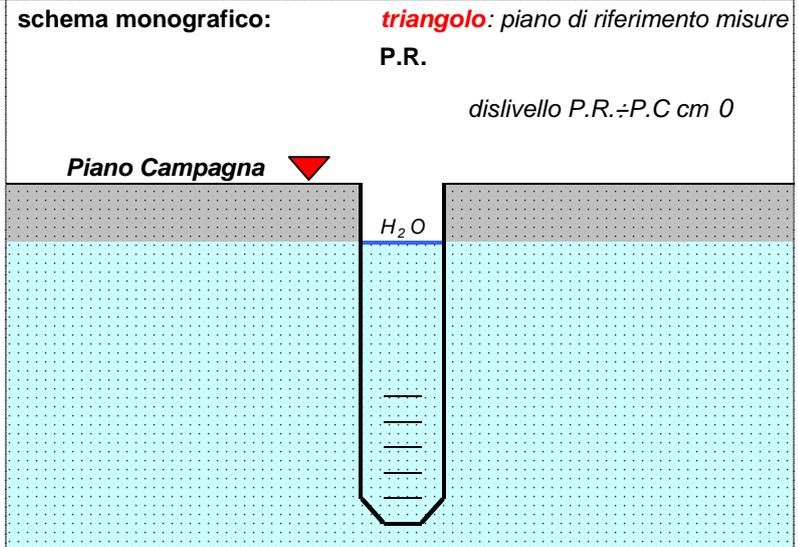
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO V1

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Eridania</b>		scheda: <b>35</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4984343,0</b>		<b>E: 1688269,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>0,0</b>	Quota P.R.: <b>0,0</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>0</b>
Descrizione del sito: <b>canale - valutazione su Cavo Calto - comune di Calto</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
28/10/2013	360	0	13	19	AD



**note: #####**



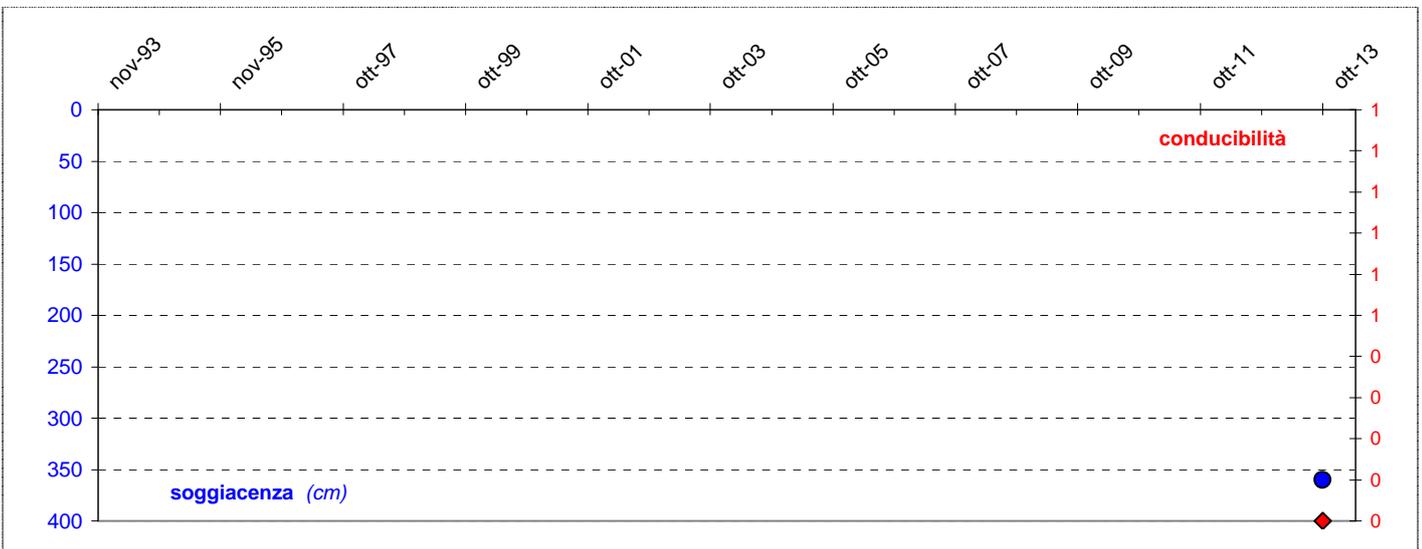
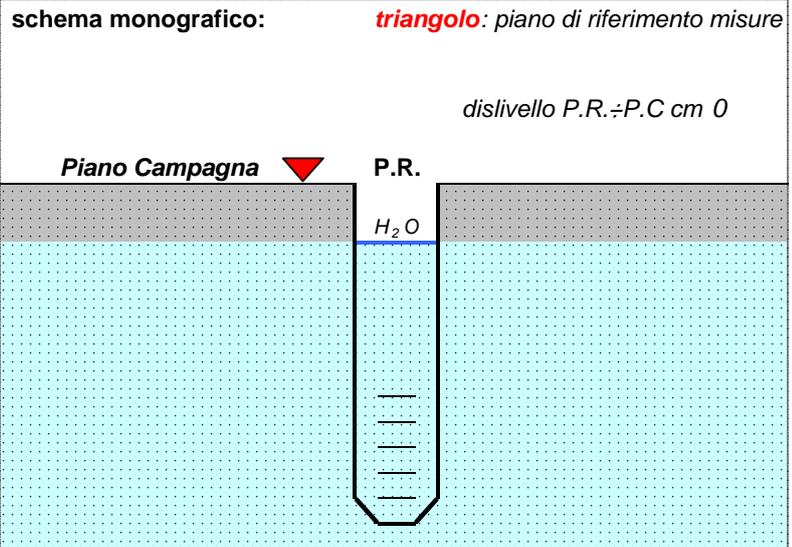
# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO V2

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Cà Roncola, Trecenta</b>		scheda: <b>36</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 4985034,0</b>		<b>E: 1688768,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>0,0</b>	Quota P.R.: <b>0,0</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>/</b>	Ø interno (cm): <b>0</b>
Descrizione del sito: <b>canale - valutazione su Fosso Roncola - comune di Trecenta</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	$T_{H_2O}$	$T_{aria}$	Ril.
/	/	/	/	/	/
28/10/2013	<b>360</b>	/	<b>13</b>	<b>19</b>	AD



note: #####



# MONITORAGGIO LIVELLO ACQUIFERO - PIEZOMETRO P35

Committente: <b>Comune di Salara</b>		Località: <b>Via Puccini, Ficarolo</b>		scheda: <b>37</b>	
Progetto: <b>PAT</b>					
Coordinate (GB-O) <b>N: 0,0</b>		<b>E: 0,0</b>		Quota P.C. (mslm): <b>7,7</b>	Quota P.R.: <b>8,9</b>
Misura: <b>freatimetro</b>		Acquifero: <b>freatico</b>		Profondità (m): <b>1</b>	Ø interno (cm): <b>120</b>
Descrizione del sito: <b>pozzo privato - Ex P17 del PAT2010 - comune di Ficarolo</b>					

tabella raccolta dati					
Soggiacenza: <b>cm da Riferimento</b> ÷ Conducibilità: <b>µS/cm @25°C</b>					
data misura	Sogg.	Cond.	T <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	T <sub>aria</sub>	Ril.
mar-10	245	/	/	/	Hgeo
11/11/2013	340	1129	15	15	AD



**note:** misura di zero: PAT Ficarolo

