



**AUTORITA' PORTUALE**

**Marina di Carrara**

Ente di diritto pubblico - legge 28 gennaio 1994 n. 84

# **LAVORI DI ADEGUAMENTO TECNICO-FUNZIONALE DEL MOLO DI LEVANTE**

## ***PROGETTO DEFINITIVO* RELAZIONE GEOTECNICA**

			Committente: Autorità Portuale di Marina di Carrara
rev.	data	Progettista	Responsabile del Procedimento
	Luglio 2003	Ing. Paolo CONTINI	Ing. Ivano MELITO
		Collaboratori	
		Ing. Alessandro NUNZIATI Ing. Davide SALTARI	

## **INDICE**

1.	PREMESSE	3
2.	PROBLEMATICHE GEOTECNICHE	4
3.	CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E PROPRIETÀ GEOTECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE	4

ALLEGATO 1 – DOCUMENTAZIONE DELLE CAMPAGNE DI INDAGINI

## **1. Premesse**

La presente relazione illustra le caratteristiche (stratigrafie delle formazioni geologiche e proprietà geomeccaniche) dei terreni di fondazione relativi all'area interessata dai lavori di adeguamento tecnico funzionale del molo di levante.

Al tal riguardo si è fatto riferimento agli studi territoriali e geotecnici già eseguiti nelle aree di pertinenza dell'Autorità Portuale di Marina di Carrara; in particolare sono stati esaminati in dettaglio le relazioni geotecniche ed i risultati delle relative campagne geognostiche condotte nel 1999 e 2001 nell'ambito delle attività di progettazione dei lavori, attualmente in fase di esecuzione, per l'ampliamento del piazzale "Città di Massa" e la riqualificazione della banchina "Capitano Fiorillo".

Nei paragrafi seguenti vengono identificate e descritte le caratteristiche geolitologiche e geotecniche delle formazioni geologiche presenti nell'area di intervento con particolare riferimento al modello di calcolo ed al comportamento meccanico del volume di terreno influenzato (direttamente o indirettamente) dalle opere contemplate nel presente progetto.

## **2. Problematiche geotecniche**

Il progetto di adeguamento tecnico-funzionale del molo di levante prevede la completa ristrutturazione della scogliera e del muro paraonde; ciò comporta un limitato ampliamento lato mare, per una larghezza massima di 40 m, attraverso la costruzione di una nuova scogliera di protezione (con nucleo in pietrame scapolo di cava, strato filtro in massi naturali e mantellata in massi naturali) e il rinfiango a tergo con materiale inerte di cava sino alle quote attuali del molo. La nuova opera è completata dal muro paraonde realizzato tramite la disposizione di massi di calcestruzzo prefabbricati in forma parallelepipedica e posti al margine della mantellata.

La modellazione dell'interazione tra la scogliera esistente, la nuova scogliera compresa la zona di riempimento ed i terreni di fondazione rientra nella classiche tipologie di opere a gettata in pietrame e massi naturali su fondali marini prevalentemente sabbiosi. Le dimensioni d'insieme delle nuove opere e le caratteristiche dei terreni di fondazione ricalcano sostanzialmente lo stesso schema di calcolo considerato per la progettazione del limitrofo piazzale "Città di Massa".

## **3. Caratteristiche stratigrafiche e proprietà geotecniche dei terreni di fondazione**

Per l'analisi delle caratteristiche dei terreni di fondazione si è fatto riferimento ai numerosi studi geoterritoriali e prospezioni geotecniche (sondaggi meccanici a carotaggio continuo, prove penetrometriche, tipo SPT, prove pressiometriche, prove di laboratorio) eseguiti in passato nelle aree di pertinenza dell'Autorità Portuale di Marina di Carrara.

In particolare si è fatto riferimento ai seguenti sondaggi meccanici a carotaggio continuo relativi a due distinte campagne di prospezioni geotecniche:

sondaggio n.3 relativo alla campagna di indagini geognostiche (Epta-Consult, settembre 1999) inerenti i lavori di ampliamento del piazzale "Città di Massa"; sono state eseguite n.2 prove pressiometriche; sono stati prelevati campioni indisturbati che successivamente sono stati sottoposti a prove di laboratorio (prove di classificazione, prove edometriche, prove di taglio diretto di tipo sia U.U. che C.D.);



sondaggio meccanico a carotaggio continuo condotto (settembre 2001), sempre dalla Epta-Consult lungo il molo di levante nell'ambito del progetto di riqualificazione della banchina "Capitano Fiorillo".

La localizzazione di tutti i sondaggi eseguiti in passato e dei quali l'Ufficio Tecnico dell'Autorità Portuale dispone di relazioni geologiche-geotecniche è riportata nella figura 1.

Anche questi sondaggi più recenti hanno confermato quanto già rilevato dalle campagne geognostiche condotte in passato.

Pertanto per i terreni di fondazione dell'area di interesse si può fare riferimento alla seguente successione stratigrafica:

- dalla quota del molo sino a profondità tra -3.8 e -5.0 m l.m.m., variabili con le originarie quote del fondale, si hanno terreni di riporto eterogenei prevalentemente ghiaiosi e ciottolosi;
- inferiormente sino a profondità di -13.0 ÷ -16.5 m l.m.m. si hanno sabbie anche limose e limi con rara ghiaia mediamente addensati;
- al di sotto di questo orizzonte stratigrafico e sino alla profondità di circa -25 m dal l.m.m., si hanno un'alternanza di orizzonti sabbioso limosi debolmente argillosi, nettamente prevalenti su orizzonti sabbiosi con abbondanti gusci di lamellibranchi e gasteropodi marini;
- per profondità superiori le preesistenti prospezioni geotecniche indicano la presenza di sabbia medio-grossolana con inclusioni di ciottoli e ghiaie in accordo con quanto individuato anche con l'ultimo sondaggio spinto sino alla quota di circa -28 m l.m.m.

Pertanto le caratteristiche fisico meccaniche progettuali di riferimento della successione stratigrafica risultante sulla base delle indagini e delle prove di laboratorio svolte è la seguente:

- A. dalla quota del fondale (mediamente -4.0 m l.m.m.) sino a -15.00 m l.m.m.; prevalenza di sabbie limose debolmente argillose poco addensate:
- peso di volume materiale saturo:  $\gamma_s = 19.0 \text{ kN/m}^3$
  - angolo di attrito interno:  $\phi' = 32^\circ$
  - coesione:  $c' = 0$

- modulo di compressibilità:  $E' = 10 \text{ Mpa}$
- B. dalla quota -15.00 m l.m.m. sino a -22.00 m l.m.m.; sabbie anche limose e limi con rara ghiaia mediamente addensati:
- peso di volume materiale saturo:  $\gamma_s = 20.0 \text{ kN/m}^3$
  - angolo di attrito interno:  $\phi' = 33^\circ$
  - coesione:  $c' = 0$
  - modulo di compressibilità:  $E' = 12 \text{ Mpa}$
- C. al disotto della quota -22.00 m l.m.m.: livello di base costituito da sabbia medio-grossolana di colore ocraceo, con inclusi di ghiaia media con clasti di forma arrotondata:
- peso di volume materiale saturo:  $\gamma_s = 19.0 \text{ kN/m}^3$
  - angolo di attrito interno:  $\phi' = 35^\circ$
  - coesione:  $c' = 0$
  - modulo di compressibilità:  $E' = 20 \text{ Mpa}$

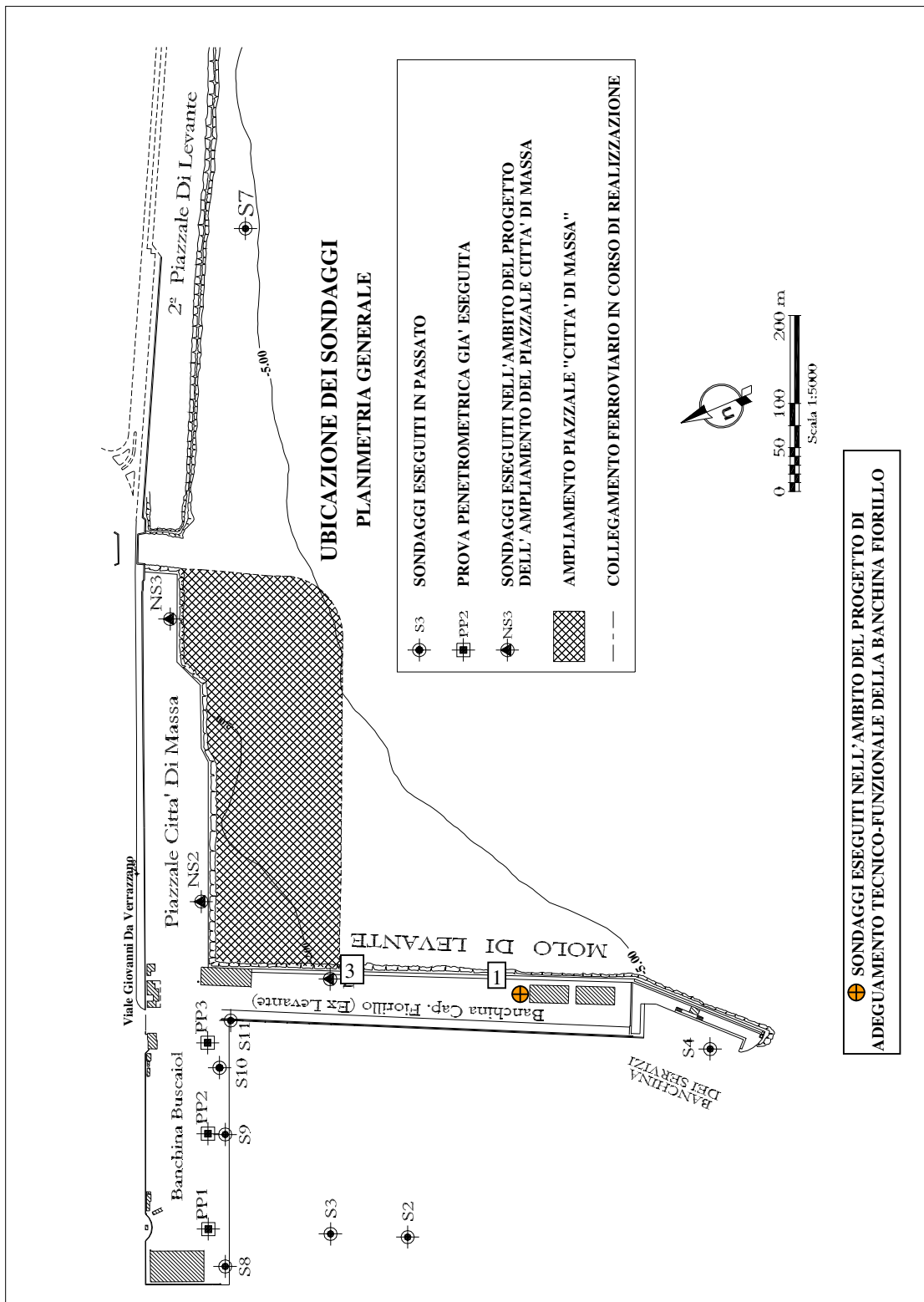




Fig. 1 – Ubicazione dei sondaggi per la caratterizzazione geotecnica

**ALLEGATO 1**  
**DATI ESTRAPOLATI DALLE CAMPAGNE DI INDAGINE**

 EPTA CONSULT S.p.A. Via del Piombo 82 - 19121 La Spezia Tel. (0187) 770500 Fax. (0187) 770634		AUTORITA' PORTUALE DI MARINA DI CARRARA (MS)		INDAGINI GEONOSTICHE PER AMPLIAMENTO BANCHINAMENTO "CITTA' DI MASSA NEL PORTO DI MARINA DI CARRARA				Sondaggio : 3 Foglio : 1 / 2												
Quota di superficie : 2.50 m s.l.m.		Quota del fondo : - 22.95 m slm		Profondita' : 25.45 m.		Posizione : Banchina Cap. Fiorillo														
Coordinate : N = E =		Inclinazione (dalla verticale) : 0°		Direzione : 0°		Committente : A.P. Carrara Caposquadra : dott. Rossi Compilato da : dott. Mendola Controllato da : dott. Zanicchi														
Iniziatore il : 04/08/99		Ultimato il : 06/08/99																		
Livello acqua Data di Misurazione	Carotaggio (%) RQD				Profondita' (m)	Simbolo stratigrafico	Campioni / prove	Descrizione Litologica	Pocket Penetr. (kg/cmq)	Vane Test (kg/cmq)		S.P.T.		Prova "Le Franc"						
	20	40	60	80						Nept	Prof.	Caratteristiche della prova	Tratto di Prova da (m) a (m)	Altezza livello acqua dal fondo (m)	Tempo (sec)	Permeabilita'				Valore P. Lugeon
					0			Conglomerato bituminoso												
					0.05			Misto stabilizzato in matrice limosa e laterizi (riporto)												
					2.8			Limo sabbioso con ghiaia fine sciolta e tracce di rsu												
					3.4			Ghiaia grossa e media poligenica ed eteromorfia presenza di laterizi (riporto)												
					5															
					7.5			Limi sabbiosi con rara ghiaia fine sciolta colore nerastro												
					9.2			Sabbia media e grossa in matrice limosa sciolta colore nocciola												
					10															
					10.5															
					11.0															
					11.5			Sabbia media e fine in matrice limosa moderatamente addensata colore nocciola												
					12.3															
					13															
					13.6															
					14.0															
					14.8			Vedi pagina successiva												
Note						Caratteristiche dei campioni				Tipo e diametro del foro										
Press 1 e 2 prove pressimetriche						A Campione rimaneggiato B Campione rimaneggiato da S.P.T. C Campione rimaneggiato da Vane Test D Campione indisturbato a pistone E Campione indisturbato rotativo F Campione indisturbato a pressione				Rivestimento			Diam. (mm)      da (m)      a (m)							
										Foro			127      0.00      15.00 101      0.00      25.45							
Compilatore : Dott.ssa Monari		Data : 06/07/99				Supervisore : Dott. Geol. M. Zanicchi				Data : 06/08/99										
Metodo ed attrezzatura di perforazione : SONDA ATLAS COPCO SU MF 200 (ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO DOPPIO CAROTIERE)																				

 Via del Prione 82 - 19121 La Spezia Tel. (0187) 770500 Fax. (0187) 770534		AUTORITA' PORTUALE DI MARINA DI CARRARA (MS)		INDAGINI GEOGNOSTICHE PER AMPLIAMENTO BANCHINAMENTO "CITTA' DI MASSA NEL PORTO DI MARINA DI CARRARA			Sondaggio : 3 Foglio : 2 / 2															
Quota di superficie : 2.50 m s.l.m.		Quota del fondo : - 22.95 m sim		Profondita' : 25.45 m.			Posizione : Banchina Cap. Fiorillo															
Coordinate : N = E =		Inclinazione (dalla verticale) : 0°		Direzione : 0°			Committente : A.P. Carrara Caposquadra : dott. Rossi Compilato da : dott. Mendola Controllato da : dott. Zanicchi															
Iniziato il : 04/08/99		Ultimato il : 06/08/99																				
Acqua nel foro		Carotaggio (% RQD)		Prova "Le Franc"																		
Livello acqua	Data di misurazione	20	40	60	80	Profondita' (m)	Simbolo stratigrafico	Campioni / prove	Descrizione Litologica	Pocket Penetr. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Vane Test (Kg/cm <sup>2</sup> )	S.P.T.		Caratteristiche della prova	Tratto di Prova da (m) a (m)	Altezza livello acqua dal fondo (m)	Tempo (sec)	Permeabilita'				Valore P. Lugeon
												Nspt	Prof.					10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	
						15	15.4	14.8	Sabbia fine limosa con intercalazioni centimetriche di limi mod. addensata colore grigio			6 - 15.6										
						16.6	17.2	15.4				10 - 16.05										
						18.4	19.0	17.2	Intercalazioni decimetriche di sabbia prevalente con gusci di lamellibranchi e gasteropodi sciolta colore nerastro			7 - 19.0										
						20	20.7	19.0	Sabbia fine e sabbia fine limosa con bioclasti e gusci di lamellibranchi e gasteropodi marini colore grigio scuro			10 - 21.5										
						20.9	21.5	20.7				7 - 21.5										
						24.4	25.0	21.5	Sabbia fine limosa con bioclasti e gusci di lamellibranchi e gasteropodi marini mod. addensata colore grigio intercalazioni centimetriche di limi grigi			14 - 21.95										
						25	25.45	25.0				3 - 25.0										
												8 - 25.45										
						30						14 - 25.45										
Note		Caratteristiche dei campioni							Tipo e diametro del foro													
Press 1 e 2 prove pressiometriche		A Campione rimaneggiato B Campione rimaneggiato da S.P.T. C Campione rimaneggiato da Vane Test D Campione indisturbato a pistone E Campione indisturbato rotativo F Campione indisturbato a pressione							Rivestimento Foro Diam. (mm)      da (m)      a (m) 127              0.00      15.00 101              0.00      25.45													
Compilatore : Dott.ssa Monari		Data : 06/08/99			Supervisore : Dott. Geol. M. Zanicchi			Data : 05/08/99														
Metodo ed attrezzatura di perforazione : SONDA ATLAS COPCO SU MF 200 (ROTAZIONE A CAROTAGGIO CONTINUO DOPPIO CAROTIERE)																						

=====

PROVA PRESSIOMETRICA	S 3,1
----------------------	-------

=====

Committente EPTACONSULT SP.  
Cantiere MARINA DI CARRARA

Data 05-08-99 Ora 18:00

-----

Sondaggio N.	3	Profondità di prova [m]	12,8
--------------	---	-------------------------	------

Tipo di installazione Preforo, battuta, no (P/B/N) P  
PREFORO CON SGORBIA DA -12.30 A -13.30 m pc

...

Pressiometro SUNDA-APAGEO matr. PRESS 25

Sonda diametro	[mm]	32
Volume iniziale sonda	[cm3]	265
Inerzia sonda	[bar]	1,75 rilevata il 03-08-99
Pressione differenziale	[bar]	...

-----

Prove in situ di riferimento valori :

Prova dinamica	DL030	N10	...
Prova dinamica	DPSH	N20	...
Prova dinamica	SPT	N30	...
Prova statica	CPT	qc	...

Commenti ...

...

Sabbia medio fine con intercalazioni Limose

---

VOLUME INIZIALE $V_0$	[cm <sup>3</sup> ]	25
VOLUME LIMITE ( $V_1 = V_i + 2V_0$ )	[cm <sup>3</sup> ]	315
VOLUME SUCCESSIVO AL $V_1$	[cm <sup>3</sup> ]	365
VOLUME PRECEDENTE AL $V_1$	[cm <sup>3</sup> ]	305
PRESSIONE SUCCESSIVA A $P_1$	[bar]	8
PRESSIONE PRECEDENTE A $P_1$	[bar]	7,5
PRESSIONE LIMITE	[bar]	7,6
PRESSIONE LIMITE NETTA	[bar]	5,8
PRESSIONE LIMITE CORRELATA CON LA $P_1$ DEL TRICELLULARE	[bar]	4,9875

---

## MODULO PRESSIOMETRICO

		P1 troppo basso		
INTERVALLO LINEARE	P1	1	V1	40
	P2	6	V2	200
VOLUME MEDIO ( $V_m$ )	[cm <sup>3</sup> ]			120
DELTA V	[cm <sup>3</sup> ]			160
DELTA p	[bar]			5
MODULO PRESSIOMETRICO	[bar]			32,00

---

## MODULO PRESSIOMETRICO CORRETTO

(tiene conto della deformazione della cella alle estremità)

## TABELLA CORREZIONE VOLUME

TAB. P1	TAB. P2	TAB.CORR	C. VOLUME
1,5	2,5	5	0
1,5	3	7	0
1,5	3,5	9	0
1,5	4	10	0
2	3	4	0
2	3,5	5,5	0
2	4	7	0
2,5	3,5	3,5	0
2,5	4	5	0
3	4	3	0
3,5	4	1,5	0
CORREZIONE VOLUME	0		
V2 CORRETTO	200		
VOLUME MEDIO ( $V_m$ ) CORR.	[cm <sup>3</sup> ]	120	
DELTA V CORRETTO	[cm <sup>3</sup> ]	160	
MODULO PRESSIOMETRICO	[bar]	32,00	



-----  
 Tabella delle letture al manometro e al volumetro  
 -----

N.	Pressione	V 30"	V 60"	V(60-30)	Diff
1	0,00	0	0	0	0
2	0,50	22	25	3	25
3	1,00	38	40	2	15
4	1,50	50	55	5	15
5	2,00	65	70	5	15
6	2,50	82	85	3	15
7	3,00	95	100	5	15
8	3,50	112	117	5	17
9	4,00	128	133	5	16
10	4,50	145	150	5	17
11	5,00	162	168	6	18
12	5,50	178	183	5	15
13	6,00	195	200	5	17
14	6,50	212	220	8	20
15	7,00	240	255	15	35
16	7,50	285	305	20	50
17	8,00	345	365	20	60
18	8,50	405	430	25	65
19	9,00			0	0
20	9,50			0	0
21	10,00			0	0

-----  
 LITOLOGIA TERRENI  
 -----

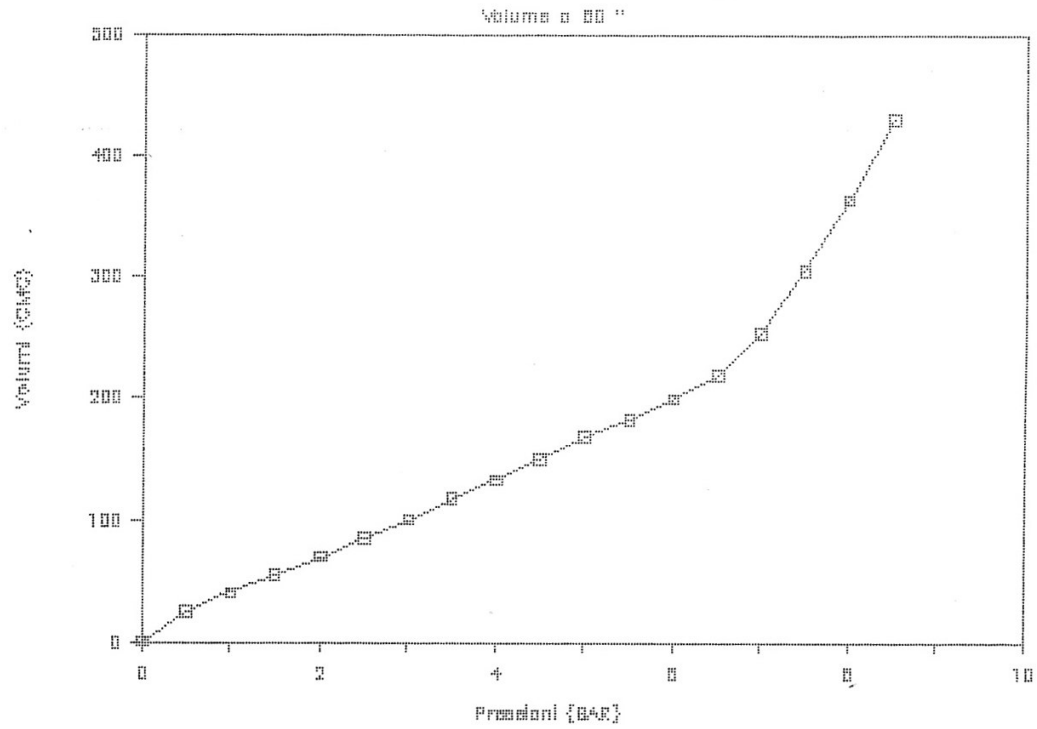
- 1 TORBE
- 2 ARGILLE
- 3 LIMI
- 4 SABBIE
- 5 SABBIE E GHIAIE
- 6 ROCCE MOLTO FRATTURATE
- 7 ROCCE NORMALI
- 8 ROCCE POCO FRATTURATE / MOLTO ALTERATE

N.litologia	4	SABBIE
Alfa / Consolidamento		1/3 ALTERATI O RIMANEGGIATI
E/pl		5,49

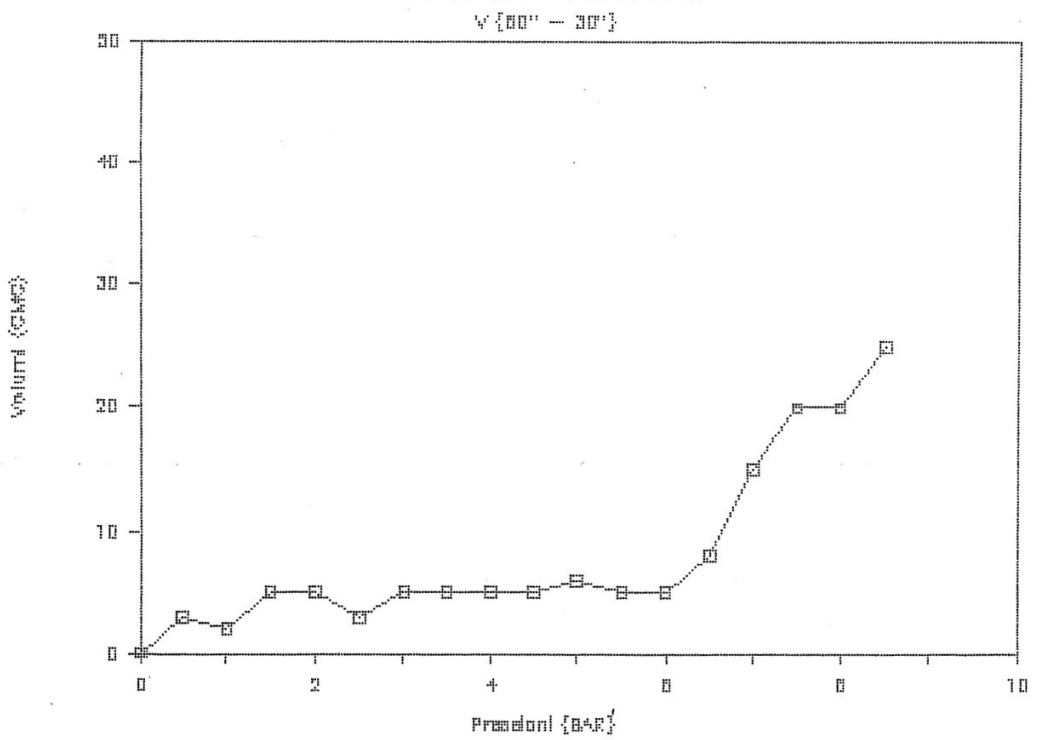
Il Tecnico  
 Dr. Cesare Rossi



### CURVA DI ESPANSIONE PRESSIOMETRICA



### CURVA DI "FLUAGE"



=====

PROVA PRESSIOMETRICA	53,2
----------------------	------

=====

Committente .EPTACONSULT SP.  
Cantiere MARINA DI CARRARA

Data 06-08-99 Ora 09:20

-----

Sondaggio N.	3	Profondità di prova [m]	15,2
--------------	---	-------------------------	------

Tipo di installazione Preforo, battuta, no (P/B/N) P  
PREFORO CON SGORBIA DA -14.60 A -15.80 m pc

...

Pressiometro SUNDA-APAGEO matr. PRESS 25

Sonda diametro	[mm]	32
Volume iniziale sonda	[cm3]	265
Inerzia sonda	[bar]	1,75 rilevata il 03-08-99
Pressione differenziale	[bar]	...

-----

Prove in situ di riferimento valori :

Prova dinamica	DLO30	N10	...
Prova dinamica	DPSH	N20	....
Prova dinamica	SPT	N30	21
Prova statica	CPT	qc	...

Commenti ...

...

Sabbie Fini Limose

---

VOLUME INIZIALE $V_0$	[cm <sup>3</sup> ]	22
VOLUME LIMITE ( $V_1 = V_i + 2V_0$ )	[cm <sup>3</sup> ]	309
VOLUME SUCCESSIVO AL $V_1$	[cm <sup>3</sup> ]	310
VOLUME PRECEDENTE AL $V_1$	[cm <sup>3</sup> ]	245
PRESSIONE SUCCESSIVA A $P_1$	[bar]	3,5
PRESSIONE PRECEDENTE A $P_1$	[bar]	3
PRESSIONE LIMITE	[bar]	3,5
PRESSIONE LIMITE NETTA	[bar]	1,7
PRESSIONE LIMITE CORRELATA CON LA $P_1$ DEL TRICELLULARE	[bar]	1,489673076

---

## MODULO PRESSIOMETRICO

INTERVALLO LINEARE	$P_1$	1,5	$V_1$	80
	$P_2$	3,5	$V_2$	310
VOLUME MEDIO ( $V_m$ )	[cm <sup>3</sup> ]	195		
DELTA V	[cm <sup>3</sup> ]	230		
DELTA p	[bar]	2		
MODULO PRESSIOMETRICO	[bar]	10,64		

---

## MODULO PRESSIOMETRICO CORRETTO

(tiene conto della deformazione della cella alle estremità)

## TABELLA CORREZIONE VOLUME

TAB. P1	TAB. P2	TAB.CORR	C. VOLUME
1,5	2,5	5	0
1,5	3	7	0
1,5	3,5	9	9
1,5	4	10	0
2	3	4	0
2	3,5	5,5	0
2	4	7	0
2,5	3,5	3,5	0
2,5	4	5	0
3	4	3	0
3,5	4	1,5	0

CORREZIONE VOLUME                    9  
 $V_2$  CORRETTO                        301

VOLUME MEDIO ( $V_m$ ) CORR.	[cm <sup>3</sup> ]	190,5
DELTA V CORRETTO	[cm <sup>3</sup> ]	221
MODULO PRESSIOMETRICO	[bar]	10,96

---

 Tabella delle letture al manometro e al volumetro
 

---

N.	Pressione	V 30"	V 60"	V(60-30)	Diff
1	0,00	0	0	0	0
2	0,50	20	22	2	22
3	1,00	45	47	2	25
4	1,50	75	80	5	33
5	2,00	120	135	15	55
6	2,50	170	180	10	45
7	3,00	235	245	10	65
8	3,50	295	310	15	65
9	4,00	375	390	15	80
10	4,50	465	475	10	85
11	5,00			0	0
12	5,50			0	0
13	6,00			0	0

---

 LITOLOGIA TERRENI

- 1 TORBE
- 2 ARGILLE
- 3 LIMI
- 4 SABBIE
- 5 SABBIE E GHIAIE
- 6 ROCCE MOLTO FRATTURATE
- 7 ROCCE NORMALI
- 8 ROCCE POCO FRATTURATE / MOLTO ALTERATE

---

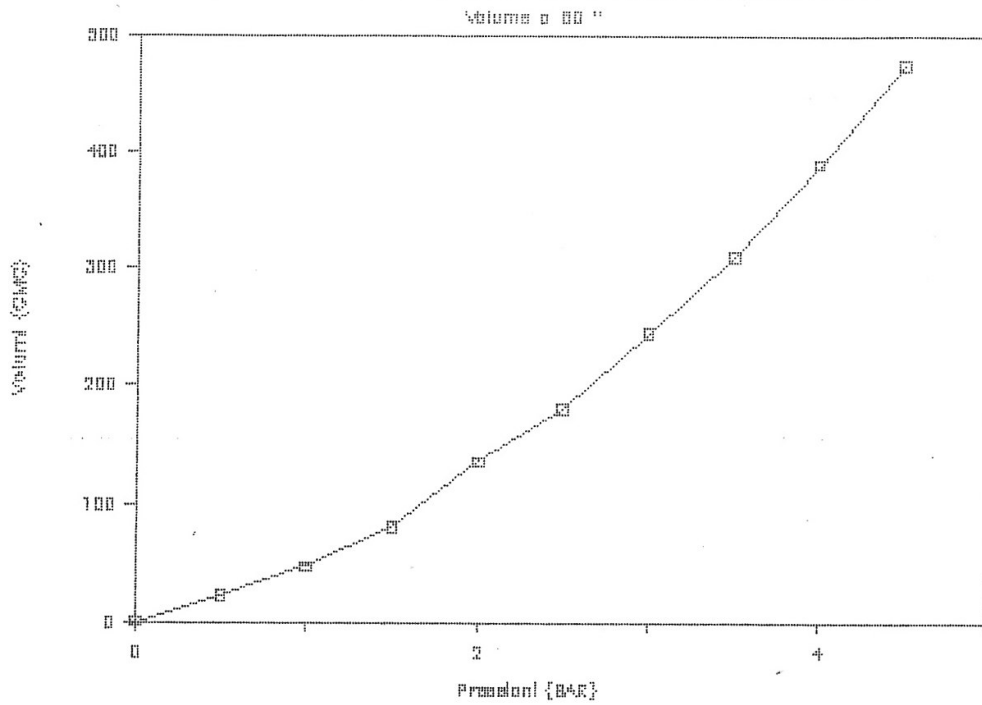
N.litologia	4	SABBIE
Alfa / Consolidamento		1/3 NORMALCONSOLIDATI
E/pl		6,29

---

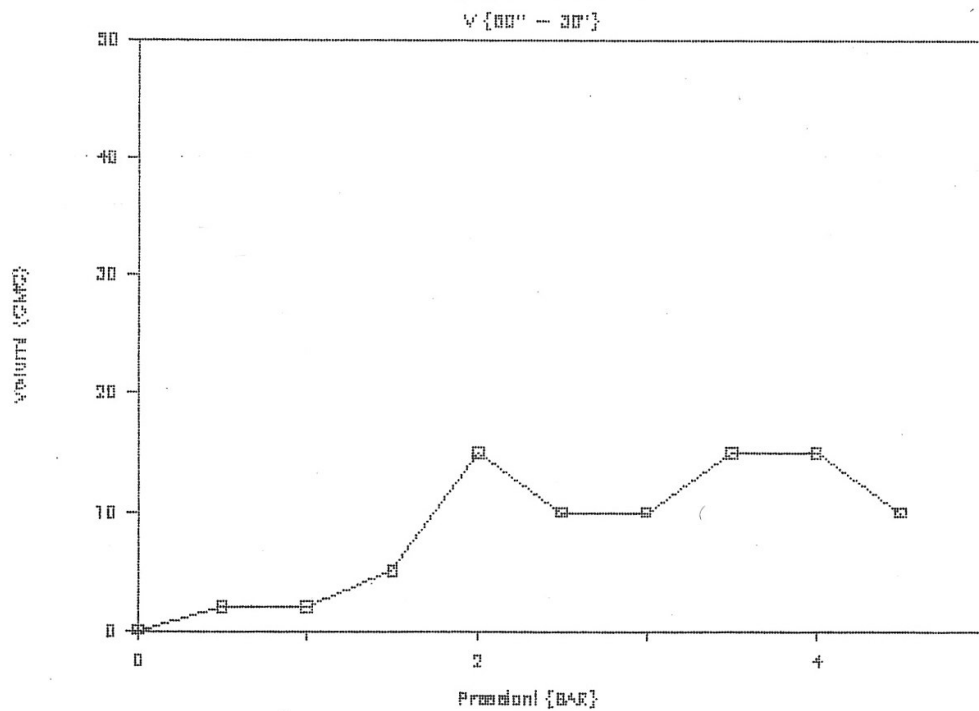
Il Tecnico  
Dr. Cesare Rossi



### CURVA DI ESPANSIONE PRESSIOMETRICA



### CURVA DI "FLUAGE"



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

## SCHEDA CAMPIONE PRELEVATO

COMMITTENTE:

CANTIERE: Marina di Carrara

DATA: 16/9/99

SONDAGGIO: 3 CAMPIONE: 1 PROF. 10.5-11 m.

TIPO DI CONTENITORE: fustella sacchetto cassetta

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	G.S.	K
A	sabbia limosa nocciola deb. argillosa			*	*	*			*	*	
B											
C											

### LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P.	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T.	Peso specifico	G.S.	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.I.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

## SCHEDA CAMPIONE PRELEVATO

COMMITTENTE:

CANTIERE: *Marina di Carrara*

DATA: 16/9/99

SONDAGGIO: 3      CAMPIONE: SH1      PROF. 14.8-15.4

TIPO DI CONTENITORE:  fustella     sacchetto     cassetta

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	G.S.	K
A	sabbia limosa deb. argillosa	1.8	0.4	*	*	*			*	*	
B											
C											

### LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P.	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T.	Peso specifico	G.S.	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	T D



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

## SCHEDA CAMPIONE PRELEVATO

COMMITTENTE:

CANTIERE: Marina di Carrara

DATA: 16/9/99

SONDAGGIO: 3      CAMPIONE: 2      PROF. 16.6-17.2      -m.

TIPO DI CONTENITORE: fustella      **sacchetto**      cassetta

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	G.S.	K
A	sabbia deb. limosa nocciola			*	*	*			*	*	
B											
C											

### LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P.	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T.	Peso specifico	G.S.	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.L.L.	C	Permeabilità	K	Triassiale	TR

TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

## SCHEDA CAMPIONE PRELEVATO

COMMITTENTE:

CANTIERE: *Marina di Carrara*

DATA: 16/9/99

SONDAGGIO: 3      CAMPIONE: SH3      PROF. 20.9-21.5 m.

TIPO DI CONTENITORE:  fustella     sacchetto     cassetta

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	G.S.	K
A	sabbia limosa deb. argillosa	1.2	0.3	*	*	*			*	*	
B											
C											

### LEGENDA PROVE:

Pocket penetrometrico	P.P.	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T.	Peso specifico	G.S.	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.I.I.	C	Permeabilità	K	Triassiale	T D

TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

## SCHEDA CAMPIONE PRELEVATO

COMMITTENTE:

CANTIERE: *Marina di Carrara*

DATA: 16/9/99

SONDAGGIO: 3      CAMPIONE: SH4      PROF. 24.4-25 m.

TIPO DI CONTENITORE:  fustella     sacchetto     cassetta

(*) I simboli adottati per le prove sono descritti nella legenda a fondo pagina		Prove di laboratorio eseguite (*)									
Livello	Descrizione litologica	P.P.	V.T.	Y	W	G	LA	Ed	PT	G.S.	K
A	sabbia limosa deb. argillosa	1.2	0.3	*	*	*		*		*	
B											
C											

### LEGENDA PROVE:

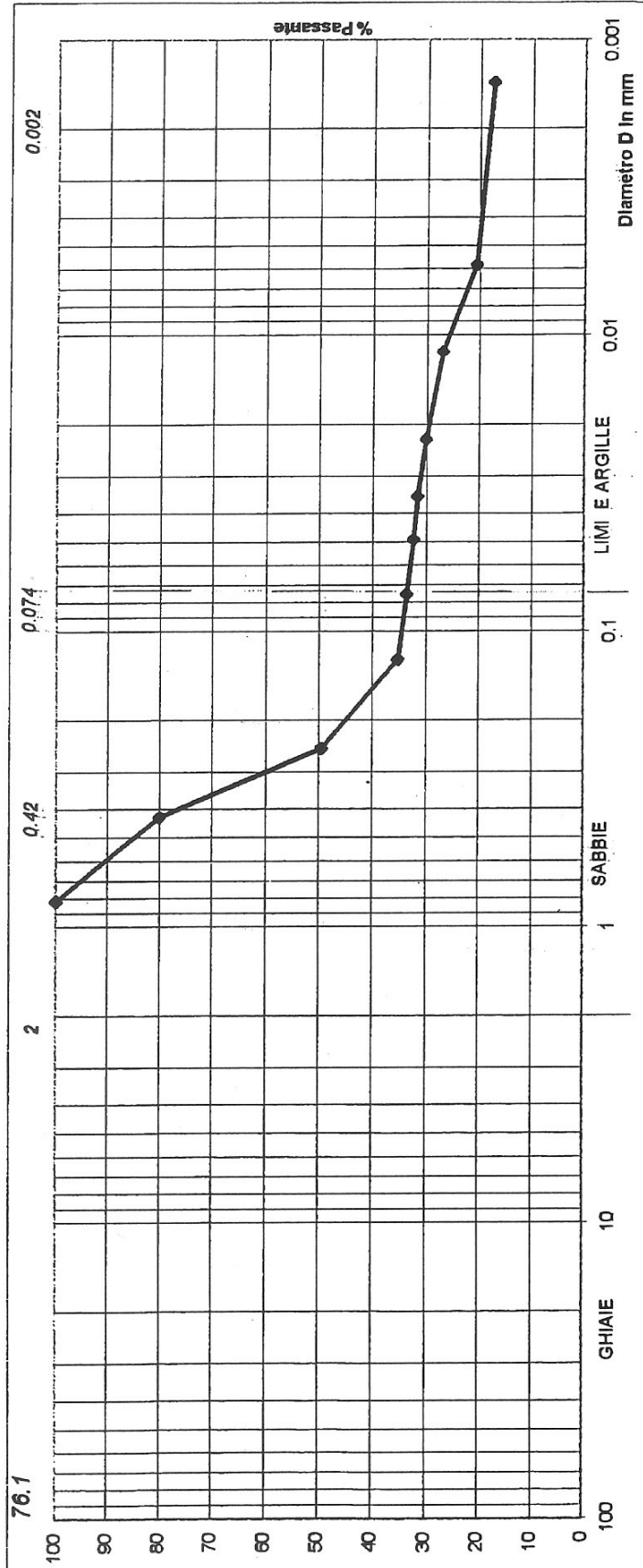
Pocket penetrometrico	P.P.	Peso di volume	Y	Limiti di Atterberg	LA
Vane test	V.T.	Peso specifico	G.S.	Edometria	Ed
Contenuto d'acqua	W	Granulometria	G	Prova di taglio	PT
Compressione E.T.T.	C	Permeabilità	K	Triassiale	T.D.

TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n° 8 - 44100 FERRARA  
 tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

**ANALISI GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE: Marina di Carrara  
 CANTIERE: Sondaggio 3  
 DATA: 14/09/99 Campione: C1  
 Prof. m: 10.5-11  
 Prot. Lab. Geotecnico: 550/99

Sabbia %	66
Limo %	16
Argilla %	18



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
 tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

**ANALISI GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE:

CANTIERE: Marina di Carrara

DATA: 14/09/99

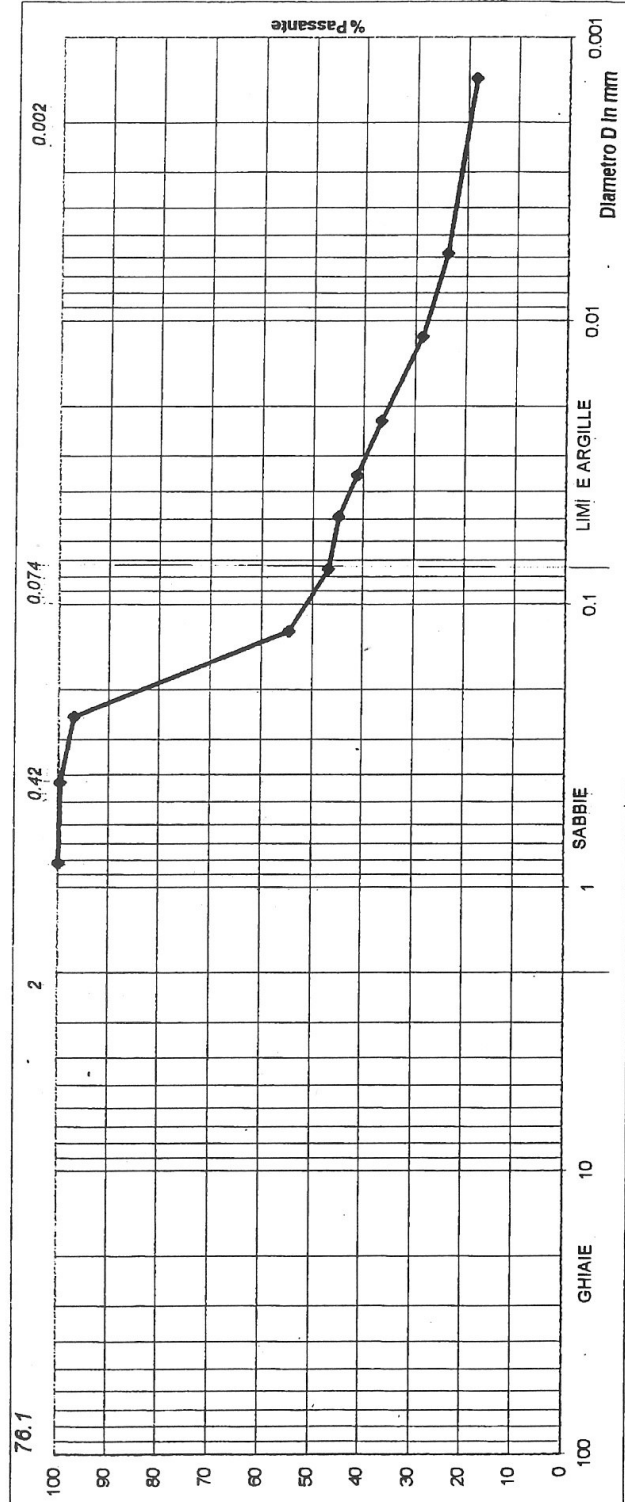
Prot. Lab. Geotecnico: 553/99

Sondaggio 3

Campione: SH1

Prof. m: 14,8-15,4

Sabbia %	53
Limo %	27
Argilla %	20



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
 tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

**ANALISI GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE:

CANTIERE: Marina di Carrara

DATA: 16/09/99

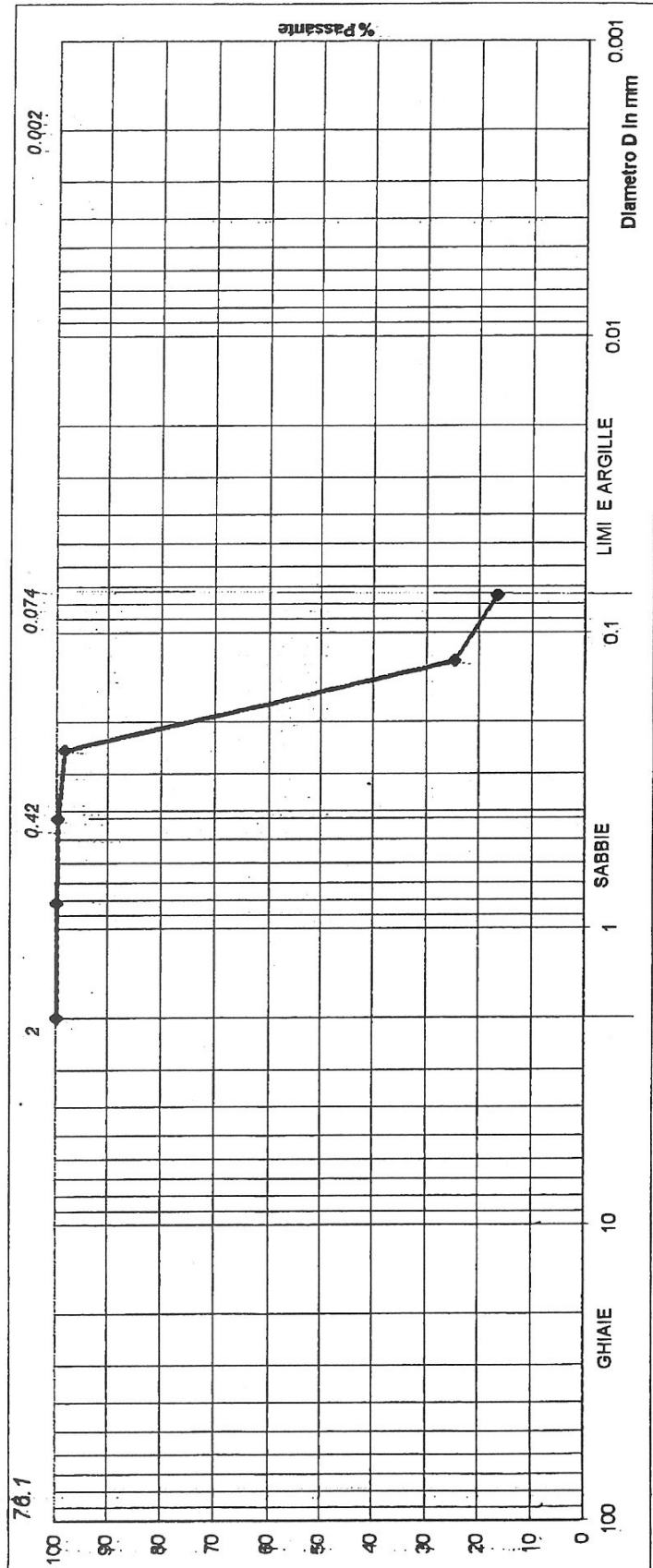
Prot. Lab. Geotecnico: 579/99

Sondaggio 3

Campione: C2

Prof. m: 16.6-17.2

Sabbia %	82
Limo %	18
Argilla %	0



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
 tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

**ANALISI GRANULOMETRICA**

COMMITTENTE:

CANTIERE: Marina di Carrara

DATA: 20/09/99

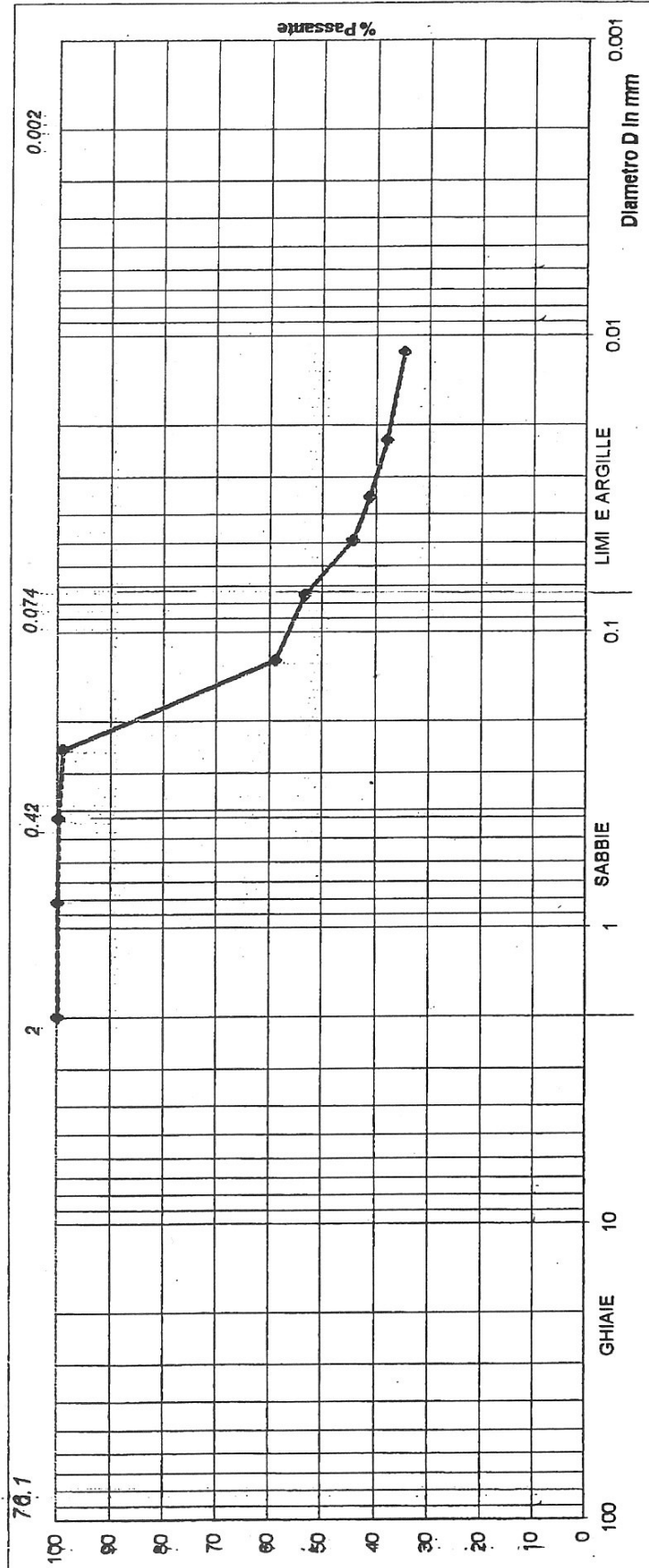
Prot. Lab. Geotecnico: 580/99

Sondaggio 3

Campione: SH2

Prof. n: 18.4-19

Sabbia %	47
Limo %	20
Argilla %	33



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO COL METODO DEL PICNOMETRO

**COMMITTENTE:**

**CANTIERE:**

Marina di Carrara

**DATA:**

14/09/99

**Prot. Lab. Geotecnico N°:**

555/99

**Campione Profondità (mt).      Peso Specifico (g/cmc)**

S1C1	6-6.5	2.665
S1C2	9-9.5	2.669
S1SH1	14.4-15	2.651
S1SH2	18.2-18.8	2.698
S1SH3	21.4-22	2.672
S1SH4	24-24.6	2.701
S2C1	8.1-8.5	2.685
S2C2	13-13.4	2.693
S2SH1	14.5-15	2.665
S2SH2	18.4-19	2.657
S2SH3	21.4-22	2.673
S3C1	10.5-11	2.684
S3C2	16.6-17.2	2.689
S3SH1	14.8-15.4	2.659
S3SH2	18.4-19	2.662
S3SH3	20.9-21.5	2.653
S3SH4	24.4-25	2.666



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

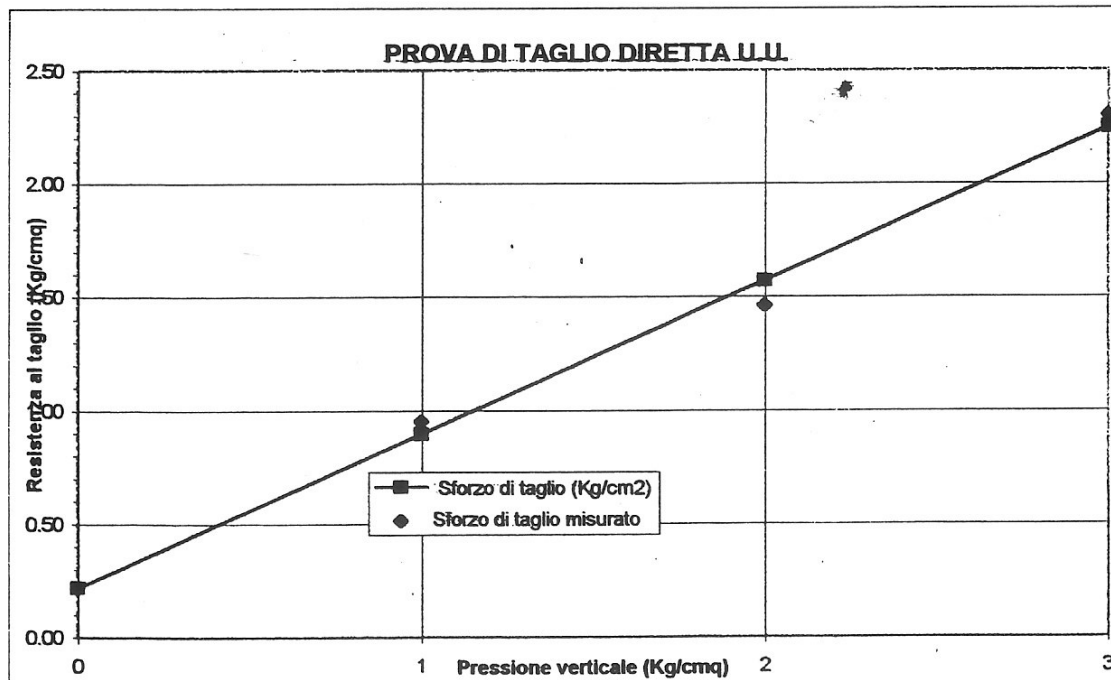
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO NON CONSOLIDATO NON DRENATO**

COMMITTENTE: 0 Sondaggio: 3  
CANTIERE: Marina di Carrara Campione: SH2  
DATA: 16/09/99 Prof. m: 18.4-19  
Prot. Lab. Geotecnico: 570/99

DIMENSIONI DEL PROVINO (mm): phi 60\*23  
TIPO DI PROVA: non consolidata non drenata  
VELOCITA' DI DEFORMAZIONE (mm/min): .500  
CONTENUTO D'ACQUA (%): 19.90  
PESO IN VOLUME (t/mc): 2.060  
NATURA DEL CAMPIONE: sabbia limosa deb. argillosa

COESIONE NON DRENATA (Kg/cm<sup>2</sup>): 0.22  
ANGOLO D'ATTRITO (° sess): 34

MISURE ALLA PROVA DI TAGLIO DIRETTA		
	Pressioni (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza al taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Provino 1	1.000	.950
Provino 2	2.000	1.460
Provino 3	3.000	2.300



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

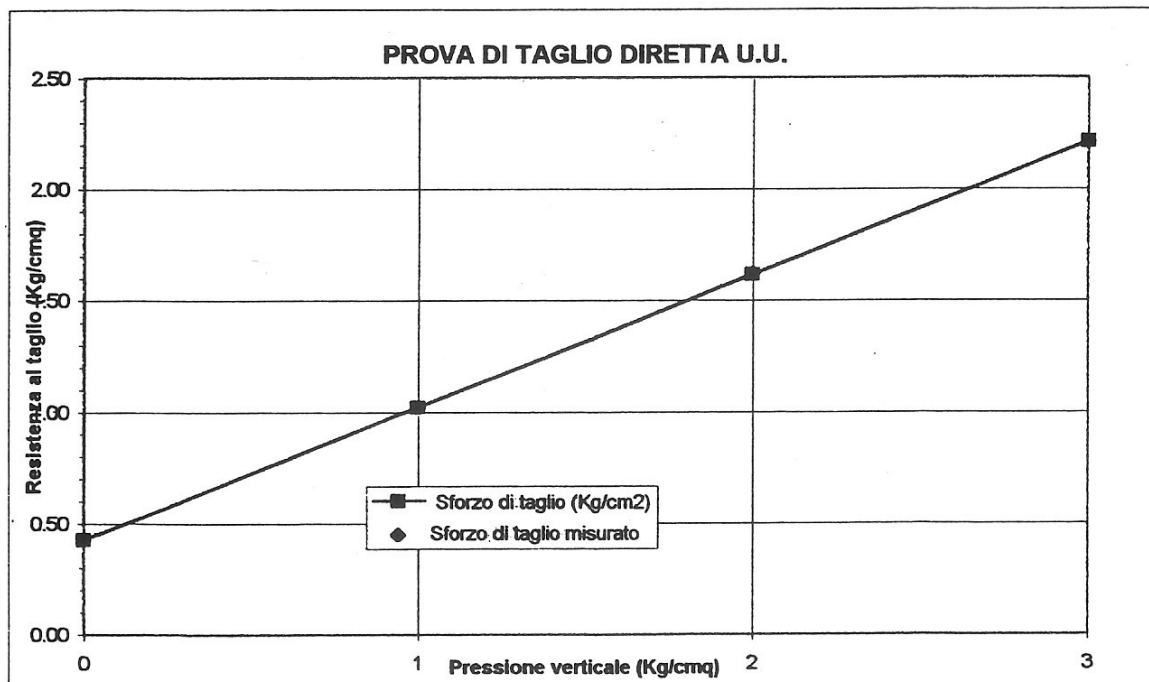
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO NON CONSOLIDATO NON DRENATO**

COMMITTENTE: 0 Sondaggio: 3  
CANTIERE: Marina di Carrara Campione: SH3  
DATA: 16/09/99 Prof. m: 20.9-21.5  
Prot. Lab. Geotecnico: 566/99

DIMENSIONI DEL PROVINO (mm): phi 60\*23  
TIPO DI PROVA: non consolidata non drenata  
VELOCITA' DI DEFORMAZIONE (mm/min): .500  
CONTENUTO D'ACQUA (%): 22.49  
PESO IN VOLUME (t/mc): 1.891  
NATURA DEL CAMPIONE: sabbia limosa deb. argillosa

COESIONE NON DRENATA (Kg/cm<sup>2</sup>): 0.43  
ANGOLO D'ATTRITO (° sess): 31

MISURE ALLA PROVA DI TAGLIO DIRETTA		
	Pressioni (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza al taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Provino 1	1.000	1.019
Provino 2	2.000	1.620
Provino 3	3.000	2.210

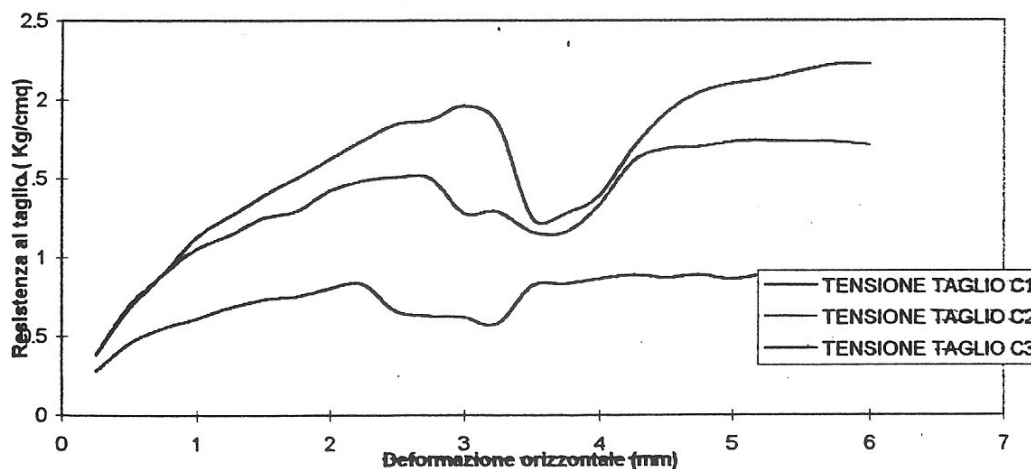


TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

COMMITTENTE: 0 Sondaggio: 3  
CANTIERE; Marina di Carrara Campione: C 1  
DATA: 10/09/99 Prof. m: 10.5-11  
Prof. Lab. Geotecnico: 542/99  
Natura del campione: sabbia nocciola limosa

DEF.ORIZ. (mm)	TENSIONE TAGLIO C1 Kg/cm2	DEF.ORIZ. (mm)	TENSIONE TAGLIO C2 Kg/cm2	DEF.ORIZ. (mm)	TENSIONE TAGLIO C3 Kg/cm2
0.25	0.28	0.25	0.379	0.25	0.379
0.5	0.46	0.5	0.699	0.5	0.68
0.75	0.55	0.75	0.889	0.75	0.889
1	0.61	1	1.049	0.1	1.12
1.25	0.68	1.25	1.139	1.25	1.259
1.5	0.73	1.5	1.25	1.5	1.389
1.75	0.75	1.75	1.289	1.75	1.5
2	0.8	2	1.419	2	1.62
2.25	0.829	2.25	1.48	2.25	1.74
2.5	0.66	2.5	1.509	2.5	1.84
2.75	0.629	2.75	1.5	2.75	1.87
3	0.62	3	1.28	3	1.96
3.25	0.579	3.25	1.289	3.25	1.85
3.5	0.819	3.5	1.159	3.5	1.25
3.75	0.829	3.75	1.159	3.75	1.28
4	0.86	4	1.33	4	1.989
4.26	0.889	4.25	1.61	4.25	1.7
4.51	0.87	4.5	1.69	4.5	1.919
4.75	0.889	4.75	1.7	4.75	2.039
5	0.86	5	1.73	5	2.099
5.25	0.889	5.25	1.74	5.25	2.13
5.5	0.87	5.5	1.73	5.5	2.18
5.75	0.879	5.76	1.73	5.75	2.22
6	0.879	6	1.71	6	2.22

GRAFICO RESISTENZA AL TAGLIO/DEFORMAZIONE ORIZZONTALE



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

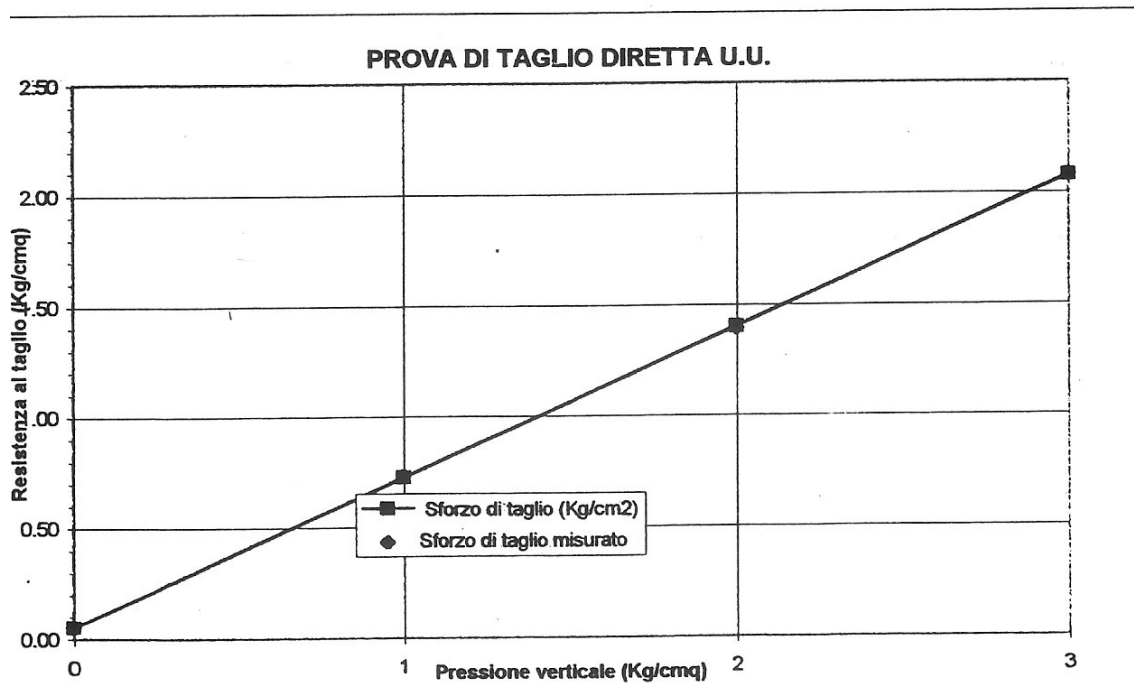
**PROVA DI TAGLIO DIRETTO NON CONSOLIDATO NON DRENATO**

COMMITTENTE: 0 Sondaggio: 3  
CANTIERE: Marina di Carrara Campione: SH1  
DATA: 16/09/99 Prof. m: 14.8-15.4  
Prot. Lab. Geotecnico: 564/99

DIMENSIONI DEL PROVINO (mm): phi 60\*23  
TIPO DI PROVA: non consolidata non drenata  
VELOCITA' DI DEFORMAZIONE (mm/min): .500  
CONTENUTO D'ACQUA (%): 21.90  
PESO IN VOLUME (t/mc): 1.906  
NATURA DEL CAMPIONE: sabbia limosa

COESIONE NON DRENATA (Kg/cm<sup>2</sup>): 0.05  
ANGOLO D'ATTRITO (° sess): 34

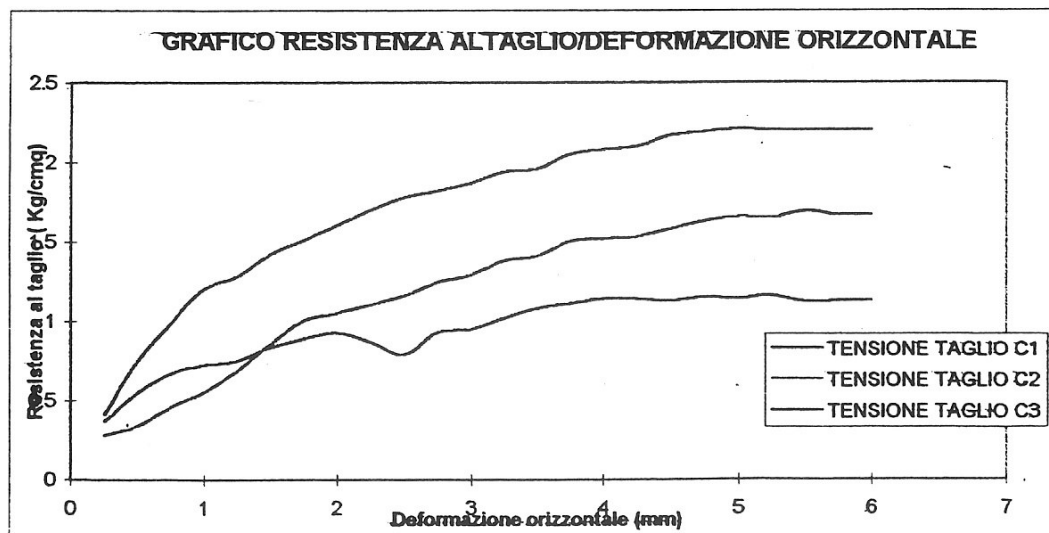
MISURE ALLA PROVA DI TAGLIO DIRETTA		
	Pressioni (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistenza al taglio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Provino 1	1.000	.730
Provino 2	2.000	1.392
Provino 3	3.000	2.079



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

COMMITTENTE: 0 Sondaggio: 3  
CANTIERE; Marina di Carrara Campione: C-2  
DATA: 10/09/99 Prof. m: 16.6-17.2  
Prot. Lab. Geotecnico: 543/99  
Natura del campione: limo fine sabbioso grigio

DEF.ORIZ. (mm)	TENSIONE TAGLIO C1 Kg/cm2	DEF.ORIZ. (mm)	TENSIONE TAGLIO C2 Kg/cm2	DEF.ORIZ. (mm)	TENSIONE TAGLIO C3 Kg/cm2
0.25	0.37	0.25	0.28	0.25	0.409
0.5	0.55	0.5	0.34	0.5	0.75
0.75	0.67	0.75	0.46	0.75	0.99
1	0.72	1	0.55	0.1	1.2
1.25	0.75	1.25	0.68	1.25	1.279
1.5	0.829	1.5	0.85	1.5	1.419
1.75	0.889	1.75	1	1.75	1.509
2	0.93	2	1.049	2	1.6
2.25	0.87	2.25	1.1	2.25	1.7
2.5	0.79	2.5	1.159	2.5	1.779
2.75	0.93	2.75	1.24	2.75	1.82
3	0.949	3	1.289	3	1.87
3.25	1.019	3.25	1.379	3.25	1.94
3.5	1.08	3.5	1.409	3.5	1.96
3.75	1.11	3.75	1.5	3.75	2.049
4	1.139	4	1.519	4	2.079
4.25	1.139	4.25	1.529	4.25	2.099
4.5	1.129	4.5	1.58	4.5	2.17
4.75	1.149	4.75	1.629	4.75	2.19
5	1.139	5	1.659	5	2.21
5.25	1.159	5.25	1.649	5.25	2.2
5.5	1.12	5.5	1.69	5.5	2.2
5.75	1.129	5.75	1.669	5.75	2.2
6	1.128	6	1.668	6	2.2



TECNECO S.r.l. - via Piccolomini n°8 - 44100 FERRARA  
tel.0532/904427 tel. e fax 0532/92328

### PROVA DI CONSOLIDAZIONE EDOMETRICA

**COMMITTENTE:** 0  
**CANTIERE:** Marina di Carrara  
**DATA:** 14/09/99

**Prof. Lab. Geotecnico:** 549/99  
**Sondaggio:** 3  
**Campione:** SH4  
**Prof.(m):** 24.4-25

**NATURA DEL CAMPIONE:**

**PESO DI VOLUME NATURALE (t/mc):**  
**PESO DI VOLUME SECCO (t/mc):**  
**CONTENUTO D'ACQUA NATURALE (%):**  
**PRESSIONE DI CONSOLIDAZIONE (kg/cmq):**

limo sabbioso

2.052

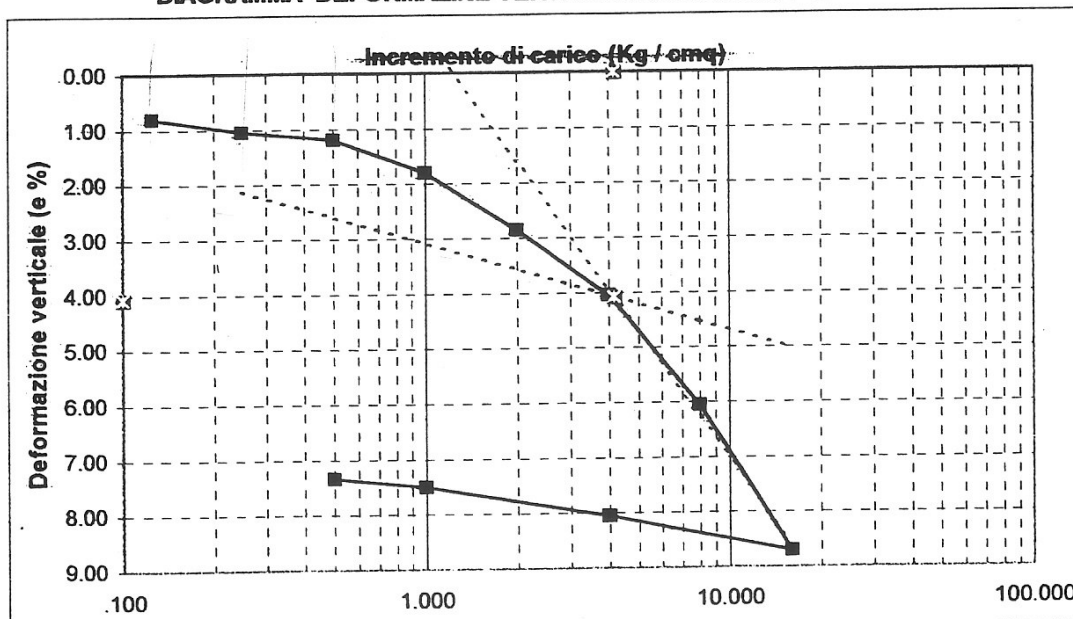
1.621

26.548


4.166

Dp(Kg/cmq)	DH(mm)	E%	e°	av:(Kg/cmq)	mv(cmq/Kg)	Mo(Kg/cmq)
.125	.160	.800	.640			
.250	0.21	1.050	.635	.0331	.0200	50
.500	.240	1.200	.633	.0099	.0060	167
1.000	.360	1.800	.623	.0198	.0120	83
2.000	.570	2.850	.606	.0174	.0105	95
4.000	.810	4.050	.586	.0099	.0060	167
8.000	1.210	6.050	.553	.0083	.0050	200
16.000	1.740	8.700	.509	.0055	.0033	302
4.000	1.610	8.050	.520			
1.000	1.500	7.500	.529			
.500	1.470	7.350	.531			

DIAGRAMMA DEFORMAZIONE VERTICALE-INCREMTO DI CARICO

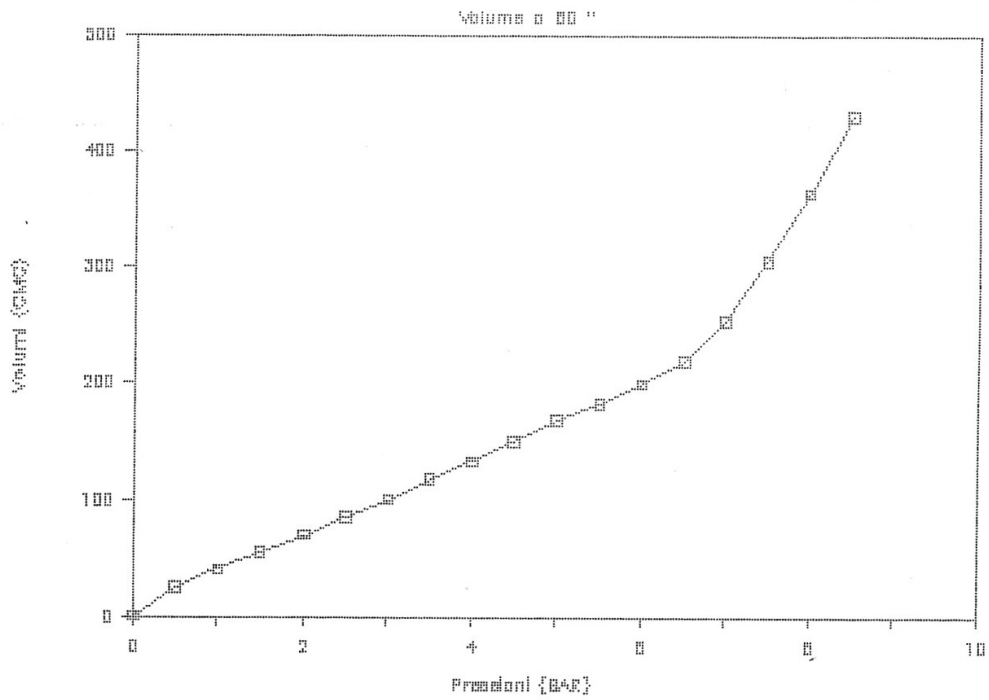




 EPTA CONSULT s.r.l. Via del Ponte 62 - 19121 La Spezia Tel. (0187) 770500 Fax. (0187) 770334		MODIMAR S.R.L. ROMA AUTORITA' PORTUALE DI CARRARA (MS)		INDAGINI GEOGNOSTICHE PER AMPLIAMENTO BANCHINA "CAPITAN FIORILLI" PORTO MERCANTILE DI CARRARA		Sondaggio : 1 Foglio : 2/2									
Quota di superficie : circa 2.50 m s.l.m. Coordinate : N = E = Iniziatore il : 21/09/01		Quota del fondo : -27.50 da l.m.m. Inclinazione (dalla verticale) : 0° Ultimato il : 24/09/01		Profondita' : 30.00 m Direzione :		Posizione : Committente : Modimar S.r.l. Caposquadra : Dott. Rossi Compilato da : Dott. Zanicchi Controllato da : Dott. Zanicchi									
Livello acqua nel foro Data di Misurazione Carotaggio (%) 20 40 60 80		Profondita' (m)	Simbolo stratigrafico	Descrizione Litologica	Pocket Penetr. (Kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	Prova "Le Franc"								
						S.P.T. Nespr Prof.	Caratteristiche della prova	Tratto di Prova da (m) a (m)	Altezza livello acqua dal fondo (m)	Tempo (sec)	Permeabilita'				Valore P. Lugeron
											10 <sup>7</sup>	10 <sup>8</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>10</sup>	
		15.00			0.6										
		16.00			0.8										
		17.00			0.8										
		17.00			0.7										
		17.00			1.0										
		17.00			0.9										
		17.00			2.7	SPT6	17.60								
		17.00			1.5	6									
		17.00			1.9	9									
		17.00			1.9	12	17.95								
		17.00			0.9										
		17.00			1.0										
		17.00			2.4										
		17.00			3.0	SPT7	19.80								
		17.00			3.1	4									
		17.00				6									
		17.00				9	20.25								
		17.00													
		17.00			0.8										
		17.00			0.9										
		17.00			1.1										
		17.00			2.0										
		17.00			3.6	SPT8	22.80								
		17.00			3.8	10									
		17.00				7									
		17.00				10	23.25								
		17.00			0.9	3.8									
		17.00			0.9	3.0									
		17.00			0.8	4.0									
		17.00			0.7										
		17.00			0.8										
		17.00			0.7	SPT9	27.30								
		17.00				10									
		17.00				18									
		17.00				22	27.75								
		17.00													
		17.00													
		17.00				SPT10	29.20								
		17.00				14									
		17.00				19									
		17.00				23	29.05								
Note		Caratteristiche dei campioni			Tipo e diametro del foro										
		A Campione rimaneggiato B Campione rimaneggiato da S.P.T. C Campione rimaneggiato da Vane Test D Campione indisturbato a pistone E Campione indisturbato rotativo F Campione indisturbato a pressione			Rivestimento		Diam. (mm) da (m) a (m)								
					Foro		127.00 0.00 25.00								
							101.00 0.00 30.00								
Compilatore : Dott. M. Zanicchi		Data : 24/09/01		Supervisore : Dott. M. Zanicchi		Data : 24/09/01									
Metodo ed attrezzatura di perforazione : Carotaggio continuo a rotazione - carotiere semplice / sonda ATLAS COPCO - trattore M.F. 200															



CURVA DI ESPANSIONE PRESSIOMETRICA



CURVA DI "FLUAGE"

