



ALISEA spa



CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA



COMUNE DI JESOLO

Opere di messa in sicurezza, completamento, riprofilatura e compensazione ambientale della discarica di Piave Nuovo a Jesolo

## PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE



**Dott. Ing. Samuele Colombo**  
Ordine degli Ingegneri della Provincia  
di Venezia n. 3012

Service tecnico

**Insula**

Elab.

**D**

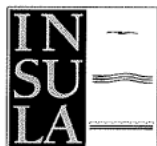
### RELAZIONE GEOLOGICO GEOTECNICA

Il Legale Rappresentante della  
Ditta Proponente

.....

00	GENNAIO 2018	EMISSIONE			
REVISIONE	DATA	MOTIVO	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

Cliente:



Insula S.p.a.

Piazzale Roma, Santa Croce 489,  
30135 Venezia

Lavoro:

## COMPLETAMENTO DELLA MESSA IN SICUREZZA DELLA DISCARICA PIAVE NUOVO – COMUNE DI IESOLO (VE)

Documento:

### RELAZIONE GEOTECNICA – VALUTAZIONE STABILITA' ARGINALE 2D E 3D

Codice documento:

17089G1200B

<b>E</b>					
<b>D</b>					
<b>C</b>					
<b>B</b>	18-12-17	AGGIORNAMENTi	F.VOLPATO	S. CARRARO	S. CARRARO
<b>A</b>	27-10-17	EMISSIONE	F.VOLPATO	S. CARRARO	S. CARRARO
<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>REDATTO</b>	<b>CONTROLLATO</b>	<b>APPROVATO</b>



Cert. Nr. 501008053

**SOGEN s.r.l.** SOCIETA' DI INGEGNERIA GEOTECNICA E STRUTTURALE

SEDE LEGALE: via Bonazza, 33 – 35132 Padova (PD) – IT  
SEDE OPERATIVA: via Bonazza, 33 – 35132 Padova (PD) – IT  
SEDE OPERATIVA: via Savona, 123 – 20144 Milano (MI) – IT  
INTERNET: www.sogen.it ftp.sogen.eu

p.iva e c.f. IT-03651260287  
tel. +39 049 864 6799 fax +39 049 864 8442  
email: info@sogen.it tecnico@sogen.it segreteria@sogen.it

## INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	7
3	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO .....	8
3.1	Prove penetrometriche statiche dal 1997 al 2001.....	8
3.2	Indagini geognostiche (marzo 2003) e geofisiche (aprile 2003) .....	9
3.2.1	Risultati delle indagini .....	10
3.3	Indagini geognostiche (febbraio 2004) .....	10
3.3.1	Prove in laboratorio sui campioni prelevati nei sondaggi.....	24
3.3.2	Prove penetrometriche dinamiche SPT .....	25
3.3.3	Prove penetrometriche statiche CPT .....	26
3.4	Indagini geognostiche (novembre e dicembre 2004).....	27
3.4.1	Sondaggi geognostici.....	27
3.5	Indagini geognostiche (giugno 2005) .....	32
3.5.1	Sondaggi geognostici.....	34
3.6	Indagini geognostiche (agosto 2017) .....	38
3.6.1	Prove penetrometriche statiche CPTU.....	39
3.6.2	Prove di dissipazione .....	45
3.7	Modello geotecnico di riferimento .....	46
4	GEOMETRIA DEL PROBLEMA .....	47
5	MODELLAZIONE CON SLIDE .....	49
5.1	Codice di calcolo impiegato .....	49
5.2	Unità stratigrafiche.....	52
5.3	Carichi applicati .....	55
5.3.1	Azione veicoli.....	55
5.3.2	Azione sismica.....	55

5.4	Modelli di calcolo .....	58
5.5	Risultati .....	59
5.5.1	Argine Sud statica .....	59
5.5.2	Argine Sud sismica .....	61
5.5.3	Argine Nord statica.....	63
5.5.4	Argine Nord sismica .....	65
5.5.5	Argine di contenimento statica .....	67
5.5.6	Argine di contenimento sismica.....	69
6	MODELLAZIONE CON PLAXIS 2D .....	71
6.1	Codice di calcolo impiegato .....	71
6.2	Unità stratigrafiche, corpi arginali e RSU .....	74
6.3	Fasi di calcolo .....	78
6.4	Risultati .....	83
6.4.1	Argine Sud.....	83
6.4.2	Argine Nord .....	88
6.4.3	Argine di contenimento .....	93
7	MODELLAZIONE 3D .....	98
7.1	Codice di calcolo impiegato .....	98
7.2	Geometria 3D del problema.....	98
7.3	Unità stratigrafiche, corpi arginali e RSU .....	102
7.4	Fasi di calcolo .....	103
7.5	Risultati .....	107
7.5.1	Fase 3: RSU SDF.....	107
7.5.2	Fase 4: ARG SDP .....	108
7.5.3	Fase 5: RSU SDP .....	109



7.5.4	Fase 6: Q .....	109
7.5.5	Fase 7: CONS FINALE .....	111
7.5.6	Cedimenti in alcuni punti interni alla discarica .....	112
7.5.7	Commenti .....	117
7.6	Cedimenti secondari.....	120
7.6.1	Teoria.....	121
7.6.2	Risultati .....	123
8	VERIFICA DI STABILITA' DELLA SCARPATA CORPO RIFIUTI .....	127
8.1	Premessa .....	127
8.2	Descrizione dello stato di progetto.....	127
8.3	Calcolo delle azioni e verifica di scorrimento .....	128
9	STABILITA' DEL TERRENO DI FONDAZIONE .....	131
10	VERIFICA DELLA GEOMEMBRANA DI IMPERMEABILIZZAZIONE .....	132
11	CONCLUSIONI .....	133

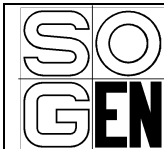
## 1 PREMESSA

Il presente lavoro si inserisce nei lavori di ampliamento della Discarica di “Piave Nuovo” gestita dalla Società Alisea S.p.A.. L’area oggetto di studio è situata nella Bassa Pianura Padano-Veneta, a Nord rispetto al centro di Jesolo e a Sud del Fiume Piave, tra le località di Ca’ Callegari, Cà Soldati, Cà Pirami. Nell’immagine satellitare seguente si definisce l’area di intervento.



Figura 1.1 Immagine satellitare con zona indicativa di intervento

L’impianto attualmente in funzione è costituito da una discarica controllata per lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani, realizzato per un bacino di utenza che comprende la Città di Jesolo e alcuni comuni limitrofi. Nel sito si distinguono due lotti di riferimento: il Lotto Est, attualmente esaurito, ed il lotto Ovest, di forma trapezoidale è suddiviso a sua volta in area Nord ed area Sud. Mentre la prima porzione ha già subito un processo iniziale di riempimento, raggiungendo quote rilevate che, ad oggi, sono circa pari a +14m s.l.m., la seconda dovrà essere opportunamente colmata da quota piano campagna. Le fasi di coltivazione del Lotto Sud-Ovest prevedono un’unica colmata con ricoprimento della strada attuale che divide i due lotti Est ed Ovest ed appoggiandosi a i rilevati di rifiuto attualmente esistenti. Per il corretto riempimento della discarica si rende necessaria la realizzazione di opportuni sistemi di arginatura in corrispondenza dei lati Nord e Sud della discarica.



Nel presente lavoro si indaga la fattibilità di realizzazione degli argini sopra menzionati. Nelle analisi sono stati impiegati i codici di calcolo geotecnico Slide e Plaxis 2D; entrambi i software consentono di ricavare un coefficiente di sicurezza globale, ma solo il più completo Plaxis 2D ad elementi finiti, ha consentito una prima quantificazione dei cedimenti dei corpi arginali e del corpo rifiuti.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

I calcoli sviluppati sono stati svolti secondo il metodo degli Stati Limite nel rispetto della Normativa vigente; in particolare la documentazione e la normativa cui si fa riferimento per la redazione del presente lavoro son di seguito riportate:

- D.M. 14/01/2008, “Nuove norme tecniche per le costruzioni” G.U. 4 febbraio 2008, n.29.
- Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 pubblicate nella G.U. n.29 del 04.02.2008 Suppl. Ordinario n.30.
- Circolare n.617/CSLLPP – Ministero delle Infrastrutture. Circolare n.617/CSLLPP del 02.02.2009 – Istruzioni per l’applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
- AGI: raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio, gennaio 1994.
- AGI: raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, giugno 1977.
- “Relazione geologica R1300/1” di Luglio 2005 e suoi relativi allegati.
- “Elaborato B – Relazione Geologico-Geotecnica R30003/R176” di Marzo 2004 e suoi relativi allegati.
- “Relazione descrittiva delle indagini in situ” di Agosto 2017 e suoi relativi allegati.
- “Tavola Sistemazione ed ampliamento del lotto ovest” di Marzo 2004.



### 3 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

Nel seguito si riassume la fitta campagna di indagini svolta nel corso degli anni sul sito di interesse a partire dal 1980 ad oggi. Le informazioni qui riportate sono reperibili nei documenti geotecnici di riferimento citati al capitolo precedente.

#### 3.1 Prove penetrometriche statiche dal 1997 al 2001

Nell'immagine seguente si riporta l'ubicazione delle prove penetrometriche statiche eseguite tra il 1997 ed il 2001; non sono disponibili i risultati ottenuti dalle prove effettuate.

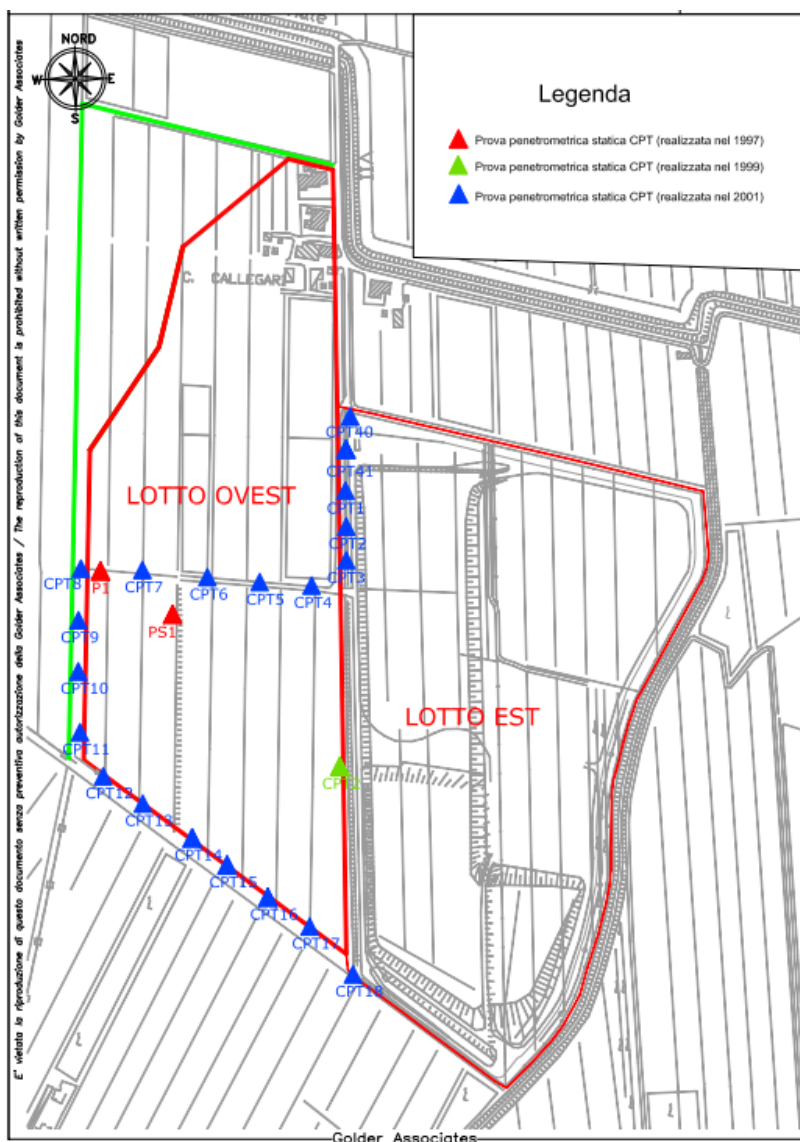


Figura 3.1 Ubicazione prove CPT eseguite tra il 1997 ed il 2001

### 3.2 Indagini geognostiche (marzo 2003) e geofisiche (aprile 2003)

Si tratta di indagini eseguite con lo scopo di definire la geometria del corpo discarica di rifiuti incontrollati collocati nel settore sud del lotto Ovest, in attività fino al 1980. In particolare sono stati eseguiti, nel marzo 2003, 3 sondaggi a rotazione e carotaggio continuo spinti alla profondità di 7.5m dal p.c. (S20 e S22) e 8.6m dal p.c. (S21). Nel mese di aprile dello stesso anno sono state eseguite indagini geofisiche mediante prospezione elettromagnetica ed elettrica. I risultati principali delle indagini sono reperibili nel doc. "Elaborato B – Relazione Geologico-Geotecnica" datato Marzo 2004 e relativi allegati

Nell'immagine seguente si riporta l'ubicazione di tutti i sondaggi geognostici eseguiti nel sito dal 1980 al 2003, (in arancione le prove eseguite nel periodo di riferimento).

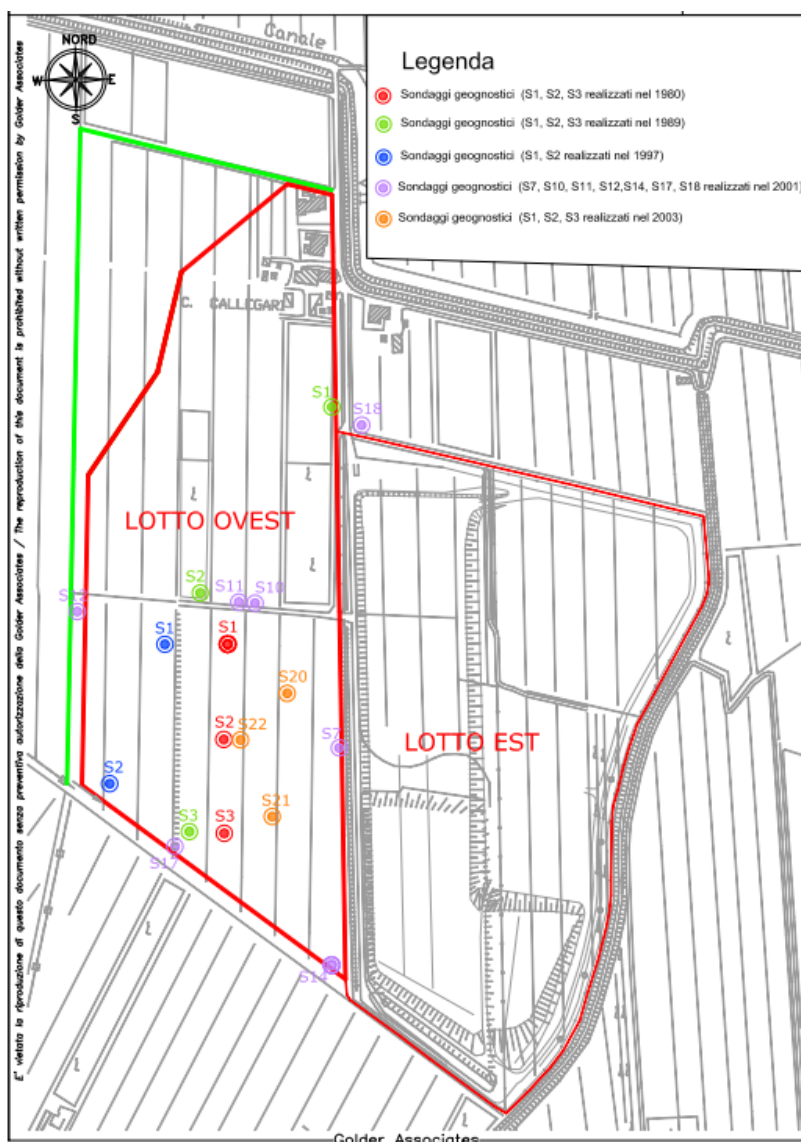


Figura 3.2 Ubicazione indagini geognostiche dal 1980 al 2003

### 3.2.1 Risultati delle indagini

Dai sondaggi eseguiti si evince che i rifiuti raggiungono una quota minima compresa tra -4.60m e -4.86m sotto il l.m.m.

Per l'esecuzione della prospezione elettromagnetica è stata utilizzata un'attrezzatura portatile del tipo GEM 300 costituita da due bobine separate, una emittente ed una ricevente, poste a 1.3m di distanza. Al variare della frequenza di ricetrasmisione varia anche la profondità alla quale è possibile investigare il terreno. In particolare, nel caso esposto, è stata raggiunta una profondità di investigazione di circa 6m dal p.c. Dai valori di conducibilità è stato possibile definire una zona a bassi valori di conducibilità, indicante la presenza di RSU ricoperti e frammisti a terreno di riporto nel settore centro orientale del lotto Ovest e si estende fino al confine est.

Per l'esecuzione della prospezione geoelettrica è stato utilizzato uno strumento della Pasi D.A.S. G16 a 32 canali. I risultati ottenuti avvalorano la presenza di rifiuti nell'area individuata con la precedente analisi elettromagnetica. Si evidenzia la presenza di rifiuti fino alla profondità media di circa 6-7m dal p.c., ovvero a 5m al di sotto del l.m.m. Procedendo verso sud e verso ovest si nota una diminuzione dello spessore dei RSU, fino a risultare assenti in corrispondenza del margine meridionale e del settore orientale del sito investigato.

### 3.3 Indagini geognostiche (febbraio 2004)

Si tratta di indagini mirate ad investigare il settore nord del lotto ovest, mai indagato in precedenza. Tali indagini danno un carattere di integrazione ed approfondimento delle informazioni geologiche – geotecniche acquisite nel corso degli anni. Nel seguito si riporta il piano di indagine:

- sondaggi geognostici a rotazione e carotaggio continuo, di cui 2 spinti fino a 12m dal p.c. (S1 e S2) e 2 spinti fino alla profondità di 20m dal p.c. (S21 e S22);
- installazione di 2 piezometri a tubo aperto in PVC da 4" nei sondaggi spinti fino a 20m di profondità, con predisposizione del tratto finestrato in corrispondenza solo del livello acquifero inferiore;
- prove penetrometriche statiche CPT mediante penetrometro da 20t munito di punta meccanica tipo Begemann;
- prove penetrometriche dinamiche SPT in fase di perforazione in ciascuno dei 4 sondaggi precedenti;

- prelievo di 8 campioni indisturbati di terreno (1 prelievo su ciascun sondaggio) nei livelli sabbiosi;
- esecuzione di opportune prove geotecniche di laboratorio sui campioni prelevati

I risultati completi delle indagini sono reperibili nel doc. "Elaborato B – Relazione Geologico-Geotecnica" datato Marzo 2004 e relativi allegati. Nel seguito si riportano i dati raccolti per i 4 sondaggi e le 4 prove CPT e un'immagine con l'ubicazione delle prove in sito.

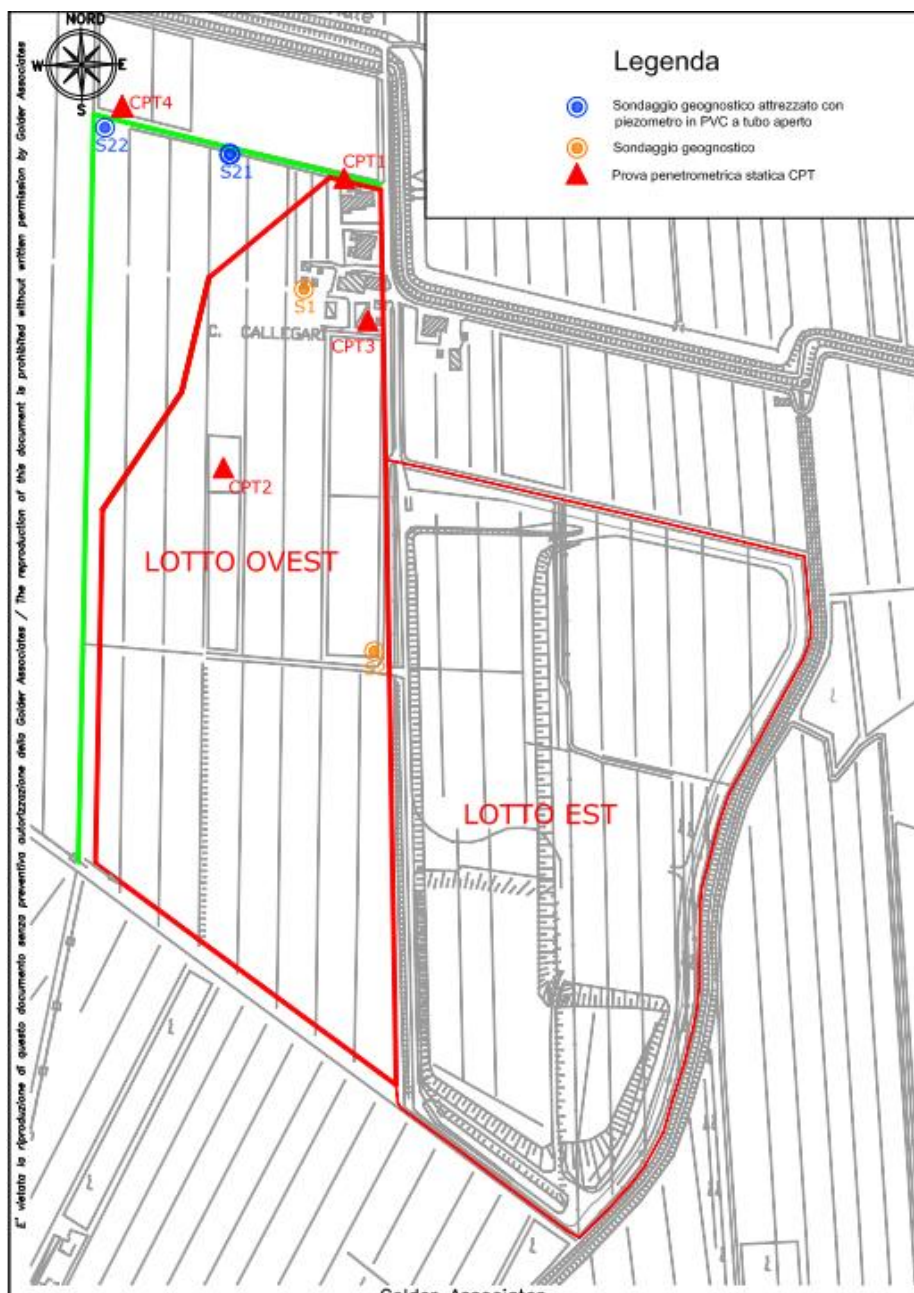


Figura 3.3 Ubicazione delle prove del febbraio 2004

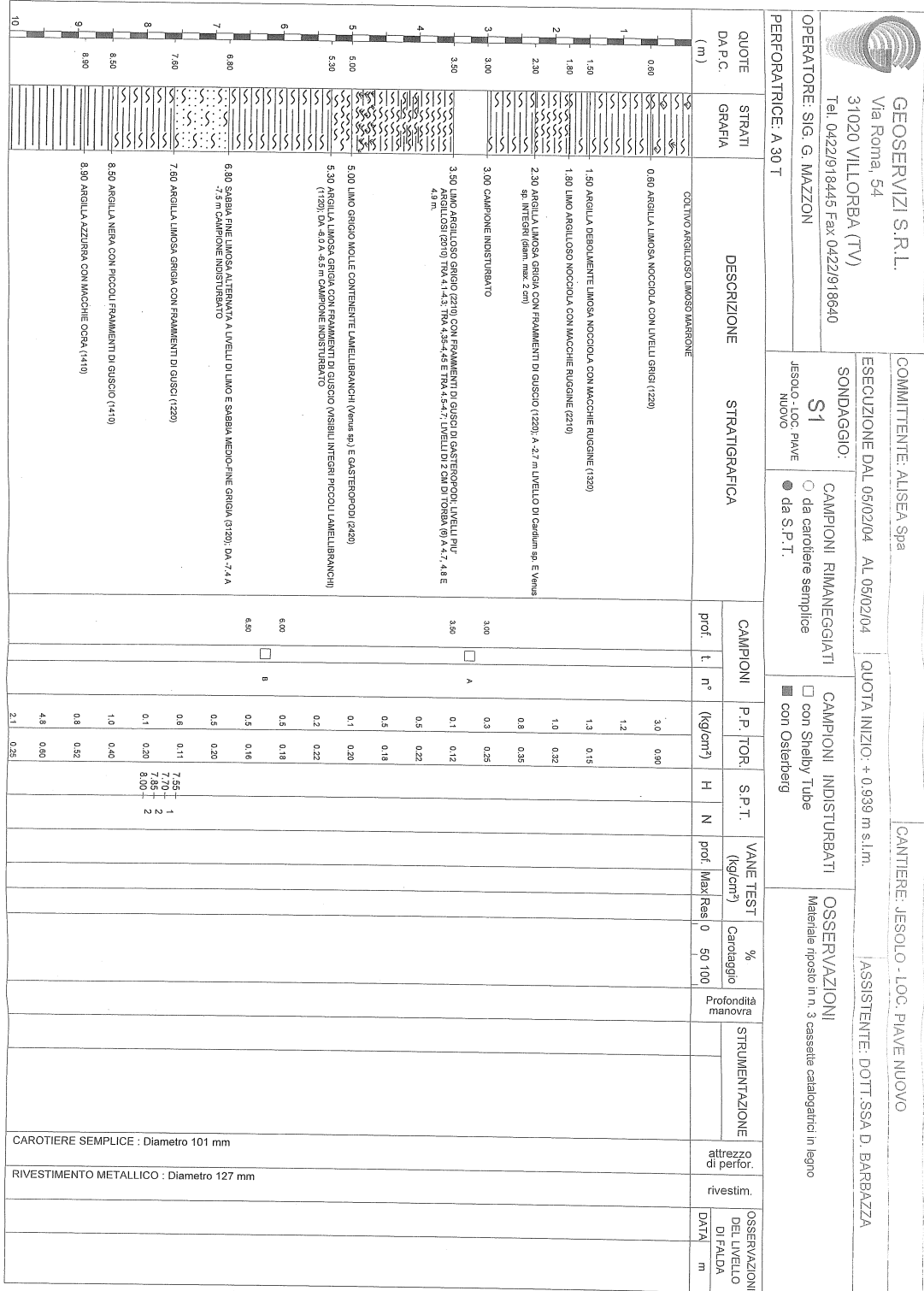


Figura 3.4 Sondaggio S1 - prima parte

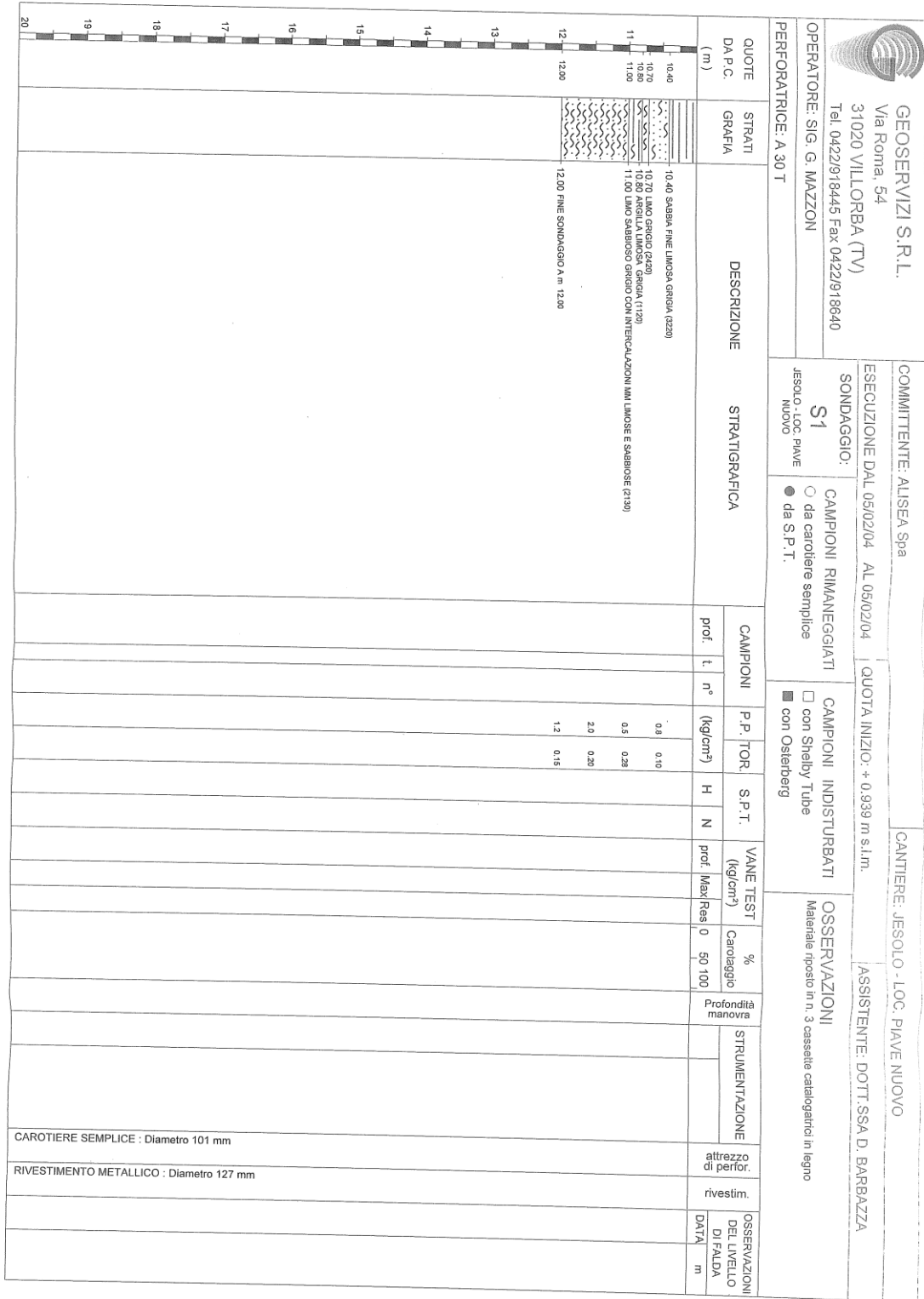
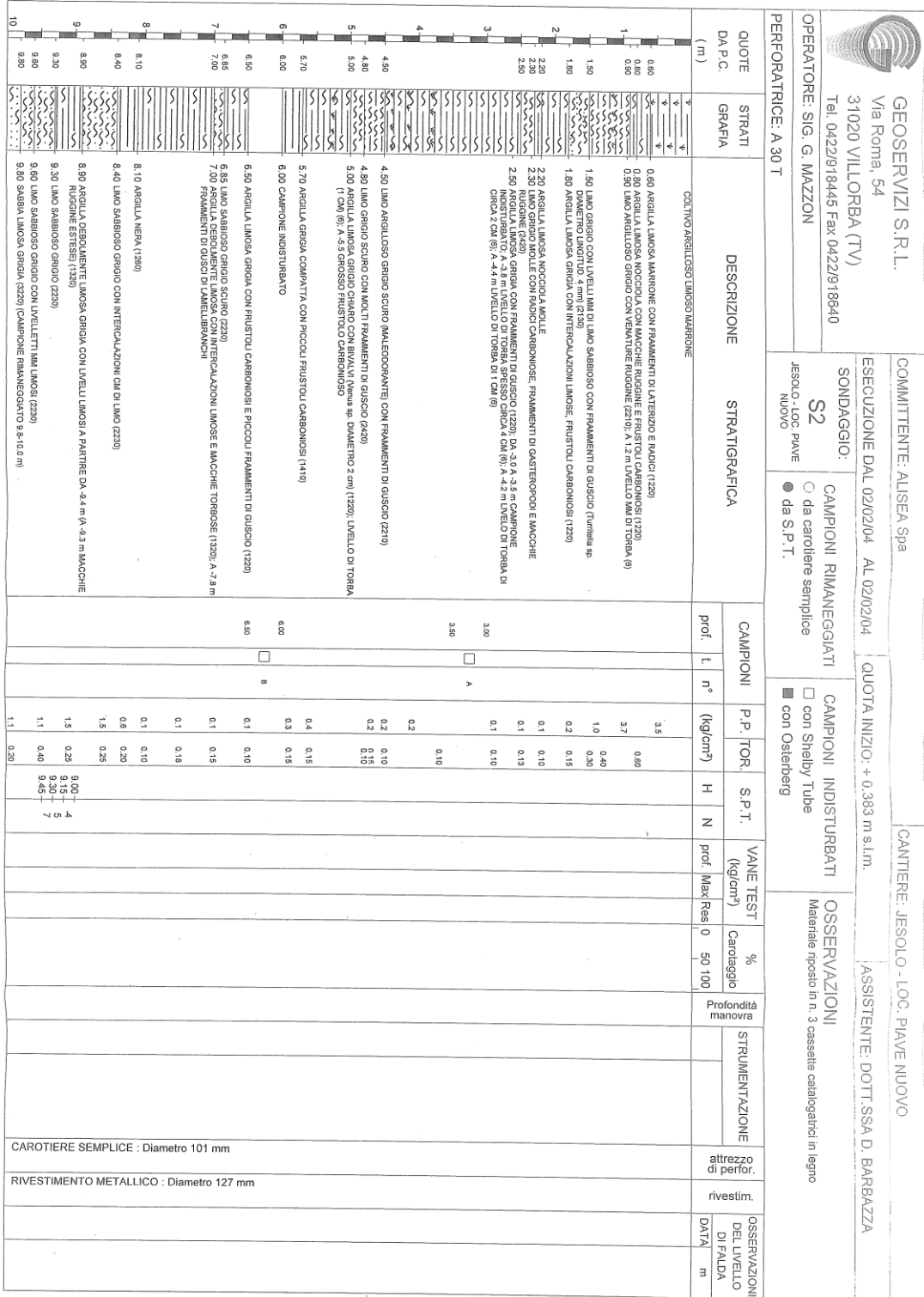


Figura 3.5 Sondaggio S1 - seconda parte



GEOSERVIZI S.R.L.  
Via Roma, 54  
31020 VILLOREBA (TV)  
Tel. 0422/918445 Fax 0422/918940

COMMITTENTE: ALISEA Spa  
CANTIERE: JESOLO - LOC. PIAVE NUOVO  
ASSISTENTE: DOTT. SSA D. BARBAZZA

ESECUZIONE DAL 02/02/04 AL 02/02/04  
QUOTA INIZIO: +0,383 m s.l.m.

SONDAGGIO:  
S2  
JESOLO - LOC. PIAVE NUOVO

CAMPIONI RIMANEGGIATI  
 da carotiere semplice  
 da S.P.T.

CAMPIONI INDISTRIBUITI  
 con Shelby Tube  
 con Osterberg

OSSERVAZIONI  
Materiale riposto in n. 3 cassette catalogatrici in legno

Figura 3.6 Sondaggio S2 – prima parte







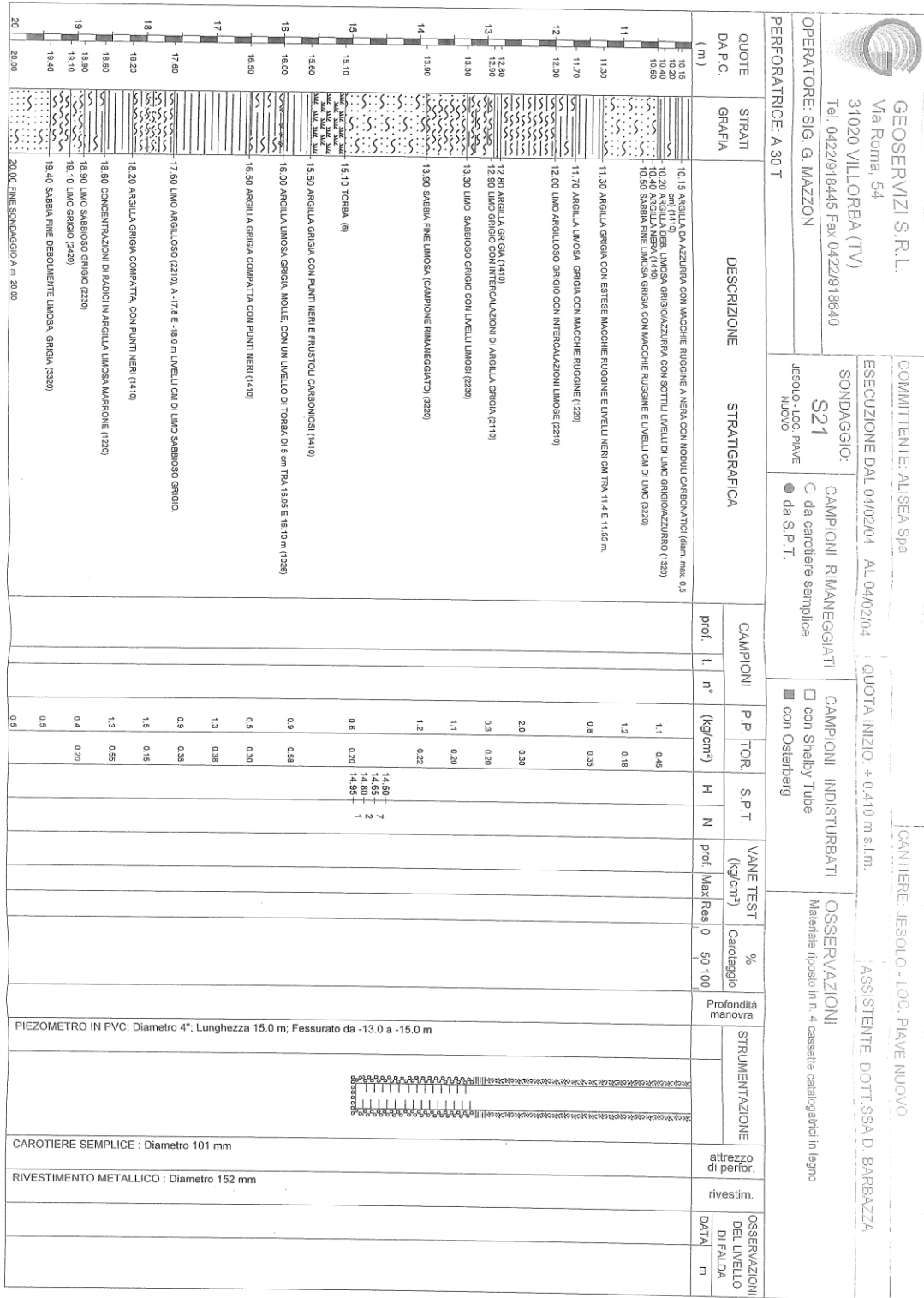


Figura 3.9 Sondaggio S21 - seconda parte

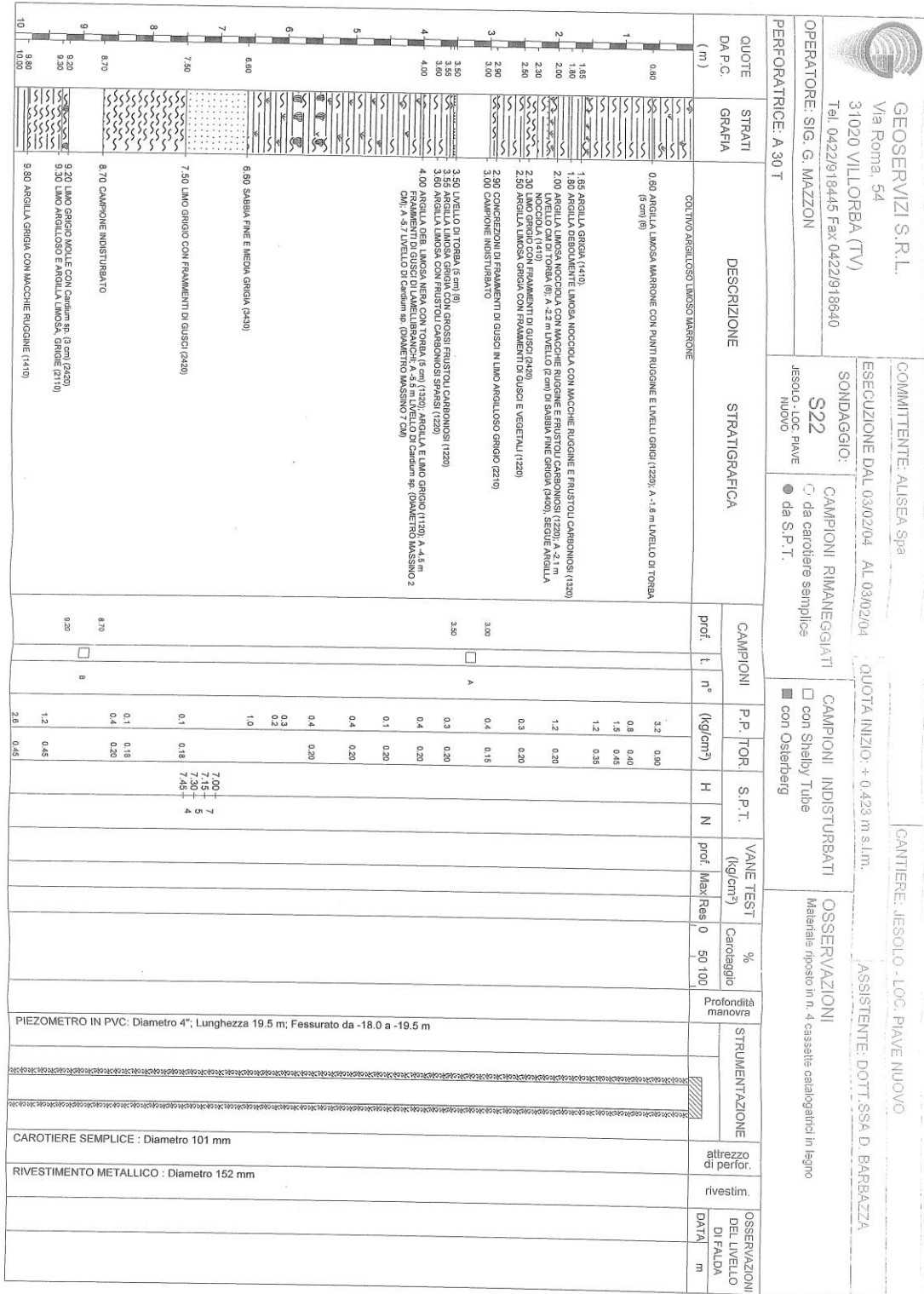


Figura 3.10 Sondaggio S22 – prima parte

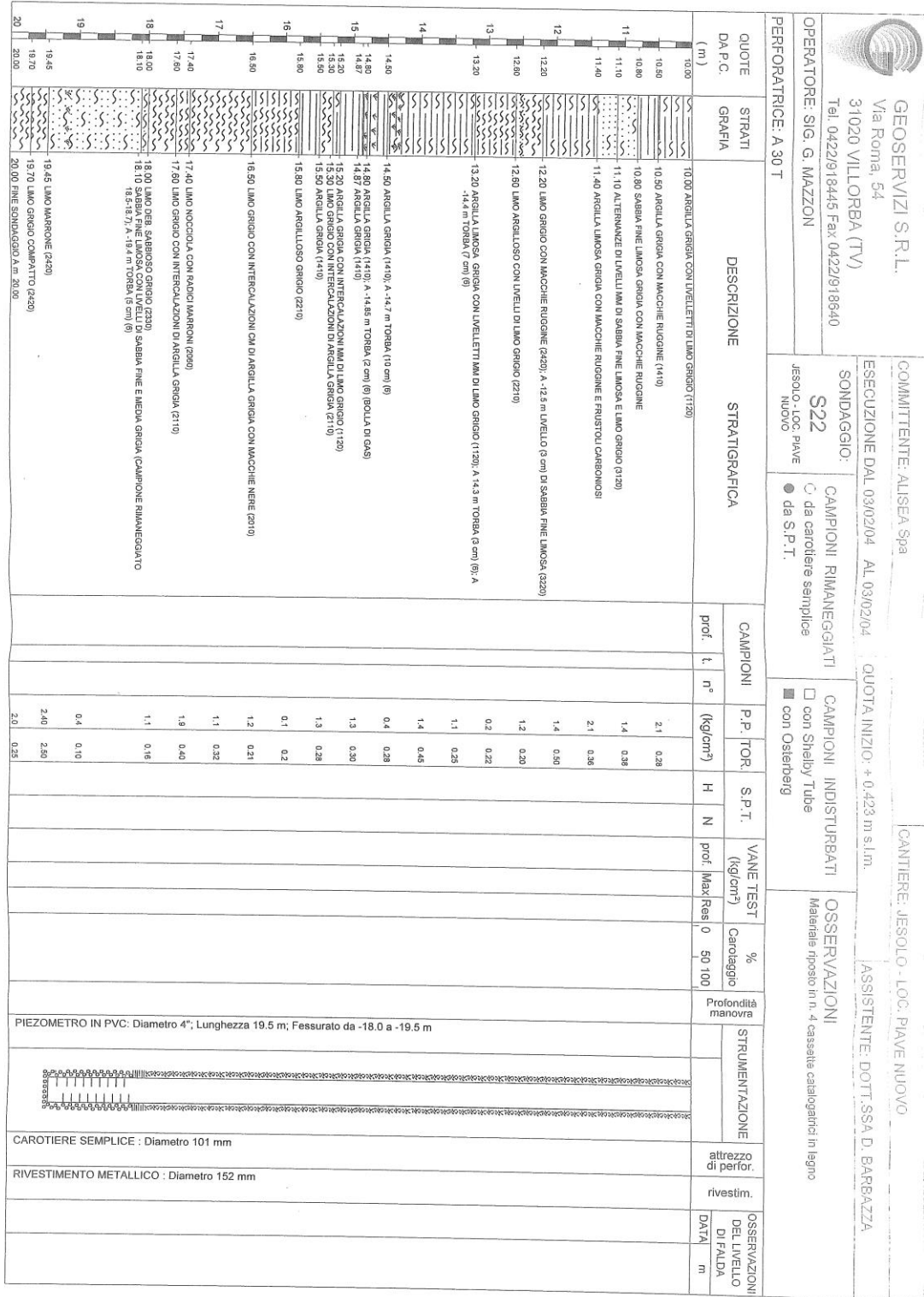


Figura 3.11 Sondaggio S22 – seconda parte

Rifer. 012-04

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 01**

2.010496-058

- committente : Dott. Geol. Barbazza D.  
- lavoro :  
- località : Piave Nuovo - Jesolo (VE)

- data : 02/02/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : -1.15 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 150

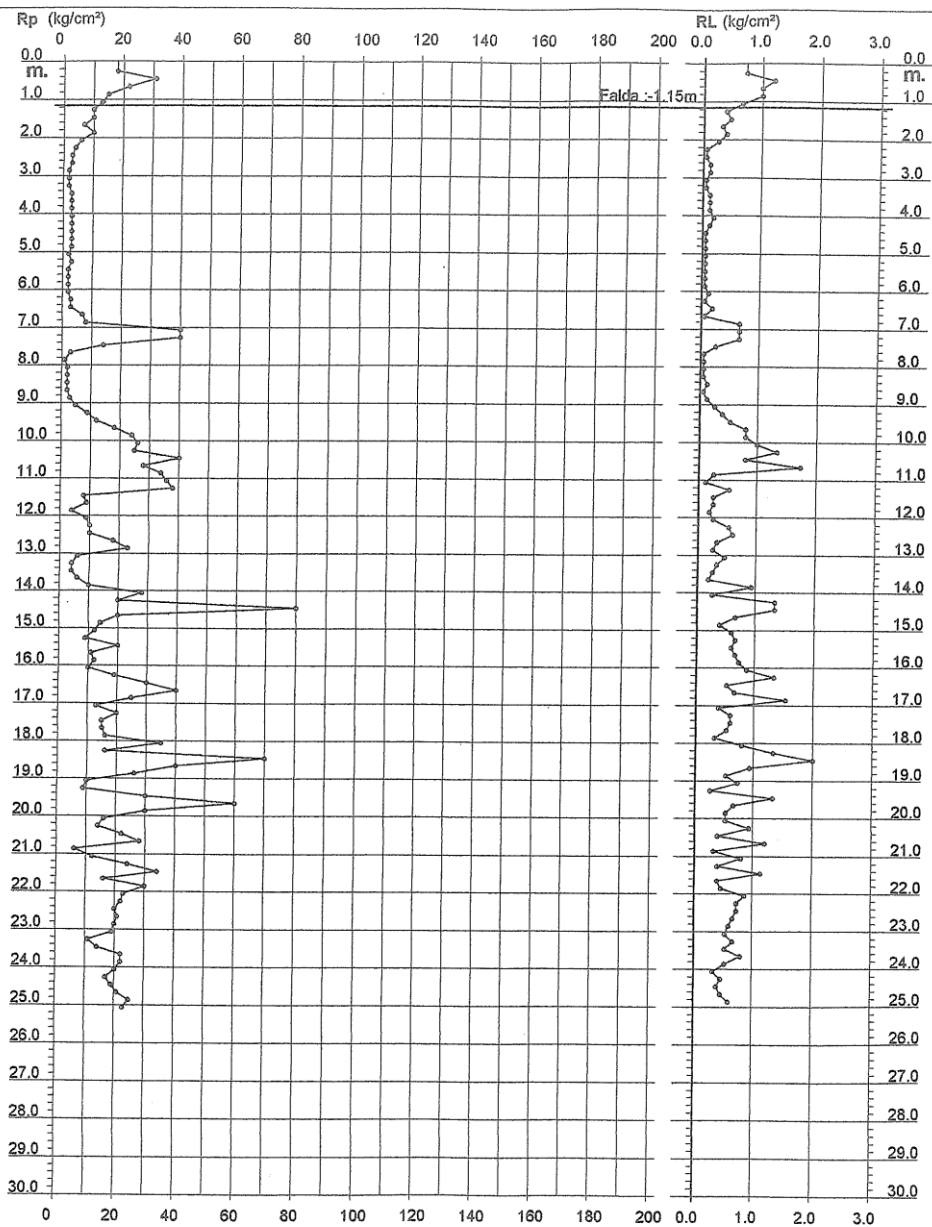


Figura 3.12 CPT 1

Rifer. 012-04

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 02**

2.010496-058

- committente : Dott. Geol. Barbazza D.  
- lavoro :  
- località : Piave Nuovo - Jesolo (VE)

- data : 02/02/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : -1.15 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 150

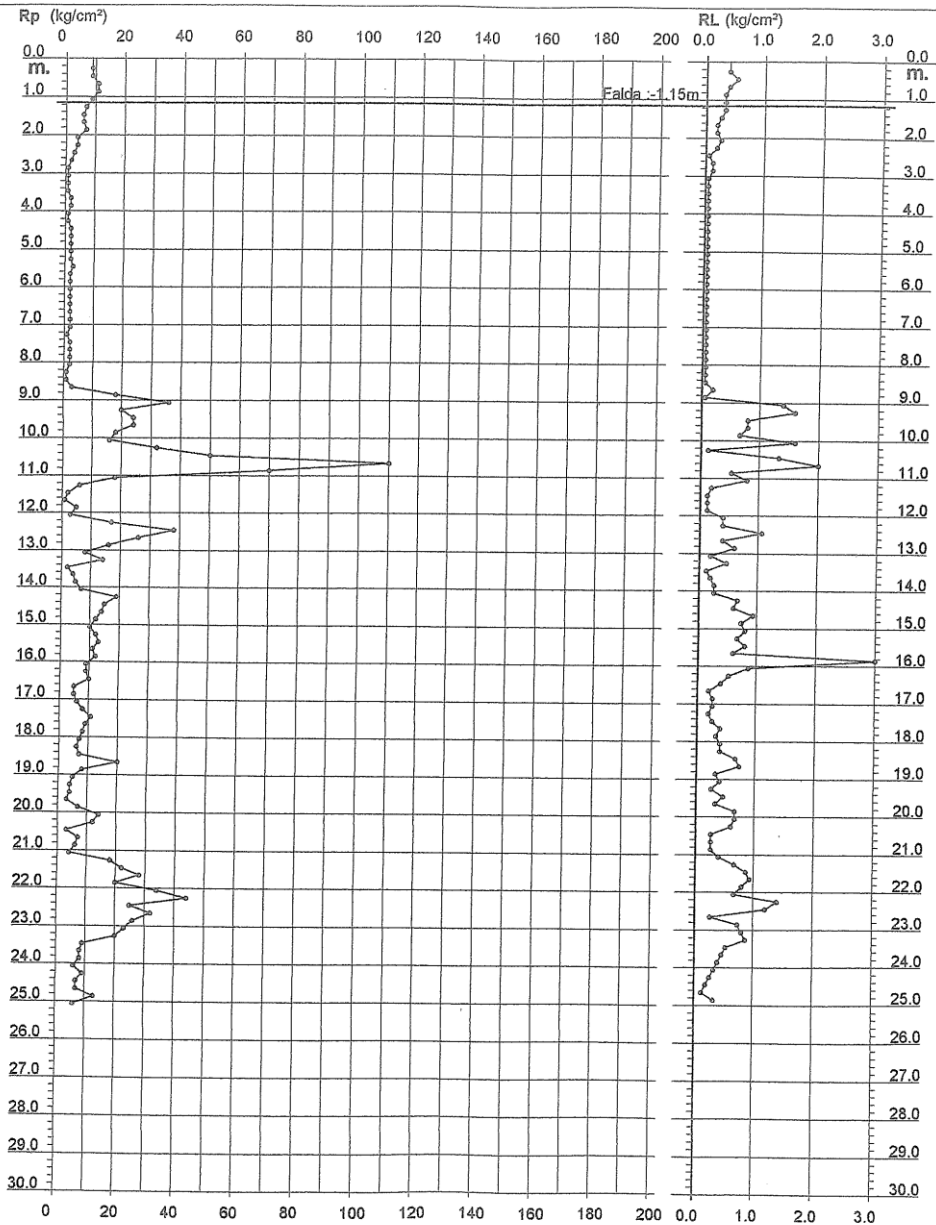


Figura 3.13 CPT 2

Rifer. 012-04

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

**CPT 03**

2.010496-058

- committente : Dott. Geol. Barbazza D.  
- lavoro :  
- località : Piave Nuovo - Jesolo (VE)

- data : 02/02/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : -1.15 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 150

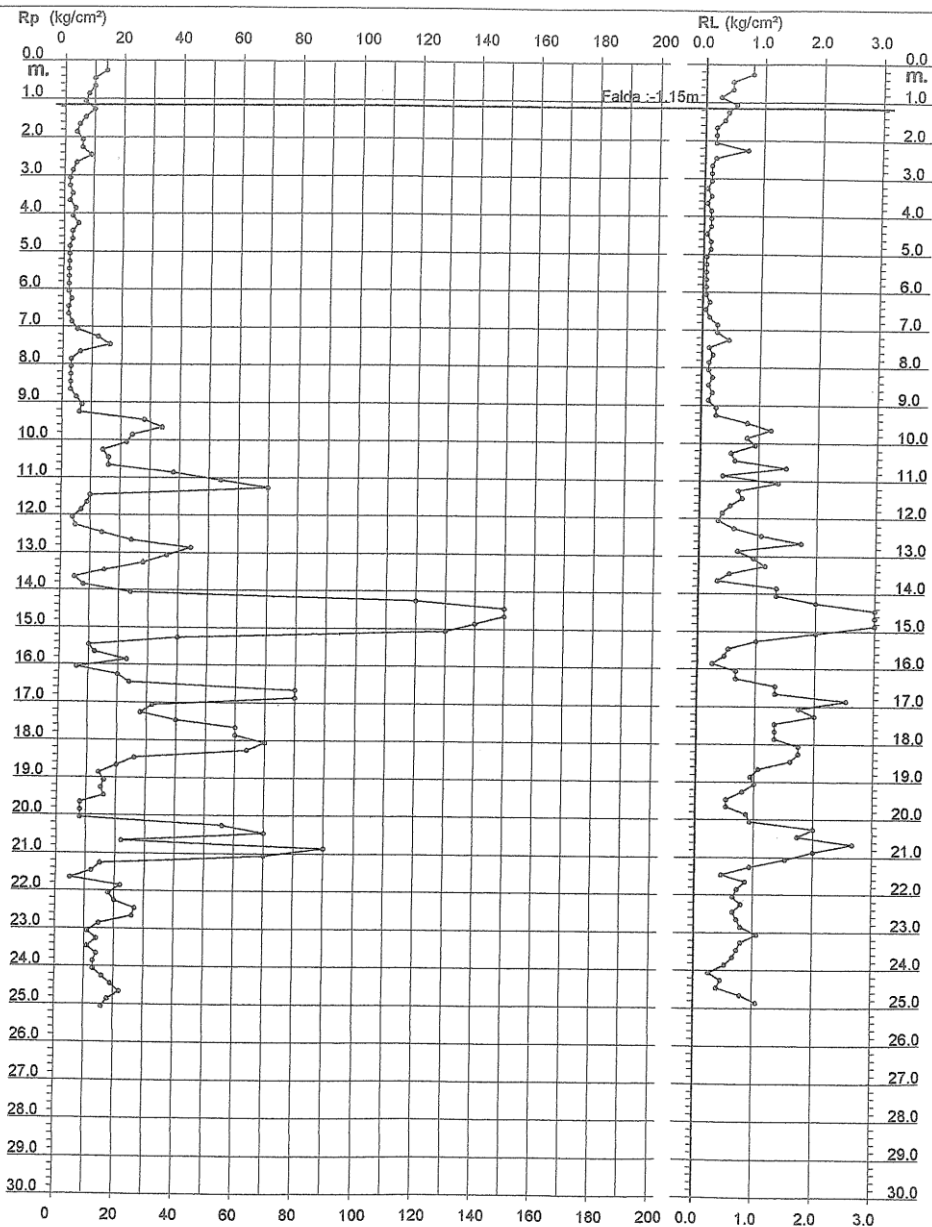


Figura 3.14 CPT 3

Rifer. 012-04

PROVA PENETROMETRICA STATICA  
DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 04

2.010496-056

- committente : Dott. Geol. Barbazza D.  
- lavoro :  
- località : Piave Nuovo - Jesolo (VE)

- data : 02/02/2004  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : -1.15 m da quota inizio  
- scala vert. : 1 : 150

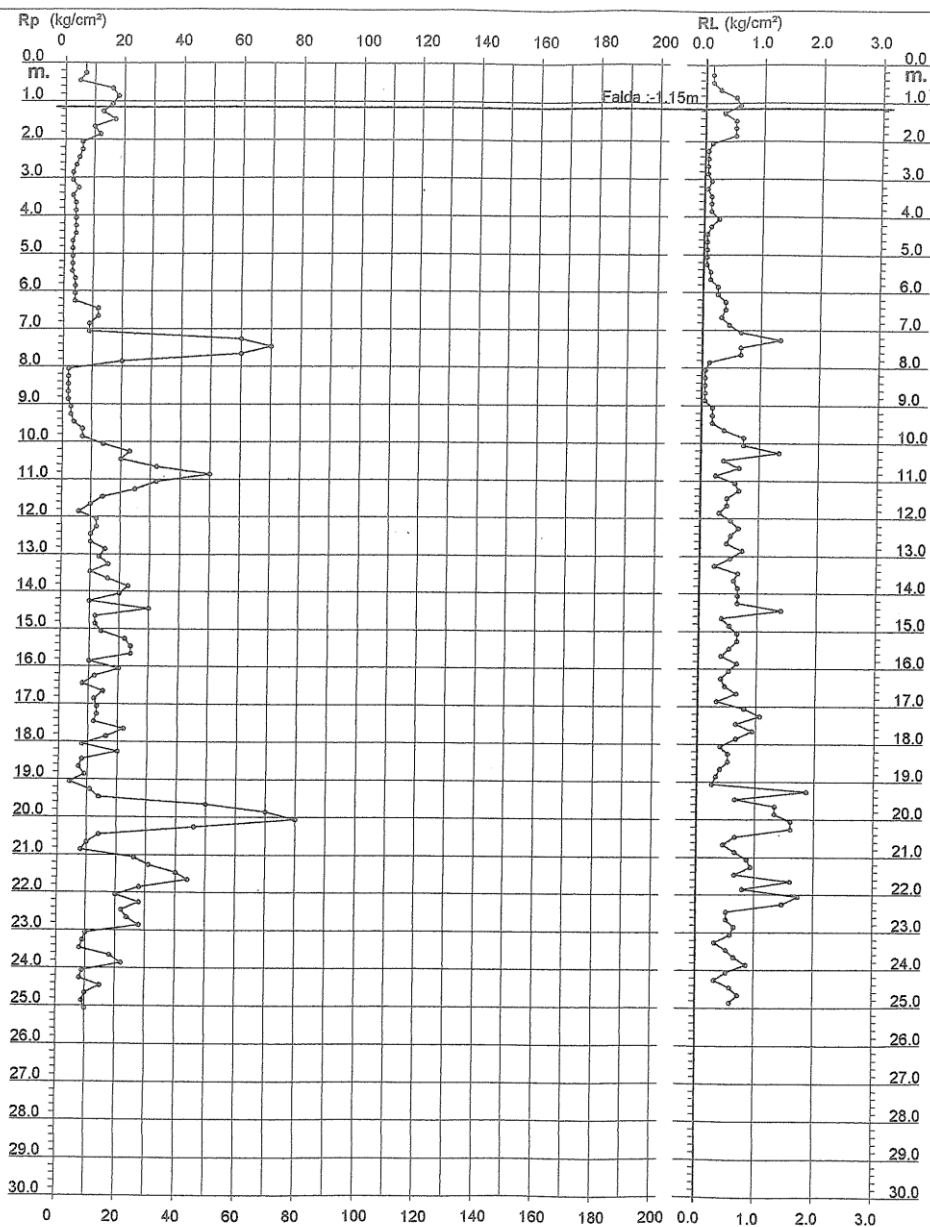


Figura 3.15 CPT 4