

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
PROGETTI PALERMO

SOGGETTO TECNICO:



DIREZIONE TERRITORIALE PRODUZIONE DI PALERMO
S.O. INGEGNERIA

PROGETTAZIONE:

SINTAGMA S.r.l. - ITALIANA SISTEMI S.r.l.

TIMBRO E FIRMA DEL PROGETTISTA



PROGETTO DEFINITIVO

ELETTRIFICAZIONE LINEA: PALERMO - TRAPANI (Via Milo)
TRATTA: ALCAMO DIRAMAZIONE(e) - TRAPANI(i)

SOTTOSTAZIONE ELETTRICA (SSE) DI BRUCA
Elaborati di carattere generale
Relazione geotecnica

SCALA -

Foglio - di -

PROGETTO/ANNO

SOTTOPR.

LIVELLO

NOME DOC.

PROGR.OP.

FASE FUNZ.

NUMERAZ.

3 0 4 8 1 7

S 0 1

P D

T T S S

4 8

0 0 1

E E 0 0 3

Revis.	Descrizione	Progettista	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione	Ing. Granieri	MAG. 19						
B	Aggiornamento	Ing. Granieri	Giu. 20						

LINEA

SEDE TECN.

NOME DOC.

NUMERAZ.

Verificato e trasmesso

Data

Convalidato

Data

Archiviato

Data

Sommario

1	Introduzione.....	2
2	Caratteristiche geologiche e strutturali	3
2.1	Modello geologico dell'area di interesse	3
3	Indagini geognostiche e geofisiche	5
3.1	Prove in sito e di laboratorio	5
3.2	Indagini geofisiche e categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC 2018	7
3.3	Parametri geotecnici	7
3.4	Categoria di Sottosuolo e topografica.....	7
	Allegato 1- Sondaggi Geognostici	10
	Allegato 2- Indagini Geognostiche: Prove di Laboratorio.....	11
	Allegato 3- Indagini Geofisiche	12

1 Introduzione

Nell'ambito dell'Accordo Quadro n.341/2016 la Direzione Territoriale Produzione di Palermo ha affidato alla scrivente (con contratto applicativo n.22/2018) la **"Progettazione definitiva dei lavori relativi alla realizzazione degli impianti di Trazione Elettrica ferroviaria, Sottostazioni Elettriche e Luce e Forza Motrice in galleria delle tratte e stazioni comprese tra la stazione di Cinisi e la stazione di Trapani, compresa la Cabina TE di Piraineto"**.

La nuova SSE di Bruca verrà realizzata in prossimità dell'omonima Stazione. Le aree di proprietà RFI sono molto ampie in quanto in passato Bruca rappresentava una Stazione di primaria importanza anche nell'ambito della movimentazione delle merci. Si rammenta che il progetto di ripristino della linea prevede la trasformazione di Bruca in tratto in piena linea, liberando di fatto tutto il vecchio piazzale di movimentazione. La nuova sottostazione troverà quindi alloggiamento in aree già di proprietà RFI in una zona posta sul lato opposto rispetto all'ex fabbricato viaggiatori e limitrofa alla viabilità pubblica.



La nuova SSE di Bruca sarà costituita da due piazzali indipendenti e dotati di accessi distinti:

- il piazzale TERNA (evidenziato in giallo), di superficie 1550 mq circa in cui verranno realizzate a cura di TERNA tutte le apparecchiature di recapito in AT;
- il piazzale RFI (evidenziato in blu), di superficie 3750 mq circa in cui vengono realizzate le apparecchiature di trasformazione AT/bT, il fabbricato tecnologico, le linee di distribuzione e gli alimentatori.

I piazzali saranno tutti delimitati da muri di cinta in c.a. di altezza superiore a due metri, saranno interamente pavimentati e dotati di un idoneo sistema di smaltimento delle acque meteoriche, nonché di un impianto di illuminazione.

All'interno del piazzale RFI verrà inoltre realizzato un edificio tecnologico di superficie 220 mq circa ed altezza 5,30 metri fuori terra. La struttura sarà costituita da un telaio in c.a., copertura piana in lastre prefabbricate alleggerite e tamponature in laterizio intonacato.

Nel piazzale trovano alloggio inoltre i due trasformatori di potenza 3,6 MVA cadauno con raffreddamento ad olio minerale. I due trasformatori saranno installati sopra a delle idonee vasche in c.a. di contenimenti di eventuali perdite di olio.

2 Caratteristiche geologiche e strutturali

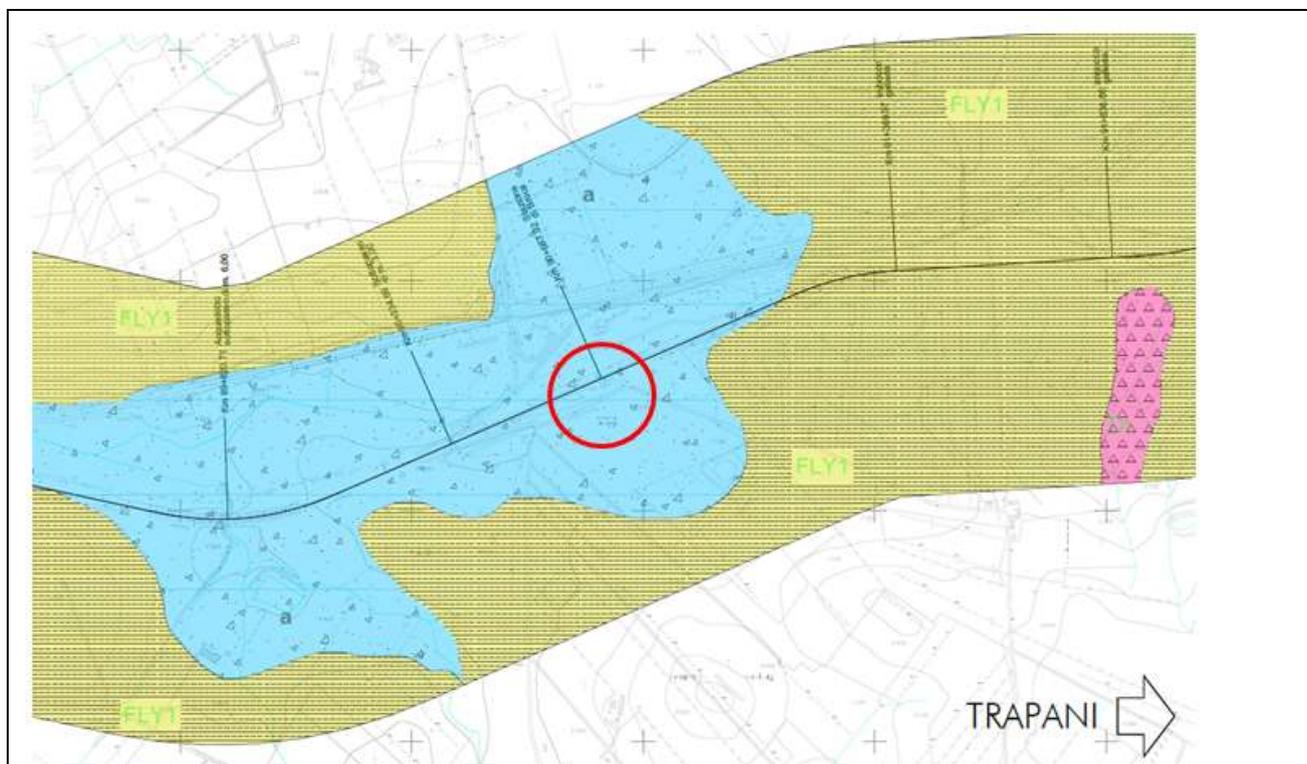
2.1 Modello geologico dell'area di interesse

Al fine di caratterizzare in modo più specifico la zona d'interesse sono stati presi in esame i risultati dello studio geologico svolto nell'ambito del Progetto Definitivo relativo alla "Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo"- **CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016.**

Dalla carta geologica in scala 1:10000 redatta per il suddetto progetto, di cui si riporta un estratto a seguire, si evince che la sottostazione di Bruca interessa principalmente i terreni di sabbiosi, sabbioso-limosi e ghiaiosi appartenenti alle **Alluvioni Recenti-(a)** oloceniche. Le alluvioni sono costituiti da litologie prevalentemente ghiaiosi, sabbiosi e limosi, e si riconducono a depositi di terrazzo fluviale su più ordini che interessano le aree di fondovalle e le aree di piana alluvionale.

Presentano spessori variabili dai 5 ai 20 m di spessore.

Il substrato basale (bedrock) sul quale si sono depositati i sedimenti quaternari, è costituito da argille di colore grigio e grigio verdastro con livelli di sabbie oligoceniche. Tali depositi sono riconducibili alla formazione del **Flysch Numidico-(FLY1)**. La formazione arriva a spessori di 200 m.



Legenda

	ALLUVIONI RECENTI E ATTUALI Terrazzi fluviali su più ordini, prevalentemente sabbiosi, ghiaiosi e limosi (PLEISTOCENE SUP.-OLOCENE)
	FORMAZIONE FLYSH NUMIDICO Argille e argilliti brune, siltose, ricche in ossidi di ferro (OLIGOCENE SUP.-MIOCENE INF)

Figura 1 – Carta geologica Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo- estratto per l'area d'interesse

In base alle caratteristiche litologiche dei terreni presenti nell'area di interesse ai risultati dello studio geologico condotto per il Progetto Definitivo della "Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo"- CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016, possiamo stabilire dei range di valori di permeabilità per formazioni che si presenti nell'area dove verrà realizzata la sottostazione di Bruca.

Di seguito si riporta un estratto della carta idrogeologica:

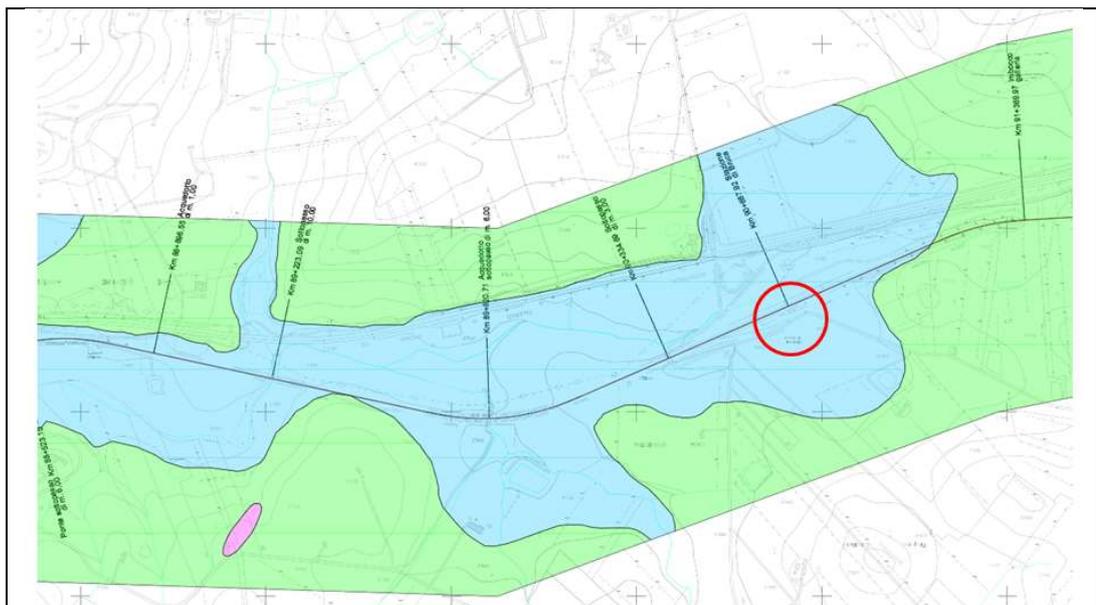


Figura 2 – Carta idrogeologica Progettazione definitiva delle opere civili ed armamento per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo- estratto per l'area d'interesse

- I **terreni alluvionali** di copertura costituiscono un orizzonte semipermeabile, in quanto dotato di una permeabilità variabile in funzione della granulometria dei materiali che la compongono. La maggiore frazione del sedimento, infatti, è costituita da limi e limi sabbiosi molto plastici, ai quali si interpongono aritmicamente livelli e/o lenti di sabbia e ghiaia fine, caratterizzati da un coefficiente di permeabilità (K) compreso fra 10^{-3} - 10^{-5} cm/s.
- Le **argille** della formazione di base rappresentano il substrato impermeabile a cui compete un coefficiente di permeabilità (K) compreso tra 1^{0-5} cm/s 1^{0-7} cm/s.

 RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	ELETTRIFICAZIONE LINEA: PALERMO - TRAPANI (Via Milo) TRATTA: ALCAMO DIRAMAZIONE(e) – TRAPANI(i)
304817_S01_PD_TTSS_48_001_EE003	SSE di BRUCA - Relazione Geotecnica

Classi di permeabilità	Coefficiente di permeabilità (K)	Formazione litologica
1a classe: Terreni a permeabilità da molto bassa a nulla	$K = 10^{-5} - 10^{-7} \text{ cm/sec}$	Flysch Numidico-(FLY1)
2a classe: Terreni a permeabilità primaria per porosità	$K = 10^{-3} - 10^{-5} \text{ cm/sec}$	Alluvioni recenti- (a)

La falda acquifera è superficiale, e si attesta ad una quota di circa -1.26 m da piano campagna, allocata nei depositi alluvionali di copertura con moto di filtrazione pressoché parallelo alla superficie topografica.

Tale dato deriva dalle letture piezometriche effettuate per la campagna geognostica del Progetto Definitivo per il ripristino della linea Palermo - Trapani via Milo"- CONTRATTO APPLICATIVO n.9/2017 - A.Q. n.341/2016 del 29/11/2016, ed in particolare è stato preso in considerazione il sondaggio S24i ubicato nei pressi dell'area di progetto.

Piezometro	data lettura	Livello ⁽¹⁾ (m)
S24i	28/09/2018	1.3

3 Indagini geognostiche e geofisiche

3.1 Prove in sito e di laboratorio

Nell'ambito della campagna geognostica condotta sono stati eseguiti n° 2 sondaggi a carotaggio continuo (S1-S2) impiegando carotiere semplice e con prelievo di campioni indisturbati (campionatore Schelby).

I sondaggi sono stati eseguiti con una sonda CMV equipaggiata con pompa fanghi e pompa scolatrice ad alta pressione.

Non sono state effettuate prove SPT (Standard Penetration Test) ma al fine di parametrizzare il sito dal punto di vista geotecnico sui campioni prelevati dai sondaggi sono state eseguite le seguenti prove di laboratorio:

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto di acqua del campione – ASTM D 2216-80;
- determinazione del peso per unità di volume BS 1377;
- determinazione del peso specifico-ASTM D 854;
- granulometria mediante sedimentazione e/o setacciatura- ASTM D 422;
- determinazione dei limiti di Atterberg – ASTM D 4318;
- Prova ELL- ASTM D2166
- Prova Triassiale CD- ASTM D4767

I risultati delle indagini e prove eseguite sono riassunte in forma tabulare di seguito.

SONDAGGIO	CAMPIONE	QUOTA PRELIEVO	Peso di volume(γ)	Peso di volume secco (γ_d)	Granulometria			
		m	KN/m ³	KN/m ³	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
S1	C1	5,0-5,5	18,68	15,22	-	12	44	44
	C2	10,0-10,5	-	-	-	-	-	-
S2	C1	6,0-6,5	18,95	15,03	-	10	34	56
	C2	10,0-10,5	-	-	-	-	-	-

Tabella riassuntiva della determinazione dei pesi di volume e granulometrica

SONDAGGIO	CAMPIONE	QUOTA PRELIEVO	Limiti di Atterberg				
		m	LIMITE LIQUIDO (LL)	CONT. ACQUA (W_n)	LIMITE PLASTICO (W_p)	INDICE PLASTICO (IP)	INDICE DI CONSISTENZA (Ic)
S1	C1	5,0-5,5	58,63	22,73	24,59	34,05	1,05
	C2	10,0-10,5	-	-	-	-	-
S2	C1	6,0-6,5	72,29	26,04	26,54	45,76	1,01
	C2	10,0-10,5	-	-	-	-	-

Tabella riassuntiva della determinazione dei limiti di Atterberg

SONDAGGIO	CAMPIONE	QUOTA PRELIEVO	LITOLOGIA	TRIASSIALE CD	
		m		c (Kpa)	ϕ (°)
S1	C1	5,0-5,5	Argilla limosa inizialmente di colore tabacco poi grigia	-	-
	C2	10,0-10,5	Argilla limosa inizialmente di colore tabacco poi grigia	-	-
S2	C1	6,0-6,5	Limo di colore tabacco e poi progressivamente sul grigio a luoghi sottili livelli quarzarenitici	18,39	15,07
	C2	10,0-10,5	Limo di colore tabacco e poi progressivamente sul grigio a luoghi sottili livelli quarzarenitici	-	-

Tabella riassuntiva dei risultati della prova triassiale

 RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	ELETTRIFICAZIONE LINEA: PALERMO - TRAPANI (Via Milo) TRATTA: ALCAMO DIRAMAZIONE(e) – TRAPANI(i)
304817_S01_PD_TTSS_48_001_EE003	SSE di BRUCA - Relazione Geotecnica

I risultati della prova ELL non si ritengono invece significativi.

Per le stratigrafie dei sondaggi geognostici e i certificati delle prove di laboratorio si rimanda rispettivamente agli allegati 1 e 2 alla presente relazione.

3.2 Indagini geofisiche e categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC 2018

Al fine di investigare le caratteristiche sismostratigrafiche del sottosuolo è stata realizzata una prospezione geofisica di sismica passiva Re.mi. eseguite impiegando un sismografo modulare Geode (Geometrics) a 24 bit di risoluzione, elevatissima larghezza di banda (1.75 Hz-20000 Hz), configurato con un modulo opzionale in grado di acquisire 64.000 campioni per traccia.

Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza sono stati impiegati dei geofoni verticali a bassa frequenza di risonanza (4.5 Hz della Geospace) con i quali sono state registrate le onde di Rayleigh ottenendo profili di Vs (velocità impiegando un sismografo modulare Geode (Geometrics) a 24 bit di risoluzione, elevatissima larghezza di banda (1.75 Hz-20000 Hz), configurato con un modulo opzionale in grado di acquisire 64.000 campioni per traccia.

Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza si sono impiegati dei geofoni verticali a bassa frequenza di risonanza (4.5 Hz della Geospace) con i quali si sono registrate le onde di Rayleigh ottenendo profili di Vs (velocità onde di taglio) fino a profondità elevate dal p.c. (100 m dal p.c.).

In fase di elaborazione, per ognuno di queste acquisizioni, è stata effettuata la modellizzazione diretta monodimensionale con inversione di velocità al fine di ottenere lo spettro di potenza, le curve di dispersione ed infine con il picking attuato, il profilo di velocità Vs.

3.3 Parametri geotecnici

In definitiva per il terreno limo-argillo-sabbioso si definiscono i parametri geotecnici riportati nella tabella seguente.

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume, γ (kN/m ³)	18.95
Angolo di resistenza al taglio, φ' (°)	15.07
Coesione efficace, c' (Kpa)	18.39
Modulo di Young, E' (MPa)	60

3.4 Categoria di Sottosuolo e topografica

Per la definizione dell' azione sismica di progetto, l' effetto della risposta sismica locale, si valuta mediante specifiche analisi (cap. 7.11.3 delle NTC 2018), oppure si può fare riferimento all' approccio semplificato, che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione della velocità di propagazione delle onde di taglio, Vs.

Nello specifico, ai fini della classificazione del sottosuolo, con le nuove norme tecniche si fa riferimento alla **Vs,eq** velocità equivalente delle onde di taglio, e non più alla Vs,30 (NTC2008).

La velocità Vs,eq è definita dalla seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con

hi = spessore dello stato i-esimo;

Vs,i = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati;

H = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da Vs non inferiore a 800 m/sec.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato viene riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità viene riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio Vs,eq è definita dal parametro Vs30, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo per le quali è possibile il ricorso all'approccio semplificato, secondo le NTC 2018; nella determinazione della risposta sismica locale sono le seguenti:

CATEGORIA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICHE
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30m.

Rispetto alle NTC 2008 sono state eliminate le categorie aggiuntive S1 e S2 ed è stata ridefinita la categoria di sottosuolo E.

Per tutti i terreni non classificabili nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale per la definizione dell'azione sismica.

 RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo	ELETTRIFICAZIONE LINEA: PALERMO - TRAPANI (Via Milo) TRATTA: ALCAMO DIRAMAZIONE(e) – TRAPANI(i)
	304817_S01_PD_TTSS_48_001_EE003 SSE di BRUCA - Relazione Geotecnica

La caratterizzazione della risposta sismica del sito in esame, è stata condotta sulla base dell'interpretazione della prova **Re.mi** realizzata durante la campagna geognostica effettuata per il Progetto di realizzazione delle sottostazioni elettriche (Aprile 2019).

Nelle tabelle seguenti si riassumono i relativi risultati.

Sottostazione	Prova	Strati	Profondità da (m)	Spessore (m)	Profondità a (m)	V _s (m/s)	V _{s,eq} (m/s)	488,8	Categoria di sottosuolo NTC 2018	Cat. B
BRUCA	Re.mi1	0-6	0,0	6,0	6,0	160,0				
		6 - 19,8	6,0	13,8	19,8	400,0				
		19,8-45	19,8	25,2	45,0	656,0				
		45-60	45,0	15,0	60,0	1216,0				
			60,0							

Per quanto riguarda le condizioni topografiche del sito, le Norme Tecniche per le Costruzioni prevedono la seguente suddivisione in 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 $i > 30^\circ$

Categorie Topografiche (Tab. 3.2.III D.M. 17/01/2018)

Dall'analisi morfologica emerge che il sito rientra nella **categoria T1**. In funzione delle categorie topografiche sopradescritte e dell'ubicazione dell'opera sono stati definiti i valori del coefficiente di amplificazione topografica S_T .

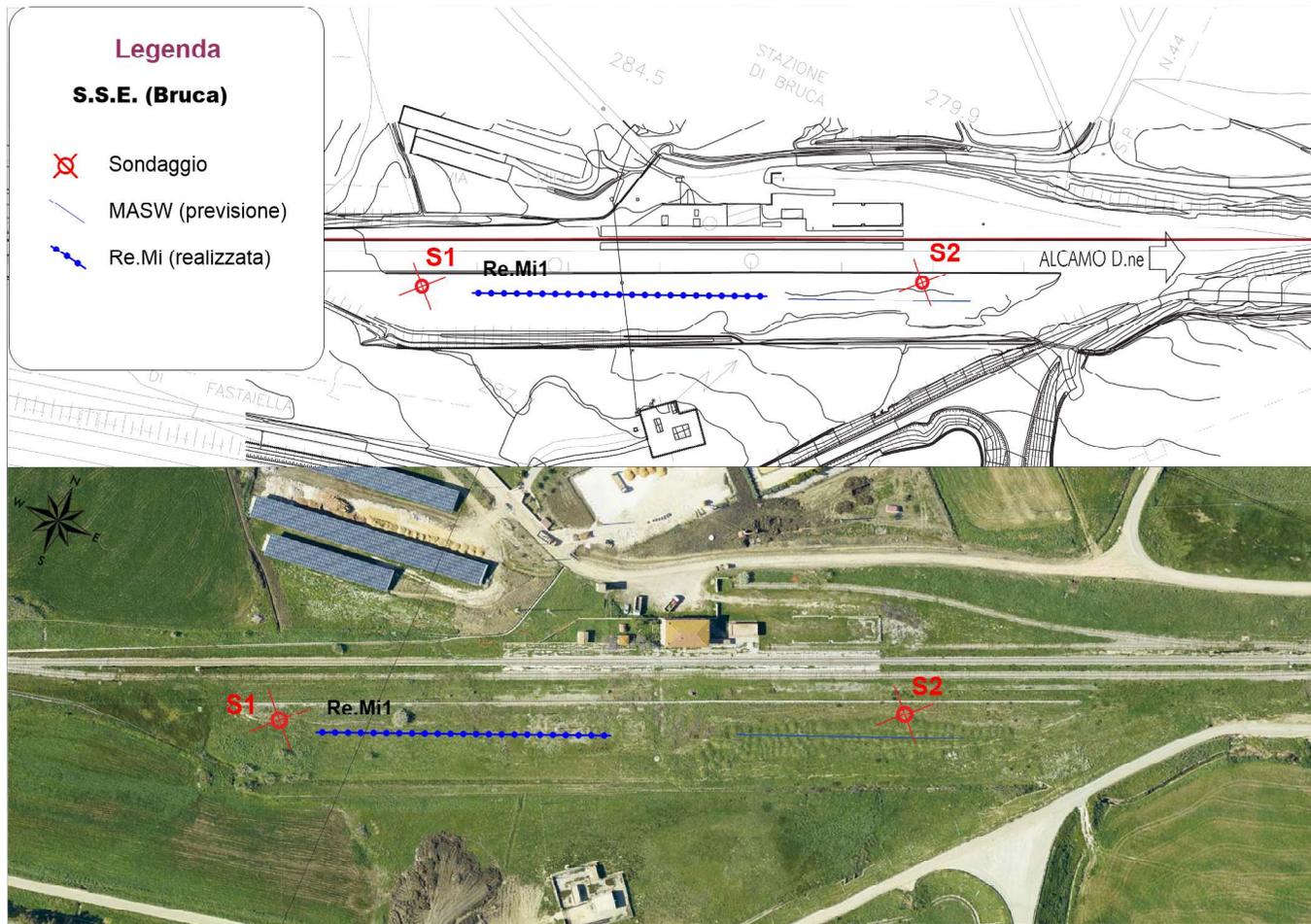
Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica S_T (Tab. 3.2.V D.M. 17/01/2018)

Dalla soprastante tabella emerge che per il sito in questione si può adottare **$S_T=1,0$**

 <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo</p>	<p>ELETTRIFICAZIONE LINEA: PALERMO - TRAPANI (Via Milo) TRATTA: ALCAMO DIRAMAZIONE(e) – TRAPANI(i)</p>
304817_S01_PD_TTSS_48_001_EE003	SSE di BRUCA - Relazione Geotecnica

Allegato 1- Sondaggi Geognostici



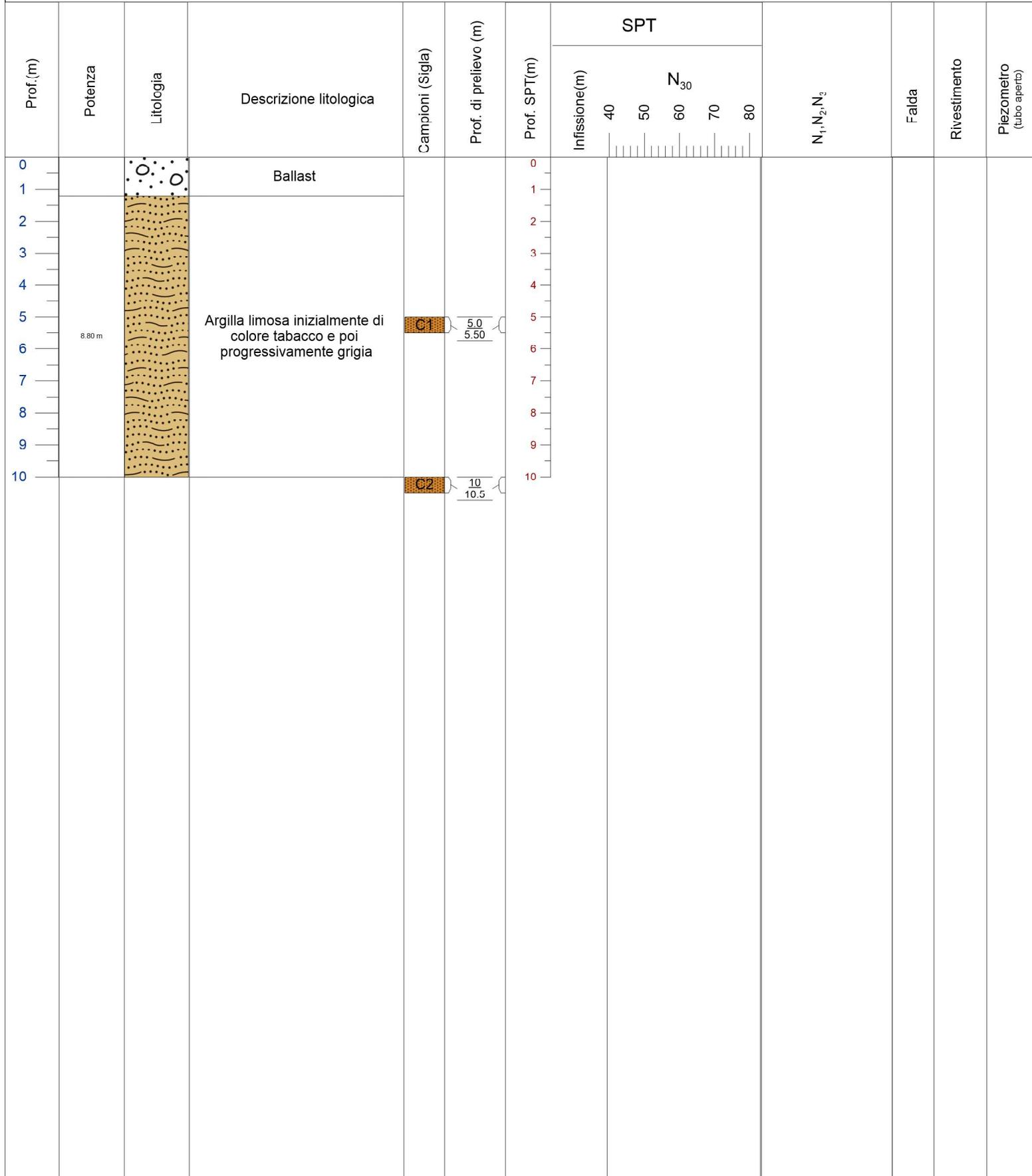
Tav. 4

COLONNA STRATIGRAFICA

Cantiere: Bruca (sottostazione elettrica)

Sondaggio: S1

Data esecuzione campagna geognostica: marzo 2019



Impresa: Lotto 1 Palermo Societa' Consortile A.R.L.

Progetto: Indagini geognostiche a corredo del progetto per la realizzazione di sottostazioni elettriche - Linea ferroviaria Palermo-Trapani (Via Milo) -

-  Campione: indisturbato
-  Campione: rimaneggiato

Certificazione colonna stratigrafica:
dott. Geol. G. Marino
(timbro e firma)

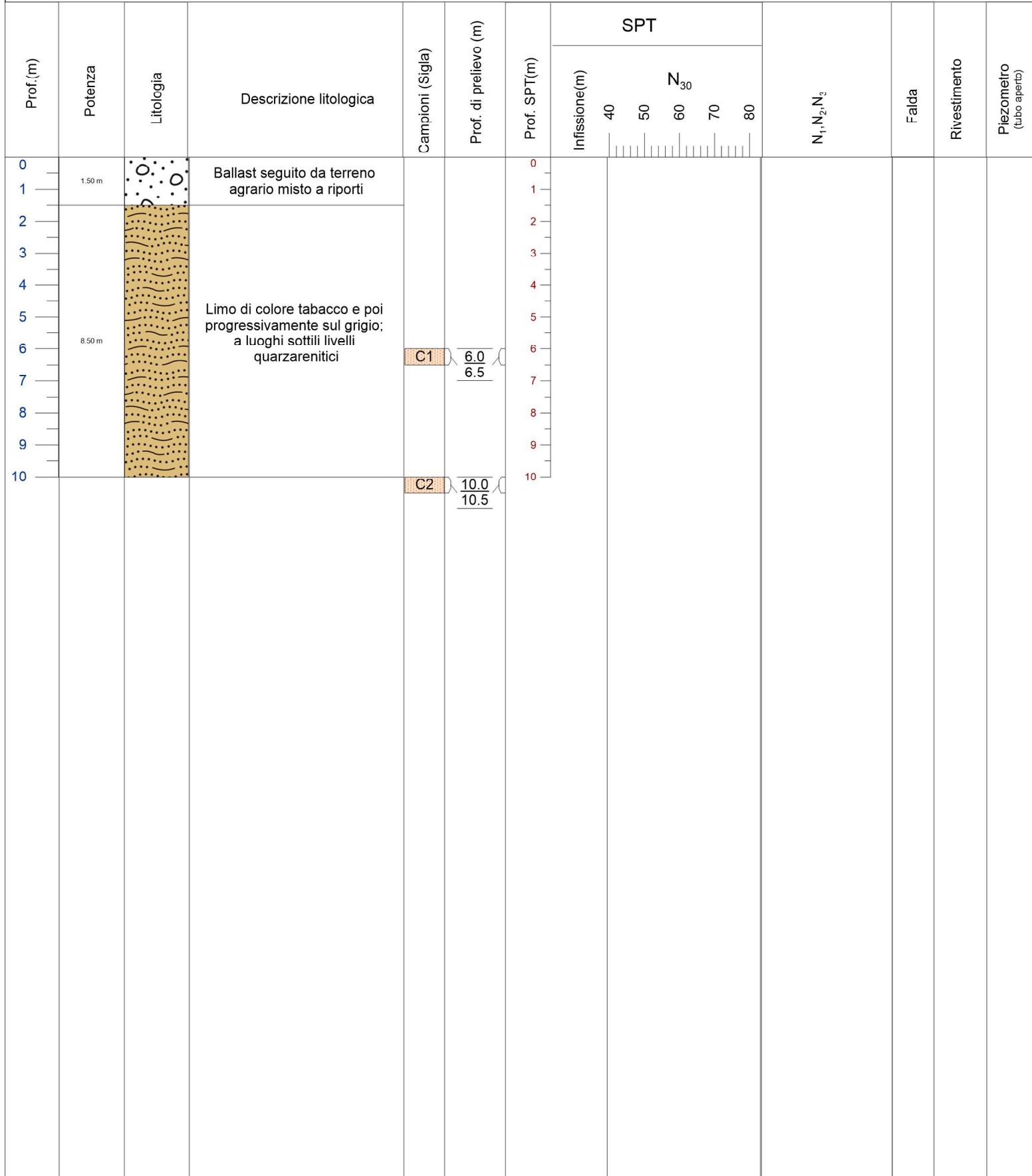
Fig. 1.e

COLONNA STRATIGRAFICA

Cantiere: Bruca (sottostazione elettrica)

Sondaggio: S2

Data esecuzione campagna geognostica: marzo 2019



Impresa: Lotto 1 Palermo Societa' Consortile A.R.L.

Progetto: Indagini geognostiche a corredo del progetto per la realizzazione di sottostazioni elettriche - Linea ferroviaria Palermo-Trapani (Via Milo) -

- Campione: indisturbato
- Campione: rimaneggiato

Certificazione colonna stratigrafica:
dott. Geol. G. Marino
(timbro e firma)

Fig. 1.f

Bruca



Foto 16 – Sondaggio S1 – postazione



Foto 17 – Sondaggio S1 – cassetta



Foto 18 – Sondaggio S1 – cassetta 2



Foto 19 – Sondaggio S2 – postazione



Foto 20 – Sondaggio S2 – cassetta 1



Foto 21 – Sondaggio S2 – cassetta 2

 <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo</p>	<p align="center">ELETTRIFICAZIONE LINEA: PALERMO - TRAPANI (Via Milo) TRATTA: ALCAMO DIRAMAZIONE(e) – TRAPANI(i)</p>
<p>304817_S01_PD_TTSS_48_001_EE003</p>	<p align="center">SSE di BRUCA - Relazione Geotecnica</p>

Allegato 2- Indagini Geognostiche: Prove di Laboratorio

	SCHEDA CAMPIONE	Rif. interno n°	16/19
	Bruca S1 C1	Certificato n°	88/19 a
		Data emissione	10/04/2019
		n° pagine 1 / 5	

Rif. Verbale di accettazione n° 683

Committente LOTTO 1 PALERMO, Società Consortile A.R.L.

Direttore Lavori - Località: Linea ferroviaria Palermo-Trapani (Via Milo)

Oggetto: Indagini geognostiche per la realizzazione di Sottostazioni Elettriche nella stazioni di Partinico, Alcamo D.ne, Bruca, Milo e della cabina T.E. nella stazione di Piraineto

Sondaggio	Bruca S1	Campione	C1
Profondità	5.00-5.50 metri p.c.	Contenitore	fustella metallica
Data prelievo campione	-	Data accettazione	22-mar-19
		Data inizio prove	25-mar-19

Descrizione del campione

Argilla di colore grigio con struttura brecciata. Umida e coesiva.

Classe di qualità Q5 Indisturbato Rimaneggiato

Infissione pocket penetrometer	<100 kPa	-	100<kPa<400	x	> 400 kPa	-
Infissione pocket vane - test	N/cm ²					

Prove effettuate

	data prove			data prove	
Contenuto d'acqua	25/03/2019	x	Edometria		
Peso di volume	25/03/2019	x	Taglio diretto		
Peso specifico dei grani	29/03/2019	x	Taglio residuo		
Limiti di Atterberg	02/04/2019	x	ELL	25/03/2019	x
Limite di ritiro			Triassiale UU		
Analisi granulometrica (setacci)	26/03/2019	x	Triassiale CU		
Analisi granulometrica (sedimentaz.)	29/03/2019	x	Triassiale CD		
Analisi granulometrica (UNI 10006:2002)			Point Load Test		
			Perm a car cost.		
Compattazione Proctor modificato			Perm. a car var		
Penetrazione CBR			Perm in cella tx		

Grandezze Indice

Contenuto d'acqua I W ₀ (%)	22.71	Peso specifico I γ _s (kN/m ³)	26.07
Contenuto d'acqua II W ₀ (%)	22.75	Peso specifico II γ _s (kN/m ³)	26.06
Contenuto d'acqua medio W ₀ (%) (media 2 determinaz.)	22.73	Peso specifico medio γ _s (kN/m ³) (media 2 determinaz.)	26.07
Peso di volume γ (kN/m ³)	18.68	Grado di saturazione (S _n) (%)	84.79
Peso di volume secco γ _d (kN/m ³)	15.22	Indice dei vuoti (e)	0.71
		Porosità %	41.61

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Fontana Antonella



CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422)

Rif. interno n°	16/19
Certificato n°	88/19 b
Data	10/04/2019
n° pagina 2 / 5	

Laboratorio Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

Dati del Cliente

Cifente LOTTO 1 PALERMO, Società Consortile A.R.L.

Cantiere Indagini geotecniche per la realizzazione di Sottostazioni Elettriche nella stazione di Partinico, Alcamo D.ne, Bruca, Milo e della cabina T.E. nella stazione di Piraineto

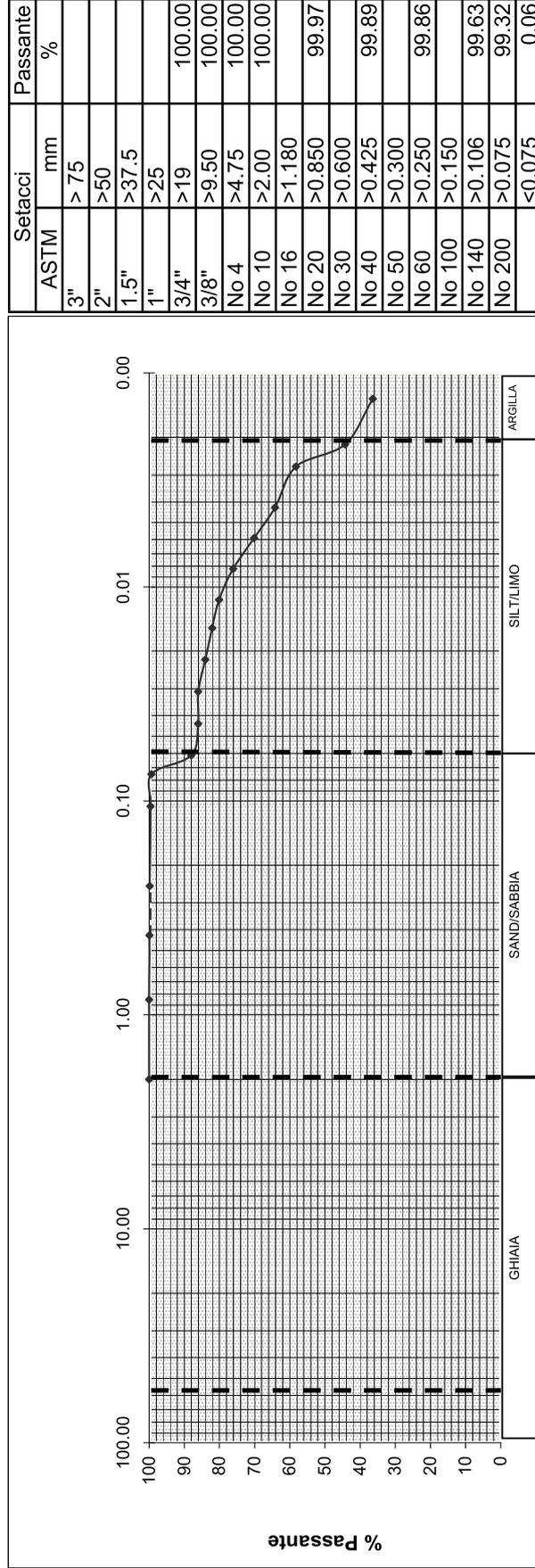
Sondaggio Bruca S1 **Campione** C1
Profondità 5.00-5.50 m

Il Direttore di Laboratorio

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Dott. Geol. Fontana Antonella



Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	U
Argilla e limo, sabbiosa	-	12	44	44	-

 Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D 4318)	Riferimento n°	16/19
		Certificato n°	88/19 c
		Data	10/04/2019
		n° pagina 3 / 5	

Laboratorio Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

Dati del Cliente

Cliente	LOTTO 1 PALERMO, Società Consortile A.R.L.		
Cantiere:	Indagini geognostiche per la realizzazione di Sottostazioni Elettriche nella stazioni di Partinico, Alcamo D.ne, Bruca, Milo e della cabina T.E. nella stazione di Piraineto		
Sondaggio	Bruca S1	Campione	C1
Profondità	5.00-5.50	m	

LIMITE LIQUIDO	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
NUMERO COLPI	8	38	16
CONTENUTO D'ACQUA %	62.71	55.45	60.89

LIMITE PLASTICO	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
CONTENUTO D'ACQUA %	24.42	24.75	

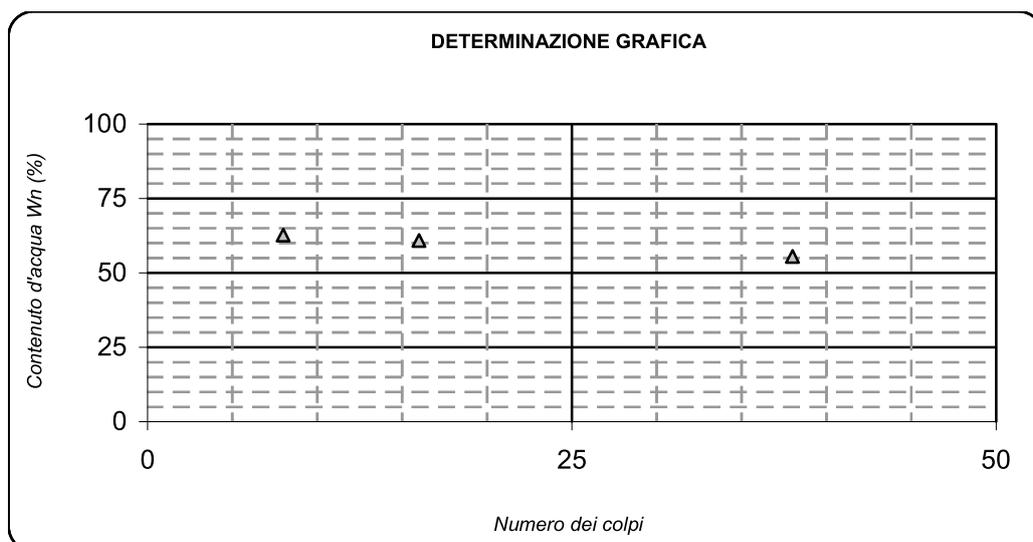
CONTENUTO D'ACQUA (W _n) %	22.73
---------------------------------------	-------

LIMITE LIQUIDO (W _l) %	58.63
------------------------------------	-------

LIMITE PLASTICO (W _p) %	24.59
-------------------------------------	-------

INDICE PLASTICO (I _p) %	34.05
-------------------------------------	-------

INDICE DI CONSISTENZA (I _c)	1.05
---	------



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Fontana Antonella

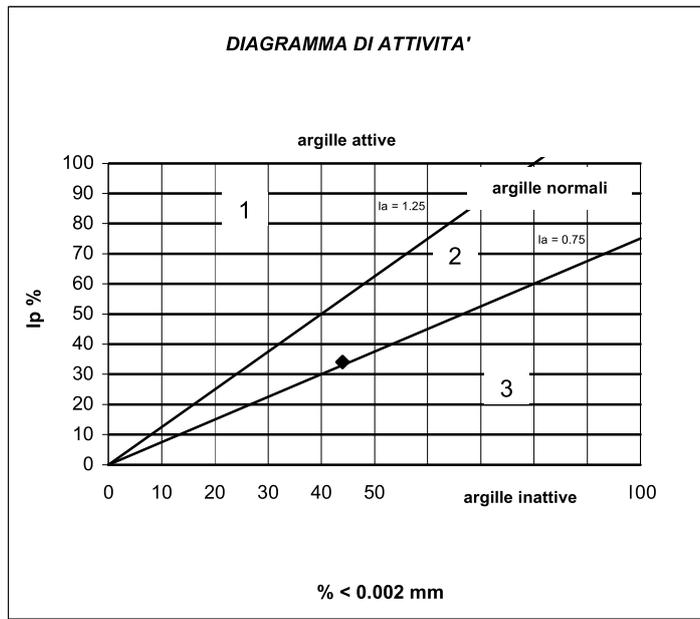
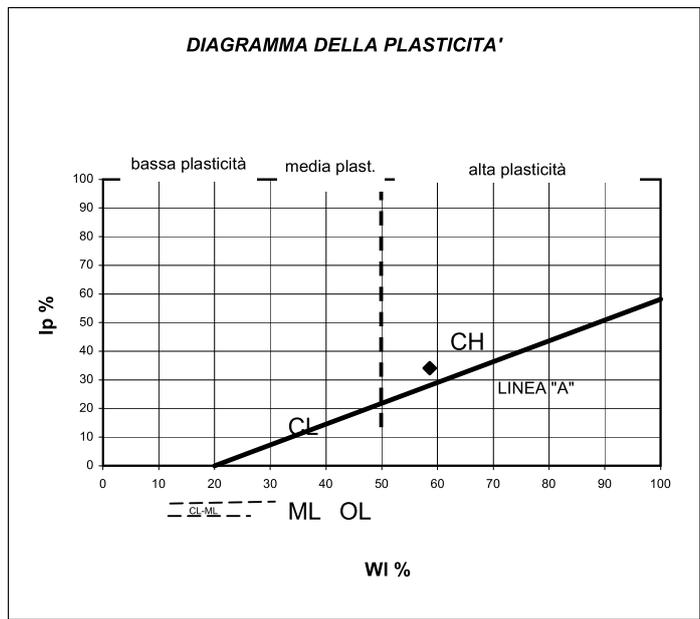
Dati del Cliente

Cliente LOTTO 1 PALERMO, Società Consortile A.R.L.

Cantiere Indagini geognostiche per la realizzazione di Sottostazioni Elettriche nella stazioni di Partinico, Alcamo D.ne, Bruca, Milo e della cabina T.E. nella stazione di Piraineto

Sondaggio Bruca S1 Campione C1

Profondità 5.00-5.50 m



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Fontana Antonella



UNCONFINED COMPRESSION TEST (ASTM D2166)

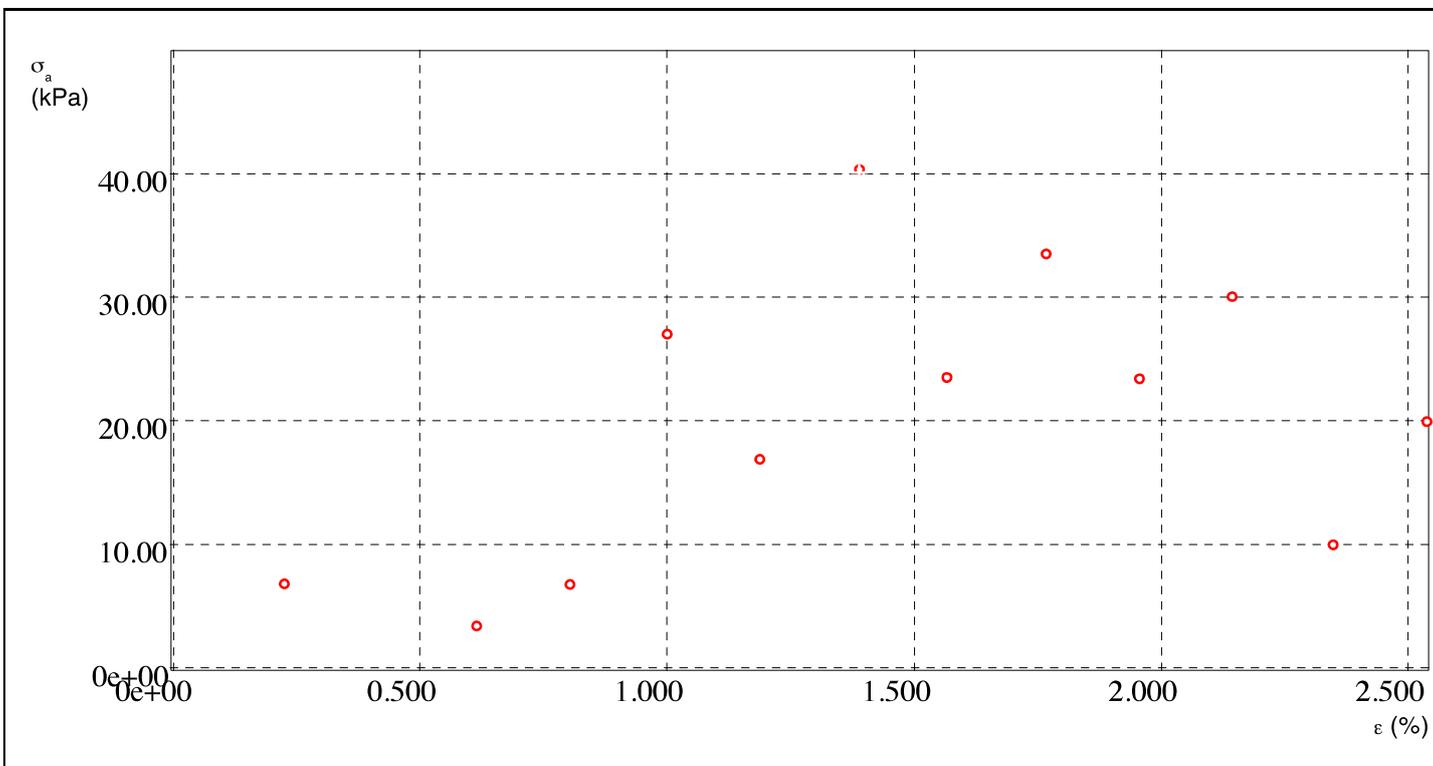
Customer data

Customer	Lotto 1 Palermo Soc.Cons. A.R.L
Address	Sottostaz. elettriche linea PA-TP (Via Milo)
Site	Linea Ferrov. PA-TP
Boring	S1 Bruca
Sample	C1
Depth	5.00-5.50 m

Specimen data

Date of boring	-	Initial bulk density	1,905 g/cm ³	γ_n
Cross section	11,400 cm ²	Final bulk density	1,960 g/cm ³	γ_f
Initial height	76,000 mm	Dry bulk density	1,578 g/cm ³	γ_d
Final height	73,780 mm	Initial moisture content	20,755 %	W_o
No. Tare 1	0	Final moisture content	20,587 %	W_f
Weight of tare 1	0,000 g	Initial saturation	80,921 %	S_o
Tare + wet initial weight	165,06 g	Final saturation	86,510 %	S_f
No. Tare 2	0	Initial void ratio	0,680	e_o
Weight of tare 2	0,000 g	Final void ratio	0,631	e_f
Tare + wet final weight	164,830 g	Final dry bulk density	1,625 g/cm ³	γ_{df}
Tare + specimen dried weight	136,690 g			
Specific weight of grains	2,650 g/cm ³			

Maximum strength	40 kPa
Strain	1,39 %



Laboratory Manager

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Technician

Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

	SCHEDA CAMPIONE		Rif. interno n°	16/19
	Bruca S2 C1		Certificato n°	89/19 a
			Data emissione	10/04/2019
			n° pagine 1 / 8	

Rif. Verbale di accettazione n° 683

Committente LOTTO 1 PALERMO, Società Consortile A.R.L.

Direttore Lavori - Località: Linea ferroviaria Palermo-Trapani (Via Milo)

Oggetto: Indagini geognostiche per la realizzazione di Sottostazioni Elettriche nella stazioni di Partinico, Alcamo D.ne, Bruca, Milo e della cabina T.E. nella stazione di Piraineto

Sondaggio	Bruca S2	Campione	C1
Profondità	6.00-6.50 metri p.c.	Contenitore	fustella metallica
Data prelievo campione	-	Data accettazione	22-mar-19
		Data inizio prove	22-mar-19

Descrizione del campione

Argilla limosa di colore nocciola con presenza di patine di alterazione e struttura brecciata. Umida e plastica.

Classe di qualità Q5 Indisturbato Rimaneggiato

Infissione pocket penetrometer	<100 kPa	-	100<kPa<400	x	> 400 kPa	-
Infissione pocket vane - test	N/cm ²					

Prove effettuate

	data prove			data prove	
Contenuto d'acqua	22/03/2019	x	Edometria		
Peso di volume	22/03/2019	x	Taglio diretto		
Peso specifico dei grani	25/03/2019	x	Taglio residuo		
Limiti di Atterberg	02/04/2019	x	ELL		
Limite di ritiro			Triassiale UU		
Analisi granulometrica (setacci)	25/03/2019	x	Triassiale CU		
Analisi granulometrica (sedimentaz.)	29/03/2019	x	Triassiale CD	22/03/2019	x
Analisi granulometrica (UNI 10006:2002)			Point Load Test		
			Perm a car cost.		
Compattazione Proctor modificato			Perm. a car var		
Penetrazione CBR			Perm in cella tx		

Grandezze Indice

Contenuto d'acqua I W ₀ (%)	25.87	Peso specifico I γ _s (kN/m ³)	25.87
Contenuto d'acqua II W ₀ (%)	26.21	Peso specifico II γ _s (kN/m ³)	25.86
Contenuto d'acqua medio W ₀ (%) (media 2 determinaz.)	26.04	Peso specifico medio γ _s (kN/m ³) (media 2 determinaz.)	25.87
Peso di volume γ (kN/m ³)	18.95	Grado di saturazione (S _a) (%)	95.35
Peso di volume secco γ _d (kN/m ³)	15.03	Indice dei vuoti (e)	0.72
		Porosità %	41.87

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Fontana Antonella



CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422)

Rif. interno n°	16/19
Certificato n°	89/19 b
Data	10/04/2019
n° pagina 2 / 8	

Laboratorio Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

Dati del Cliente

Cifiente LOTTO 1 PALERMO, Società Consortile A.R.L.

Cantiere Indagini geotecniche per la realizzazione di Sottostazioni Elettriche nella stazione di Partinico, Alcamo D.ne, Bruca, Milo e della cabina T.E. nella stazione di Pirainello

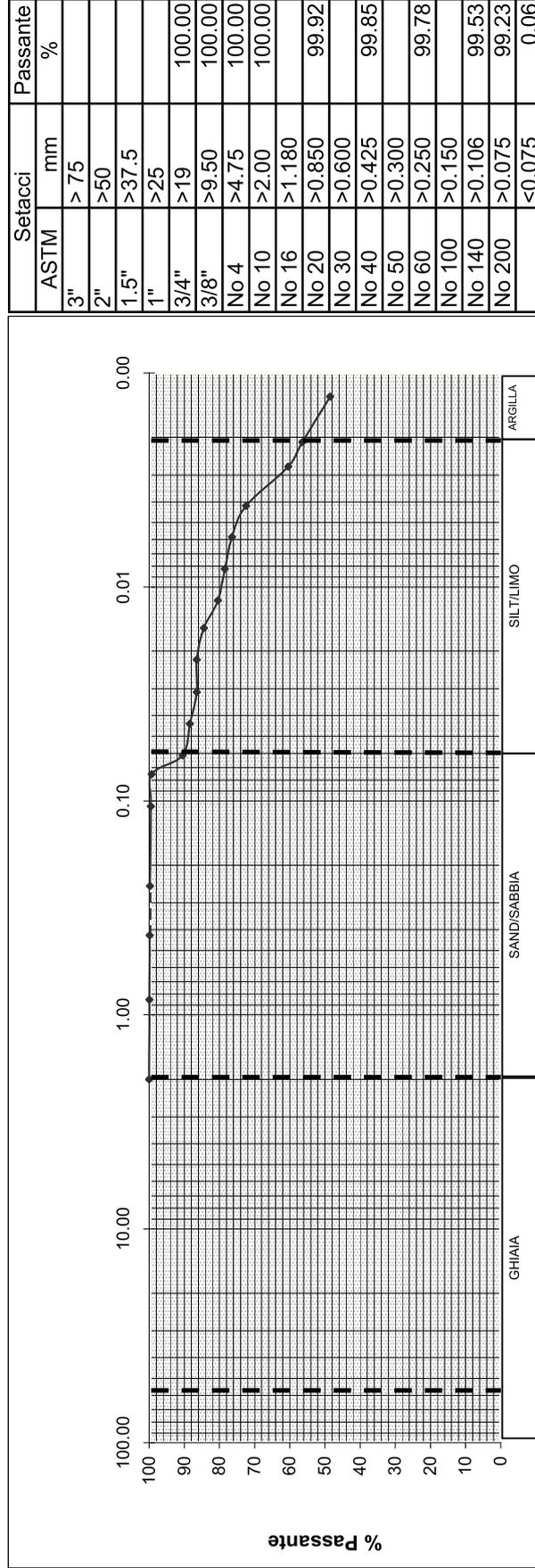
Sondaggio Bruca S2 **Campione** C1
Profondità 6.00-6.50 m

Il Direttore di Laboratorio

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Dott. Geol. Fontana Antonella



Descrizione	Argilla con limo, sabbiosa		
	Ghiaia %	Sabbia %	Argilla %
	-	10	56
		Limo % 34	
		φ 60 0.0027	U

 Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	LIMITI DI ATTERBERG (ASTM D 4318)	Riferimento n°	16/19
		Certificato n°	89/19 c
		Data	10/04/2019
		n° pagina	3 / 8

Laboratorio Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

Dati del Cliente

Cliente	LOTTO 1 PALERMO, Società Consortile A.R.L.		
Cantiere:	Indagini geognostiche per la realizzazione di Sottostazioni Elettriche nella stazioni di Partinico, Alcamo D.ne, Bruca, Milo e della cabina T.E. nella stazione di Piraineto		
Sondaggio	Bruca S2	Campione	C1
Profondità	6.00-6.50	m	

LIMITE LIQUIDO	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
NUMERO COLPI	10	25	
CONTENUTO D'ACQUA %	75.05	72.29	

LIMITE PLASTICO	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
CONTENUTO D'ACQUA %	26.45	26.62	

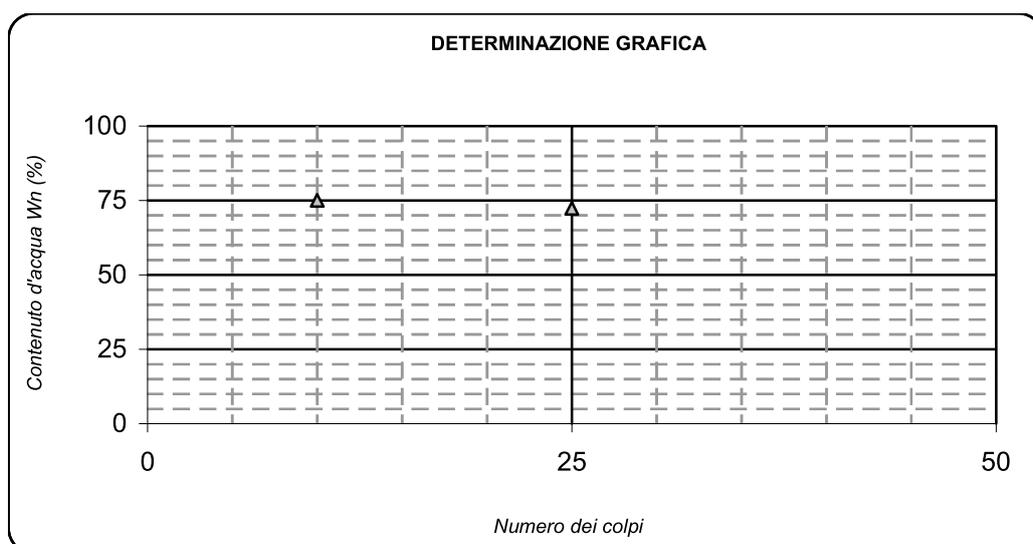
CONTENUTO D'ACQUA (W _n) %	26.04
---------------------------------------	-------

LIMITE LIQUIDO (W _l) %	72.29
------------------------------------	-------

LIMITE PLASTICO (W _p) %	26.54
-------------------------------------	-------

INDICE PLASTICO (I _p) %	45.76
-------------------------------------	-------

INDICE DI CONSISTENZA (I _c)	1.01
---	------

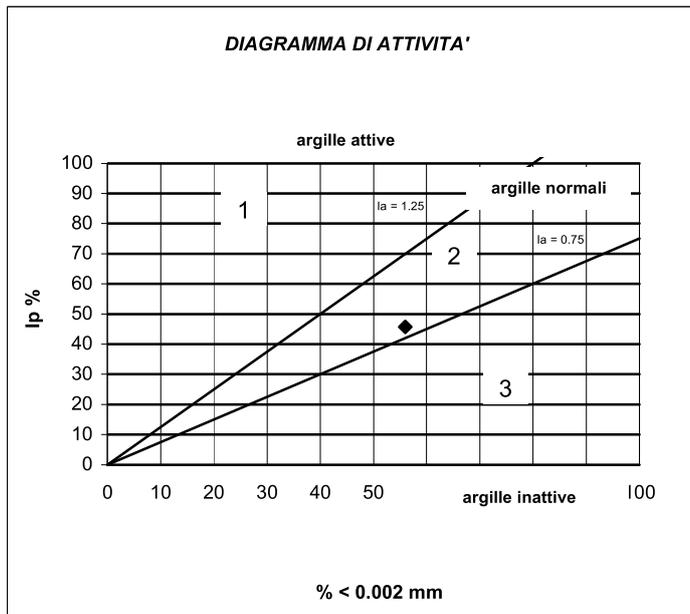
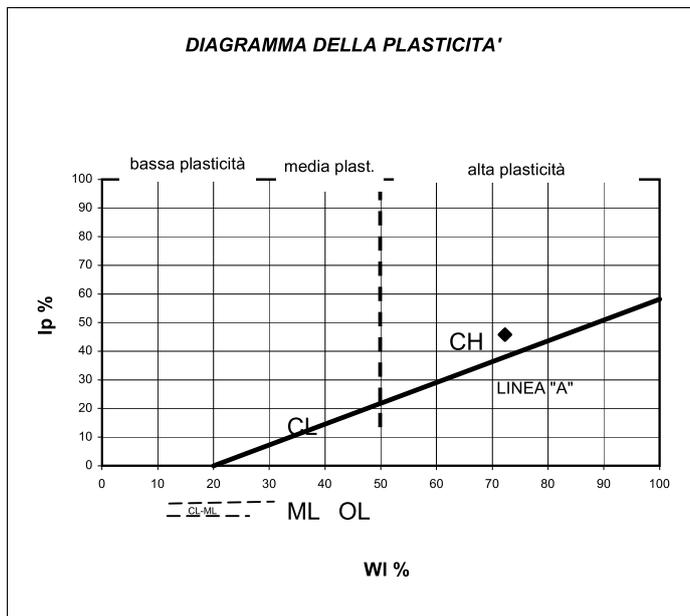


Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Fontana Antonella

Dati del Cliente

Cliente	LOTTO 1 PALERMO, Società Consortile A.R.L.
Cantiere	Indagini geognostiche per la realizzazione di Sottostazioni Elettriche nella stazioni di Partinico, Alcamo D.ne, Bruca, Milo e della cabina T.E. nella stazione di Piraineto
Sondaggio	Bruca S2 Campione C1
Profondità	6.00-6.50 m



Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Fontana Antonella



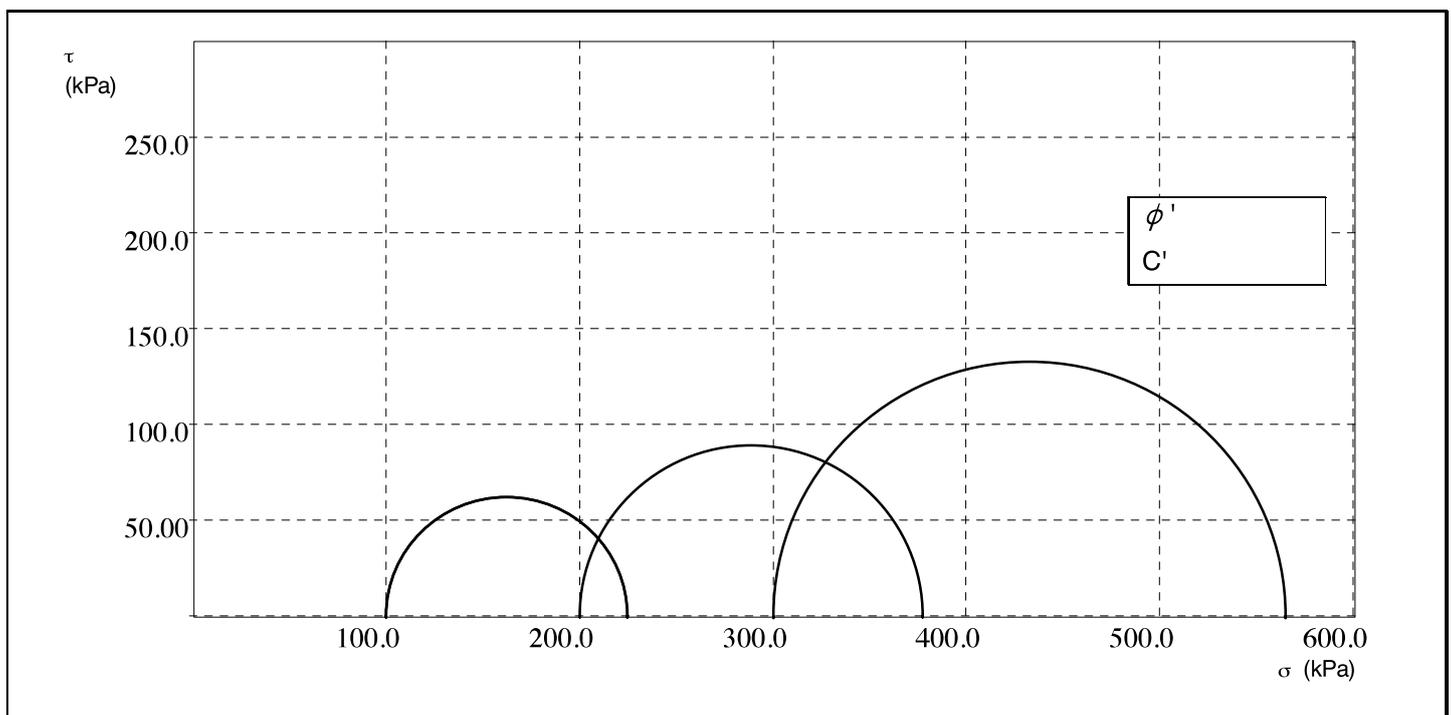
PROVA TRIASSIALE CD (ASTM D4767)

Dati del Cliente

Cliente	Lotto 1 Palermo Soc.Cons. A.R.L
Indirizzo	Sottostaz. elettriche linea PA-TP (Via Milo)
Cantiere	Linea Ferrov. PA-TP
Sondaggio	S2 Bruca
Campione	C1
Profondità	6.00-6.50 m

Provino	Ho mm	Ao cm ²	γ_n g/cm ³	γ_d g/cm ³	Wo %	Wf %	So %	Sf %
1619U21A	76,00	11,40	1,943	1,560	24,54	29,32	94,06	168,72
1619U21B	76,00	11,40	1,956	1,551	26,12	30,75	98,76	174,08
1619U21C	76,00	11,40	1,929	1,545	24,80	27,05	92,94	155,93

Provino	σ_{1C} kPa	σ_{3C} kPa	BP kPa	ϵ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	σ'_1 / σ'_3	dV/Vo %
1619U21A	300,00	300,00	200,00	7,77	125,02	2,24	0,04
1619U21B	400,00	400,00	200,00	4,91	177,87	1,89	1,15
1619U21C	500,00	500,00	200,00	4,09	265,70	1,88	0,54



Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia



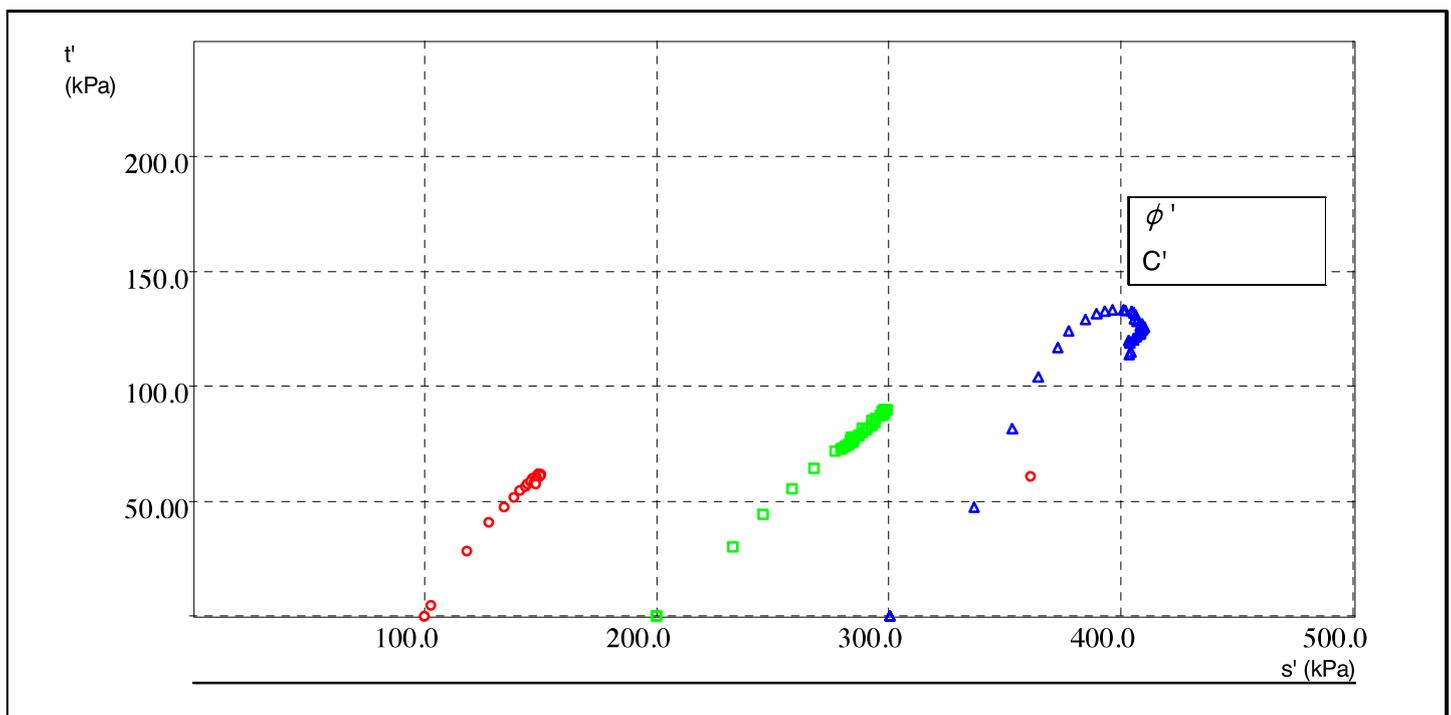
PROVA TRIASSIALE CD (ASTM D4767)

Dati del Cliente

Cliente	Lotto 1 Palermo Soc.Cons. A.R.L
Indirizzo	Sottostaz. elettriche linea PA-TP (Via Milo)
Cantiere	Linea Ferrov. PA-TP
Sondaggio	S2 Bruca
Campione	C1
Profondità	6.00-6.50 m

Provino	Ho mm	Ao cm ²	γ_n g/cm ³	γ_d g/cm ³	Wo %	Wf %	So %	Sf %
1619U21A	76,00	11,40	1,943	1,560	24,54	29,32	94,06	168,72
1619U21B	76,00	11,40	1,956	1,551	26,12	30,75	98,76	174,08
1619U21C	76,00	11,40	1,929	1,545	24,80	27,05	92,94	155,93

Provino	σ_{1C} kPa	σ_{3C} kPa	BP kPa	ϵ %	$\sigma_1 - \sigma_3$ kPa	σ'_1 / σ'_3	dV/Vo %
1619U21A	300,00	300,00	200,00	7,77	125,02	2,24	0,04
1619U21B	400,00	400,00	200,00	4,91	177,87	1,89	1,15
1619U21C	500,00	500,00	200,00	4,09	265,70	1,88	0,54



Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore

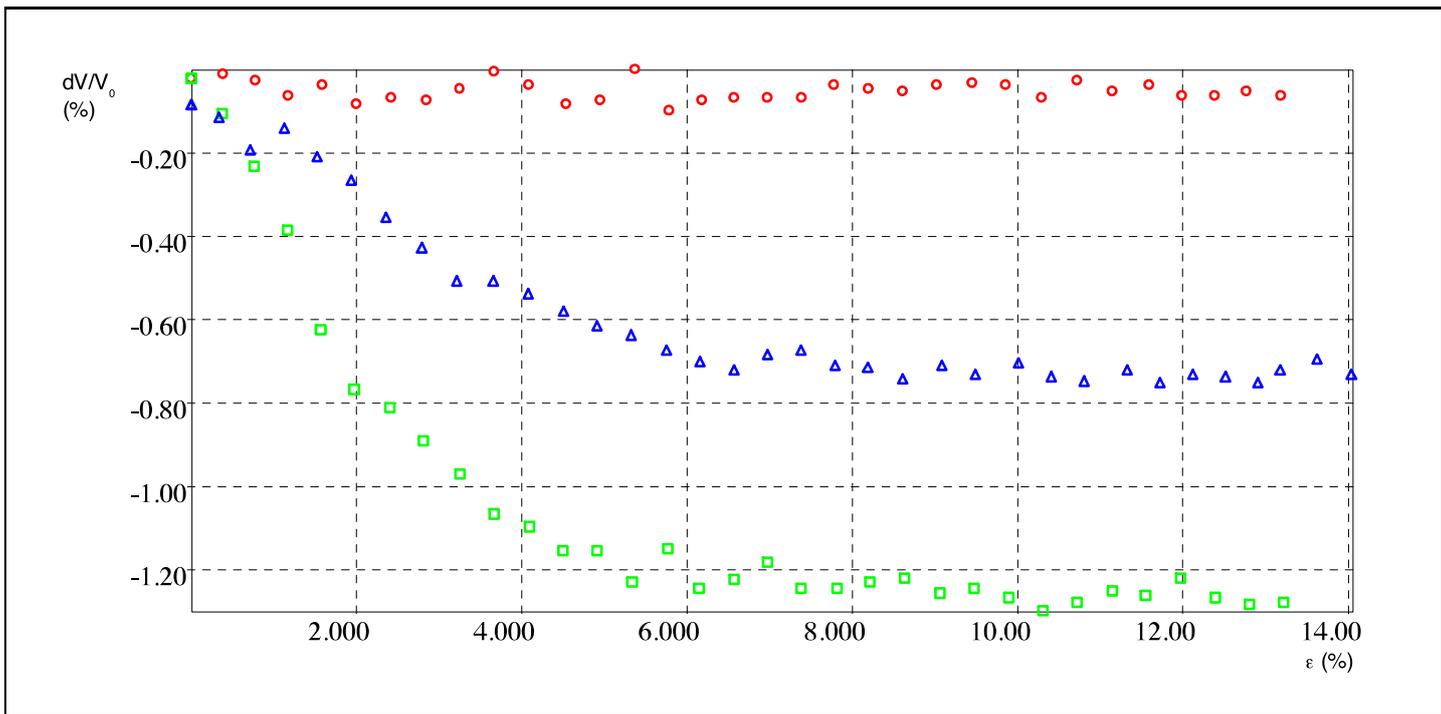
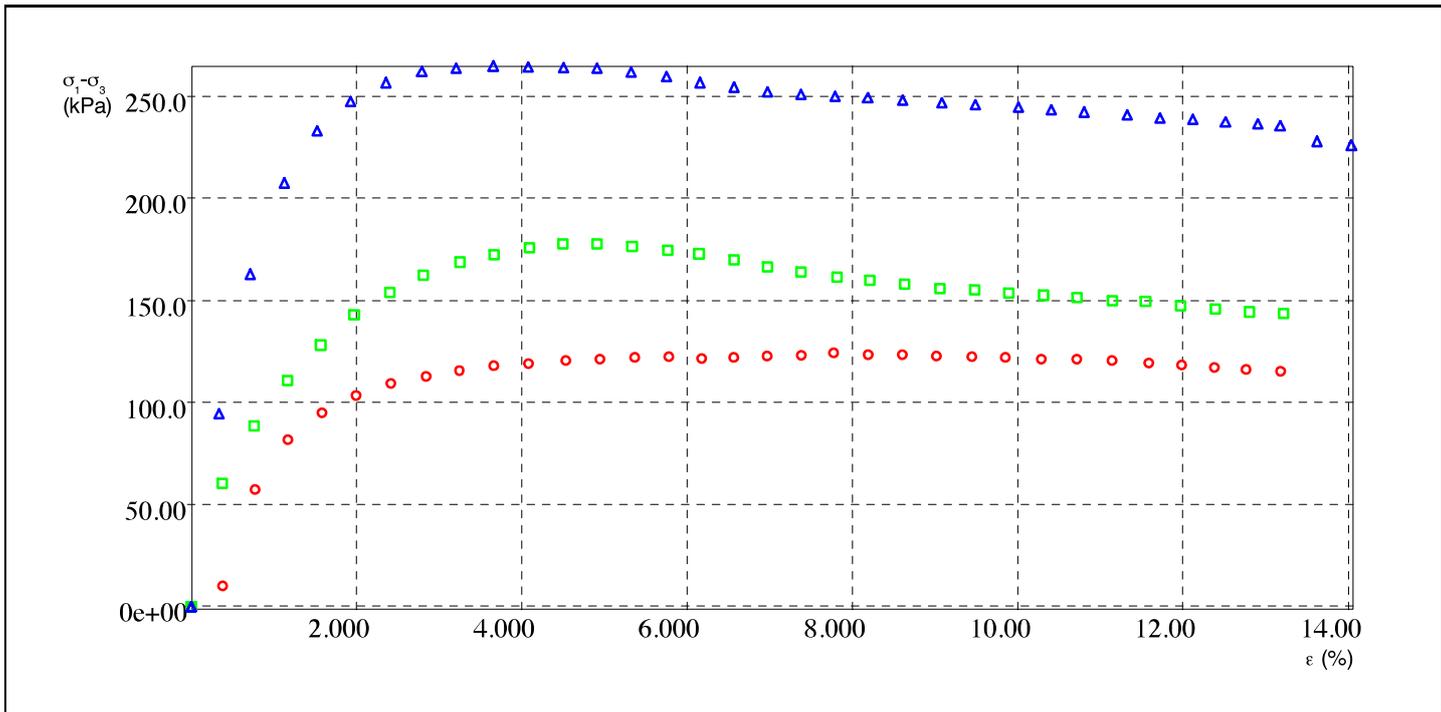
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia



PROVA TRIASSIALE CD (ASTM D4767)

Dati del Cliente

Cliente	Lotto 1 Palermo Soc.Cons. A.R.L.
Indirizzo	Sottostaz. elettriche linea PA-TP (Via Milo)
Cantiere	Linea Ferrov. PA-TP
Sondaggio	S2 Bruca
Campione	C1
Profondità	6.00-6.50 m



Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore

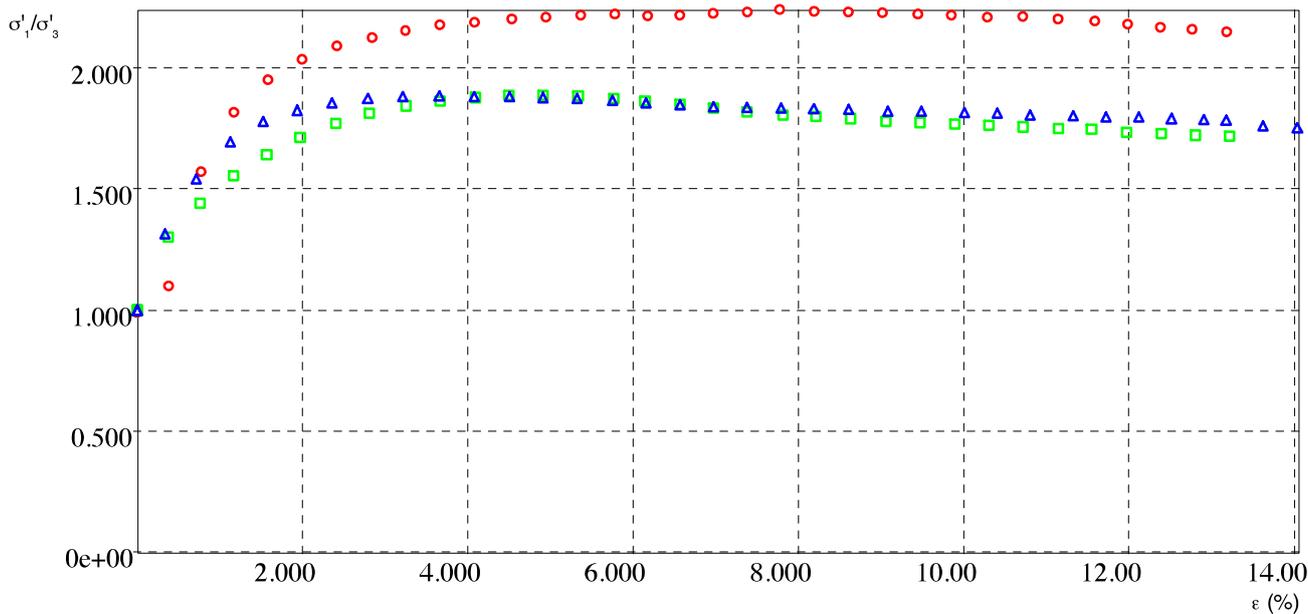
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia



PROVA TRIASSIALE CD (ASTM D4767)

Dati del Cliente

Cliente	Lotto 1 Palermo Soc.Cons. A.R.L.
Indirizzo	Sottostaz. elettriche linea PA-TP (Via Milo)
Cantiere	Linea Ferrov. PA-TP
Sondaggio	S2 Bruca
Campione	C1
Profondità	6.00-6.50 m



Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore

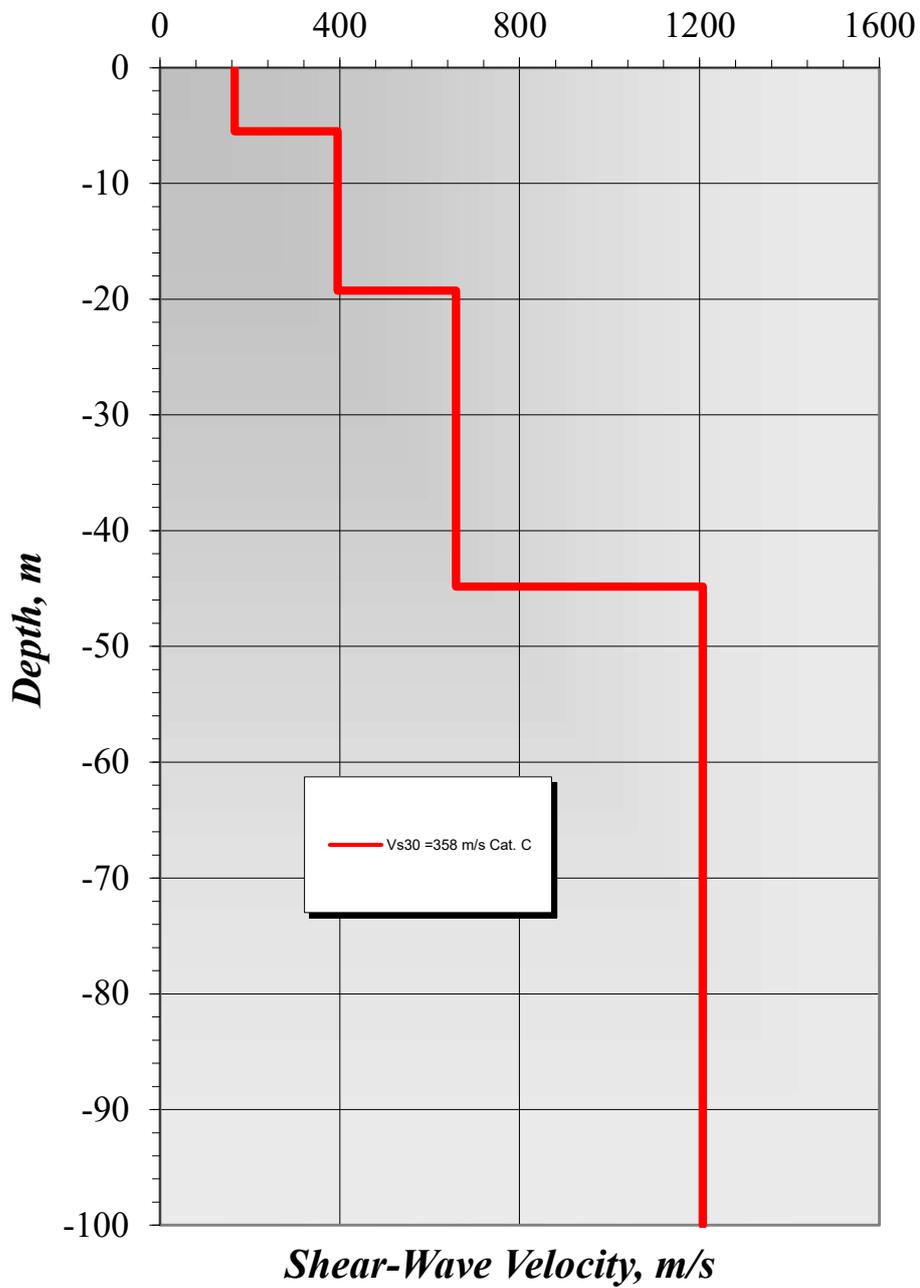
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

 <p>RFI RETE FERROVIARIA ITALIANA GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE Direzione Territoriale Produzione Palermo</p>	<p>ELETTRIFICAZIONE LINEA: PALERMO - TRAPANI (Via Milo) TRATTA: ALCAMO DIRAMAZIONE(e) – TRAPANI(i)</p>
304817_S01_PD_TTSS_48_001_EE003	SSE di BRUCA - Relazione Geotecnica

Allegato 3- Indagini Geofisiche

Vs Model

Profilo Re.Mi 1
(Bruca)



Prospezioni geofisiche ed indagini geognostiche
per la realizzazione di sottostazioni elettriche della
linea ferroviaria Palermo-Trapani
(Via Milo)

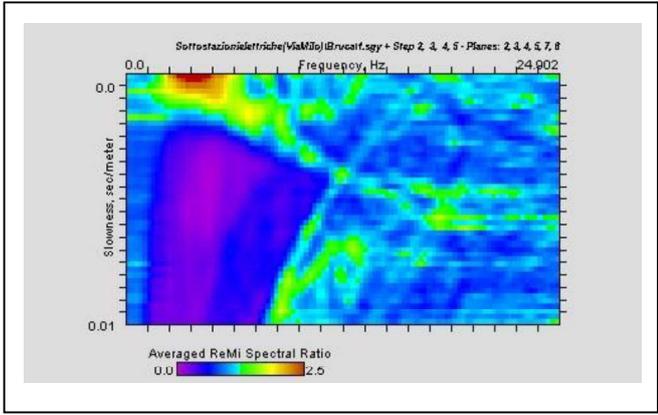
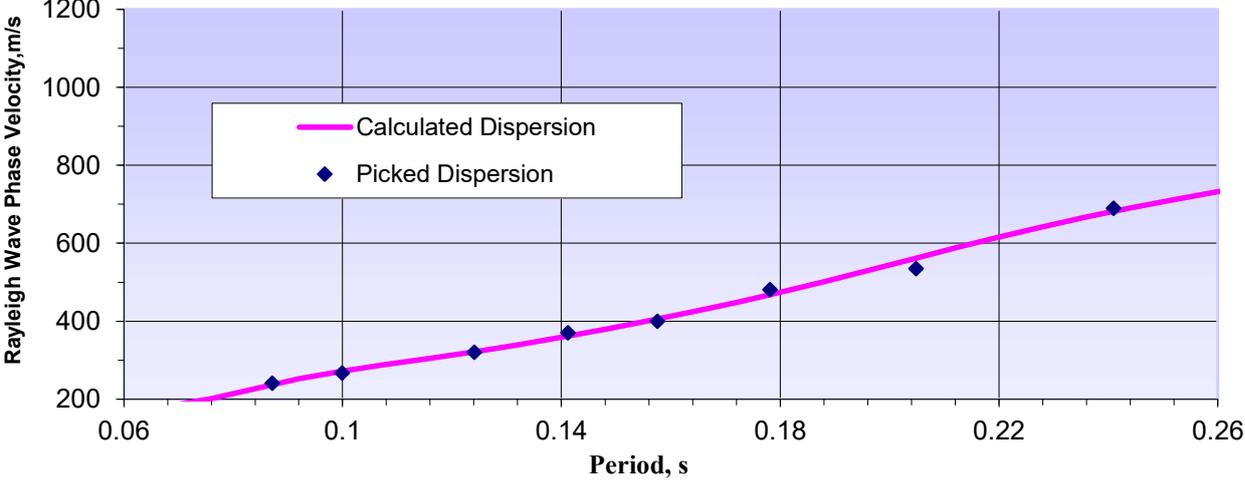
Esecuzione ed elaborazione

fig. 6

dott. geol. Marino Giuseppe
www.geologomarinno.it
info@geologomarinno.it

**Profilo Re.Mi 1
(Bruca)**

Dispersion Curve Showing Picks and Fit



p-f Image

Prospezioni geofisiche ed indagini geognostiche
per la realizzazione di sottostazioni elettriche della
linea ferroviaria Palermo-Trapani
(Via Milo)

Esecuzione ed elaborazione
dott. geol. Marino Giuseppe
www.geologomarinno.it
info@geologomarinno.it

fig.6a

Bruca



Foto 21a – Profilo Re.Mi 1 - Bruca