

N°	DATA	AGGIORNAMENTO

AUTORITÀ PORTUALE DI GIOIA TAURO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO TERMINAL  
INTERMODALE DEL PORTO DI GIOIA TAURO

PROGETTO PRELIMINARE

oggetto RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		- AR - B
PROGETTISTA:	PROMOTORE:	SCALA
		DATA 28/03/13
		rif: gioia tauro bando di gara/disegni/ 01_bando gara/

QUESTO PROGETTO È DI PROPRIETÀ DELLO STUDIO ZACUTTI. È VIETATO RIPRODURRE, COPIARE O CEDERE A TERZI IL PROGETTO, ANCHE PARZIALMENTE, SENZA PRELIMINARE AUTORIZZAZIONE

- Sondaggi Geognostici
- Sondaggi Penetrometrici dinamici e statici (D.P.S.H. e C.P.T.)
- Prospezione geosismica a rifrazione
- Indagine geosismica in foro (Down Hole)
- Prospezione geoelettrica
- Prospezione geomagnetica
- Rilievi geostretturali
- Ispezione televisiva in foro
- Determinazione in situ della resistenza a compressione monoassiale degli ammassi rocciosi (martello di Schmidt)

## Località d'Intervento:

*Area Portuale - Gioia Tauro (RC)*

**Cantiere:** **Sito 1** - Struttura Carro Ponte  
**Sito 2** - Piazzale di Carico



## PROVE PENETROMETRICHE **D.P.S.H.**

*(Dynamic Probing Super Heavy)*

## INDAGINI GEOSISMICHE **M.A.S.W.**

*(Multichannel Analysis of Surface Waves)*

**Data Esecuzioni Indagini:** dal 18/03/2013 al 20/03/2013

☎ Telefono/fax  
096655201

*Via Giotto n.8*

89013 Gioia Tauro (RC)

**P.I.02195310806**

[www.tecnogeoindagini.it](http://www.tecnogeoindagini.it)

**TecnoGeo** s.a.s.  
di Santambrogio A. & C.  
Via Giotto, 8  
89013 GIOIA TAURO (RC)  
P. Iva 02195310806



## Aree di Intervento



## PROVE PENETROMETRICHE **D.P.S.H.** *(Dynamic Probing Super Heavy)*

**Committente:** Medcenter Container Terminal S.p.A.

**Cantiere:**     **Sito 1** - Struttura Carro Ponte; **Sito 2** - Capannone; **Sito 3** - Piazzale di Carico

**Località:**     Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

### Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: **DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)**

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50.46 mm
Area di base punta	20 cm <sup>2</sup>
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.80 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1.504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90°

### **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE** **(DYNAMIC PROBING)** **DPSH – DPM (... scpt ecc.)**

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $\delta$ ) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di “catalogare e parametrizzare” il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura  $\alpha$ )
- avanzamento (penetrazione)  $\delta$
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso  $M$  della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo **SUPERPESANTE (DPSH)**

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa $M$ (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$	8
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$	25
<b>Super pesante (Super Heavy)</b>	<b>DPSH</b>	<b><math>M \geq 60</math></b>	<b>25</b>

#### penetrometri in uso in Italia

In Italia risultano attualmente in uso i seguenti tipi di penetrometri dinamici (non rientranti però nello Standard ISSMFE):

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 30$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ - 90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A = 10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 20$  kg, altezza di caduta  $H = 0.20$  m, avanzamento  $\delta = 10$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ - 90^\circ$ ), diametro  $D = 35.7$  mm, area base cono  $A = 10 \text{ cm}^2$  rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;
- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)  
massa battente  $M = 73$  kg, altezza di caduta  $H = 0.75$  m, avanzamento  $\delta = 30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ$ ), diametro  $D = 50.8$  mm, area base cono  $A = 20.27 \text{ cm}^2$  rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;
- **DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)**  
massa battente  $M = 63.5$  kg, altezza caduta  $H = 0.75$  m, avanzamento  $\delta = 20 - 30$  cm, punta conica ( $\alpha = 60^\circ - 90^\circ$ ) diametro  $D = 50.5$  mm, area base cono  $A = 20 \text{ cm}^2$ , rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

#### Correlazione con $N_{spt}$

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ . Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$



Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q<sub>spt</sub> è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

### Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

$$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

- Rpd = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (δ/ N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

### Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico Dynamic Probing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.



**Pressione ammissibile**

Pressione ammissibile specifica sull'interstrato (con effetto di riduzione energia per svergolamento aste o no) calcolata secondo le note elaborazioni proposte da Herminier, applicando un coefficiente di sicurezza (generalmente = 20-22) che corrisponde ad un coefficiente di sicurezza standard delle fondazioni pari a 4, con una geometria fondale standard di larghezza pari a 1 mt. ed immorsamento  $d = 1$  mt..



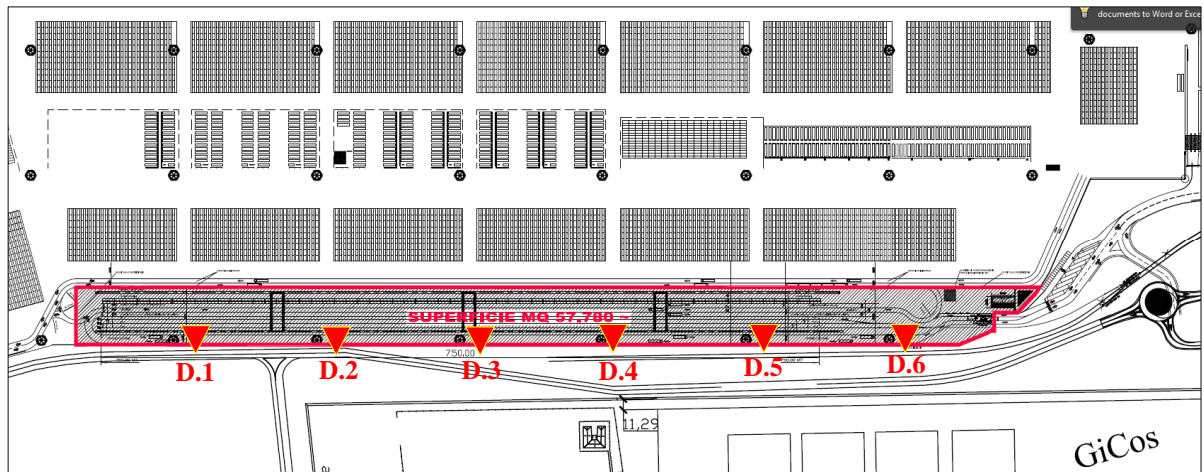
## Sito 1 - STRUTTURA CARRO PONTE

### Ubicazione Indagini

Legenda UBICAZIONE INDAGINI:

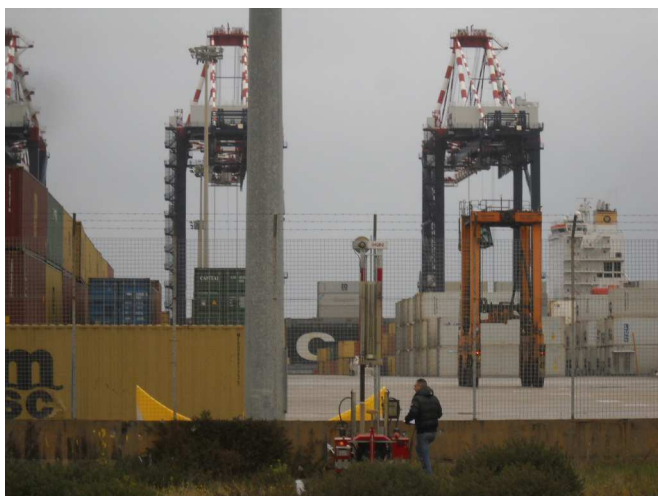
**D. ▼**

Prova Penetrometrica Dinamica **D.P.S.H.**



**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H.** *(Dynamic Probing Super Heavy)*

*Documentazione Fotografica.*



**Panoramica D.1**



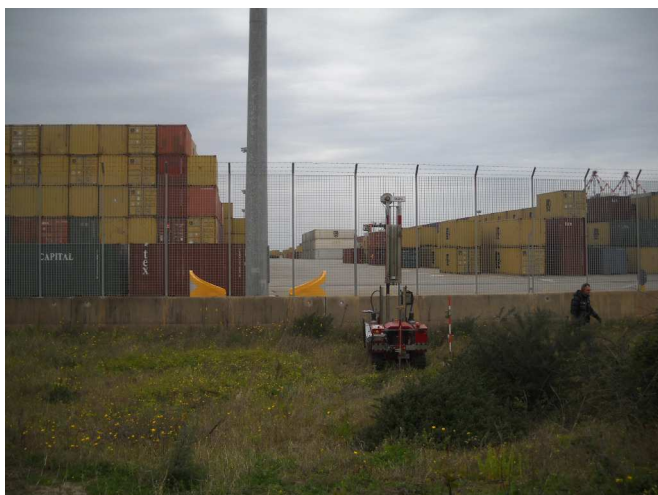
**D.1 - Prof. raggiunta: 20.00 m**



**Panoramica D.2**



**D.2 - Prof. raggiunta: 20.00 m**



**Panoramica D.3**



**D.3 - Prof. raggiunta: 20.00 m**





Panoramica **D.4**



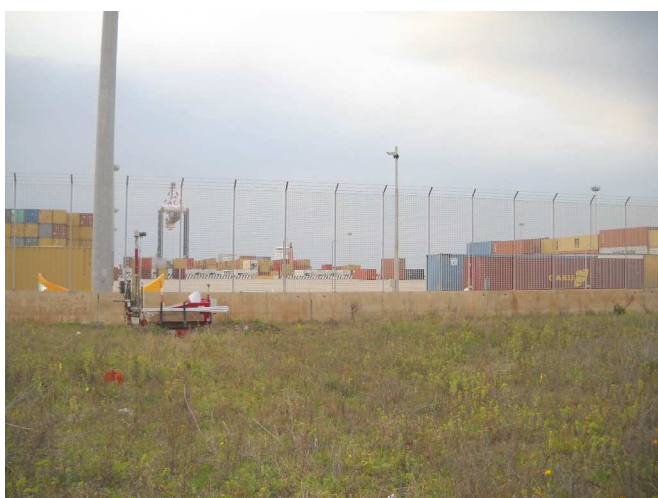
**D.4** - Prof. raggiunta: 20.00 m



Panoramica **D.5**



**D.5** - Prof. raggiunta: 20.00 m



Panoramica **D.6**



**D.6** - Prof. raggiunta: 20.00 m



## D.1 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



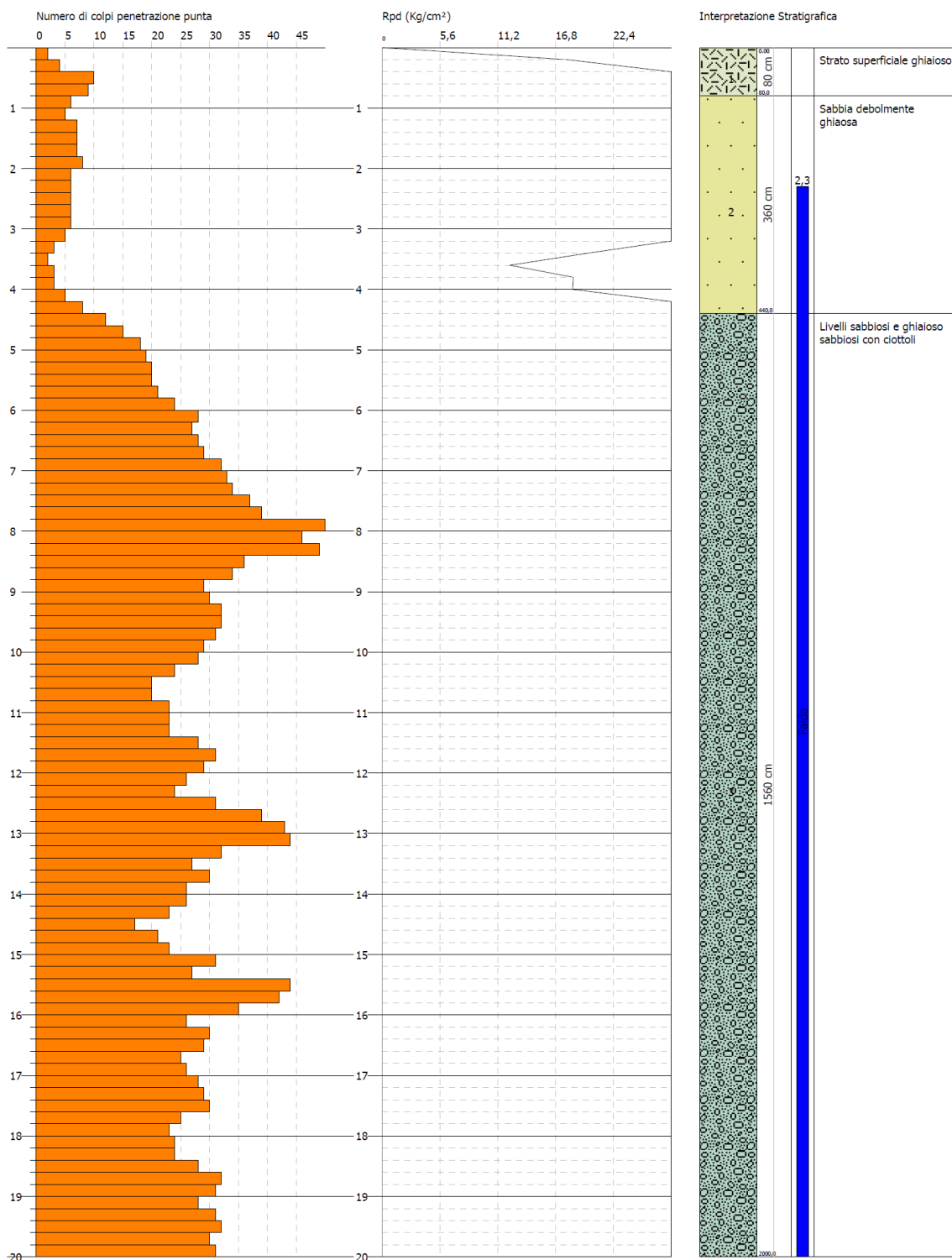
TecnoGeo s.a.s - di Sabtambragio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.1 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



**D.1** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 18/03/2013  
**20.00 m**  
 - **2.30** dal p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	17,96	21,01	0,90	1,05
0,40	4	0,851	35,76	42,03	1,79	2,10
0,60	10	0,847	81,68	96,43	4,08	4,82
0,80	9	0,843	73,19	86,79	3,66	4,34
1,00	6	0,840	48,59	57,86	2,43	2,89
1,20	5	0,836	40,32	48,22	2,02	2,41
1,40	7	0,833	56,22	67,50	2,81	3,38
1,60	7	0,830	51,74	62,38	2,59	3,12
1,80	7	0,826	51,54	62,38	2,58	3,12
2,00	8	0,823	58,68	71,29	2,93	3,56
2,20	6	0,820	43,85	53,47	2,19	2,67
2,40	6	0,817	43,69	53,47	2,18	2,67
2,60	6	0,814	40,46	49,69	2,02	2,48
2,80	6	0,811	40,32	49,69	2,02	2,48
3,00	6	0,809	40,18	49,69	2,01	2,48
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	3	0,803	19,96	24,85	1,00	1,24
3,60	2	0,801	12,39	15,47	0,62	0,77
3,80	3	0,798	18,53	23,21	0,93	1,16
4,00	3	0,796	18,47	23,21	0,92	1,16
4,20	5	0,794	30,70	38,68	1,53	1,93
4,40	8	0,791	48,98	61,88	2,45	3,09
4,60	12	0,789	68,73	87,08	3,44	4,35
4,80	15	0,737	80,24	108,85	4,01	5,44
5,00	18	0,735	96,01	130,62	4,80	6,53
5,20	19	0,733	101,07	137,88	5,05	6,89
5,40	20	0,731	106,10	145,14	5,31	7,26
5,60	20	0,729	99,66	136,68	4,98	6,83
5,80	21	0,677	97,20	143,52	4,86	7,18
6,00	24	0,675	110,79	164,02	5,54	8,20
6,20	28	0,674	128,92	191,36	6,45	9,57
6,40	27	0,672	124,00	184,52	6,20	9,23
6,60	28	0,670	121,21	180,82	6,06	9,04
6,80	29	0,669	125,24	187,28	6,26	9,36
7,00	32	0,617	127,54	206,65	6,38	10,33
7,20	33	0,616	131,20	213,11	6,56	10,66
7,40	34	0,614	134,85	219,57	6,74	10,98
7,60	37	0,613	138,76	226,47	6,94	11,32
7,80	39	0,561	133,99	238,71	6,70	11,94
8,00	52	0,560	178,21	318,28	8,91	15,91
8,20	46	0,559	157,27	281,56	7,86	14,08
8,40	49	0,557	167,13	299,92	8,36	15,00
8,60	36	0,606	126,90	209,42	6,35	10,47
8,80	34	0,605	119,61	197,79	5,98	9,89
9,00	29	0,653	110,24	168,70	5,51	8,44

9,20	30	0,652	113,84	174,52	5,69	8,73
9,40	32	0,601	111,90	186,15	5,59	9,31
9,60	32	0,600	106,41	177,36	5,32	8,87
9,80	31	0,599	102,89	171,81	5,14	8,59
10,00	29	0,648	104,10	160,73	5,21	8,04
10,20	28	0,647	100,34	155,19	5,02	7,76
10,40	24	0,646	85,87	133,02	4,29	6,65
10,60	20	0,694	73,50	105,85	3,68	5,29
10,80	20	0,693	73,39	105,85	3,67	5,29
11,00	23	0,642	78,19	121,72	3,91	6,09
11,20	23	0,641	78,06	121,72	3,90	6,09
11,40	23	0,640	77,94	121,72	3,90	6,09
11,60	28	0,639	90,64	141,79	4,53	7,09
11,80	31	0,588	92,34	156,98	4,62	7,85
12,00	29	0,637	93,58	146,85	4,68	7,34
12,20	26	0,636	83,76	131,66	4,19	6,58
12,40	24	0,635	77,19	121,53	3,86	6,08
12,60	31	0,584	87,91	150,48	4,40	7,52
12,80	39	0,533	100,93	189,32	5,05	9,47
13,00	43	0,532	111,07	208,73	5,55	10,44
13,20	44	0,531	113,43	213,59	5,67	10,68
13,40	32	0,580	90,10	155,34	4,50	7,77
13,60	27	0,629	79,16	125,86	3,96	6,29
13,80	30	0,628	87,81	139,84	4,39	6,99
14,00	26	0,627	75,97	121,20	3,80	6,06
14,20	26	0,626	75,83	121,20	3,79	6,06
14,40	23	0,625	66,96	107,21	3,35	5,36
14,60	17	0,673	51,33	76,21	2,57	3,81
14,80	21	0,622	58,59	94,15	2,93	4,71
15,00	23	0,621	64,05	103,11	3,20	5,16
15,20	31	0,570	79,21	138,98	3,96	6,95
15,40	27	0,619	74,89	121,05	3,74	6,05
15,60	44	0,517	98,32	190,00	4,92	9,50
15,80	42	0,516	93,62	181,36	4,68	9,07
16,00	35	0,565	85,37	151,14	4,27	7,56
16,20	26	0,614	68,88	112,27	3,44	5,61
16,40	30	0,612	79,30	129,55	3,97	6,48
16,60	29	0,611	73,77	120,78	3,69	6,04
16,80	25	0,609	63,44	104,12	3,17	5,21
17,00	26	0,608	65,82	108,29	3,29	5,41
17,20	28	0,606	70,70	116,62	3,54	5,83
17,40	29	0,605	73,04	120,78	3,65	6,04
17,60	30	0,603	72,77	120,66	3,64	6,03
17,80	25	0,601	60,48	100,55	3,02	5,03
18,00	23	0,600	55,48	92,51	2,77	4,63
18,20	24	0,598	57,72	96,53	2,89	4,83
18,40	24	0,596	57,55	96,53	2,88	4,83
18,60	28	0,594	64,72	108,88	3,24	5,44
18,80	32	0,542	67,50	124,44	3,38	6,22
19,00	31	0,541	65,16	120,55	3,26	6,03
19,20	28	0,588	64,08	108,88	3,20	5,44
19,40	31	0,536	64,66	120,55	3,23	6,03
19,60	32	0,534	64,35	120,44	3,22	6,02
19,80	30	0,582	65,73	112,92	3,29	5,65
20,00	31	0,530	61,82	116,68	3,09	5,83



## D.2 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



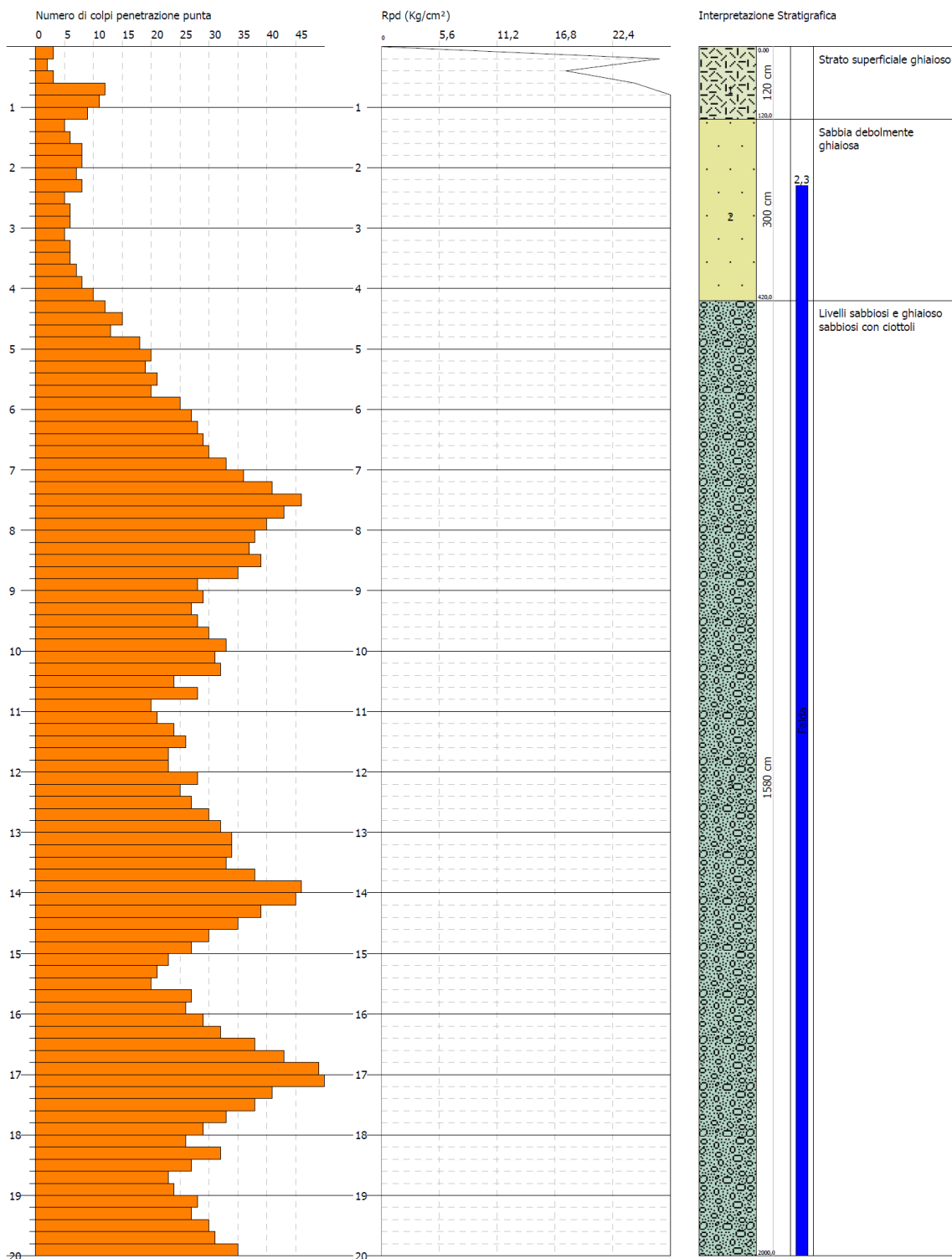
TecnoGeo s.a.s - di Sabtambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.2 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



**D.2** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 18/03/2013  
**20.00 m**  
 - **2.30** dal p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	12	0,843	97,59	115,72	4,88	5,79
1,00	11	0,840	89,08	106,08	4,45	5,30
1,20	9	0,836	72,58	86,79	3,63	4,34
1,40	5	0,833	40,16	48,22	2,01	2,41
1,60	6	0,830	44,35	53,47	2,22	2,67
1,80	8	0,826	58,91	71,29	2,95	3,56
2,00	8	0,823	58,68	71,29	2,93	3,56
2,20	7	0,820	51,16	62,38	2,56	3,12
2,40	8	0,817	58,25	71,29	2,91	3,56
2,60	5	0,814	33,72	41,41	1,69	2,07
2,80	6	0,811	40,32	49,69	2,02	2,48
3,00	6	0,809	40,18	49,69	2,01	2,48
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	6	0,803	39,92	49,69	2,00	2,48
3,60	6	0,801	37,17	46,41	1,86	2,32
3,80	7	0,798	43,23	54,15	2,16	2,71
4,00	8	0,796	49,26	61,88	2,46	3,09
4,20	10	0,794	61,40	77,36	3,07	3,87
4,40	12	0,791	73,47	92,83	3,67	4,64
4,60	15	0,739	80,47	108,85	4,02	5,44
4,80	13	0,737	69,54	94,34	3,48	4,72
5,00	18	0,735	96,01	130,62	4,80	6,53
5,20	20	0,733	106,39	145,14	5,32	7,26
5,40	19	0,731	100,80	137,88	5,04	6,89
5,60	21	0,679	97,47	143,52	4,87	7,18
5,80	20	0,727	99,41	136,68	4,97	6,83
6,00	25	0,675	115,41	170,85	5,77	8,54
6,20	27	0,674	124,32	184,52	6,22	9,23
6,40	28	0,672	128,59	191,36	6,43	9,57
6,60	29	0,670	125,54	187,28	6,28	9,36
6,80	30	0,669	129,56	193,74	6,48	9,69
7,00	33	0,617	131,53	213,11	6,58	10,66
7,20	36	0,616	143,13	232,48	7,16	11,62
7,40	41	0,564	149,37	264,77	7,47	13,24
7,60	46	0,563	158,43	281,56	7,92	14,08
7,80	43	0,561	147,73	263,20	7,39	13,16
8,00	40	0,560	137,09	244,83	6,85	12,24
8,20	38	0,609	141,55	232,59	7,08	11,63
8,40	37	0,607	137,53	226,47	6,88	11,32
8,60	39	0,556	126,14	226,87	6,31	11,34
8,80	35	0,605	123,12	203,61	6,16	10,18
9,00	28	0,653	106,44	162,88	5,32	8,14

9,20	29	0,652	110,04	168,70	5,50	8,44
9,40	27	0,651	102,27	157,07	5,11	7,85
9,60	28	0,650	100,86	155,19	5,04	7,76
9,80	30	0,649	107,88	166,27	5,39	8,31
10,00	33	0,598	109,32	182,90	5,47	9,14
10,20	31	0,597	102,50	171,81	5,13	8,59
10,40	32	0,596	105,62	177,36	5,28	8,87
10,60	24	0,644	81,86	127,02	4,09	6,35
10,80	28	0,643	95,34	148,19	4,77	7,41
11,00	20	0,692	73,28	105,85	3,66	5,29
11,20	21	0,641	71,27	111,14	3,56	5,56
11,40	24	0,640	81,33	127,02	4,07	6,35
11,60	26	0,639	84,16	131,66	4,21	6,58
11,80	23	0,638	74,33	116,47	3,72	5,82
12,00	23	0,637	74,22	116,47	3,71	5,82
12,20	28	0,636	90,20	141,79	4,51	7,09
12,40	25	0,635	80,41	126,60	4,02	6,33
12,60	27	0,634	83,12	131,07	4,16	6,55
12,80	30	0,633	92,20	145,63	4,61	7,28
13,00	32	0,582	90,42	155,34	4,52	7,77
13,20	34	0,581	95,90	165,05	4,80	8,25
13,40	34	0,580	95,73	165,05	4,79	8,25
13,60	33	0,579	89,06	153,83	4,45	7,69
13,80	38	0,578	102,36	177,13	5,12	8,86
14,00	46	0,527	112,96	214,42	5,65	10,72
14,20	45	0,526	110,27	209,76	5,51	10,49
14,40	39	0,525	95,37	181,79	4,77	9,09
14,60	35	0,573	89,98	156,91	4,50	7,85
14,80	30	0,622	83,70	134,50	4,18	6,72
15,00	27	0,621	75,19	121,05	3,76	6,05
15,20	23	0,620	63,92	103,11	3,20	5,16
15,40	21	0,619	58,25	94,15	2,91	4,71
15,60	20	0,667	57,64	86,36	2,88	4,32
15,80	27	0,616	71,84	116,59	3,59	5,83
16,00	26	0,615	69,03	112,27	3,45	5,61
16,20	29	0,614	76,83	125,23	3,84	6,26
16,40	32	0,562	77,68	138,18	3,88	6,91
16,60	38	0,561	88,75	158,26	4,44	7,91
16,80	43	0,509	91,21	179,09	4,56	8,95
17,00	49	0,508	103,63	204,08	5,18	10,20
17,20	53	0,506	111,76	220,74	5,59	11,04
17,40	41	0,505	86,19	170,76	4,31	8,54
17,60	38	0,553	84,54	152,84	4,23	7,64
17,80	33	0,551	73,19	132,73	3,66	6,64
18,00	29	0,600	69,95	116,64	3,50	5,83
18,20	26	0,598	62,54	104,57	3,13	5,23
18,40	32	0,546	70,30	128,71	3,51	6,44
18,60	27	0,594	62,40	104,99	3,12	5,25
18,80	23	0,592	52,99	89,44	2,65	4,47
19,00	24	0,591	55,11	93,33	2,76	4,67
19,20	28	0,588	64,08	108,88	3,20	5,44
19,40	27	0,586	61,57	104,99	3,08	5,25
19,60	30	0,584	65,98	112,92	3,30	5,65
19,80	31	0,532	62,09	116,68	3,10	5,83
20,00	35	0,530	69,80	131,74	3,49	6,59



## D.3 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



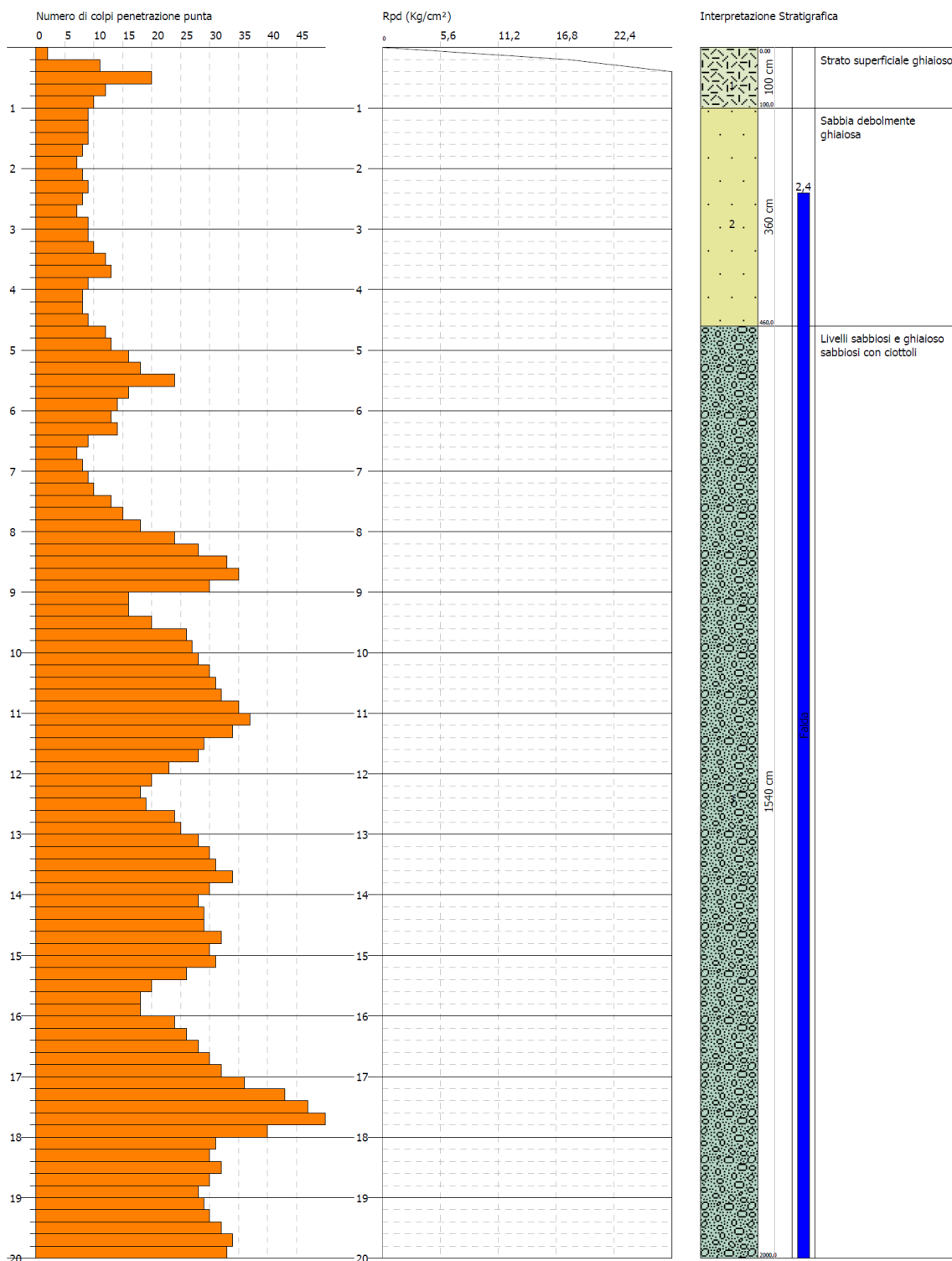
TecnoGeo s.a.s - di Sabtambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.3 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



**D.3** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 18/03/2013  
**20.00 m**  
**- 2.40 dal p.c.**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	17,96	21,01	0,90	1,05
0,40	11	0,851	98,33	115,58	4,92	5,78
0,60	20	0,797	153,72	192,87	7,69	9,64
0,80	12	0,843	97,59	115,72	4,88	5,79
1,00	10	0,840	80,98	96,43	4,05	4,82
1,20	9	0,836	72,58	86,79	3,63	4,34
1,40	9	0,833	72,29	86,79	3,61	4,34
1,60	9	0,830	66,53	80,20	3,33	4,01
1,80	8	0,826	58,91	71,29	2,95	3,56
2,00	7	0,823	51,35	62,38	2,57	3,12
2,20	8	0,820	58,46	71,29	2,92	3,56
2,40	9	0,817	65,53	80,20	3,28	4,01
2,60	8	0,814	53,95	66,25	2,70	3,31
2,80	7	0,811	47,04	57,97	2,35	2,90
3,00	9	0,809	60,27	74,54	3,01	3,73
3,20	9	0,806	60,08	74,54	3,00	3,73
3,40	10	0,803	66,54	82,82	3,33	4,14
3,60	12	0,801	74,34	92,83	3,72	4,64
3,80	13	0,748	75,26	100,56	3,76	5,03
4,00	9	0,796	55,42	69,62	2,77	3,48
4,20	8	0,794	49,12	61,88	2,46	3,09
4,40	8	0,791	48,98	61,88	2,45	3,09
4,60	9	0,789	51,55	65,31	2,58	3,27
4,80	12	0,787	68,54	87,08	3,43	4,35
5,00	13	0,735	69,34	94,34	3,47	4,72
5,20	16	0,733	85,11	116,11	4,26	5,81
5,40	18	0,731	95,49	130,62	4,77	6,53
5,60	24	0,679	111,39	164,02	5,57	8,20
5,80	16	0,727	79,52	109,35	3,98	5,47
6,00	14	0,725	69,41	95,68	3,47	4,78
6,20	13	0,724	64,30	88,84	3,21	4,44
6,40	14	0,722	69,08	95,68	3,45	4,78
6,60	9	0,770	44,77	58,12	2,24	2,91
6,80	7	0,769	34,75	45,20	1,74	2,26
7,00	8	0,767	39,63	51,66	1,98	2,58
7,20	9	0,766	44,50	58,12	2,22	2,91
7,40	10	0,764	49,35	64,58	2,47	3,23
7,60	13	0,713	56,71	79,57	2,84	3,98
7,80	15	0,711	65,31	91,81	3,27	4,59
8,00	18	0,710	78,21	110,18	3,91	5,51
8,20	24	0,659	96,74	146,90	4,84	7,35
8,40	28	0,657	112,64	171,38	5,63	8,57
8,60	33	0,606	116,33	191,97	5,82	9,60
8,80	35	0,605	123,12	203,61	6,16	10,18
9,00	30	0,653	114,05	174,52	5,70	8,73

9,20	16	0,702	65,37	93,08	3,27	4,65
9,40	16	0,701	65,26	93,08	3,26	4,65
9,60	20	0,700	77,59	110,85	3,88	5,54
9,80	26	0,649	93,50	144,10	4,67	7,21
10,00	27	0,648	96,93	149,65	4,85	7,48
10,20	28	0,647	100,34	155,19	5,02	7,76
10,40	30	0,646	107,33	166,27	5,37	8,31
10,60	31	0,594	97,53	164,06	4,88	8,20
10,80	32	0,593	100,49	169,35	5,02	8,47
11,00	35	0,592	109,72	185,23	5,49	9,26
11,20	37	0,591	115,79	195,82	5,79	9,79
11,40	34	0,590	106,21	179,94	5,31	9,00
11,60	29	0,639	93,87	146,85	4,69	7,34
11,80	28	0,638	90,49	141,79	4,52	7,09
12,00	23	0,637	74,22	116,47	3,71	5,82
12,20	20	0,686	69,50	101,28	3,47	5,06
12,40	18	0,685	62,45	91,15	3,12	4,56
12,60	19	0,684	63,10	92,23	3,16	4,61
12,80	24	0,633	73,76	116,50	3,69	5,83
13,00	25	0,632	76,71	121,36	3,84	6,07
13,20	28	0,631	85,77	135,92	4,29	6,80
13,40	30	0,630	91,75	145,63	4,59	7,28
13,60	31	0,579	83,66	144,50	4,18	7,23
13,80	34	0,578	91,59	158,49	4,58	7,92
14,00	30	0,627	87,65	139,84	4,38	6,99
14,20	28	0,626	81,67	130,52	4,08	6,53
14,40	29	0,625	84,43	135,18	4,22	6,76
14,60	29	0,623	81,06	130,01	4,05	6,50
14,80	32	0,572	82,11	143,46	4,11	7,17
15,00	30	0,621	83,54	134,50	4,18	6,72
15,20	31	0,570	79,21	138,98	3,96	6,95
15,40	26	0,619	72,12	116,56	3,61	5,83
15,60	20	0,667	57,64	86,36	2,88	4,32
15,80	18	0,666	51,78	77,73	2,59	3,89
16,00	18	0,665	51,68	77,73	2,58	3,89
16,20	24	0,614	63,58	103,64	3,18	5,18
16,40	26	0,612	68,73	112,27	3,44	5,61
16,60	28	0,611	71,22	116,62	3,56	5,83
16,80	30	0,609	76,13	124,95	3,81	6,25
17,00	32	0,558	74,34	133,27	3,72	6,66
17,20	36	0,556	83,41	149,93	4,17	7,50
17,40	43	0,505	90,39	179,09	4,52	8,95
17,60	47	0,503	95,11	189,04	4,76	9,45
17,80	56	0,501	112,95	225,23	5,65	11,26
18,00	40	0,500	80,40	160,88	4,02	8,04
18,20	31	0,548	68,33	124,68	3,42	6,23
18,40	30	0,596	71,94	120,66	3,60	6,03
18,60	32	0,544	67,74	124,44	3,39	6,22
18,80	30	0,592	69,12	116,66	3,46	5,83
19,00	28	0,591	64,30	108,88	3,21	5,44
19,20	29	0,588	66,37	112,77	3,32	5,64
19,40	30	0,586	68,41	116,66	3,42	5,83
19,60	32	0,534	64,35	120,44	3,22	6,02
19,80	34	0,532	68,09	127,97	3,40	6,40
20,00	33	0,530	65,81	124,21	3,29	6,21



## D.4 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



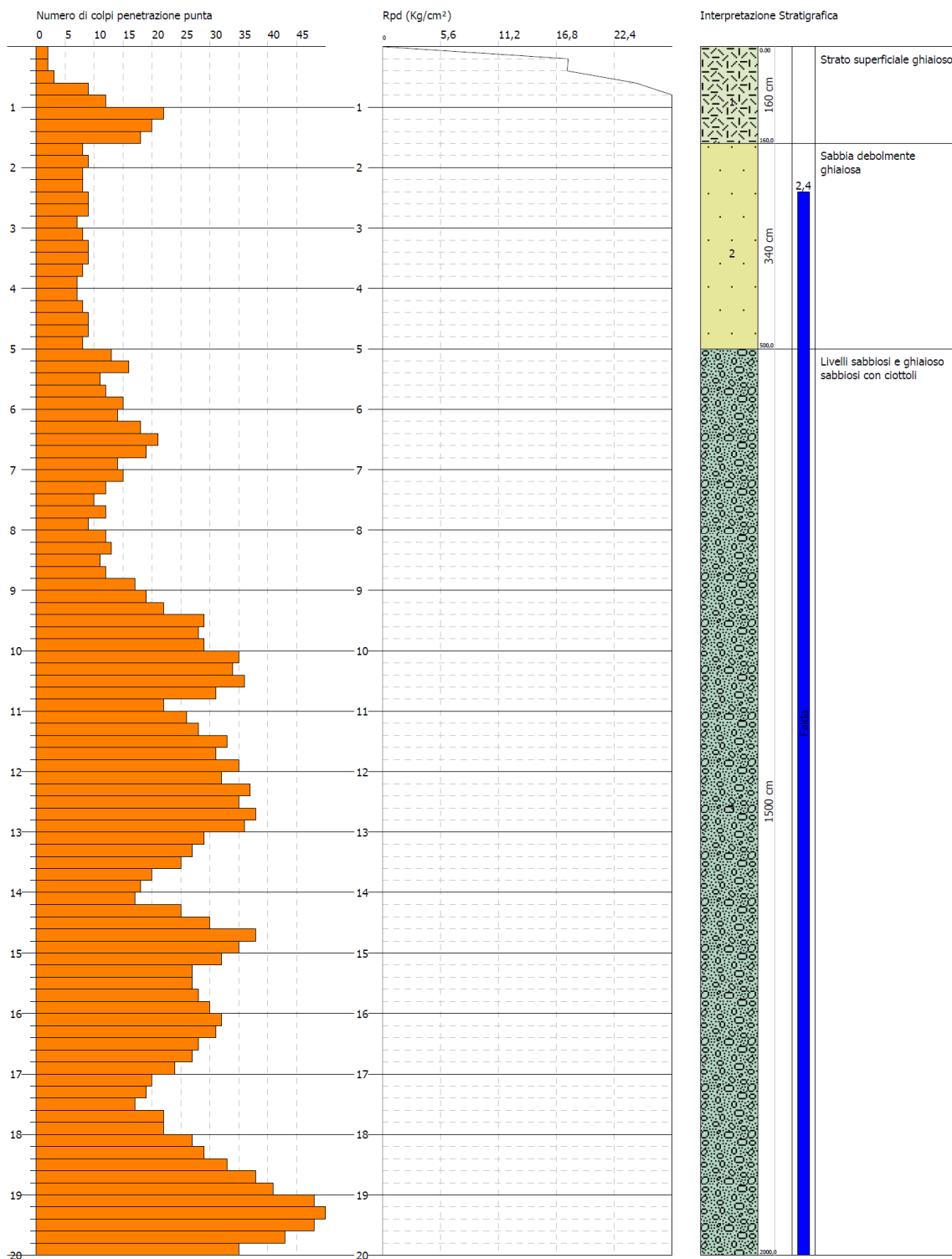
TecnoGeo s.a.s - di Sabtamrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.4 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



**D.4** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 18/03/2013  
**20.00 m**  
**- 2.40 dal p.c.**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	17,96	21,01	0,90	1,05
0,40	2	0,851	17,88	21,01	0,89	1,05
0,60	3	0,847	24,50	28,93	1,23	1,45
0,80	9	0,843	73,19	86,79	3,66	4,34
1,00	12	0,840	97,18	115,72	4,86	5,79
1,20	22	0,736	156,20	212,16	7,81	10,61
1,40	20	0,783	150,99	192,87	7,55	9,64
1,60	18	0,780	125,04	160,40	6,25	8,02
1,80	8	0,826	58,91	71,29	2,95	3,56
2,00	9	0,823	66,02	80,20	3,30	4,01
2,20	8	0,820	58,46	71,29	2,92	3,56
2,40	8	0,817	58,25	71,29	2,91	3,56
2,60	9	0,814	60,69	74,54	3,03	3,73
2,80	9	0,811	60,48	74,54	3,02	3,73
3,00	7	0,809	46,88	57,97	2,34	2,90
3,20	8	0,806	53,40	66,25	2,67	3,31
3,40	9	0,803	59,88	74,54	2,99	3,73
3,60	9	0,801	55,76	69,62	2,79	3,48
3,80	8	0,798	49,41	61,88	2,47	3,09
4,00	7	0,796	43,10	54,15	2,16	2,71
4,20	7	0,794	42,98	54,15	2,15	2,71
4,40	8	0,791	48,98	61,88	2,45	3,09
4,60	9	0,789	51,55	65,31	2,58	3,27
4,80	9	0,787	51,41	65,31	2,57	3,27
5,00	8	0,785	45,57	58,06	2,28	2,90
5,20	13	0,733	69,15	94,34	3,46	4,72
5,40	16	0,731	84,88	116,11	4,24	5,81
5,60	11	0,779	58,57	75,18	2,93	3,76
5,80	12	0,777	63,74	82,01	3,19	4,10
6,00	15	0,725	74,37	102,51	3,72	5,13
6,20	14	0,724	69,24	95,68	3,46	4,78
6,40	18	0,722	88,82	123,01	4,44	6,15
6,60	21	0,670	90,91	135,61	4,55	6,78
6,80	19	0,719	88,19	122,70	4,41	6,13
7,00	14	0,717	64,84	90,41	3,24	4,52
7,20	15	0,716	69,32	96,87	3,47	4,84
7,40	12	0,764	59,22	77,49	2,96	3,87
7,60	10	0,763	46,68	61,21	2,33	3,06
7,80	12	0,761	55,92	73,45	2,80	3,67
8,00	9	0,760	41,86	55,09	2,09	2,75
8,20	12	0,759	55,72	73,45	2,79	3,67
8,40	13	0,707	56,28	79,57	2,81	3,98
8,60	11	0,756	48,37	63,99	2,42	3,20
8,80	12	0,755	52,68	69,81	2,63	3,49
9,00	17	0,703	69,57	98,89	3,48	4,94

9,20	19	0,702	77,62	110,53	3,88	5,53
9,40	22	0,651	83,33	127,98	4,17	6,40
9,60	29	0,650	104,47	160,73	5,22	8,04
9,80	28	0,649	100,69	155,19	5,03	7,76
10,00	29	0,648	104,10	160,73	5,21	8,04
10,20	35	0,597	115,73	193,98	5,79	9,70
10,40	34	0,596	112,22	188,44	5,61	9,42
10,60	36	0,594	113,26	190,52	5,66	9,53
10,80	31	0,593	97,35	164,06	4,87	8,20
11,00	22	0,642	74,79	116,43	3,74	5,82
11,20	26	0,641	88,24	137,60	4,41	6,88
11,40	28	0,640	94,88	148,19	4,74	7,41
11,60	33	0,589	98,47	167,11	4,92	8,36
11,80	31	0,588	92,34	156,98	4,62	7,85
12,00	35	0,587	104,07	177,24	5,20	8,86
12,20	32	0,586	94,99	162,04	4,75	8,10
12,40	37	0,585	109,64	187,36	5,48	9,37
12,60	35	0,584	99,25	169,90	4,96	8,50
12,80	38	0,583	107,57	184,46	5,38	9,22
13,00	36	0,582	101,72	174,75	5,09	8,74
13,20	29	0,631	88,84	140,77	4,44	7,04
13,40	27	0,630	82,57	131,07	4,13	6,55
13,60	25	0,629	73,30	116,53	3,66	5,83
13,80	20	0,678	63,20	93,23	3,16	4,66
14,00	18	0,677	56,79	83,90	2,84	4,20
14,20	17	0,676	53,55	79,24	2,68	3,96
14,40	25	0,625	72,79	116,53	3,64	5,83
14,60	30	0,623	83,85	134,50	4,19	6,72
14,80	38	0,572	97,50	170,36	4,87	8,52
15,00	35	0,571	89,62	156,91	4,48	7,85
15,20	32	0,570	81,76	143,46	4,09	7,17
15,40	27	0,619	74,89	121,05	3,74	6,05
15,60	27	0,617	71,99	116,59	3,60	5,83
15,80	28	0,616	74,50	120,91	3,73	6,05
16,00	30	0,615	79,65	129,55	3,98	6,48
16,20	32	0,564	77,87	138,18	3,89	6,91
16,40	31	0,562	75,25	133,86	3,76	6,69
16,60	28	0,611	71,22	116,62	3,56	5,83
16,80	27	0,609	68,52	112,45	3,43	5,62
17,00	24	0,608	60,75	99,96	3,04	5,00
17,20	20	0,656	54,67	83,30	2,73	4,16
17,40	19	0,655	51,81	79,13	2,59	3,96
17,60	17	0,653	44,66	68,37	2,23	3,42
17,80	22	0,601	53,22	88,48	2,66	4,42
18,00	22	0,600	53,07	88,48	2,65	4,42
18,20	27	0,598	64,94	108,59	3,25	5,43
18,40	29	0,596	69,54	116,64	3,48	5,83
18,60	33	0,544	69,86	128,33	3,49	6,42
18,80	38	0,542	80,16	147,77	4,01	7,39
19,00	41	0,491	78,20	159,44	3,91	7,97
19,20	48	0,488	91,18	186,66	4,56	9,33
19,40	59	0,486	111,60	229,43	5,58	11,47
19,60	48	0,484	87,49	180,67	4,37	9,03
19,80	43	0,482	78,03	161,85	3,90	8,09
20,00	35	0,530	69,80	131,74	3,49	6,59



## D.5 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



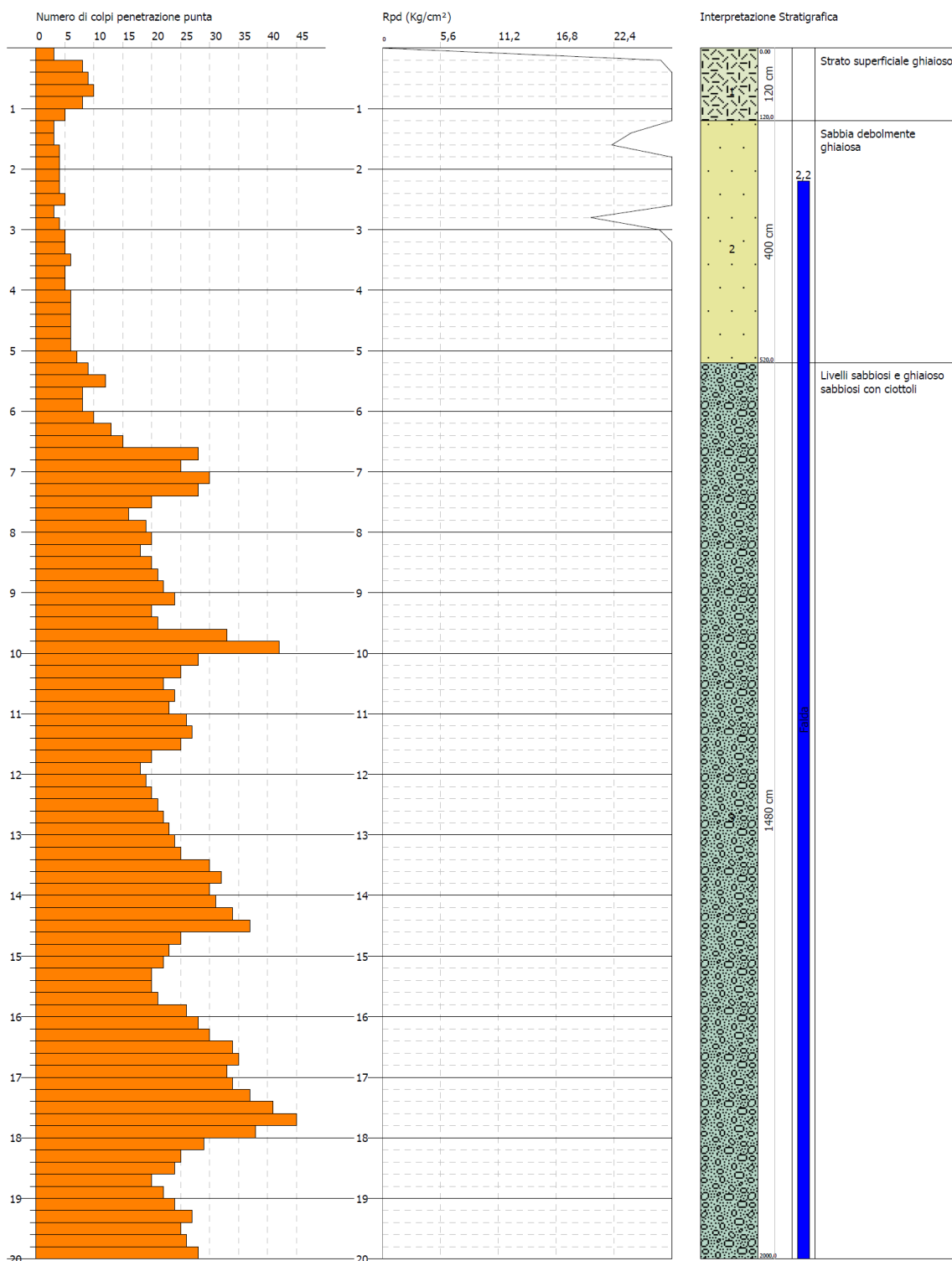
TecnoGeo s.a.s - di Sabtamrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.5 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



**D.5** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 18/03/2013  
**20.00 m**  
**- 2.20 dal p.c.**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	8	0,851	71,51	84,06	3,58	4,20
0,60	9	0,847	73,51	86,79	3,68	4,34
0,80	10	0,843	81,33	96,43	4,07	4,82
1,00	8	0,840	64,78	77,15	3,24	3,86
1,20	5	0,836	40,32	48,22	2,02	2,41
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	3	0,830	22,18	26,73	1,11	1,34
1,80	4	0,826	29,45	35,64	1,47	1,78
2,00	4	0,823	29,34	35,64	1,47	1,78
2,20	4	0,820	29,23	35,64	1,46	1,78
2,40	4	0,817	29,13	35,64	1,46	1,78
2,60	5	0,814	33,72	41,41	1,69	2,07
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	5	0,803	33,27	41,41	1,66	2,07
3,60	6	0,801	37,17	46,41	1,86	2,32
3,80	5	0,798	30,88	38,68	1,54	1,93
4,00	5	0,796	30,79	38,68	1,54	1,93
4,20	6	0,794	36,84	46,41	1,84	2,32
4,40	6	0,791	36,73	46,41	1,84	2,32
4,60	6	0,789	34,36	43,54	1,72	2,18
4,80	6	0,787	34,27	43,54	1,71	2,18
5,00	6	0,785	34,18	43,54	1,71	2,18
5,20	7	0,783	39,78	50,80	1,99	2,54
5,40	9	0,781	51,01	65,31	2,55	3,27
5,60	12	0,779	63,90	82,01	3,19	4,10
5,80	8	0,777	42,50	54,67	2,12	2,73
6,00	8	0,775	42,40	54,67	2,12	2,73
6,20	10	0,774	52,88	68,34	2,64	3,42
6,40	13	0,722	64,15	88,84	3,21	4,44
6,60	15	0,720	69,78	96,87	3,49	4,84
6,80	28	0,669	120,92	180,82	6,05	9,04
7,00	25	0,667	107,71	161,45	5,39	8,07
7,20	30	0,666	128,96	193,74	6,45	9,69
7,40	28	0,664	120,09	180,82	6,00	9,04
7,60	20	0,713	87,25	122,42	4,36	6,12
7,80	16	0,711	69,66	97,93	3,48	4,90
8,00	19	0,710	82,56	116,30	4,13	5,81
8,20	20	0,709	86,74	122,42	4,34	6,12
8,40	18	0,707	77,92	110,18	3,90	5,51
8,60	20	0,706	82,14	116,35	4,11	5,82
8,80	21	0,655	79,98	122,16	4,00	6,11
9,00	22	0,653	83,63	127,98	4,18	6,40

9,20	24	0,652	91,07	139,62	4,55	6,98
9,40	20	0,701	81,57	116,35	4,08	5,82
9,60	21	0,650	75,65	116,39	3,78	5,82
9,80	33	0,599	109,52	182,90	5,48	9,14
10,00	42	0,548	127,49	232,78	6,37	11,64
10,20	28	0,647	100,34	155,19	5,02	7,76
10,40	25	0,646	89,44	138,56	4,47	6,93
10,60	22	0,644	75,03	116,43	3,75	5,82
10,80	24	0,643	81,72	127,02	4,09	6,35
11,00	23	0,642	78,19	121,72	3,91	6,09
11,20	26	0,641	88,24	137,60	4,41	6,88
11,40	27	0,640	91,49	142,89	4,57	7,14
11,60	25	0,639	80,93	126,60	4,05	6,33
11,80	20	0,688	69,70	101,28	3,49	5,06
12,00	18	0,687	62,64	91,15	3,13	4,56
12,20	19	0,686	66,02	96,21	3,30	4,81
12,40	20	0,685	69,39	101,28	3,47	5,06
12,60	21	0,634	64,65	101,94	3,23	5,10
12,80	22	0,633	67,61	106,79	3,38	5,34
13,00	23	0,632	70,57	111,65	3,53	5,58
13,20	24	0,631	73,52	116,50	3,68	5,83
13,40	25	0,630	76,46	121,36	3,82	6,07
13,60	30	0,629	87,95	139,84	4,40	6,99
13,80	32	0,578	86,20	149,16	4,31	7,46
14,00	30	0,627	87,65	139,84	4,38	6,99
14,20	31	0,576	83,19	144,50	4,16	7,23
14,40	34	0,575	91,07	158,49	4,55	7,92
14,60	37	0,573	95,13	165,88	4,76	8,29
14,80	25	0,622	69,75	112,08	3,49	5,60
15,00	23	0,621	64,05	103,11	3,20	5,16
15,20	22	0,620	61,14	98,63	3,06	4,93
15,40	20	0,669	59,96	89,66	3,00	4,48
15,60	20	0,667	57,64	86,36	2,88	4,32
15,80	21	0,616	55,88	90,68	2,79	4,53
16,00	26	0,615	69,03	112,27	3,45	5,61
16,20	28	0,614	74,18	120,91	3,71	6,05
16,40	30	0,612	79,30	129,55	3,97	6,48
16,60	34	0,561	79,40	141,60	3,97	7,08
16,80	35	0,559	81,53	145,77	4,08	7,29
17,00	33	0,558	76,67	137,44	3,83	6,87
17,20	34	0,556	78,77	141,60	3,94	7,08
17,40	37	0,555	85,48	154,10	4,27	7,70
17,60	41	0,503	82,96	164,90	4,15	8,25
17,80	45	0,501	90,76	180,99	4,54	9,05
18,00	38	0,550	84,02	152,84	4,20	7,64
18,20	29	0,598	69,75	116,64	3,49	5,83
18,40	25	0,596	59,95	100,55	3,00	5,03
18,60	24	0,594	55,47	93,33	2,77	4,67
18,80	20	0,642	49,97	77,77	2,50	3,89
19,00	22	0,591	50,52	85,55	2,53	4,28
19,20	24	0,588	54,92	93,33	2,75	4,67
19,40	27	0,586	61,57	104,99	3,08	5,25
19,60	25	0,584	54,98	94,10	2,75	4,70
19,80	26	0,582	56,96	97,86	2,85	4,89
20,00	28	0,580	61,11	105,39	3,06	5,27



## D.6 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



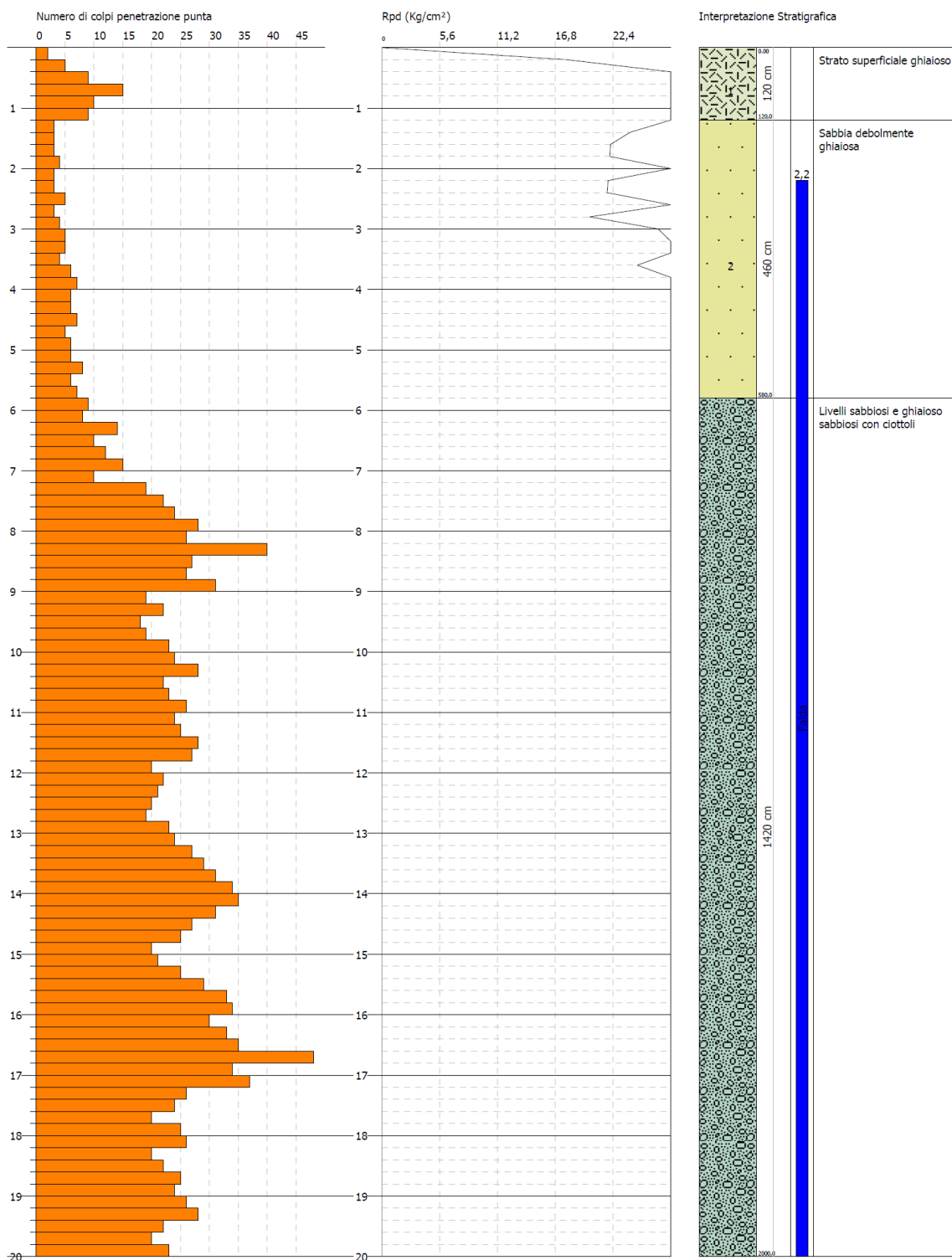
TecnoGeo s.a.s - di Sabtambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.6 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



**D.6** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 18/03/2013  
**20.00 m**  
**- 2.20 dal p.c.**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	17,96	21,01	0,90	1,05
0,40	5	0,851	44,70	52,54	2,23	2,63
0,60	9	0,847	73,51	86,79	3,68	4,34
0,80	15	0,793	114,76	144,65	5,74	7,23
1,00	10	0,840	80,98	96,43	4,05	4,82
1,20	9	0,836	72,58	86,79	3,63	4,34
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	3	0,830	22,18	26,73	1,11	1,34
1,80	3	0,826	22,09	26,73	1,10	1,34
2,00	4	0,823	29,34	35,64	1,47	1,78
2,20	3	0,820	21,92	26,73	1,10	1,34
2,40	3	0,817	21,84	26,73	1,09	1,34
2,60	5	0,814	33,72	41,41	1,69	2,07
2,80	3	0,811	20,16	24,85	1,01	1,24
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	5	0,803	33,27	41,41	1,66	2,07
3,60	4	0,801	24,78	30,94	1,24	1,55
3,80	6	0,798	37,06	46,41	1,85	2,32
4,00	7	0,796	43,10	54,15	2,16	2,71
4,20	6	0,794	36,84	46,41	1,84	2,32
4,40	6	0,791	36,73	46,41	1,84	2,32
4,60	7	0,789	40,09	50,80	2,00	2,54
4,80	5	0,787	28,56	36,28	1,43	1,81
5,00	6	0,785	34,18	43,54	1,71	2,18
5,20	6	0,783	34,09	43,54	1,70	2,18
5,40	8	0,781	45,34	58,06	2,27	2,90
5,60	6	0,779	31,95	41,00	1,60	2,05
5,80	7	0,777	37,18	47,84	1,86	2,39
6,00	9	0,775	47,70	61,51	2,38	3,08
6,20	8	0,774	42,30	54,67	2,12	2,73
6,40	14	0,722	69,08	95,68	3,45	4,78
6,60	10	0,770	49,75	64,58	2,49	3,23
6,80	12	0,769	59,57	77,49	2,98	3,87
7,00	15	0,717	69,47	96,87	3,47	4,84
7,20	10	0,766	49,44	64,58	2,47	3,23
7,40	19	0,714	87,63	122,70	4,38	6,13
7,60	22	0,663	89,24	134,66	4,46	6,73
7,80	24	0,661	97,14	146,90	4,86	7,35
8,00	28	0,660	113,10	171,38	5,65	8,57
8,20	26	0,659	104,81	159,14	5,24	7,96
8,40	40	0,557	136,43	244,83	6,82	12,24
8,60	27	0,656	103,03	157,07	5,15	7,85
8,80	26	0,655	99,03	151,25	4,95	7,56
9,00	31	0,603	108,83	180,34	5,44	9,02

9,20	19	0,702	77,62	110,53	3,88	5,53
9,40	22	0,651	83,33	127,98	4,17	6,40
9,60	18	0,700	69,83	99,76	3,49	4,99
9,80	19	0,699	73,59	105,31	3,68	5,27
10,00	23	0,648	82,57	127,48	4,13	6,37
10,20	24	0,647	86,01	133,02	4,30	6,65
10,40	28	0,646	100,18	155,19	5,01	7,76
10,60	22	0,644	75,03	116,43	3,75	5,82
10,80	23	0,643	78,32	121,72	3,92	6,09
11,00	26	0,642	88,39	137,60	4,42	6,88
11,20	24	0,641	81,46	127,02	4,07	6,35
11,40	25	0,640	84,71	132,31	4,24	6,62
11,60	28	0,639	90,64	141,79	4,53	7,09
11,80	27	0,638	87,26	136,72	4,36	6,84
12,00	20	0,687	69,60	101,28	3,48	5,06
12,20	22	0,636	70,87	111,41	3,54	5,57
12,40	21	0,635	67,55	106,34	3,38	5,32
12,60	20	0,684	66,42	97,09	3,32	4,85
12,80	19	0,683	63,01	92,23	3,15	4,61
13,00	23	0,632	70,57	111,65	3,53	5,58
13,20	24	0,631	73,52	116,50	3,68	5,83
13,40	27	0,630	82,57	131,07	4,13	6,55
13,60	29	0,629	85,02	135,18	4,25	6,76
13,80	31	0,578	83,51	144,50	4,18	7,23
14,00	34	0,577	91,42	158,49	4,57	7,92
14,20	35	0,576	93,93	163,15	4,70	8,16
14,40	31	0,575	83,03	144,50	4,15	7,23
14,60	27	0,623	75,47	121,05	3,77	6,05
14,80	25	0,622	69,75	112,08	3,49	5,60
15,00	20	0,671	60,18	89,66	3,01	4,48
15,20	21	0,620	58,37	94,15	2,92	4,71
15,40	25	0,619	69,35	112,08	3,47	5,60
15,60	29	0,617	77,32	125,23	3,87	6,26
15,80	33	0,566	80,68	142,50	4,03	7,12
16,00	34	0,565	82,93	146,82	4,15	7,34
16,20	30	0,614	79,48	129,55	3,97	6,48
16,40	33	0,562	80,11	142,50	4,01	7,12
16,60	35	0,561	81,74	145,77	4,09	7,29
16,80	48	0,509	101,81	199,91	5,09	10,00
17,00	34	0,558	78,99	141,60	3,95	7,08
17,20	37	0,556	85,72	154,10	4,29	7,70
17,40	26	0,605	65,48	108,29	3,27	5,41
17,60	24	0,603	58,22	96,53	2,91	4,83
17,80	20	0,651	52,40	80,44	2,62	4,02
18,00	25	0,600	60,31	100,55	3,02	5,03
18,20	26	0,598	62,54	104,57	3,13	5,23
18,40	20	0,646	51,98	80,44	2,60	4,02
18,60	22	0,594	50,85	85,55	2,54	4,28
18,80	25	0,592	57,60	97,22	2,88	4,86
19,00	24	0,591	55,11	93,33	2,76	4,67
19,20	26	0,588	59,50	101,11	2,97	5,06
19,40	28	0,586	63,85	108,88	3,19	5,44
19,60	22	0,584	48,38	82,81	2,42	4,14
19,80	20	0,632	47,58	75,28	2,38	3,76
20,00	23	0,580	50,20	86,57	2,51	4,33



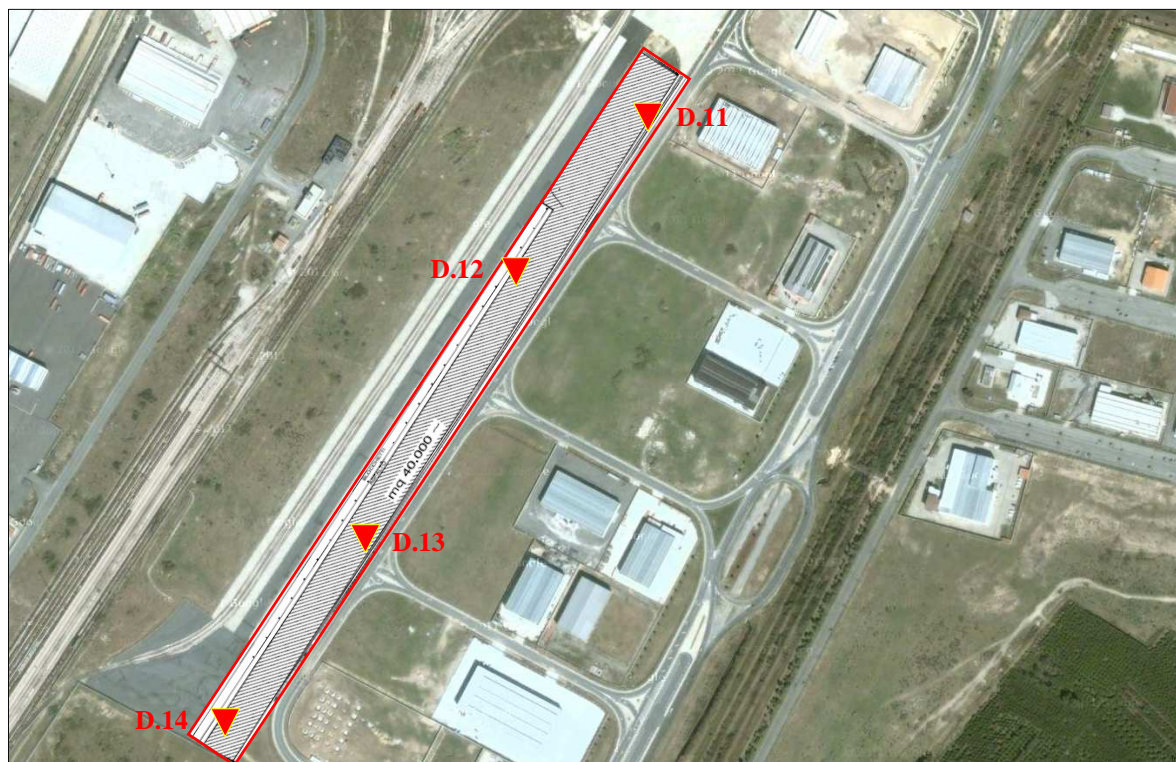
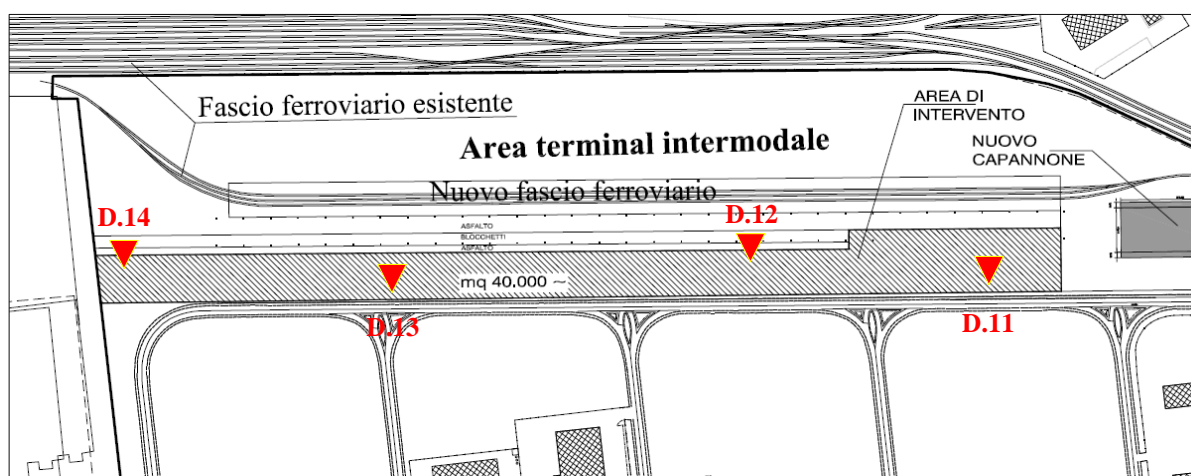
## Sito 2 - PIAZZALE DI CARICO

### Ubicazione Indagini

Legenda UBICAZIONE INDAGINI:

**D. ▼**

Prova Penetrometrica Dinamica **D.P.S.H.**



**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D.P.S.H.** *(Dynamic Probing Super Heavy)**Documentazione Fotografica.***Panoramica D.11****D.11 - Prof. raggiunta: 20.00 m****Panoramica D.12****D.12 - Prof. raggiunta: 20.00 m****Panoramica D.13****D.13 - Prof. raggiunta: 20.00 m**



Panoramica **D.14**



**D.14** - Prof. raggiunta: **20.00 m**



## D.11 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



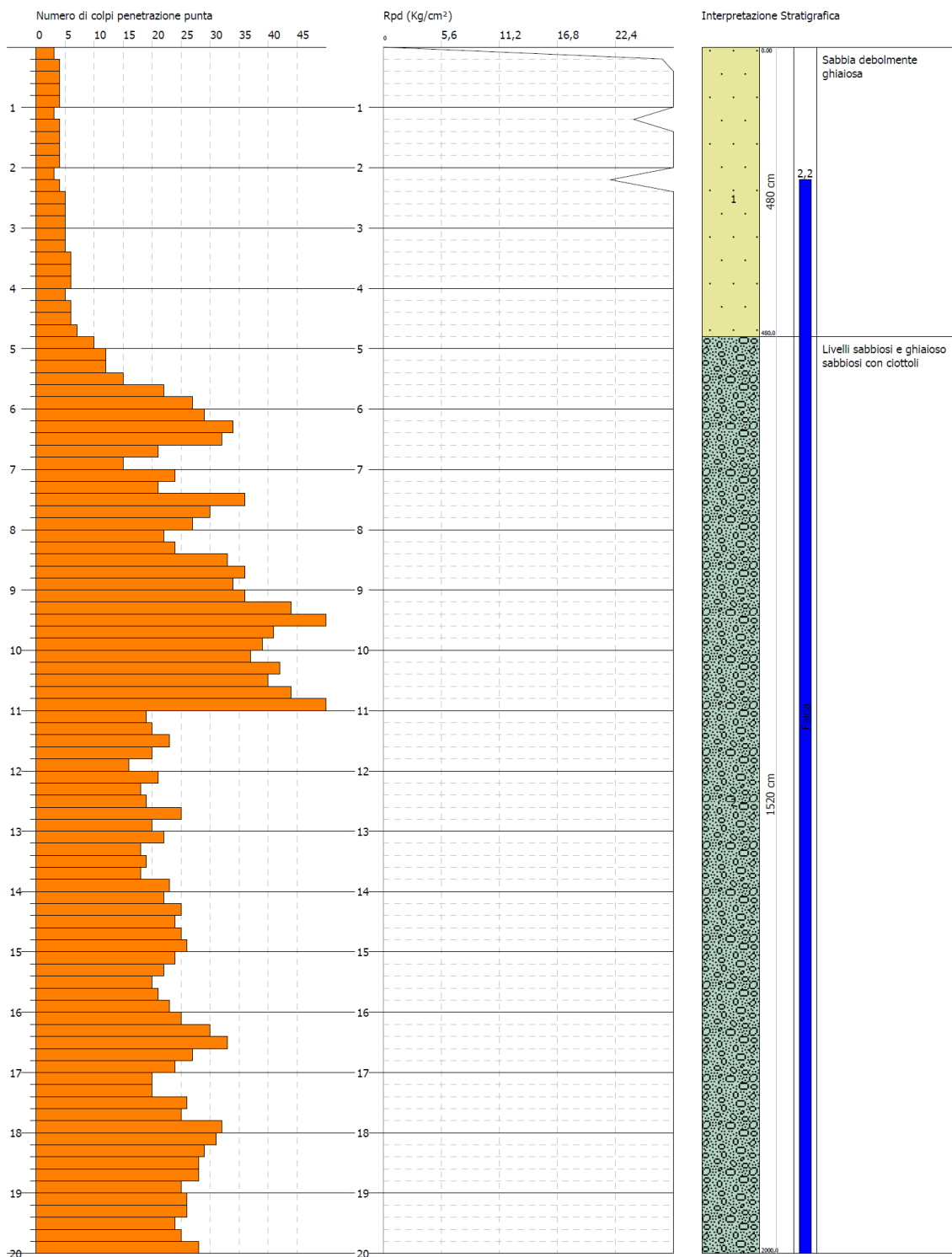
TecnoGeo s.a.s - di Sabtambragio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.11 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Piazzale di carico  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 19/03/2013

Scala 1:94



**D.11** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 19/03/2013  
**20.00 m**  
 - **2.20** dal p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	3	0,855	26,94	31,52	1,35	1,58
0,40	4	0,851	35,76	42,03	1,79	2,10
0,60	4	0,847	32,67	38,57	1,63	1,93
0,80	4	0,843	32,53	38,57	1,63	1,93
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,93
1,20	3	0,836	24,19	28,93	1,21	1,45
1,40	4	0,833	32,13	38,57	1,61	1,93
1,60	4	0,830	29,57	35,64	1,48	1,78
1,80	4	0,826	29,45	35,64	1,47	1,78
2,00	4	0,823	29,34	35,64	1,47	1,78
2,20	3	0,820	21,92	26,73	1,10	1,34
2,40	4	0,817	29,13	35,64	1,46	1,78
2,60	5	0,814	33,72	41,41	1,69	2,07
2,80	5	0,811	33,60	41,41	1,68	2,07
3,00	5	0,809	33,49	41,41	1,67	2,07
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	5	0,803	33,27	41,41	1,66	2,07
3,60	6	0,801	37,17	46,41	1,86	2,32
3,80	6	0,798	37,06	46,41	1,85	2,32
4,00	6	0,796	36,95	46,41	1,85	2,32
4,20	5	0,794	30,70	38,68	1,53	1,93
4,40	6	0,791	36,73	46,41	1,84	2,32
4,60	6	0,789	34,36	43,54	1,72	2,18
4,80	7	0,787	39,98	50,80	2,00	2,54
5,00	10	0,785	56,97	72,57	2,85	3,63
5,20	12	0,783	68,19	87,08	3,41	4,35
5,40	12	0,781	68,02	87,08	3,40	4,35
5,60	15	0,729	74,74	102,51	3,74	5,13
5,80	22	0,677	101,83	150,35	5,09	7,52
6,00	27	0,675	124,64	184,52	6,23	9,23
6,20	29	0,674	133,52	198,19	6,68	9,91
6,40	34	0,622	144,53	232,36	7,23	11,62
6,60	32	0,620	128,20	206,65	6,41	10,33
6,80	21	0,669	90,69	135,61	4,53	6,78
7,00	15	0,717	69,47	96,87	3,47	4,84
7,20	24	0,666	103,17	154,99	5,16	7,75
7,40	21	0,664	90,07	135,61	4,50	6,78
7,60	36	0,613	135,01	220,35	6,75	11,02
7,80	30	0,661	121,43	183,63	6,07	9,18
8,00	27	0,660	109,06	165,26	5,45	8,26
8,20	22	0,659	88,68	134,66	4,43	6,73
8,40	24	0,657	96,55	146,90	4,83	7,35
8,60	33	0,606	116,33	191,97	5,82	9,60
8,80	36	0,605	126,64	209,42	6,33	10,47
9,00	34	0,603	119,36	197,79	5,97	9,89

9,20	36	0,602	126,13	209,42	6,31	10,47
9,40	44	0,551	141,06	255,96	7,05	12,80
9,60	53	0,550	161,55	293,75	8,08	14,69
9,80	41	0,549	124,71	227,24	6,24	11,36
10,00	39	0,548	118,39	216,15	5,92	10,81
10,20	37	0,597	122,34	205,07	6,12	10,25
10,40	42	0,546	126,99	232,78	6,35	11,64
10,60	40	0,544	115,26	211,69	5,76	10,58
10,80	44	0,543	126,54	232,86	6,33	11,64
11,00	56	0,542	160,73	296,37	8,04	14,82
11,20	19	0,691	69,51	100,55	3,48	5,03
11,40	20	0,690	73,06	105,85	3,65	5,29
11,60	23	0,639	74,45	116,47	3,72	5,82
11,80	20	0,688	69,70	101,28	3,49	5,06
12,00	16	0,687	55,68	81,02	2,78	4,05
12,20	21	0,636	67,65	106,34	3,38	5,32
12,40	18	0,685	62,45	91,15	3,12	4,56
12,60	19	0,684	63,10	92,23	3,16	4,61
12,80	25	0,633	76,83	121,36	3,84	6,07
13,00	20	0,682	66,22	97,09	3,31	4,85
13,20	22	0,631	67,39	106,79	3,37	5,34
13,40	18	0,680	59,42	87,38	2,97	4,37
13,60	19	0,679	60,13	88,57	3,01	4,43
13,80	18	0,678	56,88	83,90	2,84	4,20
14,00	23	0,627	67,20	107,21	3,36	5,36
14,20	22	0,626	64,17	102,55	3,21	5,13
14,40	25	0,625	72,79	116,53	3,64	5,83
14,60	24	0,623	67,08	107,60	3,35	5,38
14,80	25	0,622	69,75	112,08	3,49	5,60
15,00	26	0,621	72,40	116,56	3,62	5,83
15,20	24	0,620	66,70	107,60	3,34	5,38
15,40	22	0,619	61,02	98,63	3,05	4,93
15,60	20	0,667	57,64	86,36	2,88	4,32
15,80	21	0,616	55,88	90,68	2,79	4,53
16,00	23	0,615	61,07	99,32	3,05	4,97
16,20	25	0,614	66,23	107,95	3,31	5,40
16,40	30	0,612	79,30	129,55	3,97	6,48
16,60	33	0,561	77,07	137,44	3,85	6,87
16,80	27	0,609	68,52	112,45	3,43	5,62
17,00	24	0,608	60,75	99,96	3,04	5,00
17,20	20	0,656	54,67	83,30	2,73	4,16
17,40	20	0,655	54,54	83,30	2,73	4,16
17,60	26	0,603	63,07	104,57	3,15	5,23
17,80	25	0,601	60,48	100,55	3,02	5,03
18,00	32	0,550	70,76	128,71	3,54	6,44
18,20	31	0,548	68,33	124,68	3,42	6,23
18,40	29	0,596	69,54	116,64	3,48	5,83
18,60	28	0,594	64,72	108,88	3,24	5,44
18,80	28	0,592	64,51	108,88	3,23	5,44
19,00	25	0,591	57,41	97,22	2,87	4,86
19,20	26	0,588	59,50	101,11	2,97	5,06
19,40	26	0,586	59,29	101,11	2,96	5,06
19,60	24	0,584	52,78	90,33	2,64	4,52
19,80	25	0,582	54,77	94,10	2,74	4,70
20,00	28	0,580	61,11	105,39	3,06	5,27



## D.12 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



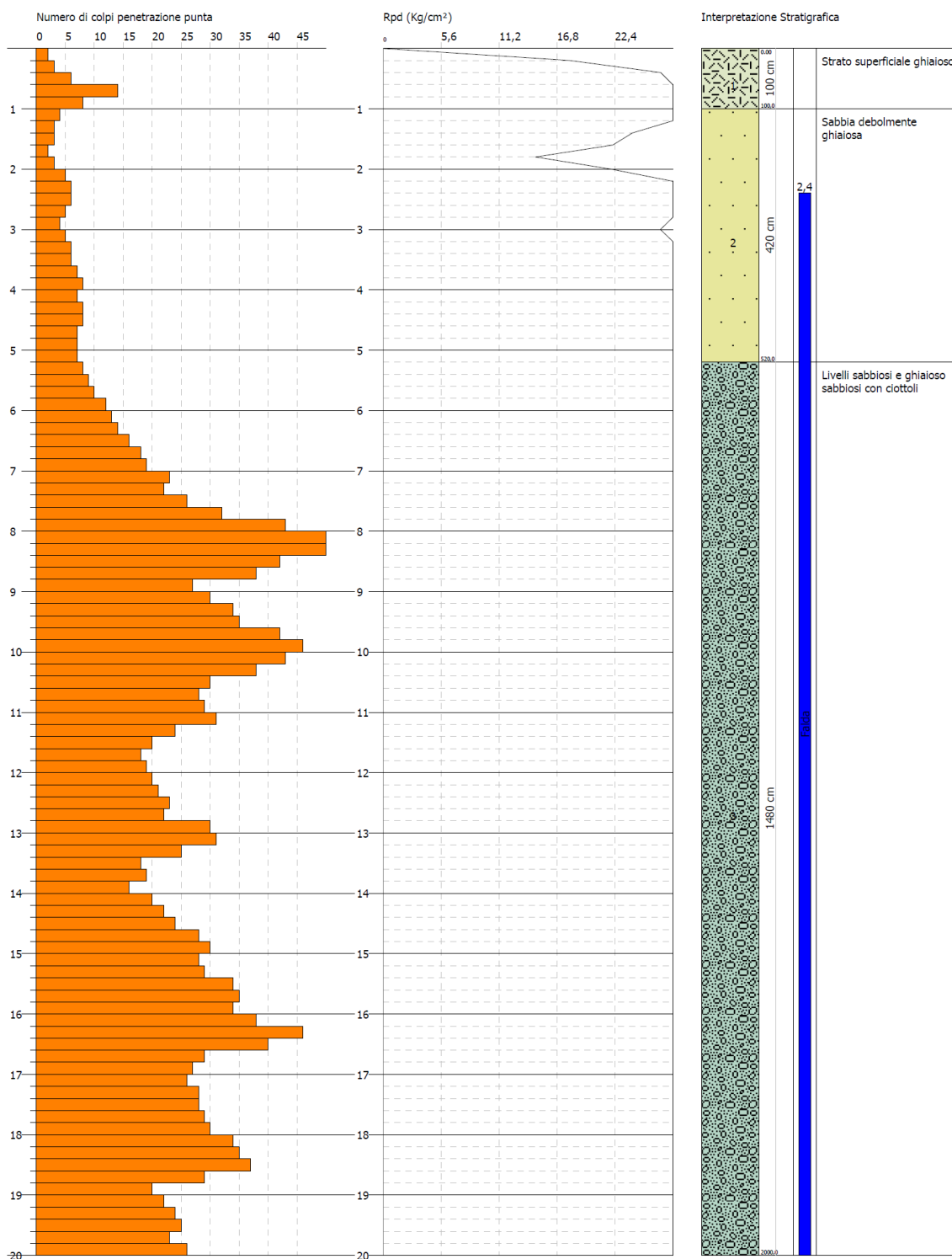
TecnoGeo s.a.s. - di Sabtambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.12 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Piazzale di carico  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 19/03/2013

Scala 1:94



**D.12** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 19/03/2013  
**20.00 m**  
**- 2.40 dal p.c.**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	17,96	21,01	0,90	1,05
0,40	3	0,851	26,82	31,52	1,34	1,58
0,60	6	0,847	49,01	57,86	2,45	2,89
0,80	14	0,793	107,11	135,01	5,36	6,75
1,00	8	0,840	64,78	77,15	3,24	3,86
1,20	4	0,836	32,26	38,57	1,61	1,93
1,40	3	0,833	24,10	28,93	1,20	1,45
1,60	3	0,830	22,18	26,73	1,11	1,34
1,80	2	0,826	14,73	17,82	0,74	0,89
2,00	3	0,823	22,01	26,73	1,10	1,34
2,20	5	0,820	36,54	44,55	1,83	2,23
2,40	6	0,817	43,69	53,47	2,18	2,67
2,60	6	0,814	40,46	49,69	2,02	2,48
2,80	5	0,811	33,60	41,41	1,68	2,07
3,00	4	0,809	26,79	33,13	1,34	1,66
3,20	5	0,806	33,38	41,41	1,67	2,07
3,40	6	0,803	39,92	49,69	2,00	2,48
3,60	6	0,801	37,17	46,41	1,86	2,32
3,80	7	0,798	43,23	54,15	2,16	2,71
4,00	8	0,796	49,26	61,88	2,46	3,09
4,20	7	0,794	42,98	54,15	2,15	2,71
4,40	8	0,791	48,98	61,88	2,45	3,09
4,60	8	0,789	45,82	58,06	2,29	2,90
4,80	7	0,787	39,98	50,80	2,00	2,54
5,00	7	0,785	39,88	50,80	1,99	2,54
5,20	7	0,783	39,78	50,80	1,99	2,54
5,40	8	0,781	45,34	58,06	2,27	2,90
5,60	9	0,779	47,92	61,51	2,40	3,08
5,80	10	0,777	53,12	68,34	2,66	3,42
6,00	12	0,775	63,60	82,01	3,18	4,10
6,20	13	0,724	64,30	88,84	3,21	4,44
6,40	14	0,722	69,08	95,68	3,45	4,78
6,60	16	0,720	74,43	103,33	3,72	5,17
6,80	18	0,719	83,55	116,24	4,18	5,81
7,00	19	0,717	88,00	122,70	4,40	6,13
7,20	23	0,666	98,87	148,53	4,94	7,43
7,40	22	0,664	94,36	142,07	4,72	7,10
7,60	26	0,663	105,46	159,14	5,27	7,96
7,80	32	0,611	119,73	195,87	5,99	9,79
8,00	43	0,560	147,37	263,20	7,37	13,16
8,20	56	0,559	191,46	342,77	9,57	17,14
8,40	52	0,557	177,37	318,28	8,87	15,91
8,60	42	0,556	135,84	244,33	6,79	12,22
8,80	38	0,605	133,68	221,06	6,68	11,05
9,00	27	0,653	102,64	157,07	5,13	7,85

9,20	30	0,652	113,84	174,52	5,69	8,73
9,40	34	0,601	118,89	197,79	5,94	9,89
9,60	35	0,600	116,38	193,98	5,82	9,70
9,80	42	0,549	127,75	232,78	6,39	11,64
10,00	46	0,548	139,64	254,95	6,98	12,75
10,20	43	0,547	130,27	238,32	6,51	11,92
10,40	38	0,596	125,42	210,61	6,27	10,53
10,60	30	0,644	102,32	158,77	5,12	7,94
10,80	28	0,643	95,34	148,19	4,77	7,41
11,00	29	0,642	98,59	153,48	4,93	7,67
11,20	31	0,591	97,01	164,06	4,85	8,20
11,40	24	0,640	81,33	127,02	4,07	6,35
11,60	20	0,689	69,81	101,28	3,49	5,06
11,80	18	0,688	62,73	91,15	3,14	4,56
12,00	19	0,687	66,12	96,21	3,31	4,81
12,20	20	0,686	69,50	101,28	3,47	5,06
12,40	21	0,635	67,55	106,34	3,38	5,32
12,60	23	0,634	70,80	111,65	3,54	5,58
12,80	22	0,633	67,61	106,79	3,38	5,34
13,00	30	0,632	92,05	145,63	4,60	7,28
13,20	31	0,581	87,44	150,48	4,37	7,52
13,40	25	0,630	76,46	121,36	3,82	6,07
13,60	18	0,679	56,97	83,90	2,85	4,20
13,80	19	0,678	60,04	88,57	3,00	4,43
14,00	16	0,677	50,48	74,58	2,52	3,73
14,20	20	0,676	62,99	93,23	3,15	4,66
14,40	22	0,625	64,05	102,55	3,20	5,13
14,60	24	0,623	67,08	107,60	3,35	5,38
14,80	28	0,622	78,12	125,53	3,91	6,28
15,00	30	0,621	83,54	134,50	4,18	6,72
15,20	28	0,620	77,82	125,53	3,89	6,28
15,40	29	0,619	80,44	130,01	4,02	6,50
15,60	34	0,567	83,31	146,82	4,17	7,34
15,80	35	0,566	85,57	151,14	4,28	7,56
16,00	34	0,565	82,93	146,82	4,15	7,34
16,20	38	0,564	92,47	164,09	4,62	8,20
16,40	46	0,512	101,73	198,64	5,09	9,93
16,60	40	0,511	85,09	166,59	4,25	8,33
16,80	29	0,609	73,59	120,78	3,68	6,04
17,00	27	0,608	68,35	112,45	3,42	5,62
17,20	26	0,606	65,65	108,29	3,28	5,41
17,40	28	0,605	70,52	116,62	3,53	5,83
17,60	28	0,603	67,92	112,62	3,40	5,63
17,80	29	0,601	70,15	116,64	3,51	5,83
18,00	30	0,600	72,37	120,66	3,62	6,03
18,20	34	0,548	74,94	136,75	3,75	6,84
18,40	35	0,546	76,89	140,77	3,84	7,04
18,60	37	0,544	78,32	143,88	3,92	7,19
18,80	29	0,592	66,81	112,77	3,34	5,64
19,00	20	0,641	49,81	77,77	2,49	3,89
19,20	22	0,588	50,35	85,55	2,52	4,28
19,40	24	0,586	54,73	93,33	2,74	4,67
19,60	25	0,584	54,98	94,10	2,75	4,70
19,80	23	0,582	50,39	86,57	2,52	4,33
20,00	26	0,580	56,74	97,86	2,84	4,89



## D.13 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



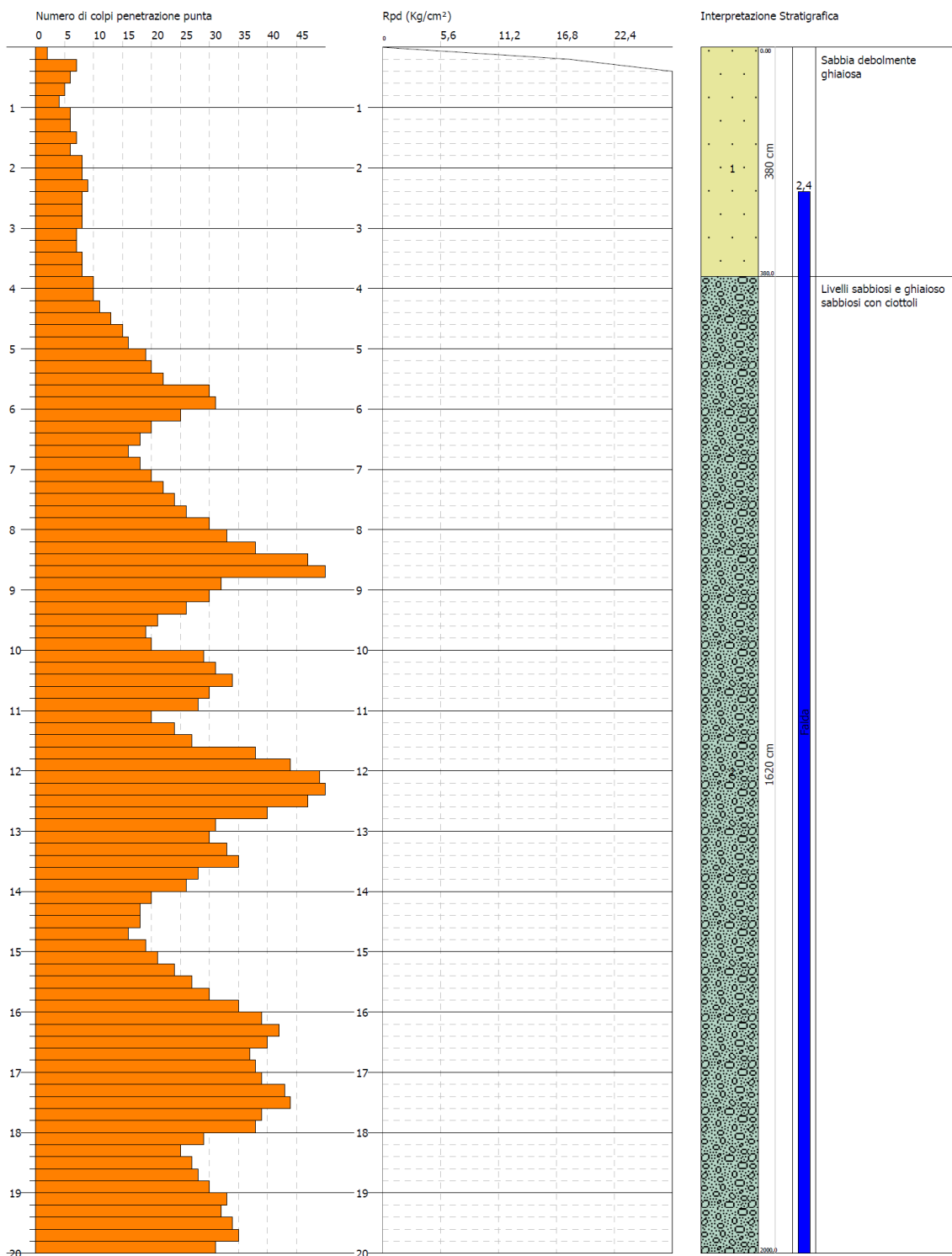
TecnoGeo s.a.s - di Sabtambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.13 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Piazzale di carico  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 19/03/2013

Scale 1:94



**D.13** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 19/03/2013  
**20.00 m**  
**- 2.40 dal p.c.**

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	17,96	21,01	0,90	1,05
0,40	7	0,851	62,58	73,55	3,13	3,68
0,60	6	0,847	49,01	57,86	2,45	2,89
0,80	5	0,843	40,66	48,22	2,03	2,41
1,00	4	0,840	32,39	38,57	1,62	1,93
1,20	6	0,836	48,39	57,86	2,42	2,89
1,40	6	0,833	48,19	57,86	2,41	2,89
1,60	7	0,830	51,74	62,38	2,59	3,12
1,80	6	0,826	44,18	53,47	2,21	2,67
2,00	8	0,823	58,68	71,29	2,93	3,56
2,20	8	0,820	58,46	71,29	2,92	3,56
2,40	9	0,817	65,53	80,20	3,28	4,01
2,60	8	0,814	53,95	66,25	2,70	3,31
2,80	8	0,811	53,76	66,25	2,69	3,31
3,00	8	0,809	53,58	66,25	2,68	3,31
3,20	7	0,806	46,73	57,97	2,34	2,90
3,40	7	0,803	46,57	57,97	2,33	2,90
3,60	8	0,801	49,56	61,88	2,48	3,09
3,80	8	0,798	49,41	61,88	2,47	3,09
4,00	10	0,796	61,58	77,36	3,08	3,87
4,20	10	0,794	61,40	77,36	3,07	3,87
4,40	11	0,791	67,34	85,09	3,37	4,25
4,60	13	0,739	69,74	94,34	3,49	4,72
4,80	15	0,737	80,24	108,85	4,01	5,44
5,00	16	0,735	85,34	116,11	4,27	5,81
5,20	19	0,733	101,07	137,88	5,05	6,89
5,40	20	0,731	106,10	145,14	5,31	7,26
5,60	22	0,679	102,11	150,35	5,11	7,52
5,80	30	0,677	138,86	205,02	6,94	10,25
6,00	31	0,625	132,51	211,86	6,63	10,59
6,20	25	0,674	115,11	170,85	5,76	8,54
6,40	20	0,722	98,69	136,68	4,93	6,83
6,60	18	0,720	83,74	116,24	4,19	5,81
6,80	16	0,719	74,26	103,33	3,71	5,17
7,00	18	0,717	83,37	116,24	4,17	5,81
7,20	20	0,716	92,43	129,16	4,62	6,46
7,40	22	0,664	94,36	142,07	4,72	7,10
7,60	24	0,663	97,35	146,90	4,87	7,35
7,80	26	0,661	105,24	159,14	5,26	7,96
8,00	30	0,660	121,18	183,63	6,06	9,18
8,20	33	0,609	122,92	201,99	6,15	10,10
8,40	38	0,607	141,24	232,59	7,06	11,63
8,60	47	0,556	152,01	273,41	7,60	13,67
8,80	53	0,555	171,03	308,32	8,55	15,42
9,00	32	0,603	112,34	186,15	5,62	9,31

9,20	30	0,652	113,84	174,52	5,69	8,73
9,40	26	0,651	98,48	151,25	4,92	7,56
9,60	21	0,650	75,65	116,39	3,78	5,82
9,80	19	0,699	73,59	105,31	3,68	5,27
10,00	20	0,698	77,34	110,85	3,87	5,54
10,20	29	0,647	103,93	160,73	5,20	8,04
10,40	31	0,596	102,32	171,81	5,12	8,59
10,60	34	0,594	106,96	179,94	5,35	9,00
10,80	30	0,643	102,15	158,77	5,11	7,94
11,00	28	0,642	95,19	148,19	4,76	7,41
11,20	20	0,691	73,17	105,85	3,66	5,29
11,40	24	0,640	81,33	127,02	4,07	6,35
11,60	27	0,639	87,40	136,72	4,37	6,84
11,80	38	0,588	113,19	192,43	5,66	9,62
12,00	44	0,537	119,70	222,81	5,98	11,14
12,20	49	0,536	133,05	248,13	6,65	12,41
12,40	50	0,535	135,50	253,19	6,78	12,66
12,60	47	0,534	121,87	228,15	6,09	11,41
12,80	40	0,533	103,52	194,17	5,18	9,71
13,00	31	0,582	87,60	150,48	4,38	7,52
13,20	30	0,631	91,90	145,63	4,60	7,28
13,40	33	0,580	92,91	160,19	4,65	8,01
13,60	35	0,579	94,46	163,15	4,72	8,16
13,80	28	0,628	81,95	130,52	4,10	6,53
14,00	26	0,627	75,97	121,20	3,80	6,06
14,20	20	0,676	62,99	93,23	3,15	4,66
14,40	18	0,675	56,60	83,90	2,83	4,20
14,60	18	0,673	54,35	80,70	2,72	4,03
14,80	16	0,672	48,23	71,73	2,41	3,59
15,00	19	0,671	57,17	85,18	2,86	4,26
15,20	21	0,620	58,37	94,15	2,92	4,71
15,40	24	0,619	66,57	107,60	3,33	5,38
15,60	27	0,617	71,99	116,59	3,60	5,83
15,80	30	0,616	79,82	129,55	3,99	6,48
16,00	35	0,565	85,37	151,14	4,27	7,56
16,20	39	0,514	86,48	168,41	4,32	8,42
16,40	42	0,512	92,89	181,36	4,64	9,07
16,60	40	0,511	85,09	166,59	4,25	8,33
16,80	37	0,559	86,19	154,10	4,31	7,70
17,00	38	0,558	88,28	158,26	4,41	7,91
17,20	39	0,506	82,24	162,43	4,11	8,12
17,40	43	0,505	90,39	179,09	4,52	8,95
17,60	44	0,503	89,04	176,97	4,45	8,85
17,80	39	0,501	78,66	156,86	3,93	7,84
18,00	38	0,550	84,02	152,84	4,20	7,64
18,20	29	0,598	69,75	116,64	3,49	5,83
18,40	25	0,596	59,95	100,55	3,00	5,03
18,60	27	0,594	62,40	104,99	3,12	5,25
18,80	28	0,592	64,51	108,88	3,23	5,44
19,00	30	0,591	68,89	116,66	3,44	5,83
19,20	33	0,538	69,10	128,33	3,46	6,42
19,40	32	0,536	66,75	124,44	3,34	6,22
19,60	34	0,534	68,37	127,97	3,42	6,40
19,80	35	0,532	70,10	131,74	3,50	6,59
20,00	31	0,530	61,82	116,68	3,09	5,83



## D.14 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)

*Istogramma, Tabulato di Prova.*



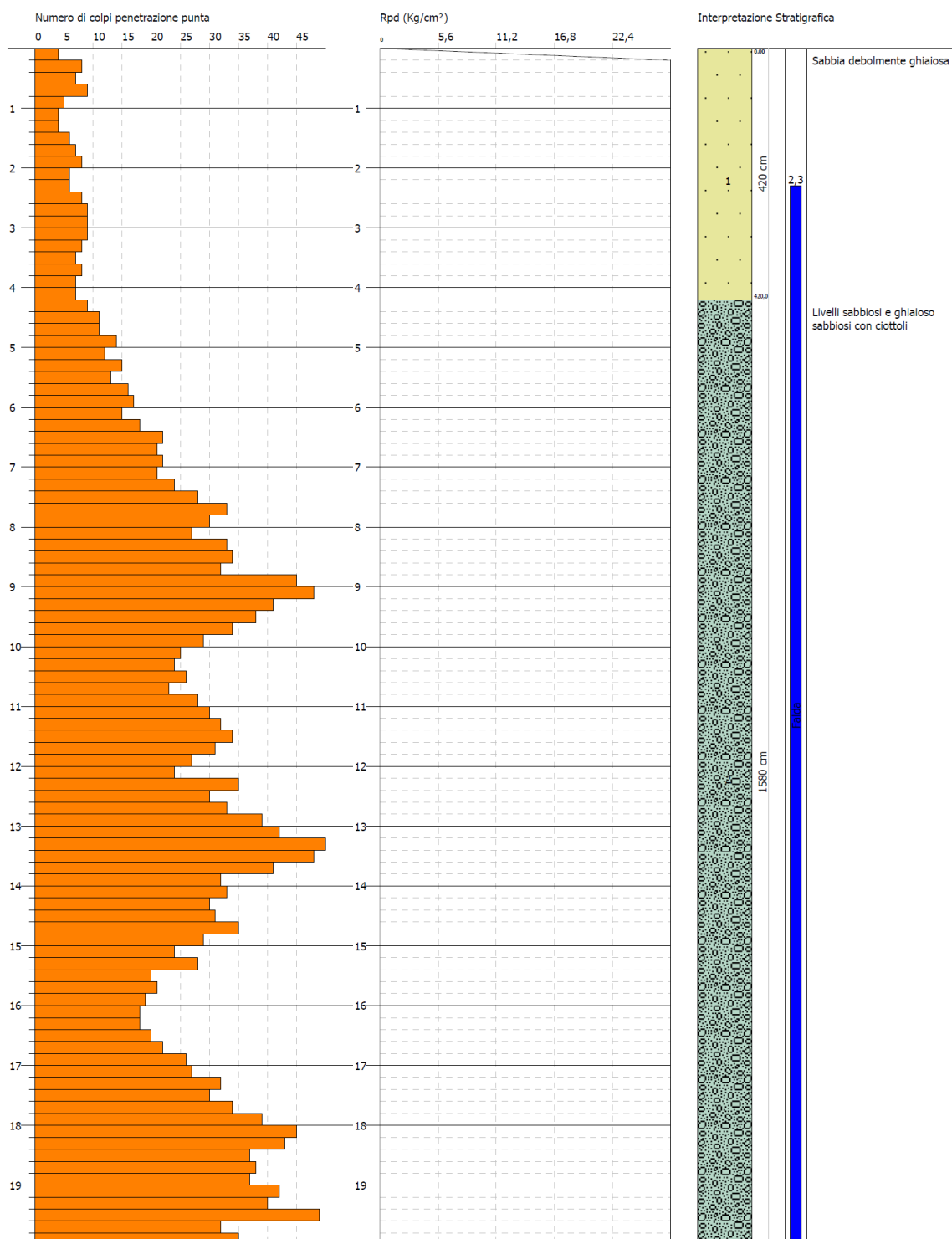
TecnoGeo s.a.s - di Sabtambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.14 Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Piazzale di carico  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 19/03/2013

Scala 1:91



**D.14** - *Tabulato di Prova*

Strumento utilizzato:  
 Prova eseguita in data:  
 Profondità prova:  
 Falda Rilevata a:

DPSH TG 63-200 PAGANI  
 19/03/2013  
**20.00 m**  
 - **2.30** dal p.c.

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	4	0,855	35,92	42,03	1,80	2,10
0,40	8	0,851	71,51	84,06	3,58	4,20
0,60	7	0,847	57,18	67,50	2,86	3,38
0,80	9	0,843	73,19	86,79	3,66	4,34
1,00	5	0,840	40,49	48,22	2,02	2,41
1,20	4	0,836	32,26	38,57	1,61	1,93
1,40	4	0,833	32,13	38,57	1,61	1,93
1,60	6	0,830	44,35	53,47	2,22	2,67
1,80	7	0,826	51,54	62,38	2,58	3,12
2,00	8	0,823	58,68	71,29	2,93	3,56
2,20	6	0,820	43,85	53,47	2,19	2,67
2,40	6	0,817	43,69	53,47	2,18	2,67
2,60	8	0,814	53,95	66,25	2,70	3,31
2,80	9	0,811	60,48	74,54	3,02	3,73
3,00	9	0,809	60,27	74,54	3,01	3,73
3,20	9	0,806	60,08	74,54	3,00	3,73
3,40	8	0,803	53,23	66,25	2,66	3,31
3,60	7	0,801	43,37	54,15	2,17	2,71
3,80	8	0,798	49,41	61,88	2,47	3,09
4,00	7	0,796	43,10	54,15	2,16	2,71
4,20	7	0,794	42,98	54,15	2,15	2,71
4,40	9	0,791	55,10	69,62	2,75	3,48
4,60	11	0,789	63,00	79,83	3,15	3,99
4,80	11	0,787	62,83	79,83	3,14	3,99
5,00	14	0,735	74,68	101,60	3,73	5,08
5,20	12	0,783	68,19	87,08	3,41	4,35
5,40	15	0,731	79,58	108,85	3,98	5,44
5,60	13	0,729	64,78	88,84	3,24	4,44
5,80	16	0,727	79,52	109,35	3,98	5,47
6,00	17	0,725	84,29	116,18	4,21	5,81
6,20	15	0,724	74,19	102,51	3,71	5,13
6,40	18	0,722	88,82	123,01	4,44	6,15
6,60	22	0,670	95,24	142,07	4,76	7,10
6,80	21	0,669	90,69	135,61	4,53	6,78
7,00	22	0,667	94,79	142,07	4,74	7,10
7,20	21	0,666	90,27	135,61	4,51	6,78
7,40	24	0,664	102,94	154,99	5,15	7,75
7,60	28	0,663	113,58	171,38	5,68	8,57
7,80	33	0,611	123,47	201,99	6,17	10,10
8,00	30	0,660	121,18	183,63	6,06	9,18
8,20	27	0,659	108,84	165,26	5,44	8,26
8,40	33	0,607	122,66	201,99	6,13	10,10
8,60	34	0,606	119,85	197,79	5,99	9,89
8,80	32	0,605	112,57	186,15	5,63	9,31
9,00	45	0,553	144,89	261,78	7,24	13,09

9,20	48	0,552	154,21	279,23	7,71	13,96
9,40	41	0,551	131,44	238,51	6,57	11,93
9,60	38	0,600	126,36	210,61	6,32	10,53
9,80	34	0,599	112,84	188,44	5,64	9,42
10,00	29	0,648	104,10	160,73	5,21	8,04
10,20	25	0,647	89,59	138,56	4,48	6,93
10,40	24	0,646	85,87	133,02	4,29	6,65
10,60	26	0,644	88,68	137,60	4,43	6,88
10,80	23	0,643	78,32	121,72	3,92	6,09
11,00	28	0,642	95,19	148,19	4,76	7,41
11,20	30	0,641	101,82	158,77	5,09	7,94
11,40	32	0,590	99,97	169,35	5,00	8,47
11,60	34	0,589	101,45	172,17	5,07	8,61
11,80	31	0,588	92,34	156,98	4,62	7,85
12,00	27	0,637	87,12	136,72	4,36	6,84
12,20	24	0,636	77,32	121,53	3,87	6,08
12,40	35	0,585	103,71	177,24	5,19	8,86
12,60	30	0,634	92,35	145,63	4,62	7,28
12,80	33	0,583	93,41	160,19	4,67	8,01
13,00	39	0,532	100,74	189,32	5,04	9,47
13,20	42	0,531	108,27	203,88	5,41	10,19
13,40	55	0,530	141,51	266,99	7,08	13,35
13,60	48	0,529	118,35	223,75	5,92	11,19
13,80	41	0,528	100,89	191,12	5,04	9,56
14,00	32	0,577	86,04	149,16	4,30	7,46
14,20	33	0,576	88,56	153,83	4,43	7,69
14,40	30	0,625	87,34	139,84	4,37	6,99
14,60	31	0,573	79,70	138,98	3,98	6,95
14,80	35	0,572	89,80	156,91	4,49	7,85
15,00	29	0,621	80,76	130,01	4,04	6,50
15,20	24	0,620	66,70	107,60	3,34	5,38
15,40	28	0,619	77,67	125,53	3,88	6,28
15,60	20	0,667	57,64	86,36	2,88	4,32
15,80	21	0,616	55,88	90,68	2,79	4,53
16,00	19	0,665	54,55	82,05	2,73	4,10
16,20	18	0,664	51,57	77,73	2,58	3,89
16,40	18	0,662	51,47	77,73	2,57	3,89
16,60	20	0,661	55,04	83,30	2,75	4,16
16,80	22	0,609	55,83	91,63	2,79	4,58
17,00	26	0,608	65,82	108,29	3,29	5,41
17,20	27	0,606	68,18	112,45	3,41	5,62
17,40	32	0,555	73,93	133,27	3,70	6,66
17,60	30	0,603	72,77	120,66	3,64	6,03
17,80	34	0,551	75,41	136,75	3,77	6,84
18,00	39	0,500	78,39	156,86	3,92	7,84
18,20	45	0,498	90,14	180,99	4,51	9,05
18,40	43	0,496	85,82	172,95	4,29	8,65
18,60	37	0,544	78,32	143,88	3,92	7,19
18,80	38	0,542	80,16	147,77	4,01	7,39
19,00	37	0,541	77,77	143,88	3,89	7,19
19,20	42	0,488	79,78	163,32	3,99	8,17
19,40	40	0,486	75,66	155,55	3,78	7,78
19,60	49	0,484	89,32	184,43	4,47	9,22
19,80	32	0,532	64,09	120,44	3,20	6,02
20,00	35	0,530	69,80	131,74	3,49	6,59



**INDAGINI GEOSISMICHE M.A.S.W.** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*)

**Cantiere:**      **Sito 1** - Struttura Carro Ponte; **Sito 2** -- Piazzale di Carico  
**Località:**      *Area Portuale* - Gioia Tauro (RC)

**1. Metodologia M.A.S.W.**

Il Metodo M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) consente di determinare il profilo delle velocità delle onde di taglio  $V_s$  e il parametro  $V_{s30}$  necessario alla classificazione sismica del suolo, in ottemperanza con le normative tecniche nazionali (D.M. 14-01-2008) ed internazionali (Eurocodici EC 7 e EC 8).

Pertanto, poiché il parametro  $V_{s30}$  è il risultato della media pesata delle velocità  $V_s$  relative ai primi 30 metri di sottosuolo investigato, l'impiego della metodologia M.A.S.W. per la sua determinazione risulta essere decisamente valida.

Il metodo M.A.S.W. prende in esame la variazione di velocità di propagazione delle onde superficiali (*velocità di fase*) a diverse frequenze (*dispersione*), imputabile prevalentemente alla stratificazione delle velocità delle onde S, i cui valori sono ricavabili da una procedura di inversione numerica.

Nelle prospezioni sismiche per le quali si utilizzano le onde di tipo P, la maggior parte dell'energia sismica totale generata si propaga come onde superficiali di tipo **Rayleigh**.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente in frequenza di queste onde è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione (*velocità di fase*) e quindi da una diversa lunghezza d'onda, questa proprietà si chiama *dispersione*.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di volume (*riflessione e rifrazione*), la loro

proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Per ottenere un profilo verticale di velocità  $V_s$  bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore.

La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a rifrazione.

Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S ( $V_s$ ) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

La procedura M.A.S.W. può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- acquisizione dei dati sperimentali;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$ , che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità.

## 2. Strumentazione utilizzata

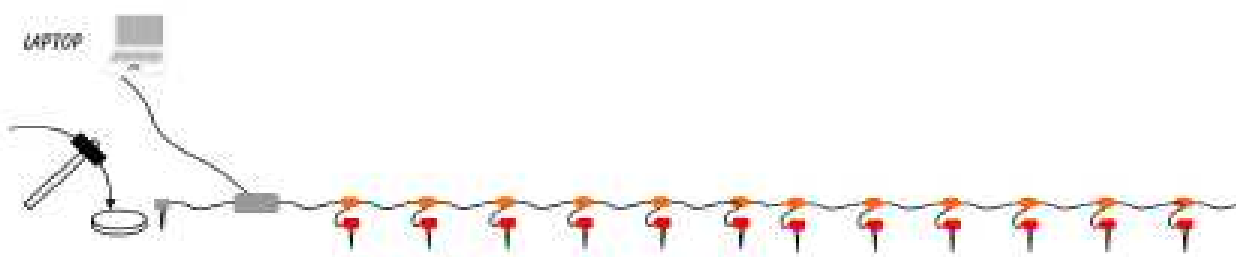
Il sismografo **DoReMi** è un sismografo costruito in modo da risultare leggero, pratico e flessibile nel suo utilizzo.



La sua elettronica risiede lungo il cavo di stendimento e la sua gestione avviene tramite il software di controllo installato su un Personal Computer.

Il sismografo è collegato ad una serie di ricevitori (geofoni o accelerometri) disposti ad intervalli regolari lungo lo stendimento sismico a distanza crescente dalla sorgente energizzante.

Data la necessità di analizzare con elevato dettaglio le basse frequenze, i geofoni utilizzati, ad asse verticale, hanno frequenza di taglio pari a 4.5 Hz.



L'energizzazione si ottiene lasciando cadere su un piattello di battuta una massa battente da Kg 6.

L'acquisizione dei dati è avvenuta attraverso la registrazione digitale dei sismogrammi in un personal computer interfacciato con la strumentazione utilizzata. Per l'elaborazione dei dati di campagna, invece, ci si è avvalsi dell'utilizzo del software Geomsw adatto e specifico per l'analisi delle onde di Rayleigh ed utile per la produzione dei profili di velocità delle onde di taglio Vs in riferimento alla profondità ed ai mezzi attraversati. Il metodo M.A.S.W., infatti, ha consentito di individuare il tipo di suolo sismico investigato e la relativa ricostruzione del profilo verticale Vs degli strati superficiali (20-30 mt). È necessario sottolineare che l'interpretazione delle indagini geofisiche viene fatta ipotizzando che gli strati del suolo siano omogenei e con superfici di separazione piano parallele; pertanto, nell'area indagata le condizioni sopra riportate sono quasi del tutto rispettate. In ogni caso, si rammenta che, la valutazione delle velocità Vs e degli spessori dei



singoli strati, viene effettuata con un margine d'incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15 %.

### Caratteristiche tecniche - strumentali SISMOGRAFO DoReMi

Classe strumentale:	sismografo multicanale per geofisica
Topologia:	rete differenziale RS485 half-duplex multipoint
Lunghezza massima della rete:	1200 metri senza ripetitori (virtualmente illimitata con ripetitori)
Numero massimo di canali per tratta:	255
Dimensioni dell'elemento (escluso il cavo):	80x55x18 mm
Peso:	250 g (un elemento con lunghezza cavo 5 metri)
Cavo:	4 conduttori, 2 coppie ritorte, robotico resistente a torsioni, flessione-torsioni, abrasioni ed agenti chimici
<i>Campionamento</i>	
Memoria:	64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in Hz:	200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000, 8000,10000,20000
pari ad intervalli in ms di:	5, 3.33, 2.5, 2, 1.25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05
Esempi di utilizzo della memoria:	ReMi: 500Hz, t-max 60 secondi MASW: 4000Hz, t-max 7.5 secondi Riflessione: 20000Hz, t-max 1.5 secondi
<i>Dinamica del sistema</i>	
Risoluzione con guadagno 10x:	7.600 $\mu$ V
Risoluzione con guadagno 1000x:	0.076 $\mu$ V
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore:	80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz:	>90dB
Full range a 10x:	0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS:	0.0000002V p-p
Dinamica totale teorica:	155dB
Dinamica totale senza postprocessing:	> 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing:	>140dB
<i>Alimentazione</i>	
Tensione di alimentazione:	10-15VdC
Consumo:	
Unità di testa:	20mA
Per Canale:	40mA
Consumo totale 12 canali:	510mA
<i>Convertitore A/D</i>	
Tipologia:	SAR
Risoluzione:	16 bit
Dinamica:	96 dB
<i>Preamplificatore</i>	
Tipologia:	ultra-low noise con ingresso differenziale
Filtri:	3Hz passa alto 1 polo, 200Hz passa basso 4 poli
Guadagni:	da 10x a 8000x
Reiezione di modo comune:	>80dB
Diافonia (crosstalk):	non applicabile (elementi singoli a trasmissione digitale)
Impedenza d'ingresso:	>100k $\Omega$

Ai fini della caratterizzazione sismica del sottosuolo dei siti in esame, sono stati effettuati n° 4 sondaggi geosismici con metodologia M.A.S.W., rispettivamente della lunghezza di 36 mt, con strumentazione SARA DoReMi 12 canali. I sondaggi sismici con metodologia **M.A.S.W.** (Multichannel

Analysis of Surface Waves) sono stati eseguiti con accelerometri (geofoni) aventi frequenza di taglio pari a 4.5 Hz.

Il punto di energizzazione, esterno alle n° 4 stese sismiche eseguite, è stato posto a - 3.00 mt. dal primo geofono di ogni stendimento.

Nelle pagine seguenti, per ogni stesa sismica eseguita, oltre alla relativa documentazione fotografica, sono riportati, in forma grafica, i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati di campagna acquisiti con metodologia MASW, quali:

- ❖ *Acquisizione dati;*
- ❖ *Spettro caratteristico 3 D;*
- ❖ *Spettro caratteristico 2 D;*
- ❖ *Curva di dispersione* (spettro della velocità di fase);
- ❖ *Velocità onde S* in funzione delle profondità e degli spessori dei sismostrati attraversati, necessarie per il calcolo delle  $V_{s30}$ ;
- ❖ *Profilo Sismico relativo alle Velocità delle onde S;*
- ❖ *Classe del sito* in relazione al calcolo delle  $V_{s30}$  ottenuto.



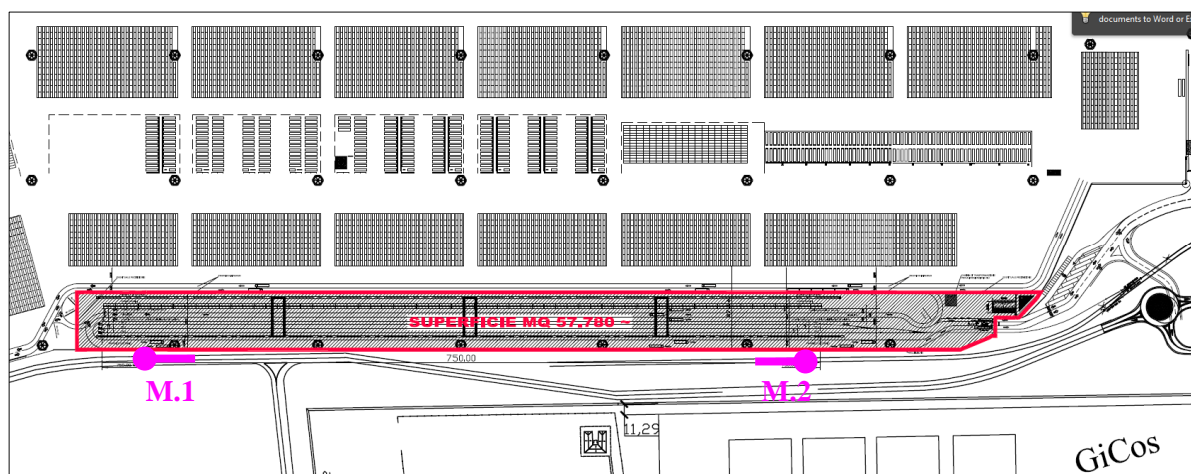
## Sito 1 - STRUTTURA CARRO PONTE

### Ubicazione Indagini

Legenda UBICAZIONE INDAGINI:

M. 

Prospezione Sismica M.A.S.W.

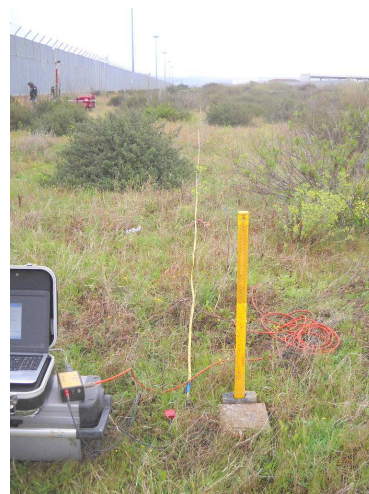


## INDAGINI GEOSISMICHE **M.A.S.W.** *(Multichannel Analysis of Surface Waves)*

*Documentazione Fotografica.*



Stazione **M.1**



**M.1** - Lungh. Stendimento: **36 m**



Stazione **M.2**



**M.2** - Lungh. Stendimento: **36 m**

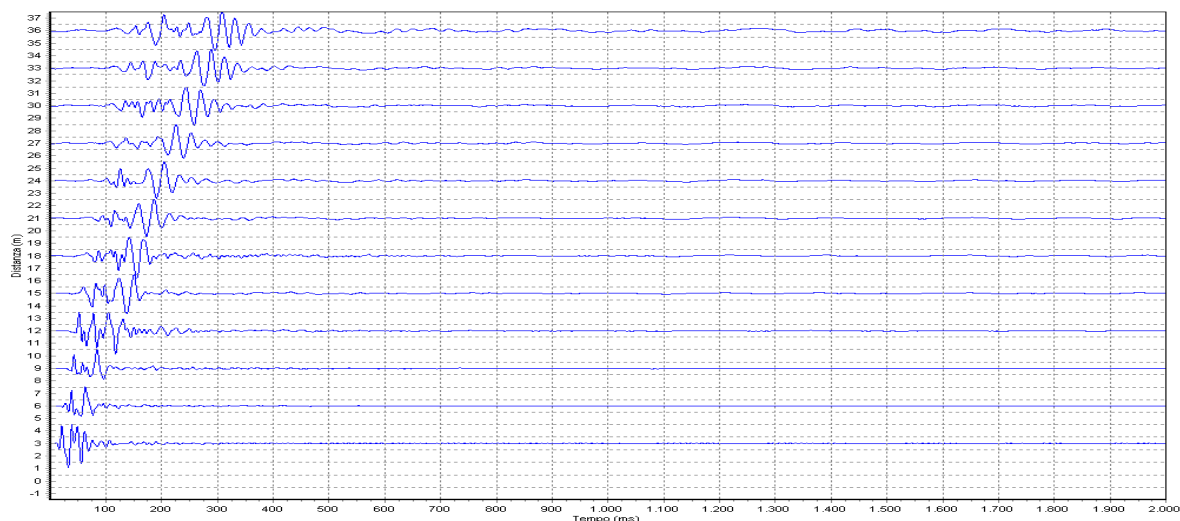


## M.1 - INDAGINE GEOSISMICA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

*Restituzioni grafiche e Risultanze*

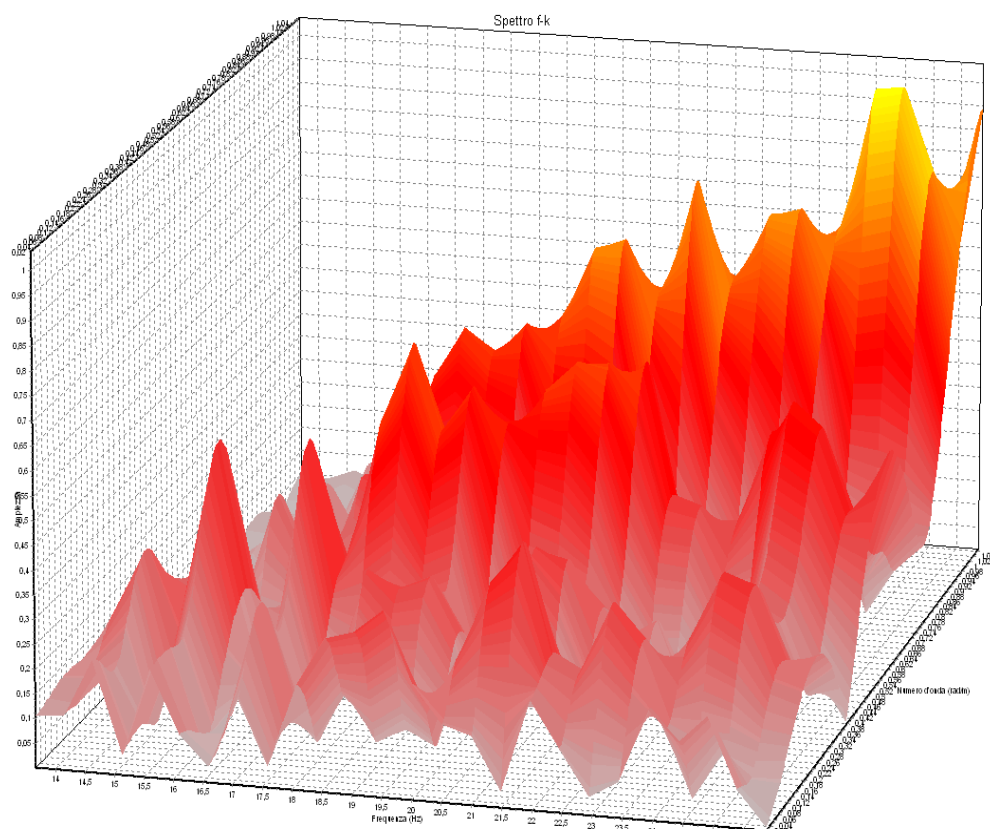
**M.1**

*Segnale d'acquisizione*



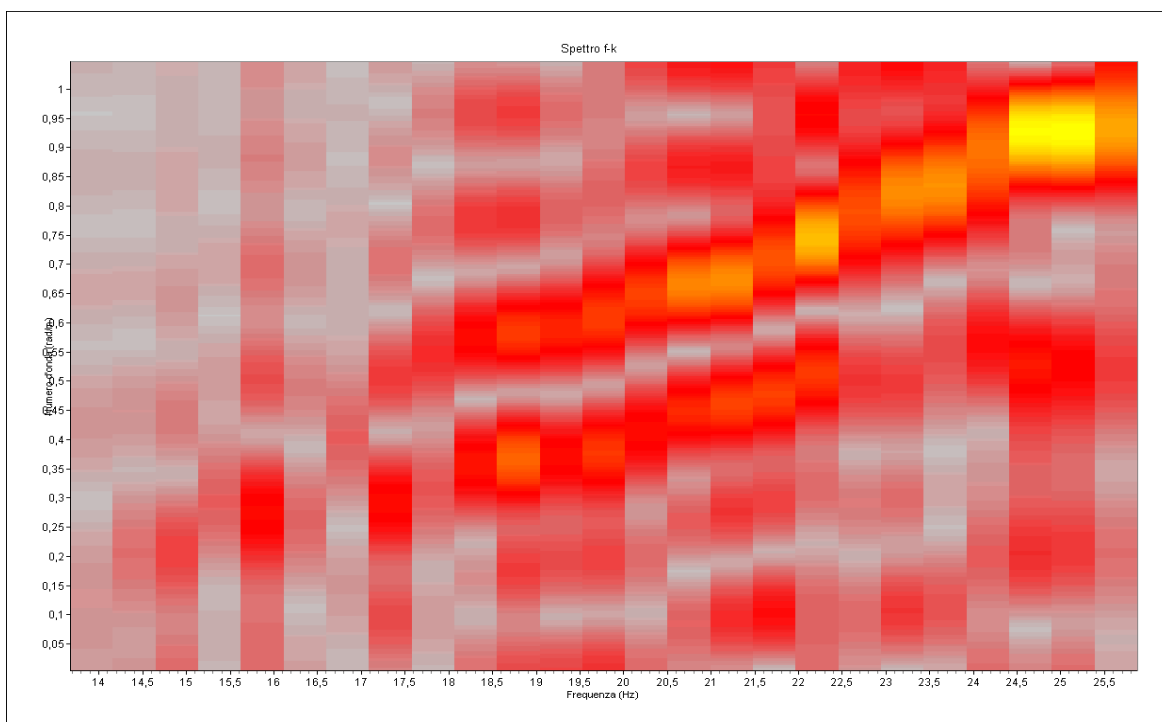
**M.1**

*Spettro 3 D*



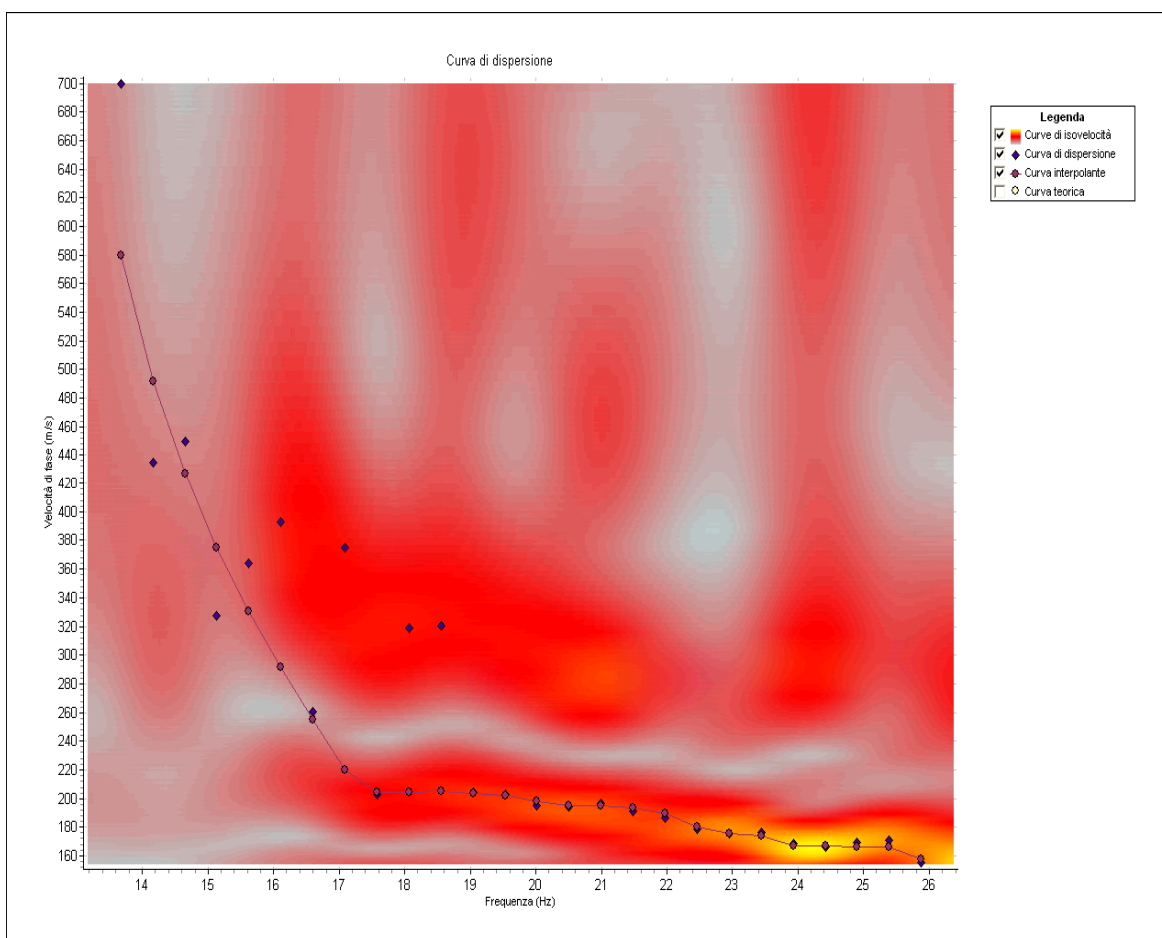
## M.1

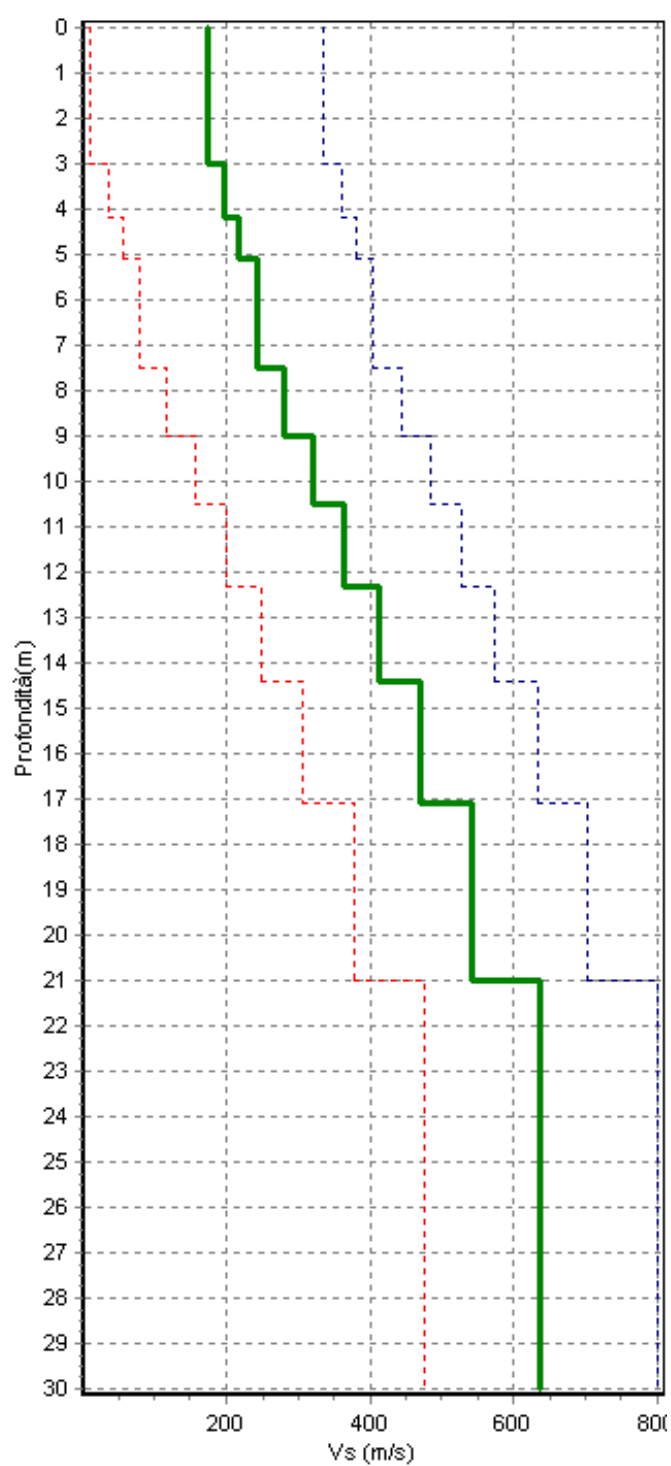
## Spettro 2 D



## M.1

## Curva di dispersione





☒ Vs media
 ☒ Vs min
 ☒ Vs max

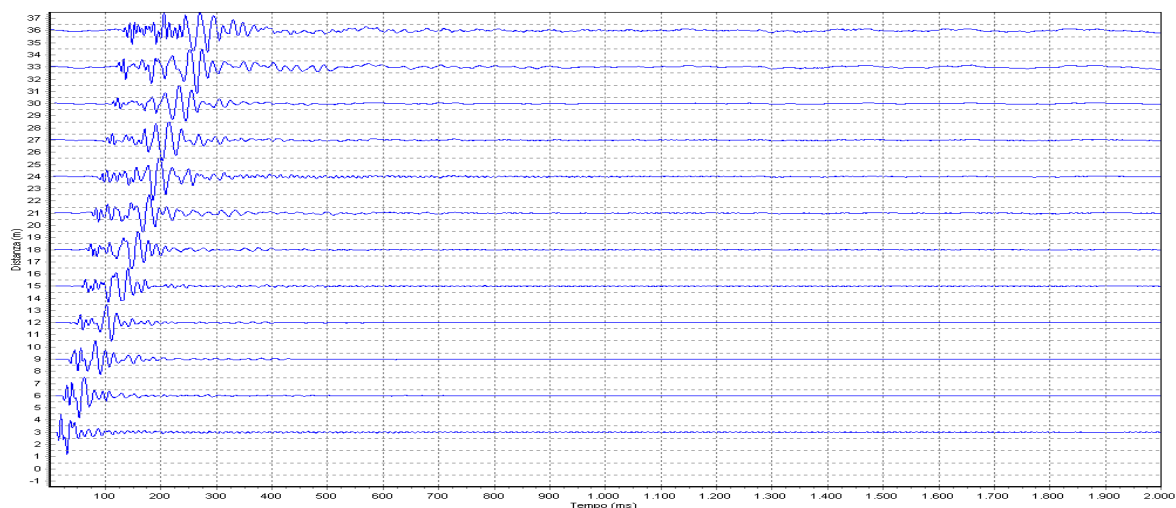
Classe sito: C - Vs30 (m/s)= 354,7

## M.2 - INDAGINE GEOSISMICA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

*Restituzioni grafiche e Risultanze*

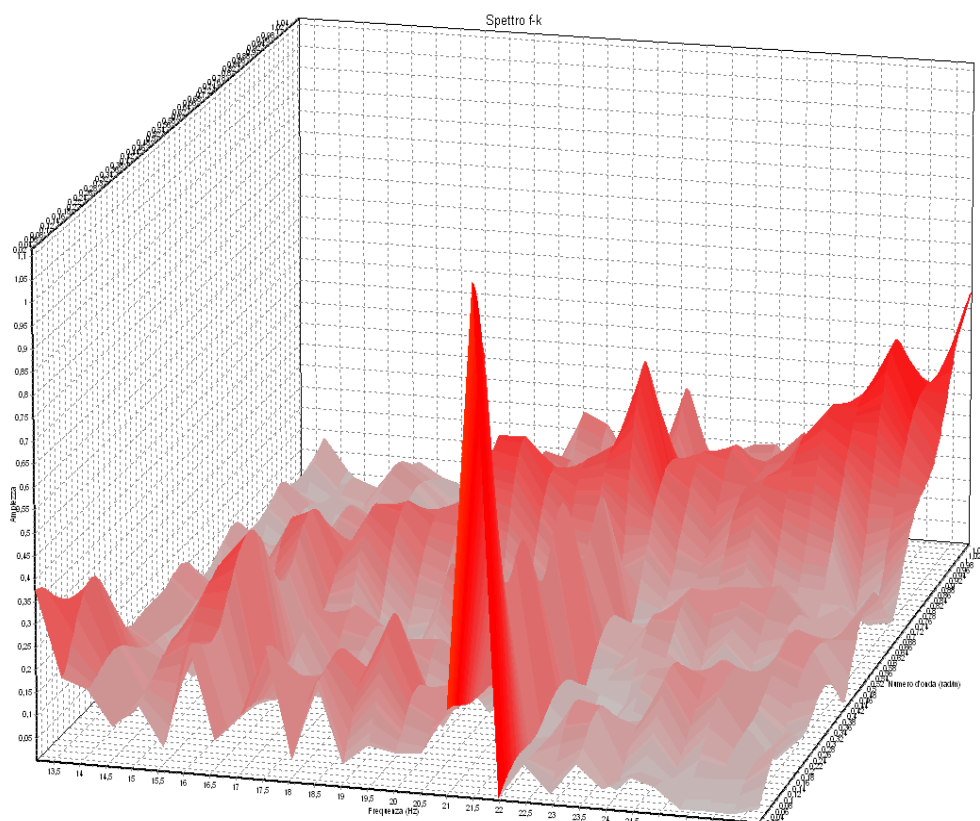
### M.2

### Segnale d'acquisizione



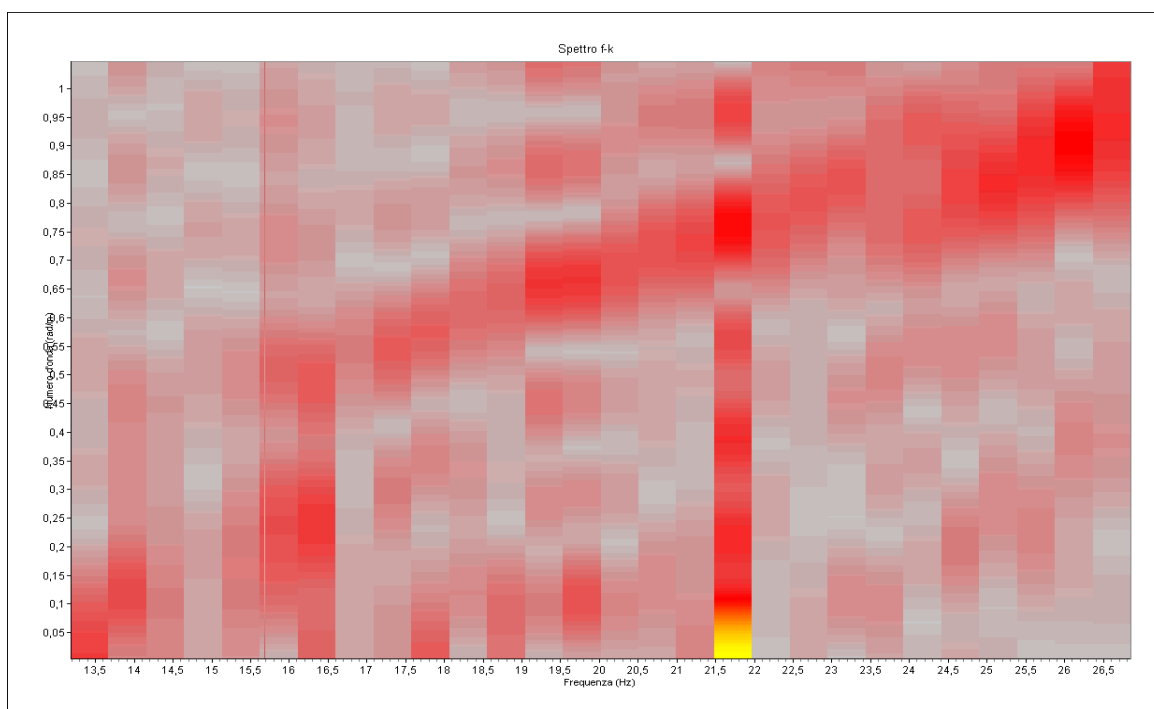
### M.2

### Spettro 3 D



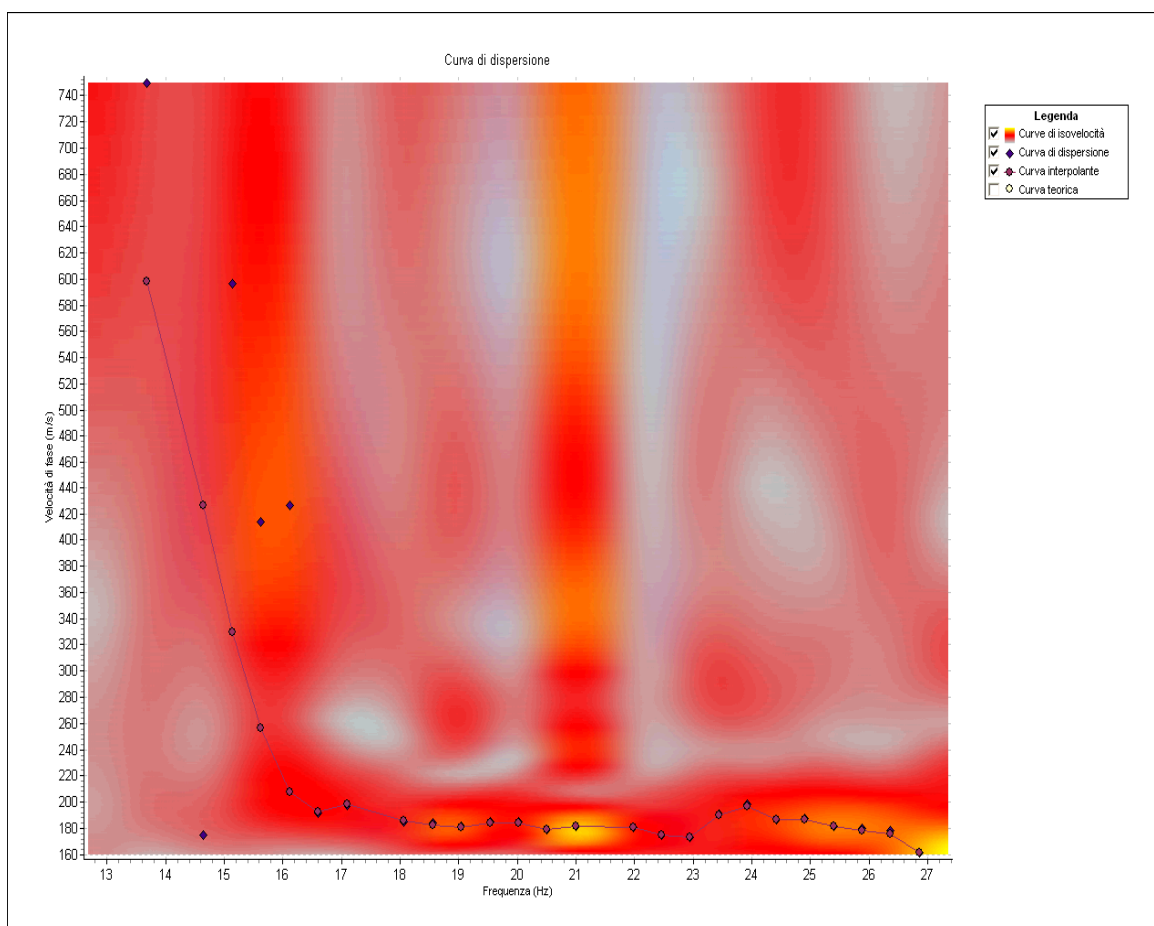
## M.2

## Spettro 2 D



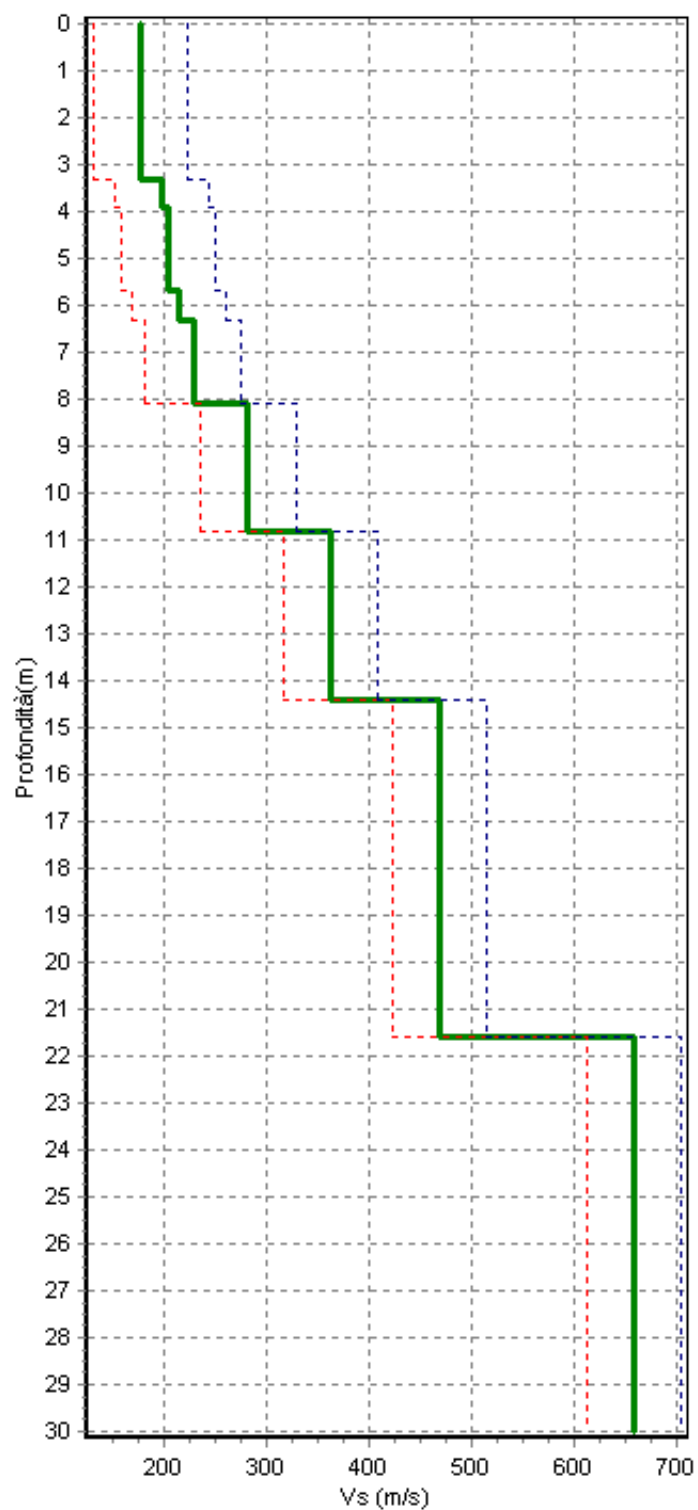
## M.2

## Curva di dispersione



## M.2

## Profilo delle Vs con la profondità



☒ Vs media
 ☒ Vs min
 ☒ Vs max

Classe sito: C - Vs30 (m/s) = 337,9

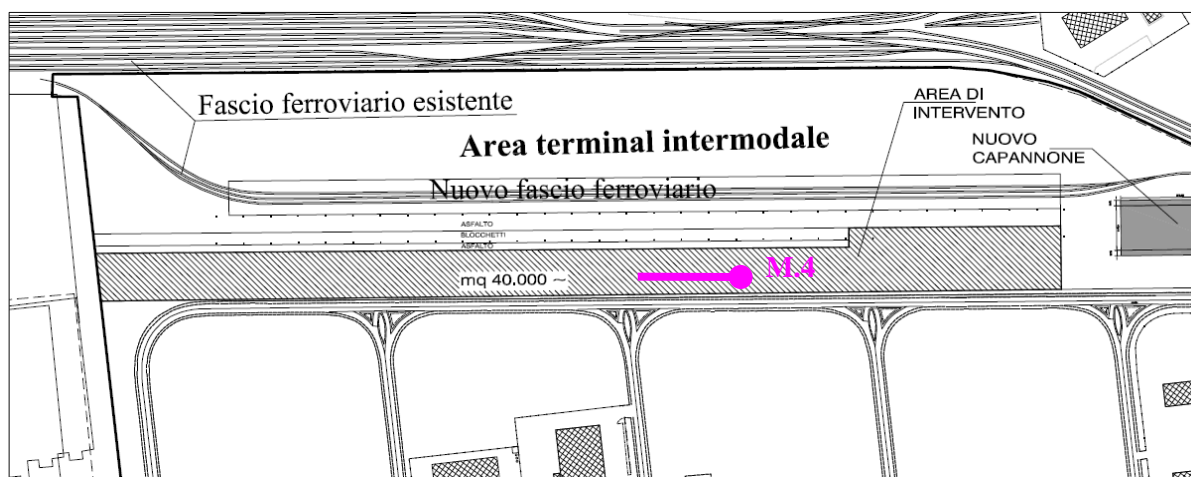
## Sito 2 - PIAZZALE DI CARICO

### Ubicazione Indagini

Legenda UBICAZIONE INDAGINI:

M. 

Prospezione Sismica M.A.S.W.



## INDAGINE GEOSISMICA **M.A.S.W.** *(Multichannel Analysis of Surface Waves)*

*Documentazione Fotografica.*



Stazione **M.4**



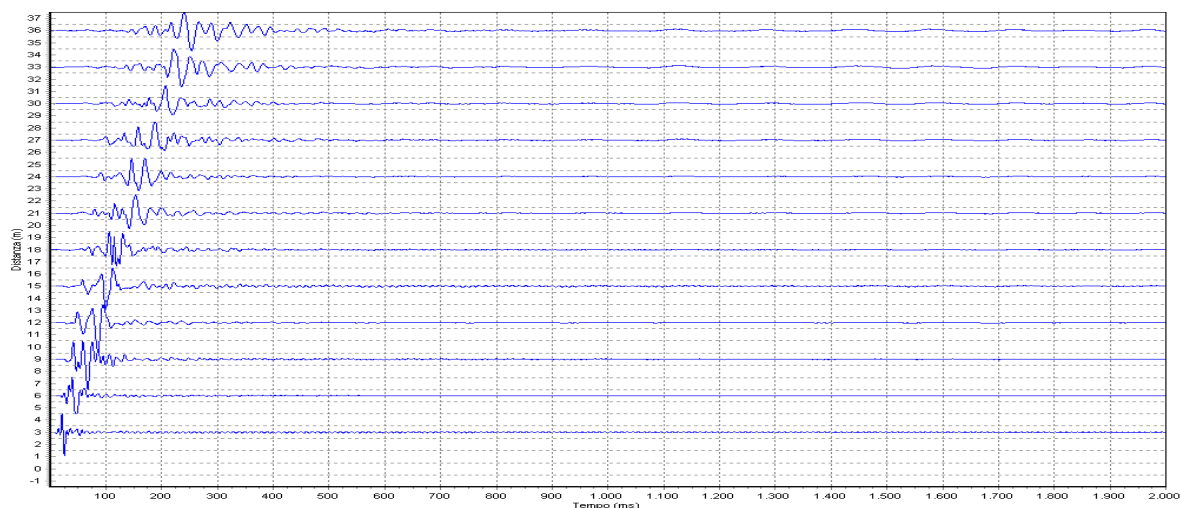
**M.4** - Lugh. Stendimento: **36 m**

## M.4 - INDAGINE GEOSISMICA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

*Restituzioni grafiche e Risultanze*

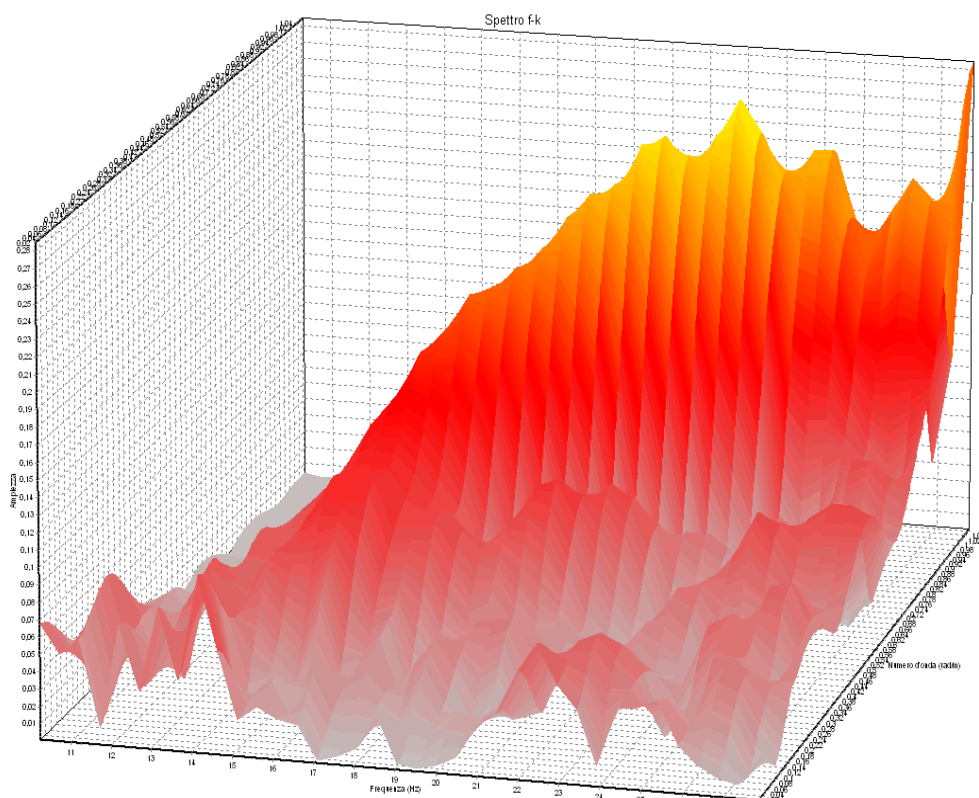
### M.4

*Segnale d'acquisizione*



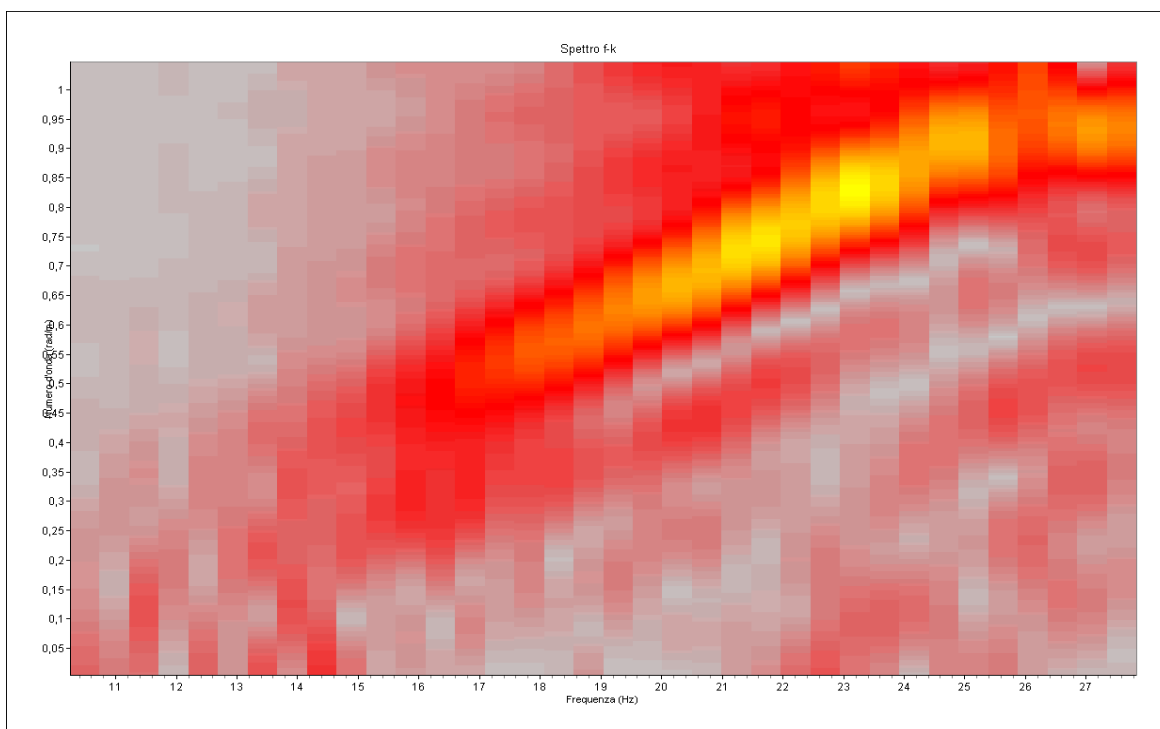
### M.4

*Spettro 3 D*



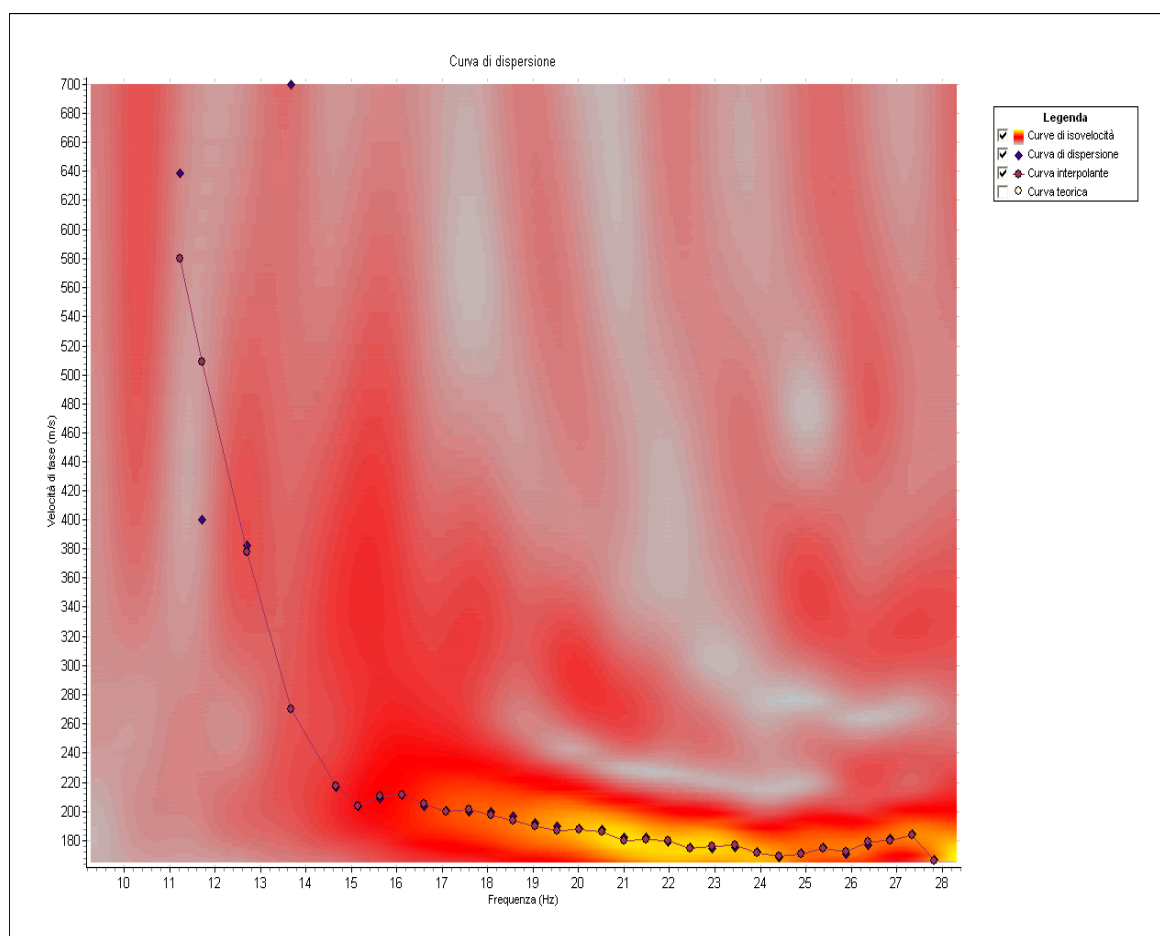
## M.4

## Spettro 2 D



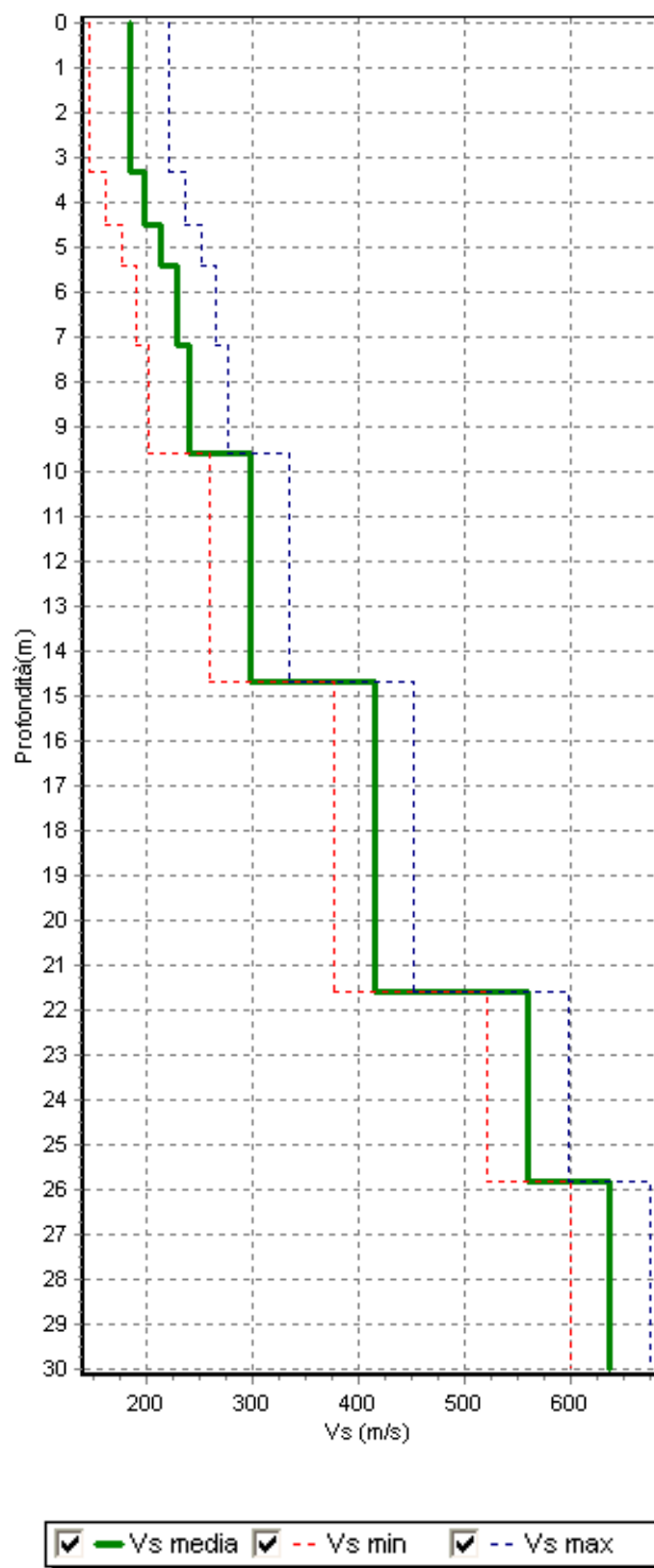
## M.4

## Curva di dispersione

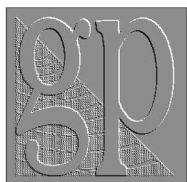


## M.4

## Profilo delle Vs con la profondità



Classe sito: C -  $V_{s30}$  (m/s) = 318,7



Studio di Geologia Tecnica

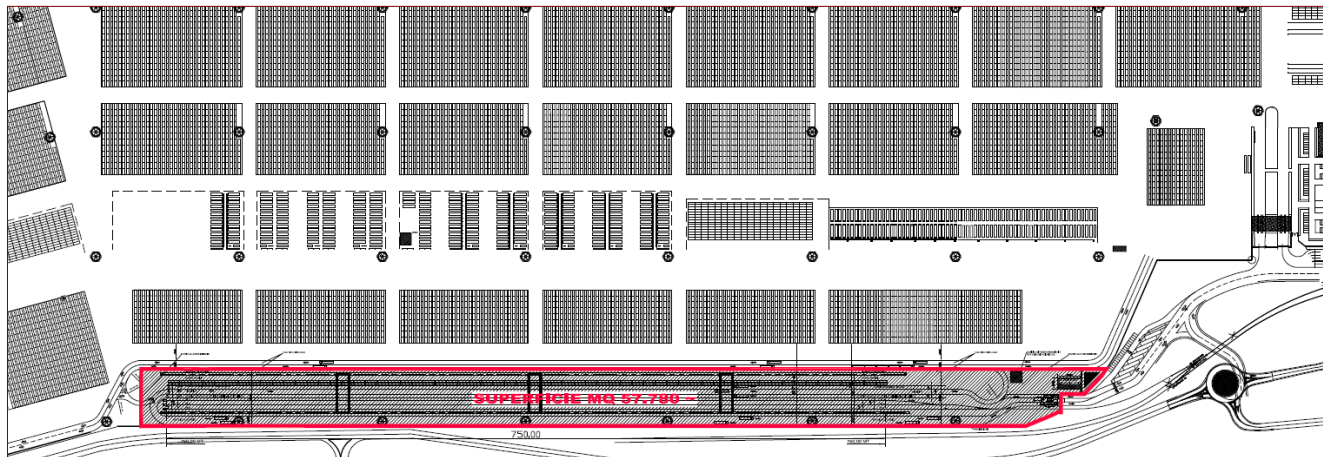
geopiana

Geologia Applicata alle Opere d'Ingegneria  
Geomorfologia Applicata alla Pianificazione  
Indagini Geostatiche e Geotecniche in situ  
Prospezioni Geosismiche e Microzonazione  
Valutazione di Compatibilità Ambientale  
Idrogeologia e Ricerche Idriche di Superficie

Dott. Geologo Alberto Colaci

COMUNE DI GIOIA TAURO

Provincia di Reggio Calabria



## STRUTTURA CARROPONTE

Committente: **MEDCENTER CONTAINER TERMINAL S.P.A.**



## STUDIO

**GEOLOGICO, GEOTECNICO E SULLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE  
PRELIMINARE**

<i>L'Impresa</i>	<i>Il Committente</i>	 <i>Dott. Geologo Alberto Colaci</i>
<i>Progettista e/o DD.LL.</i>	<i>Il Calcolatore</i>	

## Indice

---

PREMESSA .....	3
UBICAZIONE DELL' AREA .....	4
CONDIZIONI MORFOLOGICHE.....	7
ASPETTI LITOLOGICI E STRATIGRAFICI.....	9
CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE ED IDROGRAFICHE.....	11
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO .....	13
Liquefazione.....	29
PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	32
Determinazione della Categoria di Sottosuolo .....	33
Coordinate e Categoria Topografica del sito d'interesse .....	40
CONCLUSIONI.....	41

## Premessa

Su incarico della società **MEDECENTER CONTAINER TERMINAL S.P.A.**, è stato eseguito uno **Studio Geologico-Tecnico Preliminare** del sottosuolo di un'area, sita nell'area Portuale di Gioia Tauro (RC), nell'ambito della quale è prevista la realizzazione di una STRUTTURA CARROPONTE, da collocarsi internamente al Terminal **MCT**.

Lo studio, teso alla definizione degli aspetti litologici e stratigrafici del sottosuolo ed alla valutazione dei parametri geotecnici caratterizzanti il volume significativo del terreno di fondazione, è stato programmato nelle seguenti fasi:

**FASE I** - Esecuzione di uno studio di insieme, mirante a fornire i lineamenti essenziali della geologia dell'area e gli aspetti geomorfologici globali.

**FASE II** - Definizione di massima della stratigrafia del sottosuolo mediante interpretazione e/o correlazione delle risultanze delle prove di penetrometria dinamica.

**FASE III** - Caratterizzazione geotecnica in situ del terreno, costituente il volume significativo del sottosuolo in esame, attraverso l'esecuzione di n° 6 prove penetrometriche dinamiche continue super pesanti (D.P.S.H.) (Le prove D.P.S.H. sono state eseguite dalla **TecnoGeo s.a.s.**).

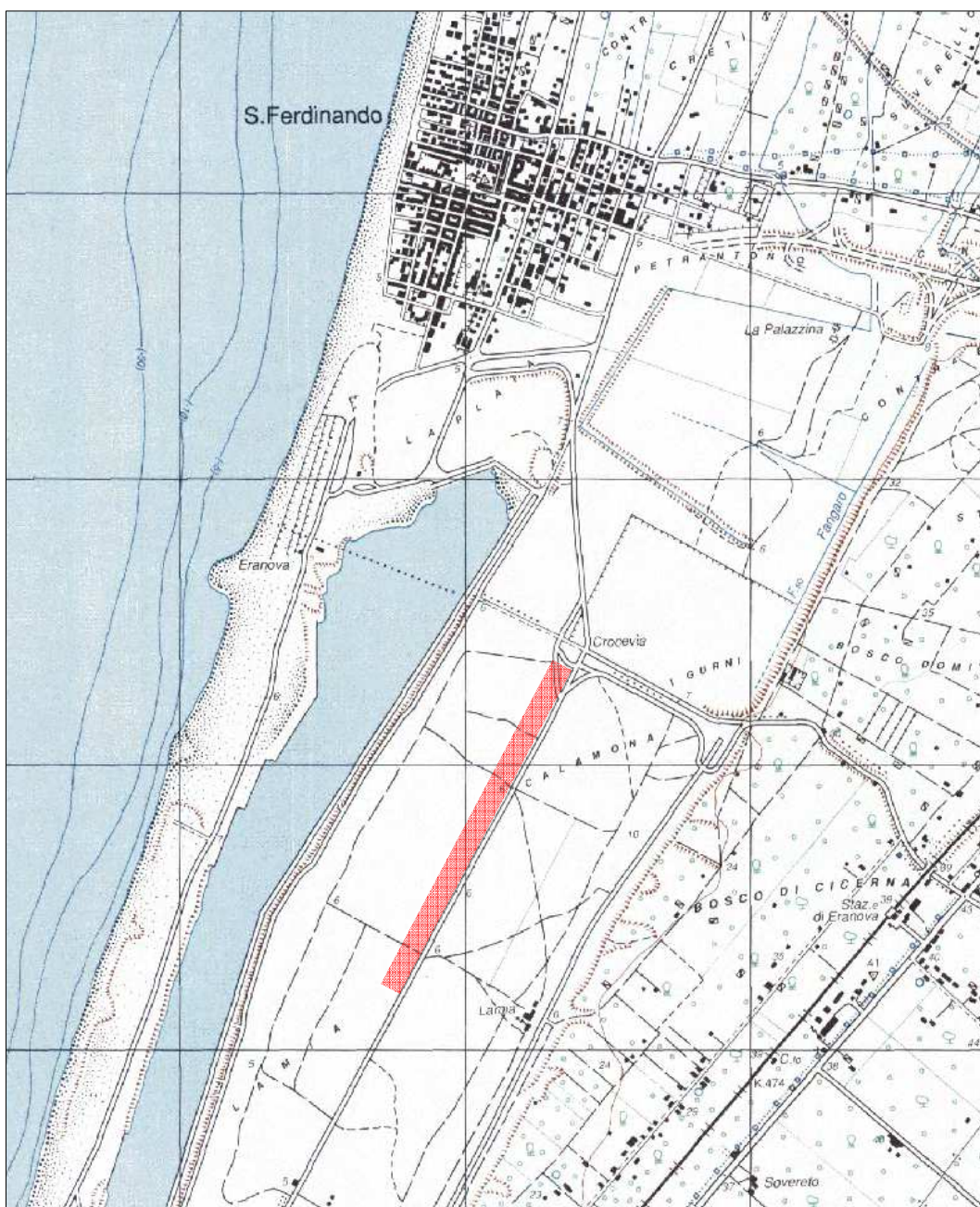
**FASE IV** - Caratterizzazione sismica del terreno, costituente il volume significativo del sottosuolo, mediante esecuzione e successiva elaborazione dati di n° 2 prospezioni sismiche M.A.S.W. (Gli stendimenti sismici M.A.S.W. sono stati eseguiti dalla **TecnoGeo s.a.s.**).

**FASE V** - Determinazione delle Coordinate e della Categoria Topografica del sito in esame.

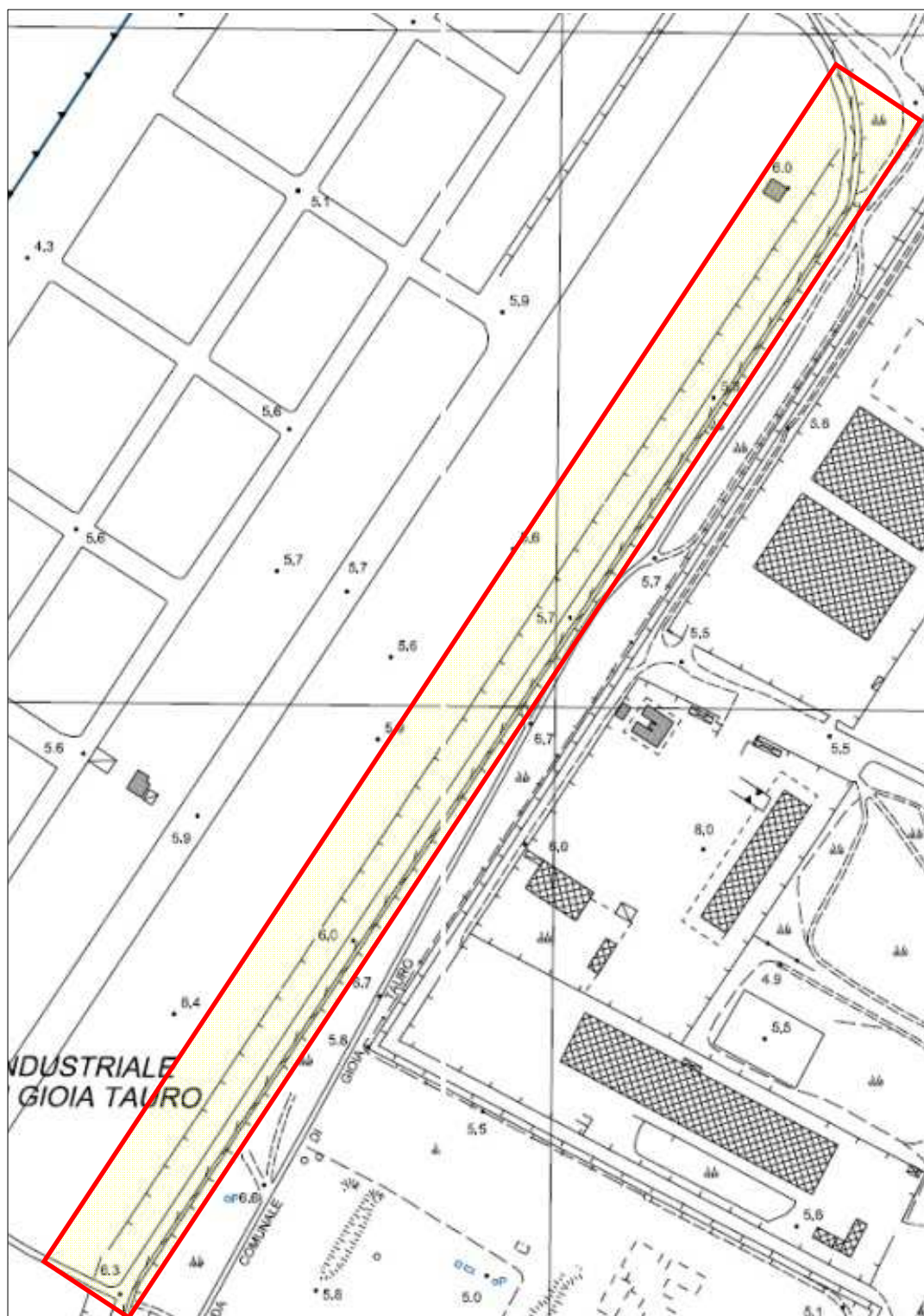
**FASE VI** - Elaborazione e sintetizzazione dei dati ottenuti, conclusioni.

## Ubicazione dell'Area

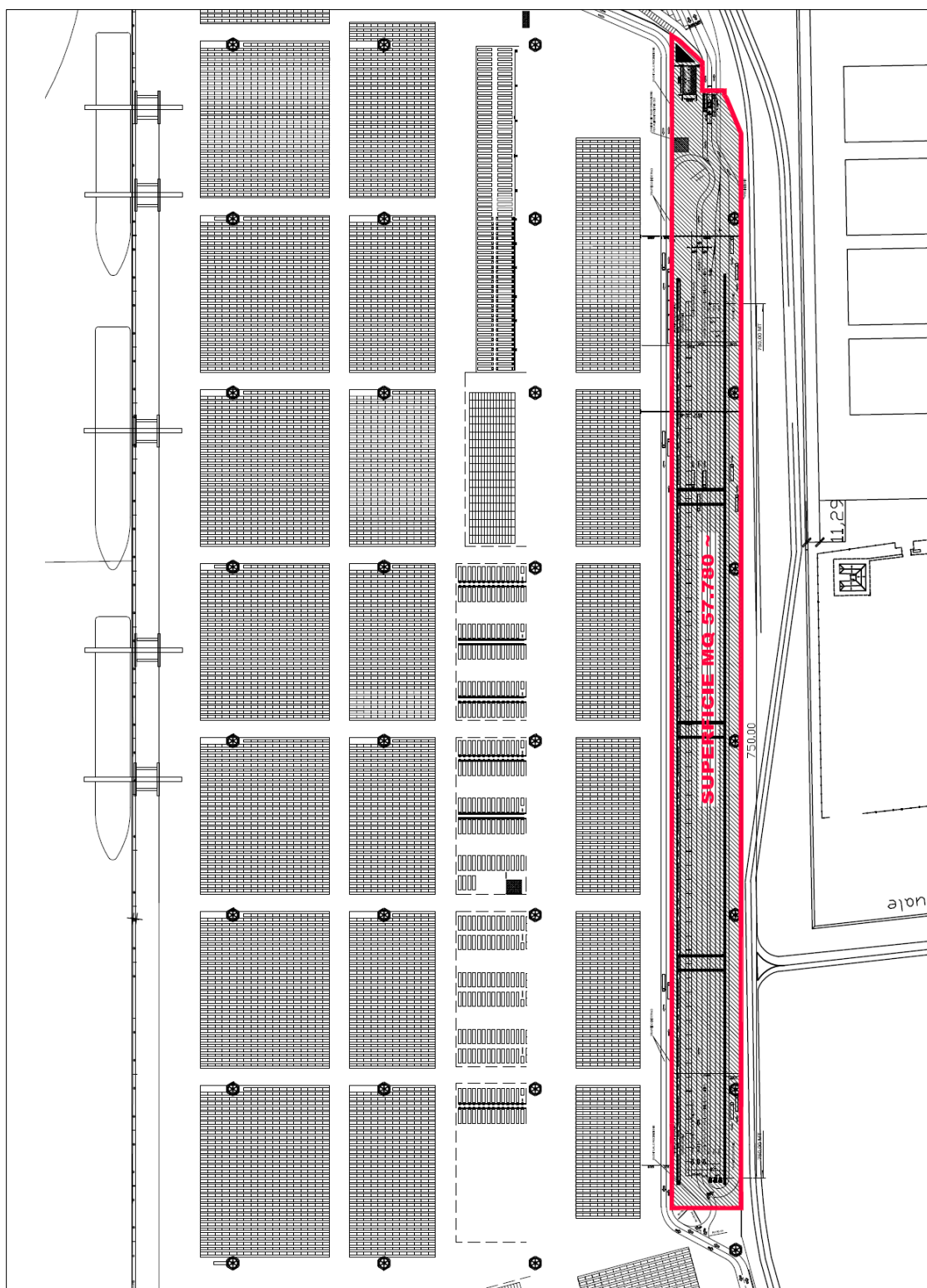
L'area in esame ricade nel settore Nord-Orientale del Porto di Gioia Tauro (RC), internamente al Terminal della MCT S.p.A..



Lo stralcio di TAVOLETTA topografica sopra riportato indica, attraverso il settore in rosso, l'ubicazione del settore di intervento.



*Stralcio di Carta Tecnica Regionale*



*Planimetria di Progetto*

## Condizioni Morfologiche

L'area in esame ricade ad una quota di circa 5.5 mt. s.l.m., inserendosi in un contesto geomorfologico tipico delle regioni costiere.



L'assetto pianeggiante dell'area e del territorio circostante, è legata all'azione di deposito operata da antichi corsi d'acqua, mentre, la composizione dei materiali trasportati, corrisponde alla composizione geologica dei bacini idrografici di competenza di ciascun corso idraulico.

Da un rapido esame della Carta Geologica della Calabria, si può facilmente osservare come, i materiali trasportati, derivino prevalentemente dal disfacimento del complesso acido biotitico.

All'azione morfologica primaria, di origine fluviale, ha fatto seguito, lungo la fascia costiera, un'azione di tipo eolico che ha portato

alla genesi dell'attuale formazione continentale.

L'assetto sub-pianeggiante dell'area esclude la possibile formazione di qualsiasi tipo di fenomeno connesso con la dinamica gravitativa; da escludersi sono, inoltre, qualsiasi tipo di fenomeno connesso con il ruscellamento e l'erosione accelerata.

Particolare attenzione, dovrà comunque essere rivolta alla regimentazione delle acque meteoriche e di deflusso superficiale.

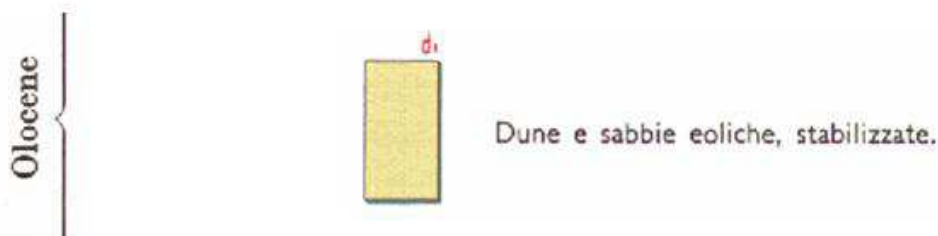
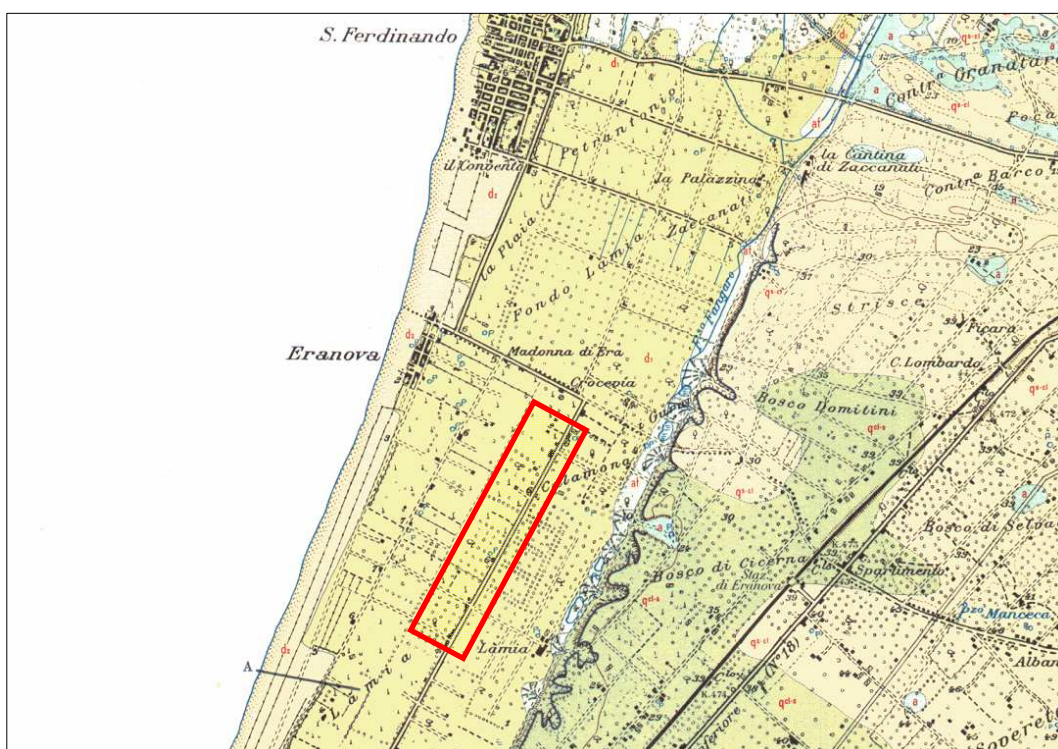
Infine, i processi di alterazione superficiale, legati a fattori chimico-biologici e pedogenetici, risultano essere relativamente evoluti.



Da una valutazione globale, la categoria topografica del sito è da uguagliarsi alla **T1**, essendo la porzione significativa di territorio caratterizzata da un'inclinazione  $< 15^\circ$  (Par.fo 3.2.2 N.T.C. 2008 - Tab. 3.2.VI).

## Aspetti Litologici e Stratigrafici

L'unità litologica, affiorante nell'area in esame, è rappresentata da una formazione continentale di età Olocenica (Pleistocenica proparte) definita, dalla Carta Geologica della Calabria (Tavoletta *Gioia Tauro Foglio 245 II NE*), come **d<sub>1</sub>** “Dune e sabbie eoliche, stabilizzate”.



Sulla probabile genesi e composizione di questa formazione si è accennato in precedenza senza nulla aggiungere riguardo ai suoi limiti formazionali ed alle sue caratteristiche strutturali.

I limiti formazionali sono stati, in un primo tempo, dedotti dall'osservazione della Carta Geologica della Calabria e, successivamente, accertati e rivisti direttamente sul terreno.

La considerevole estensione della formazione Olocenica, comunque, rende di scarso interesse, ai fini dell'indagine, la precisione nell'indicare e rappresentare gli esatti limiti formazionali laterali e verticali; particolare importanza, invece, assumono le variazioni granulometriche e strutturali riscontrate nell'ambito della formazione stessa, per una profondità corrispondente alla porzione di sottosuolo investigato.

La visualizzazione grafica, l'interpretazione e le risultanze ottenute dall'elaborazione dei dati relativi alle n° 6 prove penetrometriche D.P.S.H. effettuate, ha consentito una valutazione preliminare delle condizioni litologiche del sottosuolo interessato dagli interventi in progetto e, quindi, del relativo assetto stratigrafico.

L'unità Olocenica (**d<sub>1</sub>**), in corrispondenza delle verticali indagate risultata essere costituita da livelli sabbiosi debolmente ghiaiosi sovrapposti a livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli (vedi Cap. **Caratterizzazione Geotecnica del Sottosuolo**).

## Condizioni Idrogeologiche ed Idrografiche

L'unità litologica (**d<sub>1</sub>**), affiorante nella porzione significativa di territorio comprendente l'area in esame, presenta caratteristiche idrogeologiche tali da essere definita, nel suo complesso, come una formazione a permeabilità medio-alta.

Strutturalmente, l'unità risulta essere debolmente disomogenea, soprattutto in senso verticale; condizioni di sufficiente omogeneità laterale, invece, si registrano in senso orizzontale.

Nel complesso e/o in termini medio-globali, l'ordine di grandezza dei valori di permeabilità e di porosità, può essere valutato come segue:

POROSITÀ		PERMEABILITÀ	
primaria <i>n</i> (%)	secondaria <i>n</i> (%)	tipo	grado <i>k</i> (cm/s)
17 - 21		Porosità	$10^{-1} - 10^{-3}$

La situazione idrografica di superficie, nell'area di diretta ubicazione dell'opera in progetto, è limitata alle sole acque di genesi meteorica che cadono nell'ambito del suolo in esame e che, attraversando per infiltrazione strati di suolo e sottosuolo, con moto verticale dei filetti liquidi alimentano la falda idrica sottostante.

La profondità della falda idrica, pertanto, in questa prima fase di indagine è stata rilevata mediante inserimento, di freatimetro elettrico, all'interno dei fori di sonda delle n° 6 prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H. eseguite, rapidamente allestiti con tubo in pvc del diametro di

25 mm. Con tale modalità, nei sei punti di prova il livello fretatico è stato rilevato a:

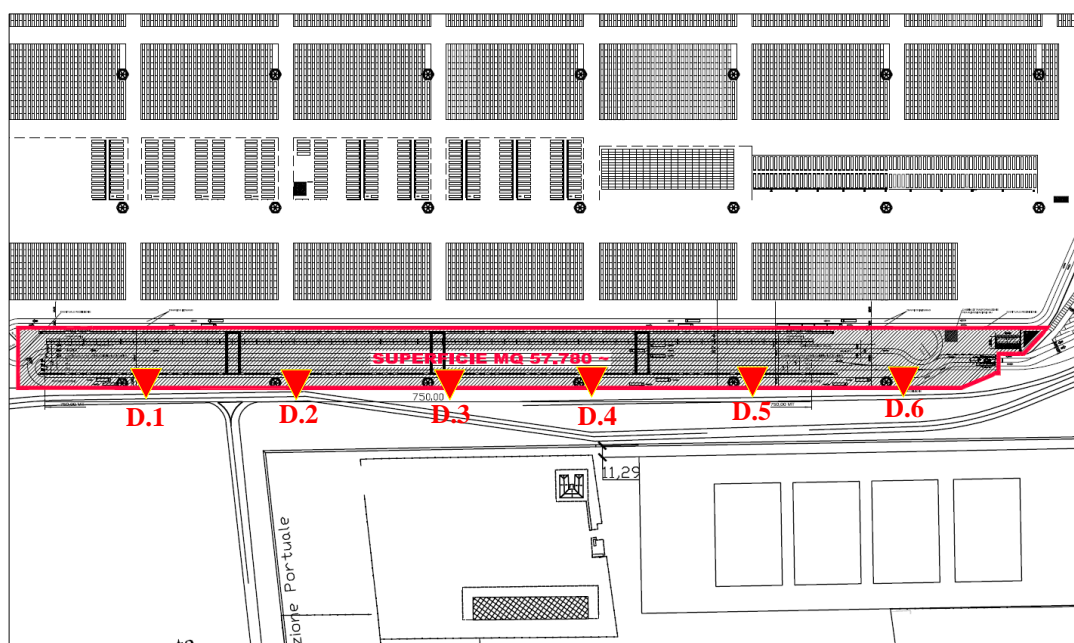
- Piezometro D.1: - 2.30 mt. dal p.c.;
- Piezometro D.2: - 2.30 mt. dal p.c.;
- Piezometro D.3: - 2.40 mt. dal p.c.;
- Piezometro D.4: - 2.40 mt. dal p.c.;
- Piezometro D.5: - 2.20 mt. dal p.c.;
- Piezometro D.6: - 2.20 mt. dal p.c..



Le misurazioni sono state effettuate in data 18.03.2013.

## Caratterizzazione Geotecnica del Sottosuolo

Ai fini della caratterizzazione fisico-meccanica del volume significativo di sottosuolo dell'area in esame, sono state eseguite n° 6 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (D.P.S.H.), la cui ubicazione è indicata nella planimetria sotto riportata.

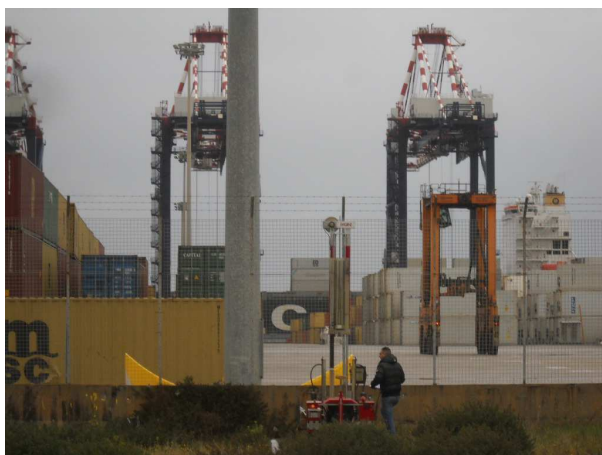


Le prove, spinte sino alla profondità massima di 20 m dal piano campagna, sono state eseguite con penetrometro dinamico/statico super pesante PAGANI 63-200.

Nelle pagine che seguono sono riportati: la documentazione fotografica relativa alle sei prove D.P.S.H. effettuate ed i rispettivi istogrammi penetrometrici.

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE **D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)

*Documentazione Fotografica.*



Panoramica **D.1**



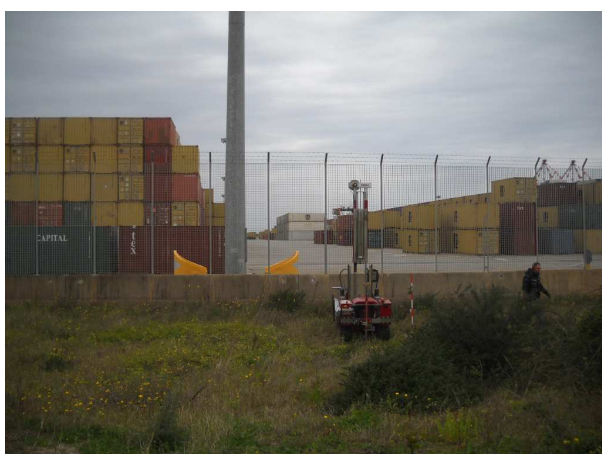
**D.1** - Prof. raggiunta: 20.00 m



Panoramica **D.2**



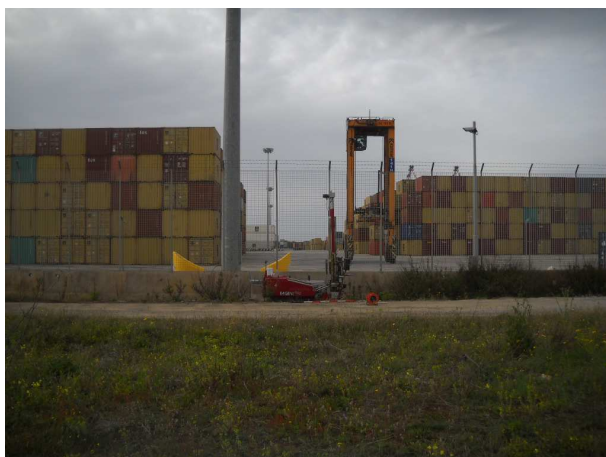
**D.2** - Prof. raggiunta: 20.00 m



Panoramica **D.3**



**D.3** - Prof. raggiunta: 20.00 m



Panoramica **D.4**



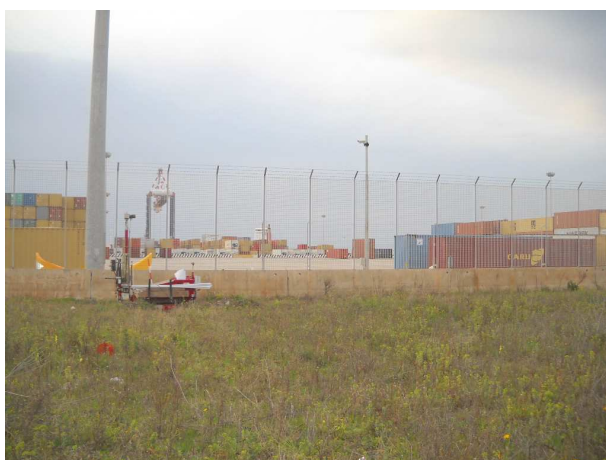
**D.4** - Prof. raggiunta: **20.00 m**



Panoramica **D.5**



**D.5** - Prof. raggiunta: **20.00 m**



Panoramica **D.6**



**D.6** - Prof. raggiunta: **20.00 m**

**D.1 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)***Istogramma*

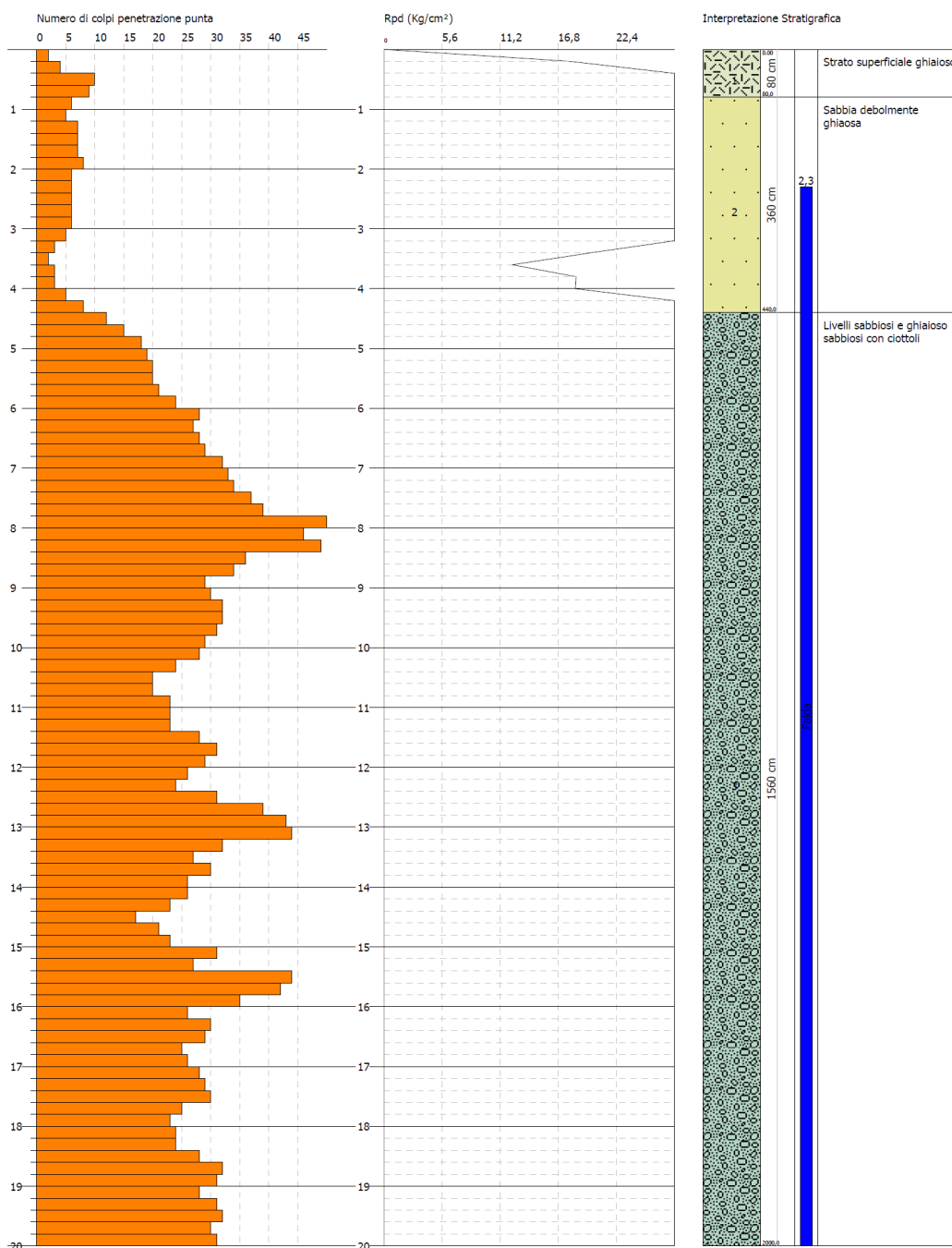
TecnoGeo s.a.s. - di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoinvestigazioni@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.1**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



**D.2 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)***Istogramma*

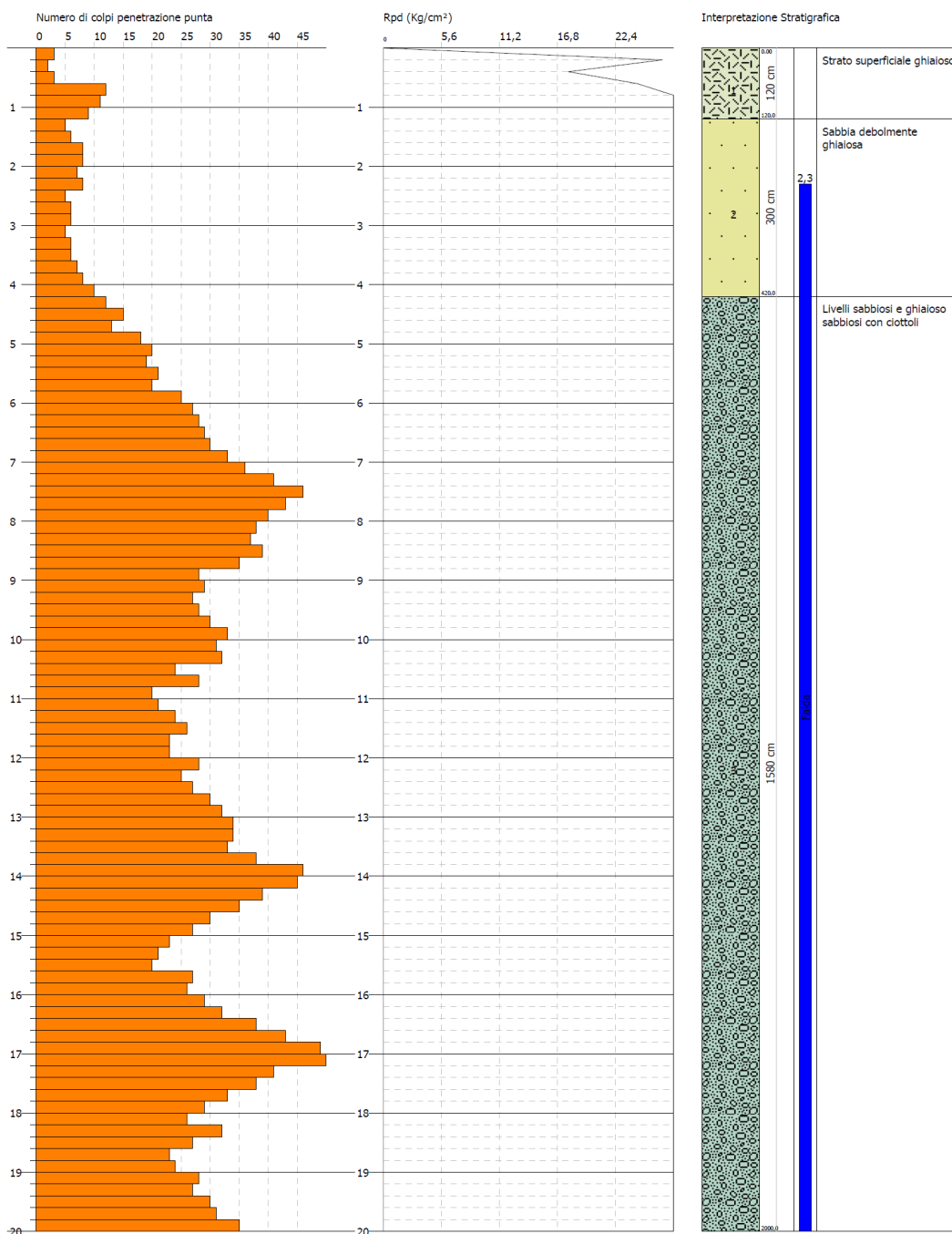
TecnoGeo s.a.s. - di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.2**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



**D.3 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)***Istogramma*

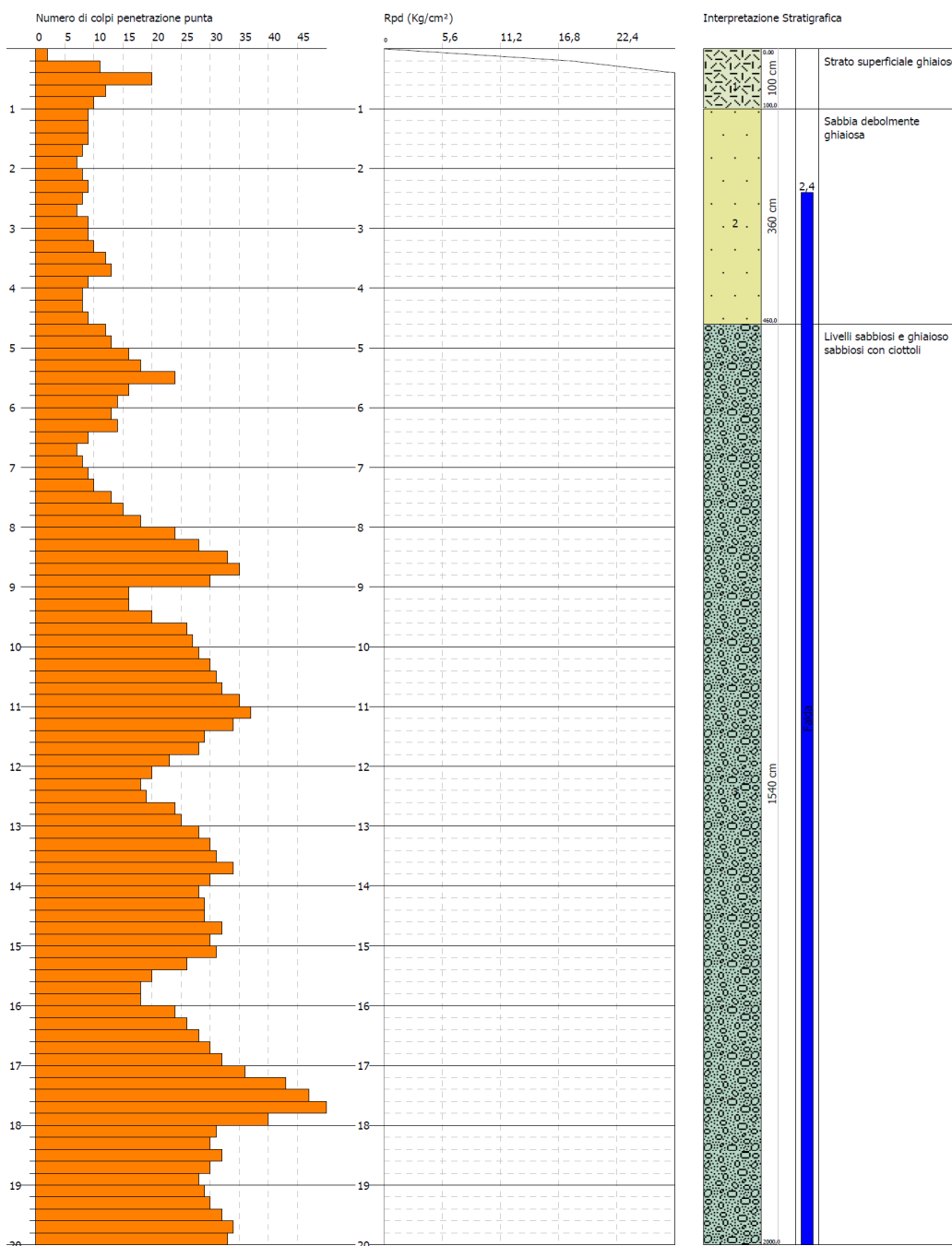
TecnoGeo s.a.s - di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.3**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:90



**D.4 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)***Istogramma*

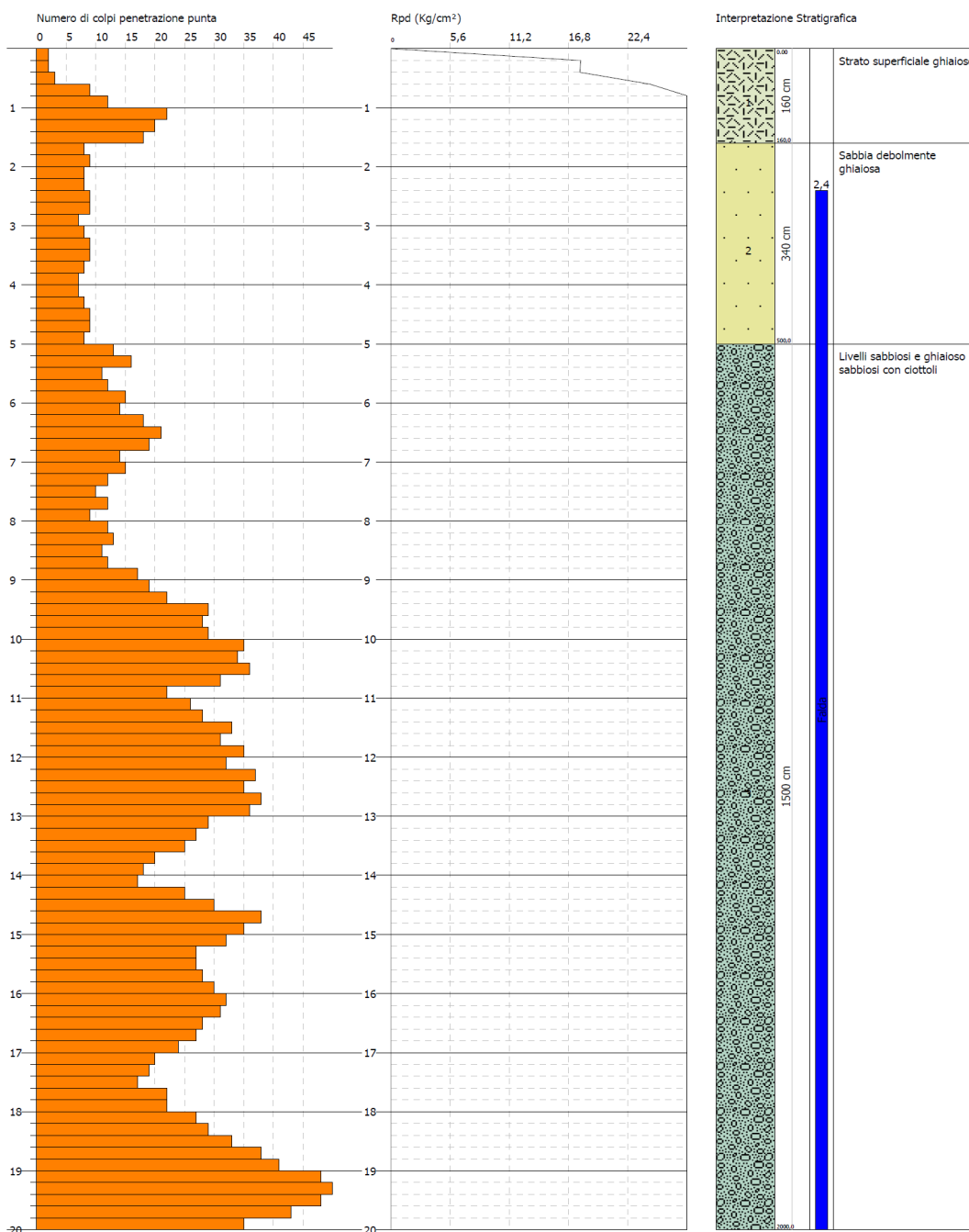
TecnoGeo s.a.s - di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.4**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



**D.5 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)***Istogramma*

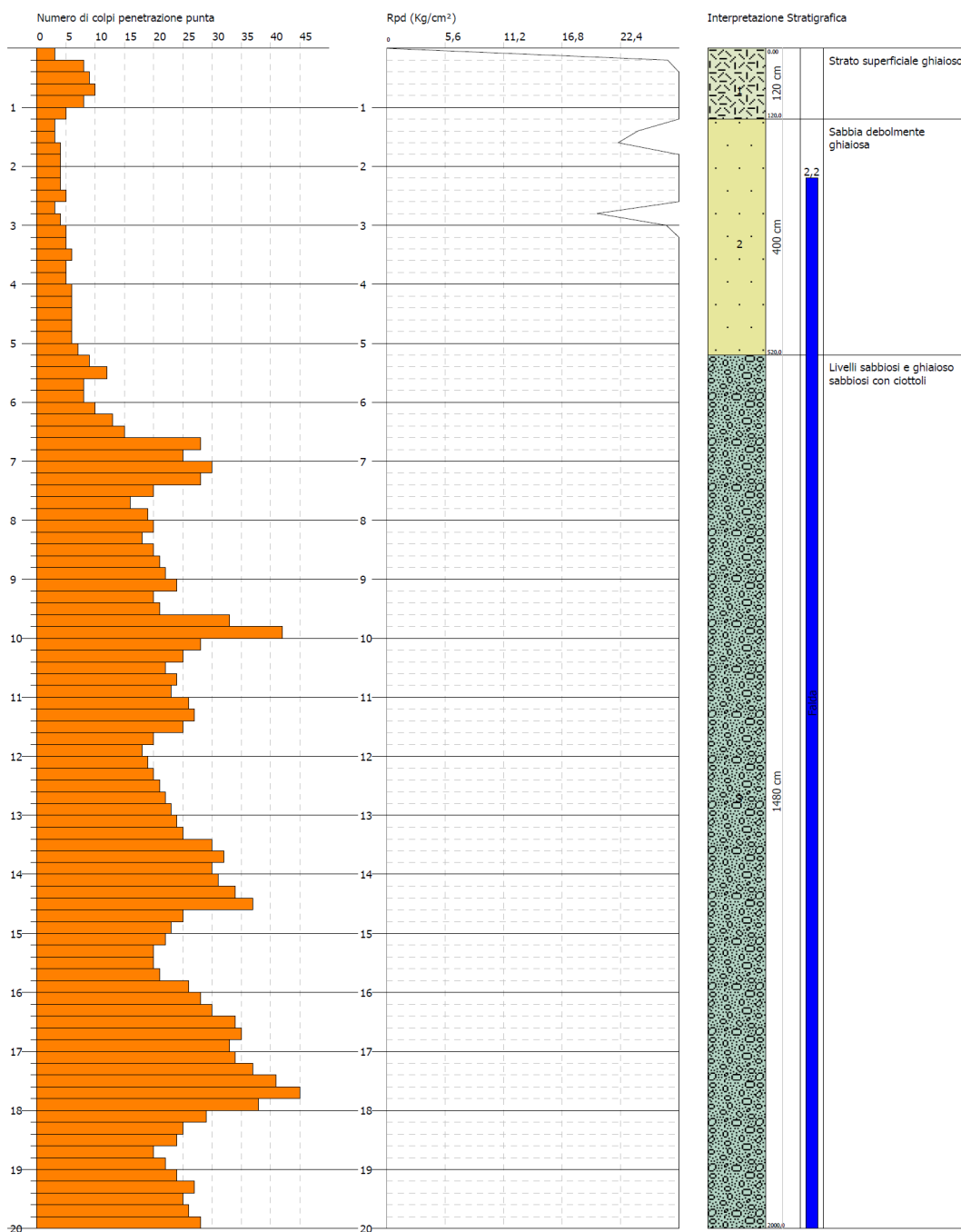
TecnoGeo s.a.s. - di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.5**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:96



**D.6 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H. (Dynamic Probing Super Heavy)***Istogramma*

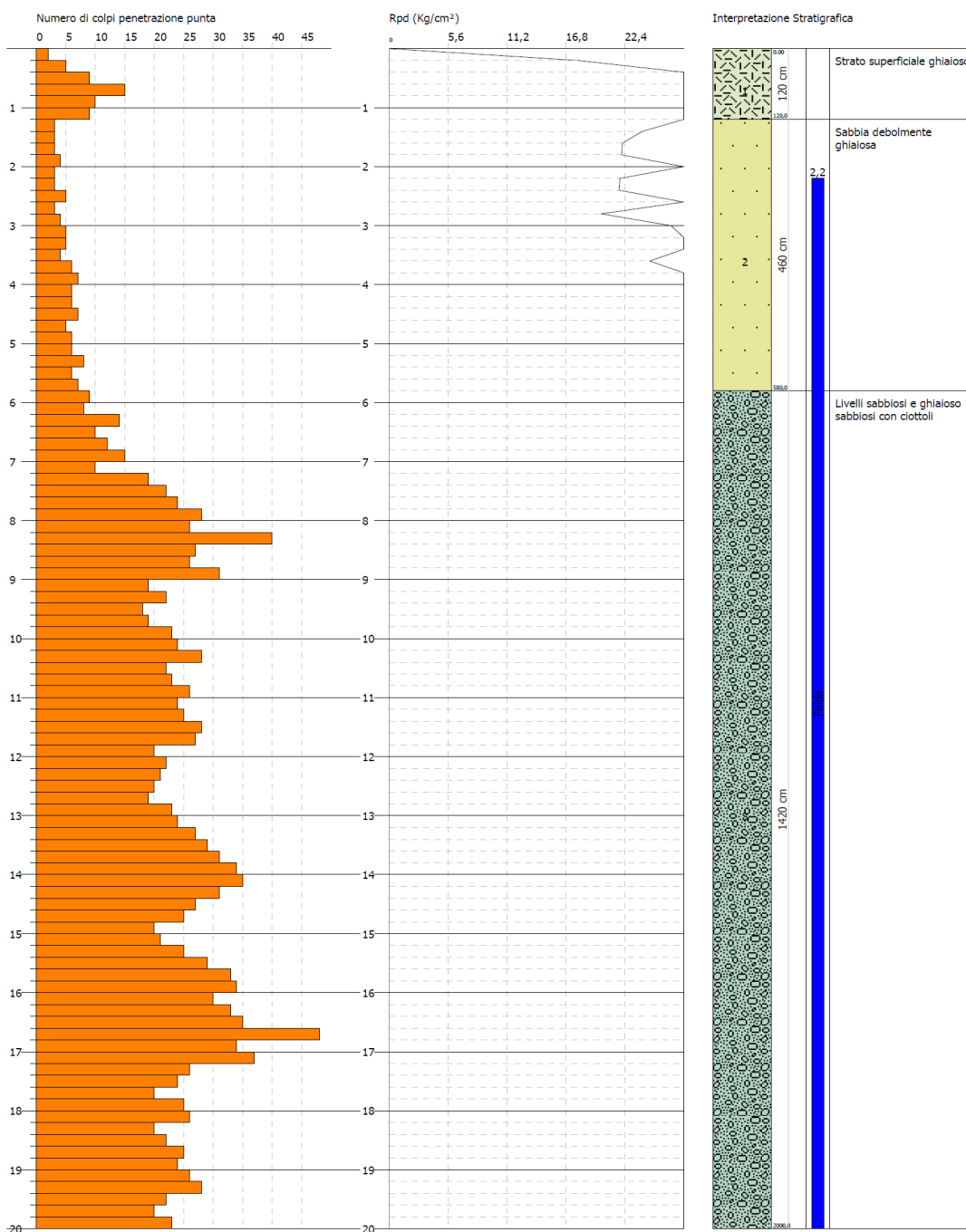
TecnoGeo s.a.s. - di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.6**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Struttura Carroponte  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 18/03/2013

Scala 1:94



Al fine di ottenere una caratterizzazione fisico-meccanica medio-globale e sufficientemente rappresentativa del “*volume significativo di sottosuolo*” della fascia di territorio interessato dal progetto, è stato interpretato, analizzato e discretizzato l’insieme dei dati di campagna ( $N_{DPSH}$  = numero di colpi), relativi alle n° 6 prove penetrometriche D.P.S.H. eseguite.

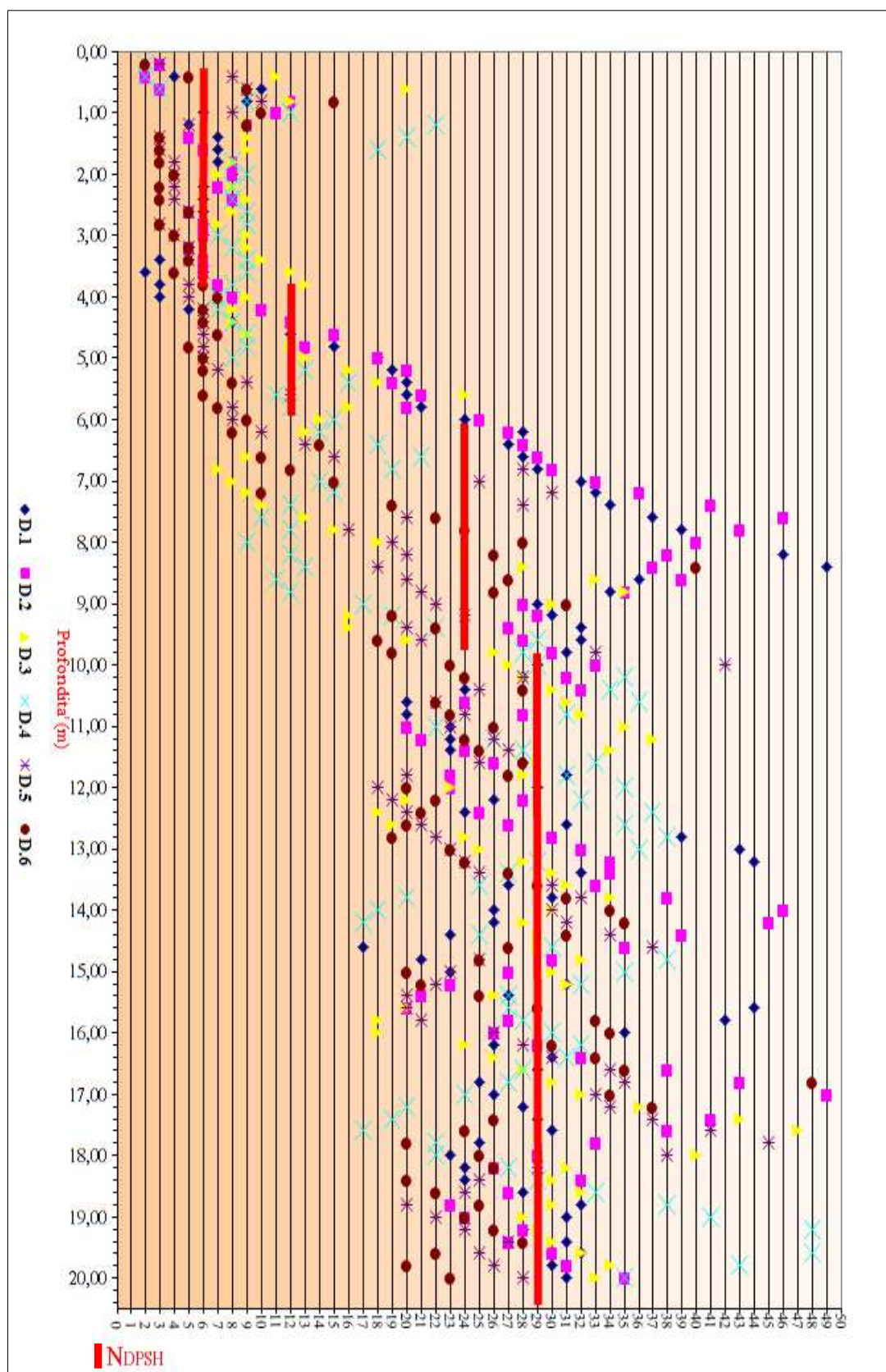
Ciò ha consentito, per una profondità complessiva di 20 m, l’identificazione di n° 4 intervalli litostratigrafici, rappresentativi del volume di sottosuolo investigato.

Descrizione Strato	Prof. Strato (m)
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	0.00 ÷ 4.00
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	4.00 ÷ 6.00
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	6.00 ÷ 10.00
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	10.00 ÷ 20.00

Con solo filtraggio dei dati relativi allo strato ghiaioso superficiale (dello spessore di circa 1 m.), è stata effettuata la media aritmetica del numero di colpi  $N_{DPSH}$  (prima, per ogni singola prova e, dopo, sul totale dei n° 6 risultati ottenuti), ottenendo così il valore  $N_{DPSH}$  medio-globale per ognuno dei n° 4 intervalli stratigrafici identificati.

Le risultanze ottenute, in sintesi sono riportate nella tabella seguente; il grafico della pagina che segue, invece, ne rappresenta la restituzione grafica.

Descrizione Strato	Prof. Strato (m)	$N_{DPSH}$	$N_{spt}$
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	0.00 ÷ 4.00	6	9
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	4.00 ÷ 6.00	12	18
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	6.00 ÷ 10.00	24	36
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	10.00 ÷ 20.00	29	43



La presenza della **falda freatica** rilevata, assunta alla profondità media di **- 2.20 m** dal p.c., determina un abbattimento del valore di **Nspt** le cui variazioni, rispetto al valore determinato, sono riportate nella tabella che segue:

Descrizione Strato	Prof. Strato (m)	N <sub>DPSH</sub>	Nspt	Nspt corretto per presenza falda
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	0.00 ÷ 4.00	6	9	9
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	4.00 ÷ 6.00	12	18	16
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	6.00 ÷ 10.00	24	36	25
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	10.00 ÷ 20.00	29	43	29

Definiti i valori di **Nspt** medio-globali, si è proceduto all'elaborazione dei dati per la definizione dei parametri fisico-meccanici del sottosuolo investigato.

## Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

### Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati Nspt il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### Correzione Nspt in presenza di falda

$$\text{Nspt corretto} = 15 + 0.5 \times (\text{Nspt} - 15)$$

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.

- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### Modulo Di Young ( $E_y$ )

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

#### Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$

t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

#### Modulo di poisson

Classificazione A.G.I.

#### Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### Modulo di reazione (Ko)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

#### Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson 1983 Qc

Dall'elaborazione effettuata, secondo le correlazioni sopra riportate, sono stati restituiti i seguenti risultati:

#### Densità relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	30,09	60,48	30,74
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	40,26	74,46	45,66
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	45,59	82,35	58,56
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	39,55	74,51	62,48

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	29,57	30,52	30,32	33,29		26,62	29,7	36,49	28,42
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	31,71	32,62	30,62	35,97	38,44	30,73	31,95	41,16	33,17
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	34,29	35,14	30,44	38,6	39,68	34,56	34,65	43,79	37,58
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	35,29	36,12	29,31	39,45	38,23	35,86	35,7	41,95	39,08

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	---	72,00	106,90	---
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	289,94	132,00	195,40	157,50
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	360,45	204,00	301,60	202,50
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	384,39	232,00	342,90	220,00

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	---	45,95	78,14
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	99,00	61,36	111,59
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	153,00	79,84	151,73
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	174,00	87,03	167,34

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	Classificazione A.G.I	ADDENSATO
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m <sup>3</sup> )
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	Meyerhof ed altri	1,70
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	Meyerhof ed altri	1,92

[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	Meyerhof ed altri	2,08
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	Meyerhof ed altri	2,13

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	(A.G.I.)	0,34
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	(A.G.I.)	0,32
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	(A.G.I.)	0,3
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	(A.G.I.)	0,3

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	512,74	478,58
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	906,46	693,09
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	1364,78	904,29
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	1540,17	978,22

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	Navfac 1971-1982	1,89
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	Navfac 1971-1982	3,41
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	Navfac 1971-1982	4,95

[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	Navfac 1971-1982	5,47
---	----	-------	----	------------------	------

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	Robertson 1983	18,00
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	Robertson 1983	33,00
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	Robertson 1983	51,00
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	Robertson 1983	58,00

## Liquefazione

Considerate le caratteristiche litologiche e stratigrafiche del sottosuolo in esame (depositi continentali Olocenici essenzialmente costituiti da livelli sabbiosi debolmente ghiaiosi sovrapposti a livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli) ed accertata la presenza di un livello freatico alla profondità di circa - 2.20 m dal p.c., è stata eseguita, in via preliminare, una Verifica alla Liquefazione, tenendo conto delle risultanze ottenute dalle prove penetrometriche Super Pesanti D.P.S.H. effettuate.

A tal proposito, il primo dei totali n° 4 intervalli stratigrafici identificati, è stato ulteriormente suddiviso in strato 1A e strato 1B, in funzione della profondità del livello freatico rilevato.

Ai fini della verifica, inoltre, in questa prima fase di indagine, è stata attribuita, a tutti gli strati di sottosuolo considerati, una percentuale di componente medio-fine che si ritiene possa essere presente nella misura di circa il 10 %.

Ovviamente, nelle successive fasi di progettazione, tale percentuale, particolarmente importante in questo tipo di verifica, dovrà essere determinata in termini specifici, attraverso analisi granulometriche su campioni indisturbati da prelevare in fase di sondaggio geognostico.

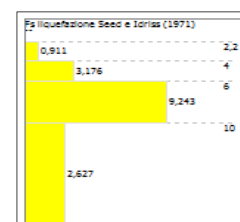
I litotipi incoerenti poco addensati, posti al di sotto del livello freatico rilevato e mediamente compresi tra i circa - 2.20 m ed i circa - 4.00 m dal p.c., rivelano potenziali di liquefazione inferiori all'unità (*Seed-Idriss 1978-1981*) e liquefazione possibile per terremoti di intensità maggiore o uguale all'VIII° della scala Mercalli (*Shi-Ming 1982*);

I litotipi incoerenti da moderatamente addensati ad addensati, posti al di sotto del livello freatico rilevato e mediamente compresi tra i circa - 4.00 m ed i circa - 20.00 m dal p.c., rivelano un potenziale di liquefazione maggiori al fattore di sicurezza " $F_s$ " ( $F_s \geq 1,3$ ) e liquefazione possibile solo per terremoti di intensità compresa tra il IX° ed il X° della scala Mercalli (*Shi-Ming 1982*).

Dall'elaborazione dati, per una profondità complessiva di 20 m, è infatti risultato quanto segue:

#### • Metodo *Seed-Idriss 1978-1981*

Tale correlazione con gli  $N_{spt}$ , è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.



**Liquefazione - Metodo di Seed-Idriss (1978-1981)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1A] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	2,20	9	Seed e Idriss (1971)	--
[1B] - Sabbia debolmente ghiaiosa	9	4,00	9	Seed e Idriss (1971)	0,911
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	18	6,00	16,5	Seed e Idriss (1971)	3,176
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	36	10,00	25,5	Seed e Idriss (1971)	9,243
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	43	20,00	29	Seed e Idriss (1971)	2,627

- Metodo *Shi-Ming 1982*

Permette di calcolare, utilizzando dati *Nspt*, il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso tale relazione, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se *Nspt* dello strato considerato risulta inferiore a *Nspt critico* calcolato con l'elaborazione di *Shi-Ming*.

**Liquefazione - Metodo di Shi-Ming (1982)**

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
[1A] - Sabbia debolmente ghiaiosa	0	0	0	0	
[1B] - Sabbia debolmente ghiaiosa	6,81	11,35	18,16	27,24	Liquefazione possibile al VIII° Mercalli
[2] - Sabbia debolmente ghiaiosa	7,71	12,85	20,56	30,84	Liquefazione possibile al IX° Mercalli
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	9,51	15,85	25,36	38,04	Liquefazione possibile al X° Mercalli
[4] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	14,01	23,35	37,36	56,04	Liquefazione possibile al X° Mercalli

## Pericolosità Sismica di Base

In campo geotecnico, la normativa italiana di riferimento per la pericolosità sismica, è rappresentata dall'*O.P.C.M.* n° 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche ed integrazioni del Testo Unico “Norme Tecniche per le costruzioni” approvato con il *D.M.* del 14/09/2005 ed infine dal *D.M. del 14/01/08*. Tali testi rappresentano l’allineamento della normativa italiana agli Eurocodici, documenti prodotti dalla Commissione Europea, che hanno l’obiettivo di fungere da riferimento per i criteri di progettazione e per le normative sismiche nazionali.

Con Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 12 Giugno 1998 e successivamente con la nuova normativa tecnica del 20 Marzo 2003 (Ordinanza n° 3274), relativa all’individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale, il territorio del Comune di Gioia Tauro (RC) viene riportato con grado di sismicità pari a 12, quindi ricadente in *Zona Sismica I*.

La stessa Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 Marzo 2003 e succ. modif. e int. ha aggiornato la normativa sismica, attribuendo, alle diverse località del territorio nazionale, un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini d’incremento dell’accelerazione al suolo, e proponendo l’adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica, del profilo stratigrafico del sottosuolo, mediante sette tipologie di suoli (A - B - C - D - E - S1 - S2),

da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) mediate sui primi 30 metri di sottosuolo ( $V_{s30}$ ).

L'ottenimento del valore  $V_{s30}$ , pertanto, è possibile raggiungerlo sia tramite misure dirette delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), sia con misure indirette delle stesse (mediante le velocità delle onde longitudinali ( $V_p$ ) derivanti da indagini sismiche a rifrazione; attraverso indagini S.P.T., o comunque prove penetrometriche correlabili a quest'ultime, mediante la correlazione di *Ohta e Goto (1978)* tra  $N_{spt}$  e  $V_s$ ; con indagini S.P.T., o comunque prove penetrometriche correlabili alle stesse, mediante la correlazione di *Motonori e Yoshida (1988)* tra  $N_{spt}$  e  $V_s$ ).

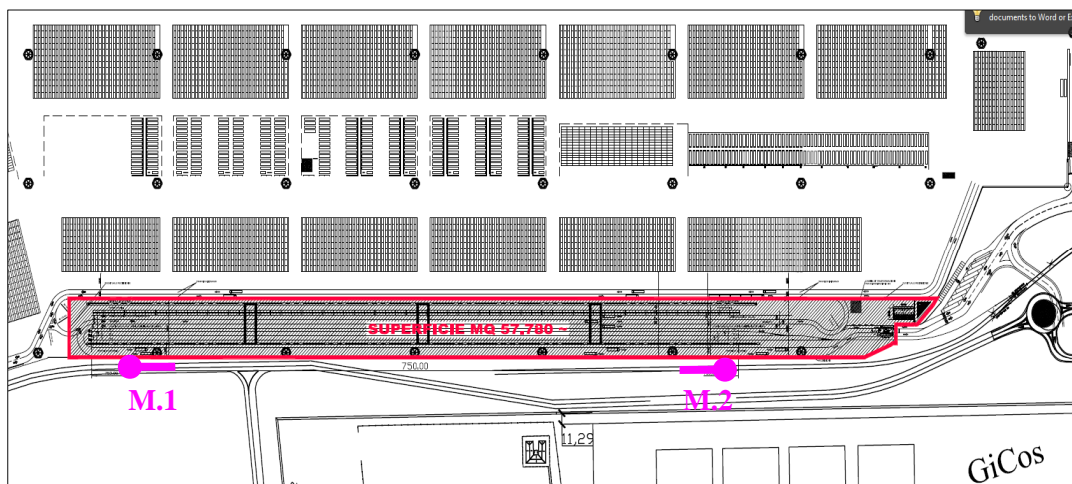
Ai fini del presente studio, la determinazione del valore  $V_{s30}$  e la classificazione del suolo di fondazione (*D.M. 14/01/08*), è stata raggiunta mediante le misure dirette delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), graficamente restituite dalle risultanze relative alla n° 2 prospezioni sismiche M.A.S.W. (**M.1**, **M.2**) effettuate in situ.

### **Determinazione della Categoria di Sottosuolo**

Gli stendimenti sismici **M.A.S.W.** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), rispettivamente della lunghezza totale di 36 m, sono stati eseguiti con strumentazione SARA DoReMi 12 canali.

I n° 12 accelerometri (geofoni) aventi frequenza di taglio pari a 4.5 Hz, sono stati disposti con spaziatura regolare di 3 m lungo lo stendimento ed a distanza crescente dalla sorgente energizzante.

Lo stralcio planimetrico e di ortofoto sotto riportato, indica l'esatta ubicazione dell'indagine eseguita.



Legenda UBICAZIONE INDAGINI:

M. ●

Prospezione Sismica M.A.S.W.

L'energizzazione è stata eseguita mediante l'impiego di una mazza, del peso di 8 Kg, battente su un piattello metallico.

L'acquisizione dei dati è avvenuta attraverso la registrazione digitale dei sismogrammi in un personal computer interfacciato con la strumentazione utilizzata. Per l'elaborazione dei dati di campagna, invece, ci si è avvalsi dell'utilizzo del software *GeoMasw* - Program Geo, adatto e specifico per l'analisi delle onde di Rayleigh ed utile per la produzione dei profili di velocità delle onde di taglio Vs in riferimento alla profondità ed ai mezzi attraversati. Il metodo M.A.S.W., infatti, ha consentito di individuare il tipo di suolo sismico investigato e la relativa ricostruzione del profilo verticale Vs degli strati superficiali (20-30 mt).

È necessario sottolineare che l'interpretazione delle indagini geofisiche viene fatta ipotizzando che gli strati del suolo siano omogenei e con superfici di separazione piano parallele; pertanto, nell'area indagata le condizioni sopra riportate sono quasi del tutto rispettate. In ogni caso, si rammenta che, la valutazione delle velocità Vs e degli spessori dei singoli strati, viene effettuata con un margine d'incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15 %.

Nelle pagine che seguono, per entrambe le stese sismiche effettuate, si riportala documentazione fotografica relativa e, in forma grafica e tabellare, i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati acquisiti, quali:

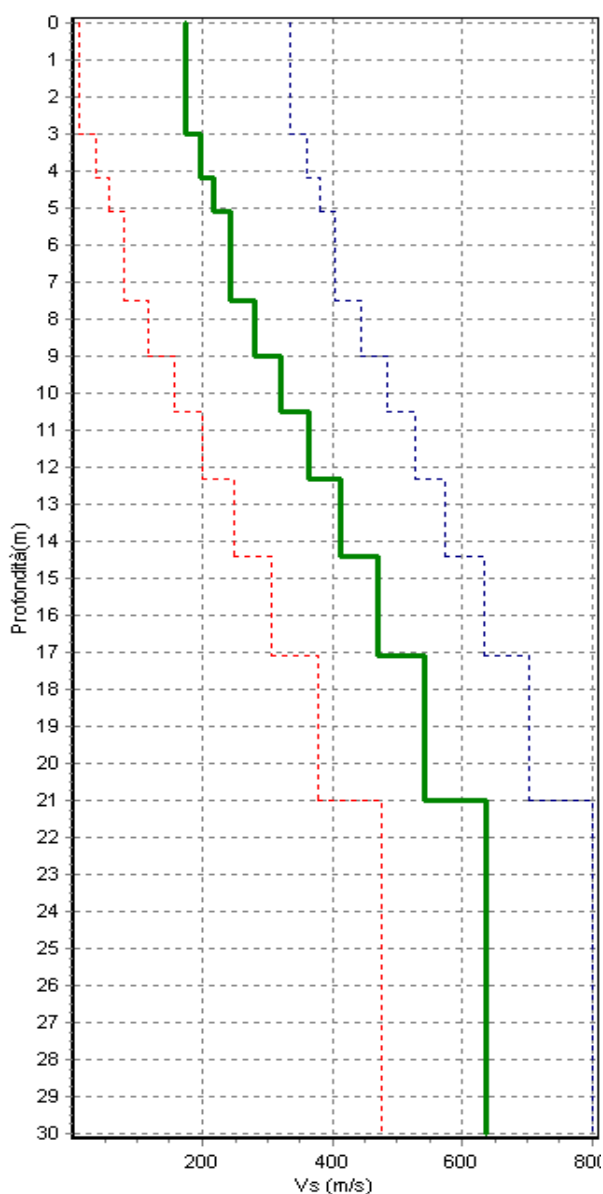
- ❖ *Profilo Sismico relativo alle Velocità delle onde S;*
- ❖ *Calcolo del valore Vs30 ottenuto.*
- ❖ *Velocità onde S in funzione delle profondità e degli spessori dei sismostrati attraversati, necessarie per il calcolo delle Vs30;*

## M.1 - INDAGINE GEOSISMICA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

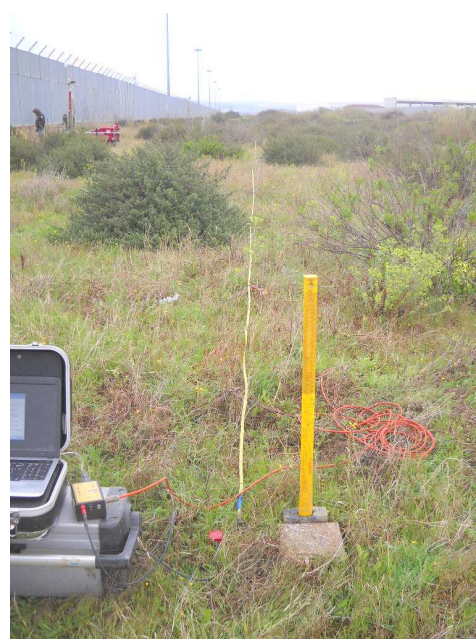
Restituzioni grafiche e Risultanze

### M.1

### Profilo delle Vs con la profondità



Stazione M.1



M.1 - Lungh. Stendimento: 36 m

☒ Vs media ☒ Vs min ☒ Vs max

$V_{s30} (m/s) = 354,7$

**M. 1****Sismostrati Individuati e litologia ipotizzata**

Sismostrato	Descrizione	Profondità dal p.c. (m)	Velocità media Onde S (m/s)
1	Sabbia debolmente ghiaiosa	3.00	173.0
2		4.20	198.0
3		5.10	218.0
4	Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	7.50	242.0
5		9.00	280.0
6		10.50	321.0
7		12.30	364.0
8		14.40	412.0
9		17.10	470.0
10		21.00	541.0
11		30.00	638.0

Ottenuto così il valore  $V_{s30} = 354,7 \text{ m/s}$  dall'indagine geosismica M.A.S.W. eseguita (**M.1**), il sottosuolo investigato dovrebbe essere classificato come:

**Sito di Categoria C.**

Tabella 3.2.II - *Categorie di sottosuolo* (N.T.C. 2008)

<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori 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 $70 < c_{u,30} < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
----------	---

Da una valutazione Preliminare effettuata (vedi Par.fo **Liquefazione**), i depositi Olocenici caratterizzanti la serie stratigrafica locale, risultano essere suscettibili di liquefazione. Di conseguenza, il sottosuolo investigato deve assumersi come:

**Sito di Categoria S2.**

Tabella 3.2.III - *Categorie aggiuntive di sottosuolo* (N.T.C. 2008)

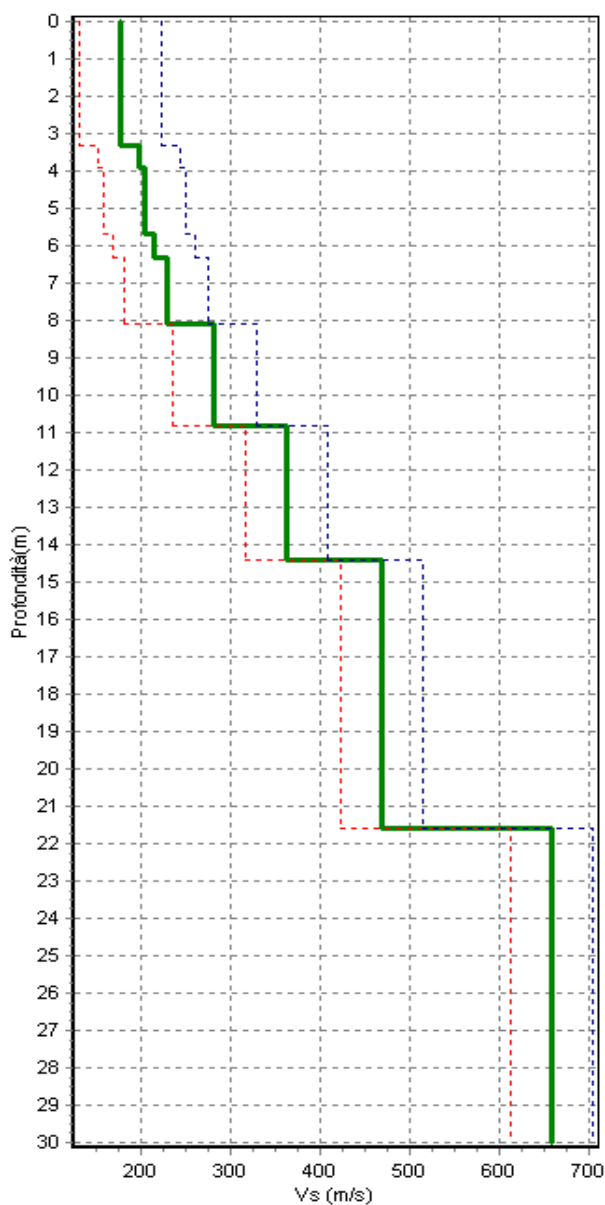
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.
-----------	--

## M.2 - INDAGINE GEOSISMICA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Restituzioni grafiche e Risultanze

### M.2

### Profilo delle Vs con la profondità



Stazione M.2



M.2 - Lungh. Stendimento: 36 m

☒ Vs media ☒ Vs min ☒ Vs max

$V_{s30} \text{ (m/s)} = 337,9$

**M. 2****Sismostrati Individuati e litologia ipotizzata**

Sismostrato	Descrizione	Profondità dal p.c. (m)	Velocità media Onde S (m/s)
1	Sabbia debolmente ghiaiosa	3.30	177.0
2		3.90	198.0
3		5.70	204.0
4	Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	6.30	215.0
5		8.10	228.0
6		10.80	282.0
7		14.40	363.0
8		21.60	469.0
9		30.00	658.0

Ottenuto così il valore  $V_{s30} = 337,9$  m/s dall'indagine geosismica M.A.S.W. eseguita (**M.2**), anche in questo caso il sottosuolo investigato dovrebbe essere classificato come:

**Sito di Categoria C.**Tabella 3.2.II - *Categorie di sottosuolo* (N.T.C. 2008)

<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori 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).
----------	---

Da una valutazione Preliminare effettuata (vedi Par.fo **Liquefazione**), i depositi Olocenici caratterizzanti la serie stratigrafica locale, risultano essere suscettibili di liquefazione. Di conseguenza, il sottosuolo investigato deve assumersi come:

**Sito di Categoria S2.**Tabella 3.2.III - *Categorie aggiuntive di sottosuolo* (N.T.C. 2008)

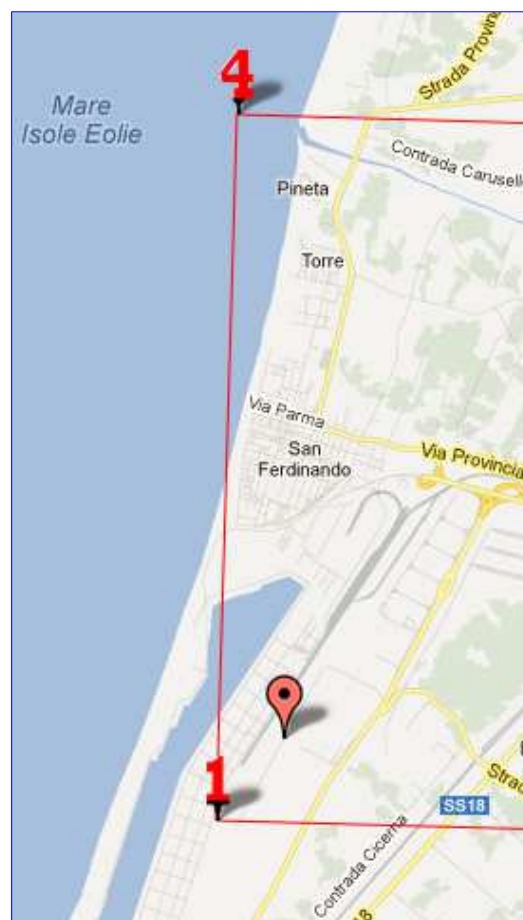
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.
-----------	--

## Coordinate e Categoria Topografica del sito d'interesse

Il quadrante di riferimento è indicato graficamente dalla mappa sottostante.



(1)* Coordinate WGS84	
Lat. <input type="text" value="38.462930"/>	° Long. <input type="text" value="15.917086"/>
(1)* Coordinate ED50	
Lat. <input type="text" value="38,463965"/>	° Long. <input type="text" value="15,917892"/>
Classe dell'edificio	
<input type="text" value="II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche"/>	<input type="text" value="Cu = 1"/>
Vita nominale	
<input type="text" value="50"/>	
(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	
Interpolazione	
<input type="text" value="Superficie rigata"/>	



**Categoria Topografica: T1**

## Conclusioni

I risultati dello studio e delle indagini eseguite, possono essere riassunti come segue:

- L'area in esame, ricade ad una quota di circa 5.5 m s.l.m.. Essa risulta essere **morfologicamente** caratterizzata da un assetto pianeggiante ed è esente da fenomeni di instabilità da ricondursi ad azioni di tipo gravitativo, erosivo e/o di scalzamento.
- L'**unità litologica** affiorante è rappresentata da una formazione continentale di età Olocenica (**d<sub>1</sub>**) che, dall'alto verso il basso, in corrispondenza delle verticali indagate mediante prove penetrometriche D.P.S.H., nel complesso è risultata essere costituita da livelli sabbiosi debolmente ghiaiosi sovrapposti a livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli (vedi Cap. **Caratterizzazione Geotecnica del Sottosuolo**).
- Le **condizioni idrologico-strutturali** sono caratterizzate da medio-alti valori di permeabilità relativa ( $K = 10^{-1} - 10^{-3}$  cm/sec) e da una circolazione idrica prevalentemente verticale, determinata dalle acque di precipitazione.

La situazione idrografica di superficie, nell'area di diretta ubicazione dell'opera in progetto, è limitata alle sole acque di genesi meteorica che cadono nell'ambito del suolo in esame e che, attraversando per infiltrazione strati di suolo e sottosuolo, con moto verticale dei filetti liquidi alimentano la falda idrica sottostante.

La profondità della falda idrica, pertanto, in questa prima fase di indagine è stata rilevata mediante inserimento, di freatimetro elettrico, all'interno dei fori di sonda delle n° 6 prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H. eseguite, rapidamente allestiti con tubo in pvc del diametro di 25 mm.

Con tale modalità, nei sei punti di prova è stato rilevato un livello freatico alla profondità media di - 2.20 mt. dal p.c.

- La **caratterizzazione fisico-meccanica** del volume significativo di sottosuolo interessato dalle opere in progetto, ottenuta dall'elaborazione

dati relativa alle n° 6 prove penetrometriche D.P.S.H. eseguite (vedi Cap. Caratterizzazione Geotecnica del Sottosuolo), in via preliminare può essere unicamente rappresentata dai seguenti parametri geotecnici:

Strato	Profondità (m)	Nspt	Nspt corretto per presenza falda	Peso di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Densità relativa (%)
1	4.00	9	9	1.70	1.91	30 ÷ 60
2	6.00	18	16.5	1.92	1.96	40 ÷ 74
3	10.00	36	25.5	2.08	2.50	45 ÷ 82
4	20.00	43	29	2.13	2.50	39 ÷ 74

Strato	Profondità (m)	Nspt	Nspt corretto per presenza falda	Angolo di attrito interno (°)	Modulo edometrico (kg/cm <sup>2</sup> )
1	4.00	9	9	26 ÷ 36	45 ÷ 78
2	6.00	18	16.5	30 ÷ 41	61 ÷ 111
3	10.00	36	25.5	30 ÷ 43	79 ÷ 153
4	20.00	43	29	29 ÷ 41	87 ÷ 174

Strato	Profondità (m)	Classificazione AGI	Modulo di Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo di deformazione al taglio (kg/cm <sup>2</sup> )
1	4,00	Poco Addensato	72 ÷ 106	478 ÷ 512
2	6,00	Moderat. Addensato	132 ÷ 289	693 ÷ 906
3	10,00	Addensato	202 ÷ 360	904 ÷ 1364
4	20,00	Addensato	220 ÷ 384	978 ÷ 1540

Strato	Profondità (m)	Modulo di Reazione (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza punta Penetr. Statico (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson
1	4,00	1.89	18	0.34
2	6,00	3.41	33	0.32
3	10,00	4.95	51	0.30
4	20,00	5.47	58	0.30

- La **verifica alla liquefazione**, per gli strati di sottosuolo investigati, ha fornito:
  - Un potenziale di liquefazione inferiore all'unità (*Seed-Idriss 1978-1981*) e liquefazione possibile per terremoti di intensità maggiore o uguale all'VIII° della scala Mercalli (*Shi-Ming 1982*), per i litotipi incoerenti poco

addensati, posti al di sotto del livello freatico rilevato e mediamente compresi tra i circa - 2.20 m ed i circa - 4.00 m dal p.c.;

2. Un potenziale di liquefazione maggiori al fattore di sicurezza “ $F_s$ ” ( $F_s \geq 1,3$ ) (Seed-Idriss 1978-1981) e liquefazione possibile solo per terremoti di intensità compresa tra il IX° ed il X° della scala Mercalli (Shi-Ming 1982), per i litotipi incoerenti da moderatamente addensati ad addensati, posti al di sotto del livello freatico rilevato e mediamente compresi tra i circa - 4.00 m ed i circa - 20.00 m. dal p.c..
- Ai fini della **Pericolosità Sismica di Base**, la determinazione del valore  $V_{s30}$  (D.M. 14/01/08), è stata raggiunta mediante le misure dirette delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), restituite dalle risultanze relative alle n° 2 prospezioni sismiche M.A.S.W. effettuate .  
 In sintesi, le risultanze ottenute sono, in forma tabellare, qui di seguito riportate:

PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.	$V_{s30}$ (m/s)
M.1	354,7
M.2	337,9

Il valore “ $V_{s30}$ ”, per entrambi i settori investigati, è quindi risultato essere compreso tra i **337 m/s** ed i **354 m/s**; il sottosuolo investigato dovrebbe dunque essere classificato come:

**Sito di Categoria C.**

**Tabella 3.2.II - Categorie di sottosuolo (N.T.C. 2008)**

<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m. caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori 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).
----------	---

Da una valutazione Preliminare effettuata (vedi Par.fo **Liquefazione**), i depositi Olocenici caratterizzanti la serie stratigrafica locale, risultano essere suscettibili di liquefazione. Di conseguenza, il sottosuolo investigato

deve assumersi come:

### Sito di *Categoria S2*.

**Tabella 3.2.III** - *Categorie aggiuntive di sottosuolo* (N.T.C. 2008)

<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.
-----------	--

- La **Coordinate WGS84 e ED50** del sito in esame, risultano essere:

(1)* Coordinate WGS84	
Lat. <input type="text" value="38.462930"/>	° Long. <input type="text" value="15.917086"/>
(1)* Coordinate ED50	
Lat. <input type="text" value="38,463965"/>	° Long. <input type="text" value="15,917892"/>
Classe dell'edificio	
<input type="text" value="II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche"/>	
Cu =	<input type="text" value="1"/>
Vita nominale	
<input type="text" value="50"/>	
(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	
Interpolazione	<input type="text" value="Superficie rigata"/>

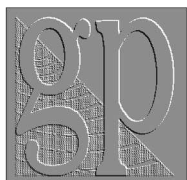
- La **Categoria Topografica** del sito in esame, risulta essere: **T1**

*Questo lavoro è stato eseguito in conformità al D.M. 14/01/08 e relativa Circolare Ministeriale del 2 Febbraio 2009, n. 617.*

*Progettista e/o DD.LL.*

*Dott. Geologo Alberto Colaci*





Studio di Geologia Tecnica

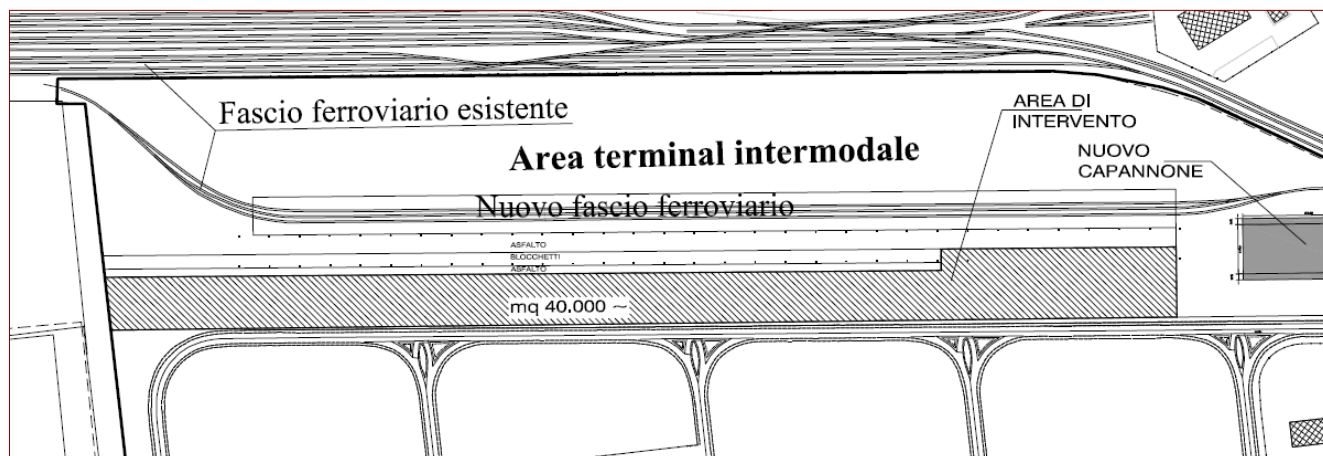
geopiana

Geologia Applicata alle Opere d'Ingegneria  
Geomorfologia Applicata alla Pianificazione  
Indagini Geognostiche e Geotecniche in situ  
Prospezioni Geosismiche e Microzonazione  
Valutazione di Compatibilità Ambientale  
Idrogeologia e Ricerche Idriche di Superficie

Dott. Geologo Alberto Colaci

COMUNE DI SAN FERDINANDO

Provincia di Reggio Calabria



PIAZZALE DI CARICO

Committente: **MEDCENTER CONTAINER TERMINAL S.P.A.**



**STUDIO**

**GEOLOGICO, GEOTECNICO E SULLA PERICOLOSIITÀ SISMICA DI BASE  
PRELIMINARE**

<i>L'Impresa</i>	<i>Il Committente</i>	 <b>Dott. Geologo Alberto Colaci</b>
<i>Progettista e/o DD.LL.</i>	<i>Il Calcolatore</i>	

## Indice

---

PREMESSA .....	3
UBICAZIONE DELL' AREA .....	4
CONDIZIONI MORFOLOGICHE.....	7
ASPETTI LITOLOGICI E STRATIGRAFICI.....	9
CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE ED IDROGRAFICHE.....	11
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO .....	13
Liquefazione.....	26
PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....	29
Determinazione della Categoria di Sottosuolo .....	30
Coordinate e Categoria Topografica del sito d'interesse .....	35
CONCLUSIONI.....	36

## Premessa

Su incarico della società **MEDECENTER CONTAINER TERMINAL S.P.A.**, è stato eseguito uno **Studio Geologico-Tecnico Preliminare** del sottosuolo di un'area, sita nell'area Portuale di Gioia Tauro (RC), nell'ambito della quale è prevista la realizzazione di un PIAZZALE DI CARICO.

Lo studio, teso alla definizione degli aspetti litologici e stratigrafici del sottosuolo ed alla valutazione dei parametri geotecnici caratterizzanti il volume significativo del terreno di fondazione, è stato programmato nelle seguenti fasi:

**FASE I** - Esecuzione di uno studio di insieme, mirante a fornire i lineamenti essenziali della geologia dell'area e gli aspetti geomorfologici globali.

**FASE II** - Definizione di massima della stratigrafia del sottosuolo mediante interpretazione e/o correlazione delle risultanze delle prove di penetrometria dinamica.

**FASE III** - Caratterizzazione geotecnica in situ del terreno, costituente il volume significativo del sottosuolo in esame, attraverso l'esecuzione di n° 4 prove penetrometriche dinamiche continue super pesanti (D.P.S.H.) (Le prove D.P.S.H. sono state eseguite dalla **TecnoGeo s.a.s.**).

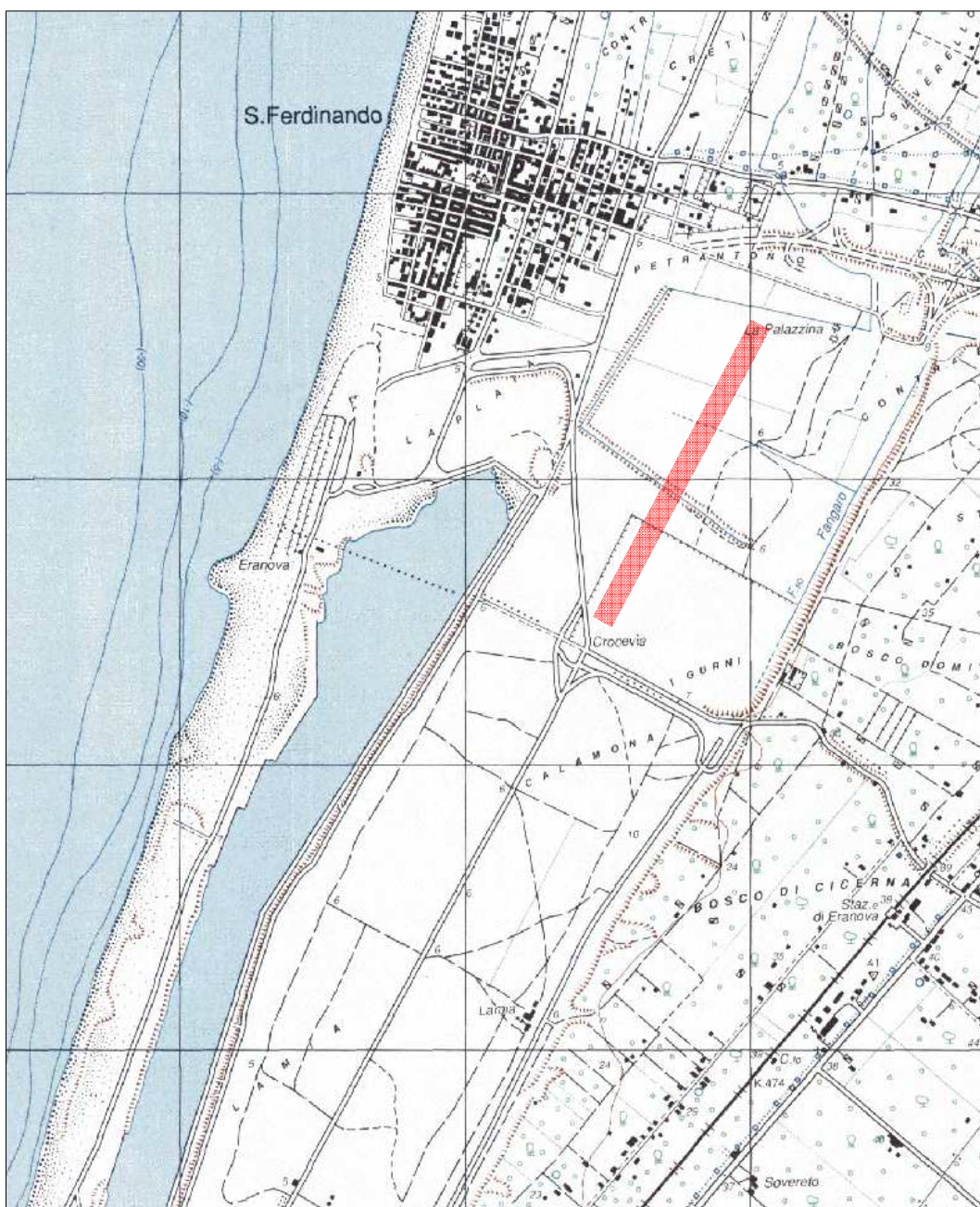
**FASE IV** - Caratterizzazione sismica del terreno, costituente il volume significativo del sottosuolo, mediante esecuzione e successiva elaborazione dati di n° 1 prospezione sismica M.A.S.W. (Gli stendimenti sismici M.A.S.W. sono stati eseguiti dalla **TecnoGeo s.a.s.**).

**FASE V** - Determinazione delle Coordinate e della Categoria Topografica del sito in esame.

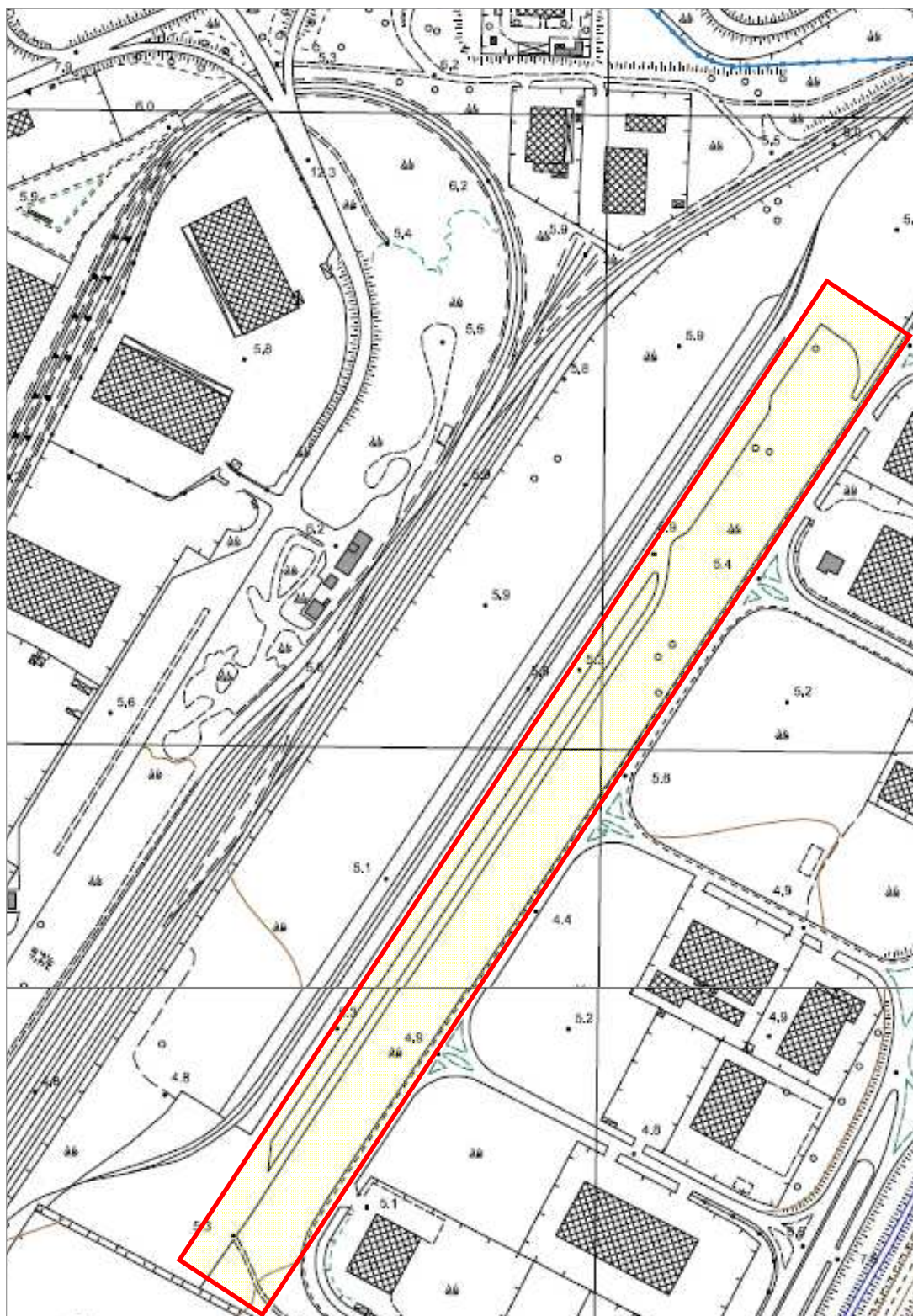
**FASE VI** - Elaborazione e sintetizzazione dei dati ottenuti, conclusioni.

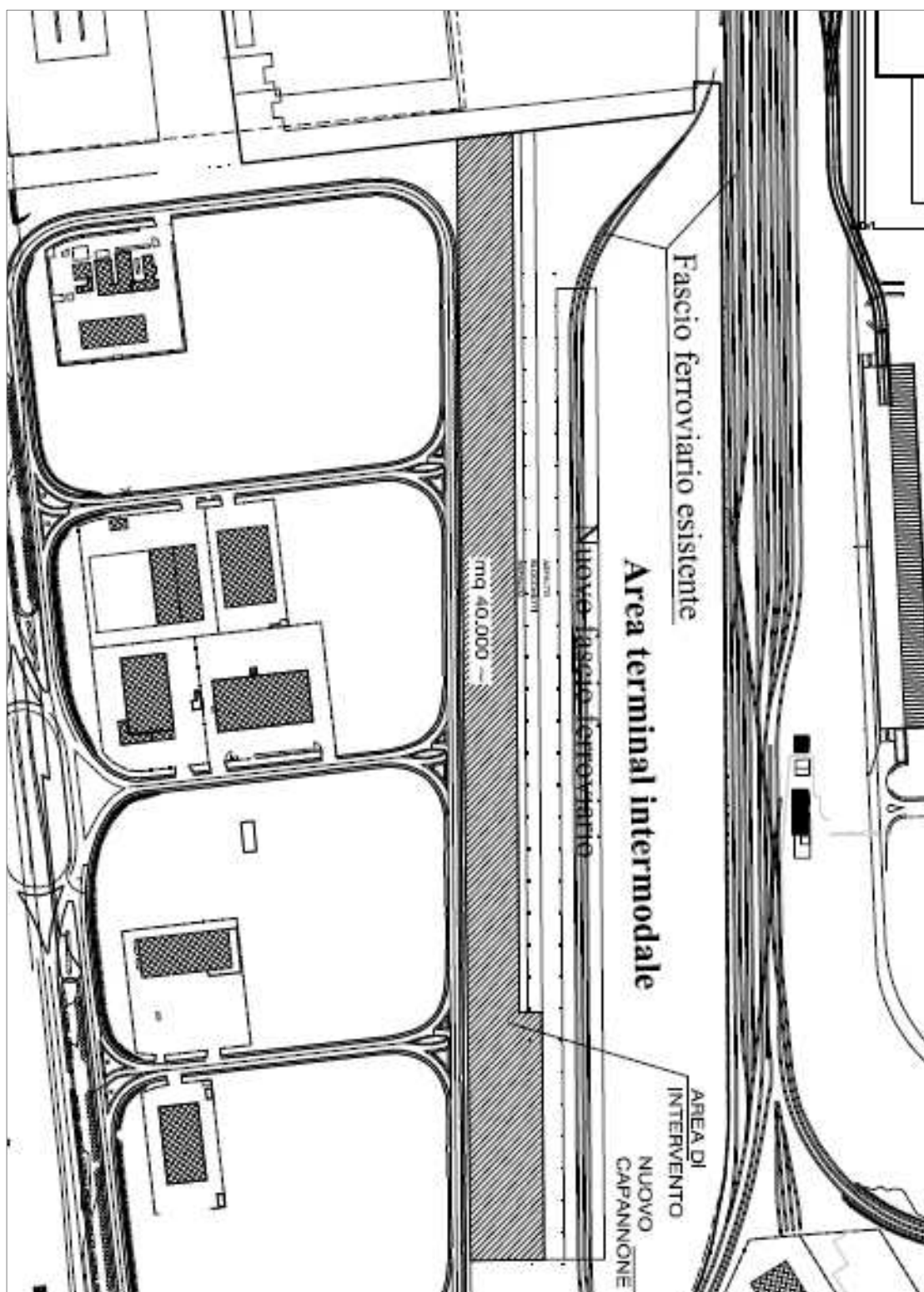
## Ubicazione dell'Area

L'area in esame ricade nel settore Nord-Orientale del Porto di Gioia Tauro (RC).



Lo stralcio di TAVOLETTA topografica sopra riportato indica, attraverso il settore in rosso, l'ubicazione del settore di intervento.

[illegible]



*Planimetria di Progetto*

## Condizioni Morfologiche

L'area in esame ricade ad una quota di circa 5.5 mt. s.l.m., inserendosi in un contesto geomorfologico tipico delle regioni costiere.



L'assetto pianeggiante dell'area e del territorio circostante, è legata all'azione di deposito operata da antichi corsi d'acqua, mentre, la composizione dei materiali trasportati, corrisponde alla composizione geologica dei bacini idrografici di competenza di ciascun corso idraulico.

Da un rapido esame della Carta Geologica della Calabria, si può facilmente osservare come, i materiali trasportati, derivino prevalentemente dal disfacimento del complesso acido biotitico.

All'azione morfologica primaria, di origine fluviale, ha fatto seguito, lungo la fascia costiera, un'azione di tipo eolico che ha portato

alla genesi dell'attuale formazione continentale.

L'assetto sub-pianeggiante dell'area esclude la possibile formazione di qualsiasi tipo di fenomeno connesso con la dinamica gravitativa; da escludersi sono, inoltre, qualsiasi tipo di fenomeno connesso con il ruscellamento e l'erosione accelerata.

Particolare attenzione, dovrà comunque essere rivolta alla regimentazione delle acque meteoriche e di deflusso superficiale.

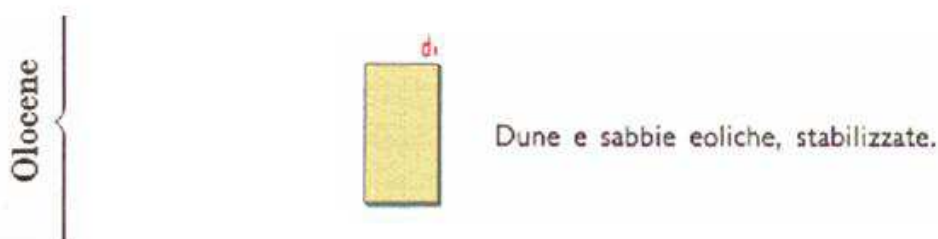
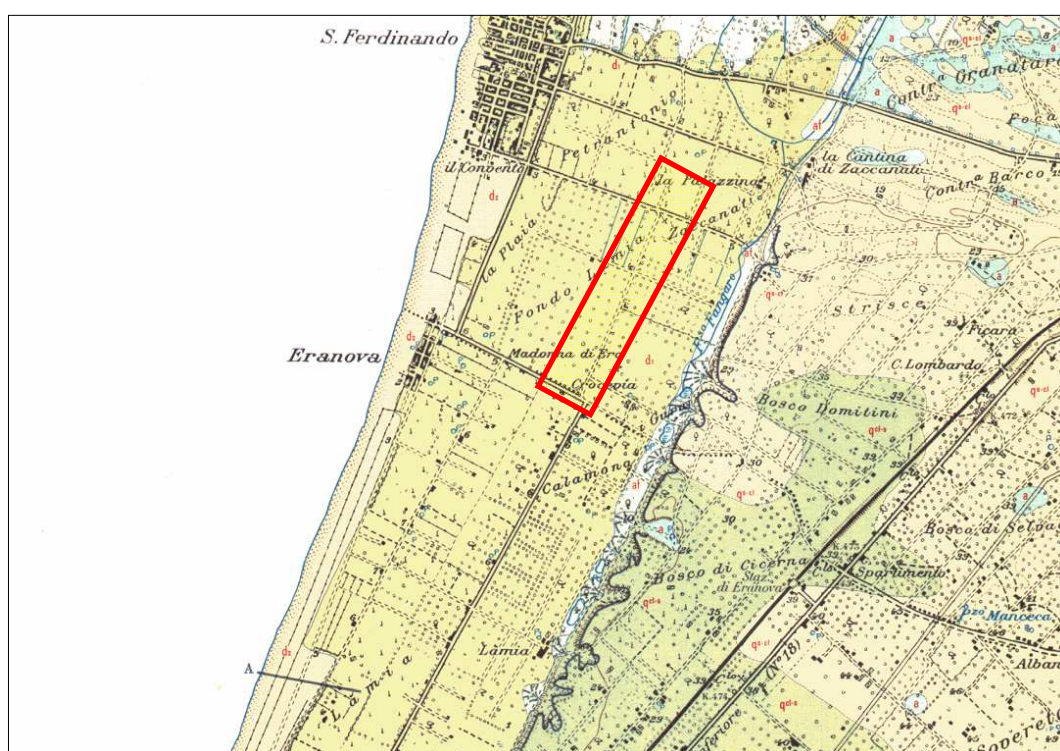
Infine, i processi di alterazione superficiale, legati a fattori chimico-biologici e pedogenetici, risultano essere relativamente evoluti.



Da una valutazione globale, la categoria topografica del sito è da uguagliarsi alla **T1**, essendo la porzione significativa di territorio caratterizzata da un'inclinazione  $< 15^\circ$  (Par.fo 3.2.2 N.T.C. 2008 - Tab. 3.2.VI).

## Aspetti Litologici e Stratigrafici

L'unità litologica, affiorante nell'area in esame, è rappresentata da una formazione continentale di età Olocenica (Pleistocenica proparte) definita, dalla Carta Geologica della Calabria (Tavoletta *Gioia Tauro Foglio 245 II NE*), come **d<sub>1</sub>** “Dune e sabbie eoliche, stabilizzate”.



Sulla probabile genesi e composizione di questa formazione si è accennato in precedenza senza nulla aggiungere riguardo ai suoi limiti formazionali ed alle sue caratteristiche strutturali.

I limiti formazionali sono stati, in un primo tempo, dedotti dall'osservazione della Carta Geologica della Calabria e, successivamente, accertati e rivisti direttamente sul terreno.

La considerevole estensione della formazione Olocenica, comunque, rende di scarso interesse, ai fini dell'indagine, la precisione nell'indicare e rappresentare gli esatti limiti formazionali laterali e verticali; particolare importanza, invece, assumono le variazioni granulometriche e strutturali riscontrate nell'ambito della formazione stessa, per una profondità corrispondente alla porzione di sottosuolo investigato.

La visualizzazione grafica, l'interpretazione e le risultanze ottenute dall'elaborazione dei dati relativi alle n° 4 prove penetrometriche D.P.S.H. effettuate, ha consentito una valutazione preliminare delle condizioni litologiche del sottosuolo interessato dagli interventi in progetto e, quindi, del relativo assetto stratigrafico.

L'unità Olocenica (**d<sub>1</sub>**), in corrispondenza delle verticali indagate risultata essere costituita da livelli sabbiosi debolmente ghiaiosi sovrapposti a livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli (vedi Cap. **Caratterizzazione Geotecnica del Sottosuolo**).

## Condizioni Idrogeologiche ed Idrografiche

L'unità litologica (**d<sub>1</sub>**), affiorante nella porzione significativa di territorio comprendente l'area in esame, presenta caratteristiche idrogeologiche tali da essere definita, nel suo complesso, come una formazione a permeabilità medio-alta.

Strutturalmente, l'unità risulta essere debolmente disomogenea, soprattutto in senso verticale; condizioni di sufficiente omogeneità laterale, invece, si registrano in senso orizzontale.

Nel complesso e/o in termini medio-globali, l'ordine di grandezza dei valori di permeabilità e di porosità, può essere valutato come segue:

POROSITÀ		PERMEABILITÀ	
primaria <i>n</i> (%)	secondaria <i>n</i> (%)	tipo	grado <i>k</i> (cm/s)
17 - 21		Porosità	$10^{-1} - 10^{-3}$

La situazione idrografica di superficie, nell'area di diretta ubicazione dell'opera in progetto, è limitata alle sole acque di genesi meteorica che cadono nell'ambito del suolo in esame e che, attraversando per infiltrazione strati di suolo e sottosuolo, con moto verticale dei filetti liquidi alimentano la falda idrica sottostante.

La profondità della falda idrica, pertanto, in questa prima fase di indagine è stata rilevata mediante inserimento, di freatimetro elettrico, all'interno dei fori di sonda delle n° 4 prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H. eseguite, rapidamente allestiti con tubo in pvc del diametro di

25 mm. Con tale modalità, nei quattro punti di prova il livello fretatico è stato rilevato a:

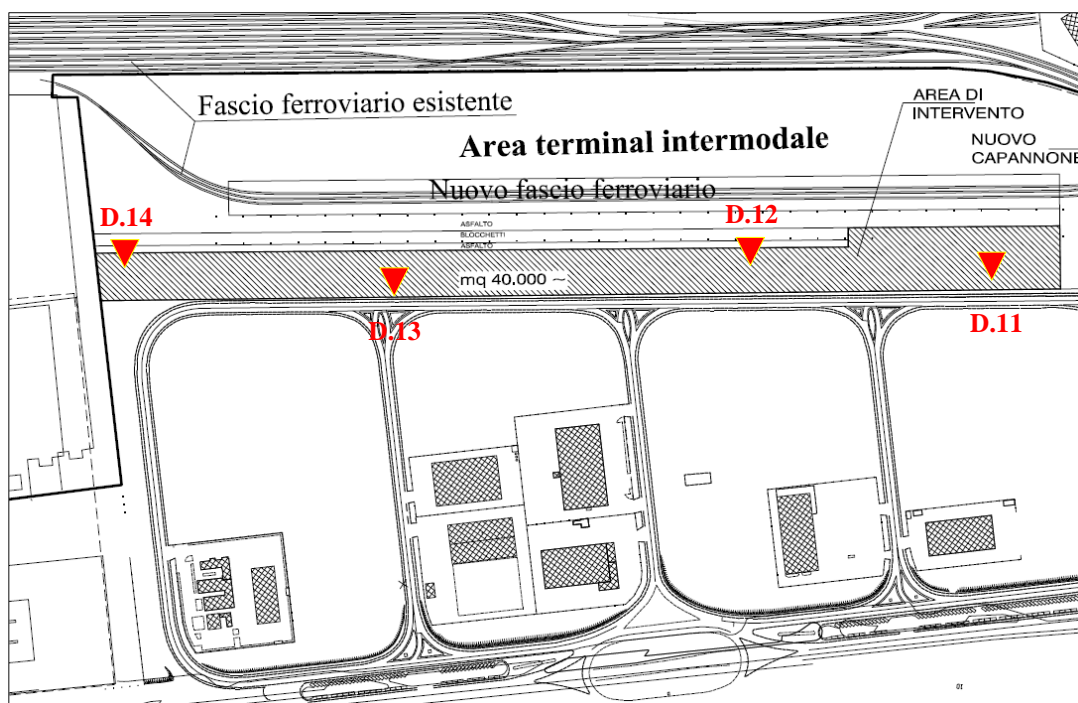
- Piezometro D.11: - 2.20 mt. dal p.c.;
- Piezometro D.12: - 2.40 mt. dal p.c.;
- Piezometro D.13: - 2.40 mt. dal p.c.;
- Piezometro D.14: - 2.30 mt. dal p.c.;



Le misurazioni sono state effettuate in data 19.03.2013.

## Caratterizzazione Geotecnica del Sottosuolo

Ai fini della caratterizzazione fisico-meccanica del volume significativo di sottosuolo dell'area in esame, sono state eseguite n° 4 prove penetrometriche dinamiche super pesanti (D.P.S.H.), la cui ubicazione è indicata nella planimetria sotto riportata.



Le prove, spinte sino alla profondità massima di 20 m dal piano campagna, sono state eseguite con penetrometro dinamico/statico super pesante PAGANI 63-200.

Nelle pagine che seguono sono riportati: la documentazione fotografica relativa alle quattro prove D.P.S.H. effettuate ed i rispettivi istogrammi penetrometrici.

## PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE **D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)

*Documentazione Fotografica.*



**D.11** - Prof. raggiunta: **20.00 m**



**D.12** - Prof. raggiunta: **20.00 m**



**D.13** - Prof. raggiunta: **20.00 m**



**D.14** - Prof. raggiunta: **20.00 m**



**D.11 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)*Istogramma*

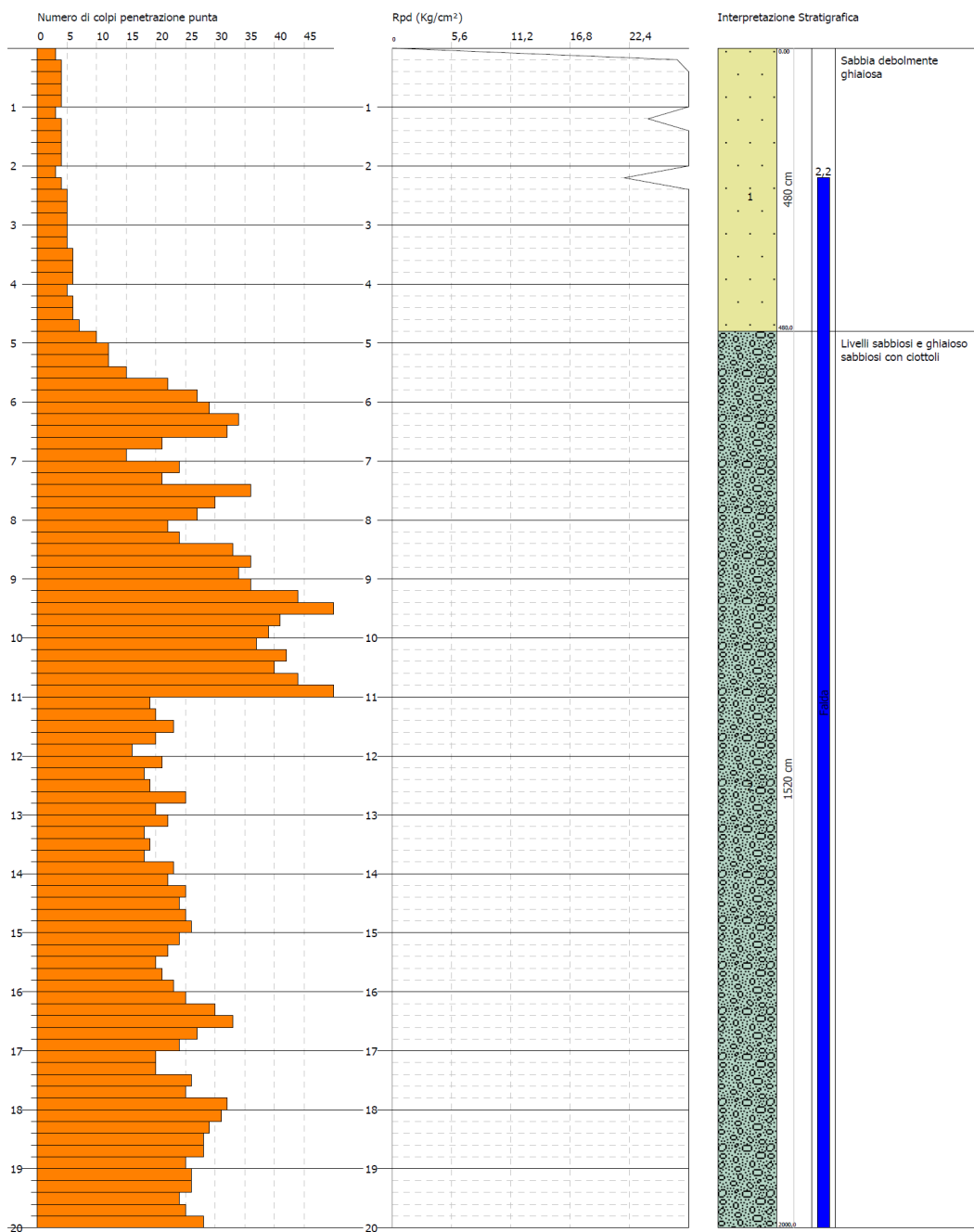
Tecnogeo s.a.s. di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.11**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Piazzale di carico  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 19/03/2013

Scala 1:94



**D.12 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)*Istogramma*

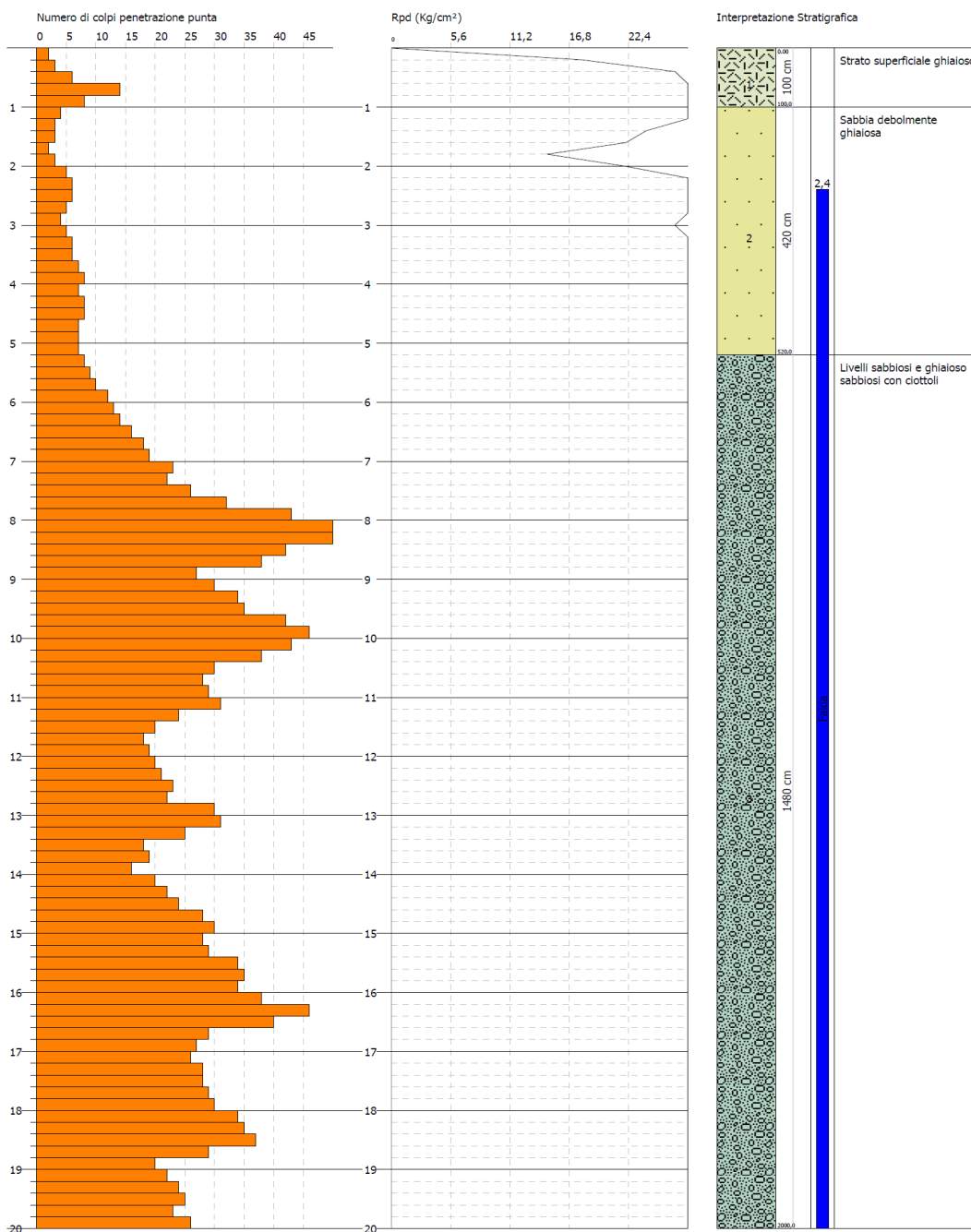
TecnoGeo s.a.s - di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.12**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Piazzale di carico  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 19/03/2013

Scala 1:94



**D.13** - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA **D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)*Istogramma*

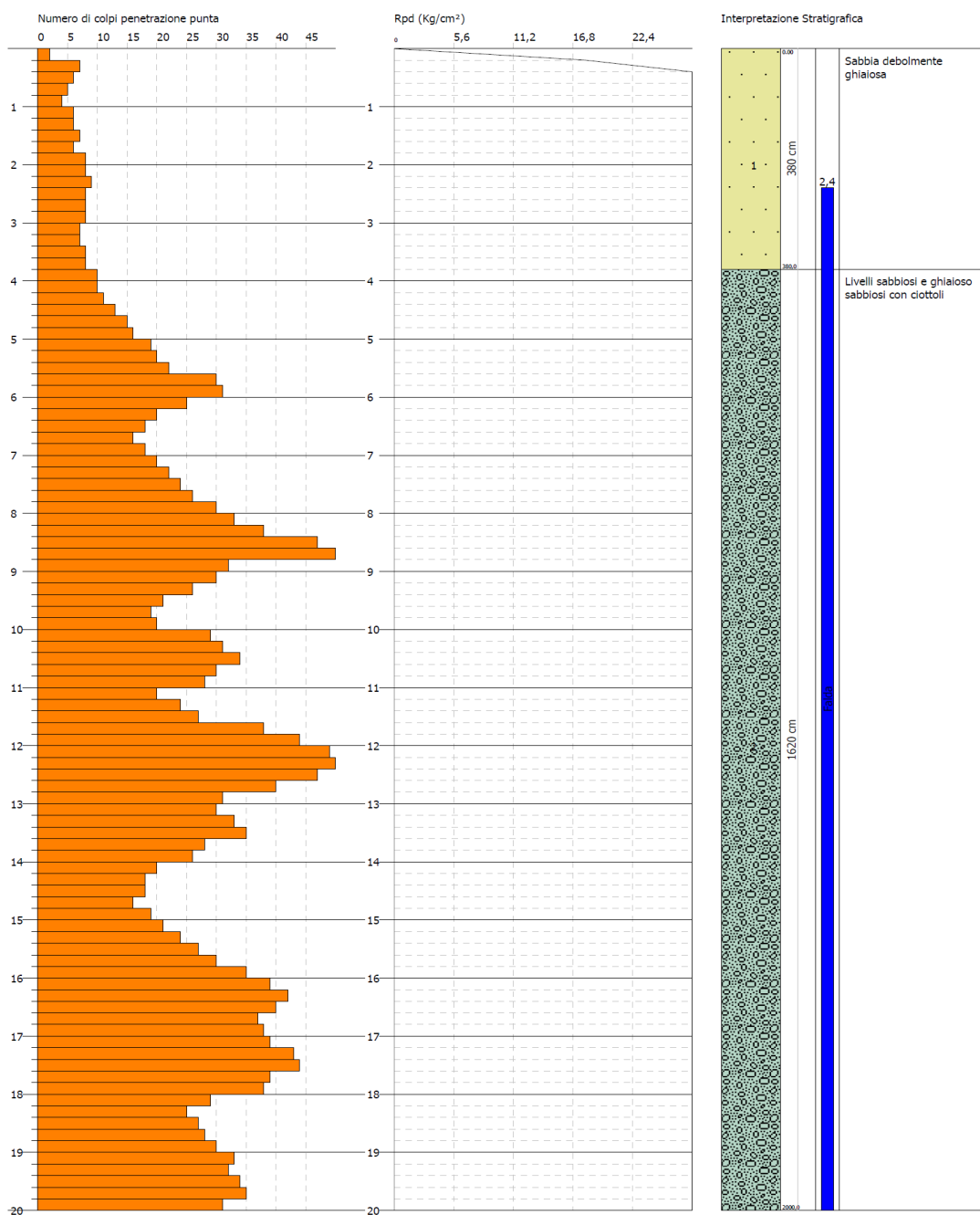
Tecnogeo s.a.s. - di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.13**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Piazzale di carico  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 19/03/2013

Scala 1:94



**D.14 - PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.P.S.H.** (Dynamic Probing Super Heavy)*Istogramma*

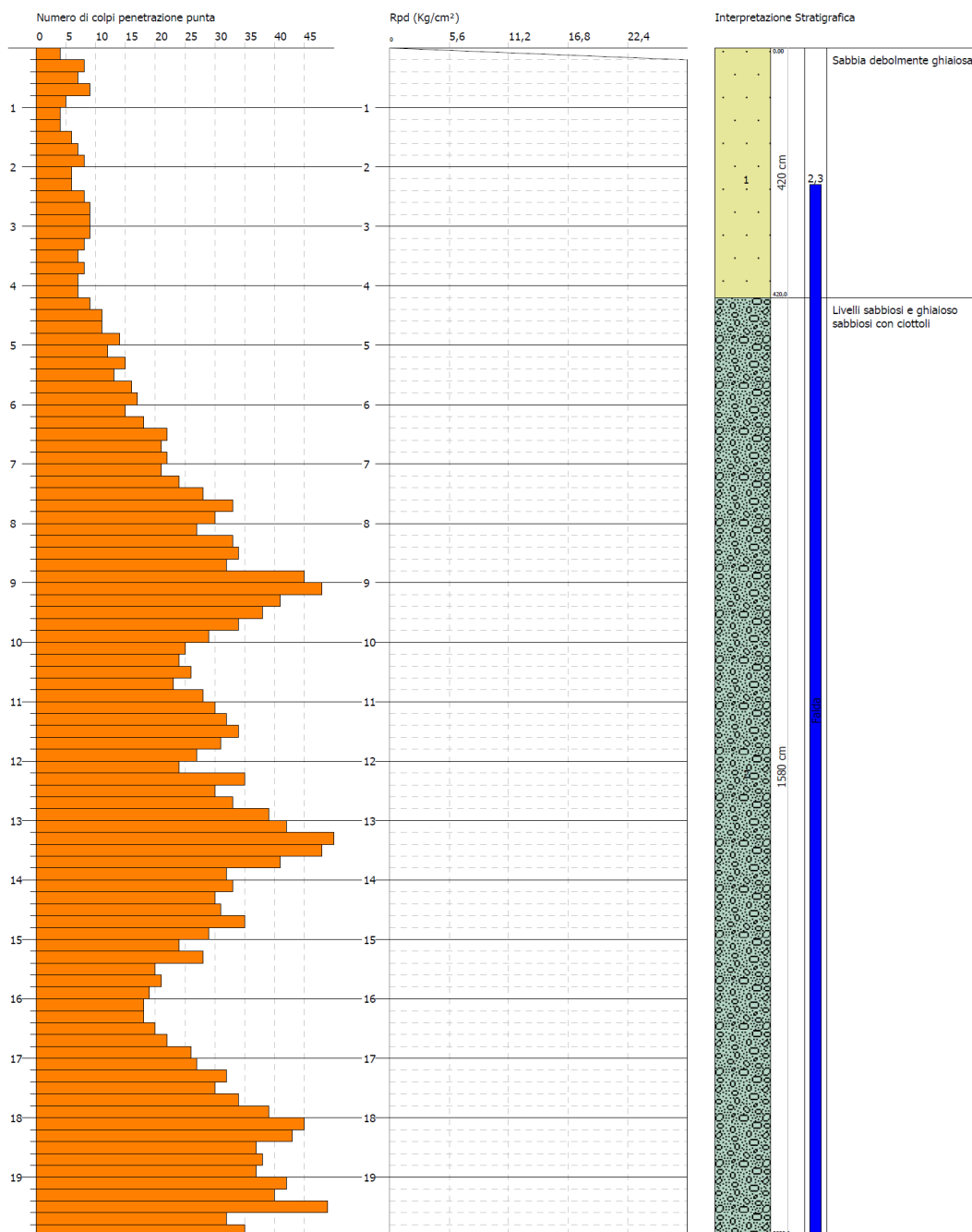
TecnoGeo s.a.s. - di Sabatambrogio A. & C.  
Via Giotto - n° 8  
89013 - Gioia Tauro (RC)  
tel.: 0966.55201 - e-mail: tecnogeoindagini@libero.it - Internet: www.tecnogeo.it

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA D.14**  
**Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI**

Committente: Medcenter Container Terminal S.p.A.  
Cantiere: Piazzale di carico  
Località: Area Portuale - Gioia Tauro (RC)

Data: 19/03/2013

Scala 1:9!



Al fine di ottenere una caratterizzazione fisico-meccanica medio-globale e sufficientemente rappresentativa del “*volume significativo di sottosuolo*” della fascia di territorio interessato dal progetto, è stato interpretato, analizzato e discretizzato l’insieme dei dati di campagna ( $N_{DPSH}$  = numero di colpi), relativi alle n° 4 prove penetrometriche D.P.S.H. eseguite.

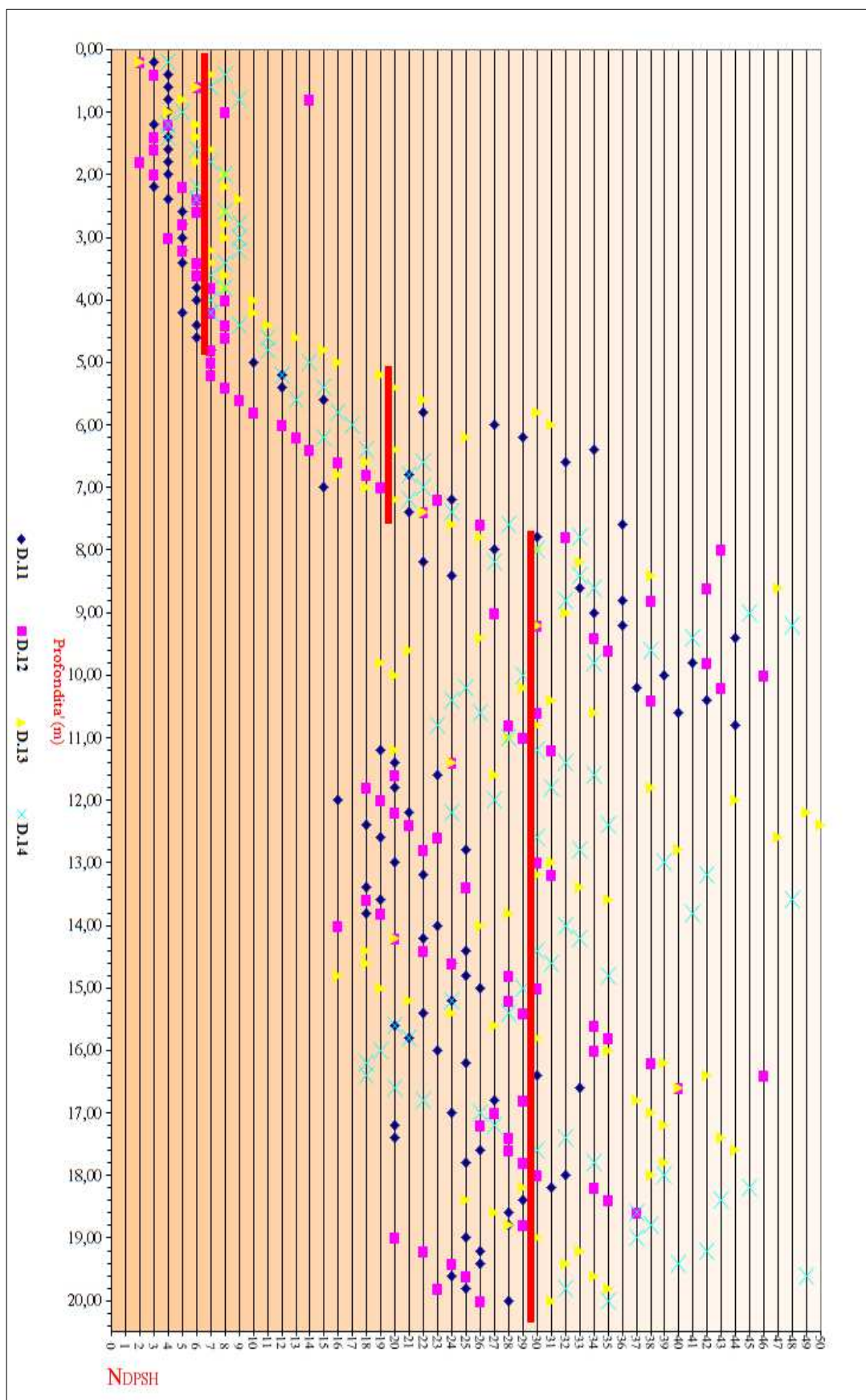
Ciò ha consentito, per una profondità complessiva di 20 m, l’identificazione di n° 3 intervalli litostratigrafici, rappresentativi del volume di sottosuolo investigato.

Descrizione Strato	Prof. Strato (m)
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	0.00 ÷ 5.00
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	5.00 ÷ 7.60
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	7.60 ÷ 20.00

Con solo filtraggio dei dati relativi allo strato ghiaioso superficiale (dello spessore di circa 1 m.), è stata effettuata la media aritmetica del numero di colpi  $N_{DPSH}$  (prima, per ogni singola prova e, dopo, sul totale dei n° 4 risultati ottenuti), ottenendo così il valore  $N_{DPSH}$  medio-globale per ognuno dei n° 3 intervalli stratigrafici identificati.

Le risultanze ottenute, in sintesi sono riportate nella tabella seguente; il grafico della pagina che segue, invece, ne rappresenta la restituzione grafica.

Descrizione Strato	Prof. Strato (m)	$N_{DPSH}$	$N_{spt}$
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	0.00 ÷ 5.00	7	10
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	5.00 ÷ 7.60	20	30
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	7.60 ÷ 20.00	30	45



La presenza della **falda freatica** rilevata, assunta alla profondità media di **- 2.20 m** dal p.c., determina un abbattimento del valore di **Nspt** le cui variazioni, rispetto al valore determinato, sono riportate nella tabella che segue:

Descrizione Strato	Prof. Strato (m)	N <sub>DPSH</sub>	Nspt	Nspt corretto per presenza falda
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	0.00 ÷ 5.00	7	10	10
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	5.00 ÷ 7.60	20	30	22.5
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	7.60 ÷ 20.00	30	45	30

Definiti i valori di **Nspt** medio-globali, si è proceduto all'elaborazione dei dati per la definizione dei parametri fisico-meccanici del sottosuolo investigato.

## Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

### Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati Nspt il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

### Correzione Nspt in presenza di falda

$$\text{Nspt corretto} = 15 + 0.5 \times (\text{Nspt} - 15)$$

Nspt è il valore medio nello strato

La correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

### Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 5$  t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38°.

- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda)  $\sigma > 15$  t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

#### Densità relativa (%)

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

#### Modulo Di Young ( $E_y$ )

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici.
- Schultze-Menzenbach, correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970), correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

#### Modulo Edometrico

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

#### Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

#### Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso.

#### Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa  $\gamma = 2,65$

t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

#### Modulo di poisson

Classificazione A.G.I.

#### Potenziale di liquefazione (Stress Ratio)

- Seed-Idriss 1978-1981 . Tale correlazione è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.

#### Modulo di deformazione di taglio (G)

- Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite.
- Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

#### Modulo di reazione (Ko)

- Navfac 1971-1982 - elaborazione valida per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso .

#### Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Qc)

- Robertson 1983 Qc

Dall'elaborazione effettuata, secondo le correlazioni sopra riportate, sono stati restituiti i seguenti risultati:

#### Densità relativa

	Intestazione NSPT\$	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	31,43	61,89	32,99
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	45,22	81,96	54,76
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	41,41	77,1	63,51

#### Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	29,86	30,8	30,26	33,67	0	27,25	30	37,22	29,14

[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	33,43	34,3	30,69	37,79	39,61	33,37	33,75	43,36	36,21
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	35,57	36,4	29,51	39,67	38,65	36,21	36	42,67	39,49

**Modulo di Young (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	225,72	80,00	118,70	---
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	338,58	180,00	266,20	187,50
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	390,96	240,00	354,70	225,00

**Modulo Edometrico (Kg/cm<sup>2</sup>)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	---	48,00	82,60
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	135,00	73,68	138,35
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	180,00	89,09	171,80

**Classificazione AGI**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	Classificazione A.G.I	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	Classificazione A.G.I	ADDENSATO

**Peso unità di volume**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	Meyerhof ed altri	1,73
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	Meyerhof ed altri	2,04
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	Meyerhof ed altri	2,14

**Peso unità di volume saturo**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,45
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

**Modulo di Poisson**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	(A.G.I.)	0,33
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	(A.G.I.)	0,31
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	(A.G.I.)	0,29

**Modulo di deformazione a taglio dinamico (Kg/cm²)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	566,13	510,40
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	1213,29	837,71
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	1590,04	998,69

**Modulo di reazione Ko**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	Navfac 1971-1982	2,10
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	Navfac 1971-1982	4,47
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	Navfac 1971-1982	5,61

**Qc ( Resistenza punta Penetrometro Statico)**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm <sup>2</sup> )
[1] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	Robertson 1983	20,00
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	Robertson 1983	45,00
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	Robertson 1983	60,00

## Liquefazione

Considerate le caratteristiche litologiche e stratigrafiche del sottosuolo in esame (depositi continentali Olocenici essenzialmente costituiti da livelli sabbiosi debolmente ghiaiosi sovrapposti a livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli) ed accertata la presenza di un livello freatico alla profondità di circa - 2.20 m dal p.c., è stata eseguita, in via preliminare, una Verifica alla Liquefazione, tenendo conto delle risultanze ottenute dalle prove penetrometriche Super Pesanti D.P.S.H. effettuate.

A tal proposito, il primo dei totali n° 3 intervalli stratigrafici identificati, è stato ulteriormente suddiviso in strato 1A e strato 1B, in funzione della profondità del livello freatico rilevato.

Ai fini della verifica, inoltre, in questa prima fase di indagine, è stata attribuita, a tutti gli strati di sottosuolo considerati, una percentuale di componente medio-fine che si ritiene possa essere presente nella misura di circa il 10 %.

Ovviamente, nelle successive fasi di progettazione, tale percentuale, particolarmente importante in questo tipo di verifica, dovrà essere determinata in termini specifici, attraverso analisi granulometriche su campioni indisturbati da prelevare in fase di sondaggio geognostico.

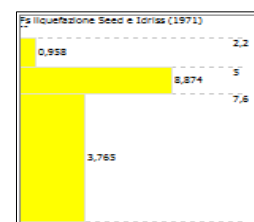
I litotipi incoerenti poco addensati, posti al di sotto del livello freatico rilevato e mediamente compresi tra i circa - 2.20 m ed i circa - 5.00 m dal p.c., rivelano potenziali di liquefazione inferiori all'unità (*Seed-Idriss 1978-1981*) e liquefazione possibile per terremoti di intensità maggiore o uguale all'VIII° della scala Mercalli (*Shi-Ming 1982*);

I litotipi incoerenti da moderatamente addensati ad addensati, posti al di sotto del livello freatico rilevato e mediamente compresi tra i circa - 5.00 m ed i circa - 20.00 m dal p.c., rivelano un potenziale di liquefazione maggiori al fattore di sicurezza " $F_s$ " ( $F_s \geq 1,3$ ) e liquefazione possibile solo per terremoti di intensità maggiore o uguale al X° della scala Mercalli (*Shi-Ming 1982*).

Dall'elaborazione dati, per una profondità complessiva di 20 m, è infatti risultato quanto segue:

- Metodo *Seed-Idriss 1978-1981*

Tale correlazione con gli  $N_{spt}$ , è valida solamente per sabbie, ghiaie e limi sabbiosi, rappresenta il rapporto tra lo sforzo dinamico medio  $\tau$  e la tensione verticale di consolidazione per la valutazione del potenziale di liquefazione delle sabbie e terreni sabbio-ghiaiosi attraverso grafici degli autori.



### Liquefazione - Metodo di Seed-Idriss (1978-1981)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Fs Liquefazione
[1A] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	2,20	10	Seed e Idriss (1971)	--
[1B] - Sabbia debolmente ghiaiosa	10	5,00	10	Seed e Idriss (1971)	0,958
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	30	7,60	22,5	Seed e Idriss (1971)	8,874
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	45	20,00	30	Seed e Idriss (1971)	3,765

### • Metodo *Shi-Ming* 1982

Permette di calcolare, utilizzando dati *Nspt*, il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi). Attraverso tale relazione, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se *Nspt* dello strato considerato risulta inferiore a *Nspt critico* calcolato con l'elaborazione di *Shi-Ming*.

### Liquefazione - Metodo di Shi-Ming (1982)

Strato	VII Nspt critico	VIII Nspt critico	IX Nspt critico	X Nspt critico	Condizione
[1A] - Sabbia debolmente ghiaiosa	0	0	0	0	
[1B] - Sabbia debolmente ghiaiosa	7,26	12,1	19,36	29,04	Liquefazione possibile al VIII° Mercalli
[2] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	8,43	14,05	22,48	33,72	Liquefazione possibile al X° Mercalli
[3] - Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	14,01	23,35	37,36	56,04	Liquefazione possibile al X° Mercalli

## Pericolosità Sismica di Base

In campo geotecnico, la normativa italiana di riferimento per la pericolosità sismica, è rappresentata dall'*O.P.C.M.* n° 3274 del 20/03/2003 e successive modifiche ed integrazioni del Testo Unico “Norme Tecniche per le costruzioni” approvato con il *D.M.* del 14/09/2005 ed infine dal *D.M. del 14/01/08*. Tali testi rappresentano l’allineamento della normativa italiana agli Eurocodici, documenti prodotti dalla Commissione Europea, che hanno l’obiettivo di fungere da riferimento per i criteri di progettazione e per le normative sismiche nazionali.

Con Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 12 Giugno 1998 e successivamente con la nuova normativa tecnica del 20 Marzo 2003 (Ordinanza n° 3274), relativa all’individuazione delle zone ad elevato rischio sismico del territorio nazionale, il territorio del Comune di Gioia Tauro (RC) viene riportato con grado di sismicità pari a 12, quindi ricadente in *Zona Sismica I*.

La stessa Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 Marzo 2003 e succ. modif. e int. ha aggiornato la normativa sismica, attribuendo, alle diverse località del territorio nazionale, un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini d’incremento dell’accelerazione al suolo, e proponendo l’adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica, del profilo stratigrafico del sottosuolo, mediante sette tipologie di suoli (A - B - C - D - E - S1 - S2),

da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) mediate sui primi 30 metri di sottosuolo ( $V_{s30}$ ).

L'ottenimento del valore  $V_{s30}$ , pertanto, è possibile raggiungerlo sia tramite misure dirette delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), sia con misure indirette delle stesse (mediante le velocità delle onde longitudinali ( $V_p$ ) derivanti da indagini sismiche a rifrazione; attraverso indagini S.P.T., o comunque prove penetrometriche correlabili a quest'ultime, mediante la correlazione di *Ohta e Goto (1978)* tra  $N_{spt}$  e  $V_s$ ; con indagini S.P.T., o comunque prove penetrometriche correlabili alle stesse, mediante la correlazione di *Motonori e Yoshida (1988)* tra  $N_{spt}$  e  $V_s$ ).

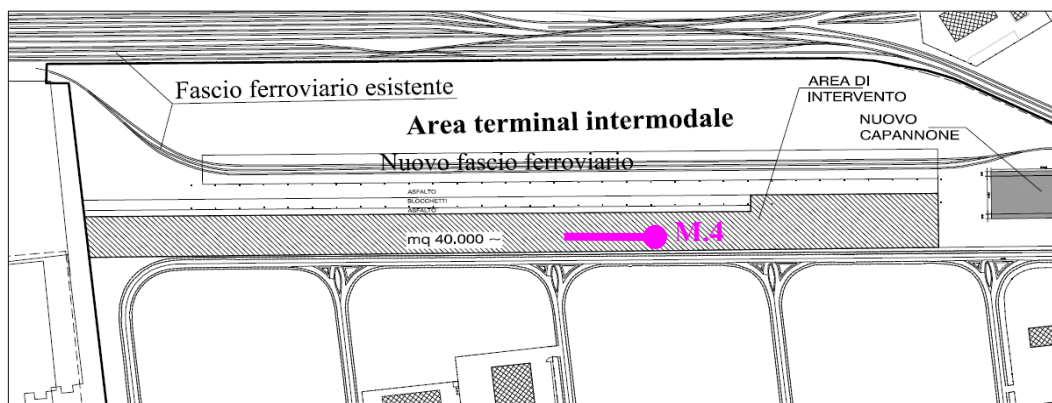
Ai fini del presente studio, la determinazione del valore  $V_{s30}$  e la classificazione del suolo di fondazione (*D.M. 14/01/08*), è stata raggiunta mediante le misure dirette delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), graficamente restituite dalle risultanze relative alla n° 1 prospezione sismica M.A.S.W. (**M.4**) effettuata in situ.

### **Determinazione della Categoria di Sottosuolo**

Lo stendimento sismico **M.A.S.W.** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*), della lunghezza totale di 36 m, è stato eseguito con strumentazione SARA DoReMi 12 canali.

I n° 12 accelerometri (geofoni) aventi frequenza di taglio pari a 4.5 Hz, sono stati disposti con spaziatura regolare di 3 m lungo lo stendimento ed a distanza crescente dalla sorgente energizzante.

Lo stralcio planimetrico e di ortofoto sotto riportato, indica l'esatta ubicazione dell'indagine eseguita.



Legenda UBICAZIONE INDAGINI:

M. ●

Prospezione Sismica M.A.S.W.

L'energizzazione è stata eseguita mediante l'impiego di una mazza, del peso di 8 Kg, battente su un piattello metallico.

L'acquisizione dei dati è avvenuta attraverso la registrazione digitale dei sismogrammi in un personal computer interfacciato con la strumentazione utilizzata. Per l'elaborazione dei dati di campagna, invece, ci si è avvalsi dell'utilizzo del software *GeoMasw* - Program Geo, adatto e specifico per l'analisi delle onde di Rayleigh ed utile per la produzione dei profili di velocità delle onde di taglio Vs in riferimento alla profondità ed ai mezzi attraversati. Il metodo M.A.S.W., infatti, ha consentito di individuare il tipo di suolo sismico investigato e la relativa ricostruzione del profilo verticale Vs degli strati superficiali (20-30 mt).

È necessario sottolineare che l'interpretazione delle indagini geofisiche viene fatta ipotizzando che gli strati del suolo siano omogenei e con superfici di separazione piano parallele; pertanto, nell'area indagata le condizioni sopra riportate sono quasi del tutto rispettate. In ogni caso, si rammenta che, la valutazione delle velocità Vs e degli spessori dei singoli strati, viene effettuata con un margine d'incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira attorno al 10-15 %.

Nelle pagine che seguono, per la stesa sismica effettuata, si riporta la documentazione fotografica relativa e, in forma grafica e tabellare, i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati acquisiti, quali:

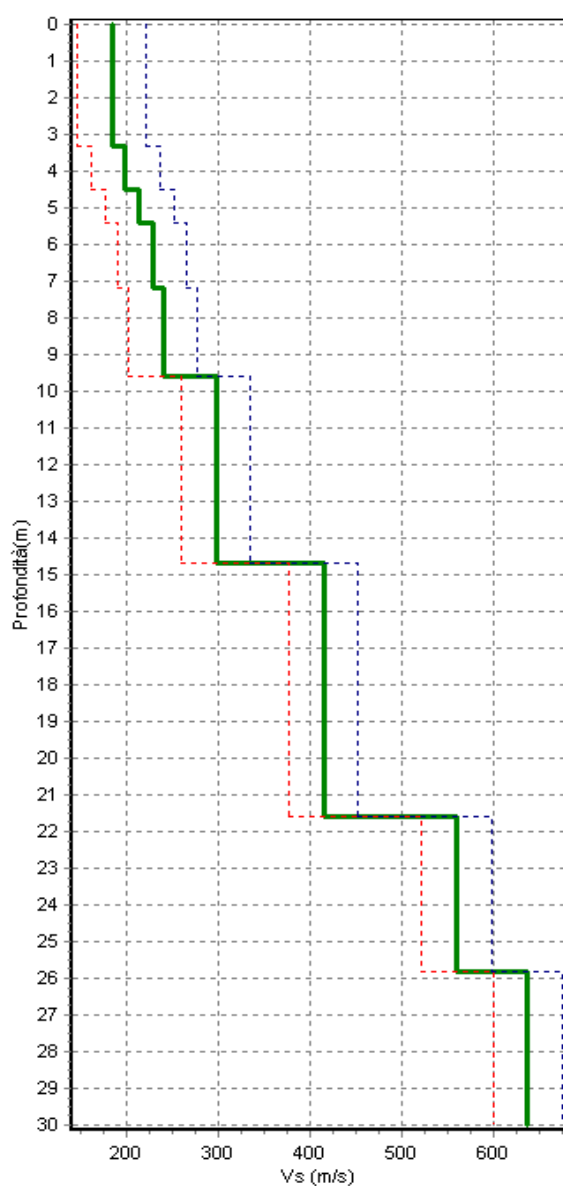
- ❖ *Profilo Sismico relativo alle Velocità delle onde S;*
- ❖ *Calcolo del valore Vs30 ottenuto.*
- ❖ *Velocità onde S in funzione delle profondità e degli spessori dei sismostrati attraversati, necessarie per il calcolo delle Vs30;*

## M.4 - INDAGINE GEOSISMICA M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Restituzioni grafiche e Risultanze

### M.4

### Profilo delle Vs con la profondità



Stazione M.4



M.4 - Lungh. Stendimento: 36 m

☒ Vs media ☒ Vs min ☒ Vs max

$$Vs_{30} (m/s) = 318,7$$

## M. 4

## Sismostrati Individuati e litologia ipotizzata

Sismostrato	Descrizione	Profondità dal p.c. (m)	Velocità media Onde S (m/s)
1	Sabbia debolmente ghiaiosa	3.30	183.0
2		4.50	198.0
3		5.40	213.0
4	Livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli	7.20	228.0
5		9.60	239.0
6		14.70	297.0
7		21.60	415.0
8		25.80	560.0
9		30.00	638.0

Ottenuto così il valore  $V_{s30} = 318,7 \text{ m/s}$  dall'indagine geosismica M.A.S.W. eseguita (M.4), il sottosuolo investigato dovrebbe essere classificato come:

**Sito di Categoria C.**

Tabella 3.2.II - Categorie di sottosuolo (N.T.C. 2008)

<b>C</b>	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori 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 $70 < c_{u,30} < 250 \text{ kPa}$ nei terreni a grana fina).
----------	---

Da una valutazione Preliminare effettuata (vedi Par.fo Liquefazione), i depositi Olocenici caratterizzanti la serie stratigrafica locale, risultano essere suscettibili di liquefazione. Di conseguenza, il sottosuolo investigato deve assumersi come:

**Sito di Categoria S2.**

Tabella 3.2.III - Categorie aggiuntive di sottosuolo (N.T.C. 2008)

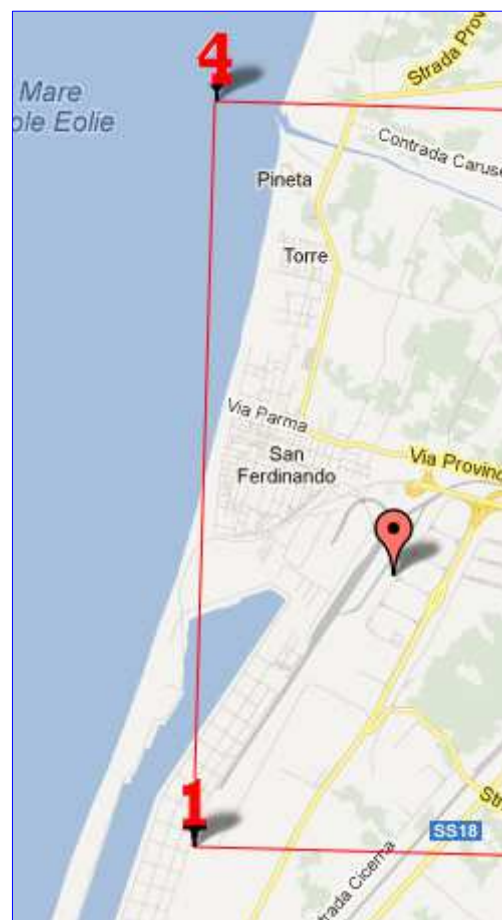
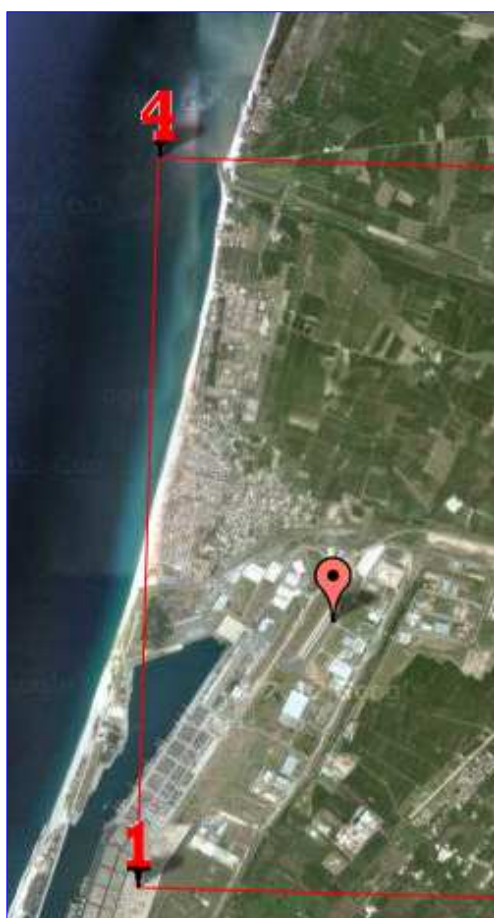
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.
-----------	--

## Coordinate e Categoria Topografica del sito d'interesse

Il quadrante di riferimento è indicato graficamente dalla mappa sottostante.



(1)* Coordinate WGS84	
Lat. <input type="text" value="38.475211"/>	Long. <input type="text" value="15.928201"/>
(1)* Coordinate ED50	
Lat. <input type="text" value="38,476246"/>	Long. <input type="text" value="15,929007"/>
Classe dell'edificio	
<input type="text" value="II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche"/>	<input type="text" value="Cu = 1"/>
Vita nominale	
<input type="text" value="50"/>	
(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	
Interpolazione	
<input type="text" value="Superficie rigata"/>	



**Categoria Topografica: T1**

## Conclusioni

I risultati dello studio e delle indagini eseguite, possono essere riassunti come segue:

- L'area in esame, ricade ad una quota di circa 5.5 m s.l.m.. Essa risulta essere **morfologicamente** caratterizzata da un assetto pianeggiante ed è esente da fenomeni di instabilità da ricondursi ad azioni di tipo gravitativo, erosivo e/o di scalzamento.
- L'**unità litologica** affiorante è rappresentata da una formazione continentale di età Olocenica (**d<sub>1</sub>**) che, dall'alto verso il basso, in corrispondenza delle verticali indagate mediante prove penetrometriche D.P.S.H., nel complesso è risultata essere costituita da livelli sabbiosi debolmente ghiaiosi sovrapposti a livelli sabbiosi e ghiaioso sabbiosi con ciottoli (vedi Cap. **Caratterizzazione Geotecnica del Sottosuolo**).
- Le **condizioni idrologico-strutturali** sono caratterizzate da medio-alti valori di permeabilità relativa ( $K = 10^{-1} - 10^{-3}$  cm/sec) e da una circolazione idrica prevalentemente verticale, determinata dalle acque di precipitazione.

La situazione idrografica di superficie, nell'area di diretta ubicazione dell'opera in progetto, è limitata alle sole acque di genesi meteorica che cadono nell'ambito del suolo in esame e che, attraversando per infiltrazione strati di suolo e sottosuolo, con moto verticale dei filetti liquidi alimentano la falda idrica sottostante.

La profondità della falda idrica, pertanto, in questa prima fase di indagine è stata rilevata mediante inserimento, di freatimetro elettrico, all'interno dei fori di sonda delle n° 4 prove penetrometriche dinamiche D.P.S.H. eseguite, rapidamente allestiti con tubo in pvc del diametro di 25 mm.

Con tale modalità, nei quattro punti di prova è stato rilevato un livello freatico alla profondità media di - 2.20 mt. dal p.c.

- La **caratterizzazione fisico-meccanica** del volume significativo di sottosuolo interessato dalle opere in progetto, ottenuta dall'elaborazione

dati relativa alle n° 4 prove penetrometriche D.P.S.H. eseguite (vedi Cap. Caratterizzazione Geotecnica del Sottosuolo), in via preliminare può essere unicamente rappresentata dai seguenti parametri geotecnici:

Strato	Profondità (m)	Nspt	Nspt corretto per presenza falda	Peso di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )	Densità relativa (%)
1	5.00	10	10	1.73	1.92	31 ÷ 61
2	7.60	30	22.5	2.04	2.45	45 ÷ 81
3	20.00	45	30	2.14	2.50	41 ÷ 77

Strato	Profondità (m)	Nspt	Nspt corretto per presenza falda	Angolo di attrito interno (°)	Modulo edometrico (kg/cm <sup>2</sup> )
1	5.00	10	10	27 ÷ 37	48 ÷ 82
2	7.60	30	22.5	30 ÷ 43	73 ÷ 138
3	20.00	45	30	29 ÷ 42	89 ÷ 180

Strato	Profondità (m)	Classificazione AGI	Modulo di Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo di deformazione al taglio (kg/cm <sup>2</sup> )
1	5.00	Poco Addensato	80 ÷ 225	510 ÷ 566
2	7.60	Moderat. Addensato	180 ÷ 338	837 ÷ 1213
3	20.00	Addensato	225 ÷ 390	998 ÷ 1590

Strato	Profondità (m)	Modulo di Reazione (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza punta Penetr. Statico (kg/cm <sup>2</sup> )	Modulo Poisson
1	5.00	2.10	20	0.33
2	7.60	4.47	45	0.31
3	20.00	5.61	60	0.29

- La **verifica alla liquefazione**, per gli strati di sottosuolo investigati, ha fornito:
  - Un potenziale di liquefazione inferiore all'unità (*Seed-Idriss 1978-1981*) e liquefazione possibile per terremoti di intensità maggiore o uguale all'VIII° della scala Mercalli (*Shi-Ming 1982*), per i litotipi incoerenti poco addensati, posti al di sotto del livello freatico rilevato e mediamente compresi tra i circa - 2.20 m ed i circa - 5.00 m dal p.c.;
  - Un potenziale di liquefazione maggiori al fattore di sicurezza "*F<sub>s</sub>*" ( $F_s \geq 1,3$ ) e liquefazione possibile solo per terremoti di intensità maggiore

o uguale al X° della scala Mercalli (*Shi-Ming 1982*), per i litotipi incoerenti da moderatamente addensati ad addensati, posti al di sotto del livello freatico rilevato e mediamente compresi tra i circa - 5.00 m ed i circa - 20.00 m. dal p.c..

- Ai fini della **Pericolosità Sismica di Base**, la determinazione del valore  $V_{s30}$  (D.M. 14/01/08), è stata raggiunta mediante le misure dirette delle velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ), restituite dalle risultanze relative alla n° 1 prospezione sismica M.A.S.W. effettuata.  
 In sintesi, le risultanze ottenute sono, in forma tabellare, qui di seguito riportate:

PROSPEZIONE SISMICA M.A.S.W.	$V_{s30}$ (m/s)
M.4	318,7

Il valore “ $V_{s30}$ ”, per il settore investigato, è quindi risultato essere pari a **318,7 m/s**; il sottosuolo investigato dovrebbe dunque essere classificato come:

### Sito di Categoria C.

Tabella 3.2.II - Categorie di sottosuolo (N.T.C. 2008)

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ 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).
---	--

Da una valutazione Preliminare effettuata (vedi Par.fo **Liquefazione**), i depositi Olocenici caratterizzanti la serie stratigrafica locale, risultano essere suscettibili di liquefazione. Di conseguenza, il sottosuolo investigato deve assumersi come:

### Sito di Categoria S2.

Tabella 3.2.III - Categorie aggiuntive di sottosuolo (N.T.C. 2008)

S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.
----	--

- La **Coordinate WGS84 e ED50** del sito in esame, risultano essere:

(1)* Coordinate WGS84	
Lat. <input type="text" value="38.475211"/>	° Long. <input type="text" value="15.928201"/>
(1)* Coordinate ED50	
Lat. <input type="text" value="38,476246"/>	° Long. <input type="text" value="15,929007"/>
Classe dell'edificio	
<input type="text" value="II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche"/> Cu = 1	
Vita nominale	
(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)	
Interpolazione <input type="text" value="Superficie rigata"/>	

- La **Categoria Topografica** del sito in esame, risulta essere: **T1**

*Questo lavoro è stato eseguito in conformità al D.M. 14/01/08 e relativa Circolare Ministeriale del 2 Febbraio 2009, n. 617.*

*Progettista e/o DD.LL.*

*Dott. Geologo Alberto Colaci*

