



Provincia di Latina
Settore Viabilità

PROGETTO PORTO CANALE DI RIO MARTINO
(A.P.Q. approvato con D.G.R. n.621 del 7/08/2009)

II STRALCIO FUNZIONALE
PROGETTO ESECUTIVO

Aggiornamento del Progetto originario in attuazione dei risultati e delle prescrizioni dettate:
In sede di Conferenza di Servizi conclusiva, tenutasi il 22/01/2013 e con i successivi pareri finali dell'Ufficio Circondariale Marittimo di Terracina (nota Prot.42567 del 20/05/2013) e del Parco Nazionale del Circeo (nota Prot.44159 del 24/05/2013), a seguito del sopralluogo congiunto avvenuto in data 08/02/2013 presso le aree interessate;
Con parere favorevole, ai sensi della L.R. n°5/2002, n°5284 della Seduta del 16/05/2013, del COMITATO REGIONALE LAVORI PUBBLICI, Assessorato alle Infrastrutture, alle Pubbliche Abitative e all'Ambiente, Direzione Regionale Infrastrutture Ambiente e Politiche Abitative

Titolo elaborato :

RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA

1 3 - - - E R 0 0 2 - 0 - - -

Committente: *Provincia di Latina*

Progettista:
Prof. Ing. Alberto NOLI

Responsabile Unico del Procedimento:
Dott. Arch. Fabio ZACCARELLI

Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione:
Dott. Ing. Paolo CONTINI

Rif. Dis.	Data	Rev.	DESCRIZIONE	Redatto:	Controllato:	Validato:
	Mag. 2013	1	AGGIORNAMENTO FINALE	M. DEL BIANCO	P. CONTINI	A. NOLI
	Feb. 2013	0	EMISSIONE	M. DEL BIANCO	P. CONTINI	A. NOLI

Dimensioni foglio:

A4

Visto del Committente:



Provincia di Latina

Settore Viabilità

PORTO CANALE DI RIO MARTINO

**Attuazione dell'Accordo di Programma Quadro tra
Regione Lazio, Provincia di Latina, Comuni di Latina e Sabaudia
(Deliberazione della Giunta Regionale del Lazio n.621 del 7/08/2009)**

SECONDO STRALCIO DEI LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA

Emissione rev.00:		Febbraio 2013	Approvazioni del committente
rev.	data	Progettista	Responsabile del Procedimento
01	Febbraio 2013	Prof. Ing. Alberto NOLI	Arch. Fabio ZACCARELLI

INDICE

1. PREMESSA

ALLEGATO 1: RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL PROGETTO DEFINITIVO

**ALLEGATO 2: RELAZIONE GEOLOGICA E GEOGNOSTICA PROPEDEUTICA AL
PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA FOCE DEL TORRENTE RIO MARTINO**

1. Premessa

Questo documento, redatto ai sensi dell'art. 34 del "Regolamento Generale dei Lavori Pubblici" (D.P.R. 207/2010), costituisce la Relazione Geologica e Geotecnica del progetto esecutivo del Secondo Stralcio dei "lavori di riqualificazione del Porto Canale di Rio Martino".

A seguire sono riportati in allegato i risultati degli studi di geologia e geotecnica condotti durante le diverse fasi di progettazione.

Il primo allegato riporta la **Relazione geologica e tecnica** redatta per il progetto definitivo del Porto Canale di Rio Martino che ha permesso di definire un quadro conoscitivo sulla base del quale sono stati progettati gli interventi del progetto definitivo.

In occasione dei lavori di Primo Stralcio (iniziati a maggio 2011 e per i quali è prevista la conclusione a maggio 2013) che riguardano la realizzazione delle nuove opere marittime di sbocco a mare del canale di Rio Martino, la struttura tecnica provinciale ha avuto modo di approfondire ulteriormente il quadro conoscitivo anche sulla base di nuove indagini di campo (rilievi topografici e batimetrici, sondaggi geognostici, prelievi ed analisi dei campioni di sedimenti).

I risultati delle nuove indagini geognostiche sono riportate in Allegato 2: **Relazione geologica e geognostica propedeutica al progetto di messa in sicurezza della foce del torrente Rio Martino.**

ALLEGATO 1: Relazione geologica e geotecnica del progetto definitivo

REGIONE LAZIO

PROGRAMMA REGIONALE DI SVILUPPO

ASSESSORATO PER LE POLITICHE DEI TRASPORTI E LAVORI PUBBLICI

AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI LATINA

ENTE ATTUATORE A NORMA DELLA CONVENZIONE 3104/93

PROGETTO PORTO CANALE RIO MARTINO

PROGETTO DEFINITIVO

Aggiornamento del progetto originario in attuazione dei risultati della Valutazione di Incidenza, delle indicazioni fornite dall' Ente Parco del Circeo e delle prescrizioni contenute nella pronuncia di compatibilità ambientale della Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile del 17/12/2004

dr. ing. Vincenzo D'ARCANGELO

Per le opere marittime di accesso al canale

PROGETTISTI

dr. ing. Sergio PITTORI

Progettista:

Collaboratore:

Modellistica ed editing:

dr. ing. Alberto ZAMPILLONI

Prof. Ings Alberto NOLI

Dott. Ing. Paolo Contini

Soc. MODIMAR S.r.l.
Via Monte Zebio, 40
00195 Roma

COLLABORAZIONI

Per i problemi urbanistici e ambientali

Laboratorio di Pianificazione e Progettazione Ambientale
Andrea Birindelli, arch. Fabrizio Minasi, arch. Vittorio Minio Paulello, arch. Carlo Serafini

Per la Verifica di Incidenza

dr. Marco Bianchini, prof. Fernando Lucchese, dr. Francesco Paolo Pinchera,
prof. Aldo Audisio, prof. Alessio De Biase, dr. Marco Ottaviano

ALLEGATO 2

ALL. D	Relazione geologica e geotecnica	
		DATA Marzo 2005

dr. ing. Vincenzo D'Arcangelo
Via Sacramento - 04016 SABAUDIA
Tel. 0773/593289

dr. ing. Sergio Pittori
Via di Priscilla, 116 - 00199 ROMA
Tel. 06.86200297 Fax: 06.86200298

dr. ing. Alberto Zampilloni
Largo T. Solera, 10 - 00199 ROMA
Tel. 06.86200007 - 06.8600114

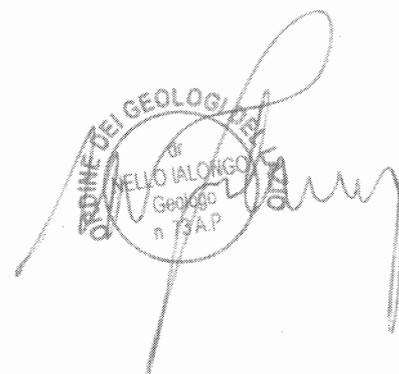
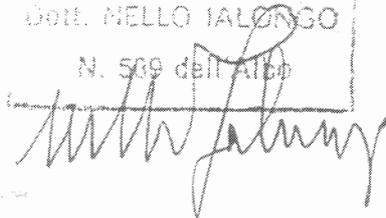
GEOSONDAGGI s.r.l.

**INDAGINE GEOGNOSTICA
in località Rio Martino**

Relazione Geologico-Tecnica

Consulente geologo: Dott. Nello Ialongo

ORDINE NAZIONALE GEOLOGI
DOTT. NELLO IALONGO
N. 509 dell'Albo



ORDINE DEI GEOLOGI
DOTT. NELLO IALONGO
Geologo
n. 509 dell'Albo

Committenti: Ingg. V. D'Arcangelo, S. Pittori, A. Zampilloni.

I N D I C E

1. PREMESSE	pag. n°	1
2. ASSETTO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO	"	3
3. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOT TERRANEA	"	7
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOT TOSUOLO	"	10
4.1 Suoli di facies limno-palustre ...	"	10
4.2 Sabbie ghiaioso-limose alluvionali	"	12
4.3 Sabbie dunari	"	14
4.4 Sabbie della duna antica	"	15
5. QUANTIFICAZIONE E ANALISI CHIMICHE DEL SEDIMENTO DI FONDO	"	17
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	"	19

ALLEGATI

- Planimetrie ubicative
- Carta geologica
- Stratigrafie dei sondaggi
- Grafici penetrometrici
- Certificati delle analisi di laboratorio geotecnico
- Certificato delle analisi del fango di fondo.

1. PREMESSE.

A seguito di incarico da parte degli ingg. Vincenzo D'Arcangelo, Sergio Pittori e Alberto Zampilloni, la S.r.l. GEOSONDAGGI, ha eseguito una indagine geognostica di dettaglio al fine di fornire ai tecnici committenti informazioni di carattere geomorfologico, geologico e idrogeologico e, in particolare, la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, dell'area costiera attraversata dal Rio Martino, nel tratto compreso tra la confluenza del canale Cicerchia e la foce a mare.

A tal fine la S.r.l. GEOSONDAGGI ha eseguito sulle due sponde del Rio Martino n° 5 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo, ubicati come nella allegata planimetria, durante i quali sono state operate n° 6 prove Standard Penetration Test e prelevati due campioni indisturbati di suolo.

I campioni indisturbati sono stati inviati al laboratorio geotecnico SO.GE.A di Roma per la determinazione delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche del suolo campionato.

Sono state inoltre eseguite sulle sponde del canale n° 12 prove penetrometriche statiche di tipo C.

P.T., risultate particolarmente utili per conoscere con maggiore continuità e dettaglio le caratteristiche meccaniche del sottosuolo esplorato.

Infine sono stati eseguiti in alveo, con sonda leggera trasportata per mezzo di una imbarcazione, n° 15 carotaggi del sedimento di fondo, dislocati su n° 5 sezioni del canale, onde poter quantificare il volume della fanghiglia putrida da dragare ai fini del risanamento igienico-sanitario del corso d'acqua. Durante tali operazioni sono stati prelevati n° 3 campioni del sedimento di fondo e inviati allo Studio di Ingegneria ambientale del dr Giorgio Cardona, in Latina, al fine di stabilire le caratteristiche chimiche del materiale e individuare le modalità di smaltimento delle stesso.

2. ASSETTO GEOLOGICO DEL SOTTOSUOLO.

Nel suo percorso, dalla confluenza del Canale delle Acque Medie fino al mare, Rio Martino attraversa per l'intera larghezza la formazione geologica della "duna antica", complesso di origine eolica costituito da una serie di cordoni dunari consolidati, di età pleistocenica, e successivamente la depressione topografica, in cui trovano posto i laghi costieri, e il tombolo litoraneo (la duna recente).

L'indagine geognostica eseguita riguarda il tratto terminale del corso d'acqua compreso tra la confluenza del Canale Cicerchia e la foce a mare.

Come si osserva dai profili geologici delle tavole n° 1 e n° 2, nel sottosuolo esplorato sono presenti tre distinte facies geologiche principali :

- a) suoli limno-palustri recenti e molto recenti;
- b) sabbie ghiaioso-limose di origine alluvionale;
- c) sabbie dunari, di ambiente marino litoraneo, di transizione (spiaggia e retroduna).

La dislocazione delle suddette formazioni geologiche dimostra quanto era già noto sulla base di notizie storiche: per alcuni secoli Rio Martino non ha avuto una foce marina ma si immetteva nei bacini lacustri retrostanti la duna olocenica. Dall'osservazione delle antiche carte della palude pontina, a partire dal XVI° secolo, si constata che tale corso d'acqua era tributa

rio del lago dei Monaci e, in qualche epoca, del lago di Fogliano. Questi due laghi erano collegati al mare (la comunicazione non compare in tutte le carte) per mezzo di un canale emissario/immissario le cui acque molto probabilmente non erano soggette ad un regime fluviale bensì regolate dai movimenti delle maree.

L'attuale foce marina di Rio Martino costituisce pertanto un'opera di bonifica, realizzata mediante l'arginatura dell'asta terminale del corso d'acqua e il taglio della duna costiera, al fine di evitare l'impaludamento della depressione in cui giacciono i laghi dei Monaci e Fogliano, durante i periodi di piena.

La prova di quanto sopra proviene dai risultati delle perforazioni eseguite nel corso della presente ricerca. Le sabbie ghiaiose fluviali (alluvionali) sono state attraversate dai sondaggi e dalle prove C.P.T. soltanto nel sottosuolo della depressione perilacuale. I sondaggi n° 4 e 5 eseguiti nei pressi della foce, in area di affioramento della duna recente, hanno attraversato solamente depositi sabbiosi di duna, di spiaggia e di mare litoraneo fino a 30 m di profondità dal livello stradale. Non è stata riscontrata alcuna traccia di sedimenti di origine fluviale. La presenza di un canale emissario/immissario è invece segnalata da qualche livello o lente di limo sabbioso-torbo so all'interno del complesso sabbioso di cui si è detto.

Le sabbie ghiaioso-limose alluvionali hanno

spessori elevati, superiori anche a 12 metri
to può essere messo in relazione a lente var
livello marino, che tuttavia non sembra abbi
to sensibili spostamenti della linea di cost
il limite tra detta formazione alluvionale e
so sabbioso marino-litoraneo, sulla base del
zioni effettuate nel sottosuolo, sembra non
mutamenti nel corso dei tempi (Tavola n° 1 e

Il complesso dei sedimenti limno-p
ce al disopra delle sabbie e ghiaie alluvion
stituito da limi e argille ricchi di sostanz
da detriti vegetali e da torbe, che presenta
sore massimo di circa 9 metri.

Il netto passaggio da una facies a
caratterizzata da notevole energia di traspo
facies limno-palustre tipica di acque tranqu
to certamente determinato da un sensibile ca
del regime fluviale (innalzamento del livel

I depositi limno-palustri si sono
in epoca recente e molto recente. D'altra pa
cies permane.

Se nella parte più profonda del
ganico si trovano strati di torba, nell'oria
ficiale vi sono argille e limi contenenti g
tità diresti vegetali che non hanno ancora
processi di trasformazione. In tale compless
quà e là ammassi di sabbie limose, contenent
sostanze organiche, costituiti molto probab

materiali di erosione delle dune risedimentatisi in am
biente lacustre. Gli ammassi di sabbie addensate, trovati
all'interno degli orizzonti di facies limno-palustre
(tavola n° 2), sono da interpretare come relitti di duna
e/o espansioni di cordoni dunari.

Le sabbie, attraversate esclusivamente nel
sondaggio n° 2, al di sotto della formazione sabbioso-
-ghiaiosa alluvionale, molto probabilmente appartengono
alla "duna antica", che si osserva in affioramento a
qualche centinaio di metri di distanza verso l'interno
della pianura, oppure alle formazioni marine di ambiente
litoraneo sottostanti il complesso della duna consoli
data pleistocenica.

3. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA.

Nel sottosuolo della fascia costiera, solcata da Rio Martino, sono presenti tre distinte unità idrogeologiche :

- 1) la falda della "duna antica";
- 2) la falda della duna recente;
- 3) la falda marina.

Le due falde sotterranee di acqua dolce sono in equilibrio idraulico con la falda di acqua salata.

La formazione della duna antica e i sottostanti complessi sabbiosi di facies marina costiera costituiscono un acquifero di buone caratteristiche alimentato in via diretta dalle precipitazioni meteoriche. Lo spessore medio della falda idrica, contenuta in detto acquifero, è di circa 50 metri o poco più. La presenza di interstrati poco permeabili all'interno del complesso delle sabbie dunari e delle sabbie marine determina localmente un frazionamento dell'acquifero principale in più falde sovrapposte, per lo più imprigionate e di diverso potenziale.

L'acqua sotterranea si muove verso il mare con un gradiente, che lungo il percorso di Rio Martino, è di 0,005. In prossimità della costa la falda della duna consolidata va ad "appoggiarsi" alla falda di acqua salata, che satura le formazioni sabbiose sottomarine e che tende a procedere verso l'interno del ter

ritorio. Il contatto tra i due corpi idrici è segnato da una interfaccia acqua dolce/acqua salata la cui posizione di equilibrio dipende dalla differenza di carico tra il livello piezometrico e il livello medio del mare. Da studi effettuati dall'Università "La Sapienza" di Roma l'interfaccia di cui sopra interseca idealmente la superficie dei laghi costieri ed è inclinata, per ovvie ragioni dipendenti dalla diversa densità, verso l'interno del territorio. Da notizie fornite da Ditte che eseguono pozzi sembrerebbe che nel sottosuolo del territorio attraversato da Rio Martino la falda salata sia penetrata ancor più verso l'interno spingendosi a qualche chilometro di distanza dal mare.

Nel tombolo costiero è presente una falda libera, molto sottile, alimentata anch'essa dalle sole precipitazioni meteoriche, la cui superficie piezometrica è di poco più elevata rispetto al livello del mare e a quello dei laghi costieri. Questa falda "galleggia" sull'acqua salata più densa. In tal caso la falda dolce ha la forma di una lente e la superficie di separazione acqua dolce/acqua salata è concava verso l'alto.

Nei fori dei sondaggi S₂ e S₅ che hanno attraversato quasi esclusivamente terreni granulari permeabili sono stati installati tubi piezometrici mentre nei fori dei sondaggi S₃ e S₄ sono stati collocati due piezometri tipo Casagrande a doppio tubo.

Nei quattro piezometri l'acqua ha raggiunto in poche ore il livello statico. Le misure freatimetri

che, eseguite per la prima volta poche ore dopo l'installazione dei piezometri, sono rimaste sostanzialmente invariate nei successivi 15 gg.. Si riportano le misure dei livelli piezometrici eseguite :

giorno	piez. (S ₂)	piez. (S ₃)	piez. (S ₄)	piez. (S ₅)
15/11	- 1,76	_____	_____	_____
16/11	- 1,55	- 1,30	- 1,67	_____
18/11	- 1,64	- 1,40	- 1,65	- 1,75
4/12	- 1,67	- 1,42	- 1,65	- 1,76

Precisando che i piezometri sono stati installati sull'argine del canale, grosso modo alla quota della strada provinciale, si è rilevato che i livelli piezometrici risentono del livello dell'acqua del canale.

Si ritiene che per una buona parte del percorso Rio Martino riceva apporti dalle falde sotterranee.

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO.

La caratterizzazione geotecnica delle formazioni presenti nel sottosuolo della zona sottoposta ad indagine, è stata effettuata per mezzo di 12 prove penetrometriche statiche di tipo C.P.T., di n° 6 prove Standard Penetration Test e di analisi di laboratorio di n° 2 campioni indisturbati di suolo.

Nonostante i numerosi tentativi non è stato possibile prelevare altri campioni indisturbati all'interno della formazione limno-palustre i cui suoli si trovano allo stato fluido e sono caratterizzati da scarsissima coesione e angoli di attrito interno poco elevati. I due campioni estratti non sono infatti del tutto rappresentativi delle caratteristiche dell'intera formazione in quanto provengono da interstrati, certamente lentiformi, di materiali più consistenti (ragione per cui è potuto avvenire il campionamento).

4.1 SUOLI DI FACIES LIMNO-PALUSTRE.

Si tratta di suoli di origine prevalentemente organica, di consistenza molto molle. Le caratteristiche meccaniche e fisiche sono nel complesso assai scarse.

Nelle prove C.P.T. sono stati registrati valori medi delle resistenza alla punta del penetrometro q_c di 4 Kg/cm². Solo in alcuni casi sono stati attraversati, all'interno della formazione di che trattasi, strati di limi e di argille limose di consistenza lievemente

superiore ($\sigma_c = 7 \div 8 \text{ Kg/cm}^2$).

I due campioni estratti molto probabilmente provengono da strati di tal genere. Che si tratti comunque di materiali che posseggono una percentuale molto elevata di sostanza organica lo dimostrano i valori molto bassi del peso di volume: $\gamma = 1,05 \text{ g/cm}^3$ e del peso specifico: $\gamma_s = 1,84 \text{ g/cm}^3$ e, in particolare il valore del tutto inconsueto del contenuto naturale di acqua (285,5 %) del campione n° 1 (sond. n° 1). Sono ugualmente tipici, anche se meno eccezionali rispetto ai precedenti, i valori del peso di volume ($\gamma = 1,47 \text{ g/cm}^3$) e del limite di liquidità (132,0 %) del campione n° 2 (sond. n° 3). Entrambi i campioni, nelle prove di taglio diretto con l'apparecchio di Casagrande, hanno fatto registrare una coesione praticamente nulla (rispettivamente $c = 0,03$ e $c = 0,05 \text{ Kg/cm}^2$) e valori dell'angolo di attrito interno poco elevati (rispettivamente $\varphi = 26,8^\circ$ e $\varphi = 22,4^\circ$).

La compressibilità di tali materiali è particolarmente accentuata. Si riportano i valori del modulo di compressibilità E, ottenuti in laboratorio in relazione ai carichi più rappresentativi :

	σ (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)
camp. n° 1	0,125 ÷ 0,250	5
"	0,250 ÷ 0,500	4
"	0,500 ÷ 1,00	5
"	1,00 ÷ 2,00	8

	G (Kg/cm ²)	E (Kg/cm ²)
cam. n° 2	0,125 ÷ 0,250	8
"	0,250 ÷ 0,500	9
"	0,500 ÷ 1,00	10
"	1,00 ÷ 2,00	15

I risultati delle prove C.P.T. confermano la forte compressibilità di questi suoli.

4.2 SABBIE GHIAIOSO-LIMOSE ALLUVIONALI.

Si tratta di materiali di granulometria molto varia essendo costituiti da granuli di ogni dimensione. Prevalgono la sabbia grossolana e la ghiaia minuta (quest'ultima con elementi che hanno dimensioni prevalentemente comprese tra 2 e 5 mm) ma vi sono buone percentuali di materiali fini quali limo e, in quantità più o meno ridotta, argilla. Negli strati più profondi gli elementi di ghiaia posseggono dimensioni maggiori (5 ÷ 12 mm). Si trovano anche in alcuni livelli sostanze organiche diffuse.

La resistenza di tali materiali è variabile e dipende molto probabilmente dalla quantità di sostanze fini presenti. Si riconosce un primo orizzonte molto addensato (prove C.P.T. P₄, P₅, P₉, P₁₀), dello spessore di due e, più raramente, tre metri, che ha fatto registrare valori di q_c compresi per lo più tra 100 e 200 Kg/cm², con massimi superiori a 250 Kg/cm². Segue un se

condo orizzonte di maggiore spessore (7 + 9 metri), meno resistente, in cui si sono ottenuti valori di q_c variabili generalmente tra 40 e 80 Kg/cm². In questo secondo orizzonte vi sono sottili strati (40 + 80 cm di spessore) nei quali certamente vi sono elevate percentuali di sostanze organiche, che hanno fatto registrare valori di q_c del tutto più bassi.

E' presente nel complesso sabbioso-ghiaioso un orizzonte inferiore (a 22 + 23 m di profondità dall'argine di Rio Martino) i cui parametri di resistenza sono simili a quelli del primo orizzonte.

Sulla base di formule indirette e grafici, ben collaudati dall'uso, si possono attribuire alle sabbie ghiaiose del primo e terzo orizzonte, di cui sopra, angoli di attrito interno φ di 40° e superiori. Ai materiali della stessa formazione alluvionale (2° orizzonte) che hanno mostrato minore resistenza possono essere assegnati valori di φ compresi tra 32° e 36°.

I risultati delle prove S.P.T., eseguiti allo interno della formazione di che trattasi, sembrano contraddire quanto è emerso dalle prove C.P.T.. Si sono infatti ottenuti nell'orizzonte resistente valori di N_{SPT} più bassi (1 e 10 colpi/piede) del valore misurato negli strati solitamente meno resistenti ($N_{SPT} = 20$ colpi/piede).

Poiché le prove penetrometriche statiche eseguite sono più numerose delle prove S.P.T. e forniscono valori sostanzialmente continuativi e, soprattutto, in

dipendenti dall'abilità e l'attenzione dell'operatore, si ritiene di dover dare affidamento esclusivamente alle prime.

Si fa rilevare, ad ogni buon conto, che le prove S.P.T. sono state eseguite in gran parte pochi dm al di sotto dell'orizzonte palustre costituito da suoli poco permeabili. Pertanto i valori di N_{SPT} sono stati sicuramente influenzati dal flusso verso l'alto dell'acqua, certamente sotto carico, contenuta nel deposito molto permeabile delle sabbie ghiaiose, non appena il materasso impermeabile è stato forato dal sondaggio.

4.3 SABBIE DUNARI O MARINE LITORANEE O DI TRANSIZIONE.

Sono presenti in prossimità della foce di Rio Martino e sono state attraversate dai sondaggi S₄ e S₅ e dalle prove C.P.T. P₁, P₂, P₃, P₁₂.

Si tratta di sabbie monogranulari, a grana media e medio-fine, talora contenenti straterelli di limo sabbioso e, più raramente, di limo sabbioso-torboso. Presentano un primo orizzonte, dello spessore di 10 ÷ 15 metri, ben addensato, se si fa eccezione delle zone aderenti alle opere di arginatura in cemento armato, dove la sabbia ha subito rimozioni e riporti, durante i lavori di sistemazione della foce, che ne hanno ridotto la densità.

Il primo orizzonte, laddove non ha subito di sturbi, ha fatto registrare durante le prove C.P.T. mi

sure di q_c in qualche caso appena superiori a 120 Kg/cm^2 in altri casi del tutto più elevate di 200 Kg/cm^2 . La densità relativa di queste sabbie oscilla quindi dal 75 % al 90 %. Si possono attribuire alle stesse valori dell'angolo di attrito interno φ di $38^\circ + 42^\circ$.

Due prove S.P.T., eseguite all'interno di questo orizzonte hanno dato valori di N pari a 24 e 41 colpi/piede confermando pienamente i risultati delle prove penetrometriche statiche.

Il secondo orizzonte di questa formazione, che ha inizio intorno a $10 + 11 \text{ m}$ di profondità dal livello del mare, mostra un addensamento del tutto inferiore, come si osserva dai grafici delle prove C.P.T. P_2 e P_{12} . La media dei valori di q_c è di circa 40 Kg/cm^2 , da cui si desume una densità relativa dei materiali non superiore al 15 % e quindi un valore di φ di $32^\circ + 33^\circ$.

4.4 SABBIE DELLA DUNA ANTICA.

Le sabbie della duna consolidata sono state incontrate esclusivamente nel sondaggio S_2 , eseguito in prossimità dello sbocco nel Rio Martino del canale Cicerchia, alla profondità di circa 11 metri dal piano strada. Non sono state effettuate prove di alcun genere su questi suoli ma è ben noto che si tratta di materiali granulari molto addensati e pertanto dotati di notevole resistenza meccanica. In numerosissime indagi

ni geognostiche precedenti, di cui alcune effettuate nei pressi di Rio Martino, le sabbie della "duna antica" hanno mostrato una densità relativa di solito non inferiore al 70 % e angoli di attrito interno φ superiori a 35°.

5. QUANTIFICAZIONE E ANALISI CHIMICHE DEL SEDIMENTO DI FONDO DI RIO MARTINO.

Nel fondo del canale è presente una fanghiglia putrida che in occasione della sistemazione del corso d'acqua per la realizzazione di un approdo turstico dovrà essere rimossa. Al fine di quantificare il materiale da escavare e conoscerne la composizione, onde stabilire le modalità di smaltimento, sono stati eseguiti in alveo n° 15 carotaggi, ubicati in numero di 3 (uno sull'asse del canale e due a 4 ÷ 5 m dalle sponde) su 5 sezioni opportunamente scelte, mediante sonda installata su una imbarcazione.

Ad eccezione della sezione n° 1, lo spessore del fango è risultato sempre più elevato nei pressi della sponda destra del canale (vedi tavola n° 3).

La minore quantità del materiale di fondo lungo l'asse del canale probabilmente è dovuta al fatto che nel corso dell'autunno 1993, al termine del quale sono state eseguite le terebrazioni in alveo, si è verificato un susseguirsi di piene, di cui alcune deltutto eccezionali.

Sulla base dei rilievi effettuati è stato calcolato, con buona approssimazione grazie alle scarse differenze di spessore verificate nelle sezioni n° 2,3,4 e 5, che il volume del sedimento di fondo, dalla foce fino a "la fossella", sia compreso tra 90.000 e 100.000. m³.

Il materiale di che trattasi è costituito in

prevalenza da sostanze organiche e può essere classificato, dal punto di vista granulometrico, come argilla organica. Nei pressi della foce e nelle vicinanze de "la fossella" è presente in detto sedimento una modesta percentuale di sabbia, e in qualche caso di ghiaia minuta. I materiali granulari aumentano via via che ci si avvicina al mare o si procede verso l'interno (zona della "duna antica").

Sono stati prelevati nelle sezioni 1,2 e 4 tre campioni del sedimento di fondo. Dalle analisi chimiche eseguite dal dr Giorgio Cardona, titolare di un laboratorio di Analisi Chimico Industriali e Microbiologiche, con sede in Latina, risulta che " Il materiale agli effetti della legge 915/82 e successivo D.L. n° 443 del 09/11/93 può essere considerato rifiuto inerte qualora voglia essere conferito a discarica a ciò autorizzata." Il certificato delle analisi dei campioni di fango, a firma del dr. G. Cardona, è allegato alla presente relazione.

Stante l'elevato contenuto d'acqua del materiale organico di fondo sarà opportuno, prima del conferimento a discarica di inerti, uno stoccaggio provvisorio su un sito idoneo ai fini della essiccazione.

Si fa anche rilevare che, ai sensi del D.M. 09/11/1993 n° 443, detto materiale può essere utilizzato per "ripristini ambientali".

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.

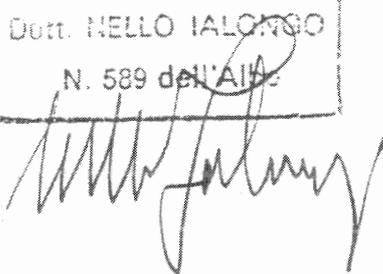
Le opere di sistemazione del Rio Martino, per l'uso nautico del canale, andranno ad interessare direttamente due formazioni geologiche : il complesso dei sedimenti limno-palustri, che affiora lungo gran parte del tratto di canale oggetto della presente indagine geognostica, e la duna recente.

Le caratteristiche geotecniche dei depositi organici, studiati con sufficiente ampiezza, principalmente attraverso prove penetrometriche statiche di tipo C.P.T., che sono senza dubbio le più attendibili e affidabili in suoli di tal fatta, sono molto scarse, le peggiori in senso assoluto tra quelle riscontrabili nell'intera pianura pontina. Pertanto ogni intervento che ricada nella zona di affioramento degli orizzonti limno-palustri dovrà essere progettato con la massima cautela. In caso di manufatti che incidono in modo rilevante sul terreno si dovrà far ricorso a fondazioni profonde da insediare nel complesso alluvionale sabbioso-ghiaioso che giace al di sotto dei suoli soffici.

Sono invece buone le proprietà fisiche e meccaniche delle sabbie della duna recente e dei sottostanti suoli granulari di facies marina o di transizione. Si deve solo far attenzione alla fascia immediatamente circostante le opere in cemento armato di sistemazione della foce, eseguite durante i lavori di bonificazione della palude pontina, in quanto

ivi la sabbia risulta poco addensata a causa del ri
maneggiamento subito.

COMITATO NAZIONALE GEOLOGI
Dott. NELLO IALONGO
N. 589 dell'Albo



MODULO RIASSUNTIVO

COMMITTENTE: GEOSONDAGGI
RIFERIMENTO: Cantiere RIO MARTINO - Latina-Sabaudia
SONDAGGIO: 1
CAMPIONE: 1
PROFONDITA': m 6.0-6.5

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	285.5	%
Peso di volume	1.05	g/cm ³
Peso di volume secco	0.27	g/cm ³
Peso di volume saturo	1.12	g/cm ³
Peso specifico	1.84	g/cm ³
Indice dei vuoti	5.749	
Porosità	85.2	%
Grado di saturazione	91.4	%
Limite di liquidità	390.0	%
Limite di plasticità	N.P.	%
Indice di plasticità		%
Indice di consistenza		%
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI	IG	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	%
Sabbia	%
Limo	%
Argilla	%
D10	mm
D50	mm
D60	mm
D90	mm
Passante set. 10	%
Passante set. 40	%
Passante set. 200	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE SEMPLICE

σ	kg/cm ²	σ_{ritu}	kg/cm ²
----------	--------------------	-----------------	--------------------

SCISSOMETRO

τ	kg/cm ²	τ_{rea}	kg/cm ²
--------	--------------------	--------------	--------------------

TAGLIO DIRETTO

c	0.03	kg/cm ²	ϕ	26.8	°
c_{rea}		kg/cm ²	ϕ_{rea}		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kg/cm ²	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kg/cm ²	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kg/cm ²	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kg/cm ²	ϕ_u	°

COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

σ kg/cm ²	E kg/cm ²	Cv cm ² /sec	k cm/sec
0.063 ÷ 0.125	11		
0.125 ÷ 0.250	5		
0.250 ÷ 0.500	4	0.002592	6.52E-04
0.500 ÷ 1.000	5	0.000535	1.13E-04
1.000 ÷ 2.000	8		
2.000 ÷ 4.000	15		
4.000 ÷ 8.000	29		
8.000 ÷ 16.000			
16.000 ÷ 32.000			
32.000 ÷ 64.000			

 limo argilloso nerastro di natura organica ($R_p = 0.0 \text{ kg/cm}^2$).



SOGEA srl

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

RIFERIMENTO: Cantiere Rio Martino

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.0-6.5

Coesione: 0.03 kg/cm²

Angolo di attrito interno: 26.8 °

Prova consolidata-lenta

Velocità di deformazione 0.017 mm/min

DIAGRAMMA $\tau - \sigma$

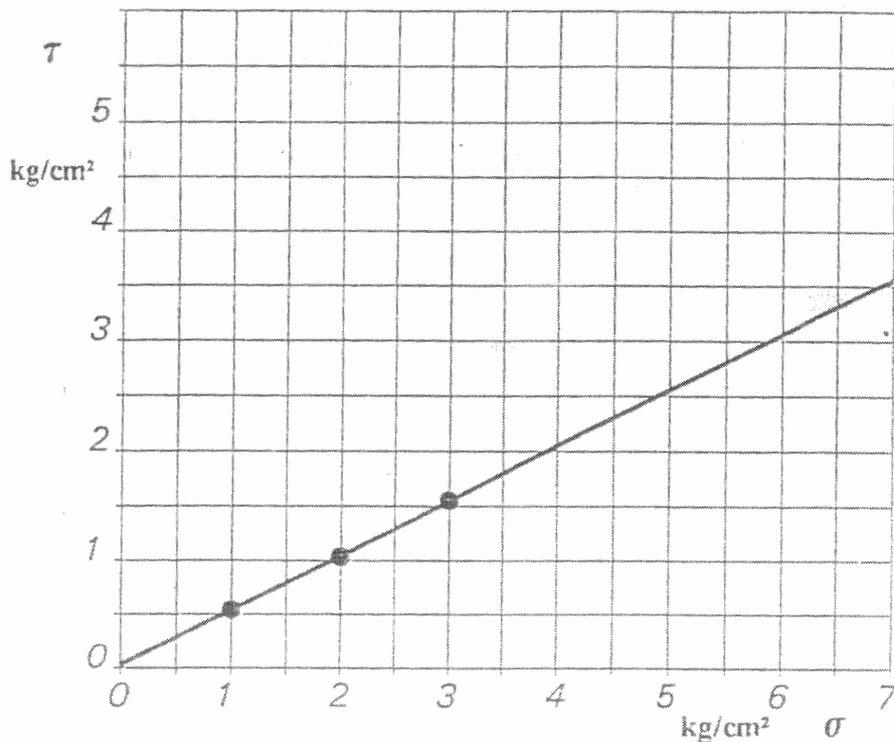
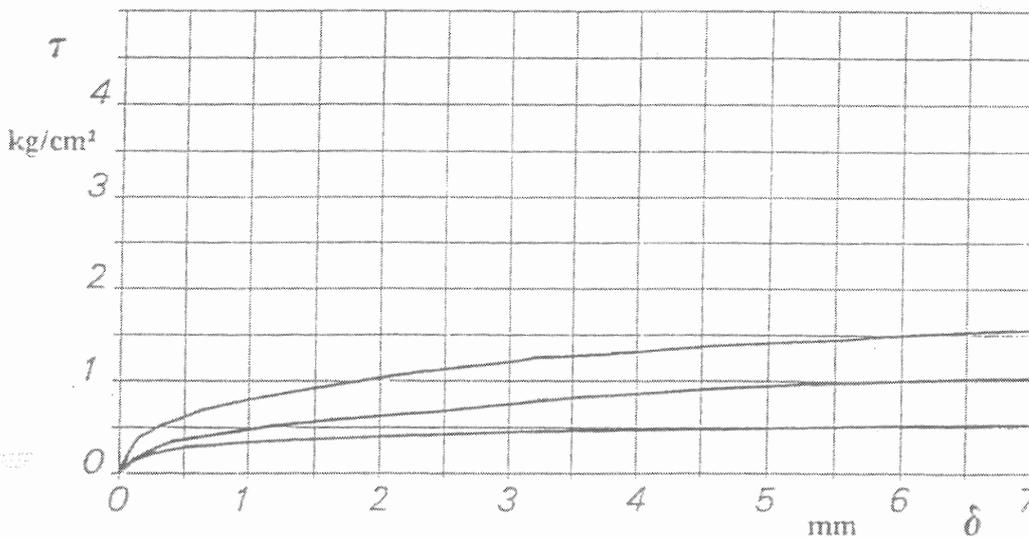


DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
Stato dei provini	INDISTURBATO	INDISTURBATO	INDISTURBATO
Tempo di consolidazione (h)	18	18	18
Pressione verticale (kg/cm ²)	1.00	2.00	3.00
Tensione a rottura (kg/cm ²)	0.53	1.03	1.55

SOGEA s.r.l.

PROVA EDOMETRICA

ESPERIMENTO: Cantiere RIO MARTINO - Latina-Sabaudia

ONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.0-6.5

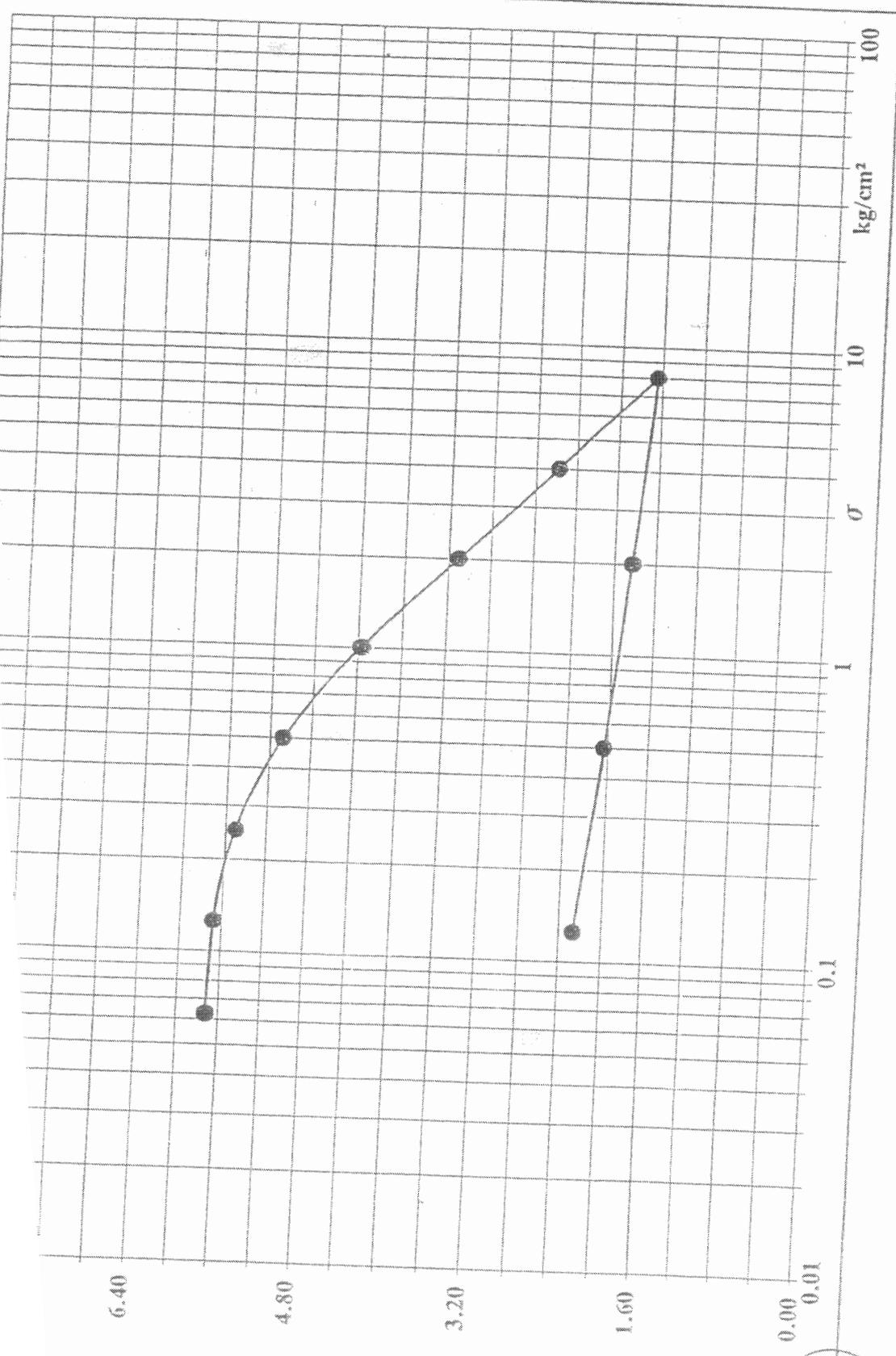


DIAGRAMMA PRESSIONE-INDICE DEI VUOTI



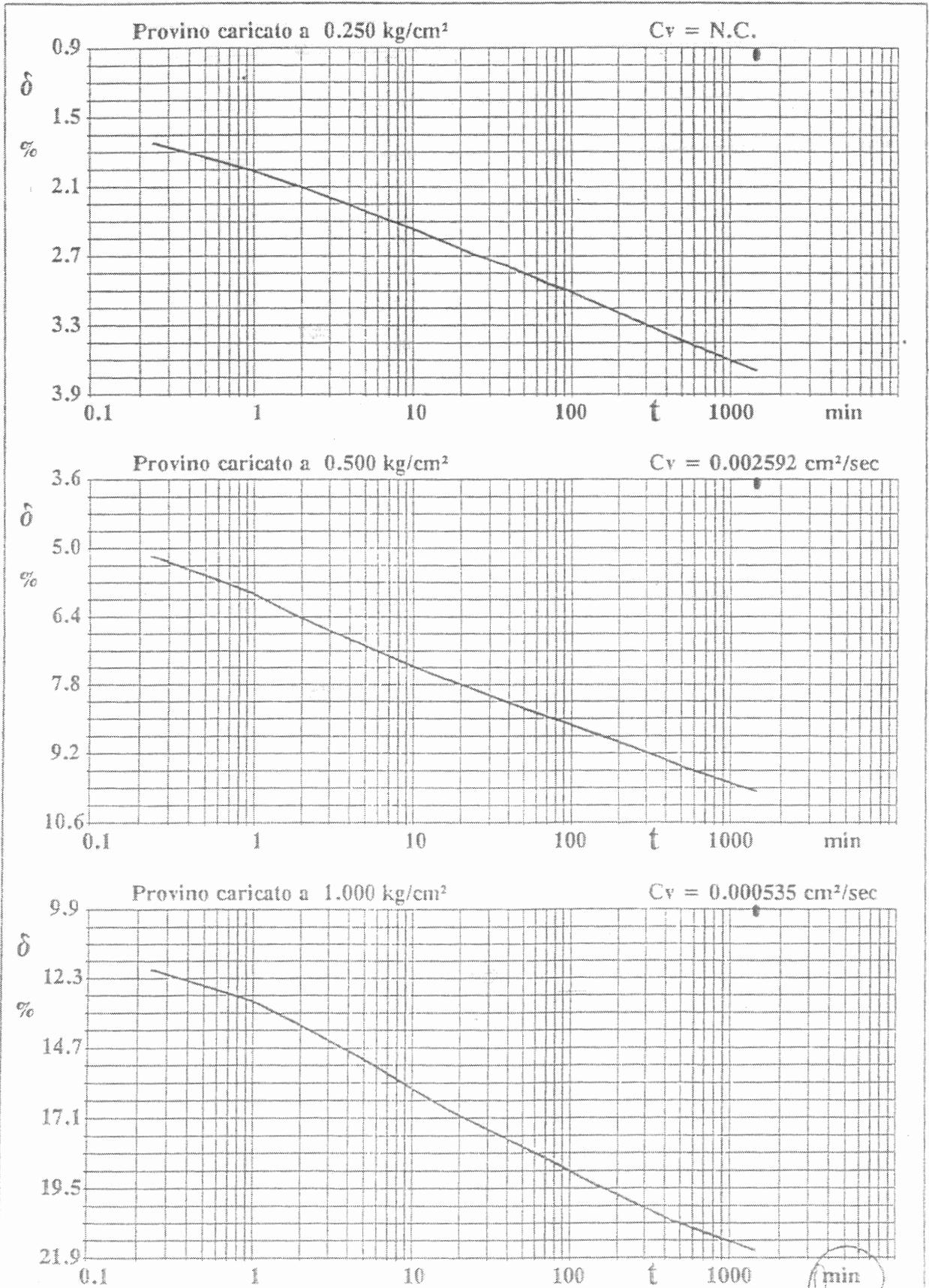
PROVA EDOMETRICA

RIFERIMENTO: Cantiere RIO MARTINO - Latina-Sabaudia

SONDAGGIO: 1

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 6.0-6.5





SOGIM srl

Via Appia Nuova, 288 - 03183 ROMA

Tel: 06/7016809 Fax: 06/7011625

MODULO RIASSUNTIVO

COMMITTENTE: GEOSONDAGGI

RIFERIMENTO: Cantiere RIO MARTINO - Latina-Sabaudia

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	83.3	%
Peso di volume	1.47	g/cm ³
Peso di volume secco	0.80	g/cm ³
Peso di volume saturo	1.48	g/cm ³
Peso specifico	2.47	g/cm ³
Indice dei vuoti	2.090	
Porosità	67.6	%
Grado di saturazione	98.4	%
Limite di liquidità	132.0	%
Limite di plasticità	68.0	%
Indice di plasticità	64.0	%
Indice di consistenza	+0.76	%
Limite di ritiro		%
Classif. CNR-UNI	IG	

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	%
Sabbia	%
Fino	%
Argilla	%
10	mm
50	mm
50	mm
200	mm
Assante set. 10	%
Assante set. 40	%
Assante set. 200	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE SEMPLICE

σ	kg/cm ²	σ_{rim}	kg/cm ²
----------	--------------------	----------------	--------------------

SCISSOMETRO

τ	kg/cm ²	τ_{rea}	kg/cm ²
--------	--------------------	--------------	--------------------

TAGLIO DIRETTO

c	0.05	kg/cm ²	ϕ	22.4	°
c_{rea}		kg/cm ²	ϕ_{rea}		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kg/cm ²	ϕ_d	°
C.U.	c'_{cu}	kg/cm ²	ϕ'_{cu}	°
	c_{cu}	kg/cm ²	ϕ_{cu}	°
U.U.	c_u	kg/cm ²	ϕ_u	°

COMPRESSIBILITA' EDOMETRICA

σ	E	Cv	k
kg/cm ²	kg/cm ²	cm ² /sec	cm/sec
0.063 ÷ 0.125	9	0.000141	1.62E-05
0.125 ÷ 0.250	8	0.000286	3.42E-05
0.250 ÷ 0.500	9	0.000247	2.74E-05
0.500 ÷ 1.000	10		
1.000 ÷ 2.000	15		
2.000 ÷ 4.000	22		
4.000 ÷ 8.000	37		
8.000 ÷ 16.000			
16.000 ÷ 32.000			
32.000 ÷ 64.000			

Argilloso di colore grigio scuro ($R_p = 0.9$ kg/cm²).



SOGEA srl

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

RIFERIMENTO: Cantiere Rio Martino

SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

Coesione: 0.05 kg/cm ²	Angolo di attrito interno: 22.4 °
Prova consolidata-lenta	Velocità di deformazione 0.017 mm/min

DIAGRAMMA $\tau - \sigma$

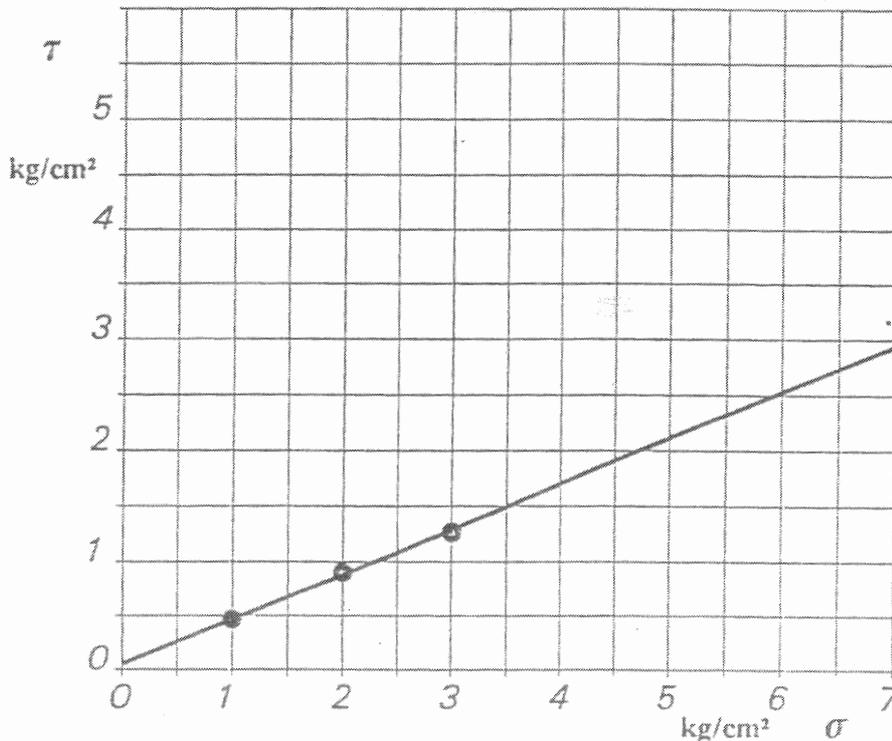
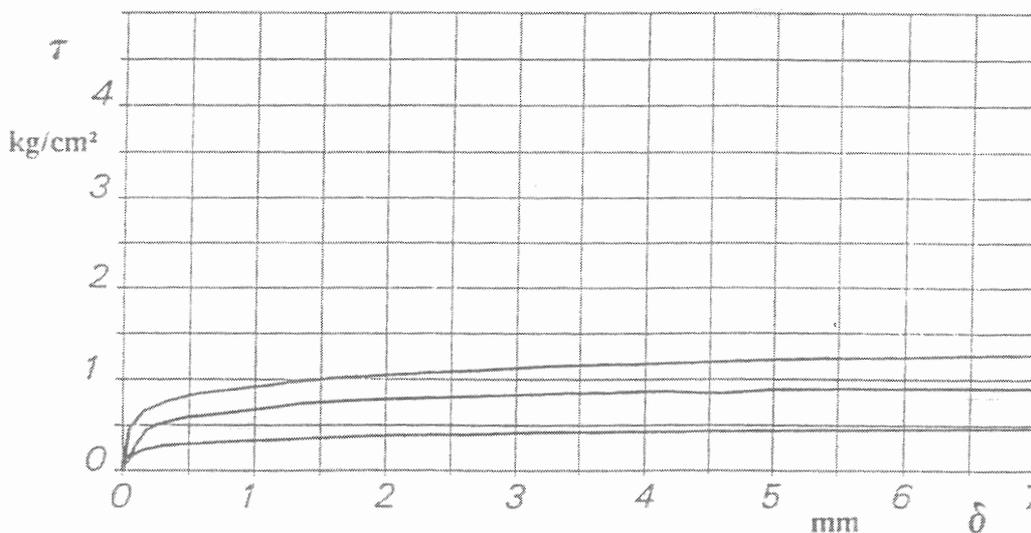


DIAGRAMMA $\tau - \delta$



PROVINO	A	B	C
Stato dei provini	INDISTURBATO	INDISTURBATO	INDISTURBATO
Tempo di consolidazione (h)	18	18	18
Pressione verticale (kg/cm ²)	1.00	2.00	3.00
Tensione a rottura (kg/cm ²)	0.46	0.90	1.26

SOGLIA srl

PROVA EDOMETRICA

MENTO: Cantiere RIO MARTINO - Latina-Sabaudia
GGIO: 3

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.0-3.5

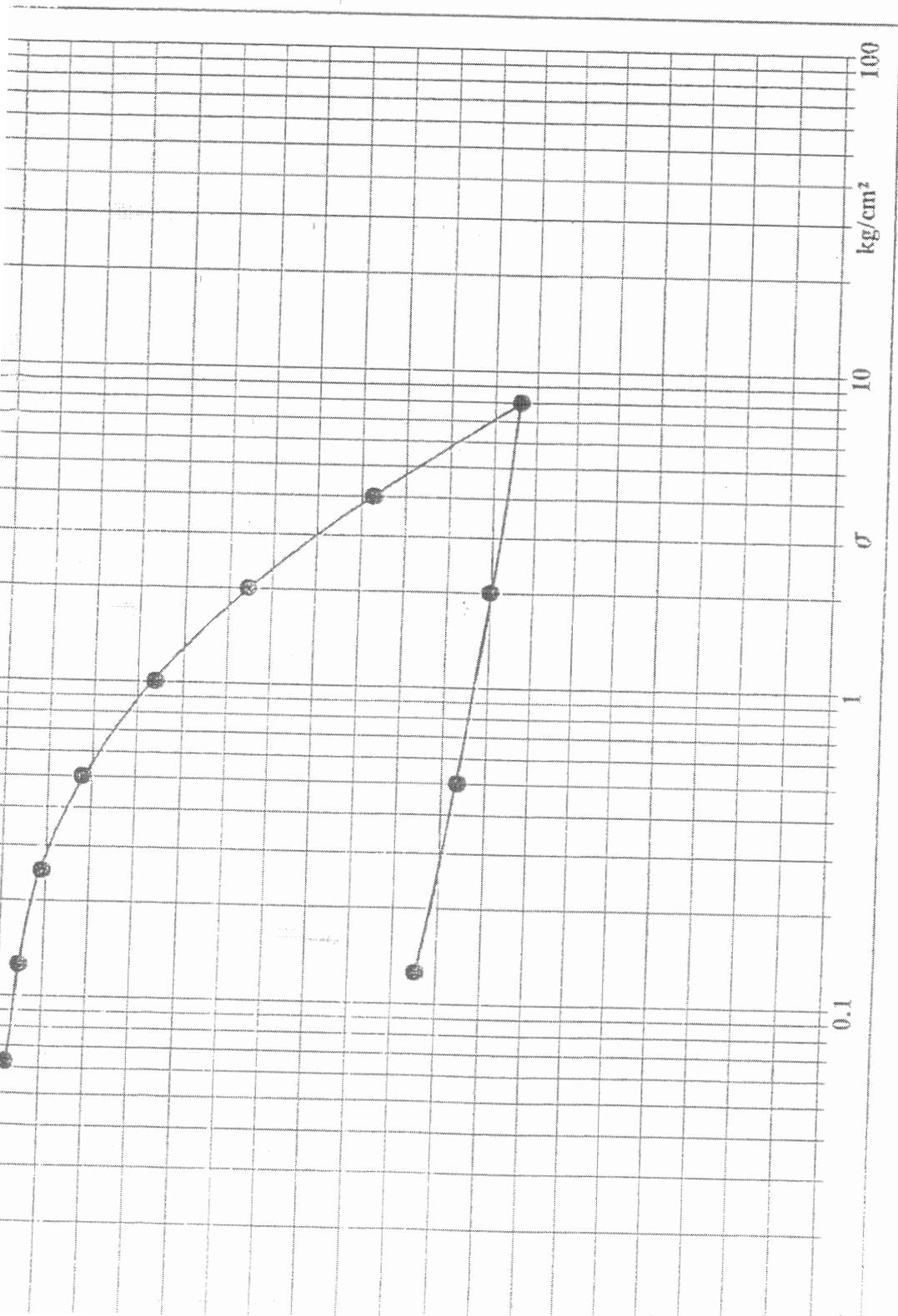


DIAGRAMMA PRESSIONE-INDICE DEI VUOTI

2
4



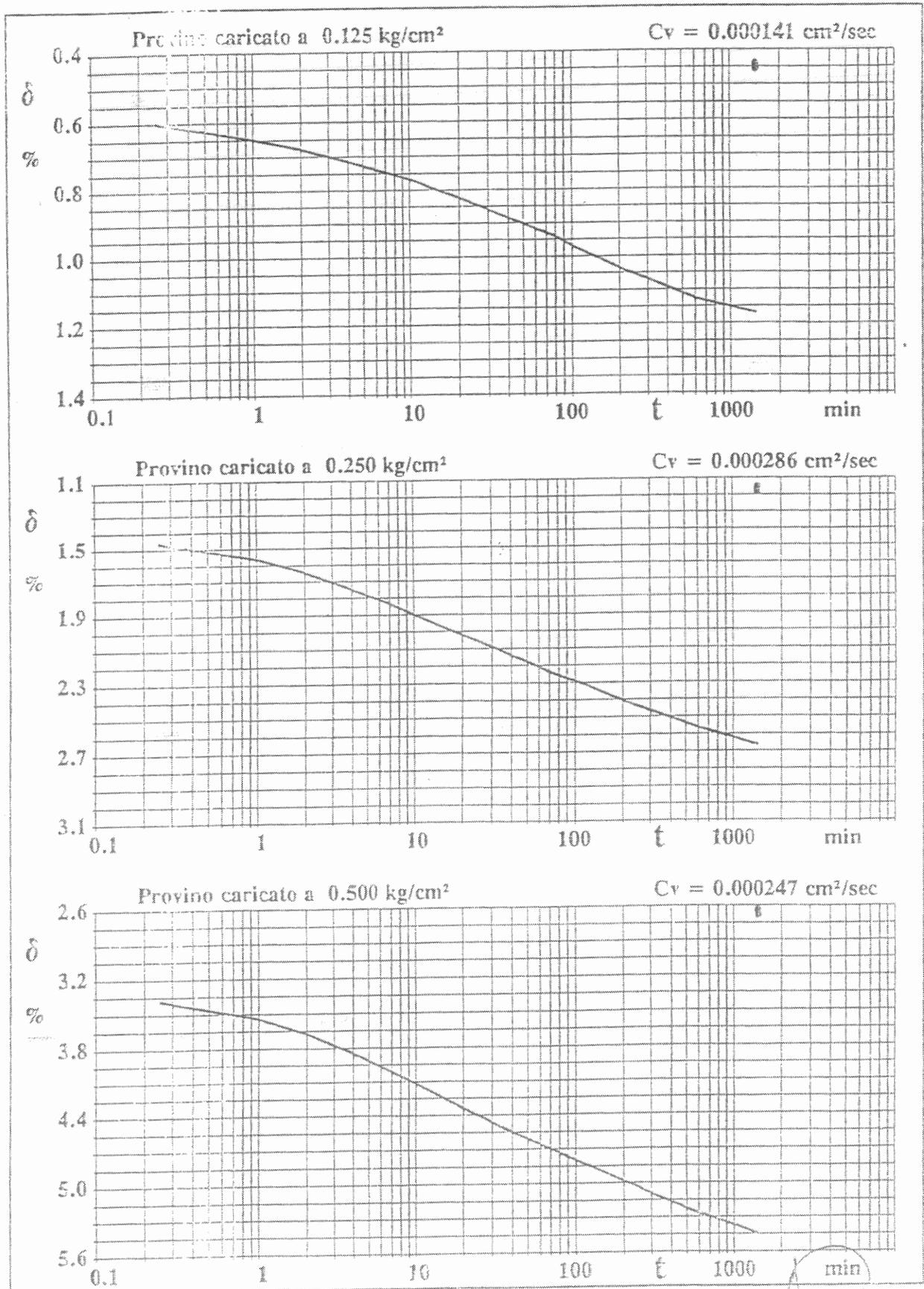
SOGIMA srl

PROVA EDOMETRICA

RIFERIMENTO: Cantiere RIO MARTINO - Latina-Sabaudia
SONDAGGIO: 3

CAMPIONE: 1

PROFONDITA': m 3.0-3.5



DIAGRAMMI CEDIMENTO-TEMPO

Dr. Cardona Giorgio

Analisi Chimico Industriali - Microbiologiche
Studio Impianti Depurazione

04100 LATINA

Latina, li / 19.....

Via dei Volsci, 122 - Tel. (0773) 480969

Cod. Fisc. GRD GGI 43C30 G674M
Part. IVA 00267690592

Latina 27.12.93

Spett. GEOSONDAGGI S.R.L.

Oggetto: analisi campioni di fango

Campioni di fango di fondo di Rio Martino Latina presentati dalla Geosondaggi srl il 16.12.93 e contrassegnati con i numeri 1,2 e 3

	Campione N.1	Campione N.2	Campione N.3
Residuo a 105 °C =	55,6 %	54,8 %	60,5 %
Sostanza organica =	27,8 % s.s.	31,4 % s.s.	32,1 % s.s.
Cadmio =	0,063 mg/kg	0,05 mg/kg	0,071 mg/kg
Piombo =	0,156 mg/kg	0,114 mg/kg	0,157 mg/kg
Cr =	0,452 mg/kg	0,545 mg/kg	0,574 mg/kg

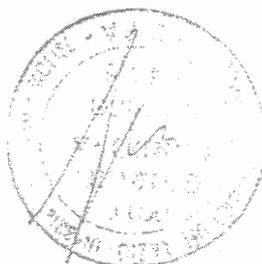
Giudizio : L'eluizione del campione con acido acetico (metodo ufficiale) non ha dato luogo a cessioni di metalli pesanti misurabili con le tecniche analitiche normalmente disponibili.

Il campione sottoposto a mineralizzazione con attacco nitrico-perclorico ha evidenziato una composizione compatibile con le medie normalmente rilevate su campioni analoghi.

Il materiale agli effetti della legge 915/82 e successivo D.L. n.443 del 09.11.93 può essere considerato rifiuto inerte qualora voglia essere conferito e discarico a ciò autorizzata.

Tuttandosi di materiale proveniente da scavo che non presenti segni di inquinamento rilevabili si può ipotizzare un suo riutilizzo per ricarica di fondale o quale altro materiale di riempimento purchè le caratteristiche del sito siano compatibili.

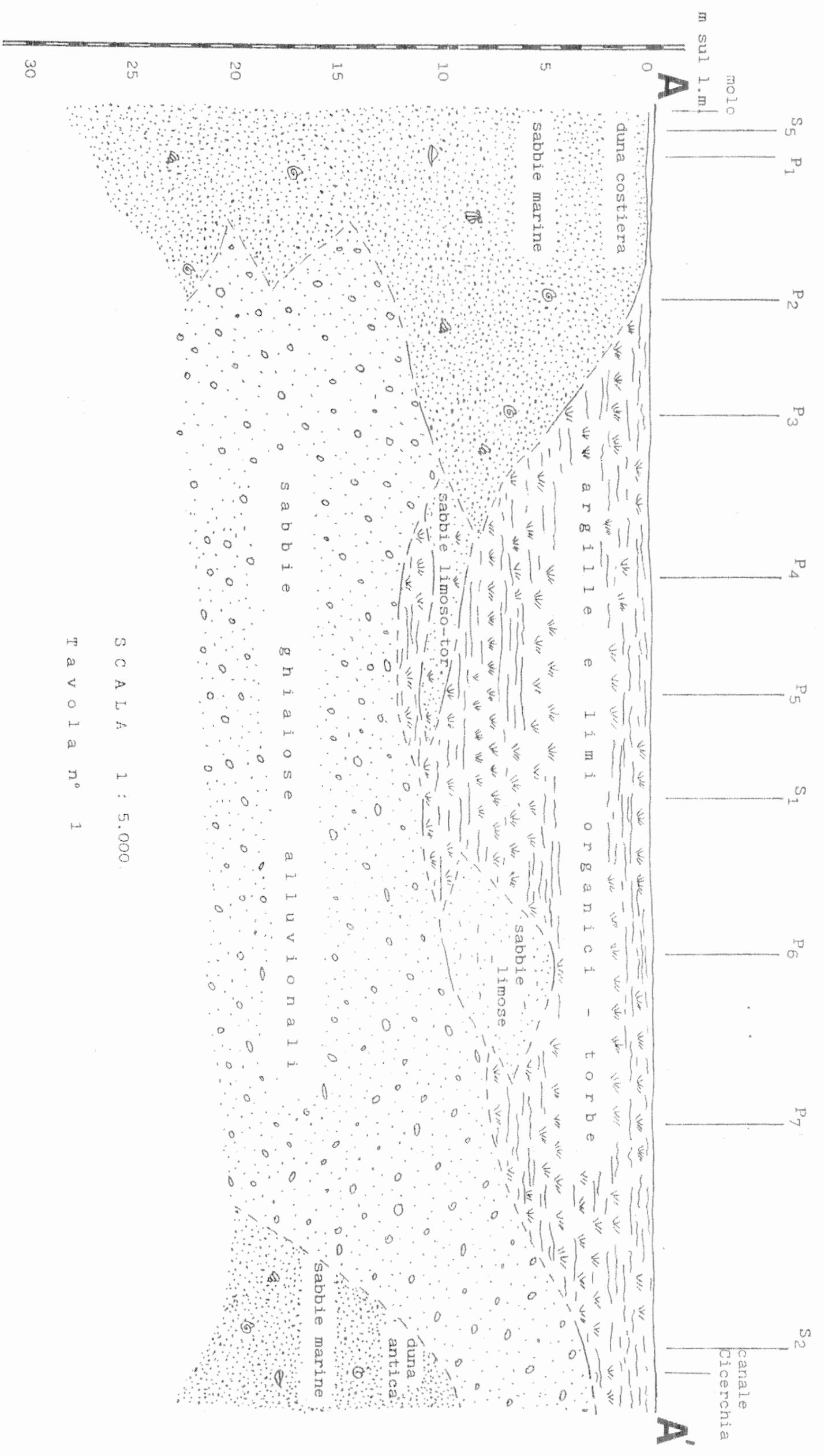
Dott. Cardona Giorgio



14

CANALE RIO MARTINO

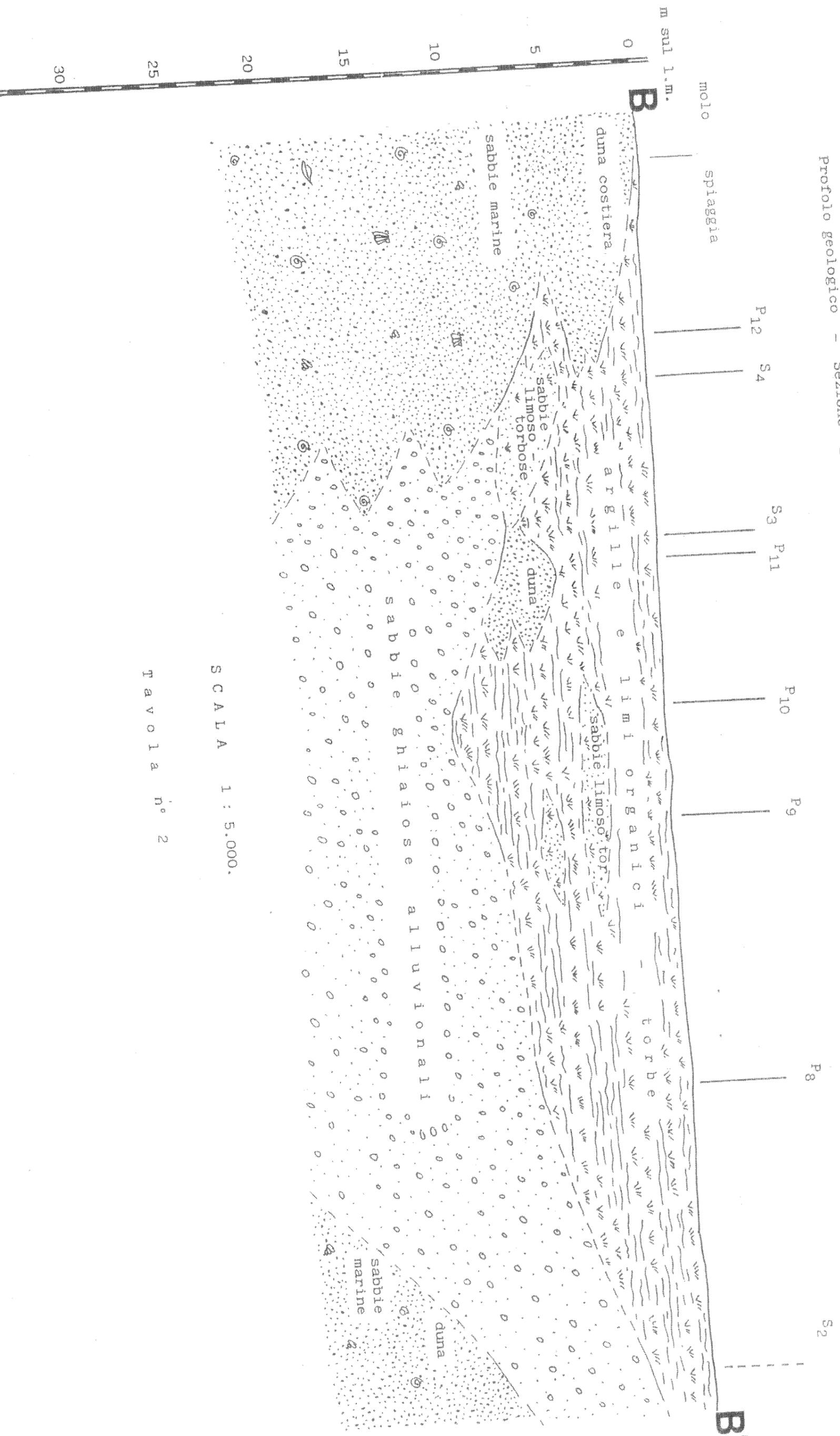
Profilo geologico - Sezione A - A'



SCALA 1 : 5.000

TAVOLA n° 1

CANALE RIO MARTINO
 Profolo geologico - Sezione B - B'

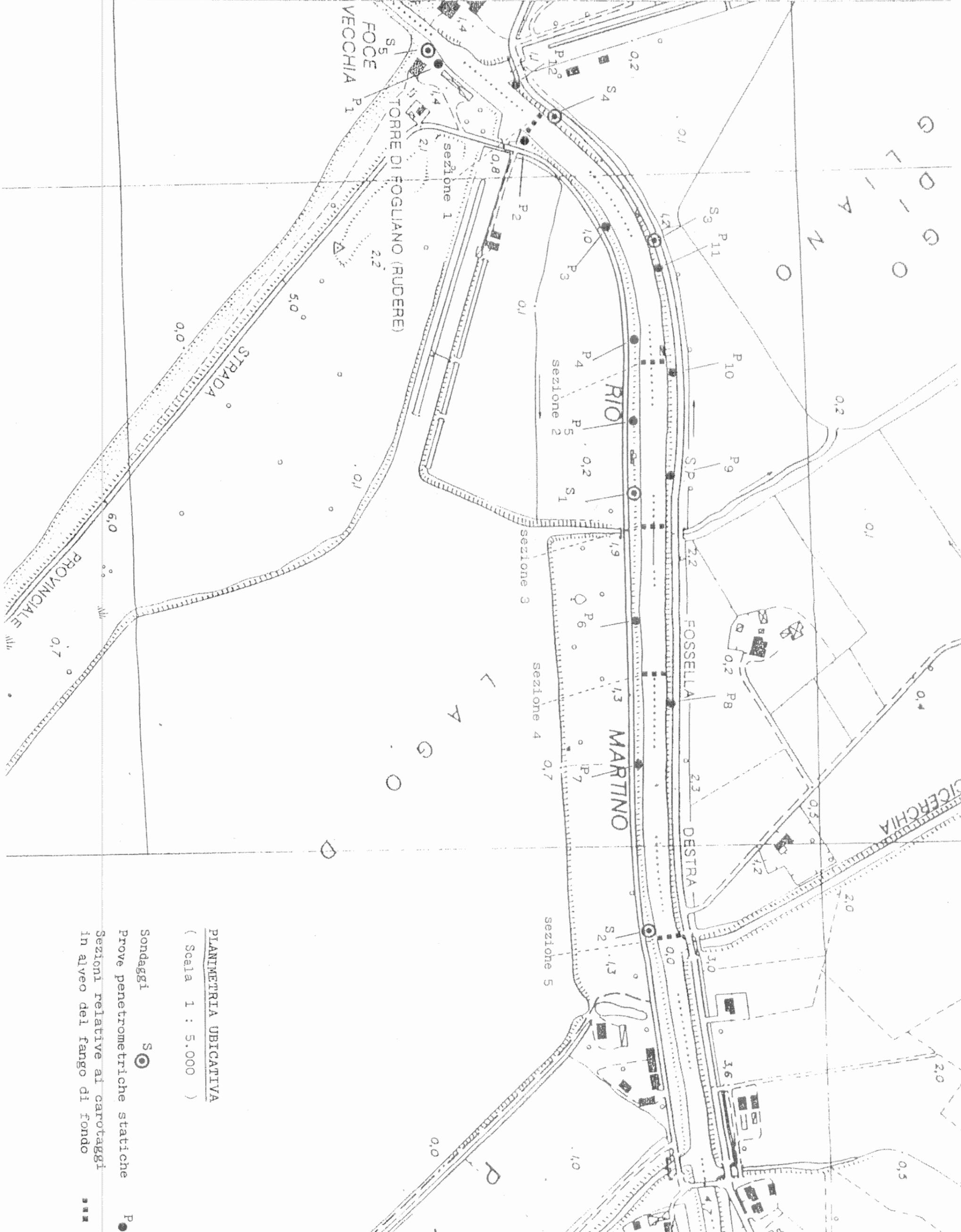


SCALA 1 : 5.000.

TAVOLA n° 2

4 583 000

4 584 000



PLANIMETRIA UBICATIVA

(Scala 1 : 5.000)

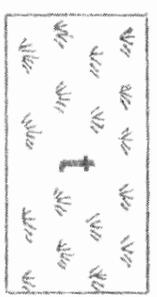
Sondaggi S
 Prove penetrometriche statiche P
 Sezioni relative ai carotaggi in alveo del fango di fondo



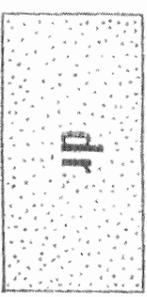
CARTA GEOLOGICA

Scala 1 : 10.000.

Legend a



argille e limi organici, torbe



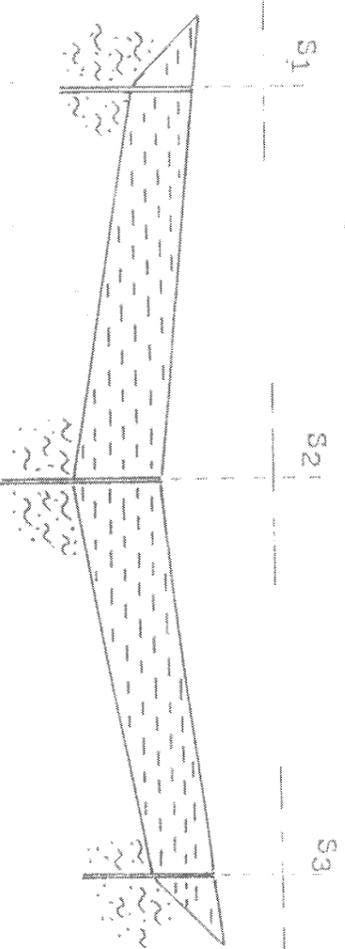
sabbie della duna recente



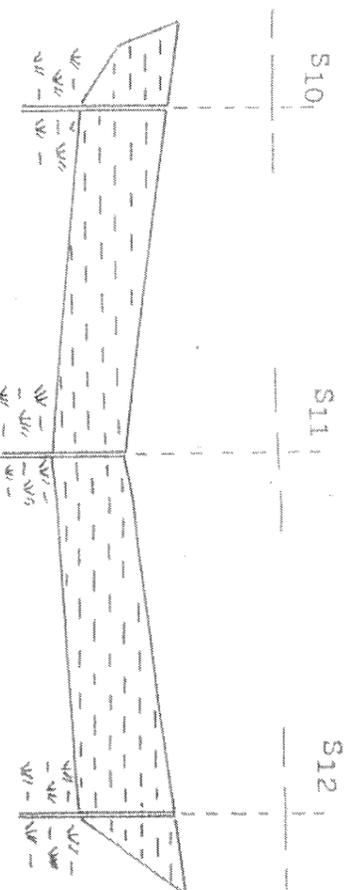
sabbie della duna antica

R I O M A R T I N O

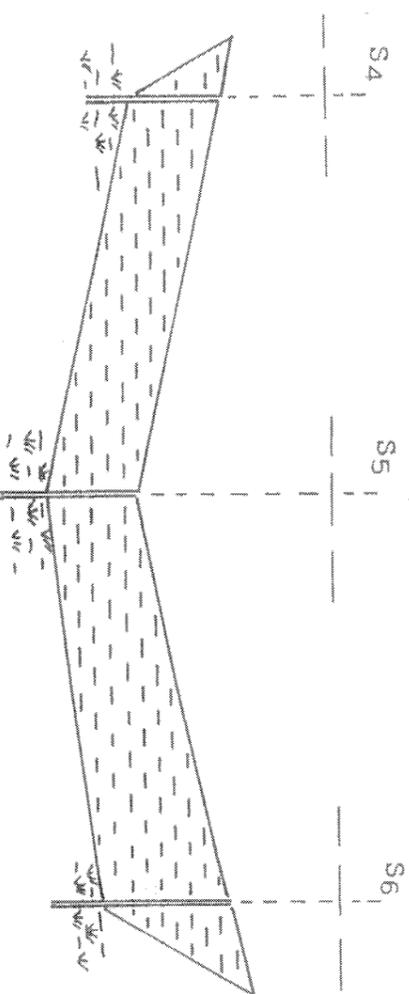
Rilevamento dello spessore dei sedimenti di fondo
mediante sondaggi (con sonda a mano) in alveo



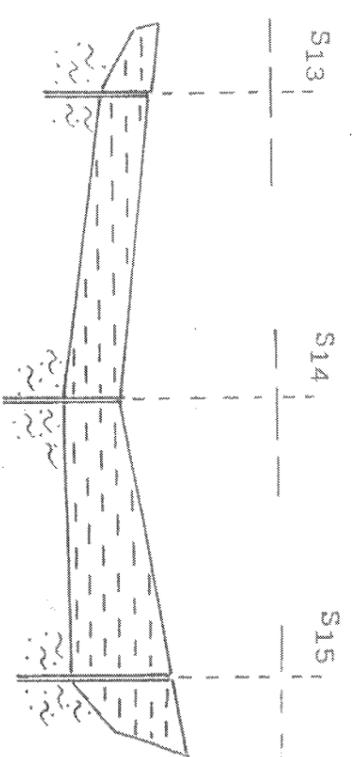
SEZ. N° 1



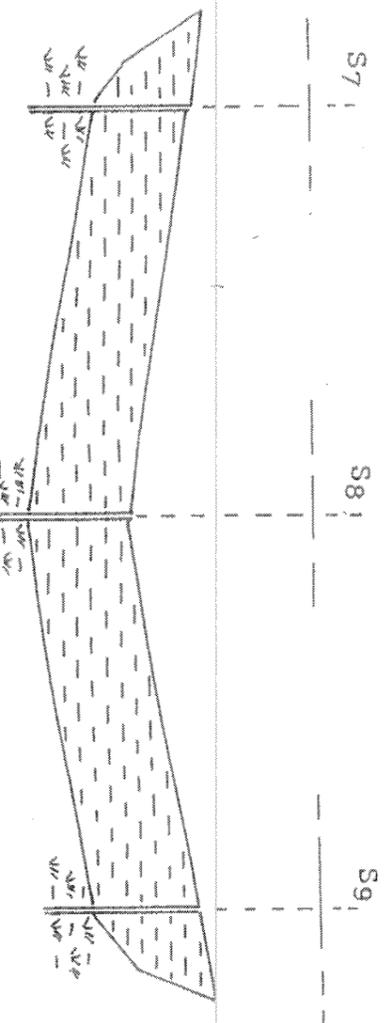
SEZ. N° 4

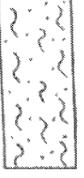
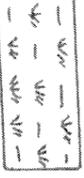


SEZ. N° 2



SEZ. N° 5



-  sedimenti fangoso sul fondo dell'alveo
-  limi sabbiosi alluvionali
-  argille e limi argillosi fluvio-palustri

SCALA DELLE ALTEZZE 1 : 100

SCALA DELLE DISTANZE 1 : 300

SCHEMA STRATIGRAFICO e GEOTECNICO N. 831

PROFONDITÀ (m)	SIMB. STR.	SPESS.	H ₂ O	PIEZ INCL ASS.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROVE SPT INFORO prof. n° colpi	P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	Cl.	% C	ANNOTAZIONI
0					SUOLO DI RIPORTO - ARGINATURA DEL CANALE RIO MARTINO.						
0					ARGILLA LIMOSA GRIGIA; CONTIENE SOSTANZE ORGANICHE DIFFUSE E AMMASSI VEGETALI PALUSTRI APPENA DECOMPOSTI.		1.1 1.4 1.2				
5					LIMO LEGGERMENTE ARGILLOSO GRIGIO; POCO E; A TRATTI POCHISSIMO CONSISTENTE; RICCO DI SOSTANZE VEGETALI; E' ATTRAVERSA- TO DA SOTTILI STRATI (5-10cm) DI SABBIA LIMOSA GRIGIO-AVANA.						
5					LIMO ARGILLOSO GRIGIO SCURO POCHISSIMO CONSISTENTE CONTIENE SOSTANZE ORGANICHE DIFFUSE E RESTI VEGETALI PALUSTRI.		0.4 0.5 0.5 0.4 0.4				
10					LIMO LEGGERMENTE ARGILLOSO DI COLORE GRIGIASTRO; CONTIENE SOSTANZA TORBOSE; RESTI COCHIGLIARI DI MOLLUSCHI DOLCICOLI E NUCLEI DI LIMO SABBIOSO ROSSASTRO; POCHISSIMO CONSISTENTE.						
10					SABBIA GRIGIA MONOGRANULARE CON MOLTI RESTI CONCHIGLIARI.						
10					LIMO LEGGERMENTE ARGILLOSO; CONTIENE FILAMENTI VEGETALI RESTI CONCHIGLIARI E STRATERELLI DI LIMO DEBOLMENTE SABBIOSO ROSSASTRO.						
10					SABBIA LIMOSA GRIGIO CENERE CON RESTI CONCHIGLIARI DI MOLLUSCHI LAGUNARI-LACUSTRI; CONTIENE FILAMENTI VEGETALI.						
10					GHIAIA MINUTA (Diam 2-3mm) CON SABBIA LIMOSA GRIGIO CENERE.	12.00					1/4/6
15					SABBIA LIMOSA E GHIAIA MINUTA (Diam 2-3mm) CONTENGONO SOSTANZE ORGANICHE DIFFUSE E FILAMENTI VEGETALI; CON NUCLEI O STRATERELLI DI LIMO GRIGIO SCURO TORBOSO.						
70					GHIAIA (Diam=0.5-1.2 cm) IN MATRICE DI SABBIA LIMOSO-ARGIL- LOSA GRIGIO-AVANA.						
70					SABBIA LIMOSA CON ARGILLA CONTENENTE GHIAIA SPARSA.	18.00					4/8/12
20					CHIUSURA SONDAGGIO						

SCHEMA DI PERFORAZIONE: aste e carotiere [S - D] / WIRE LINE / DISTRUZIONE

STRATIGRAFICO e GEOTECNICO N. 832

pc.	SIMB. STR.	SPESS.	H ₂ O	PIEZ INCL ASS.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROVE SPT INFORO prof. n° colpi	P.P. Kglcm ²	T.V. Kglcm ²	Cl.	%C	ANNOTAZIONI
					SUOLO DI RIPORTO - ARGINATURA DEL CANALE RIO MARTINO.						
					ARGILLA SABBIOSA ROSSASTRA.						
					LIMO SABBIOSO DEBOLMENTE ARGILLOSO; GRIGIO; PASSANTE A LIMO ARGILLOSO SABBIOSO GRIGIO.						
					TORBA DI COLORE MARRONE SCURO.						
5					SABBIA A GRANA GROSSA (Diam=1-2mm) E GHIAIA MINUTA (Diam=2-4mm) IN MATRICE LIMOSA DI COLORE AVANA O GRIGIO.	4.00	1/1/0				
					GHIAIA MINUTA (Diam=2-4mm) E SABBIA MEDIA O MEDIO-GROSSA IN MATRICE LIMOSA E LIMOSO-ARGILLOSA GRIGIA.						
10					SABBIA FINE O MEDIO-FINE ATTRAVERSATA DA LIVELLI DI GHIAIA E CON GHIAIA SPARSA (Diam=0.4-0.8cm).						
10											
15					SABBIA MEDIO-FINE ADDENSATA DI COLORE AVANA SCURO.						
20											
20					CHIUSURA SONDAGGIO						
25											
30											

ISTEMA DI PERFORAZIONE: aste e carotiere [S - D] / WIRE LINE / DISTRUZIONE

STRATIGRAFICO e GEOTECNICO N. 833

p.c.	SIMB. STR.	SPESS.	H ₂ O	PIEZ. INCL. ASS.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROVESPT. INFORO prof. n° colpi	P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	C.I.	% C	ANNOTAZIONI
					SUOLO DI RIPORTO - ARGINATURA DEL CANALE RIO MARTINO.						
					ARGILLA LIMOSA GRIGIA; CONTIENE SOSTANZE ORGANICHE DIFFUSE E AMMASSI DI VEGETALI PALUSTRI IN VIA DI DECOMPOSIZIONE; POCO CONSISTENTE.		0.8	0.7			
					ARGILLA LIMOSA GRIGIA; CONTIENE SOSTANZE ORGANICHE DIFFUSE E AMMASSI VEGETALI PALUSTRI IN VIA DI DECOMPOSIZIONE; INCONSISTENTE.		1.1				
5					ARGILLA LIMOSA GRIGIA; CONTIENE SOSTANZE ORGANICHE DIFFUSE E AMMASSI VEGETALI PALUSTRI IN VIA DI DECOMPOSIZIONE; INCONSISTENTE.		0.4	0.35			
					TORBA DI COLORE PASSANTE DAL NERO A MARRONE SCURO; ATTRAVERSA- SATA DA LIVELLI (SPESS. 10-20cm) DI ARGILLA LIMOSA GRIGIA.		0.4				
					SABBIA MONOGRANULARE GRIGIA; CONTIENE FILAMENTI VEGETALI.	9,00					
					GHIAIA MINUTA (Diam 2-4mm); SCURA; IMMERSA IN MATRICE ARGIL- LOSO-SABBIOSA O SABBIOSO-ARGILLOSA GRIGIA; CONTIENE GHIAIA SPARSA AD ELEMENTI MAGGIORI (Diam=7-15cm) IN GRAN PARTE SILICEI MA ANCHE CALCAREI E RESTI CONCHIGLIARI (OSTREE).	2/2/4					
10											
					SABBIA A GRANA GROSSOLANA E GHIAIA MINUTA IMMERSA IN UNA MATRICE DI SABBIA FINE ARGILLOSA GRIGIA.						
15											
					GHIAIA (Diam=3-8mm) IN MATRICE SABBIOSA LIMOSA LEGGERMENTE ARGILLOSA GRIGIO-AVANA.						
20											
					GHIAIA (Diam=4-8mm) IN MATRICE SABBIOSA LIMOSA LEGGERMENTE ARGILLOSA AVANA CHIARO.						
30											
					CHIUSURA SONDAGGIO						

SISTEMA DI PERFORAZIONE: aste e carotiere [S - D] / WIRE LINE / DISTRUZIONE

lote _____

STRATIGRAFICO e GEOTECNICO N. 834

PROF. (m)	SIMB. STR.	SPESS. (m)	H ₂ O	PIEZ INCL ASS.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROVESPT INFORO prof. n° colpi	P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	C.I.	% C	ANNOTAZIONI
					SUOLO DI RIPORTO - ARGINATURA DEL CANALE RIO MARTINO.						
					LIMO ARGILLOSO MARRONE SCURO POCO CONSISTENTE.						
					ARGILLA LIMOSA GRIGIA CON SOSTANZE ORGANICHE DIFFUSE; POCO CONSISTENTE.						
					TORBA MARRONE CON RESTI LIGNEI.						
5					SABBIA MONOGRANULARE GRIGIO CENERE ALTERNATA CON SABBIA MOLTO LIMOSA GRIGIO-AVANA SCURO; OLTRE I 6.00m VI SONO SOTTILI LIVELLI DI LIMO TORBOSO.	4.50		1/1/0			
						8.00		10/10/14			
					SABBIA GRIGIA MONOGRANULARE ADDENSATA; A GRANA MEDIA; CONTIENE FRAMMENTI CONCHIGLIARI DI MOLLUSCHI MARINI COSTIERI; TRA 10.00m E 12.00m COMPAGNO STRATERELLI DI LIMO SABBIOSO.						
					CHIUSURA SONDAGGIO						

MODALITA' DI PERFORAZIONE: aste e carotiere [S - D] / WIRE LINE / DISTRUZIONE

STRATIGRAFICO e GEOTECNICO N. 835

SIMB. STR.	SPESS.	H ₂ O	PIEZ INCL ASS.	DESCRIZIONE LITOLOGICA	PROVE SPT INFORO prof. n° colpi	P.P. Kg/cm ²	T.V. Kg/cm ²	C.I.	%C	ANNOTAZIONI
				SABBIA LIMOSA GRIGIO-AYANA; RIMANEGGIATA DURANTE I LAVORI DI SISTEMAZIONE DELLA FOCE DEL CANALE RIO MARTINO; VI SI TROVANO NUCLEI DI LIMO TORBOSO.						
				SABBIA LIMOSA LEGGERMENTE ARGILLOSA DI COLORE GRIGIO-CENERE O AYANA RIMANEGGIATA; CONTIENE CIOTTOLI CALCAREI INTRODOTTI DURANTE LA SISTEMAZIONE DELLA FOCE DEL CANALE.						
				SABBIA GRIGIA MONOGRANULARE; A GRANA MEDIA; CONTIENE RESTI CONCHIGLIARI DI MOLLUSCHI MARINI COSTIERI.						
				SABBIA GRIGIO-AYANA CHIARO; MONOGRANULARE; A GRANA MEDIA E MEDIO-FINE; ATTRAVERSATA DA LIVELLI SOTTILI DI SABBIA FINE LIMOSO-ARGILLOSA.	9.50		12/27/14			
				SABBIA FFINE A TRATTI LEGGERMENTE LIMOSA DI COLORE GRIGIO SCURO.						
				SABBIA MONOGRANULARE; A GRANA MEDIA; DI COLORE GRIGIO CHIARO.						
				SABBIA FINE LEGGERMENTE LIMOSA DI COLORE GRIGIO SCURO.						
				SABBIA MONOGRANULARE; A GRANA MEDIA; DI COLORE AYANA CHIARO.						
				SABBIA LEGGERMENTE LIMOSA DI COLORE GRIGIO SCURO.						
				ARGILLA GRIGIA RICCA DI SOSTANZE ORGANICHE PASSANTE A LIMO ARGILLOSO NERO.						
				SABBIA GRIGIO SCURA LEGGERMENTE LIMOSA.						
				CHIUSURA SONDAGGIO						

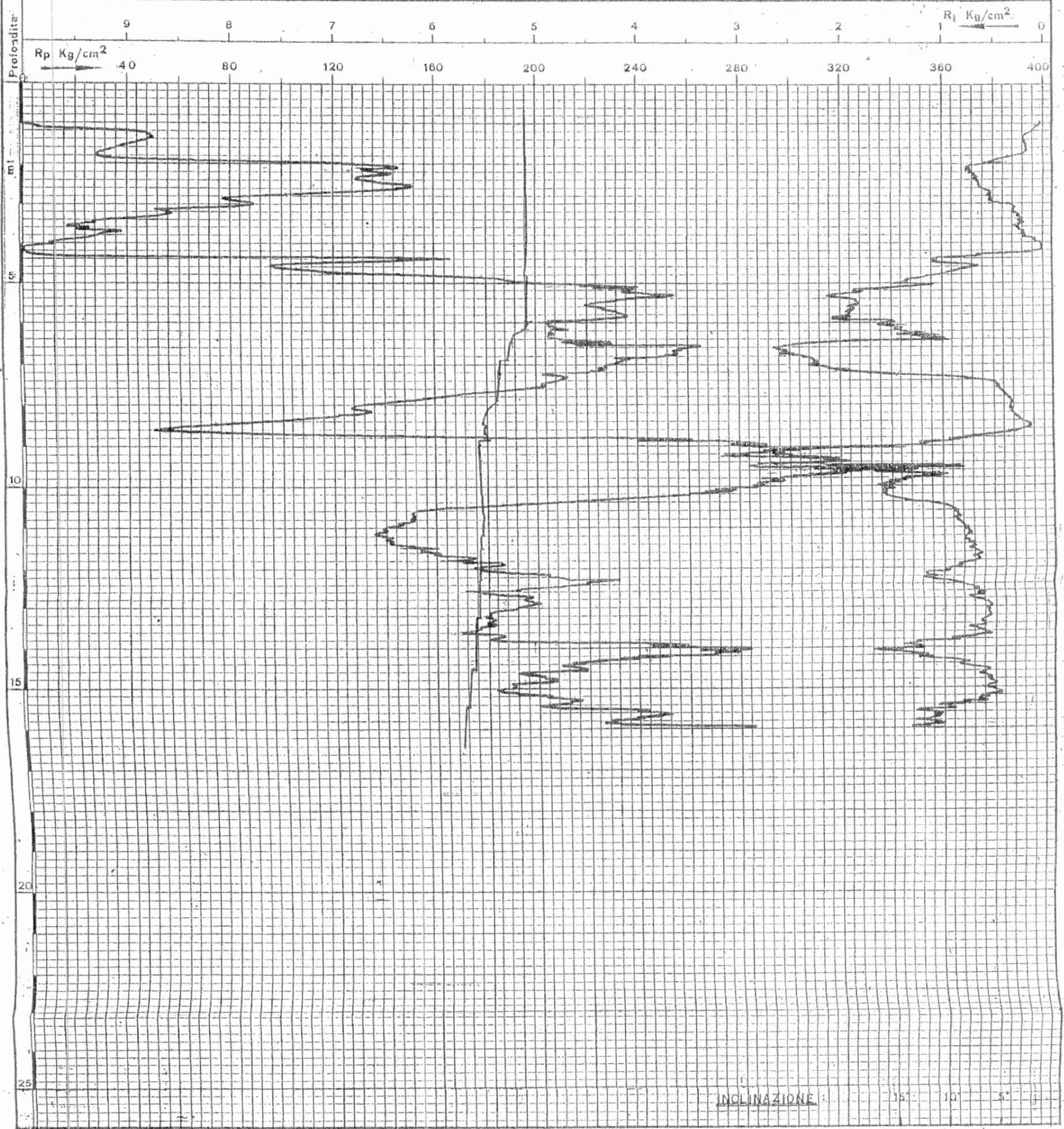
SISTEMA DI PERFORAZIONE: aste e carotiere [S - D] / WIRE LINE / DISTRUZIONE

note _____

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
 TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA
 AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	1		12/11/'93		

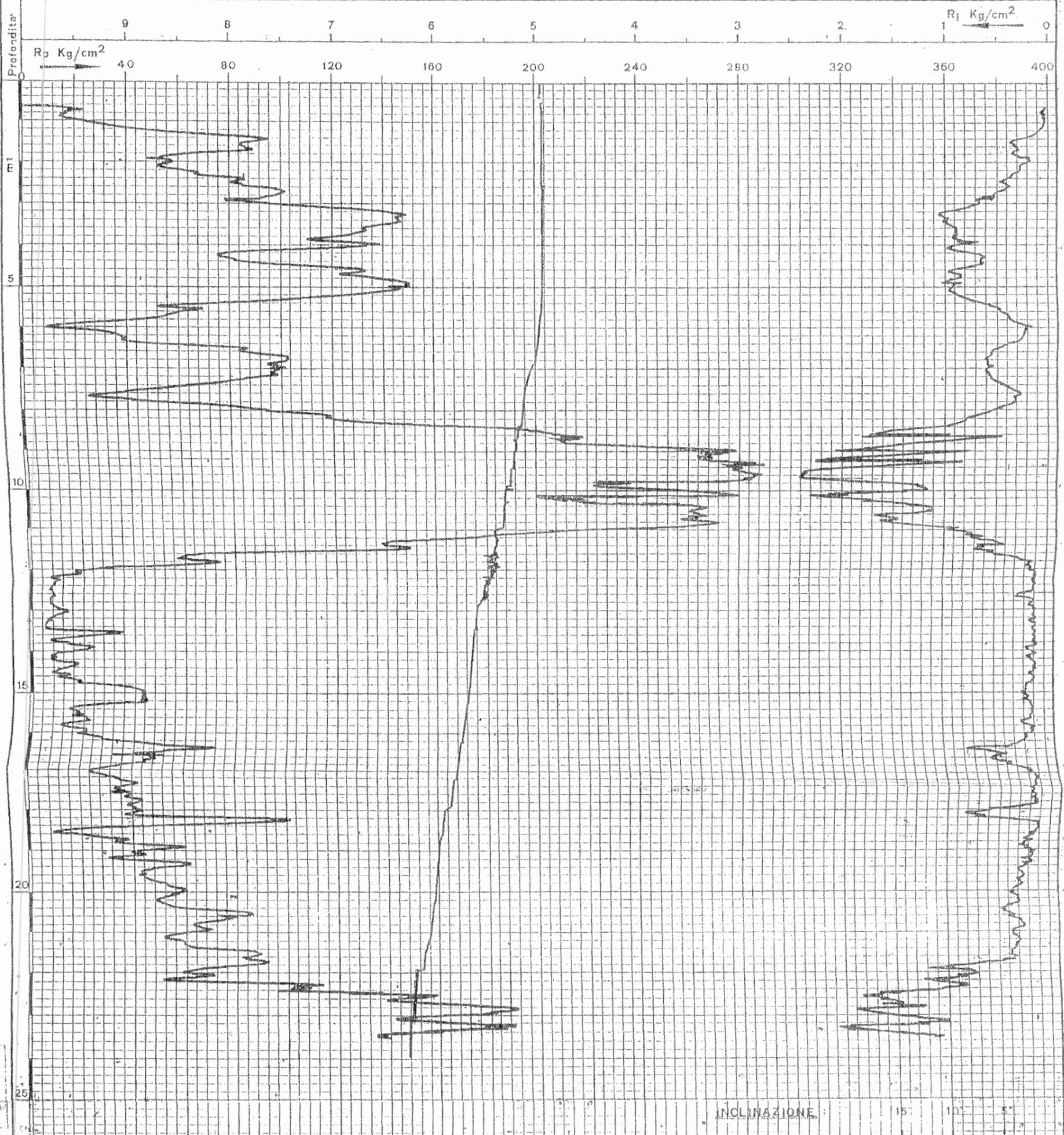


Rp = Resistenza alla punta
 Rl = Attrito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
 TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA
 AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	2		12/11/'93		



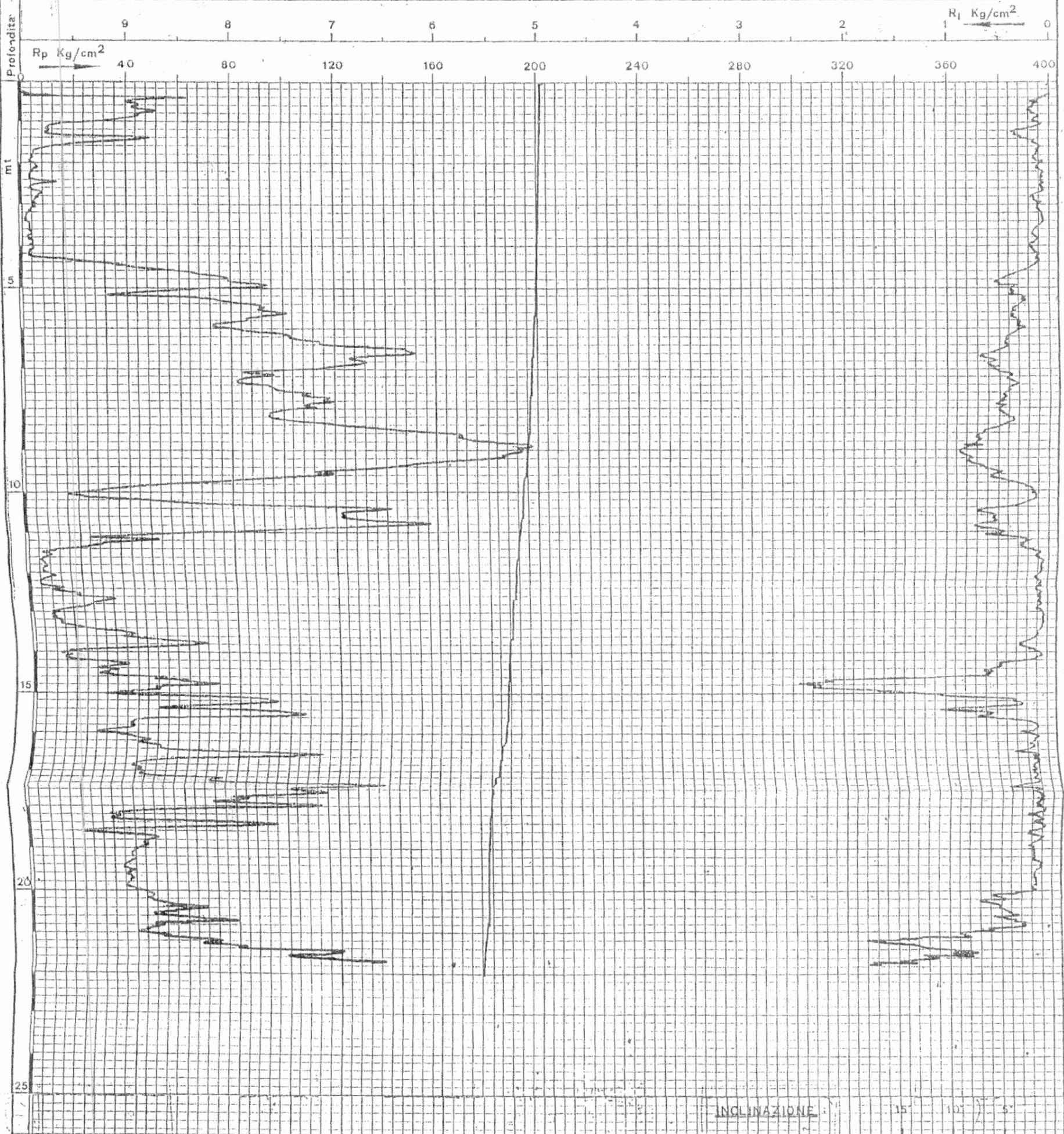
INCLINAZIONE: 15° 10° 5°

Rp = Resistenza alla punta
 Rl = Attrito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
 TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA
 AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	3		15/11/'93		

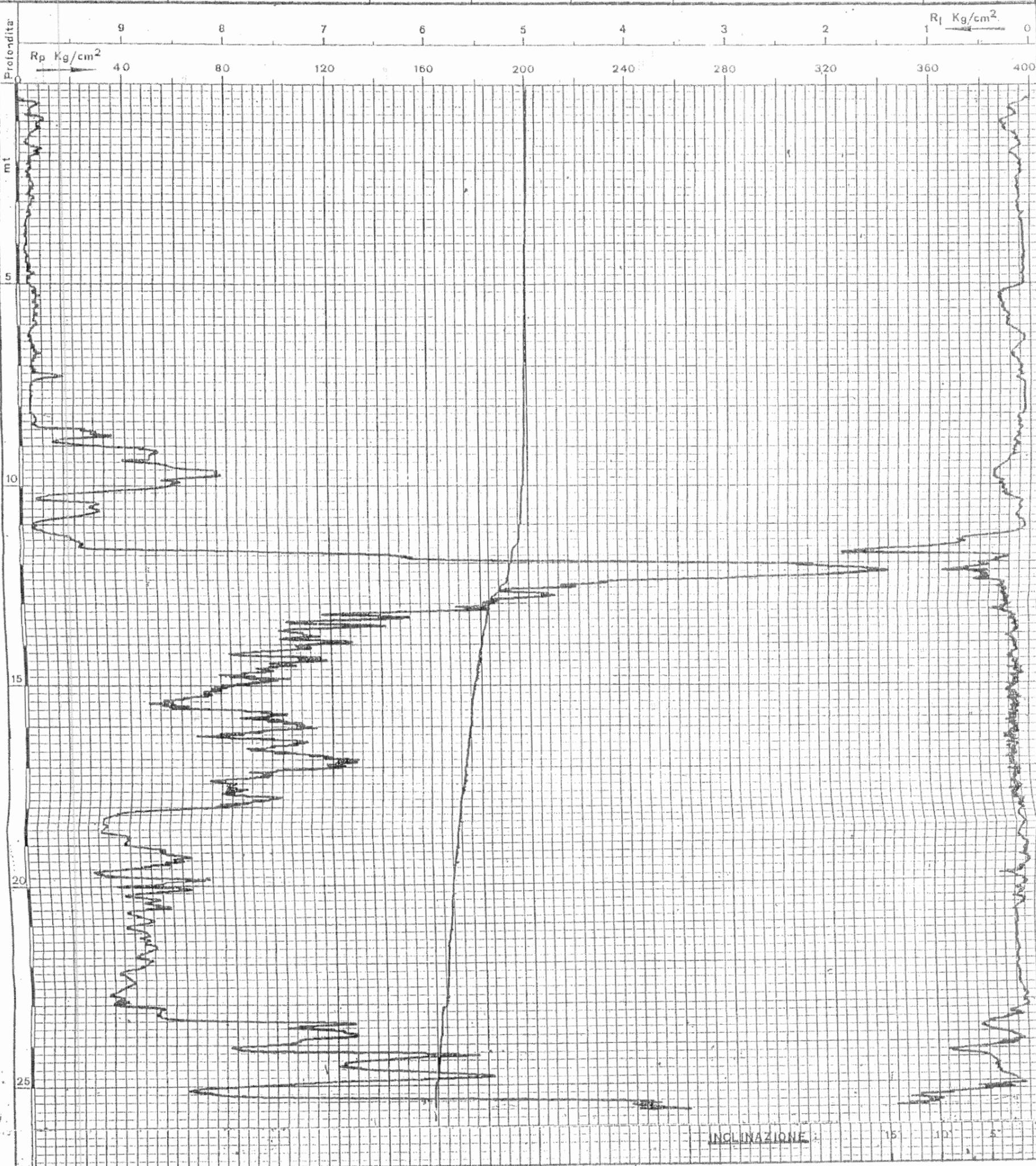


Rp = Resistenza alla punta
 Rl = Attrito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
 TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA
 AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	4		15/11/'93		

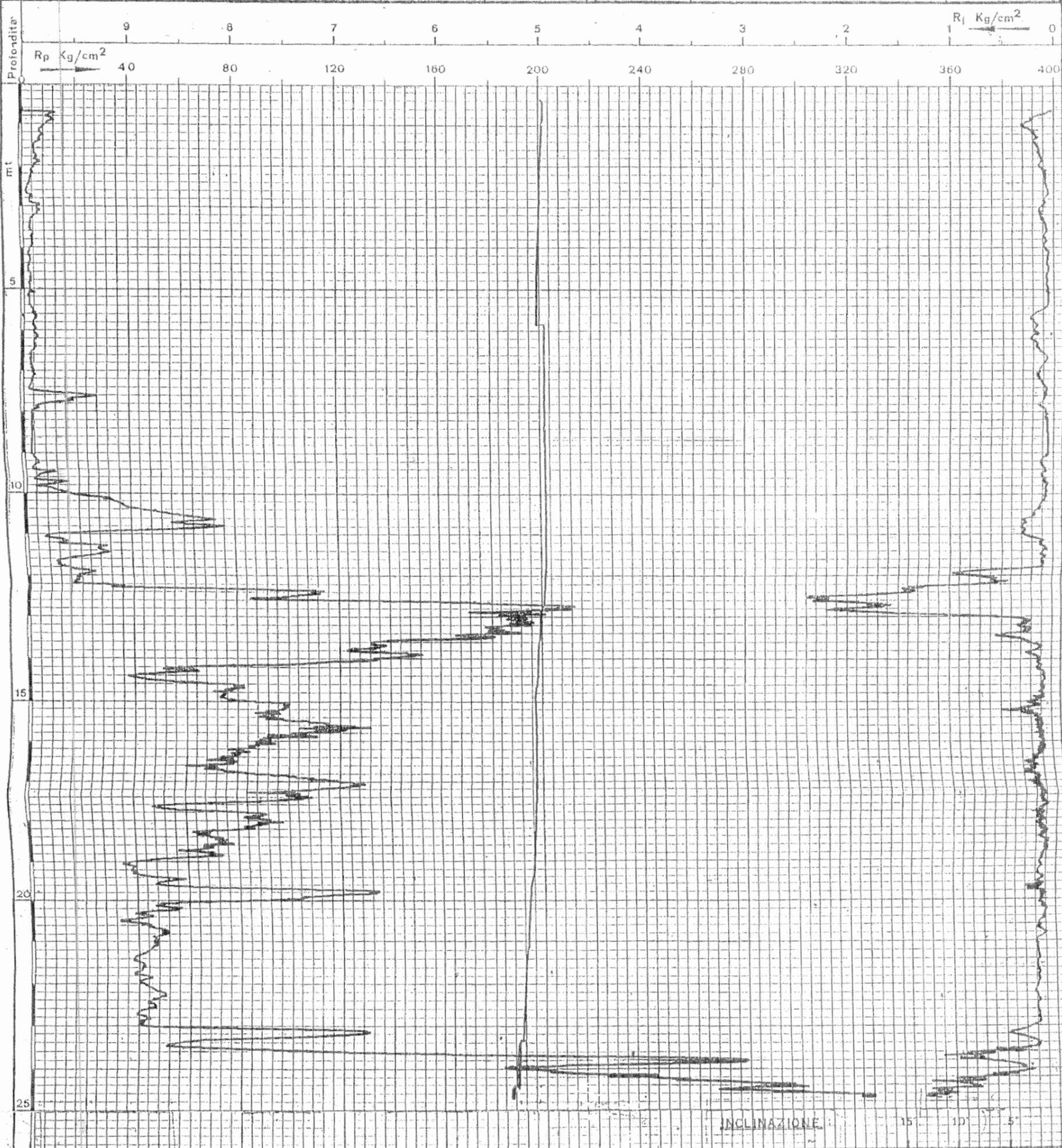


Rp = Resistenza alla punta
 Rl = Attrito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
 TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA
 AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	5		15/11/'93		

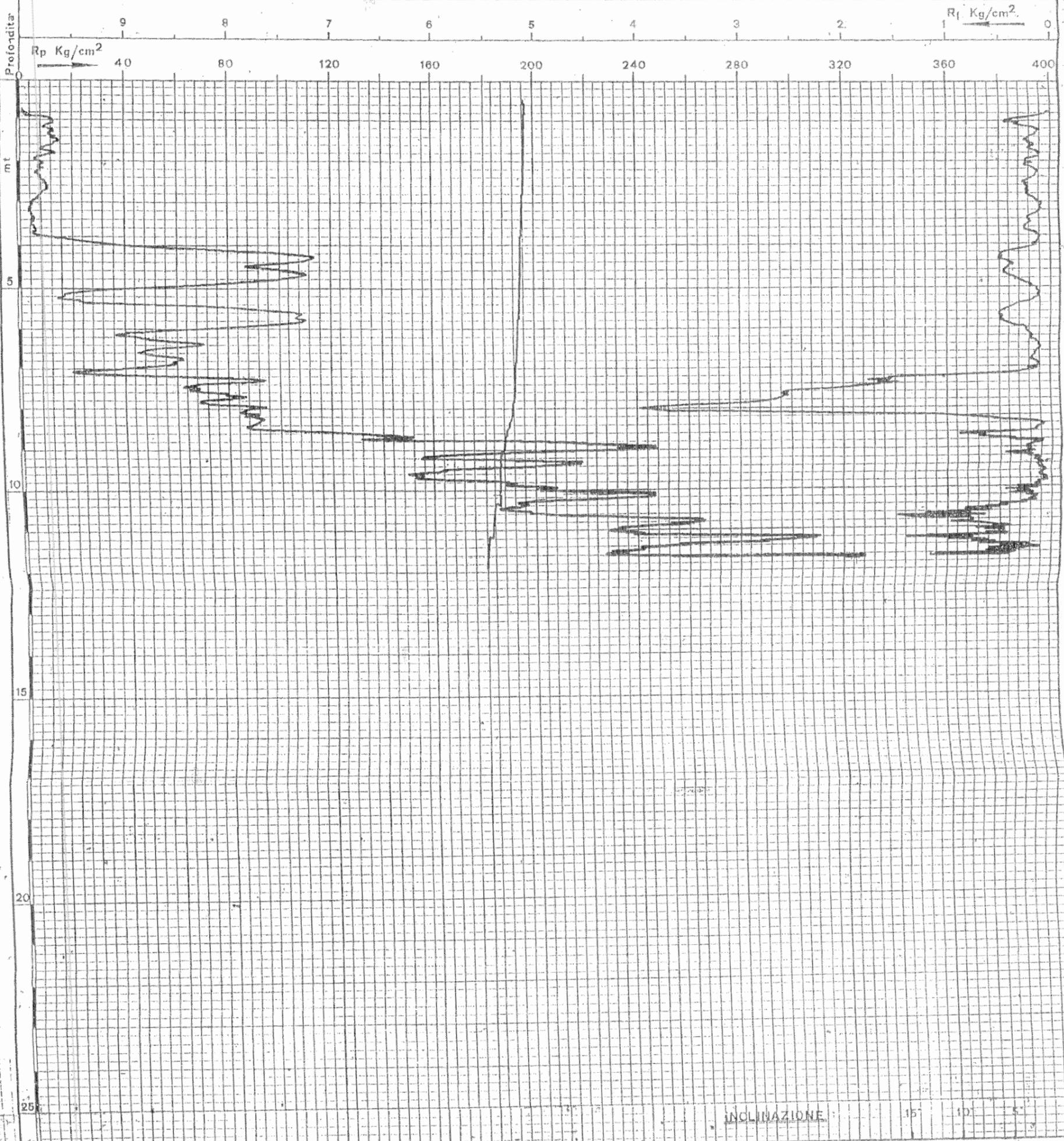


Rp = Resistenza alla punta
 Rl = Attrito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA
AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	6		16/11/1'93		



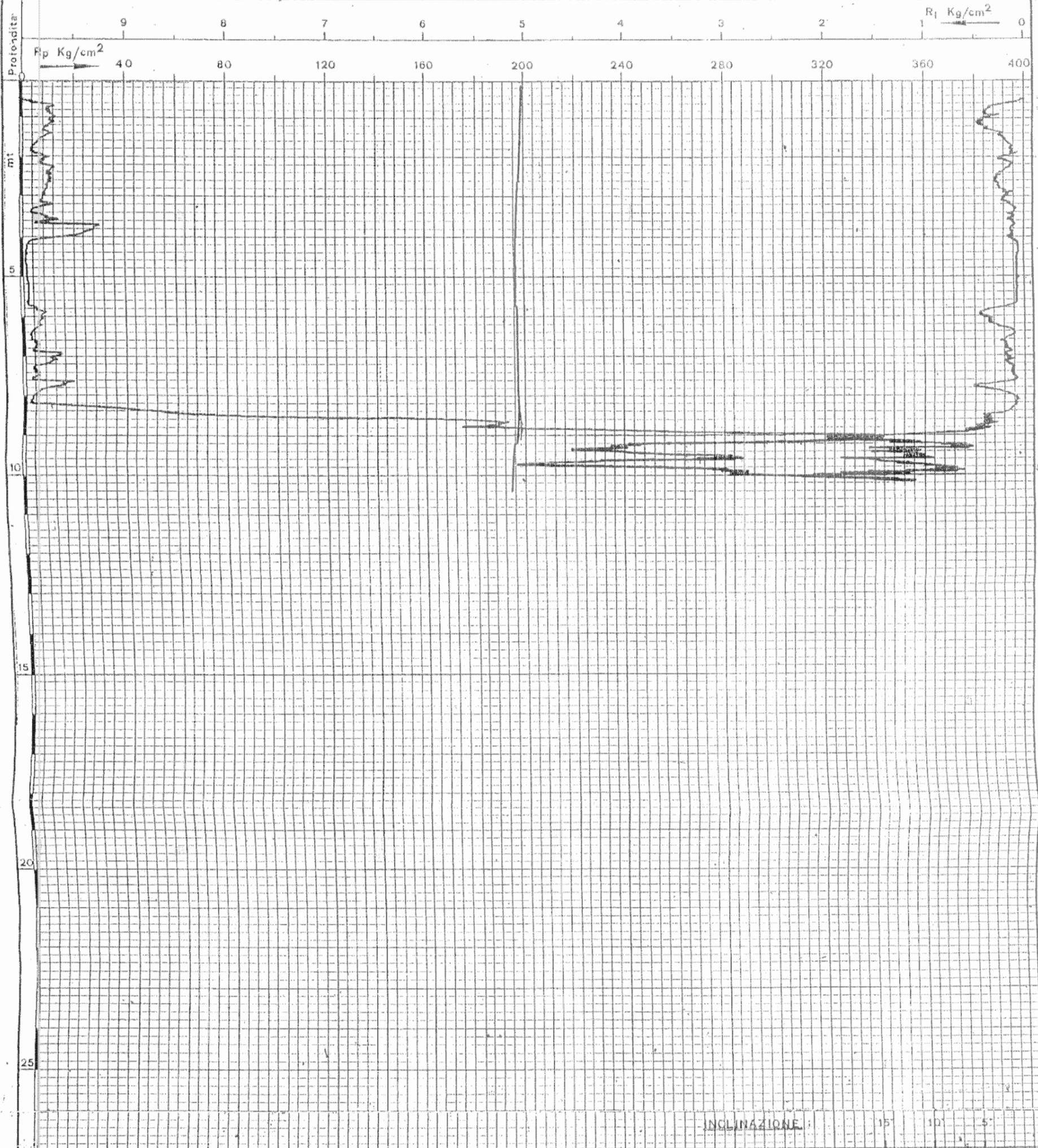
INCLINAZIONE: 15° 10° 5°

Rp = Resistenza alla punta
Rl = Attito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
 TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. - NOTA: DIAGRAMMA
 AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	7		16/11/'93		



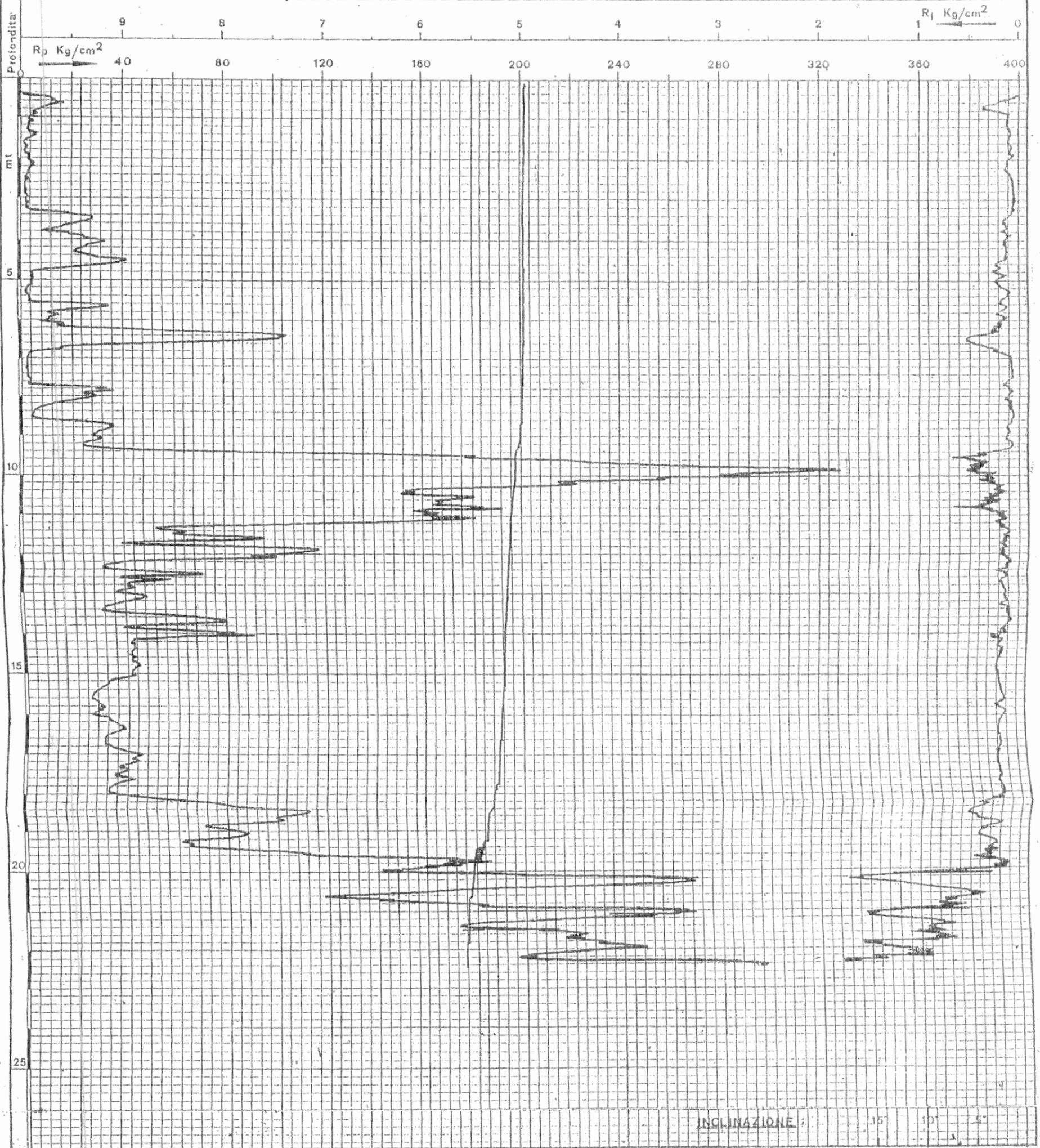
INCLINAZIONE: 15° 10° 5°

Rp = Resistenza alla punta
 Rl = Attrito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
 TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA
 AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore:
	RIO MARTINO	9		17/11/'93		

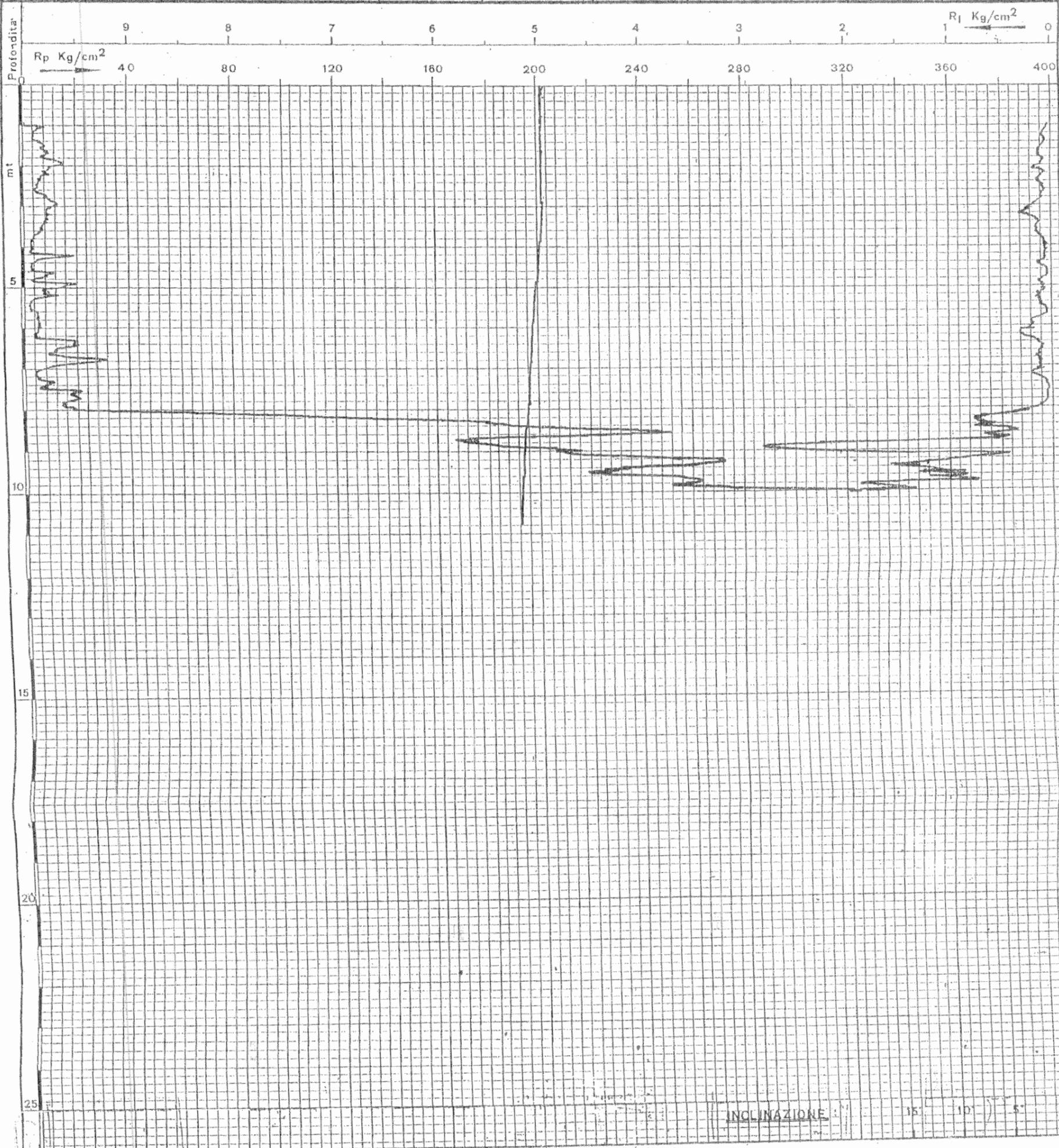


Rp = Resistenza alla punta
 Rl = Attrito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA
AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	8		16/11/'93		

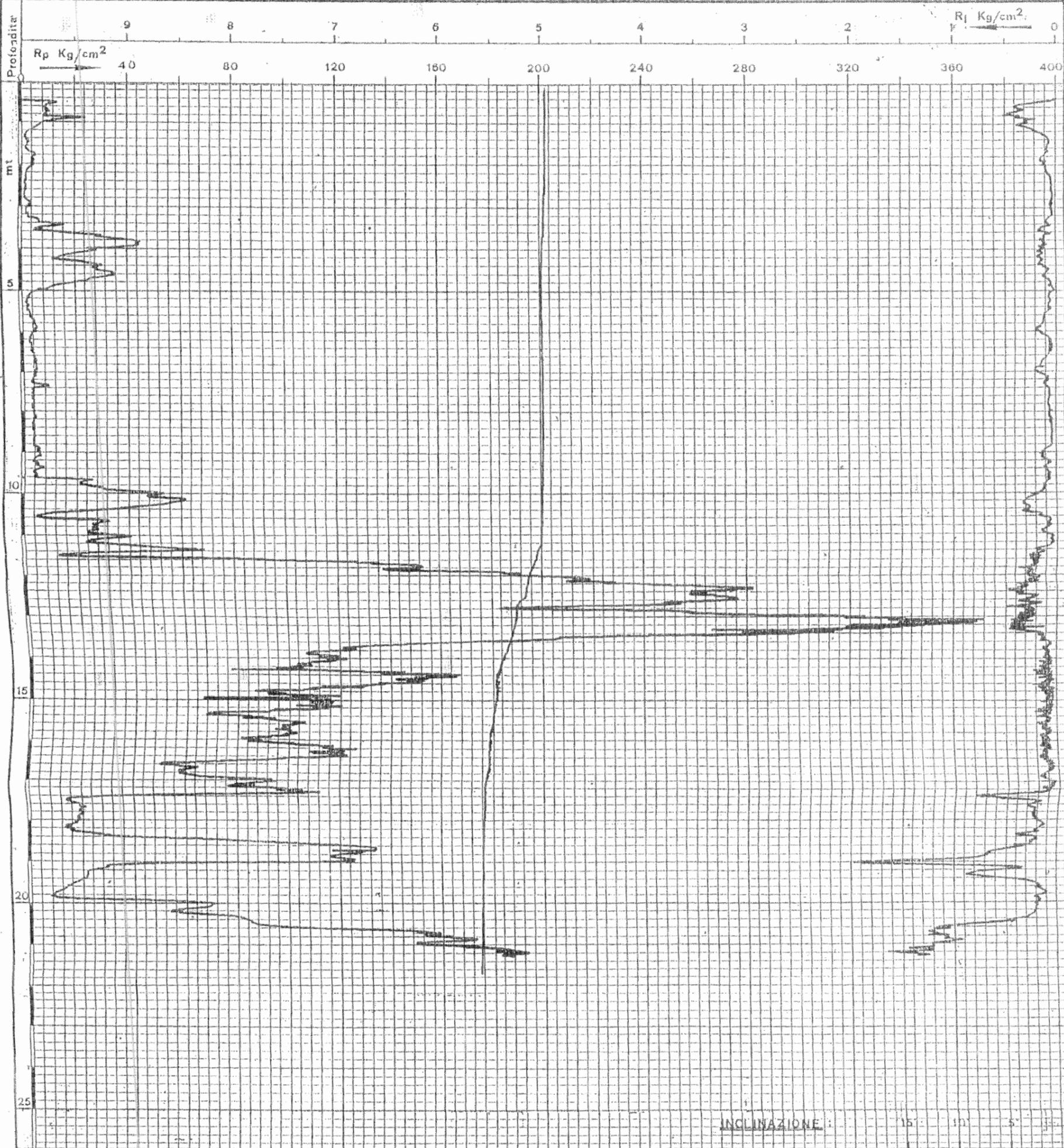


Rp = Resistenza alla punta
Rl = Attrito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
TIPO S-E CON INCLINOMETRO INSERITO. NOTA: DIAGRAMMA:
AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	10		17/11/'93		

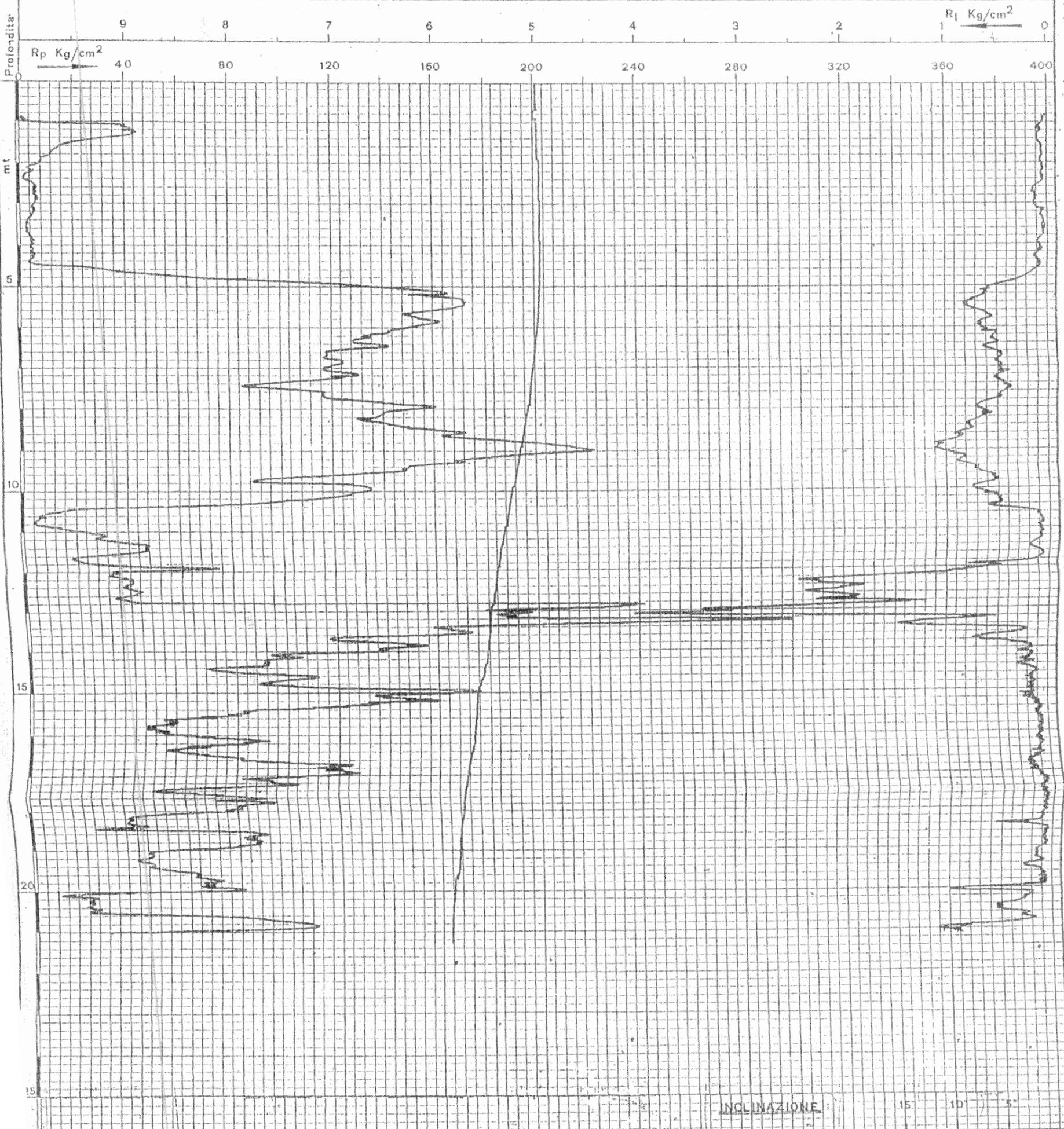


Rp = Resistenza alla punta
Rl = Attrito laterale locale

PROVA PENETROMETRICA STATICA

ESEGUITA CON PENETROMETRO DA 20 TONS E PUNTA ELETTRICA
 TIPO S-E CON INCLINOMETRO 'INSERITO'. NOTA: DIAGRAMMA
 AUTOMATICO RIPRODOTTO IN FOTOCOPIA DALL'ORIGINALE

COMMITTENTE	LOCALITA'	PROVA N°	QUOTA	DATA	Osservazioni:	Firma Operatore
	RIO MARTINO	11		17/11/'93		



R_p = Resistenza alla punta
 R_l = Attrito laterale locale

ALLEGATO 2: Relazione geologica e geognostica propedeutica al progetto di messa in sicurezza della foce del torrente rio martino

PROVINCIA DI LATINA

INDAGINE GEOGNOSTICA PROPEDEUTICA AL PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA FOCE DEL TORRENTE RIO MARTINO - (LT)



RELAZIONE GEOLOGICA

INDICE

1	PREMESSA	2
2	UBICAZIONE DELL'AREA.....	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	4
	3.1) STRATIGRAFIA LOCALE.....	4
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	6
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	7
6	MODALITA' D'INDAGINE.....	9
	6.1) SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	10
	6.2) PROSPEZIONE GEOFISICA TIPO CROSS-HOLE	15
	6.3) PROVE DI LABORATORIO.....	17
7	ANALISI LITOSTRATIGRAFICA LOCALE E CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI INVESTIGATI.....	18
	Unità litostratigrafica "A" - Terreno di Riporto	18
	Unità litostratigrafica "B" - Sabbie debolmente limose	18
	Unità litostratigrafica "C" – Argille con limo.....	21
	Unità litostratigrafica "D" – Sabbia limosa.....	24
	Unità litostratigrafica "E" – Sabbie ghiaiose.....	26
8	SISMICITÀ DELL'AREA D'INTERVENTO	28
	8.1) CLASSIFICAZIONE SISMICA IN TERMINI DI Vs30.....	31
9	CONCLUSIONI	34
	BIBLIOGRAFIA.....	36

ALLEGATI:

- *certificati delle prove in sito;*
- *certificati delle prove geotecniche di laboratorio;*
- *documentazione fotografica;*
- *indagine geofisica.*

1 PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dalla Regione Lazio, nell'ambito del progetto di messa in sicurezza della Foce di Rio Martino nel tratto sito tra i laghi di Fogliano e dei Monaci in provincia di Latina, è stata redatta la presente relazione geologica. La finalità di questo studio consiste nell'inquadrare da un punto di vista geotecnico, litostratigrafico, idrogeologico, geomorfologico e strutturale dei terreni presenti nel sottosuolo dell'area in oggetto in cui si prevede la realizzazione di un banchinamento per un nuovo molo della Foce del Canale di Rio Martino.

Il presente studio viene redatto in virtù dei risultati emersi durante la campagna geognostica eseguita nei mesi di Novembre e Dicembre 2011 e dalla folta bibliografia esistente per l'area di studio coadiuvata da attente osservazioni fatte direttamente sul posto. E' stato così possibile definire il modello geologico e le singole unità litologiche che costituiscono il sottosuolo dell'area in cui è inserita l'opera.

Il presente lavoro tiene conto dei dettami del D.M. 14 Gennaio 08 "Norme Tecniche sulle Costruzioni" e della Circolare Ministeriale del 02 Febbraio 2009.

Le indagini fanno riferimento in maniera scrupolosa a quanto prescritto nelle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini" A.G.I. 1977 e nelle "Raccomandazioni sulle prove di laboratorio" A.G.I. 1994.

2 UBICAZIONE DELL'AREA

L'area oggetto del presente studio ricade all'interno del Comune di Latina, nei pressi della foce del canale Rio Martino, che scorre in questo tratto in adiacenza alla Strada Provinciale SP39.

Per l'ubicazione dell'area di intervento e l'inquadramento geografico e geologico si è fatto riferimento alle seguenti cartografie tecniche di riferimento a scala nazionale:

- Foglio n. 413, Sez. I in scala 1:25.000, (Borgo Grappa) della Carta Topografica d'Italia dell'IGM;
- Foglio N. 158 (Latina) della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

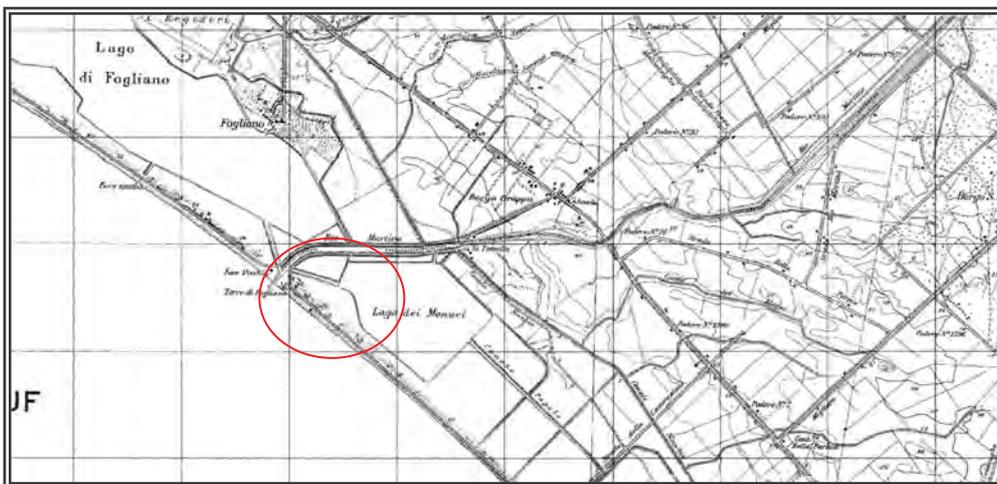


Fig. 1 : Stralcio topografico del foglio IGM 413 sez. I scala 1: 25.000. In rosso viene evidenziata l'area di studio.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La Pianura Pontina costituisce la porzione meridionale di un estesa area subsidente, al margine del Mar Tirreno, che si instaurò fra i primi contrafforti della catena appenninica e la costa a partire per lo meno dal Pliocene.

A partire da questo periodo e probabilmente sino a tutto il Pleistocene, il margine tirrenico della catena appenninica, che affianca nell'area attualmente occupata dalla Pianura Pontina, è stato dislocato da sistemi di faglie dirette ad andamento prevalentemente NW-SE e subordinatamente SE-NW, che hanno determinato la formazione di un profondo graben, colmato da sedimenti marini, fluvio-palustri e subordinatamente piroclastici.

In particolare, sondaggi profondi effettuati nel settore compreso tra la Via Appia e i rilievi carbonatici (Manfredini, 1990) evidenziano, a partire dall'alto: una formazione superiore di ambiente palustre o lacustre, per uno spessore massimo di circa 100 m, costituita da alternanze di argille torbose, sabbie, travertini e rari orizzonti conglomeratici; una formazione inferiore costituita prevalentemente da sabbie limose di ambiente marino, ricche di macrofossili, per uno spessore massimo di 200 m e attribuibili genericamente al Pleistocene.

Al di sotto di questi terreni sono presenti i termini ribassati delle successioni giurassico-cretaciche di altofondo carbonatico che costituiscono le dorsali dei Monti Lepini ed Ausoni.

Spostandosi verso il mare, nel settore indicativamente individuabile a SW della Via Appia, al di sotto dei depositi di duna antica che giungono fino al mare, i sondaggi profondi (Sondaggi Sabaudia, Pontinia e S. Donato, riportati in Conforto et. Alii, 1962 e in Camponeschi e Nolasco, 1983) e le indagini geofisiche effettuate dai diversi autori, non individuano, sino ad oltre 1000 m di profondità i termini calcarei giurassico-cretacici.

3.1) STRATIGRAFIA LOCALE

In virtù di quanto sopra detto i terreni presenti nell'area oggetto d'indagine appartengono al complesso dei depositi delle dune mobili attuali. Al di sotto di un ridotto spessore di terreni di riporto sono presenti, infatti, dei depositi sabbioso limosi di colore giallo ocre, da debolmente ghiaiosi al tetto con spessori massimi di circa 2 o 3 m, che passano inferiormente a delle sabbie debolmente limose di colore grigio da debolmente ghiaiose a ghiaiose.

PROVINCIA DI LATINA

Indagine geognostica propedeutica ai lavori di messa in sicurezza della Foce del Torrente Rio Martino - Latina
RELAZIONE GEOLOGICA

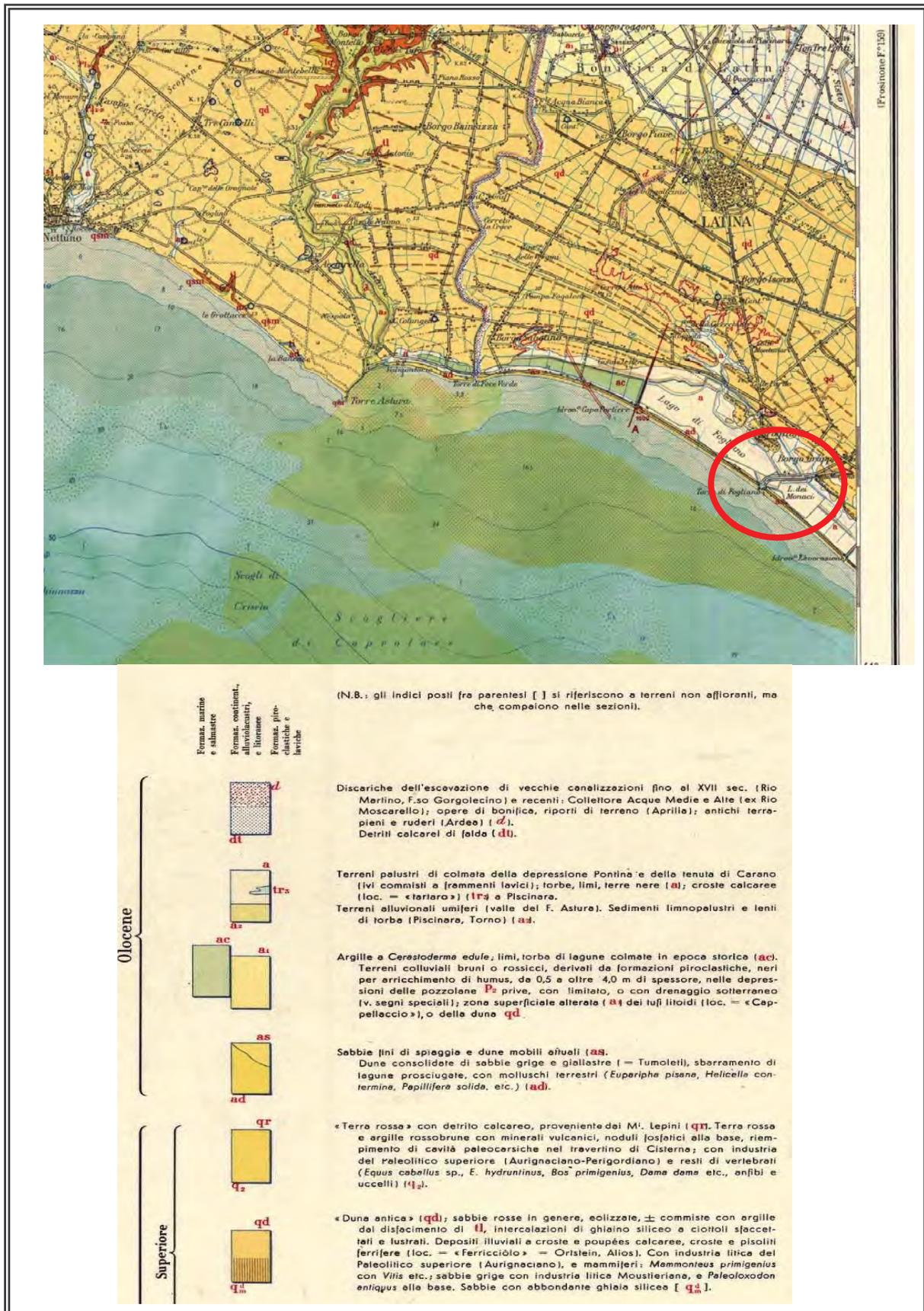


Fig. 2 : Stralcio della Foglio N. 158 (Latina) della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000). Il cerchio rosso evidenzia l'area di studio.

4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Nello specifico l'area d'intervento è caratterizzata da una morfologia pianeggiante, molto antropizzata.

Anche la situazione batimetrica locale è stata molto modificata ad opera dalle attività sia passate che recenti operate all'interno dell'area portuale (dragaggi-costruzione di corpi diga etc.).

La morfologia presente all'interno del lotto è caratterizzata da quote comprese nell'intorno dei 2.00 m. (s.l.m.).

Secondo quanto riportato nel piano stralcio di assetto geomorfologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, l'area di studio non comprende zone a pericolosità geomorfologica.

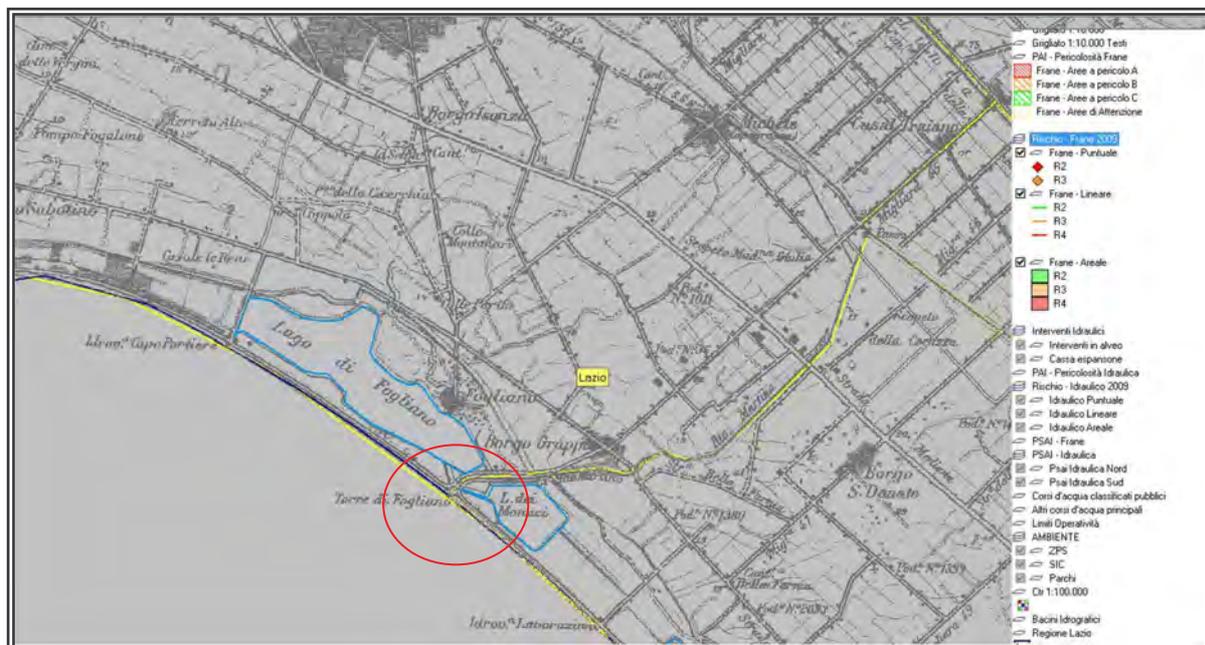


Fig. 3 : Stralcio della Carta Interattiva dell' Assetto Geomorfologico – Autorità di Bacino del Fiume Tevere. In rosso viene evidenziata l'area sede d'indagine.

5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La Pianura Pontina è delimitata ad Est dai rilievi carbonatici dei Monti Lepini e la parte più settentrionale dei Monti Ausoni, a Nord dai rilievi vulcanici albanici ad Ovest e a Sud dal Mar Tirreno.

La parte emersa della struttura lepina è interessata da un vistoso processo carsico ed ospita una falda imponente, la porzione ribassata sotto la Piana Pontina invece, è coperta da sedimenti plio-quadernari e contiene una ricca falda imprigionata, alimentata lateralmente dal sistema acquifero della dorsale lepina e dei colli albanici. Il reticolo di faglie dirette che ha dato origine alla fossa tettonica pontina nel Pliocene (5-2 M.A.) è sede di circolazione preferenziale di acque calde, mineralizzate e molto gassate.

Il substrato della Pianura Pontina, costituito da rocce calcaree mesozoiche, ricoperte da un potente pacco di depositi terrigeni (argille, sabbie, torbe), fungono da ottimi serbatoi dell'acqua infiltratasi nei rilievi circostanti e sono certamente sede di circolazione idrotermale.

Queste condizioni delineano due situazioni idrogeologiche molto differenti:

- La prima si evidenzia nella presenza di un acquifero (serbatoio d'acqua naturale) carsico esteso sia nella parte emersa che nella parte ribassata della struttura lepina.
- La seconda nella presenza di un circuito idrotermale che si sviluppa di preferenza attraverso il reticolo di faglie.

La Pianura Pontina ospita una cospicua falda in pressione presente nel substrato carbonatico lepino ribassato verso il Tirreno e coperto dai sedimenti plio-quadernari.

Tale acquifero, idraulicamente connesso con le adiacenti strutture dei Monti Lepini ed Ausoni, alimenta le falde contenute nei terreni di copertura che frequentemente sono di tipo artesiano. Pertanto, malgrado i terreni affioranti, dotati di bassa permeabilità, garantiscano bassi valori di infiltrazione efficace (nell'ordine di qualche l/s/km²) le captazioni presenti nell'area presentano elevate produttività.

Tuttavia, negli ultimi anni, l'aumento delle captazioni e la presenza ancora molto diffusa di pozzi artesiani con bocca pozzo libera e quindi deflusso continuo delle acque di falda ha provocato significativi abbattimenti della superficie piezometrica, con conseguenze non ancora quantificate sia sulla consolidazione e quindi la subsidenza indotta dei terreni, sia sul regime delle portate emergenti dalle dorsali carbonatiche.

Secondo gli autori, l'abbattimento della superficie piezometrica nel settore pedemontano e l'aumento delle velocità del flusso delle acque sotterranee, indotto dagli emungimenti, è anche una delle principali cause innescanti dei fenomeni di crollo e sprofondamento (sinkhole) che caratterizzano alcuni settori della Pianura Pontina.

Considerazioni importanti devono essere fatte sulla qualità delle acque, infatti quasi tutte le sorgenti basali al margine della Piana Pontina presentano acque fortemente mineralizzate, non utilizzabili come acque potabili, a causa di consistenti apporti idrotermali che contaminano le acque del circuito carsico (C. Boni et alii, 1980).

Differente appare l'assetto del settore costiero della pianura dove i depositi prevalentemente sabbiosi della duna antica ospitano una falda di acqua dolce, alimentata prevalentemente dagli apporti zenitali.

Nei vari settori della Pianura Pontina restano in genere ancora poco conosciuti i rapporti tra le diverse circolazioni idriche.

Secondo quanto riportato nel piano stralcio di assetto idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere, l'area di studio è compresa all'interno di una zona a pericolosità idraulica di tipo B1 che comprende zone con rischio di esondazione con tempi di ritorno inferiori ai 200 anni.

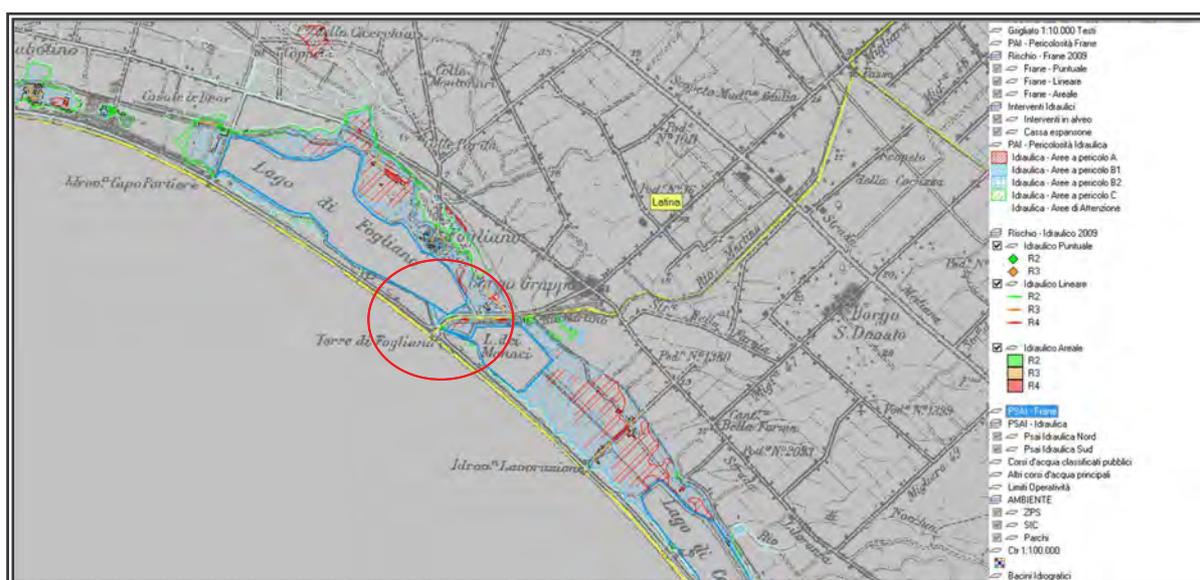


Fig. 4 : Stralcio della Carta Interattiva dell'Assetto Idrogeologico – Autorità di Bacino del Fiume Tevere . In rosso viene evidenziata l'are sede d'indagine.

6 MODALITA' D'INDAGINE

La campagna geognostica è stata finalizzata all'individuazione dell'andamento stratigrafico e alla caratterizzazione geotecnica dei terreni incontrati.

Il progetto delle indagini geognostiche è stato stabilito dalla Committenza ed è consistito nella esecuzione di sondaggi geognostici e indagini sismiche in foro tipo Cross Hole.

Le principali attrezzature utilizzate in cantiere per l'esecuzione delle indagini geognostiche sono descritte di seguito:

- sonda a rotazione EGT VD700 a completo funzionamento idraulico, corredata di tutti gli strumenti e gli accessori necessari per l'esecuzione dei sondaggi e per il prelievo di campioni di terreno secondo quanto stabilito dalle più recenti norme tecniche di appalto;
- camion (IVECO 35C10) di appoggio alla sonda;
- Sismografo digitale PASI mod.16S-U a 24 canali.
- Martello da foro generatore di onde P e Sh.
- Strumenti per rilievi geotecnici come pocket penetrometer, freatimetro, scissometro tascabile, acido cloridrico ecc.

L'assistenza tecnica e professionale è stata assicurata dalla presenza di un geologo abilitato che ha curato l'esecuzione delle attività geognostiche per tutta la durata della campagna geognostica.



Fig. 5: Sonda EGT VD 700 (foto sinistra)- Esecuzione Cross Hole (foto destra)

6.1) SONDAGGI GEOGNOSTICI

Sono stati eseguiti n. 2 sondaggi geotecnici verticali a rotazione e a carotaggio continuo. L'ubicazione dei punti è stata scelta dalla Committenza come riportato in planimetria. La seguente tabella riassume le profondità raggiunte nei rispettivi sondaggi.

Tabella 1: Profondità investigata

Sondaggio	Profondità investigata (ml da p.c.)
S1	35.00
S2	30.00

Grazie all'accuratezza delle operazioni di perforazione ed all'attrezzatura d'avanguardia usata, la percentuale di recupero dei terreni perforati è stata mantenuta praticamente sempre al di sopra del 90%. Locali abbassamenti della percentuale di carotaggio sono attribuibili a situazioni particolari e di difficile gestione.

6.1.1.) Utensili di perforazione

I principali utensili di perforazione utilizzati, durante la campagna di indagine, sono stati:

- carotieri semplici diametro 101 mm, di lunghezza pari a 150 mm con corone in widia;
- carotieri semplici diametro 101 mm, di lunghezza pari a 300 mm con corone in widia;
- tubi di rivestimento di diametro pari a 127 mm di lunghezza pari a 150mm;
- triconi per pulizia foro;
- campionatori a pareti sottili;
- fustelle in acciaio inox.
- valvole di tenuta

6.1.2) Cassette catalogatrici

Le carote di terreno estratte nel corso della perforazione sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in plastica di dimensioni 0,50x1,00 m provviste di coperchi e di appositi scomparti divisorii.

Sono state utilizzate in totale n. 11 cassette in plastica, capaci di ospitare fino a 5 metri di carote estratte.

Le stesse, a fine lavori e su disposizioni della Committenza, sono state sistemate in adiacenza ai punti d'indagine.



Fig. 6: Esempio di cassetta catalogatrice con all'interno il materiale carotato

6.1.3 Standard Penetration Test (S.P.T)

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate prove penetrometriche standard SPT (STANDARD PENETRATION TEST).

L'esecuzione di queste prove comporta l'utilizzo di attrezzature conformi a quanto indicato nelle normative ASTM 1586/84 e A.G.I. (1977).

Le caratteristiche di queste attrezzature sono riportate di seguito:

- Campionatore apribile longitudinalmente (Raymond) di diametro esterno pari a 50,8 mm e diametro interno pari a 35 mm. Lunghezza utile di 630 mm, munito di valvola a sfera in testa.
- Massa battente di peso 63,5 Kg che cade da 76 cm di altezza.
- Aste collegate al campionatore aventi peso per metro lineare $6,5 \text{ Kg} \pm 0,5 \text{ Kg/ml}$.



Fig 7: prova penetrometrica SPT(foto sinistra); Campionatore Raimond (foto destra)

Le prove penetrometriche S.P.T. sono state eseguite nel corso della perforazione, previo rigoroso controllo della profondità e dello stato del foro.

La prova prevede l'annotazione del numero di colpi necessario a far penetrare nel terreno il campionatore Raymond per tre successivi tratti di 15 cm.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati degli ultimi due tratti di penetrazione, indicati come N30; per maggiori dettagli si rimanda ai certificati delle singole colonne stratigrafiche dei sondaggi.

Tabella 2: Elenco delle prove SPT effettuate in ogni sondaggio, (quota di esecuzione e dei valori di N30 registrati)

Sondaggio	Quota di esecuzione (ml da p.c.)	Tipo di punta	N30
S1	3.00-3.45	Aperta	6
S1	6.00-6.45	Aperta	11
S1	9.00-9.45	Aperta	15
S1	12.00-12.45	Aperta	20
S1	15.00-15.45	Aperta	32
S1	25.50-25.55	Aperta	77
S1	28.50-28.95	Aperta	55
S1	31.50-31.95	Aperta	67
S2	1.50-1.95	Aperta	12
S2	4.50-4.95	Aperta	9
S2	7.50-7.95	Aperta	18
S2	10.50-10.95	Aperta	19
S2	18.50-18.95	Aperta	16
S2	21.00-21.45	Aperta	18
S2	24.00-24.45	Aperta	23
S2	27.00-27.45	Aperta	59

Dalle correlazioni presenti in letteratura con i valori di N30 della prova S.P.T., è stato possibile determinare il grado di addensamento dei terreni indagati.

6.1.4) Prelievo di campioni di terreno per analisi geotecniche

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati n°2 campioni indisturbati da sottoporre a prove geotecniche di laboratorio.



Fig 8: Particolari del prelievo e della preparazione di un campione indisturbato tipo Osterberg.

Il prelievo è stato effettuato mediante il campionatore di tipo Osterberg con fustelle in acciaio inox. Sono stati inoltre prelevati campioni rimaneggiati direttamente dalle cassette catalogatrici e/o successivamente alle fasi di estrusione dal carotiere.

La fustella inox è stata sigillata con paraffina liquida e chiusa con tappi e nastro adesivo, riempiendo l'eventuale intercapedine tra sigillo di paraffina e tappo con sabbia per evitare il danneggiamento durante il trasporto. La fustella è stata contraddistinta secondo opportune procedure e conservata in apposite cassette lontano dall'esposizione dei raggi solari o da luoghi soggetti a forte escursione termica.

La profondità di prelievo del campione è stata scelta direttamente in cantiere, in fase di perforazione, in base alle variazioni litologiche riscontrate e alle problematiche di progetto. La tabella successiva indica quanto in merito.

Tabella 3: Elenco dei campioni prelevati in ogni sondaggio

Sondaggio	Quota di prelievo (ml da P.C.)	Tipo campione	Campionatore
S1	1.50-1.80	Rimaneggiato	-
S1	7.60-8.00	Rimaneggiato	-
S1	16.50-17.00	Indisturbato	Osterberg
S2	12.20-12.50	Rimaneggiato	-
S2	13.50-14.00	Indisturbato	Osterberg
S2	16.00-16.30	Rimaneggiato	-
S2	18.00-18.50	Indisturbato	Osterberg

6.1.5) Prove di permeabilità di tipo Lefranc

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state effettuate prove di permeabilità Lefranc in foro a carico variabile. Le prove sono state effettuate registrando gli abbassamenti nel tempo a partire dalla testa dei tubi di rivestimento; l'esecuzione ha comportato l'utilizzo delle seguenti attrezzature necessarie per la misura degli abbassamenti registrati:

- Cronometro con precisione al millesimo di secondo;
- Freatimetro per la misura del livello dell'acqua in foro



Fig 9: Particolare dell'esecuzione delle prove di permeabilità

La seguente tabella riassume le quantità e le profondità di esecuzione delle prove.

Tabella 4: elenco delle prove Lefranc eseguite in ogni sondaggio

PROVE LEFRANC				
Sondaggio	Tipo di prova	quota di esecuzione	Durata della fase di saturazione (min.)	Durata della prova
S1	VAR.	14.00-15.00	-	60'
S2	COST.	6.50-7.50	-	3'

6.1.6) Installazione di strumentazione per l'esecuzione di geofisica in foro

I sondaggi geognostici, S1 e S2 , sono stati attrezzati con tubazione cieca in PVC da 3" per l'esecuzione di sismica in foro tipo cross-hole.

Le modalità di installazione è avvenuta in conformità a quanto disposto dalle principali specifiche tecniche. Per i dettagli tecnici si rimanda alla sezione dedicata presente in allegato alla presente relazione.

Nella sottostante tabella sono schematicamente riassunte le quantità di strumentazione installata:

Tabella 5: Elenco della strumentazione installata per foro di sondaggio

Sondaggio	Profondità di installazione	Strumentazione installata
S1	30.00	Tubo C.H. - 3"
S2	30.00	Tubo C.H. - 3"

Tutta la strumentazione installata è stata protetta da adeguato chiusino carrabile ghisa cementato al suolo.

6.2) PROSPEZIONE GEOFISICA TIPO CROSS-HOLE

Per le indagini sismiche è stata utilizzata un'attrezzatura costituita da:

- Sismografo digitale PASI mod.16S-U a 24 canali dotato di:
 - possibilità di visualizzazione istantanea delle tracce su PC collegato esternamente.
 - possibilità di registrazione ad incremento di segnale (stacking);
 - funzione di monitoraggio dei disturbi;
 - funzione di pretrigger;
 - funzione di monitoraggio del trigger;
 - dispositivi di filtraggio selettivo;
 - ritardo di acquisizione preselezionabile;
 - zoom delle tracce video;
 - interfaccia seriale per lo scaricamento dei dati.
- Geofono da pozzo tridimensionale, marca PASI.
- Sistema di energizzazione costituito martello da foro per la generazione di onde Sh e delle onde P.



Fig. 10: Indagine geofisica - TIPO CROSS HOLE - Particolari dell'attrezzatura utilizzata.

6.2.1) Modalità di acquisizione e principi generali

La prospezione è stata fatta sfruttando la coppia di fori di sondaggi S1 e S2 attrezzati con tubo in PVC da 3" installato secondo quanto visto nei capitoli precedenti.

Con l'elaborazione dei dati di misura sono state ottenute le distanze tra i fori, dal piano campagna al fondo foro, e i tempi di arrivo delle onde P e S. Quindi, sono stati calcolati i seguenti parametri:

- velocità delle onde elastiche longitudinali (V_p);
- velocità delle onde elastiche trasversali (V_s);
- coefficiente di Poisson;
- modulo elastico di Young;
- modulo elastico di taglio;
- V_{S30} e classificazione del sottosuolo secondo DM 14-01-2008.

Le prospezioni sismiche cross-hole consistono in misure di velocità orizzontale delle onde elastiche longitudinali che si propagano nei terreni. Nella pratica ciò è reso possibile utilizzando due o più fori di sondaggio, posti a breve distanza affinché la propagazione delle onde avvenga in terreni simili.

Da uno dei fori si creano sollecitazioni meccaniche dalle quali si generano delle onde elastiche il cui tempo di arrivo è registrato da geofoni tridimensionali posti negli altri fori alla stessa quota dell'energizzatore.

I sismogrammi, registrati a partire da un tempo T_0 fornito dal circuito starter, permettono la rilevazione dei tempi di arrivo delle onde P ed S con i quali, attraverso semplici calcoli si determinano le velocità con cui le onde P e S si propagano nei terreni; attraverso opportune formule si ottengono poi i parametri elastici in regime dinamico, (Young-Taglio-Bulk) e del coefficiente di Poisson.

In genere la velocità di propagazione delle onde sismiche aumenta con la profondità nell'ambito dello stesso litotipo e può variare per eterogeneità litologiche e/o tessiturali.

Tra i fattori che influenzano la velocità di propagazione delle onde longitudinali e trasversali, e quindi i parametri elastici, vanno ricordati: la fratturazione, la presenza di fluidi, la porosità, la facies mineralogica e petrografica, il carico litostatico e l'età geologica.

L'obiettivo delle indagini geofisiche in foro è quello di ottenere dalla determinazione delle velocità delle onde longitudinali (P) e trasversali (S) i parametri elasto-meccanici, coefficiente di Poisson (ν), Modulo di Young (**E**), modulo di Taglio (**G**) attraverso l'ausilio di formule matematiche.

$$\nu = 0,5 \cdot [(V_p/V_s)^2 - 2] / [(V_p/V_s)^2 - 1] \quad (7)$$

$$E = \rho \cdot V_p^2 \cdot [(1 + \nu) \cdot (1 - 2\nu)] / (1 - \nu) = 2 \cdot \rho \cdot V_s^2 \cdot (1 + \nu) \quad (8)$$

$$G = \rho V_s^2 \quad (9)$$

Nota la velocità delle onde S è possibile calcolare il parametro VS30 sulla base della formula indicata nella nuova normativa.

6.3) PROVE DI LABORATORIO

I campioni di terreno prelevati sono stati sottoposti a prove geotecniche di laboratorio secondo un programma definito dalla Committenza. Sui campioni scelti per le analisi sono stati condotti prove di taglio diretto e riconoscimenti fisici.

7 ANALISI LITOSTRATIGRAFICA LOCALE E CARATTERISTICHE TECNICHE DEI TERRENI INVESTIGATI

Nelle fasi preliminari alla stesura del progetto delle indagini, si è attinto alla folta bibliografia esistente.

La caratterizzazione e l'inquadramento litostratigrafico dei terreni presenti nel sottosuolo, è stata effettuata sia grazie all'analisi delle carote di terreno direttamente in cantiere che alle prove in foro e alle analisi di laboratorio.

In entrambi i sondaggi eseguiti in questa campagna, i vari livelli mostrano caratteristiche litologiche molto simili, tali da permetterne ogni volta un facile e sicuro riconoscimento. Nelle colonne stratigrafiche sono descritti tutti i livelli e gli orizzonti riscontrati. Nella sezione geologica i vari livelli di terreno sono stati accorpati in Unità litostratigrafiche principali.

Unità litostratigrafica "A" - Terreno di Riporto

Questa unità è costituita da sabbie debolmente limose rimaneggiate dall'attività antropica. Tali terreni presentano un colore grigio giallastro e abbondanti frammenti di laterizi.

Al tetto comprende un livello di terreno vegetale di circa 40 cm a granulometria sabbioso limosa. La tabella seguente mostra, per ogni sondaggio, la quota del tetto e del letto rispetto al piano campagna. Dal punto di vista stratimetrico la giacitura dello strato è pressoché orizzontale.

Tabella 6: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafia A

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità da P.C)	
		S1	S2
A	tetto	0.00	0.00
	letto	1.50	1.70
	Spessore	1.50	1.70

Unità litostratigrafica "B" - Sabbie debolmente limose

Questa unità raccoglie delle sabbie debolmente limose, di colore grigio, in testa di colore giallo ocra.

L'unità è stata riconosciuta in tutti i sondaggi e presenta rari frammenti di gusci di bivalvi e molluschi di natura carbonatica. Nel sondaggio S1 è stato individuato un resto ligneo non del tutto decomposto con uno spessore di circa 0,65 m.

Le tabelle seguenti mostrano, per ogni sondaggio, la quota del tetto e del letto rispetto al piano campagna.

Tabella 7: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafica B.

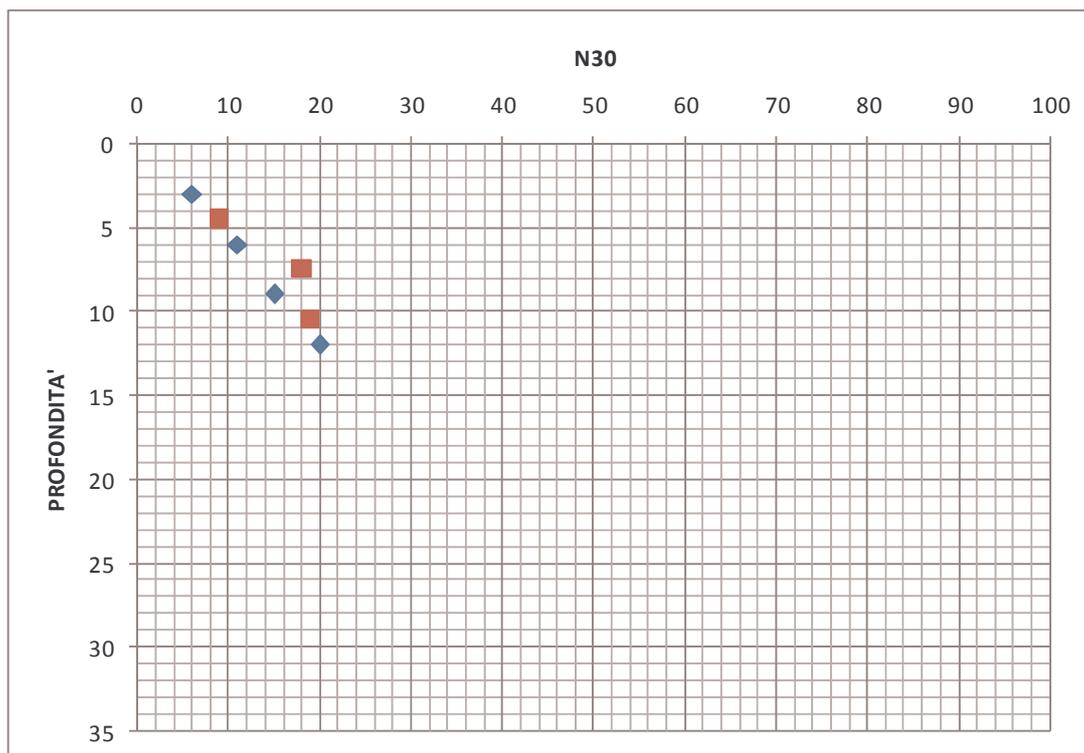
Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità da P.C)	
		S1	S2
B	tetto	1.50	1.70
	letto	13.00	12.25
	Spessore	11.50	10.55

Lo spessore medio è di circa 11 metri, la giacitura è sub-orizzontale. L'unità B è riconducibile per caratteristiche generali alla Formazione delle *sabbie fini di spiaggia e dune mobili attuali (vedi carta geologica)*.

La tabella seguente riporta i valori ottenuti dalle prove SPT eseguite in foro di sondaggio all'interno dell'unità.

Tabella 3: risultati delle prove SPT eseguite in foro all'interno dell'Unità B

Sond.	Quota di esecuzione m dal p.c.	Sottounità	N30	Grado di addensamento (AGI 1977)
S1	3.00-3.45	B	6	Poco addensata
S1	6.00-6.45	B	11	Moderatamente addensata
S1	9.00-9.45	B	15	Moderatamente addensata
S1	12.00-12.45	B	20	Moderatamente addensata
S2	4.50-4.95	B	9	Moderatamente addensata
S2	7.50-7.95	B	18	Moderatamente addensata
S2	10.50-10.95	B	19	Moderatamente addensata



Figura

11:

Distribuzione del valore di N30 alla prova SPT con la profondità all'interno dell'unità B.

Tenendo conto di quanto sopra l'unità può essere classificata in base alla tabella sul grado di addensamento dei terreni non coesivi (AGI 1977) come: *moderatamente addensata*.

La tabella seguente mostra il valore del coefficiente di permeabilità scaturito dalla prova Lefranc a carico costante:

Sondaggio	Quota esecuzione (ml da P.C.)	Tipo di prova	Permeabilità (m/sec)
S2	6.50-7.50	Carico costante	$1.0e^{-03}$

I campioni prelevati durante la campagna geognostica in questa unità sono stati quelli riportati nella tabella che segue.

Tabella 8: Elenco dei campioni prelevati in ogni sondaggio

Sondaggio	Quota di prelievo (ml da P.C.)	Tipo campione	Campionatore
S1	1.50-1.80	Rimaneggiato	-
S1	7.60-8.00	Rimaneggiato	-

Questi campioni non sono stati oggetto di prove di laboratorio.

Unità litostratigrafica “C” – Argille con limo

L'unità C è costituita da delle argille con limo sabbie debolmente limose, di colore grigio al cui interno si rinviene la presenza di frequenti frammenti di gusci di molluschi e bivalvi di natura carbonatica. Sono presenti locali frammenti lignei non del tutto decomposti all'interno della matrice. All'interno dell'unità è stato individuato un livello sabbioso di circa un metro di spessore.

La tabella seguente mostra, per ogni sondaggio, la quota del tetto e del letto rispetto al piano campagna.

Tabella 9: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafia C

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità da P.C)	
		S1	S2
C	tetto	13.00	12.25
	letto	16.60	17.00
	Spessore	3.60	4.75

Lo spessore medio è di circa 4.0 metri. L'unità è riconducibile per caratteristiche generali alla Formazione delle *sabbie fini di spiaggia e dune mobili attuali* (vedi *Carta Geologica*).

La tabella seguente riporta i valori ottenuti dalle prove SPT eseguite in foro di sondaggio all'interno dell'unità.

Tabella 10: Risultati delle prove al pocket penetrometer eseguite all'interno dell'Sottounità C.

	Pocket Penetrometer (KN/m ³)
min.	110
max.	450
med.	280

Tenendo conto di quanto sopra l'unità può essere classificata, in base alla tabella sullo stato di consistenza dei terreni coesivi, come: *molto consistente*.

La tabella seguente riporta i valori ottenuti dalle prove SPT eseguite in foro di sondaggio all'interno dell'unità.

Tabella 11: risultati delle prove SPT eseguite in foro all'interno dell'Unità C

Sond.	Quota di esecuzione m dal p.c.	N30	Grado di addensamento (AGI 1977)
S1	15.00-15.45	32	addensata

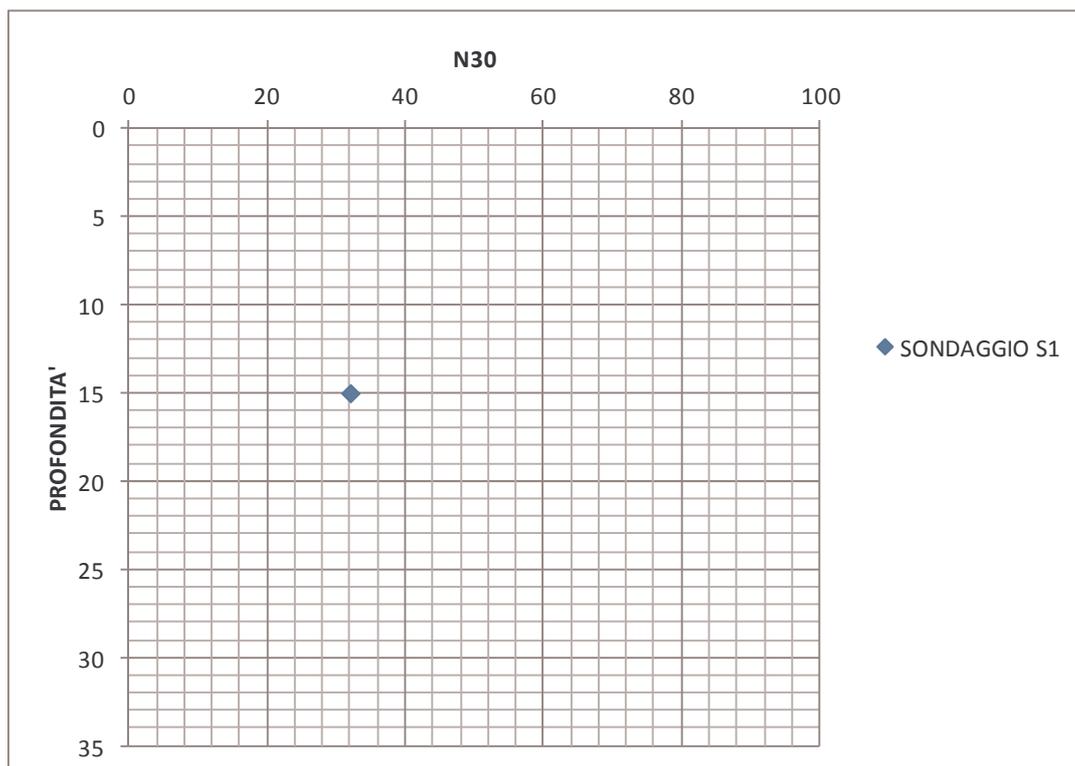


Figura 12: Distribuzione del valore di N30 alla prova SPT con la profondità all'interno dell'unità C.

Tenendo conto di quanto sopra l'unità può essere classificata in base alla tabella sul grado di addensamento dei terreni non coesivi (AGI 1977) come: *addensata*.

La tabella seguente mostra il valore del coefficiente di permeabilità scaturito dalla prova Lefranc a carico costante:

Sondaggio	Quota esecuzione (ml da P.C.)	Tipo di prova	Permeabilità (m/sec)
S1	14.50-15.00	Carico variabile	$1.3e^{-05}$

Tabella 12: Elenco dei campioni prelevati in ogni sondaggio

Sondaggio	Quota di prelievo (ml da P.C.)	Tipo campione	Campionatore
S2	12.20-12.50	Rimaneggiato	-
S2	13.50-14.00	Indisturbato	Osterberg
S2	18.00-18.50	Indisturbato	Osterberg
S2	16.00-16.30	Rimaneggiato	-
S1	16.50-17.00	Indisturbato	Osterberg

Nella tabella successiva vengono, invece, riportati i parametri geotecnici nominali ottenuti dalle prove di laboratorio, sui campioni prelevati all'interno dell'unità:

Tabella 13: prove di laboratorio - risultati sperimentali

Parametro geotecnico		Valore
Contenuto naturale d'acqua (%)	Wn	28.94-25.41-88.89-27.05
Peso di volume naturale (kN/m ³)	γ_n	19.35-19.94-14.47-18.57
Angolo di attrito efficace (°)	ϕ'	35-35-34-33
Coesione drenata (kN/m ²)	C'	0-20-0-0

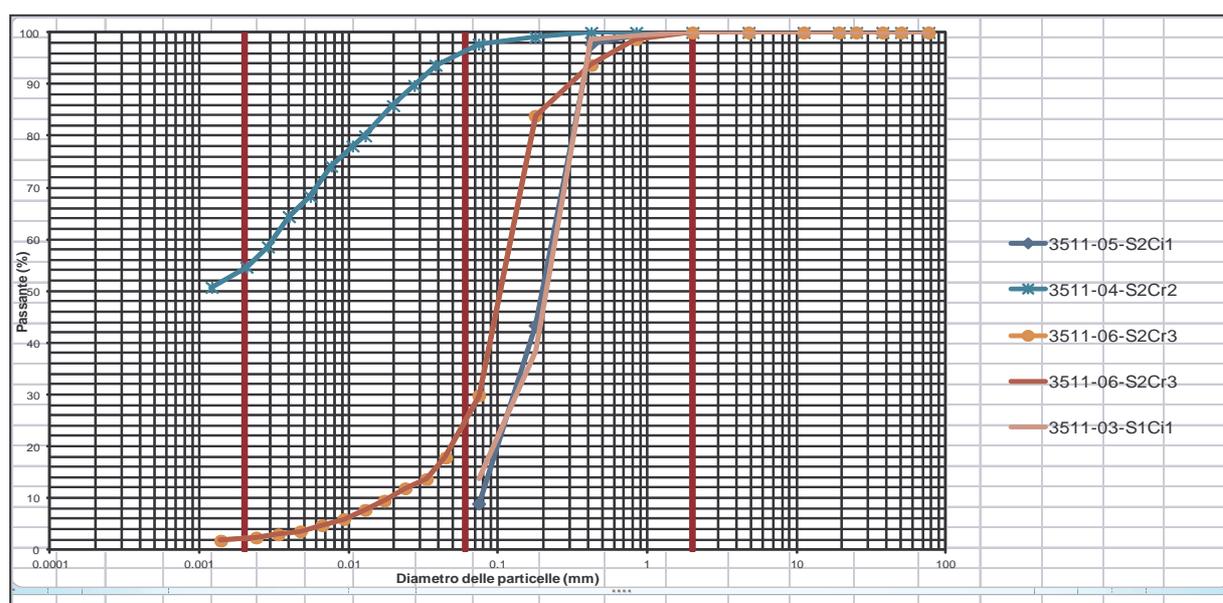


Figura 13: fusi granulometrici relativi ai campioni prelevati all'interno dell'Unità

Unità litostratigrafica “D” – Sabbia limosa

L'unità D è rappresentata da terreni a granulometria sabbioso limoso argilloso.

La colorazione varia dal grigio verde al cui interno si rinviene la presenza di frequenti frammenti di gusci di molluschi e bivalvi di natura carbonatica

L'unità è stata attraversata in entrambe le verticali di sondaggio e mostra uno spessore medio e di circa 5.0 metri.

Tabella 14: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafia D

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità da P.C)	
		S1	S2
D	tetto	16.60	17.00
	letto	27.00	26.30
	Spessore	10.40	9.30

La tabella seguente riporta i valori ottenuti dalle prove SPT eseguite in foro di sondaggio all'interno dell'unità.

Tabella 15: risultati delle prove SPT eseguite in foro all'interno dell'Unità D

Sond.	Quota di esecuzione m dal p.c.	N30	Grado di addensamento (AGI 1977)
S1	25.50-25.95	77	molto addensata
S2	21.00-21.45	16	moderatamente addensata
S2	24.00-24.45	23	moderatamente addensata

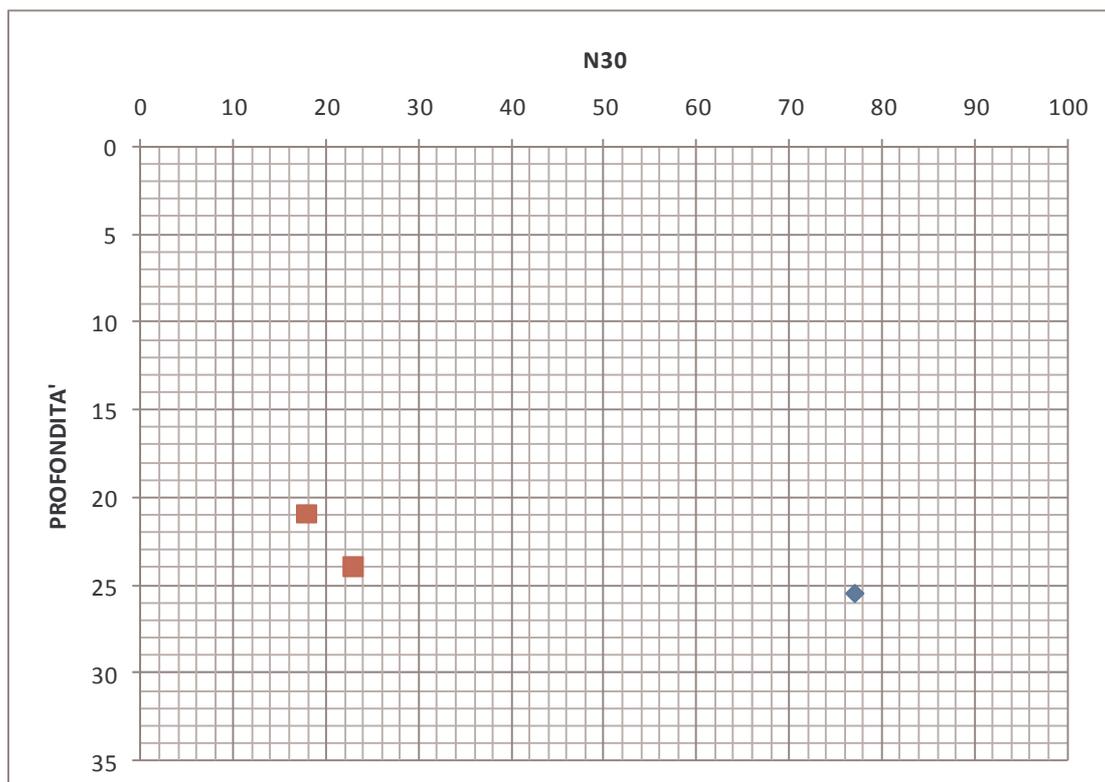


Figura 14: Distribuzione del valore di N30 alla prova SPT con la profondità all'interno dell'unità D.

Tenendo conto di quanto sopra l'unità può essere classificata in base alla tabella sul grado di addensamento dei terreni non coesivi (AGI 1977) come: *da moderatamente addensata a molto addensata*.

Tabella 16: Elenco dei campioni prelevati in questa unità

Sondaggio	Quota di prelievo (ml da P.C.)	Tipo campione	Campionatore
S2	18.00-18.50	Indisturbato	Osterberg

Nella tabella successiva vengono, invece, riportati i parametri geotecnici nominali ottenuti dalle prove eseguite in laboratorio, sui campioni prelevati all'interno dell'unità:

Tabella 17: prove di laboratorio - risultati sperimentali

Parametro geotecnico		Valore
Contenuto naturale d'acqua (%)	W _n	25.41
Peso di volume naturale (kN/m ³)	γ _n	15.50
Angolo di attrito efficace (°)	φ'	36
Coesione drenata (kN/m ²)	C'	0

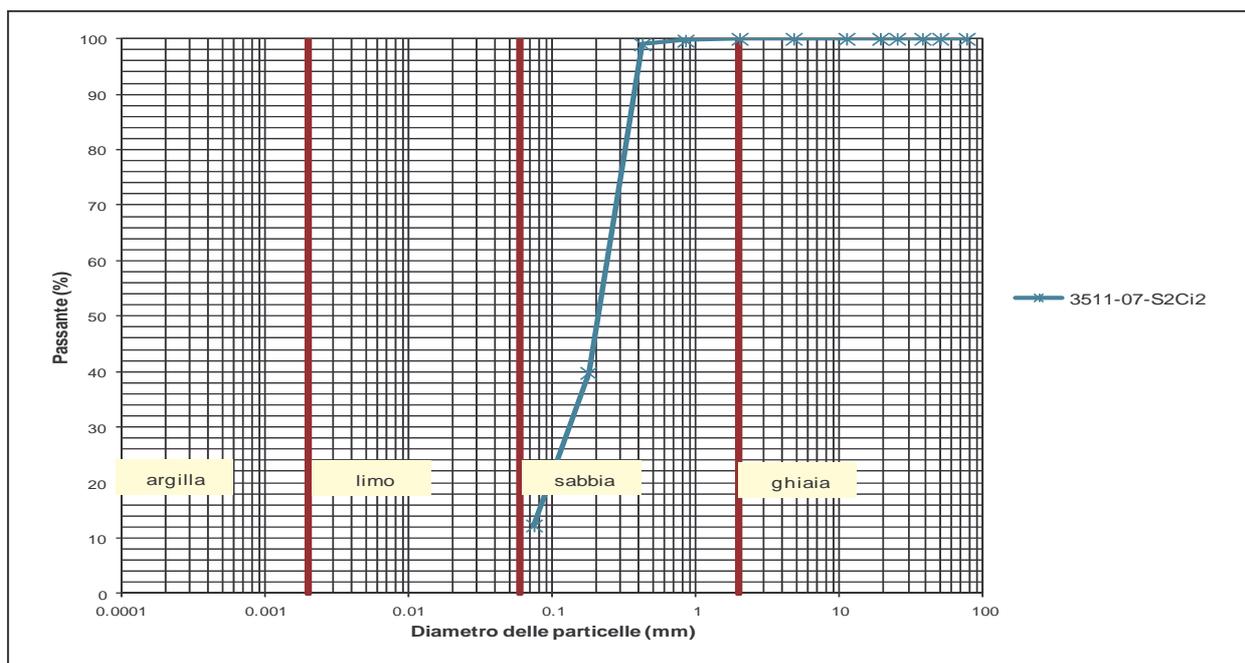


Figura 15: fusi granulometrici relativi ai campioni prelevati all'interno dell'Unità D.

Unità litostratigrafica “E” – Sabbie ghiaiose

L'unità E è costituita da sabbie ghiaiose debolmente limose, di colore grigio al cui interno si rinviene la presenza di frequenti frammenti di gusci di molluschi e bivalvi di natura carbonatica e di clasti di carbonatici arrotondati di diametro di 2 -3 cm.

All'interno dell'unità sono stati individuati frequenti livelli decimetrici ghiaiosi. La tabella seguente mostra, per ogni sondaggio, la quota del tetto e del letto rispetto al piano campagna.

Tabella 18: Quota del tetto-letto e relativo spessore dell'unità litostratigrafia E

Unità litostratigrafica		Sondaggi (profondità da P.C)	
		S1	S2
E	tetto	26.30	27.00
	letto		
	Spessore		

L'unità è riconducibile per caratteristiche generali all'unità delle *sabbie fini di spiaggia e dune mobili attuali*.

La tabella seguente riporta i valori ottenuti dalle prove SPT eseguite in foro di sondaggio all'interno dell'unità.

PROVINCIA DI LATINA

Indagine geognostica propedeutica ai lavori di messa in sicurezza della Foce del Torrente Rio Martino - Latina
RELAZIONE GEOLOGICA

Tabella 19: risultati delle prove SPT eseguite in foro all'interno dell'Unità E

Sond.	Quota di esecuzione m dal p.c.	N30	Grado di addensamento (AGI 1977)
S1	28.50-28.95	55	Molto addensata
S2	31.50-31.95	67	Molto addensata
S2	27.00-27.45	59	Molto addensata

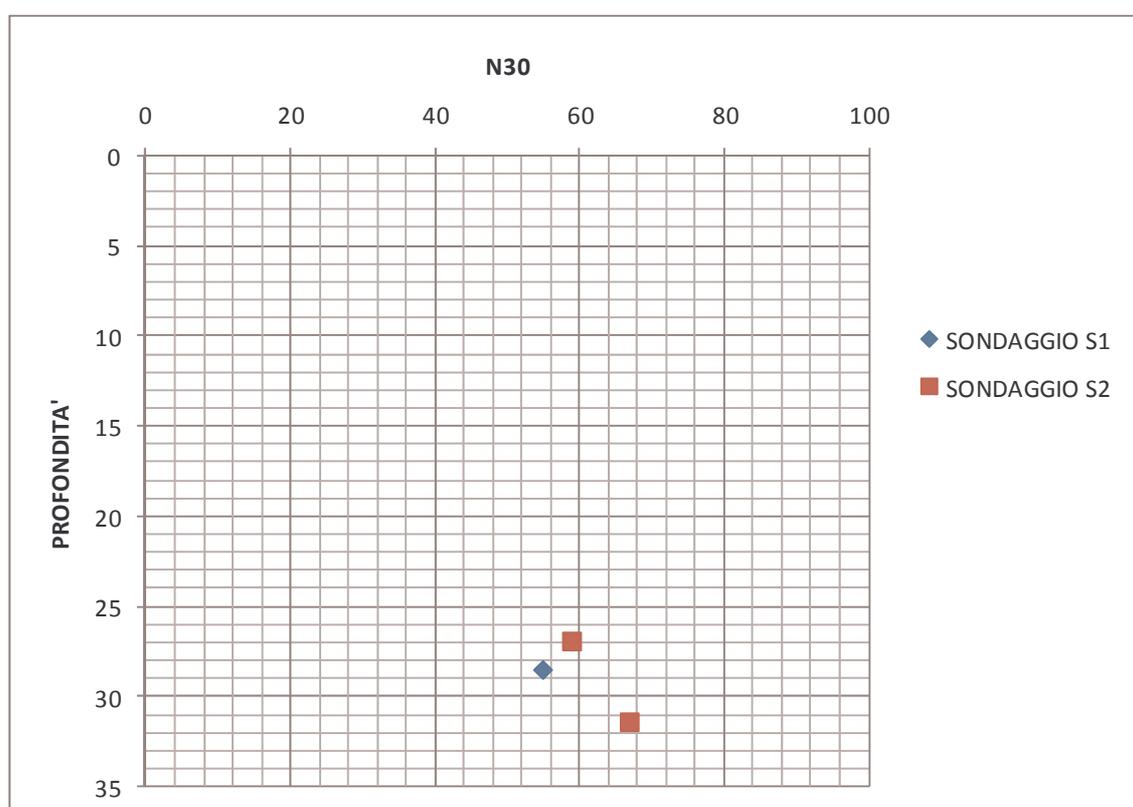


Figura 16: Distribuzione del valore di N30 alla prova SPT con la profondità all'interno dell'unità E.

Tenendo conto di quanto sopra l'unità può essere classificata in base alla tabella sul grado di addensamento dei terreni non coesivi (AGI 1977) come: *da molto addensata*.

8 SISMICITÀ DELL'AREA D'INTERVENTO

In base alla recente normativa antisismica (O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 - *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"* modificata dall'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3431 del 03/05/2005 *"Ulteriori modifiche ed integrazioni dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 ..."*; ordinanza PCM 3519 del 28/04/2006; D.M. 14/09/2005 *"norme tecniche per le costruzioni"* sostituito dal DM del 14/01/2008 *"nuove norme tecniche per le costruzioni"*), il territorio italiano è stato suddiviso in 4 zone sismiche principali con diversi livelli di accelerazione sismica di progetto. In particolare, nell'allegato relativo ai *"Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone"* si è proceduto alla riclassificazione sismica dei comuni italiani in funzione di fattori quali l'accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni e l'accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico. Sono state così definite quattro zone con fattori di rischio decrescente.

Tabella 20: O.P.C.M. 3519/06 - Valori di accelerazioni orizzontali d'ancoraggio

ZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico(a_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

Secondo l'ordinanza PCM 3519 del 28/04/2006, le zone 1, 2 e 3 possono essere ulteriormente divise in sottozone caratterizzate da valori di A_g intermedi rispetto a quelli riportati in tabella ed intervallati da valori non minori di 0.025 g . Le valutazioni di A_g dovranno essere effettuate sulla base di studi di pericolosità condotti su dati aggiornati.

Si riporta a tal proposito la Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale secondo l'Istituto di geofisica e vulcanologia, nella quale vengono messe in evidenza 12 sottozone secondo quanto sopra detto.

Secondo tale proposta L'INGV inserisce il comune di Latina nella sottozona 3.2-3.3 con valori di accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresi:

$$0.075 < a_g \leq 0.125$$

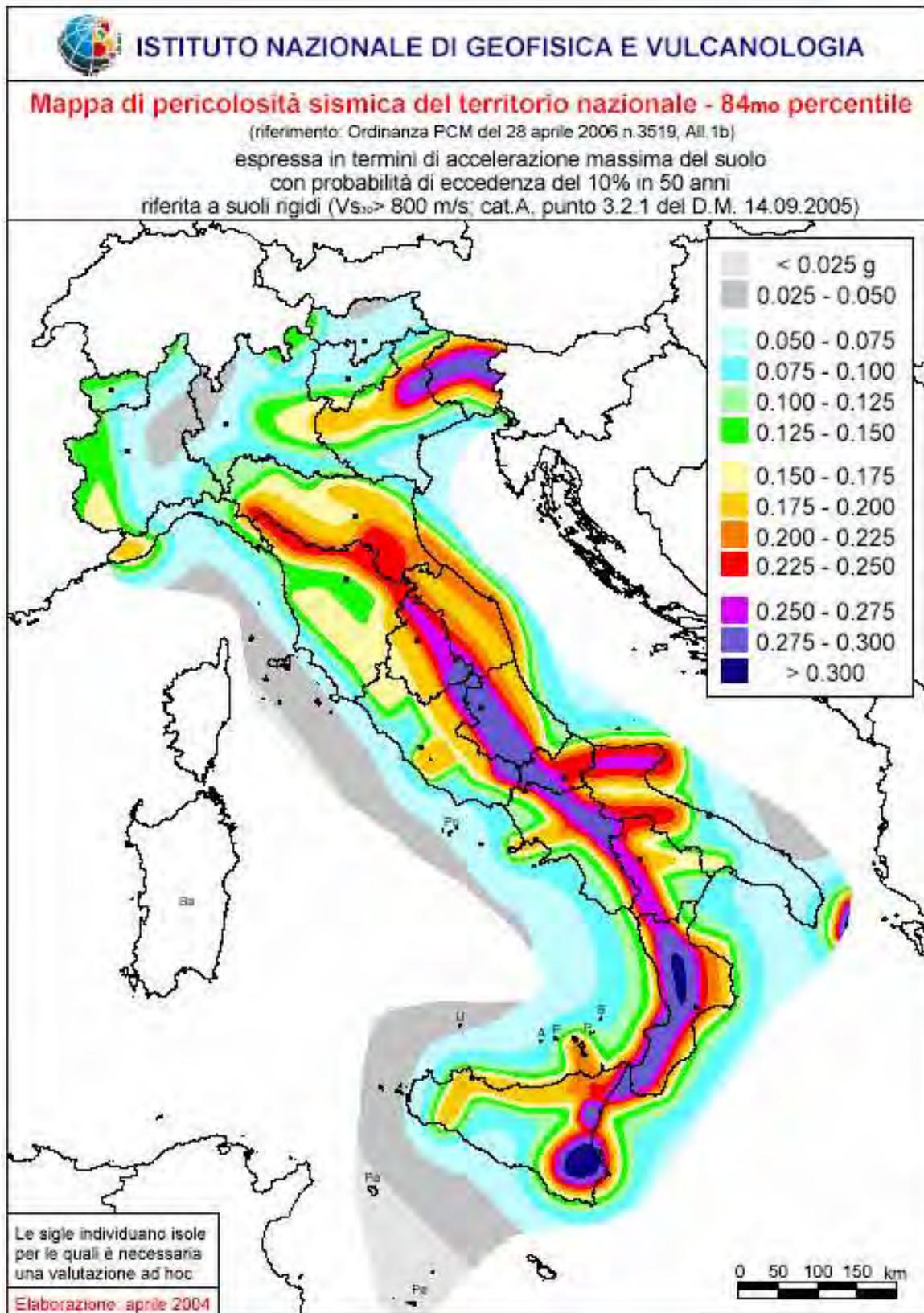


Fig.17: All.1b dell'Ordinanza PCM 3598 del 28/04/2006 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale in cui l'accelerazione massima del suolo viene espressa con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

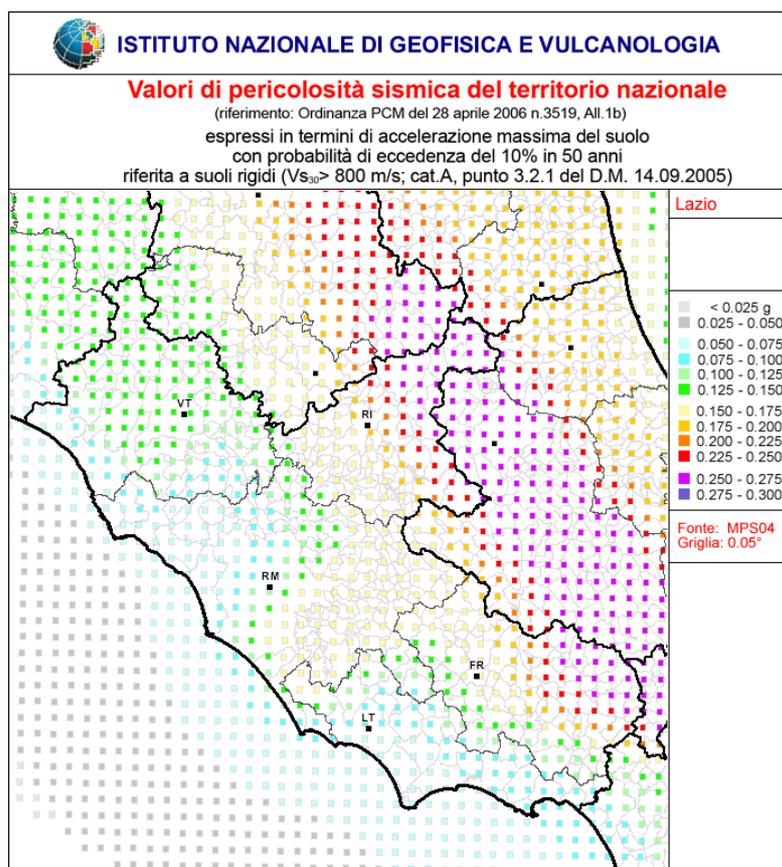


Fig. 18: INGV - Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale – Regione Lazio

In base alla nuova classificazione sismica la Regione Lazio ha riclassificato il proprio territorio (DGR n. 387 del 25 Maggio 2009) abolendo di fatto la classe 4, lasciando invariata la zona 1 e suddividendo la zona 2 e 3 in due rispettive sottozone.

La tabella seguente riporta uno stralcio dalla tabella 3 all’Allegato 1 relativo all’ DGR della Regione Lazio n. 387 del 25 Maggio 2009.

Tabella 21: DGR Regione Lazio - Valori di accelerazione orizzontali.

ZONA	SOTTOZONA	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)
1		0.25-0.278 g
2	A	0.20-0.25 g
	B	0.15-0.20 g
3	A	0.10-0.15 g
	B	0.062-0.10 g

In base alla nuova classificazione quindi, la zona di studio appartenente al Comune di Latina è stata inserita in zona 3A mostrando, così, un valore di accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compreso/uguale tra 0.10-0.15 g.

Codice Istat 2001	Denominazione	Categoria secondo la nuova classificazione	Categoria secondo il DGR 766/03
059011	Latina	3A	4

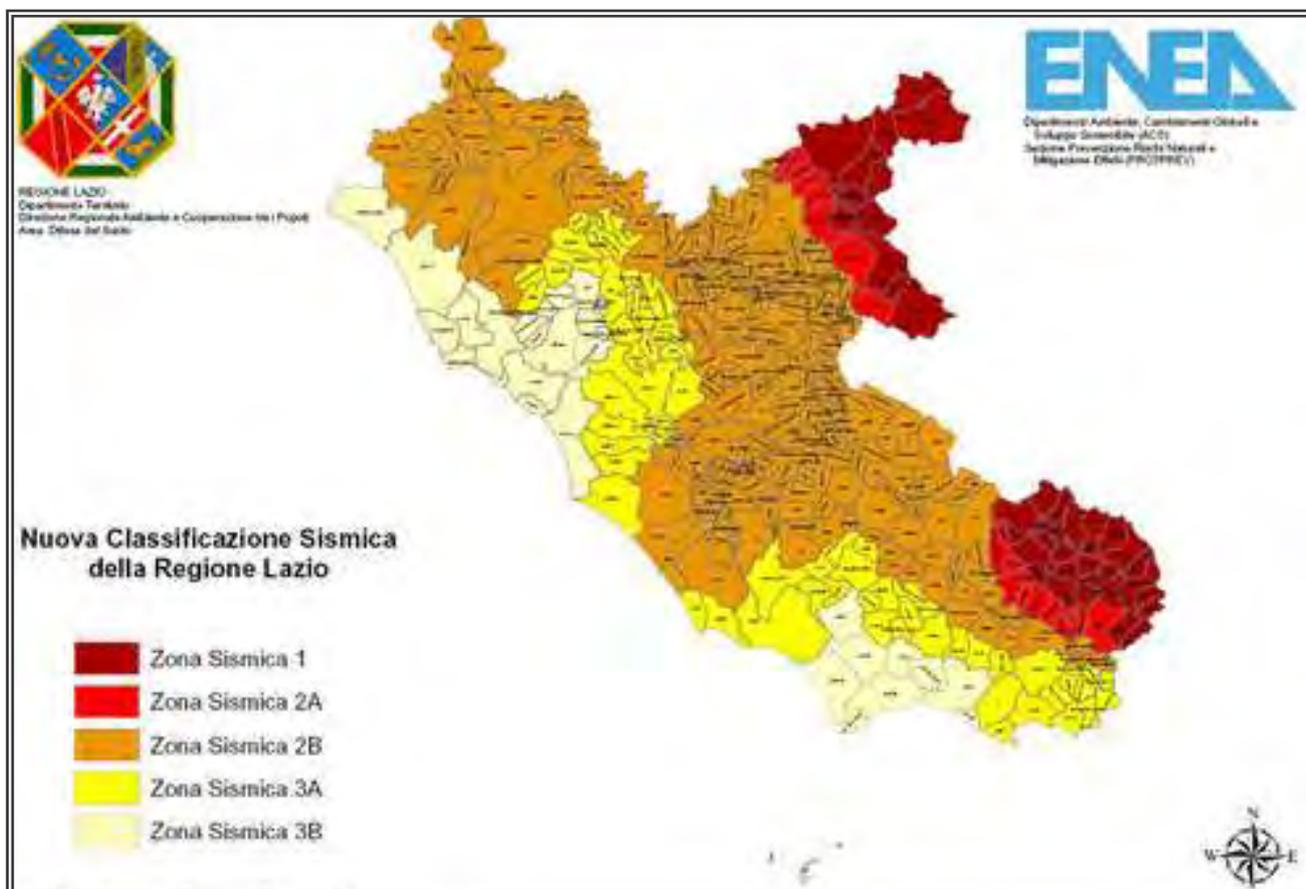


Fig. 19: Nuova classificazione sismica della Regione Lazio

8.1) CLASSIFICAZIONE SISMICA IN TERMINI DI V_{s30}

Ai fini della definizione/valutazione dell'azione sismica di progetto, secondo quanto riportato nel nuovo DM del 14/01/2008, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante studi specifici. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione sia di categorie di sottosuolo di riferimento che topografiche.

Per la differenziazione delle prime, 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 . In base alle grandezze sopra definite si identificano le seguenti le categorie del suolo di fondazione:

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

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

Fig 20: D.M. 14/01/2009 – Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

In aggiunta a queste categorie di terreno se ne definiscono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

Tabella 3.2.III – *Categorie aggiuntive di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ 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.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Fig 21: D.M. 14/01/2009 – Tab. 3.2.IV – *Categorie aggiuntive di sottosuolo*

Lo stesso decreto specifica, inoltre, che qualora si è in presenza di un alternanza di terreni coesivi e granulari distribuiti con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità e nel contempo non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio, si può procedere determinando N_{SPT30} limitatamente agli strati granulari e C_{u30} limitatamente agli strati coesivi. Una volta individuate le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri N_{SPT30} e C_{u30} si riferirà il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle specificate.

Nelle definizioni precedenti V_{S30} è la velocità media di propagazione entro i 30 m di profondità delle onde di taglio e viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = 30 / \sum (h_i / V_i)$$

Allo stesso modo la resistenza penetrometrica dinamica equivalente N_{SPT30} e la resistenza non drenata equivalente C_{u30} vengono definite dalle seguenti espressioni:

$$N_{SPT30} = 30/\sum(h_i/N_{spt_i})$$

$$C_{u30} = 30/\sum(h_i/C_{u_i})$$

dove h_i indica lo spessore i-esimo; mentre V_i , $N_{SPT i}$ e $C_{u i}$ indicano rispettivamente la velocità delle onde di taglio, il numero di colpi (ultimi 30 cm) alla prova Spt (per i terreni granulari) e la coesione non drenata (per i terreni coesivi) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Tenendo conto di quanto scaturito dall'indagine sismica di tipo CROSS HOLE è stato possibile attribuire ai terreni di fondazione nell'area di studio la categoria di sottosuolo "D"
 La tabella sottostante indica quanto in merito.

Categoria di suolo
D

Per ciò che concerne invece le categorie topografiche in caso di configurazioni superficiali semplici che non richiedano particolari studi di risposta sismica locale le stesse andranno individuate sulla base della successiva tabella:

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Fig 22: D.M. 14/01/2009 – Tab. 3.2.IV – Categorie topografiche

9 CONCLUSIONI

A conclusione della presente relazione si riassumono alcune valutazioni circa la situazione geologica presente nella zona d'intervento.

L'area di studio è caratterizzata dalla presenza di depositi appartenenti alle sabbie fini di spiaggia e dune mobili attuali.

In base a quanto esposto nei capitoli precedenti, sono state individuate 5 unità litostratigrafiche.

L'unità (A) è rappresentata da terreni sabbiosi debolmente limosi rimaneggiati di origine alluvionale e di colore grigio giallastro. Seguono, fino a circa 13.00 m delle sabbie debolmente limose di colore grigio (Unità B) di colore giallo ocra al tetto. Al disotto di questi termini si riscontra la presenza di argille con limo sabbiose di colorazione grigiastra (Unità C). Al disotto seguono fino a circa 27.00 m delle sabbie limose di colore grigio verde. Chiudono la serie, infine, a partire da circa 27.00 m da piano campagna, dei delle sabbie ghiaiose di colore grigio (unità E).

Dal punto di vista idrogeologico è da notare l'esistenza, in prossimità della costa, di una falda freatica a pochi metri di profondità all'interno dei terreni sabbiosi. E' presumibile, data la vicinanza al mare, che essa galleggi su un cuneo d'acqua di ingressione marina, quindi non si esclude un tenore alto in sali delle acque in questione. Inoltre la presenza di litotipi a diverso grado di permeabilità con la profondità non esclude l'esistenza di un sistema di falde sovrapposte nel sito in oggetto.

Per ciò che concerne gli aspetti geomorfologici la zona in oggetto è ubicata su di un ampio pianoro posizionato ad una quota di circa 2 m s.l.m. e la cui continuità è interrotta lungo il margine nord est del lotto da un scarpata di circa 2 m. Tenendo conto delle osservazioni fatte sul posto e di quanto riportato all'interno del piano A.B.R. dell' Autorità di bacino regionale, l'area non comprende zone a pericolosità geomorfologica.

Secondo quanto riportato nel piano stralcio di assetto idrogeologico (PAI) in linea generale l'area di studio ricade nella fascia B1 che comprende zone con rischio di esondazione con tempi di ritorno inferiori ai 200 anni.

Dal punto di vista sismico l'area oggetto di studio ricade, in base alla nuova classificazione sismica la Regione Lazio (DGR n. 387 del 25 Maggio 2009), nella sottozona 3A. Tenendo conto di quanto scaturito dall'indagine geofisica di tipo Cross Hole è stato possibile attribuire ai terreni di fondazione nell'area di studio la categoria di sottosuolo "D".

La ricostruzione del modello geologico scaturita dal presente studio è derivata da un'attenta analisi dei dati provenienti dall'indagine geognostica in sito.

Le indagini in questione hanno avuto come fine ultimo, oltre alla ricostruzione dell'andamento litostratigrafico anche quella della caratterizzazione fisico meccanica delle

singole unità individuate. Tale caratterizzazione dovrà essere considerata ai fini della ricostruzione del modello geotecnico all'interno della relazione geotecnica.

La relazione geotecnica dovrà tenere conto della presente relazione geologica e del modello geologico da essa scaturito.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez W.(1972) – *The Treia valley north of Rome : volcanic stratigraphic topographic evolution and geological influences on human settlement.* Geol. Rom., 11: 153-176
- Alvarez W.(1973) – *Ancient Course of the Tiber River Near Rome: An Introduction to the Middle Pleistocene Volcanic Stratigraphy of Central Italy.* Geol. Soc Am. Bull., 84: 749-758
- Barberi F., Buonasorte G., Cioni R., Fiordelisi A., Foresi L., Iaccarino S., Laurenzi M.A., Sabraa A., Vernia A., Villa I.M. (1994) - *Plio-Pleistocene geological evolution of the geothermal area of Tuscany and Latium.* Mem. Descr. Della carta geologica. D'It., 49, Roma.
- Blanc A.C., Tongiorgi E. & Trevisan L., (1953) – *Le Pliocene et le Quaternarie aux alentours de Rome.* Guida del IV Congr. Intern. INQUA, Roma
- Boccaletti M., Colli M., Decandia F., Giannini E. & Lazzarotto A. (1980) – *Evoluzione dell'appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale* - Mem. Soc. Geol. It., 21, 359-374
- Celico P. (1978) - *Schema idrogeologico dell'Appennino carbonatico centro-meridionale.* Mem. e Note Ist. Geol. Appl.,(1978), 14, Napoli
- Conato V. , Esu D., Malatesta A., & Zerlenga F. (1980) – *News datano the pleistocene of Rome.* Quaternaria, 22: 131-17
- D.M. del 14 settembre 2005 "*norme tecniche per le costruzioni*"
- DM del 14 gennaio 2008 "*norme tecniche per le costruzioni*";
- Faccenna C., Funicello R., Marra F. (1995) – *Inquadramento geologico strutturale dell'area romana.* Mem. Descr. Della carta geologica. D'It., Vol. L : 31-47
- Fancelli R., Ghelardoni R., Pavan G. (1966) – *Considerazioni sull'assetto tettonico dell'appennino calcareo centro-meridionale.* Mem. Soc. Geol., 5, pp. 67-90
- Feroci M., Funicello R., Marra F & Salvi S. (1990) – *Evoluzione tettonica e paleogeografica*
- Locardi E. & Somnavilla E. (1974) - *Struttura dei vulcani sabatini: un ipotesi di lavoro.* 67° Congr., della Soc. Geol. It., 7 p.
- Marra F & Rosa C (1995) – *Stratigrafia e assetto geologico dell'area romana.* Mem. Descr. Della carta geologica. D'It., Vol. L : 49-118
- Note illustrative alla Carta Geologica Foglio N° 158 della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000) "Latina".
- O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 - *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*

- O.P.C.M. n. 3431 del 03 Maggio 2005 “*Ulteriori modifiche ed integrazioni dell’Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 ...*”
- O.P.C.M. n. 3598 del 28 Aprile 2006
- Servizio Geologico d’Italia (1969) – *Carta geologica d’Italia alla scala 1:100.000. Foglio 137 “Viterbo”*

Siti internet consultati:

www.protezionecivile.it

www.geologi.it

www.ingv.it

www.regione.lazio.it

www.abtevere.it

www.abr.it

COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA	DENOMINAZIONE SONDAGGIO
CANTIERE	PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA FOCE DEL TORRENTE RIO MARTINO -LT	S1

MONOGRAFIA UBICATIVA



NON IN SCALA

Lo sperimentatore

Fabrizio...

Il direttore

Antonio...

Pag 1 di 3

 <p>SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)</p>	SONDAGGIO S1 profondità investigata 35,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA
	CANTIERE	PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA FOCE DI RIO MARTINO- LT



Cassetta n. 1 - da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n. 2 - da m 5.00 a m 10.00

 <p>SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)</p>	SONDAGGIO S1 profondità investigata 35,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA
	CANTIERE	PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA FOCE DI RIO MARTINO- LT



Cassetta n. 3 - da m 10,00 a m 15,00

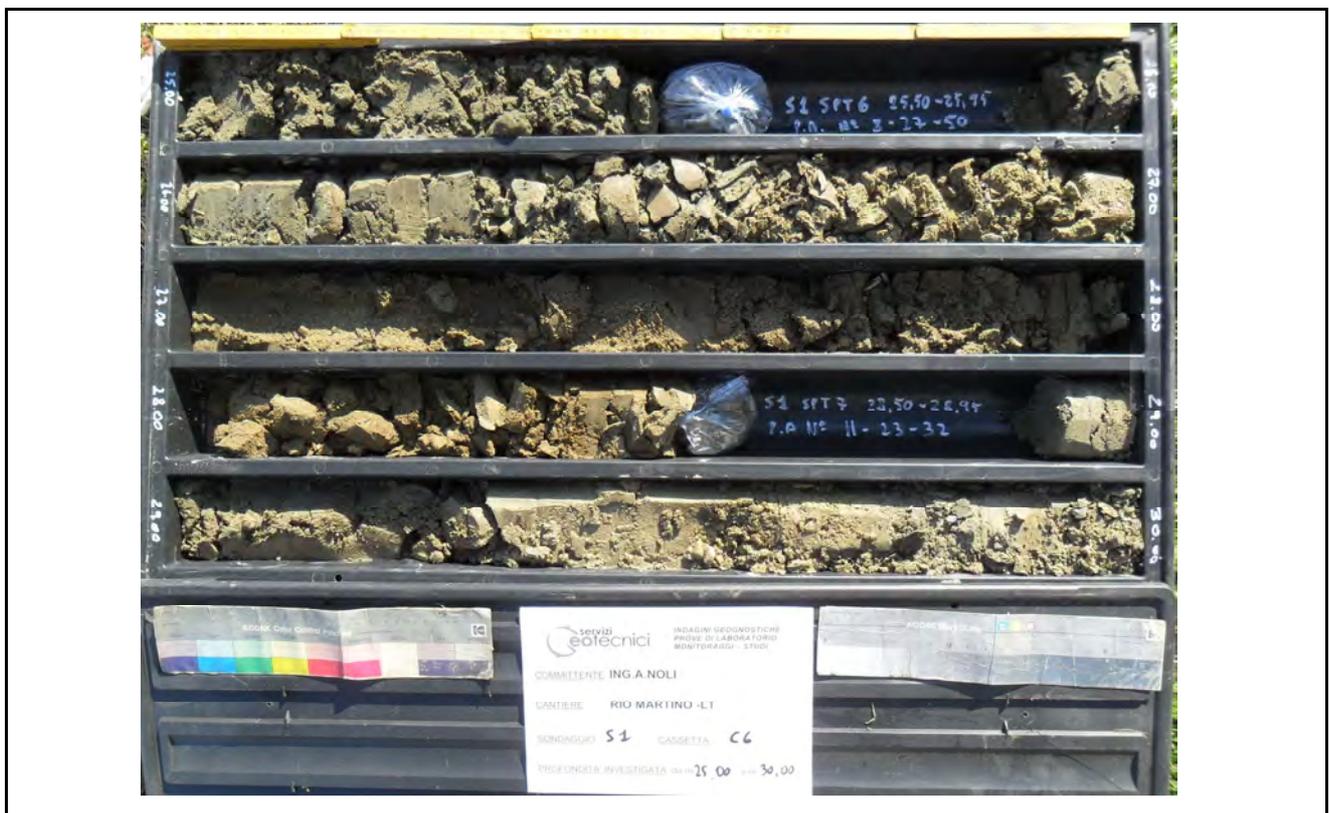


Cassetta n. 4 - da m 15,00 a m 20,00

 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S1 profondità investigata 35,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA
	CANTIERE	PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA FOCE DI RIO MARTINO- LT



Cassetta n. 5 - da m 20.00 a m 25.00

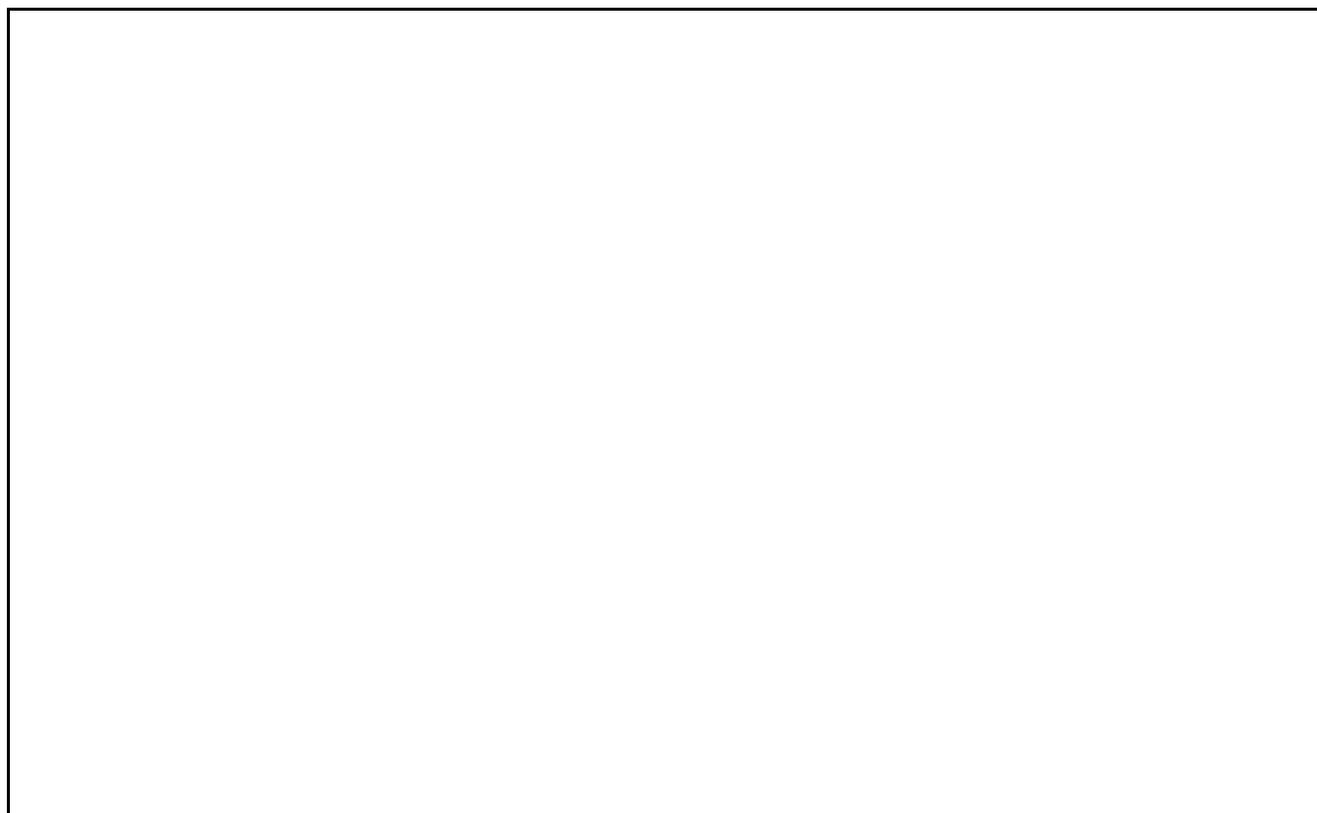


Cassetta n. 6 - da m 25.00 a m 30.00

 SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)	SONDAGGIO S1 profondità investigata 35,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA
	CANTIERE	PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA FOCE DI RIO MARTINO- LT



Cassetta n. 7 - da m 30.00 a m 35.00



COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA	DENOMINAZIONE SONDAGGIO
CANTIERE	PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DELLA FOCE DEL TORRENTE RIO MARTINO -LT	S2

MONOGRAFIA UBICATIVA



NON IN SCALA

Lo sperimentatore

Fabrizio...

Il direttore

Antonio...

Pag 1 di 3

STRATIGRAFIA SONDAGGIO Certificato n. 1837 del 13-02-2012 **Verbale di Accettazione 307-01** del 14-11-2011



COMMITTENTE PROVINCIA DI LATINA

GEOLOGO F.V.MORESÌ

QUOTA SONDAGGIO

SIGLA SONDAGGIO

S2

SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.
Via del Castell Romano n°24 00040 Pomezia (RM)
Società certificata UNI EN ISO 9001-2008
da SGS S.p.a. n. IT07/0939

CANTIERE PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA FOCE DI RIO MARTINO-LT

PERFORATRICE EGT VD 700

COORDINATE (Gauss-Boaga)

N

OPERATORE J.POPA

Inizio lavorazioni

21/11/2011

Fine lavorazioni

23/11/2011

Commessa 62.11

DATA	SCALA (m) (1:125)	PROFONDITA'	SPESSORE	SIMBOLOGIA LITO-STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA	UNITÀ LITOTECNICA	CASSETTE	P.P. (kN/m ²)	T.V. (kN/m ²)	T.V. res. (kN/m ²)	S.P.T.		CAMPIONI			Recupero (%)	Fine battuta	PROVE Quota NEL FORO	STRUMENTAZIONE INSTALLATA NEL FORO DI SONDAGGIO	TECNOLOGIA DI PERFORAZIONE	
											PUNTA Aperta - Chiusa	QUOTA	N. COLPI	NUMERO	TIPO						QUOTA
1		1.70			TERRENO DI RIPORTO a granulometria sabbiosa debolmente limosa di colore grigio ocra. Asciutta. Radici vive sparse. Laterizzi sparsi.																
2		1.70			SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA di colore giallo ocra. Da molto umida a satura. Rari frammenti di gusci carbonatici. Reazione mediamente vivace all'HCl.	1					P.A.	1.50 1.95	5 6								
3		1.30										P.A.	4.50 4.95	5 6							
4		3.00											P.A.	7.50 7.95	5 6						
5					SABBIA DEBOLMENTE LIMOSA di colore grigio. Moderatamente addensata. Da molto umida a satura. Frammenti di gusci carbonatici. Da 11,25 a 11,30 m. livello torboso. Reazione mediamente vivace all'HCl.	2						P.A.	10.50 10.95	5 7							
6													P.A.	15.50 17.00	5 7						
7		9.25											P.A.	21.00 21.45	5 7						
8					ARGILLA LIMOSA di colore grigio scuro. Mediamente consistente. Umida, plastica e appiccicosa. Plaghe di materia organica humificata. Frammenti di gusci carbonatici. Reazione assente all'HCl.	3		150	110					Cr1	Rim.	12.20 12.50					
9		1.35							110	130											
10		13.60																			
11					SABBIA LIMOSA di colore grigio. Umida. Frammenti di gusci carbonatici. Reazione mediamente vivace all'HCl.	4		450	350	300				Cr2	Rim.	16.00 16.30					
12		1.90																			
13		15.50																			
14					LIMO ARGILLOSO SABBIOSO di colore grigio chiaro. Molto consistente. Umida, plastica e appiccicosa. Frammenti lignei sparsi. Reazione assente all'HCl.	5		350	350												
15		1.50																			
16		17.00																			
17					SABBIA LIMOSA ARGILLOSA di colore grigio verde. Molto addensata. Da umida a molto umida. Frequenti gusci carbonatici. Rari clasti centimetrici carbonatici. Da 19,00 a 19,30 m. livello sabbioso con ghiaia, clasti poligenici arrotondati centimetrici. Reazione mediamente vivace all'HCl.																
18		5.00																			
19		22.00																			
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					

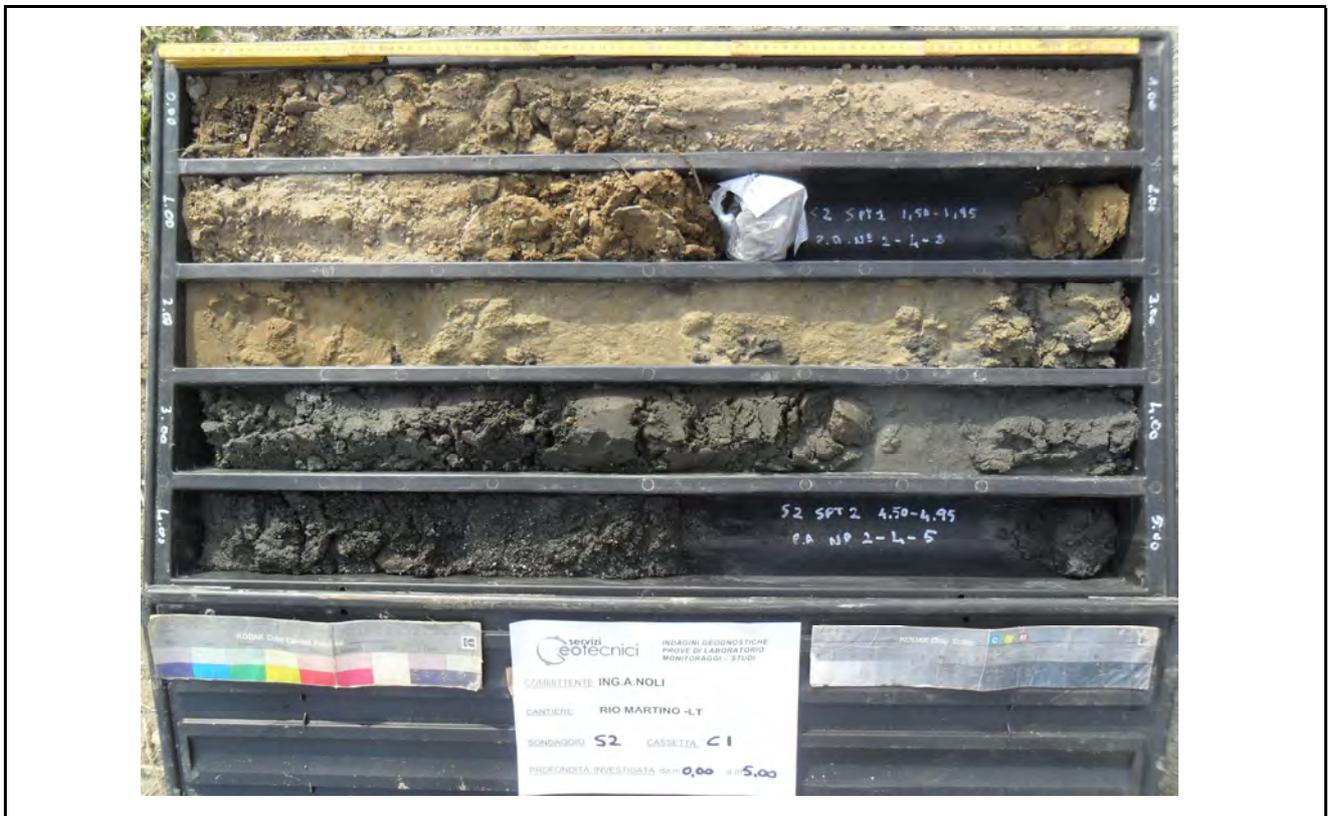
MISURA LIVELLO ACQUA IN FORO			LEGENDA campioni		LEGENDA prove geotecniche nel foro di sondaggio						Verticale
DATA	Livello falda (m)	Prof. sondaggio da bocca-foro (m)	Prof. piezometro (m)	Sh:Shelby	Hv:Hvorslev	SPT:Standard Penetration Test	CH:Prospezione sismica Cross-Hole	DTM:Prova dilatometrica	DH:Prospezione sismica Down-Hole	MPM:Prova Pressiometrica tipo Menard	
				Mz:Mazier	Lap:Lapideo	LF:Prova Lefranc	VT:Prova scissometrica (Vane Test)				
				Os:Osterberg	Rim:Rimaneggiato	LG:Prova Lugeon					

Lo Sperimentatore

Il direttore

Pagina 2 di 3

 <p>SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)</p>	SONDAGGIO S2 profondità investigata 30,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA
	CANTIERE	PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA FOCE DI RIO MARTINO- LT

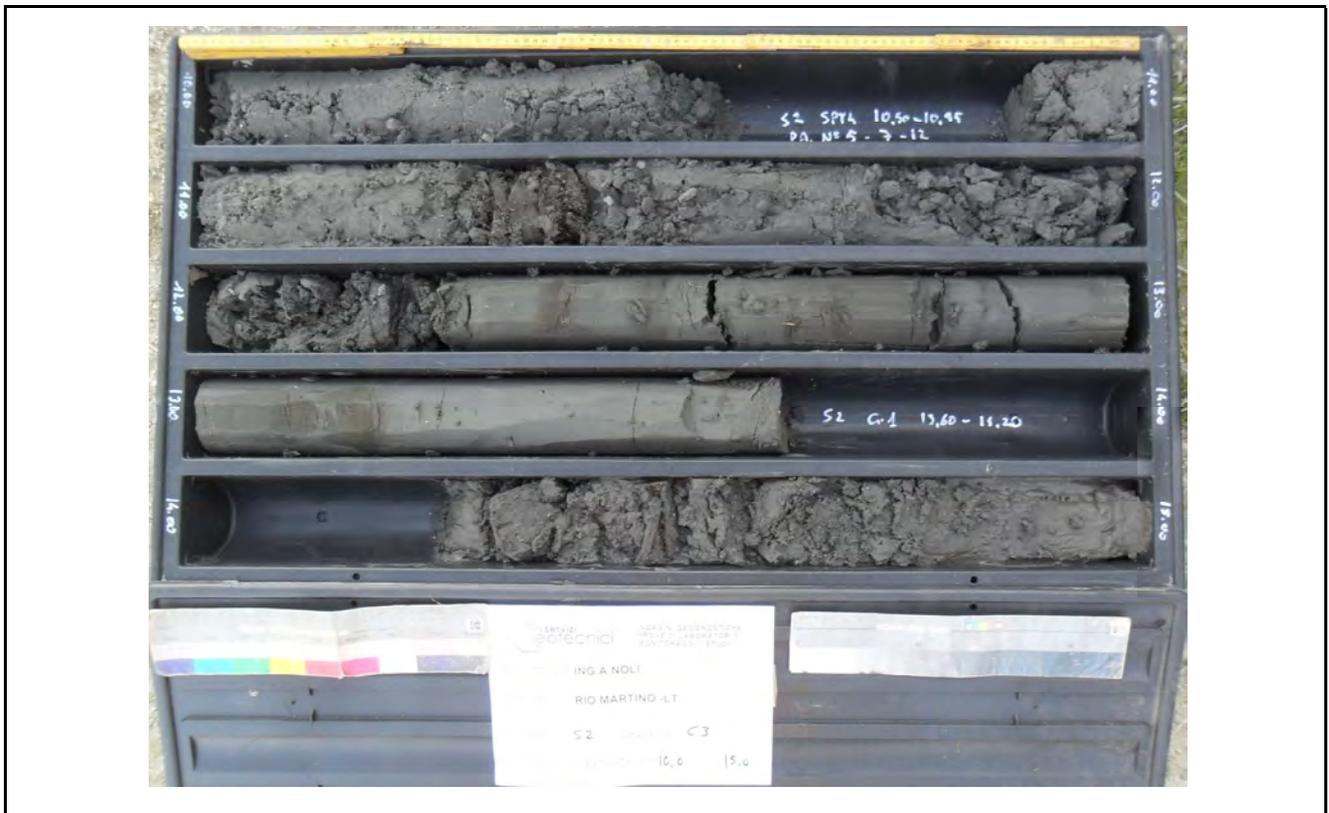


Cassetta n. 1 - da m 0.00 a m 5.00



Cassetta n. 2 - da m 5.00 a m 10.00

 <p>SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)</p>	SONDAGGIO S2 profondità investigata 30,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA
	CANTIERE	PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA FOCE DI RIO MARTINO- LT



Cassetta n. 3 - da m 10,00 a m 15,00



Cassetta n. 4 - da m 15,00 a m 20,00

 <p>SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani 24 - 00040 Pomezia (RM)</p>	SONDAGGIO S2 profondità investigata 30,00 m dal p.c.	
	COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA
	CANTIERE	PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE DELLA FOCE DI RIO MARTINO- LT



Cassetta n. 5 - da m 20.00 a m 25.00

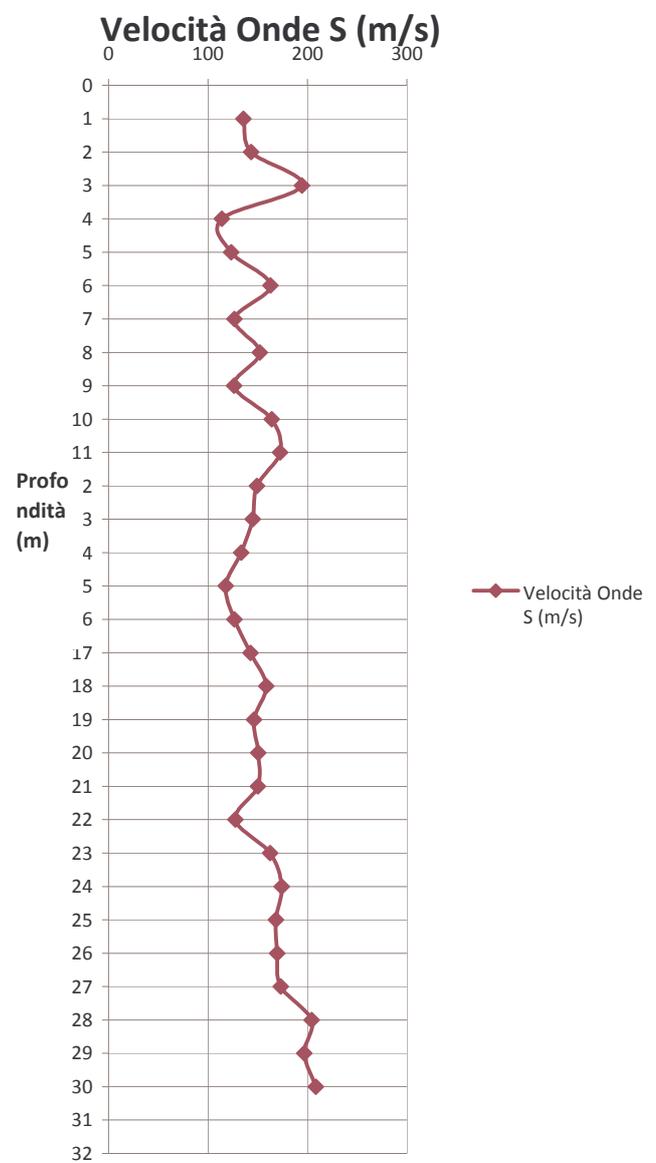
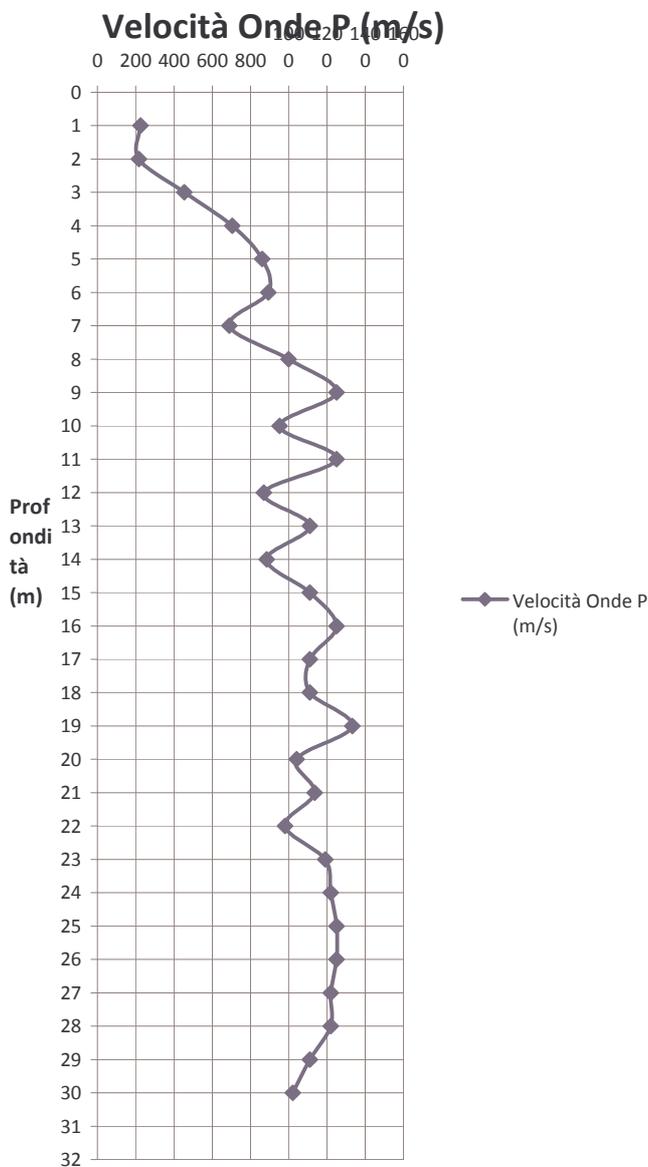


Cassetta n. 6 - da m 25.00 a m 30.00

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - info@servizigeotecnici.it	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Laboratorio autorizzato all' esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni, prove in situ e prove di laboratorio su terre Circ. 7619 e 7618/STC 08/09/10 D.M. Infrastr. e Trasporti n° 8610 del 08/10/2010 Società certificata UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A.n. IT07/0939

PROVA GEOFISICA CROSS HOLE

COMMITTENTE		PROVINCIA DI LATINA		
CANTIERE		FOCE DI RIO MARTINO - LATINA		
LOCALITA' DI ESECUZIONE		FOCE DI RIO MARTINO - LATINA		
Denominazione TUBO	Porfondità indagata	Numero lettura	Data di inizio e fine prova	Sonda inclinometrica
S1	m dal p.c. 30.00	01	9-giu-11	PASI



Lo sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio

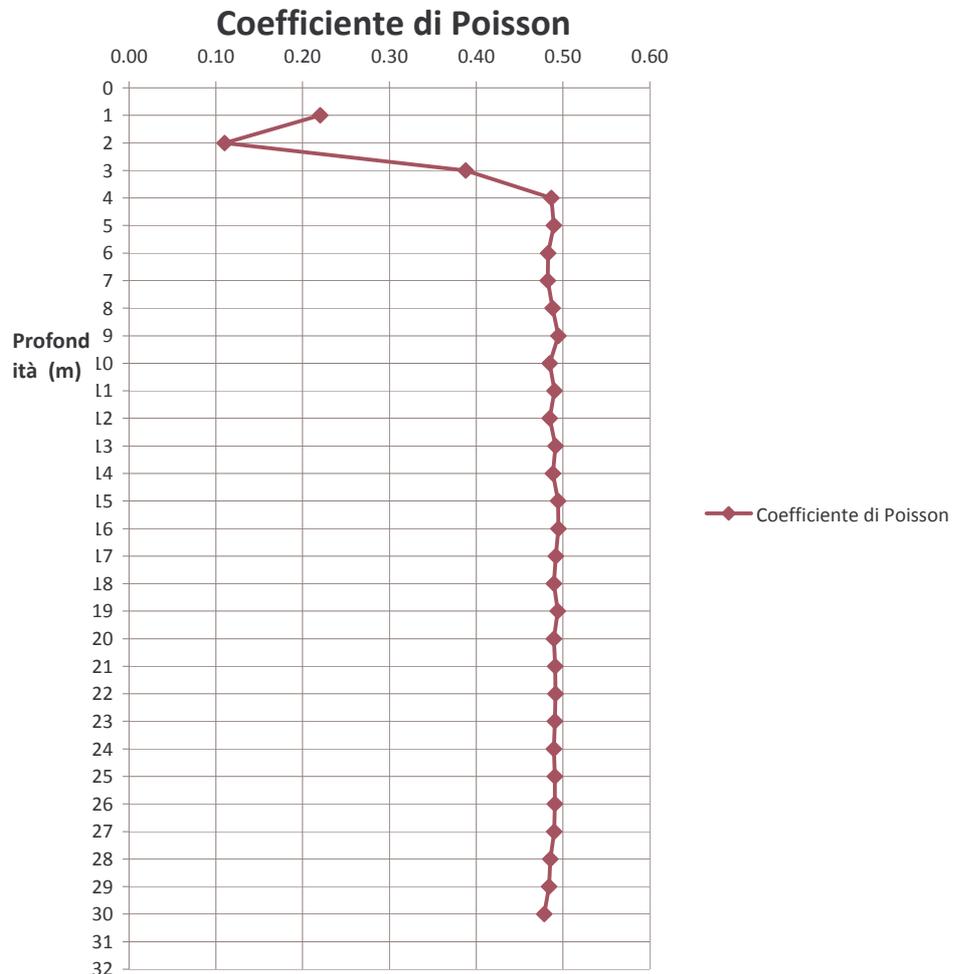



	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - info@servizigeotecnici.it	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Laboratorio autorizzato all' esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni, prove in situ e prove di laboratorio su terre Circ. 7619 e 7618/STC 08/09/10 D.M. Infrastr. e Trasporti n° 8610 del 08/10/2010 Società certificata UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A.n. IT07/0939

PROVA GEOFISICA CROSS HOLE

COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA			
CANTIERE	FOCE DI RIO MARTINO - LATINA			
LOCALITA' DI ESECUZIONE	FOCE DI RIO MARTINO - LATINA			
Denominazione TUBO	Porfondità indagata	Numero lettura	Data di inizio e fine prova	Sonda inclinometrica
S1	m dal p.c. 30.00	01	9-giu-11	PASI

Profondità m	Poisson
1	0.22
2	0.11
3	0.39
4	0.49
5	0.49
6	0.48
7	0.48
8	0.49
9	0.49
10	0.48
11	0.49
12	0.48
13	0.49
14	0.49
15	0.49
16	0.49
17	0.49
18	0.49
19	0.49
20	0.49
21	0.49
22	0.49
23	0.49
24	0.49
25	0.49
26	0.49
27	0.49
28	0.49
29	0.48
30	0.48
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	



Lo sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio



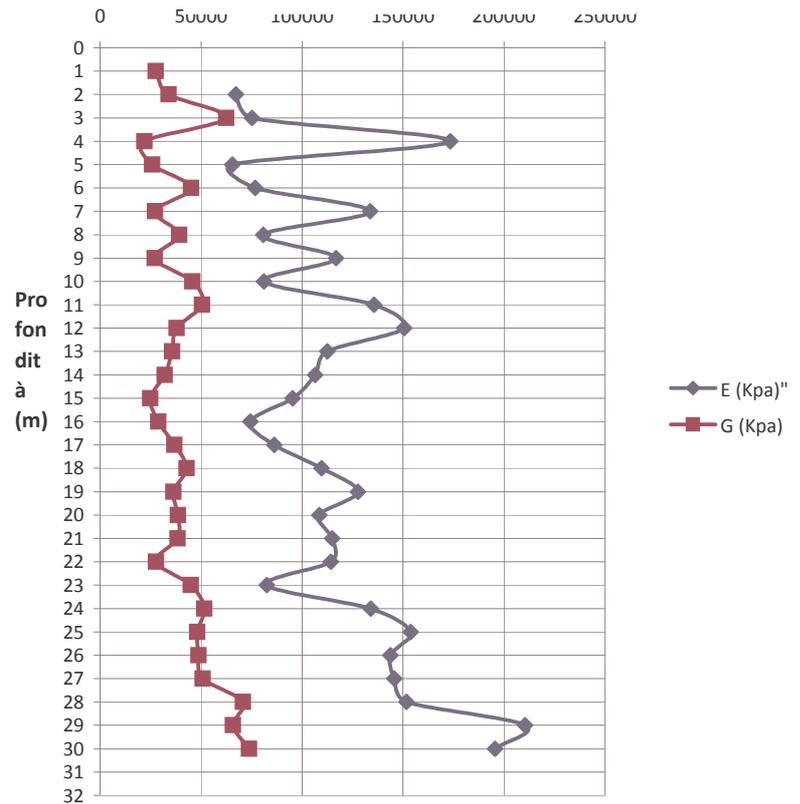

	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l.	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Laboratorio autorizzato all' esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni, prove in situ e prove di laboratorio su terre Circ. 7619 e 7618/STC 08/09/10 D.M. Infrastr. e Trasporti n° 8610 del 08/10/2010 Società certificata UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A.n. IT07/0939
	Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM)	
	tel./fax: 0683762504 - 0683762511	
	Codice Fiscale e P. Iva 04941201008	
	www.servizigeotecnici.it - info@servizigeotecnici.it	

PROVA GEOFISICA CROSS HOLE

COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA			
CANTIERE	FOCE DI RIO MARTINO - LATINA			
LOCALITA' DI ESECUZIONE	FOCE DI RIO MARTINO - LATINA			
Denominazione TUBO	Porfondità indagata	Numero lettura	Data di inizio e fine prova	Sonda inclinometrica
S1	m dal p.c. 30.00	01	9-giu-11	PASI

Profondità m	D T/m ³	Poisson	E KPa	G KPa
1	1.5	0.220333	67218.2154	27540.93
2	1.65	0.110162	75195.0972	33866.72
3	1.65	0.387857	173353.429	62453.63
4	1.7	0.48657	65565.4906	22052.6
5	1.7	0.489583	76812.458	25783.2
6	1.7	0.482791	133727.892	45093.32
7	1.7	0.482569	80768.0325	27239.22
8	1.7	0.488179	116864.392	39264.23
9	1.7	0.494846	81026.1076	27101.83
10	1.7	0.484733	135664.942	45686.64
11	1.7	0.490303	150625.158	50535.08
12	1.7	0.484822	112461.487	37870.35
13	1.7	0.491346	106502.351	35706.78
14	1.8	0.488386	95256.7128	32000
15	1.8	0.494331	74458.0106	24913.49
16	1.8	0.494819	86225.7678	28841.53
17	1.8	0.491596	109586.628	36734.69
18	1.7	0.489583	127603.511	42831.95
19	1.7	0.493915	108565.719	36335.97
20	1.7	0.489325	114850.36	38557.85
21	1.7	0.491115	114298.814	38326.61
22	1.7	0.491391	82497.0297	27657.75
23	1.7	0.490495	133985.925	44946.79
24	1.7	0.489583	153716.305	51597.08
25	1.7	0.490763	143652.986	48181.02
26	1.7	0.490635	145594.921	48836.54
27	1.7	0.48973	151611.028	50885.41
28	1.7	0.485594	210371.504	70803.83
29	1.7	0.483798	195490.734	65875.13
30	1.7	0.478251	218144.74	73784.72
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				

Moduli Elastici (KPa)



Lo sperimentatore



Il Direttore del Laboratorio

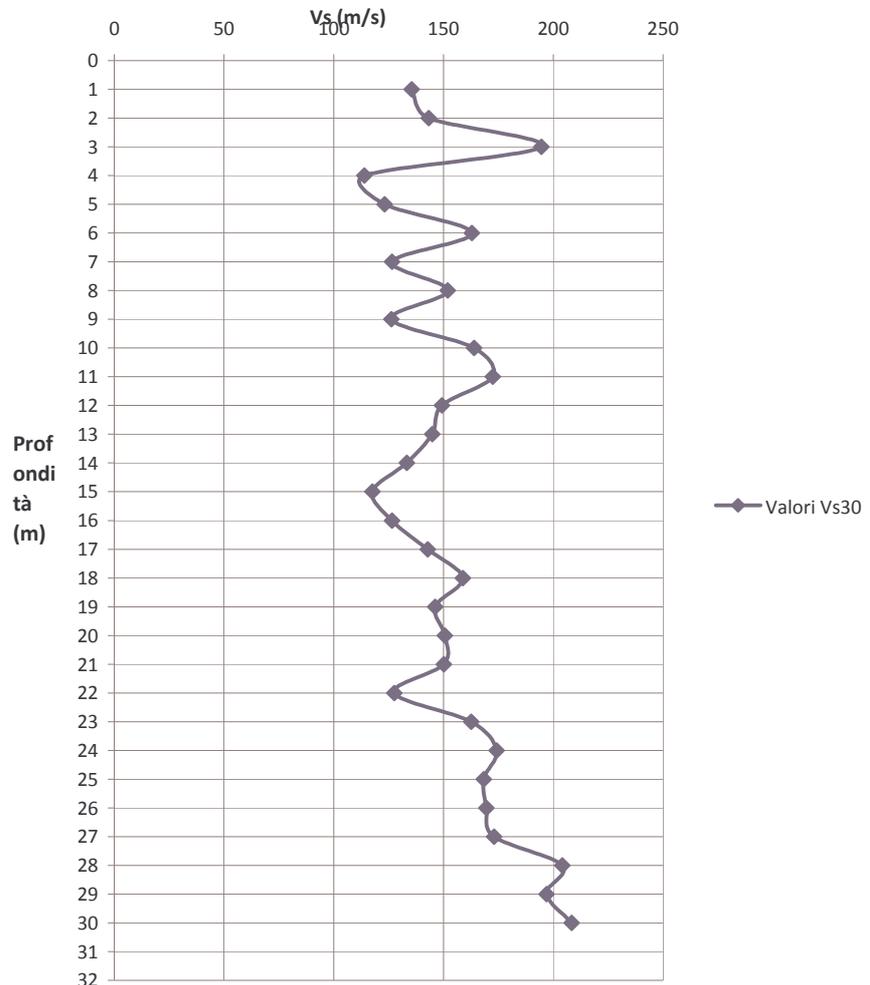


	SERVIZI GEOTECNICI S.r.l. Via dei Castelli Romani n° 24 – 00040 POMEZIA (RM) tel./fax: 0683762504 - 0683762511 Codice Fiscale e P. Iva 04941201008 www.servizigeotecnici.it - info@servizigeotecnici.it	Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti Laboratorio autorizzato all' esecuzione e certificazione di indagini geognostiche, prelievo di campioni, prove in situ e prove di laboratorio su terre Circ. 7619 e 7618/STC 08/09/10 D.M. Infrastr. e Trasporti n° 8610 del 08/10/2010 Società certificata UNI EN ISO 9001-2008 da SGS S.p.A.n. IT07/0939

PROVA GEOFISICA CROSS HOLE

COMMITTENTE	PROVINCIA DI LATINA			
CANTIERE	FOCE DI RIO MARTINO - LATINA			
LOCALITA' DI ESECUZIONE	FOCE DI RIO MARTINO - LATINA			
Denominazione TUBO	Porfondità indagata	Numero lettura	Data di inizio e fine prova	Sonda inclinometrica
S1	m dal p.c. 30.00	01	9-giu-11	PAS1

Profondità m	V(s) m/s
1	136
2	143
3	195
4	114
5	123
6	163
7	127
8	152
9	126
10	164
11	172
12	149
13	145
14	133
15	118
16	127
17	143
18	159
19	146
20	151
21	150
22	128
23	163
24	174
25	168
26	169
27	173
28	204
29	197
30	208
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	
41	
42	
43	
44	
45	



Vs₃₀ = 153 m/s

CATEGORIA DI SUOLO D

Lo sperimentatore

Il Direttore del Laboratorio