

STUDIO DI GEOLOGIA AMBIENTALE

Geologia Tecnica Ambientale per Impianti  
Progettazioni Geotecniche - Geofisica - Idrogeologia

Iscritta: Albo C.T.U.

**ECO GEO**

**Dott. Geologo Dario Tufoni**



PROVA DI ACCREDITAMENTO CON DELIBERAZIONE

C. / 287 Data 23-12-97

Prova conclusa in data

IL SINDACO COMUNALE  
*(Dott. Paolo Ruffini)*

**Prov. di ROMA  
Comune di Civitavecchia  
loc. Puntone Di Rocca.**

**Committente: Studio Arch. Oreste Martelli Castaldi**

**Oggetto: Inquadramento geologico e geolitologico al fine di individuare il sito e la qualità dei litotipi dei Campi di Inumazione del Nuovo Cimitero.**

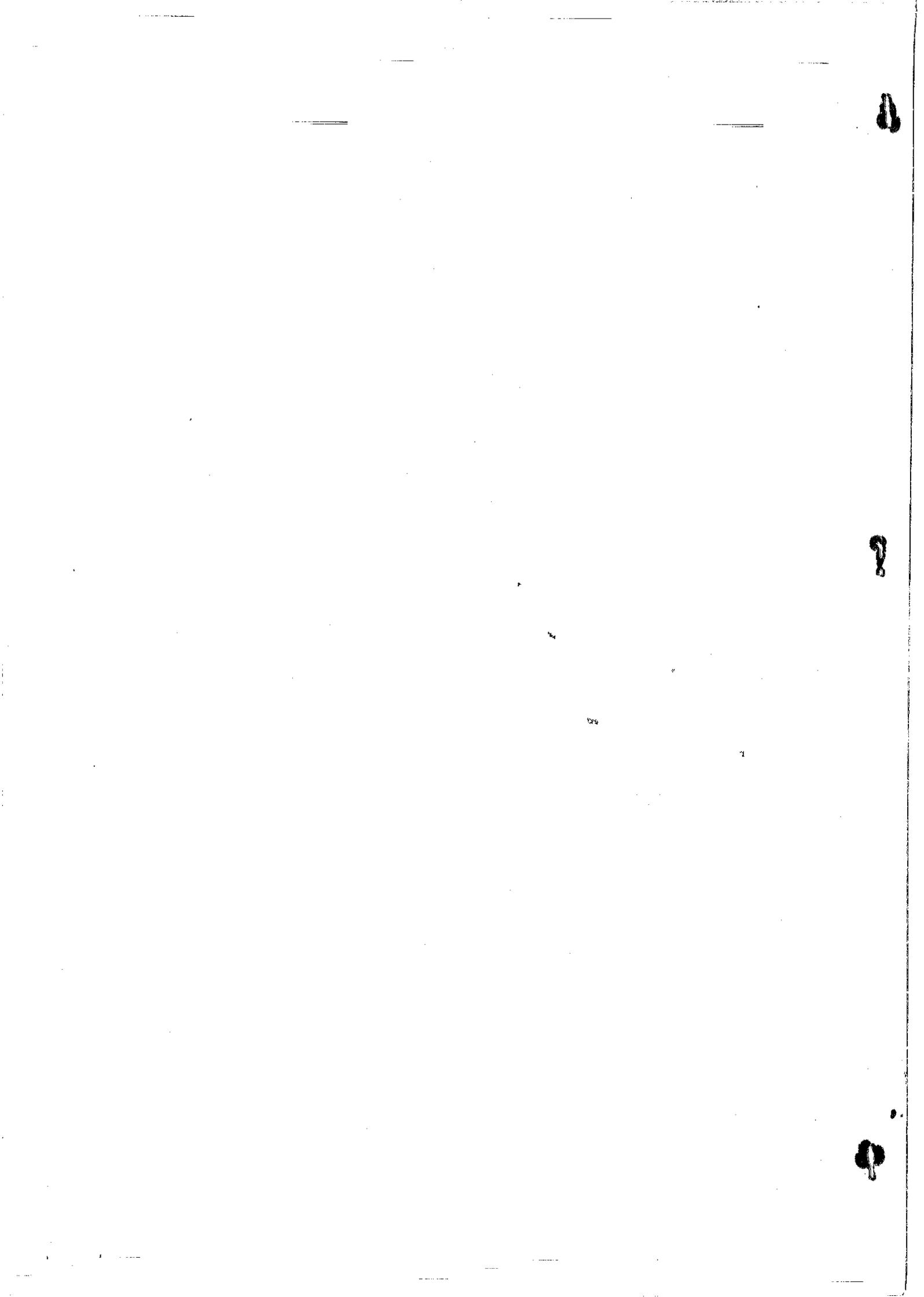
*Al sensi della L. n° 803 del 21.10.75 "Norme cimiteriali"*

Civitavecchia 18.04.97

Dott. Dario Tufoni  
Geologo



VISTO 29 OTT 1997  
IL FUNZIONARIO DIRETTIVO TECNICO  
*(Gen. Scandale)*



## 1.0 Premessa

Su incarico dell'Arch. Oreste Martelli Castaldi nella sua qualità di progettista del Nuovo Cimitero, nella periferia nord del comune di Civitavecchia in località "Punton di Rocca", sono stati effettuati delle indagini geologico tecniche al fine di verificare l'idoneità dei luoghi sui quali verranno realizzati i "Campi di inumazione".

A tale scopo sono stati effettuati numerosi saggi mediante escavatore a braccio rovescio in trincee e pozzi esplorativi. Nell'ambito delle operazioni sono stati prelevati n° 3 campioni di terreno rimaneggiato, n° 1 di terreno indisturbato ed inviati al laboratorio specializzato al fine di determinare le qualità granulometriche e fisiche del terreno in esame.

Per verificare la presenza o meno della falda sono stati effettuati i seguenti interventi:

- censimento pozzi, delle aree limitrofe;
- installazione di n° 3 piezometri a tubo aperto, all'interno dei pozzi esplorativi con monitoraggio periodico;
- determinazione della permeabilità *in situ*.

I risultati sono stati correlati con i caratteri geomorfologici, e geologici locali.

## 1.1 Geologia

La geologia rilevata in campagna e correlata con le note bibliografiche esistenti, descrive la presenza dei litotipi appartenenti alla serie del Flysch della Tofa, (fig. 1) caratterizzato da alternanze argille-marnose e marne, intercalate da livelli poco potenti calcareo marnosi. Questi si rilevano scompaginati dalla giacitura caotica e fortemente tettonizzati, generalmente con immersione degli strati di circa  $30/35^\circ$  verso O S-O, come confermato dagli affioramenti rilevati.

AVT

Alluvioni. Travertino  
ATTUALE

SC

Depositi marini; sabbie e conglomerati organogeni cementati.  
"Panchina" OLOCENE Tirreniano

ARE

Arenarie calcareo-quarzose "Pietraforte"  
CRETACEO-OLIGOCENE

CFE

Calcari e Marne grigio nocciola  
Flysch della Tolfa CRETACEO-OLIGOCENE

AC

Argille e calcari. Argilloscisti varicolori  
Flysch della Tolfa CRETACEO-OLIGOCENE



Sito del rilievo



Scala 1:25.000

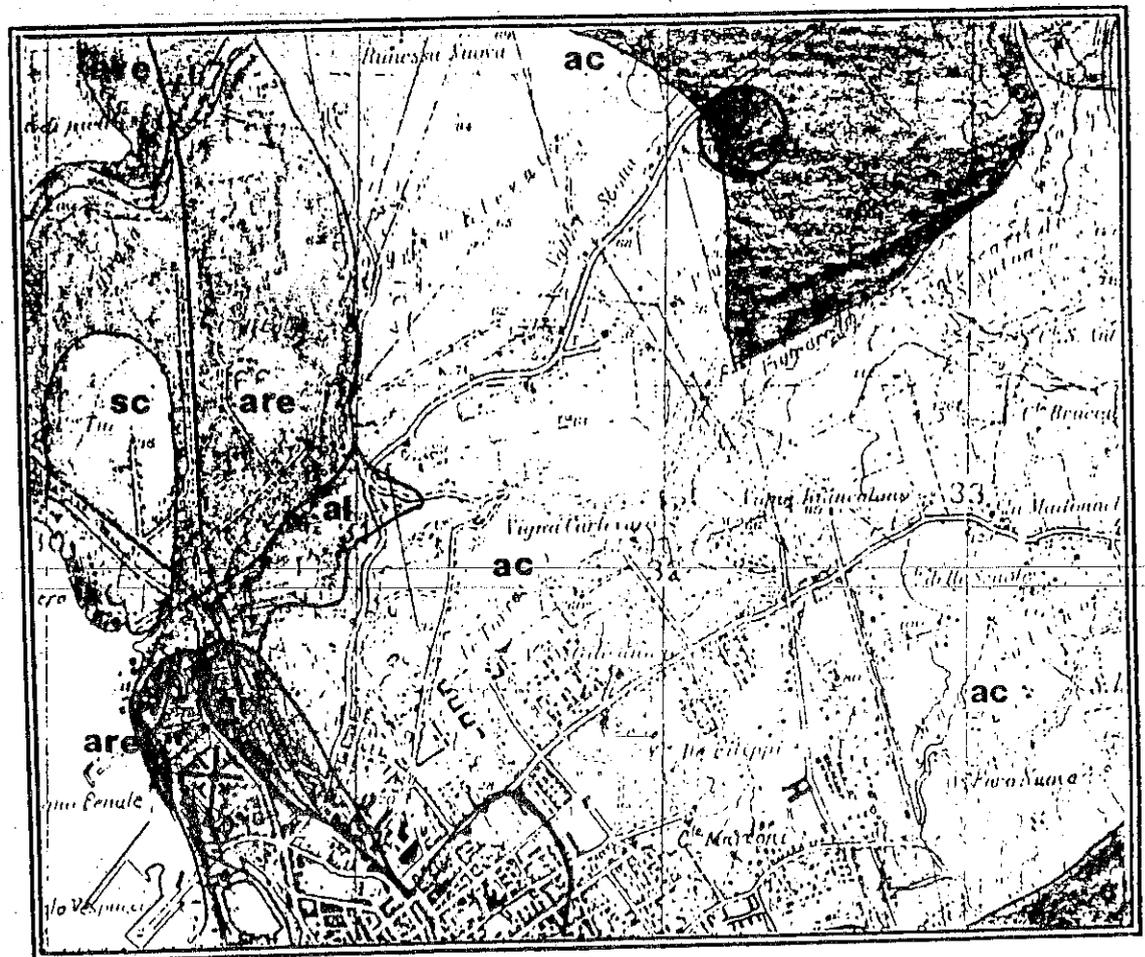


Fig 1: Carta Geologica (Base topografica Foglio I.G.M. 142 Tav. II N.O.)

## 1.2 Geomorfologia e Idrogeologia

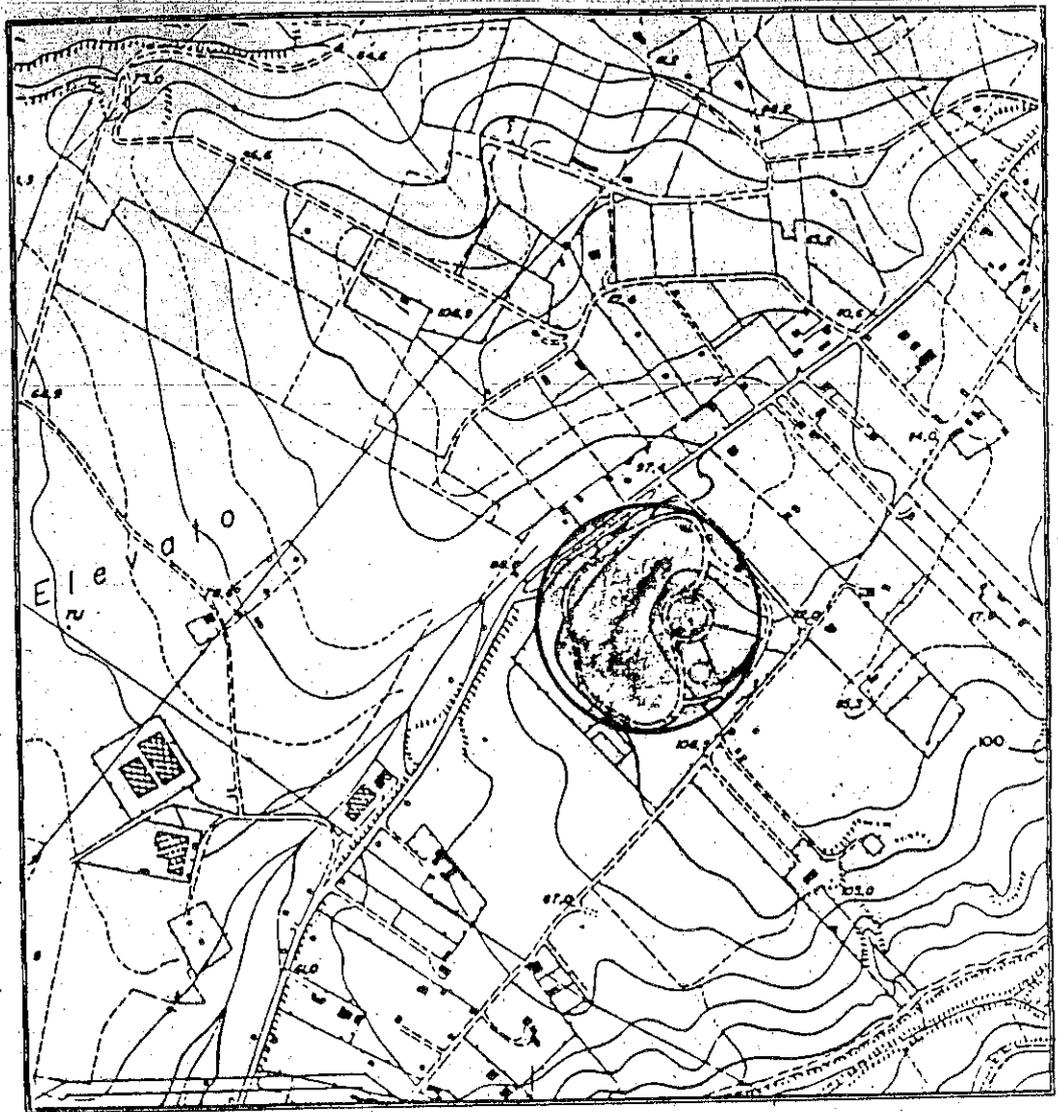
Il sito è ubicato su di una dorsale inclinata regolarmente verso Sud-Ovest con una pendenza del 9/10 % ad una quota compresa tra 100 m e 112 m s.l.m. Siamo in zona di displuvio drenante le acque di prima corrivazione e di infiltrazione nel bacino imbrifero del Torrente Fiumaretta (fig.2) e di un suo affluente di destra.

L'aspra morfologia risulta probabilmente da allineamenti strutturali, riconosciuti in campagna nel repentino cambiamento di direzione dell'alveo e dagli affioramenti presenti.

L'alveo del Fiumaretta risulta essere continuamente alimentato nell'arco dell'anno, facendo supporre un apporto diretto da acque sorgive. Attualmente, in relazione agli ultimi eventi meteorologici, si rileva in fase di erosione con evidenti tracce di esondazione e luoghi impaludati.

Dal punto di vista idrogeologico le relazioni strutturali utili per la continuità idraulica sono mitigate e inibite dalla presenza dei litotipi dominati argillo-marnosi e argillosi, i quali risultano generalmente impermeabili e rallentano il movimento delle acque nel sottosuolo.

Le potenziali risorse idriche sono da ricercarsi all'interno della frazione litoide calcareo-marnosa che per le sue caratteristiche, confinata all'interno dei litotipi impermeabili, e' generalmente sede di falde localizzate con scarsa soluzione di continuità e poco produttive, con portate di frazioni di lt/sec. (2.000-3.000 lt nelle 24 ore)..



**Fig. 2** Ubicazione sito del rilievo Acrofitogrammetico volo 1991 (scala 1:10.000)

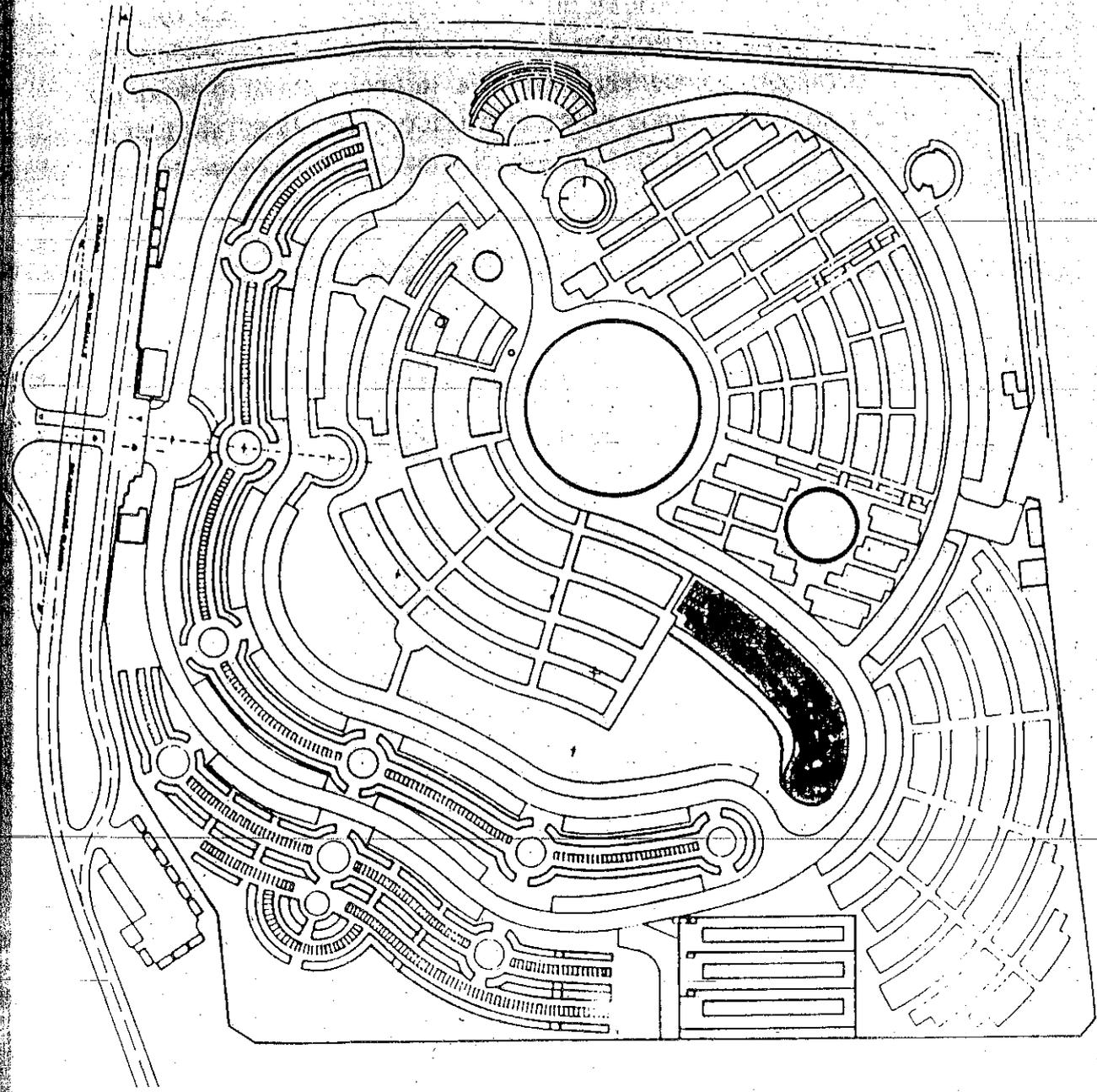


Fig. 3 Ubicazione sito dei campi di inumazione scala 1:2.000  
Studio Arch. Oreste Martelli Castaldi

## 2.0 Rilievi

Sono stati effettuati n° 2 prove di assorbimento in sito; saggi con escavatore a braccio rovescio, che hanno permesso di prelevare n° 4 campioni di terra inviati in laboratorio geotecnico; ricostruzione delle stratigrafie locali; n° 3 pozzi esplorativi condizionati con piezometri "A tubo aperto"; censimento dei pozzi limitrofi.

## 2.1 Prove di assorbimento

Le prove di assorbimento in sito eseguite a carico variabile, secondo le norme A.G.I., mediante pozzetti superficiali a base quadrata delle dimensioni di cm 30 x 30 e profondi cm 20 nei quali si è rilevata la permeabilità dei terreni interessati all'inumazione in relazione all'abbassamento dell'acqua all'interno del pozzetto in relazione alla variazione del tempo "t" secondo il seguente schema:

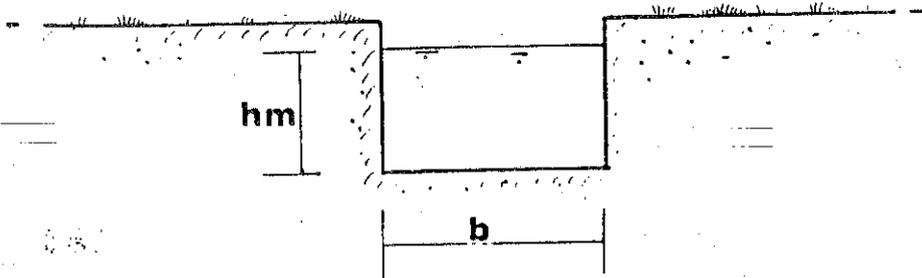
$h_m$  = altezza massima di carico, in cm;

$b$  = base del pozzetto quadrato, in cm;

$t_2 - t_1$  = intervallo di tempo, in secondi;

$h_2 - h_1$  = variazione del livello dell'acqua nell'intervallo  $t_2 - t_1$ , in cm.

Fig. 4 Schema Prova di Assorbimento



### Prova di Assorbimento A1

n°	T sec	h cm
0	0.00	9.8
1	240	9.9
2	480	10.0
3	720	10.1
4	960	10.2

Tab.1 A1 per  $h_m = 6.7$  cm  
si è ricavata una permeabilità  $\kappa = 6.7 \times 10^{-5}$  cm/sec.

### Prova di Assorbimento A2

n°	T sec	h cm
0	0.00	9.0
1	240	9.1
2	480	9.2
3	720	9.3
4	960	9.4

Tab.2 A2 per  $h_m = 4.9$  cm  
si è ricavata una permeabilità  $\kappa = 6.3 \times 10^{-5}$  cm/sec

Quindi riconducibile ad un terreno scarsamente permeabile

## 2.2 Rilievi piezometrici

Al fine di verificare la direzione della falda sono stati censiti i pozzi Tab. 3 dei luoghi nell'immediato intorno, localizzate modeste scaturigini e luoghi ove si è intercettata la falda in scavi di cantiere; il tutto ha permesso di mappare l'andamento della falda presente Vd Fig.5.

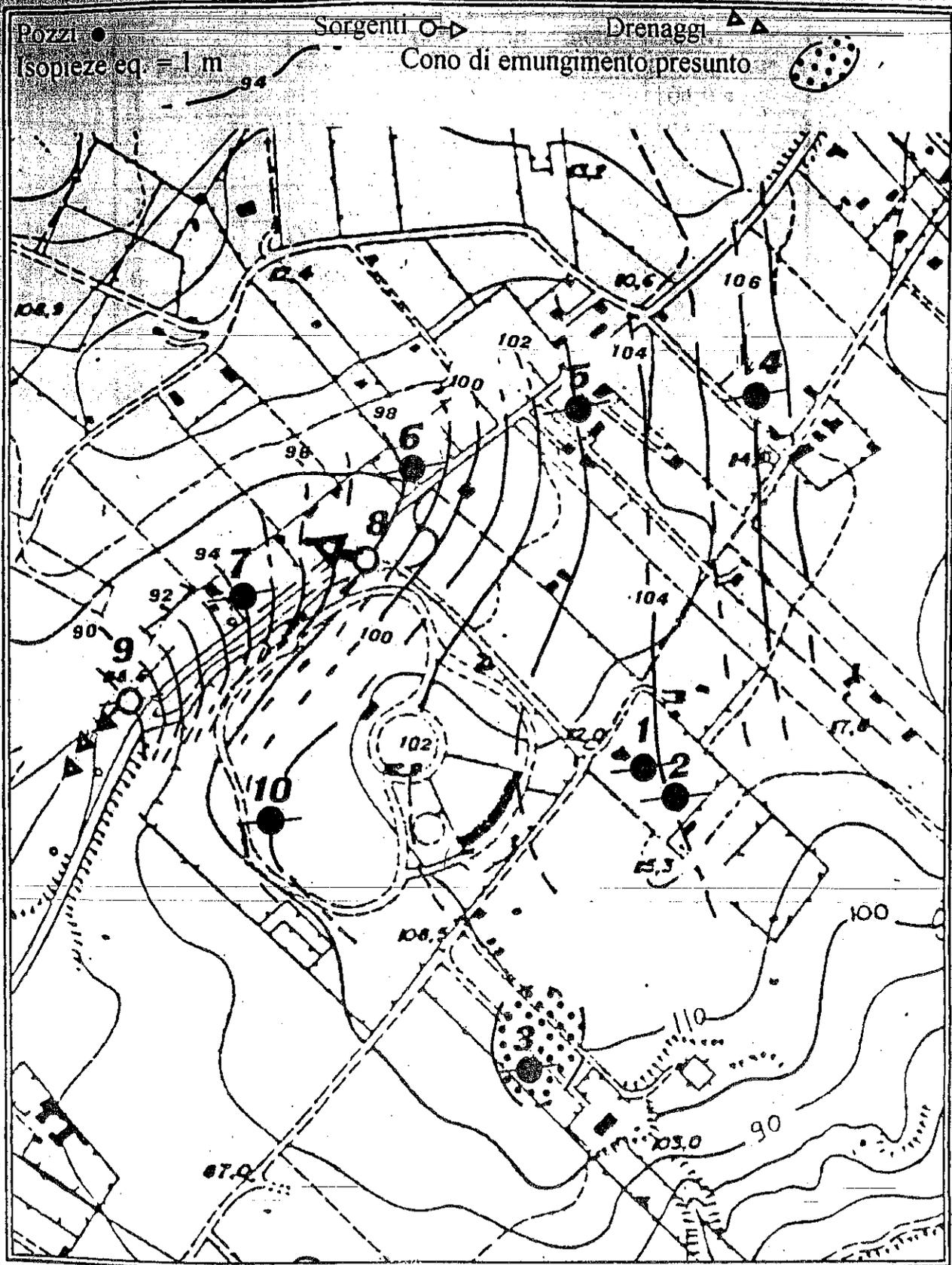


Fig. 5 Stralcio idrogeologico locale scala 1:5.000 Base topografica rilievo  
 Aerofotogrammetrico volo 1991.

N° Pozzo	Quote		S.L.M.
	Piano Campagna	in metri Perforazione	
1	112	67	104.0 s
2	112	72	104.0 s
3	110	60	96.0 d
4	115	95	107.0 s
5	105	67	103.0 s
6	100	46	98.0 s
7	95	87	94.0 s
8	98	sorg.	98.0
9	89	sorg..	89.0
10	105	100	101.0 s

\* Livello acqua s= statico d= dinamico

Tabella n° 3 Rilievo idrogeologico (censimento dei pozzi e delle scaturigini)

I piezometrici non hanno intercettato e quindi monitorato la falda al di sotto dei campi di inumazione; si è rilevata soltanto la presenza di acqua di precipitazione atmosferica ristagnante all'interno dello sbancamento, legata alla bassa permeabilità del litotipo naturale ( $\kappa = 6 \times 10^{-5}$  cm/sec).

Nel sito interessato dallo studio, destinato all'inumazione a quota 110 m s. l. m., dalla Tab.3 e dalla Fig. 5 si rileva che la falda è ubicata a circa -8 m dal p.c. con una palese direzione verso il settore di N-O documentata dai pozzi 5, 6, 7. Si rileva un probabile richiamo nel cono di emungimento del pozzo n° 3, documentante in figura un livello dinamico. Il livello di base drenante è ubicato a circa quota 88/90 m individuato nelle sorgentine del fosso limitrofo affluente del Fiumaretta.

### 2.3 Stratigrafie

Nei saggi e nel piano di sbancamento sono state rilevate n° 10 stratigrafie (in allegato sono state documentate le più significative) le quali descrivono generalmente la presenza del suolo per uno spessore inferiore ai 50 cm al di sopra del terreno di riporto scervo di sostanze organiche, con pochi clasti e privo di roccia in posto; la quale si rileva in prossimità dello sbancamento e generalmente in affioramento con immersione circa 30/35° verso O S-O.

I terreni descritti, insistono sul litotipo argilloso marnoso calcareo, ove sono stati ubicati i piezometri. Vd. Fig. 6 e allegati fotografici.

Le caratteristiche fisiche rilevate e dedotte dal campione C4, prelevato indisturbato tramite fustella, sono di seguito riportate;

Caratteri fisici del campione C4	
$\gamma_{nat.}$ = 1.88 g/cm <sup>3</sup>	(peso di Volume)
$W_n$ = 18 %	(contenuto naturale di acqua)
$G$ = 2.68 g/cm <sup>3</sup>	(Peso specifico naturale)
$\eta$ = 40%	(Porosità)
$S_r$ = 70%	(grado di saturazione)
$e$ = 0.688	(Indice dei vuoti)

Tab. 4

dai dati si rileva una alta costipazione del litotipo naturale con  $\eta$ ,  $e$  ed  $W_n$ , tipici di materiali argillosi compatti; come si rileva dalle curve granulometriche, in allegato, sinteticamente descritte in tabella :

	C1	C2	C3	C4
Prelievo Campione Disturbato/Ind.	D	D	D	I
P.C. Prof. in m	0.70	1.40	2.10	0.70
% Argilla	78	71	61	75
% Limo	5.0	7.0	17	5.0
% Sabbia	8.0	10	14	11
% Ghiaia	9.0	12	8.0	9.0

Tab. 5

il terreno come si vede risulta essere **mal classato** del tipo Coerente con una alta frazione argillosa > del 60 % viene definito *Argilla con Sabbia e Limo*.

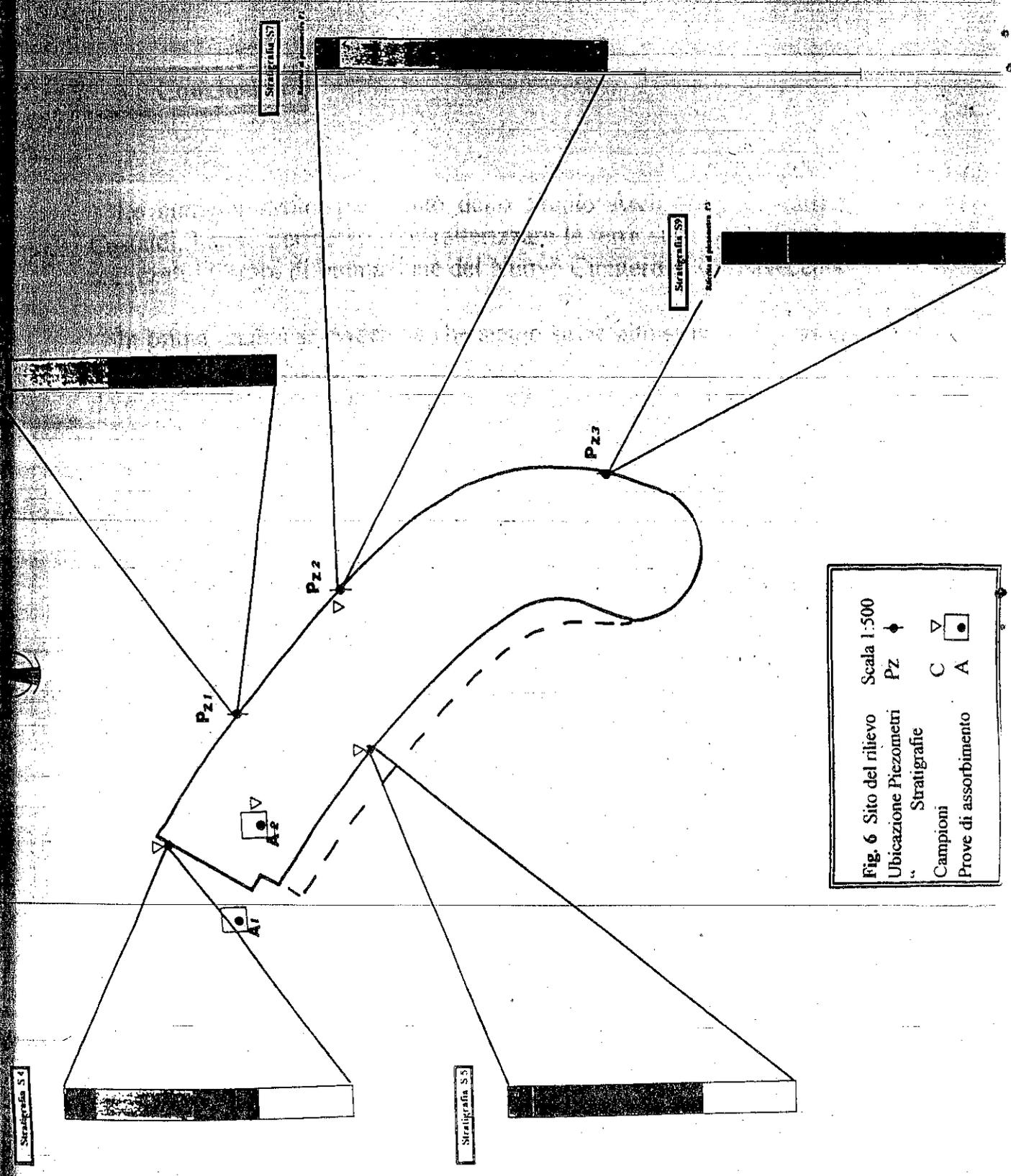


Fig. 6 Sito del rilievo Scala 1:500

- Ubicazione Piezometri Pz  $\nabla$
- Stratigrafie C  $\square$
- Campioni A  $\blacksquare$
- Prove di assorbimento

### 3.0 Conclusioni

Le indagini svolte per conto dello Studio Arch. Oreste Martelli Castaldi, hanno permesso di caratterizzare le terre sulle quali saranno realizzati i Campi di Inumazione del Nuovo Cimitero di Civitavecchia.

In prima analisi si evidenzia che siamo su un alto strutturale a circa 110 m s.l.m. a Nord del capoluogo, sottovento rispetto ai venti dominanti provenienti dal quadrante Sud (Scirocco) vd. Figg. 1-2.

Si rileva la presenza della falda non intercettata dai piezometri con direzione di deflusso Ovest vd. Tab. 3 e Fig. 5, presente tra quota di 102 e 101 m s.l.m. quindi a -8 m dal p.c.

Considerando lo scavo di m 2,50 per l'inumazione, rimane un franco fondo variabile tra i 6 m nella zona S5 S7 e circa 4 m nella zona S9 più depressa. Vd fig. 6.

Il terreno naturale risulta essere Argilla con Sabbia e Limo (Tab. 5 ed allegati) come documentano anche le caratteristiche fisiche e idrauliche (Tabb.1-2-4). Di fatto le basse porosità e permeabilità, rispettivamente  $\eta=40\%$  e  $\kappa= 6 \times 10^{-5}$  cm/sec, permettono una scarsa circolazione di aria ed acqua nel sottosuolo ciò rende il terreno asfittico e tendente all'impaludamento; quest'ultimo fenomeno può essere accentuato dallo scavo eseguito che crea una permeabilità relativa maggiore, luogo di accumulo preferenziale.

Il terreno si presenta parzialmente idoneo allo scopo, impedendo il regolare processo di mineralizzazione e necessita di interventi di bonifica essenzialmente sulla qualità dei litotipi.

### 3.1 Interventi di bonifica

In relazione a quanto rilevato ed esposto sono necessari interventi di bonifica, al fine di aumentare la porosità  $\eta$  verso valori del 45/48%, e a tale scopo si dovrà modificare la qualità delle terre con gli interventi di seguito descritti:

1. Taglio del terreno naturale estratto dagli scavi, con una terra granulometricamente omogenea ed anidra priva della frazione argillosa; con terre tipo Sabbia e/o Pozzolana nella misura del 50 % del volume totale di sbancamento per avvicinarsi mediamente a valori per il litotipo miscelato di:

Argilla = 30/35 %
Limo = 15/20 %
Sabbia = 40/30 %
Ghiaia = 7/10 %

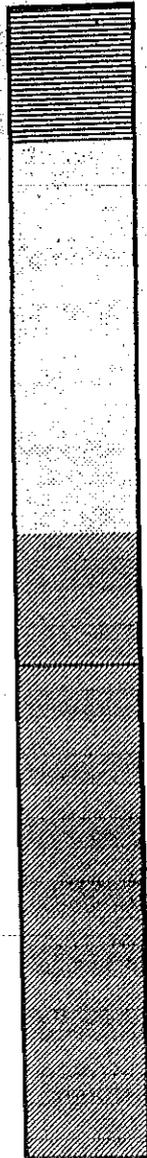
2. Il terreno naturale, estratto dagli scavi, dovrà essere messo in posto privo di eventuali elementi lapidei superiori alle dimensioni decimetriche "Brecce" e scevro da sostanze organiche.

Al fine di rendere omogenea la miscela finale, le terre naturali e di taglio verranno adagiati con i camion sul piano cantiere in cumuli alternati e il volume scavato dovrà essere ripristinato, in strati dello spessore di circa 40 cm, per mezzo di ruspa o pala meccanica, vedi Fig. 7 stratigrafia tipo.

3. Sistemazione morfologica dell'area sia al fondo che al tetto, con:

- livellamento e rimaneggiamento del fondo, per 1 m di profondità con pala meccanica o Ripper; al fine di smaltire le acque di percolazione che in relazione alla bassa permeabilità del litotipo naturale potrebbero accumularsi e ristagnare in luoghi depressi.

## Stratigrafia Tipo



Suolo di copertura finale.

Sistemazione morfologica in rilevato.

0.30 / 0.5 m

p.c. Piano campagna attuale.

Terreno miscelato con una terra granulometricamente omogenea ed anidra priva della frazione argillosa; tipo Sabbia e/o Pozzolana nella misura del 50 % del volume totale di sbancamento.

-2.50

Terreno naturale rimaneggiato

-3.50 m

Terreno naturale in posto: Marne argillose calcaree dalla struttura scagliosa prismatica con livelli dendritici di ossidi di manganese. Colore grigio-scuro verde.

**CRETACICO-OLIGOCENE**

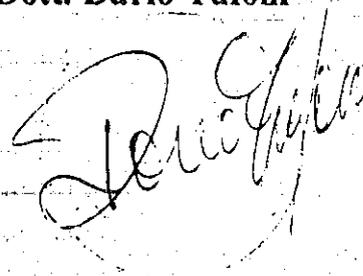
Fig. 7

• **Rimodellamento morfologico della sommità dei Campi di inumazione, per limitare l'infiltrazione alla sola acqua di percolazione naturale**

Il piano finito di campagna dovrà essere in rilevato e tale da permettere il deflusso delle acque meteoriche su tutti i lati; l'area dovrà essere protetta da canali perimetrali di guardia che convogliano le acque nella rete delle acque bianche.

Con la redazione della presente, in relazione a quanto conferitomi, ritengo di aver assolto l'incarico.

**Dott. Dario Tufoni**

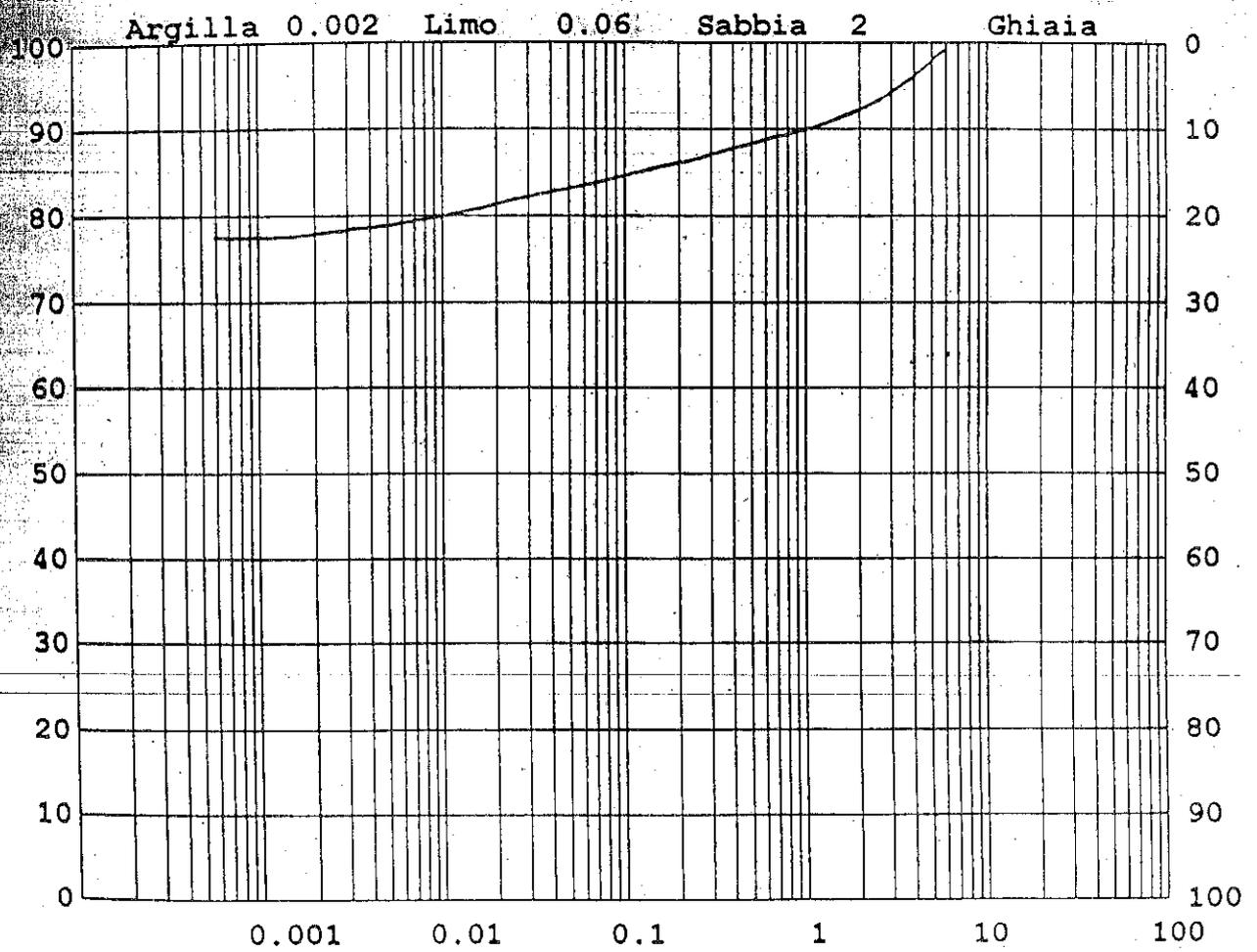


PRO. IND. srl  
SEZIONE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Committente : Arch. MARTELLI CASTALDI  
Progetto : NUOVO CIMITERO CIVITAVECCHIA -RM-  
Lotto : Loc. PUNTON DI ROCCA  
Sondaggio : SAGGIO ESCAVATORE B.R.  
Campione : C 1  
Profondità di prelievo, da metri : 0.70 a metri: 0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Grafico: diametri (mm) - passante (scala sinistra) e trattenuto (%)



Note : Argilla = 78% Limo = 5% Sabbia = 8% Ghiaia = 9%

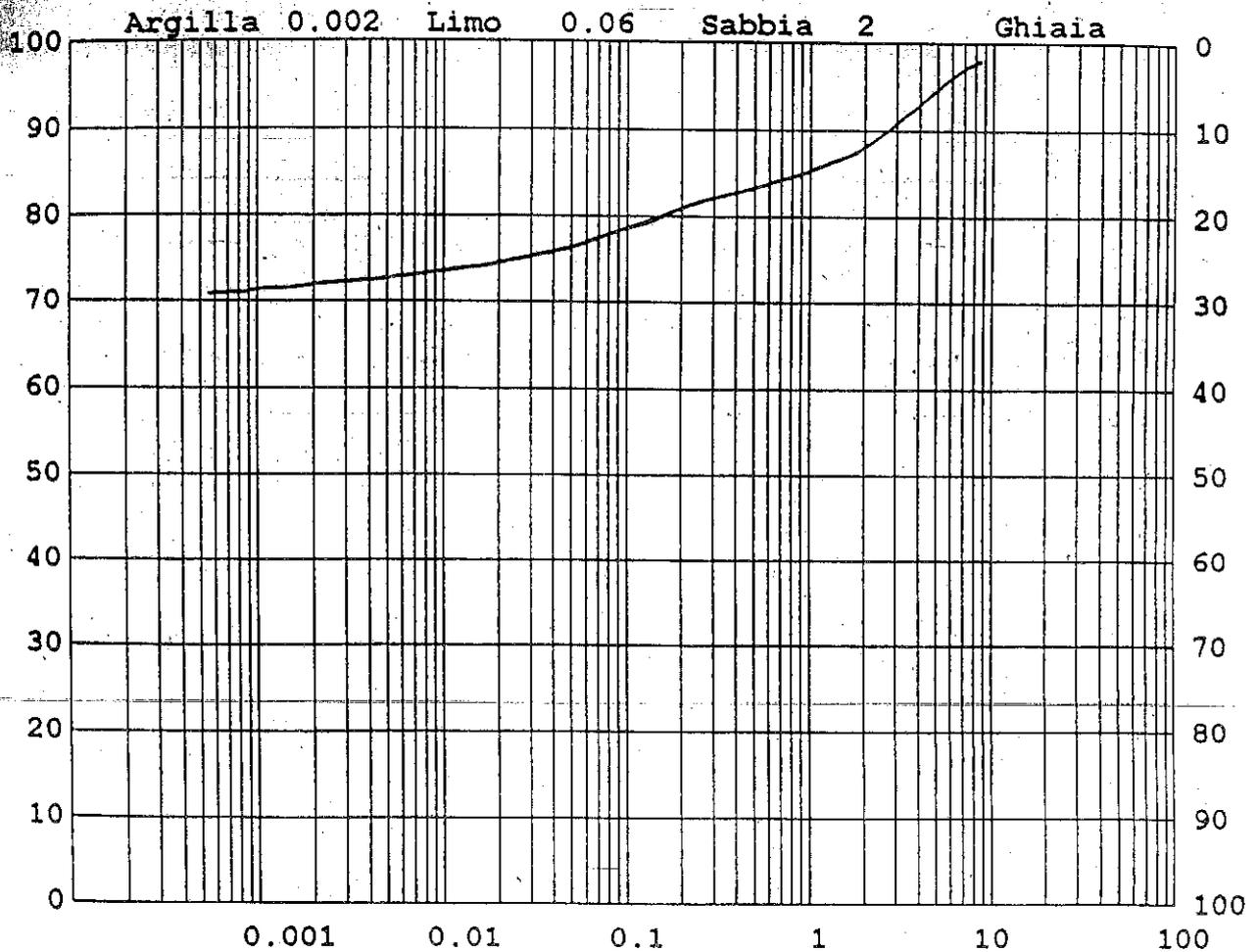
Il Direttore del Laboratorio : \_\_\_\_\_

PRO. IND. srl  
SEZIONE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Committente : Arch. MARTELLI CASTALDI  
Progetto : NUOVO CIMITERO CIVITAVEGCHIA -RM-  
Lotto : Loc. PUNTON DI ROCCA  
Sondaggio : SAGGIO ESCAVATORE B.R.  
Campione : C 2  
Profondità di prelievo, da metri : 1.40 a metri: 0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Grafico: diametri (mm) - passante (scala sinistra) e trattenuto (%)



Note : Argilla = 71% Limo = 7% Sabbia = 10% Ghiaia = 12%

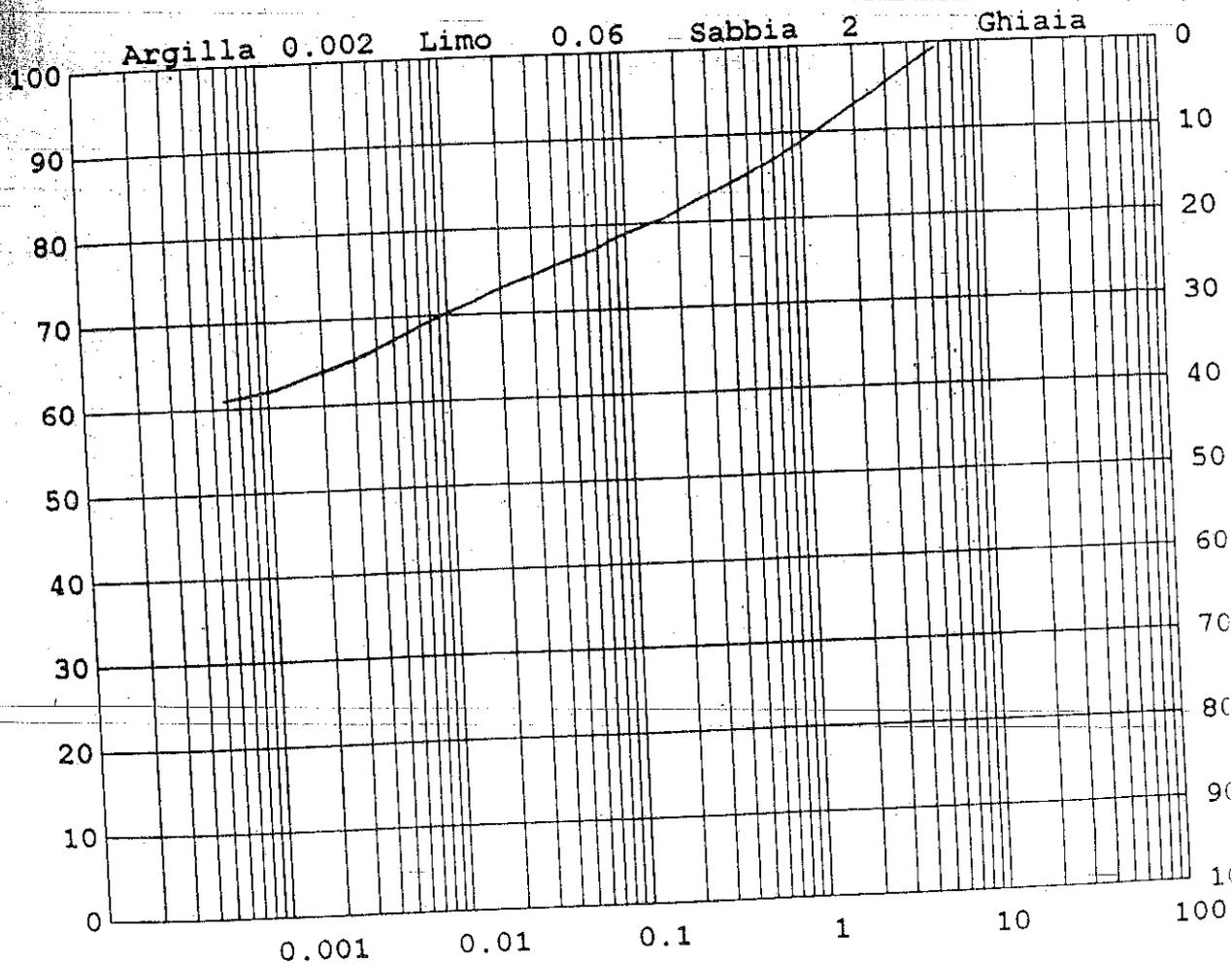
Il Direttore del Laboratorio : \_\_\_\_\_

PRO. IND. srl  
SEZIONE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Committente : Arch. MARTELLI CASTALDI  
Progetto : NUOVO CIMITERO CIVITAVECCHIA -RM-  
Lotto : Loc. PUNTON DI ROCCA  
Sondaggio : SAGGIO ESCAVATORE B.R.  
Campione : C 3  
Profondità di prelievo, da metri : 2.10 a metri: 0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Grafico: diametri (mm) - passante (scala sinistra) e trattenuto (%)



Note : Argilla = 61% Limo = 17% Sabbia = 14% Ghiaia = 8%

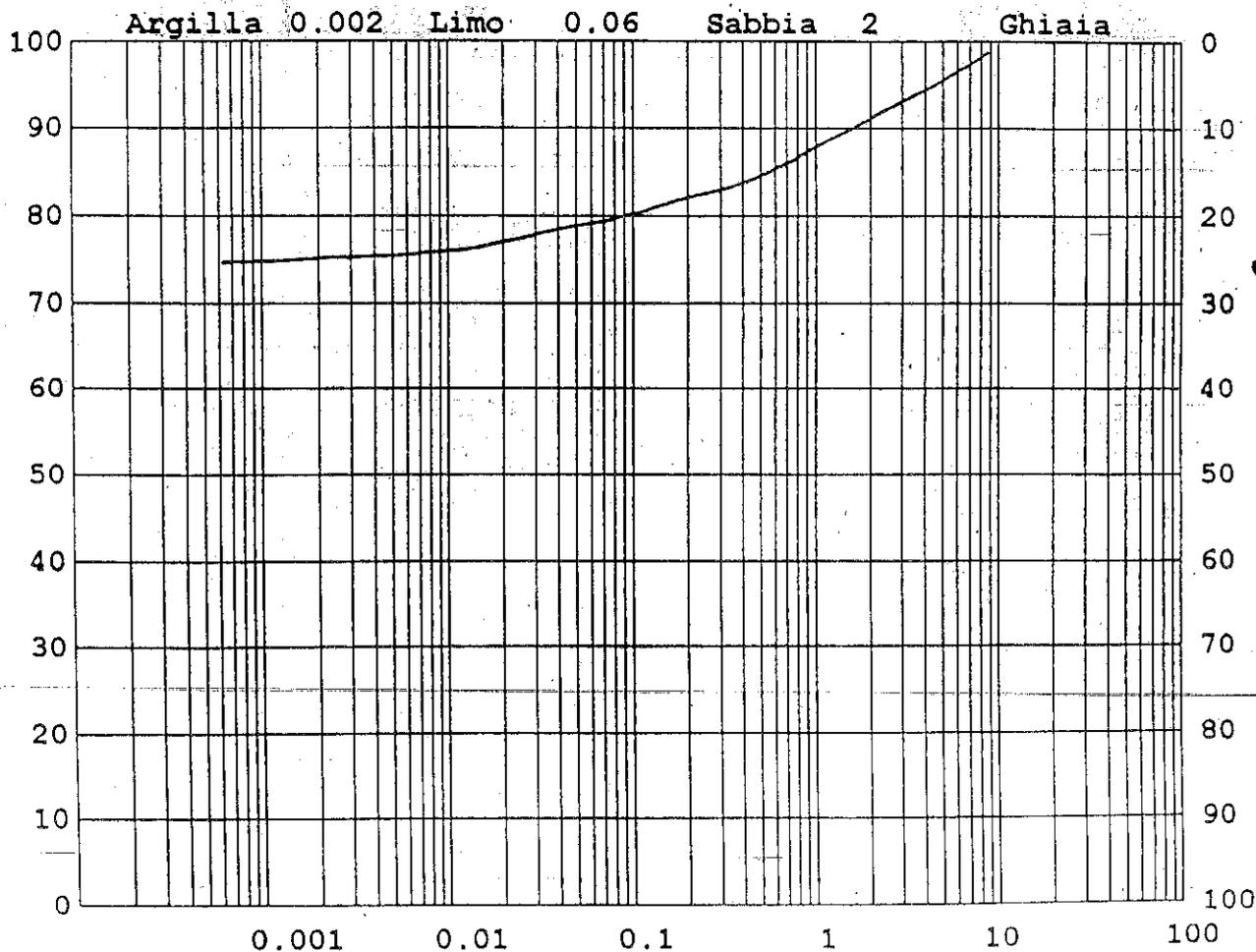
Il Direttore del Laboratorio :

PRO. IND. srl  
SEZIONE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Committente : Arch. MARTELLI CASTALDI  
Progetto : NUOVO CIMITERO CIVITAVECCHIA -RM-  
Lotto : Loc. PUNTON DI ROCCA  
Sondaggio : SAGGIO ESCAVATORE B.R.  
Campione : C 4 (fustella)  
Profondità di prelievo, da metri : 0.00 a metri: 0.00

CURVA GRANULOMETRICA

Grafico: diametri (mm) - passante (scala sinistra) e trattenuto (%)

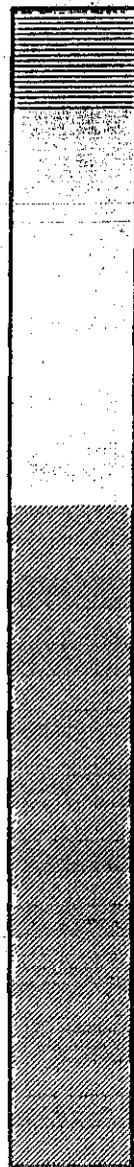


Note : Argilla = 75% Limo = 5% Sabbia = 11% Ghiaia = 9%  
Wn = 18% P.Vol. Nat.  $\gamma = 1.88$  g/cm P. Spec.  $\gamma_s = 2.68$  g/cm

Il Direttore del Laboratorio : \_\_\_\_\_

## Stratigrafia S3

Riferita al piezometro P1



p.c. Piano campagna q= 111.00 m s.l.m.  
Suolo di colore grigio scuro ad aggregazione  
grumosa.

0.30 m

Terreno di riporto di colore scuro con clas-  
sificazioni eterometrici e più o meno costipato  
Attuale

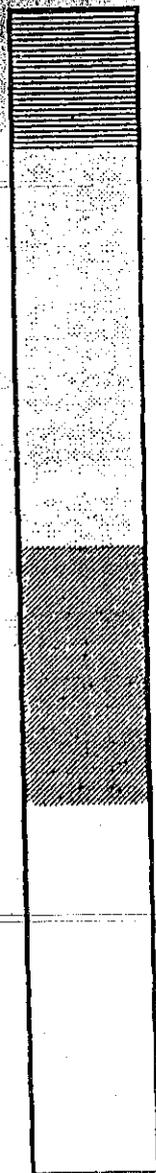
-1.70 m

Argille marnose calcaree colore giallo avana -  
luoghi da plastiche a molto plastiche- con livelli  
sacche carbonatiche al tetto; verso il basso si  
rilevano marne argillose calcaree dalla struttura  
scagliosa prismatica con livelli dendritici di ossidi  
di manganese. Colore grigio-scuro verde.

CRETACICO-OLIGOCENE

-6.00 m

## Stratigrafia S 4



p.c. Piano campagna  $q = 111.00$  m slm  
Suolo di colore grigio scuro ad aggregazione  
grumosa.  
0.20 m

Terreno di riporto di colore scuro con clasti  
eterometrici e più o meno costipato  
Attuale

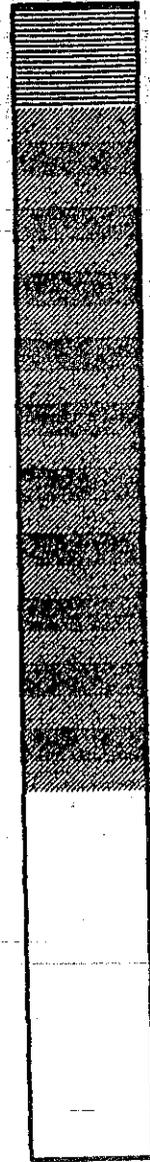
-1.50 m

Argille marnoso calcaree colore giallo avana -a  
luoghi da plastiche a molto plastiche- con livelli e  
sacche carbonatiche al tetto; verso il basso si  
rilevano marne argillose calcaree dalla struttura  
scagliosa prismatica con livelli dendritici di ossidi  
di manganese. Colore grigio-scuro verde.

**CRETACICO-OLIGOCENE**

- 2.00 m

## Stratigrafia S 5



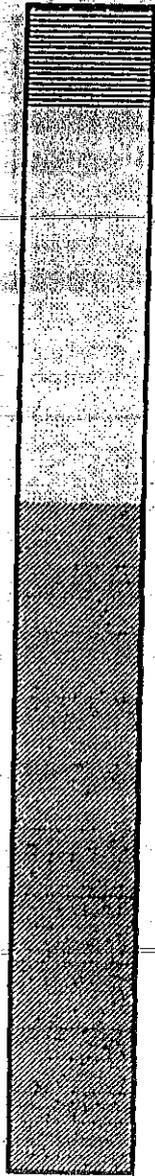
p.c. Piano campagna q 110.00 m slm  
Suolo di colore grigio scuro ad aggregazione  
grumosa.  
0.30 m

Argille marnoso calcaree colore giallo-avana -  
luoghi da plastiche a molto plastiche- con livelli  
sacche carbonatiche al tetto; verso il basso s  
rilevano marne argillose calcaree dalla struttura  
scagliosa prismatica con livelli dendritici di ossid  
di manganese. Colore grigio-scuro verde.

**CRETACICO-OLIGOCENE**  
- 1.90 m

## Stratigrafia S7

Riferita al piezometro P2



p.c. Piano campagna q 110.00 m slm  
Suolo di colore grigio scuro ad aggregazione  
grumosa.  
0.30 m

Terreno di riporto di colore scuro con clasti  
eterometrici e più o meno costipato  
Attuale

-1.50 m

Argille marnoso calcaree colore giallo avana -a  
luoghi da plastiche a molto plastiche- con livelli e  
sacche carbonatiche al tetto; verso il basso si  
rilevano marne argillose calcaree dalla struttura  
scagliosa prismatica con livelli dendritici di ossidi  
di manganese. Colore grigio-scuro verde.

**CRETACICO-OLIGOCENE**

-6.00 m

## Stratigrafia S9

Riferita al piezometro P3

p.c. Piano campagna q= 108,60 m s.l.m.

Terreno rimaneggiato costituito dal litotipo Argilloso calcareo. Poco poroso.

-0.80 m

Suolo naturale, sepolto, ad aggregazione grumosa con passaggi graduali al sottostante litotipo argilloso calcareo.

Attuale

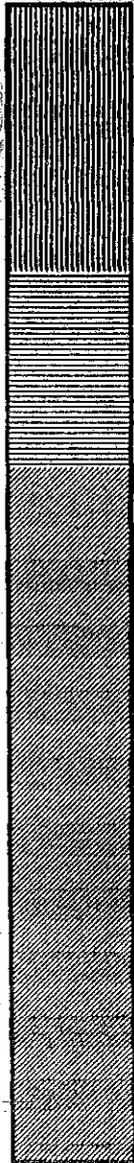
-1.20 m

Marne argilloso calcaree dalla struttura scagliosa prismatica con livelli dendritici di ossidi di manganese. Colore grigio-scuro verde.

- 1.60 m

**CRETACICO-OLIGOCENE**

-6.00 m



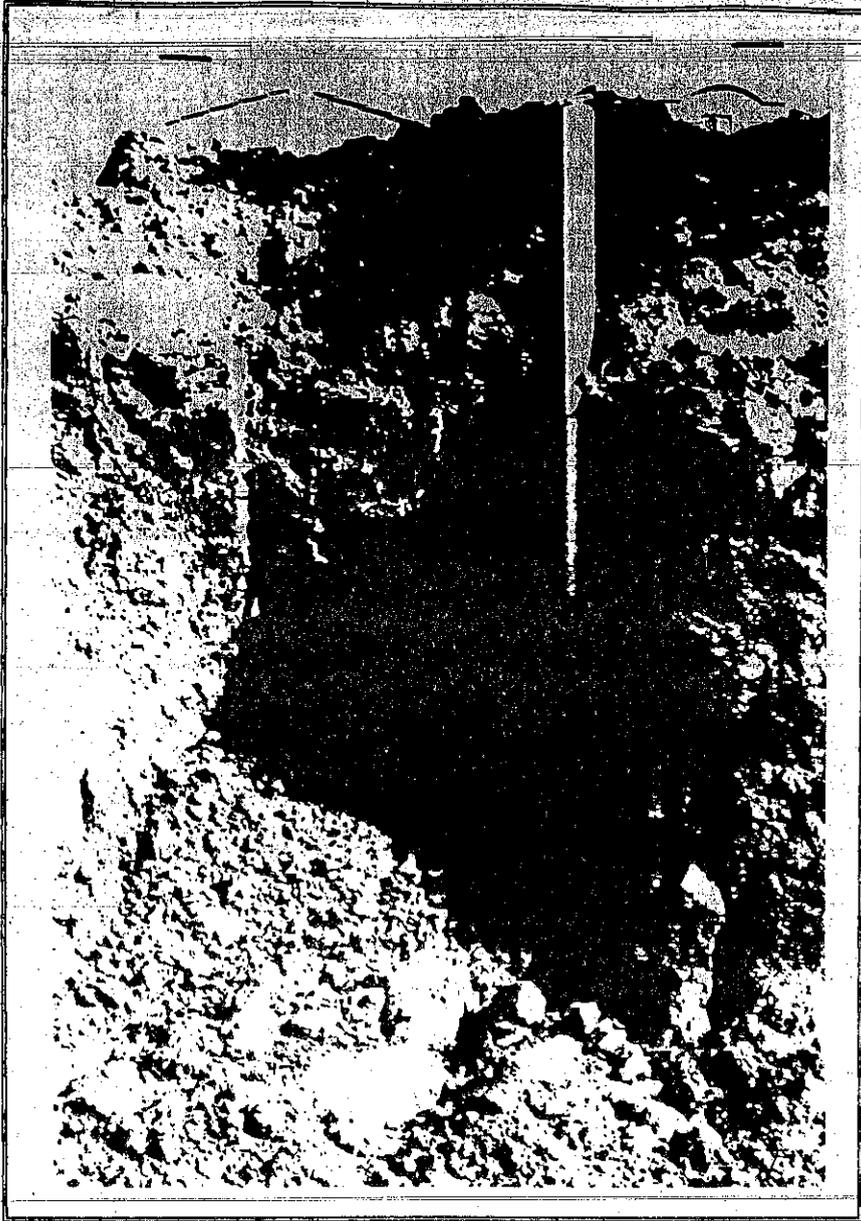


Foto. 1 Installazione del piezometro Pz. 1



Foto 2 Pozzetto di assorbimento A2

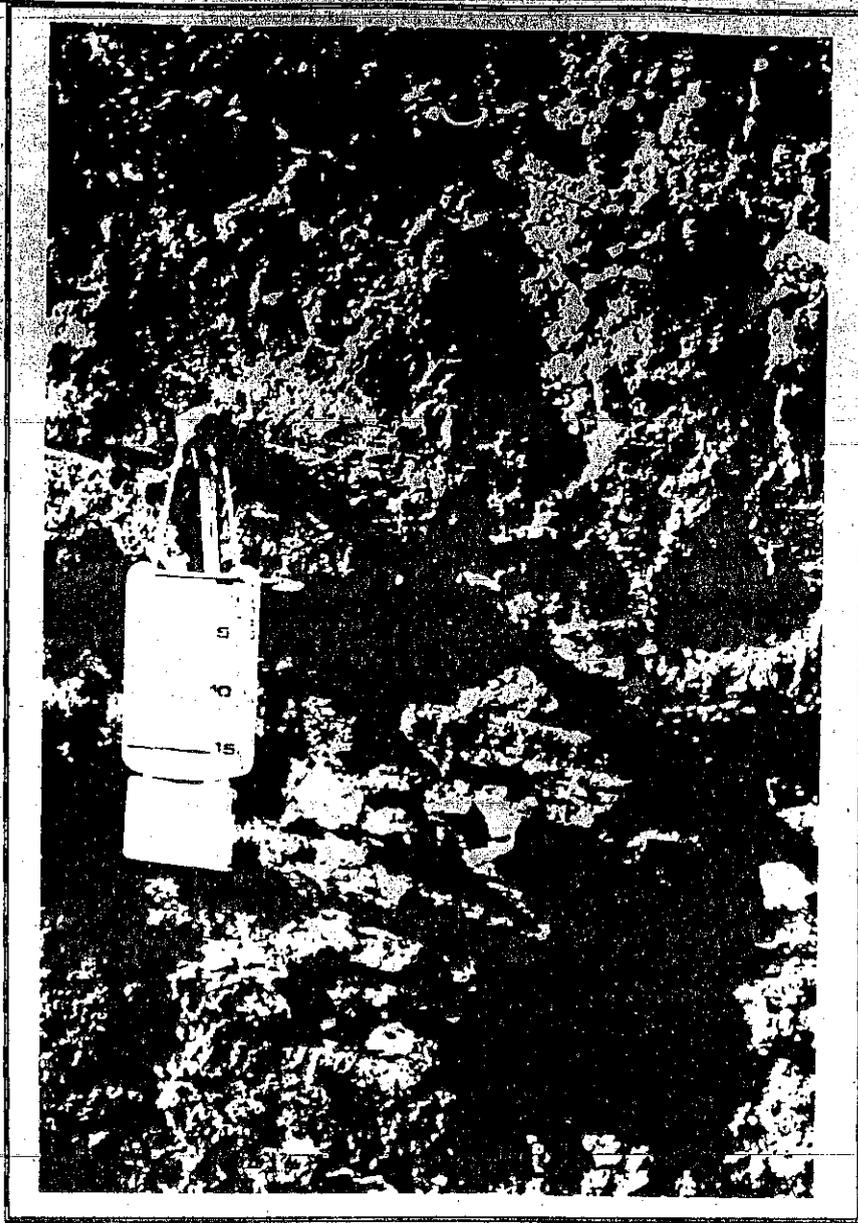


Foto 3 Rilievo stratigrafico S5, si evidenzia il passaggio dal suolo al litotipo Argilloso marnoso calcareo.