REGIONE SICILIA

Provincia di Trapani

Comune di Marsala

PROGETTO DEFINITIVO MARINA DI MARSALA
FUTURO PIANO REGOLATORE PORTUALE

Tav.	Stato Progetto	Rev.	Data	Scala
AP R.09	DEFINITIVO		Apr. 2014	

Descrizione

Integrazione al piano di indagine eseguito

Committente

M.Y.R. Marsala Yachting Resort S.r.l.

Via Favara 452/c bis- T. +39 0923 722319

Marsala Yachting Resort

Capo Progetto e Marina Designer

Ing. Massimo Ombra

Ordine degli Ing. della Provincia di Trapani n°1046

Timbro e Firma

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trapani - Ing. Massimo OMBRA - Marsala - n. 1046 - TRAPANI

Progettisti

Coordinamento gruppo di progettazione:	Ing. Francesco Di Noto
Progettazione Architettonica:	Arch. Stefania Bacci
Progettazione Architettonica:	Itineralab Srl - Architetti Nuzzo
Ingegneria marittima / civile e studi ambientali:	Ing. Antonio D'Arrigo

Collaborazioni

Opere marittime:	Ing. Agostino La Rosa
Analisi strutturali e geotecniche:	Ing. Nicola Rustica
Impianti idrici:	Ing. Giovanni Berbiglia
Impianti elettrici e di illuminazione:	Ing. Pietro Inferrera / Ing. Massimo Brancatelli
Aspetti ambientali:	Ing. Domenico Mangano
Studi geologici e geotecnici:	Dott. Piero Merk Ricordi

QUESTO DOCUMENTO PUÒ ESSERE UTILIZZATO ESCLUSIVAMENTE PER LE FINALITÀ PREVISTE DAL CONTRATTO IN BASE AL QUALE LO STESSO È STATO FORNITO; LA RIPRODUZIONE, LA CESSIONE E COMUNQUE OGNI UTILIZZO PER FINALITÀ DIVERSE SONO VIETATE IN ASSENZA DI PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE DA PARTE DEL RESPONSABILE DEL DOCUMENTO. IL CONTENUTO DEL DOCUMENTO È PROTETTO DALLE NORME SUL DIRITTO D'AUTORE E LA PROPRIETÀ INTELLETTUALE

Piero Merk Ricordi
Geologo

Regione Siciliana

Comune di Marsala

Provincia di Trapani

Aggiornamento e riorganizzazione dell'area portuale di Marsala

Osservazioni relative ai pareri formulati dal Genio Civile di Trapani relativamente al Parere di fattibilità sismica ai sensi del DM 14.01.2008 ed al Parere ex art. 13 L. 64/74

Integrazione al Piano di indagine geognostica eseguito

Premessa ed esame delle prescrizioni

In base alle risultanze delle Conferenze dei servizi del 20 Giugno 2012 e del 27 Luglio 2012 di cui al verbale del 10 Ottobre 2013 con oggetto : Art. 6 del DPR 509/97 recepito con l'art. 75 L.R. n° 4/03 – Progetto Definitivo, prodotto dalla Società MYR srl Marsala Yachting Resort, che ha conferito mandato allo scrivente per ciò che riguarda la propria competenza, giusta lettera di incarico prot. ORD0012011 del 06/06/2011, ed alla riunione presso gli Uffici del Genio Civile di Trapani del 29/04/2014, viene di seguito prodotta la presente relazione ad integrazione di quanto già scaturito dalla esecuzione del Piano di indagine geognostica e geotecnica, fornendo ulteriori dati del sottosuolo al fine di adeguare il Progetto ai pareri e alle relative prescrizioni.

Si riportano di seguito i testi delle prescrizioni per come riportate nel documento.

Conferenza dei servizi del 27 Luglio 2012

Parere di fattibilità sismica ai sensi del DM 14.01.2008

Ufficio del Genio Civile di Trapani

Prescrizioni relative alla intera area servizi zona Margitello.

Il piano delle indagini geognostiche dell'area Margitello appare inadeguato. L'area, infatti, notevolmente estesa ed interessata da un gran numero di costruzioni, anche volumetricamente importanti, è stata interessata da un solo sondaggio meccanico a carotaggio continuo (SM6) peraltro eseguito all'esterno dell'area da edificare oltre che da due sondaggi elettrici verticali (SEV 3 e SEV 4) e da un rilievo sismico (SS4) questi all'interno anche se ai margini dell'area da edificare.

Parere ex art. 13 L. 64/74

(Conferenza dei servizi del 27 Luglio 2012)

Prescrizioni relative alla compatibilità geomorfologica.

Il piano delle indagini geognostiche, se appare appena sufficiente ad esprimere il parere di compatibilità geomorfologia ex art. 13 L. 64/74 limitatamente alle opere a mare (molo di ridosso su pali o mega dock, rettifica della testata del molo Colombo, realizzazione della darsena polifunzionale, scalo di alaggio e varo, pontili galleggianti (e a quelle a terra ubicate nella zona cantieristica e nel molo Colombo, appare, di contro, inadeguato per potere esprimere il citato parere, ex art. 13 L. 64/74, per quanto riguarda la realizzazione degli edifici da erigersi nell'area servizi zona Margitello: l'area, infatti, notevolmente estesa e interessata da un gran numero di costruzioni, anche volumetricamente importanti, è stata interessata da un solo sondaggio meccanico a carotaggio continuo peraltro eseguito all'esterno dell'area da edificare e senza prelievo di campioni (vedi pag. 27 dello studio geologico- tecnico) oltre che da due sondaggi elettrici verticali (SEV 3 e SEV 4) e da un rilievo sismico (SS4) questi all'interno anche se ai margini dell'area da edificare.

Conferenza dei servizi del 20 Giugno 2013

Parere di fattibilità sismica ai sensi del DM 14.01.2008

Ufficio del Genio Civile di Trapani

Prescrizioni relative alla intera area trasferimento operatori portuali.

L'area notevolmente estesa e interessata da un gran numero di costruzioni, alcune anche volumetricamente importanti, non è stata interessata da alcuna prospezione geognostica, né meccanica né elettrica né sismica. E' necessario pertanto integrare il piano di indagini geognostiche ed eventualmente anche la relazione geotecnica.

E' di tutta evidenza che, propedeuticamente, dovranno essere eseguite tutte le indagini geognostiche volte ad accertare, tra l'altro, le caratteristiche del materiale da dragare o scavare: infatti in prossimità della zona del molo di ponente interessata dal dragaggio non è stata eseguita alcuna prospezione geognostica.

Si segnale infine una incongruenza tra il numero di zone da sottoporre a dragaggio – cinque – indicato nella relazione tecnica e le aree rappresentate nella planimetria dei dragaggi (elaborato DF S. 05) in numero di quattro.

Prescrizioni sui dragaggi

Con riferimento ai soli aspetti che possano avere attinenza all'oggetto del presente parere – di fattibilità degli interventi ai sensi del DM 14/01/2008 – e con riferimento al dragaggio in corrispondenza del lato interno del molo di sopraflutto (molo di ponente) è necessario procedere alla verifica di stabilità del molo medesimo, e ciò in considerazione che il dragaggio si spinge fino al filo della parete interna del molo con possibile pregiudizio, se non diversamente dimostrato, della fattibilità dello stesso.

1. Fonti esaminate.

Le aree su cui vengono date prescrizioni sono tre:

1. Area dei servizi denominata "Margitello"
2. Area di trasferimento degli operatori portuali sita nel molo di levante.
3. Area del dragaggi presso il molo di ponente – diga foranea.

L'integrazione al Piano di indagine si basa su tre lavori recenti eseguiti specificatamente nei tre settori su cui sono state richieste ulteriori indagini.

Su ogni lavoro è stato eseguito uno specifico Piano di indagine consistente sia in prospezioni dirette meccaniche e SPT che prospezioni indirette di tipo geoelettrico e sismico.

Area servizi zona Margitello

La prescrizione imposta dal Genio Civile di Trapani riguarda il parere di fattibilità sismica ai sensi del D.M. 14.01.2008 esitato nella conferenza dei servizi del 10 Ottobre 2013 specificatamente per la zona di "Margitello", dove viene presentata una integrazione basata su una Relazione geologica e studio di pericolosità sismica inerente il "Progetto per la costruzione del mercato ittico comunale in zona Porto" su incarico del Comune di Marsala.

I dati utilizzati consistono nei risultati di un sondaggio meccanico, una prova penetrometrica ed una indagine di sismica a rifrazione.

Area trasferimento operatori portuali.

In tale area è stato reperito il Piano di indagine geognostica inerente il "Progetto per la realizzazione di opere per il rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni da realizzare nel Porto di Marsala", nei pressi del Lungomare Mediterraneo - V. Florio, a sud-est del centro urbano del comune di Marsala (TP), in un'area data in concessione alla ditta POLARIS CANTIERE NAUTICO S.r.l., dietro incarico conferito al geologo incaricato dalla ditta TRIVELSICILIA S.r.l..

Il Piano di indagine eseguito nel Giugno 2010 esattamente sul Molo di levante dove verranno trasferiti gli Operatori Portuali, è consistito in n° 1 sondaggio sismico a rifrazione di tipo Masw e n° 2 sondaggi a perforazione con carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati

e conseguenti prove di laboratorio per la definizione delle proprietà fisico - meccaniche del terreno di fondazione.

Dragaggi lungo la diga foranea

Ad integrazione ed ampliamento dei dati è stata utilizzata una "Perizia studi indagini geologiche e sismiche, prelievo dei campioni dei sedimenti mediante carotaggi" specificatamente eseguita sull'area richiesta, in occasione dei "Lavori di realizzazione della diga antemurale di levante e dell'escavo del Porto" – Marsala (TP) su incarico dell'Assessorato Infrastrutture e Trasporti – Ufficio del Genio Civile di Trapani eseguita in ottobre 2011.

La perizia ha comportato l'esecuzione di n° 2 sondaggi meccanici a c.c. con relative indagini di laboratorio sui 3 campioni indisturbati prelevati nei fori.

Inoltre è stata eseguita una indagine sismica diretta tipo MASW e la esecuzione di una indagine geoelettrica mediante tomografia assiale oltre che analisi chimico fisiche e batteriologice su 19 campioni.

2. Piano di indagine eseguito nell'Area Margitello.

La "Relazione geologica e studio di pericolosità sismica inerente il Progetto per la costruzione del mercato ittico comunale in zona Porto" su incarico del Comune di Marsala riporta i risultati del piano di indagine eseguito.

In tav. 1 è esposta l'ubicazione del sondaggio meccanico SM1, della prova penetrometrica PPD1 e della prospezione di sismica a rifrazione S1/B eseguiti nell'area di Margitello in occasione del progetto del mercato ittico citato al paragrafo precedente.

Va osservato innanzitutto che il progetto di riorganizzazione del porto ha subito una drastica riduzione in quest'area delle volumetrie degli edifici previsti per cui la scelta di concentrare maggiormente il piano di indagine geognostica diretta, oltre che indiretta, sull'area a mare, soprattutto in corrispondenza delle opere marittime previste, dando maggiore spazio alle indagini e prospezioni indirette sull'area denominata "Margitello" insistente sulla terraferma, ha una specifica motivazione descritta nella relazione al piano di indagine eseguito allegata al progetto definitivo.

Infatti, mentre l'area marina del porto di Marsala, era caratterizzata da pochissimi studi pregressi, peraltro condotti in passato dallo scrivente, per cui è stato necessario delineare il modello geologico tramite indagini dirette, l'area di Margitello, risulta invece sufficientemente nota e caratterizzata da diversi studi.

Attualmente l'area è scarsamente edificata e solo nel settore più vicino alla darsena e all'abitato, con vecchi immobili poco incidenti sul terreno e, nella parte rimanente, in uno stato di quasi abbandono e con i terreni affioranti.

I numerosi sopralluoghi effettuati oltre alla bibliografia reperita, hanno consentito di verificare e confermare l'affioramento diffuso della calcarenite dalla linea di costa fino quasi al parcheggio esistente e la tavola 8 della relazione presentata a supporto del progetto definitivo del porto, in cui sono riportati oltre che la geologia insistente anche i profili geologici scaturiti dalle prospezioni e dai sondaggi eseguiti, descrivono ampiamente e esaustivamente la composizione del sottosuolo che, in quest'area, vede, ove non affiorante, già dopo i primi metri, la presenza di calcarenite.

Inoltre, i sopralluoghi hanno evidenziato il carattere consistente di questo litotipo, che, spostandosi verso l'abitato, subisce un passaggio laterale di facies a limi palustri recenti ma solo

dal limite dell'area in studio verso l'interno e che non è interessata dalle costruzioni previste, e con caratteristiche meccaniche già ben note.

Questa è la motivazione che ha spinto lo scrivente a sondare con il carotaggio SM6, ubicato oltre il limite dell'area, il terreno costituente il sottosuolo dell'area "Margitello", demandando alle indagini indirette la caratterizzazione definitiva del litotipo in un'area su cui sono previste costruzioni non incidenti sul terreno e grazie alle quali è stato possibile costruire le sezioni geologiche esposte alla relativa tavola.

Ancora, attualmente, il progetto prevede degli adeguamenti che alleggeriscono notevolmente le edificazioni nell'area e riducono drasticamente la volumetria prevista.

Infatti sono stati soppressi l'edificio maggiore, destinato a diventare il supermercato, la piscina e viene ampliata notevolmente l'area di parcheggio; inoltre, le costruzioni previste sono scarsamente incidenti sul terreno calcarenitico avendo previsto al massimo 1 o 2 piani f.t. poggianti sul litotipo.

Per tale ragione, oltre il Piano di indagine, di seguito esposto, vengono previsti nella fase esecutiva ed ove sarà ritenuto necessario, l'esecuzione di saggi di scavo sulla calcarenite.

2.1. Prospezione meccanica

Il sondaggio meccanico eseguito è stato a distruzione di nucleo mediante una batteria di aste a coclea diametro Φ = 38 mm dotato di scalpello.

In tav. 2/2bis è esposta la stratigrafia del sondaggio SM1 eseguito per il progetto del mercato ittico confrontata con la stratigrafia del sondaggio SM6 eseguito per il progetto di realizzazione del porto.

Innanzitutto risulta evidente la buona correlazione fra i litotipi. Il terreno di riporto è presente fino a circa -2,00 – 2,10 mt dal pc.

Segue uno spessore di limi palustri misti a calcarenitedi circa 1 mt seguito dalla formazione calcarenitica di circa 3,00 mt che verso l'interno si approfondisce fino a -6,50 mt di profondità.

Successivamente la calcarenite passa alle sabbie limose fino alla formazione sottostante della calcarenite di Marsala che si rinviene a circa -10,00 mt dal p.c.

Infine la falda idrica, in relazione al passaggi di litologia verso il imi palustri, subisce, addentrandosi verso l'interno, un approfondimento da -1,60 mt dal p.c a -3,00 mt dal p.c.

I dati della prospezione geoelettrica (tav. 3) indicano chiaramente che si tratta di acqua marina o salmastra che causa una impennata della resistività.

2.2. Caratteristiche meccaniche dei litotipi

Per ciò che riguarda le caratteristiche meccaniche dei litotipi riscontrati, in base all'ampia bibliografia esistente ed in base al test penetrometrico eseguito anche in terreni omologhi interpretati secondo la normativa vigente si ha:

a) Depositi palustri – Il complesso è molto recente ed eterogeneo e formato da corpi lenticolari di spessore metrico costituito da terreni alterati e rimaneggiati a granulometria fine talora media.

La granulometria fine (limi argillosi e sabbiosi) in misura percentualmente maggiore conferisce un carattere pseudocoesivo al litotipo ma la ricchezza di sostanza organica di natura spesso marina rende tale litotipo piuttosto molle, se non fluido, rendendolo molto permeabile o addirittura fortemente imbibito di acqua.

I parametri meccanici di riferimento sono :

$\gamma = 1,65 – 1,70\ T/m^3$

$c' = 0,00\ T/m^2$ $\quad$ $c_u = 0,00 – 1,00\ T/m^2$

$W_n = 40 – 45\ \%$ $\quad$ $W_p << W_n$ $\quad$ $W_l \approx W_n$

$\phi' = 16°$ $\quad$ $\phi_u = 0°$

$I_c \leq 0,5$ $\quad$ $I_p = 15 – 20\ \%$

b) Depositi terrazzati calcarenitici di età tirreniana– E' composta da due orizzonti, quello più superficiale è di tipo arenaceo – sabbioso mentre in più profondo è di tipo sabbioso.

Orizzonte arenaceo – sabbioso.

Strati di sabbie medio grossolane debolmente limose intercalate nei livelli calcarenitici con inclusioni di nuclei arenacei a granulometria ghiaiosa. Si presentano scarsamente addensati o a luoghi con scarsa cementazione.

I parametri meccanici di riferimento sono :

$\gamma_{sat} = 1,85 – 1,90\ T/m^3$

$c' = 0,00\ T/m^2$ $\quad$ $c_u = 2,00 – 3,00\ T/m^2$

$D_r \approx 30 – 45\ \%$ $\quad$ $M_{ed} = 100 – 120\ kg/cm^2$

$\phi' = 30° – 32°$ $\quad$ $\phi_u = 0°$

Orizzonte sabbioso.

Costituito prevalentemente da sabbie fini di genesi carbonatica monogranulari a bassissima percentuale limosa ad addensamento medio basso che cresce all'aumentare della profondità. Sono presenti nuclei arenacei.

I parametri meccanici di riferimento sono :

γ_{sat} = 1,75 – 1,80 T/m^3

c' = 0,00 T/m^2

M_{ed} = 50 kg/cm^2

ϕ' = 24°

c) Calcarenite di Marsala di età emiliano – siciliano. Si rinviene a circa -10 mt dal p.c e sono presenti inclusioni di lenti sabbio – argillose.

I parametri meccanici di riferimento sono :

γ = 1,90 T/m^3

c' = 0,50 T/m^2

ϕ' = 30°

2.3. Prova penetrometrica

Oltre al carotaggio meccanico è stato anche eseguita una prova penetrometrica dinamica continua (standard DPM).

Per l'esecuzione di tale prova è stata utilizzata una attrezzatura Deep Drill mod. DL 30 IT-SA con le seguenti caratteristiche :

Peso massa battente :	M = 30 kg
Altezza caduta libera :	H = 0,20 m
Peso sistema battuta :	MS = 13 kg
Diametro punta conica:	D = 35,70 mm
Area base punta conica :	A = 10 cm^2
Angolo apertura punta:	$\alpha = 60°$
Lunghezza aste:	La = 1 m
Peso unitario aste:	Ma = 2.93 kg/m
Prof. Giunz. 1° asta:	P1 = 0.80 m
Avanzamento punta :	$\delta = 0.10$ m
Numero colpi punta:	N = N(10) per un avanzamento pari a 10 cm.
Energia specifica :	$Q = (MH)/(A\delta) = 6 kg/cm^2$ (prova SPT: Qspt = 7.83 kg/cm^2
Coeff. Teorico energia:	$\beta t = Q/Qspt = 0.766$ (teorico :Nspt = βtN).

Per tale tipo indagine la frequenza di battuta è stata 30 colpi/minuto e non sono stati rilevati attriti laterali. In tab. 1/1bis grafici sono riportati i risultati.

2.4. Prospezione sismica

L'esecuzione della prospezione sismica S1/B, è stata eseguita con una metodologia indiretta e diversa da quella utilizzata per il progetto del porto, ma è stato lo stesso possibile fare una correlazione con i dati della prospezione T4/SS4 eseguita per il progetto del porto. In tav. 4 è ubicata la traccia del profilo sismico.

La strumentazione utilizzata è costituita da un sismografo Pasi LCM 12 canali con sistema di controllo dati analogico/digitale, geofoni orizzontali 14 Hz elettromagnetici a bobina mobile e massa battente per l'energizzazione del terreno di peso pari a 18 kg posta su piastra metallica.

I risultati ottenuti sono stati correlati con i dati ricavati per cui si osserva che il profilo sismico S1 è costituito dalla presenza di due sismostrati .

Il più superficiale di spessore di circa 3,40 m, presenta un andamento suborizzontale con velocità di propagazione delle onde longitudinali pari a 324 m/s.

Questa è correlabile con i terreni di natura antropica passanti verso il basso a limi sabbiosi con presenza di materia organica a scarsa consistenza.

Il secondo sismostrato è più profondo e presenta una velocità di onde longitudinali pari a 1.432 m/s ed è correlabile con il litotipo calcarenitico a componente sabbiosa saturo.

Sulla base di questi dati e della identificazione delle onde trasversali ottenute attraverso l'uso dei geofoni orizzontali riferiti ai profili sismici campione, è stato possibile definire in modo indiretto il modulo di Poisson (σ) ed il modulo E di elasticità di Young.

Infatti $E = Vp^2 * \gamma * [(1+\sigma)*(1-2\sigma)/(1-\sigma)]$ dove $\sigma = [{}^1/_2(R^2)-1]/(R^2-1)$ con $R = Vp/Vs$

Per cui per il profilo sismico si ha che:

$\sigma 1 = 0{,}424$ $E_1 = 753$ kg/cm^2

$\sigma 2 = 0{,}416$ $E_2 = 15525$ kg/cm^2

In tab. 2/2 bis sono esposti i parametri e il grafico derivanti dal sofware di calcolo.

Per ciò che riguarda la pericolosità sismica, i dati ricavati ai sensi della circolare ARTA 31/01/1995 n. 2222 consentono di inserire i terreni in esame nel **tipo S1 comma 2** ovvero "depositi di sabbie e ghiaie addensati e/o terreni coesivi compatti senza un substrato a forte contrasto di proprietà meccaniche entro i primi 90 mt dalla superficie, caratterizzati da valori crescenti delle onde trasversali compresi fra 250 e 500 m/s per profondità da 5 a 30 m e nella fascia tra 350 e 700 m/s per profondità maggiori. Questa classificazione vale nei terreni in cui sono presenti i depositi palustri per i quali vengono prescritte fondazioni necessariamente su pali.

Per l'azione sismica di progetto invece, ai sensi del D.M. 14/01/2008 il suolo viene classificato in **categoria B** relativamente ai depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con l'aumento della profondità e da valori di Vs30 compresi fra 360 m/s e 800 m/s.

Tali dati sono in accordo con quanto esposto per la prospezione sismica SS4 eseguito per il progetto del porto (vedi progetto definitivo – relazione sismica).

3. Piano di indagine eseguito nell'area trasferimento operatori portuali

Per quest'area è stato reperito un Piano di indagine geognostica eseguito per la redazione del il "Progetto per la realizzazione di opere per il rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni da realizzare nel Porto di Marsala", nei pressi del Lungomare Mediterraneo - V. Florio, a sud-est del centro urbano del comune di Marsala (TP), in un'area data in concessione alla ditta POLARIS CANTIERE NAUTICO S.r.l., dietro incarico conferito dalla ditta TRIVELSICILIA S.r.l..

Il Piano di indagine è stato eseguito nel Giugno 2010 esattamente sul Molo di levante dove verranno trasferiti gli Operatori Portuali indicato nella prescrizione della conferenza dei servizi del 20 giugno 2013, ed è consistito in n° 1 sondaggio sismico a rifrazione di tipo Masw e n° 2 sondaggi a perforazione con carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati e conseguenti prove di laboratorio per la definizione delle proprietà fisico - meccaniche del terreno di fondazione.

Lo stralcio aerofotogrammetrico scala 1:2.000 in tav. 5, 6 e 7 su scala 1:10.000 mostra l'ubicazione dei due sondaggi meccanici a c.c. e della prospezione sismica masw.

3.1. Prospezione meccanica

Per la redazione dello studio, sono stati eseguiti n° 2 Sondaggi a rotazione con carotaggio continuo e durante i lavori di perforazione sono stati prelevati dei campioni indisturbati con fustella d'acciaio, in particolare :

Sondaggio S1	Sondaggio S2
- alla profondità di 14.00	- alla profondità di 13.00

In tav. 7a e 7b sono esposte le stratigrafie mentre in tav. 8 è esposta la sezione..

Da quanto esposto si osserva che i terreni interessati dal progetto sono costituti, dall'alto verso il basso, da :

- terreno di riporto
- sabbie e limo
- argille limose

Il **Terreno di riporto** è costituito da un deposito caotico di materiale di natura eterogenea (areniti, sfabbricidi, limi), insistente su tutta la banchina e con caratteristiche geotecniche scadenti. Da quanto dichiara il geologo incaricato, sembra che tale litotipo è stato rimosso come terreno di fondazione in sede di realizzazione del progetto.

Il **Complesso sabbioso-limoso** è costituito da una sequenza di sabbie a granulometria variabile con clasti prevalentemente calcarei alternate a limi ed argille limo-sabbiose.

Le sabbie si presentano stratificate con immersione verso Sud - Sud Ovest ed uno spessore complessivo di oltre dieci metri, il colore è giallo tendente al grigio per la presenza di limo. In prossimità dei giunti di stratificazione sono evidenti intercalazioni limose; localmente sono ricoperti da materiale di origine detritico - eluviale.

La presenza di queste intercalazioni è spiegabile in quanto l'area era probabilmente una zona di passaggio tra l'ambiente di deposizione eminentemente clastica, prossima alla linea di spiaggia, e l'ambiente di deposizione pelitica di mare più profondo.

Al di sotto e lateralmente si trovano depositi argillo - conglomeratici con una componente limo - sabbiosa. Essi si presentano in superficie leggermente alterate, con patine di alterazione rossastra.

Le **argille sabbiose** sono state osservate dalla linea di spiaggia fin dove inizia la spianata delle calcareniti a nord del versante. Trattasi in particolare di argille frammiste a limi e sabbie di colore giallo-bruno, con un elevato grado di plasticità e segni di alterazione in superficie, ma con una compattezza maggiore ed una plasticità minore negli strati inferiori. La formazione si presenta con predominanti caratteri di argilla ed argilla sabbiosa grigia, a tratti più consolidata tanto da assumere consistenza marnosa.

Passaggi laterali di facies portano queste argille a presentarsi sotto forma di sabbie più o meno sciolte. In affioramento si presentano fortemente rimaneggiate ed alterate, frammiste a limi e sabbie.

Spesso nel deposito argilloso è possibile rinvenire frammenti arenitici di diverse dimensioni derivanti dalla sovrastante formazione calcarenitica. La presenza di limi e sabbie aumenta la possibilità di essere più facilmente aggredita dall'azione demolitrice degli agenti esogeni.

Le areniti e le argille di età Pleistocenica sono riferibili alla Formazione della **Calcarenite di Marsala**, costituita da calcareniti, argille, limi, sabbie, conglomerati e ghiaie.

3.2. Caratteristiche meccaniche dei litotipi

I terreni analizzati sono stati raggruppati in tre strati e classificati dal punto di vista geotecnico, nel modo seguente:

Strato 1 - Terreno superficiale di riporto costituito da accumuli di pietrame di varia natura e pezzatura, sostanze organiche e minerali frammiste a sabbia, limo e detrito arenitico, con caratteristiche geotecniche scarse ed eterogenee.

Strato 2 - Livelli di sabbie con limo di colore giallastro tendente al grigio mediamente addensati e consistenti, a grana grossolana ma con struttura omogenea, con spessori visibili chiaramente dalle colonne litostratigrafiche dei sondaggi.

I parametri meccanici misurati sono :

peso di volume γ = 1953 dan/mc

peso di volume efficace γ' = 850 dan/mc

coesione drenata c' = 0.00 dan/cmq

coesione non drenata cu = 0.00 dan/cmq

angolo d'attrito interno φ = 27°

costante di winkler w = 12 dan/cmc

n s p t medio nspt= 31

resistenza punta qc = 70 dan/cmq

modulo edometrico eed = 200 dan/cmq41

modulo elastico es = 8420 dan/cmq

coefficiente di poisson ν = 0,41

modulo di deformazione a taglio g = 2950 dan/cmq

coeff. di sovraconsolidazione o c r = 1

Strato 3 - Livelli di argille con limo presentano una colorazione verdastra tendente al grigio scuro, risultano plastici ma consistenti ed a struttura omogenea.

I parametri meccanici misurati sono :

peso di volume γ = 2090 dan/mc

peso di volume efficace γ' = 960 dan/mc

coesione drenata c' = 0.20 dan/cmq

coesione non drenata cu = 0.30 dan/cmq

angolo d'attrito interno φ = 24°

costante di winkler w = 10 dan/cmc

n s p t medio nspt= 20

resistenza punta qc = 55 dan/cmq

modulo edometrico eed = 500 dan/cmq

modulo elastico es = 14830 dan/cmq

coefficiente di poisson ν = 0,38

modulo di deformazione a taglio g = 5370 dan/cmq

coeff. di sovraconsolidazione o c r = 1

In allegato 1 sono esposti i risultati delle prove di laboratorio.

3.2. Prove penetrometriche in foro (s.p.t.)

Nel corso dei due sondaggi geognostici sono state eseguite n° 4 prove S.P.T. in foro, secondo la normativa ASTM n° D. 1586/68, alle profondità indicate nelle colonne stratigrafiche.

Le caratteristiche dell'attrezzatura utilizzata, è la seguente:

Campionatore tipo Raymond, diametro Øest 50.0 mm e Øint 35.0 mm, lunghezza utile 630 mm, munito di valvola a sfera alla sommità e con utensile di avanzamento costituito da scarpa o da punta conica, in funzione della composizione granulometrica dei livalli attraversati;

Massa battente di peso pari 63.5 Kg, con l'altezza di caduta uguale a 762 mm, munita di dispositivo automatico di sganciamento;

Aste collegate al campionatore aventi peso pari a 6.5 Kg/ml;

Centratore di guida e di irrigidimento installato tra la testa di battuta in sommità e il piano di campagna;

Differenza fra il diametro esterno delle aste e il diametro della tubazione di rivestimento non superiore a 60 mm.

I valori ottenuti sono stati normalizzati per tenere conto, sia della pressione del terreno sovrastante, sia del rendimento del sistema d'infissione, riferendoli ad un valore unitario della pressione verticale efficace, con un rendimento dell'apparecchiatura penetrometrica pari al 60%.

Dall'interpretazione dei dati ottenuti dalle suddette prove in foro sono stati ricavati i parametri di coesione non drenata (Cu) per quanto riguarda i terreni coesivi (argille e argille sabbiose) e di

densità relativa (Dr) per i materiali granulari quali sabbie. Nella tabella seguente sono indicati i valori ricavati dalle prove SPT.

	Prof.	***(0.15)***	***(0.30)***	***(0.45)***	***Nspt***
S1	9.00	10	14	17	31
S1	11.00	35	30	24	54
S2	10.50	6	6	8	14
S2	14.00	8	13	16	29

3.3. Prospezione sismica MASW

Lo studio geosismico ha avuto lo scopo di individuare le velocità di propagazione delle V_{s30} onde sismiche secondarie all'interno dei terreni che costituiscono i primi 30 metri di sottosuolo, secondo la normativa vigente (D.M. 14/01/2008 e successive modifiche e Circ. C.S.LL.PP n° 617 del 02/02/2009).

Nello specifico si è scelto di operare secondo la metodologia MASW che ha consentito la valutazione del parametro Vs30 ai fini della classificazione sismica del suolo di fondazione.

La campagna di indagini geofisiche é stata articolata in una prospezione sismica realizzata tramite la collocazione lungo un allineamento definito di 51 metri di 24 geofoni PASI, aventi una frequenza di 4,5 hz, posti con una equidistanza di 2 metri ed un offset posto a 5 metri dal primo geofono.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato il sismografo digitale PASI 16SG24N a 24 canali ad alta risoluzione.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza di battuta del peso di 8 kg con interruttore starter battente su una piastra metallica che è stata utilizzata come dispositivo in grado di generare onde sismiche.

Le caratteristiche di acquisizione dei sondaggi sismici eseguiti sono le seguenti:

Lunghezza totale della stesa (m)	Numero geofoni (4.5 Hz)	Posizione Off set dal primo geofono (m)	Posizione primo geofono (m)	Posizione ultimo geofono (m)	Equidistanza tra i geofoni (m)
51	24	5	0	46	2

Dall'esame della stratigrafia è evidente che la velocità di propagazione delle onde sismiche secondarie risulta crescente con l'aumentare della profondità.

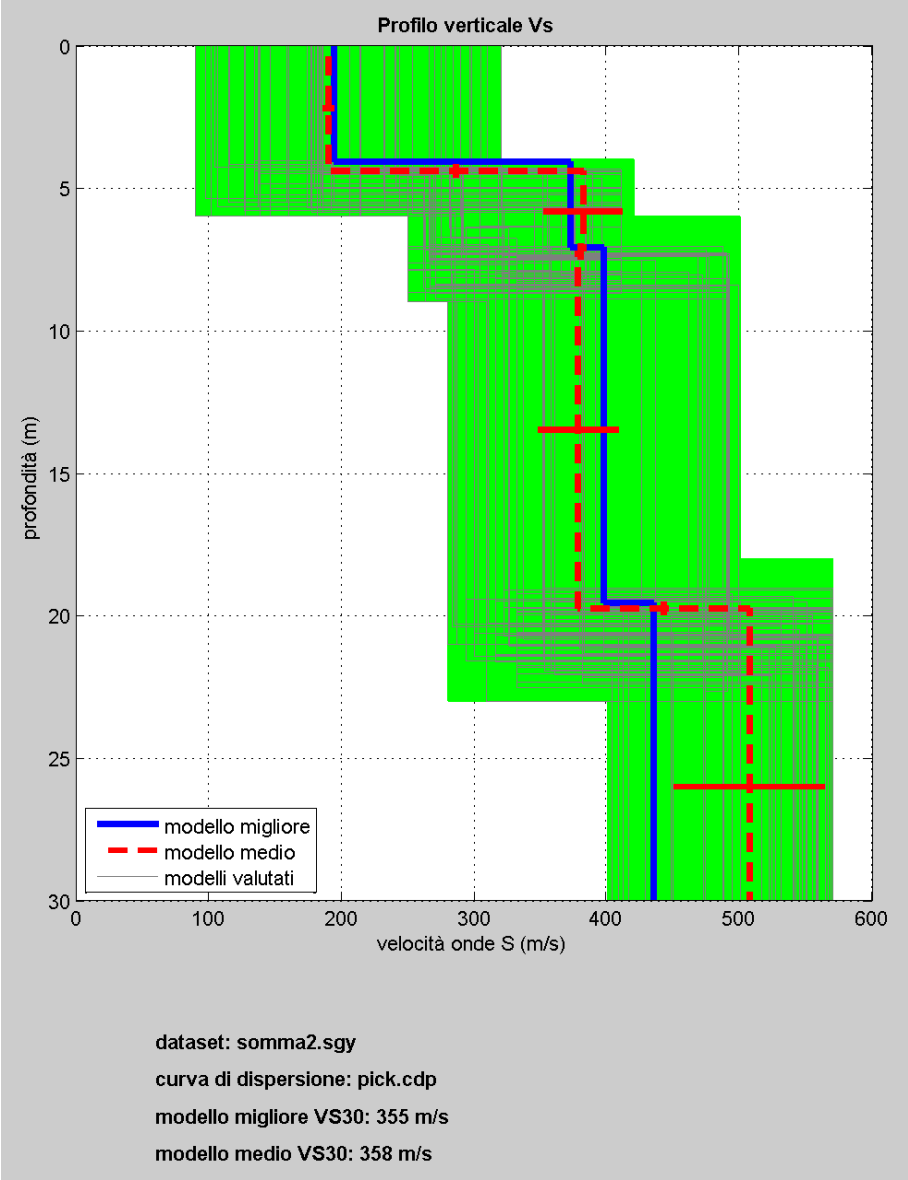
I dati ottenuti dal modello medio rappresentati nella figura 1- Profilo verticale delle Vs ottenuto dall'inversione della curva di dispersione della velocità di fase delle onde superficiale di Rayleigh sono i seguenti:

VS (m/s): 190 , 382 , 378 , 507

Deviazioni Standard (m/s): 4 , 30 , 30 , 57

Spessori (m): 4.4 , 2.8 , 12.5

Deviazioni Standard (m): 0.2 , 0.3 , 0.2



Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici:

Stima VP (m/s): 406 , 967 , 1050 , 1157

Stima densità (gr/cm^3): 1.84 , 2.05 , 2.07 , 2.09

Stima modulo di Poisson: 0.36 , 0.41 , 0.43 , 0.38

Stima modulo di taglio (MPa): 66 , 299 , 295 , 537

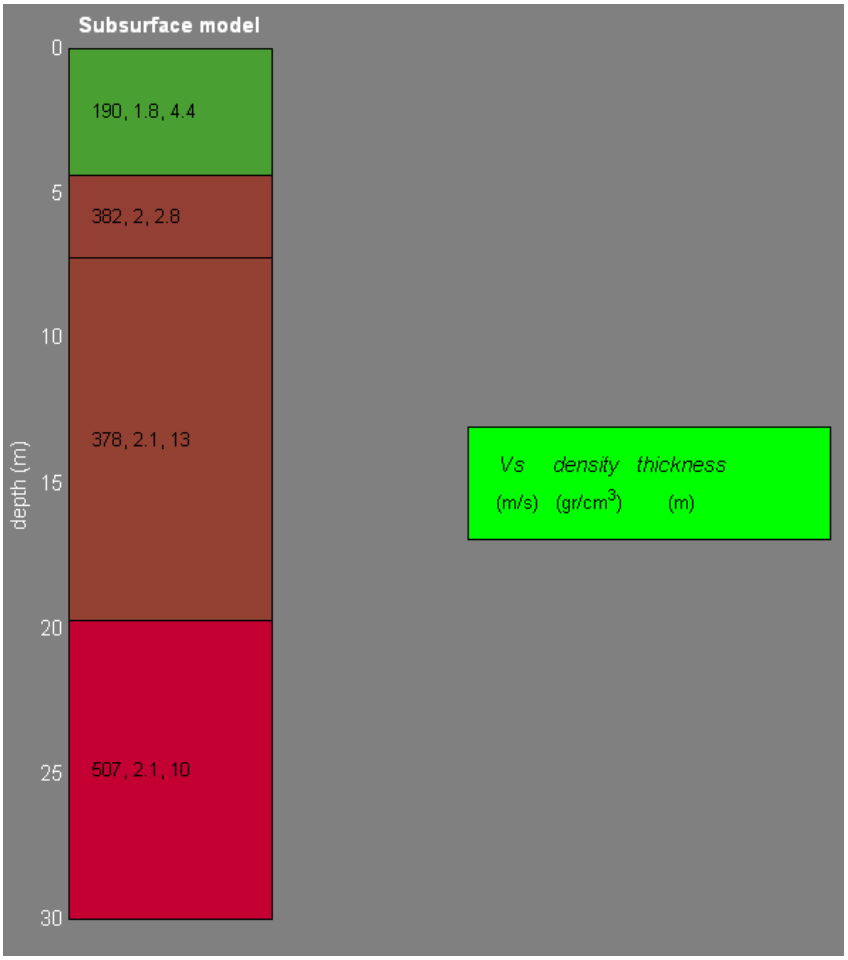
Stima modulo di compressione (MPa): 214 , 1515 , 1884 , 2081

Stima modulo di Young (MPa): 180 , 840 , 842 , 1483

Stima modulo di Lamé (MPa): 170 , 1316 , 1687 , 1723

VS30 (m/s): 358 Classificazione del suolo: C

"Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fine)".



La tabella seguente riporta i valori del parametro Vs30 ottenuti per il modello migliore e per il modello medio per il sondaggio.

Masw1	Modello Medio	**358 m/s**
	Modello Migliore	**355 m/s**

Anche in questo caso si osserva una correlazione con i dati delle prospezione sismiche eseguite per il progetto del porto.

E' chiara una correlazione con la prospezione SS1 in cui Vs(0.0-30.0)=497m/s.

4. Piano di indagine eseguito nell'area della diga foranea

Innanzitutto occorre premettere che, con riferimento alla tavola batimetrica del progetto definitivo, il dragaggio non sarà eseguito a filo della diga antemurale perché, come ben evincibile dalle isobate, c'è la presenza dei massi guardiani su cui fonda la diga che preclude qualunque operazione di dragaggio per una distanza media di circa 10 m.

In ogni caso la struttura della diga si presenta massiccia e difficilmente uno scavo subacqueo potrebbe pregiudicarne la stabilità.

In tal senso in tav. 11, sulla base dei dati acquisiti dallo scrivente mediante le ricognizioni dirette e dalle misurazioni indirette, sono esposte due sezioni del molto foraneo e la sezione tipologica di escavo.

In fase esecutiva, propedeutiche alle operazioni di dragaggio sarà la ridefinizione della batimetria in quanto la tavole del progetto risale al 2011, e la verifica della stabilità dei fronti di escavo fino ad una profondità di -6,00 mt slm sulla base dei dati meccanici ricavati dal piano di indagine eseguito.

Al fine di ottemperare alle prescrizioni dell'Ufficio del Genio Civile di Trapani, viene prodotto il piano di indagine eseguito in ottobre 2011 inerente la "Perizia studi indagini geologiche e sismiche, prelievo dei campioni dei sedimenti mediante carotaggi" specificatamente eseguita sull'area richiesta, in occasione dei "Lavori di realizzazione della diga antemurale di levante e dell'escavo del Porto" – Marsala (TP) su incarico dello stesso Assessorato Infrastrutture e Trasporti – Ufficio del Genio Civile di Trapani.

Tale lavoro costituisce il documento progettuale della messa in sicurezza del porto interessato dal progetto di riorganizzazione di cui la presente è integrazione.

La perizia ha comportato l'esecuzione di n° 2 sondaggi meccanici a c.c. con relative indagini di laboratorio sui 3 campioni indisturbati prelevati nei fori.

Inoltre è stata eseguita una indagine sismica diretta tipo MASW e la esecuzione di una indagine geoelettrica mediante tomografia assiale oltre che analisi chimico fisiche e batteriologiche su 19 campioni. In tav. 9 è esposta l'ubicazione delle indagini eseguite.

4.1. Prospezione meccanica

La prospezione meccanica eseguita è stata articolata in n° 2 sondaggi meccanici a c.c. S1 e S2 e prove penetrometriche dinamiche tipo SPT con il prelievo di tre campioni indisturbati su cui sono state condotte le opportune analisi meccaniche. In tav. 10° e 10b sono esposte le stratigrafie.

Sia il sondaggio S1 eseguito sull'antemurale che il sondaggio S2 eseguito in punta della banchina di ponente hanno restituito una stratigrafia che da 0,00 m sulla banchina a -6,00 m presenta terreno di riporto misto a blocchi calcarei e calcareniti che verosimilmente costituiscono il riempimento della banchina stessa.

Da -6,00 mt a – 10,00 mt sono state rinvenute sabbie grossolane grigio giallastre debolmente addensate con intercalazioni di calcarenite ed abbondanza di sostanza organica (RQD>10%).

4.2. Caratteristiche meccaniche del litotipo interessato dal dragaggio

In merito ai campioni, questi sono stati prelevati :

Sondaggio	Campione 1	Campione 2
S1	Da -5,00 m a -5,50 m	Da -8,00 m a – 8,40 m
S2	Da -10,00 m a -10,50 m	

Il litotipo sottostante il terreno che costituisce la banchina è stato classificato come sabbia grossolana (72% - 84%) con percentuale una frazione minoritaria di ghiaia (16% - 22%) di colore grigio debolmente addensata.

I risultati delle analisi eseguite sui campioni sono i seguenti :

Il peso dell'unità di volume (γ) è pari a 17,48 – 21,67 KN/mc.

Il contenuto naturale d'acqua (Wn) presenta un valore elevato pari a 16,29 % - 26,41%.

Il grado di saturazione (S) è pari a 65,43% – 100%.

L'indice di porosità (n) è pari a 30,71% - 47,84%.

L'indice dei vuoti (e) è pari a 0,44 – 0,92.

Le prove di taglio CD hanno fornito valori di coesione $27,95 < c' < 45,67$ KPa e angolo di attrito interno $33,1° < \phi' < 47°$.

In allegato 2 sono esposti i risultati delle prove di laboratorio.

4.3. Prove penetrometriche (s.p.t.)

Infine la prove penetrometriche dinamiche discontinue STP sono state 4.

Ogni prova è consistita nella battuta di un maglio di 63,5 kg da una altezza di 0,75 mt su una batteria di aste con estremità a punta conica.

I risultati sono stati i seguenti:

Sondaggio	**Inizio prova (m)**	**1° tratto**		**2° tratto**		**3° tratto**	
		Colpi (n)	Avanzamento (cm)	Colpi (n)	Avanzamento (cm)	Colpi (n)	Avanzamento (cm)
S1	5,50	3	15	3	15	5	15
	8,40	5	15	5	15	9	15
S2	5,00	1	15	1	15	4	15
	8,00	1	15	2	15	4	15

4.4. Indagini geofisiche

Le prospezioni geofisiche sono consistite in una indagine MASW ed una indagine geoelettriche tomografica.

4.4.1. Prospezione sismica MASW

E' consistita in n°2 stendimenti S1-S2 di lunghezza pari a 24 mt. I risultati sono stati i seguenti :

Stendimento sismico	**Strato sismico**	**Vs (m/s)**	**Spessore/litologia (m)**
S1	Orizzonte superficiale alterato di varia natura e consistenza	248.43	0.00m-9,54 m Orizzonte a bassa consistenza
	Orizzonte a medio grado di consistenza	450.19	9,54 m -18,13 m orizzonte a media consistenza addensati e/o debolmente cementati
	Orizzonte a Medio/Buono grado di consistenza	844.55	18,13 m -30,00 m orizzonte a buona consistenza di natura litoide

Stendimento sismico	**Strato sismico**	**Vs (m/s)**	**Spessore/litologia (m)**

S2	Orizzonte superficiale alterato di varia natura e consistenza	266.63	0.00m-9,95 m Orizzonte a bassa consistenza
	Orizzonte a medio grado di consistenza	474.74	9,95 m -23,45 m orizzonte a media consistenza addensati e/o debolmente cementati
	Orizzonte a Medio/Buono grado di consistenza	842.24	23,45 m -30,00 m orizzonte a buona consistenza di natura litoide

Le misure delle V_{s30} per le due prospezioni sono :

S1 V_{s30} : 419,36 m/s **S2 V_{s30} : 407,99 m/s**

Secondo tali dati, la classificazione sismica del terreno è di tipo B relativamente ai depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o argille molto consistenti con spessori di diverse decine di metri caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con l'aumento della profondità e da valori di Vs30 compresi fra 360 m/s e 800 m/s ovvero NSPT 30>50 nei terreni a grana grossa e C_{u30} > 250 KPa..

Tali dati sono in accordo con quanto esposto per la prospezione sismica SS3 ed SS2 eseguite per il progetto del porto (vedi progetto definitivo – relazione sismica).

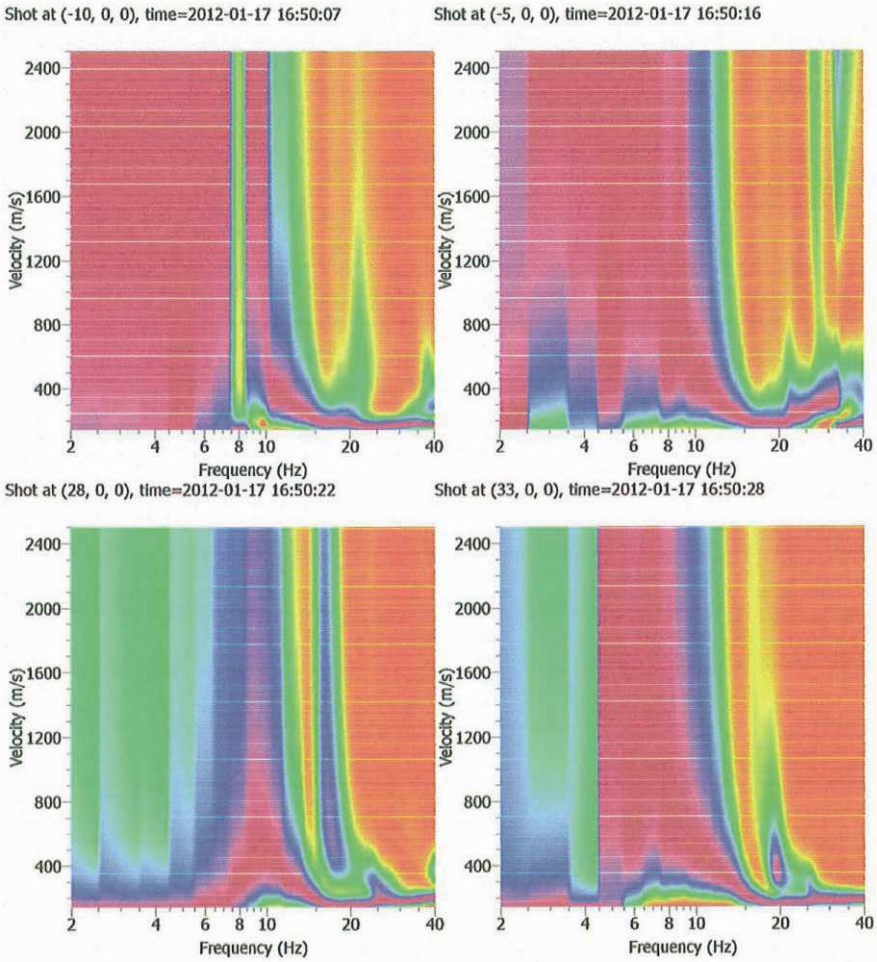
Di seguito vengono esposti i profili masw eseguiti e lre relative schede.

SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	**SISMICA A RIFRAZIONE**		**DOWN HOLE**		**MASW**	**x**
Nome stendimento	**MASW S1**					
Ubicazione	**VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA**					
Strumento utilizzato	**AMBROGEO ECHO 24/2004**					
Operatore	Geol. A. Mendolia – Geol. A. Ardagna					
N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D	**24/24**					
Geofoni verticali modello/marca	**R.T. Clark a bobina mobile frequenza 4.5 Hz**					
Geofoni orizzontali modello/marca						
Lunghezza stendimento	**24 metri + 4 offset 5-10 m**					
Interdistanza geofonica onde P/Raylegh	**1 metri**					
Interdistanza geofonica onde S						
n. tiri eseguiti onde P	**4**					
n. tiri eseguiti onde S						
Sistema di energizzazione	**Massa battente 8 kg**					
Lunghezza finestra acquisizione msec	**2 sec.**					
Filtro applicato	**500-700 Hz**					
Funzioni sommatorie applicate	**si**					
Programma utilizzato per acquisizione	**Ambrogeo echo 2004 utility vers. Sept. 2005**					
Programma utilizzato per elaborazione dati	**geopsy - Dinver (Sesarray) – Vscope 2.2.82**					
Allegati al presente documento	**Sezioni interpretative**					

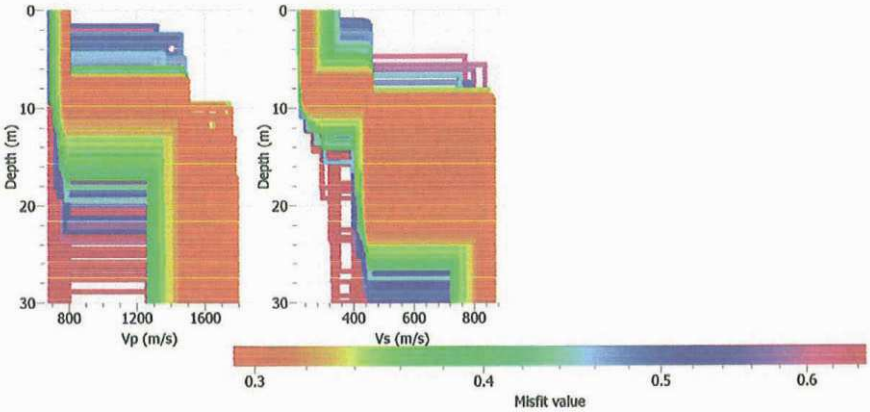
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

CURVE DI DISPERSIONE RELATIVE AI 4 SEGNALI OTTENUTI DALLE DIVERSE CONFIGURAZIONI DI ENERGIZZAZIONE (SCOPPI) STENDIMENTO MASW S1



PROFILO VERTICALE DELLE VELOCITA' OTTENUTE DALL'INTERPRETAZIONE DELLE CURVE SOPRASTANTI

STENDIMENTO MASW S1

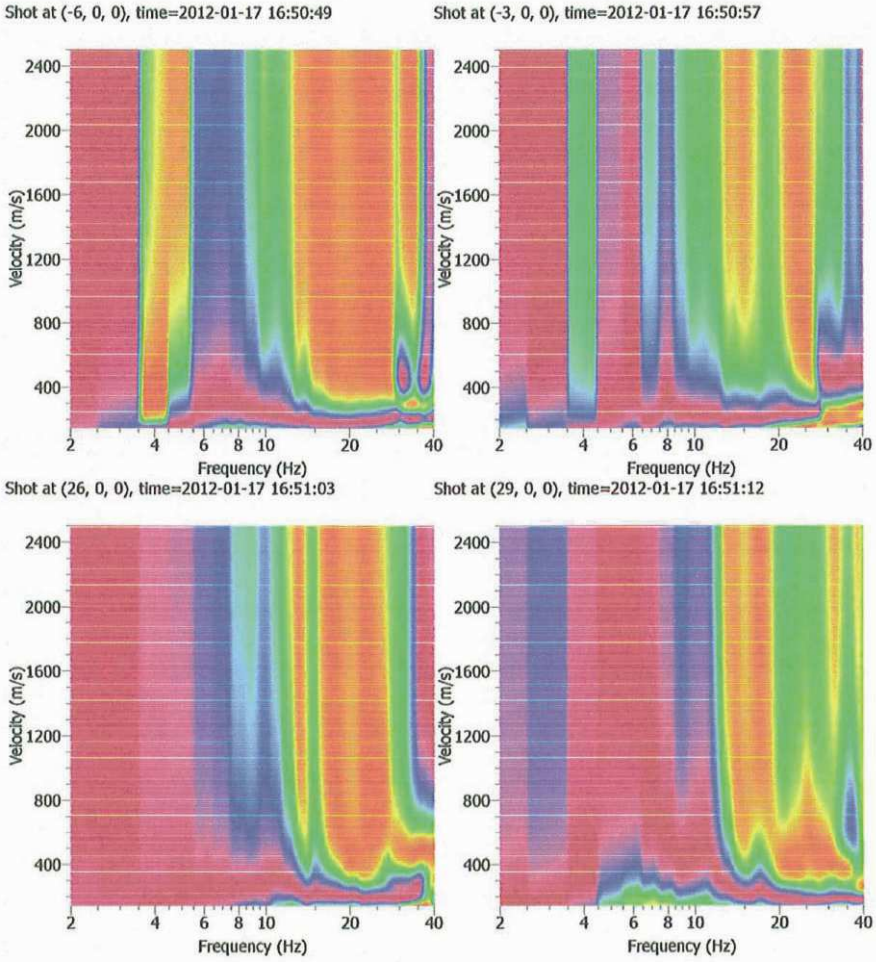


SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE SISMICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	**SISMICA A RIFRAZIONE**		**DOWN HOLE**		**MASW**	**x**
Nome stendimento	**MASW S2**					
Ubicazione	**VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA**					
Strumento utilizzato	**AMBROGEO ECHO 24/2004**					
Operatore	Geol. A. Mendolia – Geol. A. Ardagna					
N° canali utilizzati /bit conversione segnale A/D	**24/24**					
Geofoni verticali modello/marca	**R.T. Clark a bobina mobile frequenza 4.5 Hz**					
Geofoni orizzontali modello/marca						
Lunghezza stendimento	**24 metri + 4 offset 3-6 m**					
Interdistanza geofonica onde P/Raylegh	**1 metri**					
Interdistanza geofonica onde S						
n. tiri eseguiti onde P	**4**					
n. tiri eseguiti onde S						
Sistema di energizzazione	**Massa battente 8 kg**					
Lunghezza finestra acquisizione msec	**2 sec.**					
Filtro applicato	**500-700 Hz**					
Funzioni sommatorie applicate	**si**					
Programma utilizzato per acquisizione	**Ambrogeo echo 2004 utility vers. Sept. 2005**					
Programma utilizzato per elaborazione dati	**geopsy - Dinver (Sesarray) – Vscope 2.2.82**					
Allegati al presente documento	**Sezioni interpretative**					

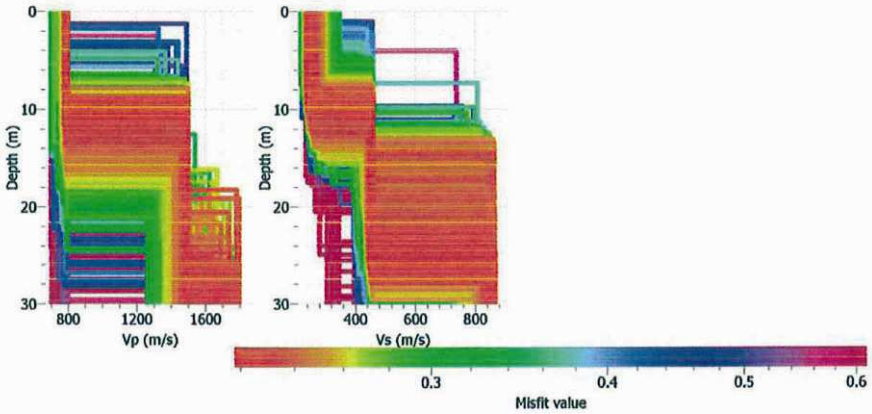
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

CURVE DI DISPERSIONE RELATIVE AI 4 SEGNALI OTTENUTI DALLE DIVERSE CONFIGURAZIONI DI ENERGIZZAZIONE (SCOPPI) STENDIMENTO MASW S2



PROFILO VERTICALE DELLE VELOCITA' OTTENUTE DALL'INTERPRETAZIONE DELLE CURVE SOPRASTANTI

STENDIMENTO MASW S2



4.4.2. Indagine geoelettrica tomografica

Questa prospezione è consistita in n° 4 stendimenti a configurazione quadripolare tipo Wenner, che hanno restituito la colonna elettrostratografica del sottosuolo fino a -19,80 m dal p.c..

Le sezioni restituite hanno evidenziato una resistività variabile fra 0,14 Ωm e 2,00 Ωm.

Le elettrostratigrafie hanno indicato uno spessore superficiale variabile da 4,50 mt a 6,30 mt slm a 0,14 Ωm < resistività< 0,35 Ωm. Tale spessore corrisponde alla batimetria investigata.

Successivamente è presente un elettrostrato subparallelo a 0,35 Ωm < resistività< 0,70 Ωm a profondità variabile da -8,00 mt a -9,20 slm riferibile a sedimenti sciolti imbibiti di acqua.

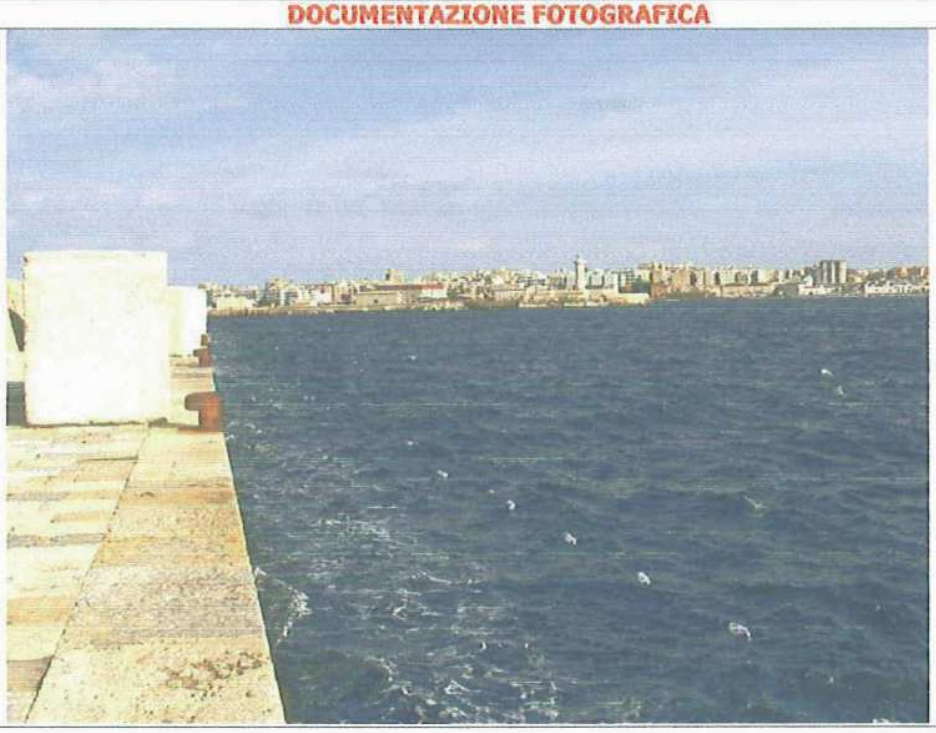
Oltre tale profondità si osserva una impennata delle georesistività fino ad oltre 2 Ωm con elettrostrati subparalleli passanti alla formazione litoide probabilmente imbibita di acqua.

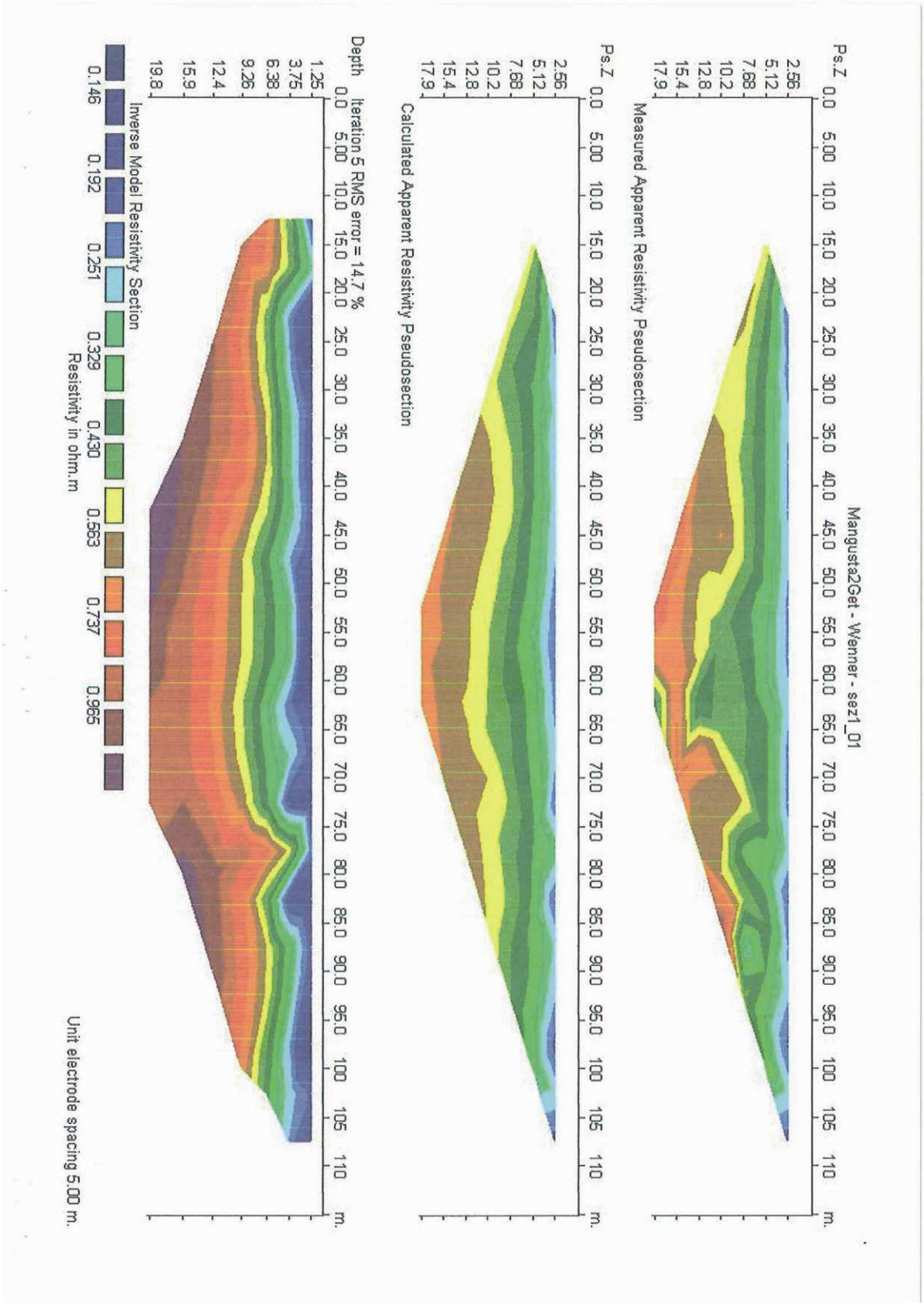
Di seguito sono esposti i dettagli delle sezioni della tomografia eseguita.

SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	**SEV**		**SEO**		**TOMOGRAFIA ELETTRICA**	**X**
Nome stendimento	**sez 01**					
Ubicazione	**VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA**					
Strumento utilizzato	**AMBROGEO MANGUSTA TMG 255**					
Operatore	Geol. A. Ardagna, Geol. A.Mendolia Geol. V. F. Ingrassia					
N° elettrodi utilizzati / N° totali	**24/48**					
Interdistanza cavi	**5 m**					
Interdistanza elettrodica	**5 m**					
Lunghezza stendimento	**115 m**					
Sistema di energizzazione	**PASI, con potenza massima output ± 300 V**					
Filtro applicato	**Su software in fase di editing**					
Scarto max misura diretta/inversa	**± 10%**					
Programma utilizzato per acquisizione	**Mangusta sistem**					
Programma utilizzato per elaborazione dati	**RES 2d inv**					
Note alla presente scheda	**xxxxx**					
Allegati al presente documento	**Sezioni interpretative 2D**					

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

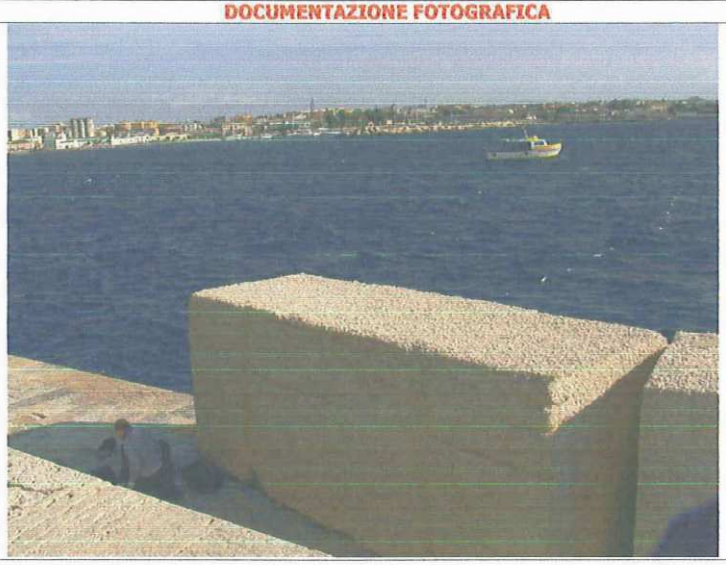


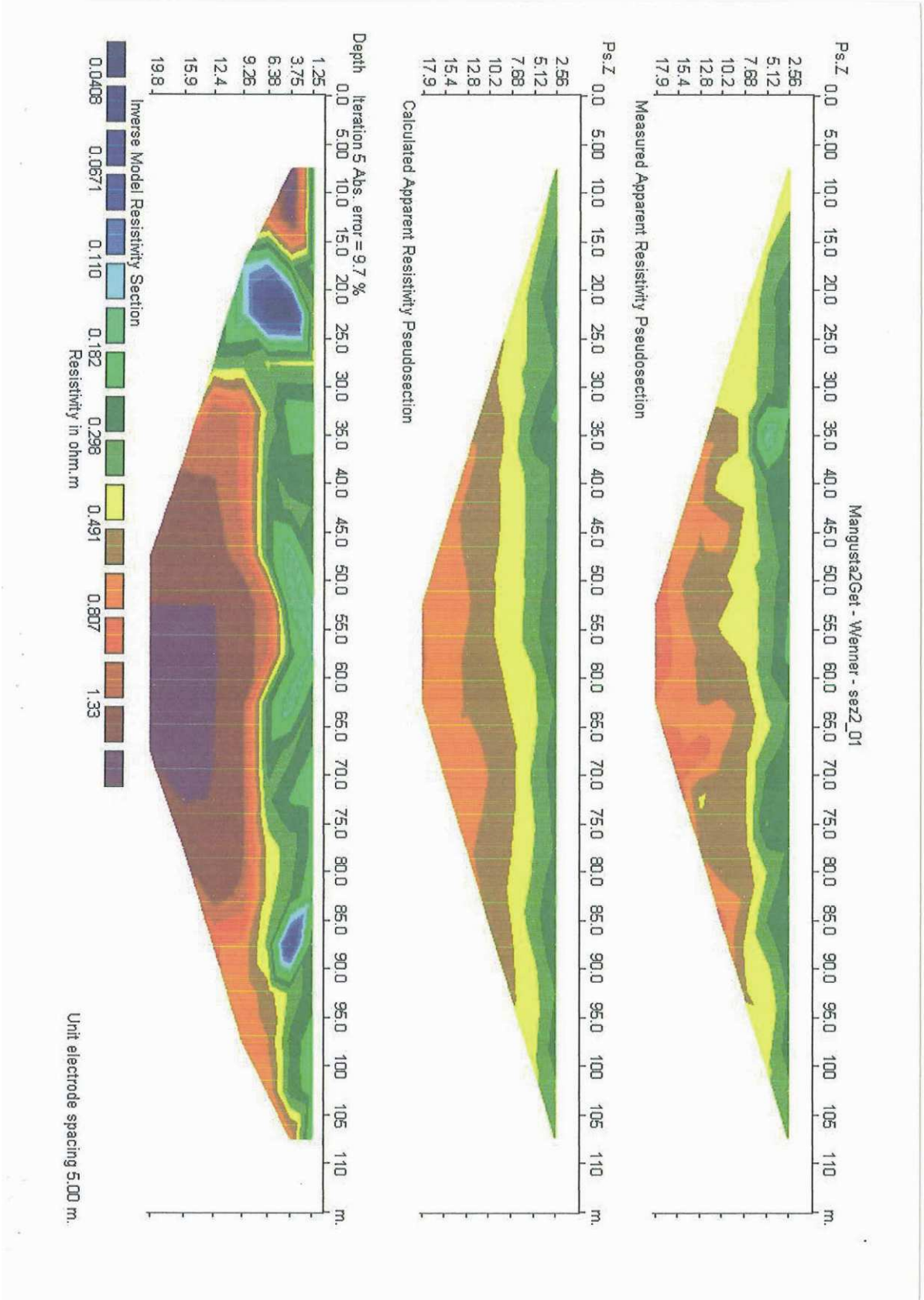

Mangusta2Get - Wenner - sez1_01
Ps.Z
Measured Apparent Resistivity Pseudosection
Calculated Apparent Resistivity Pseudosection
Depth
Iteration 5 RMS error = 14.7 %
Inverse Model Resistivity Section
Resistivity in ohm.m
Unit electrode spacing 5.00 m.

SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	**SEV**		**SEO**		**TOMOGRAFIA ELETTRICA**	**X**
Nome stendimento	**sez 02**					
Ubicazione	**VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA**					
Strumento utilizzato	**AMBROGEO MANGUSTA TMG 255**					
Operatore	Geol. A. Ardagna, Geol. A.Mendolia Geol. V. F. Ingrassia					
N° elettrodi utilizzati / N° totali	**24/48**					
Interdistanza cavi	**5 m**					
Interdistanza elettrodica	**5 m**					
Lunghezza stendimento	**115 m**					
Sistema di energizzazione	**PASI, con potenza massima output ± 300 V**					
Filtro applicato	**Su software in fase di editing**					
Scarto max misura diretta/inversa	**± 10%**					
Programma utilizzato per acquisizione	**Mangusta sistem**					
Programma utilizzato per elaborazione dati	**RES 2d inv**					
Note alla presente scheda	**xxxxx**					
Allegati al presente documento	**Sezioni interpretative 2D**					

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

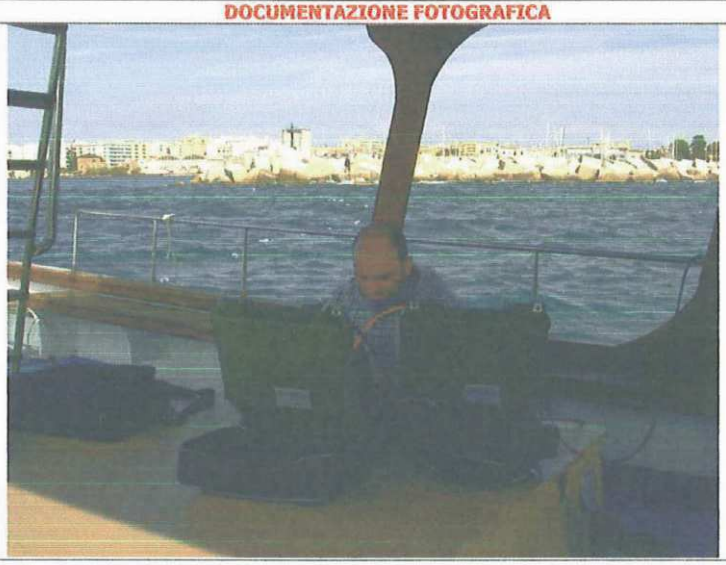


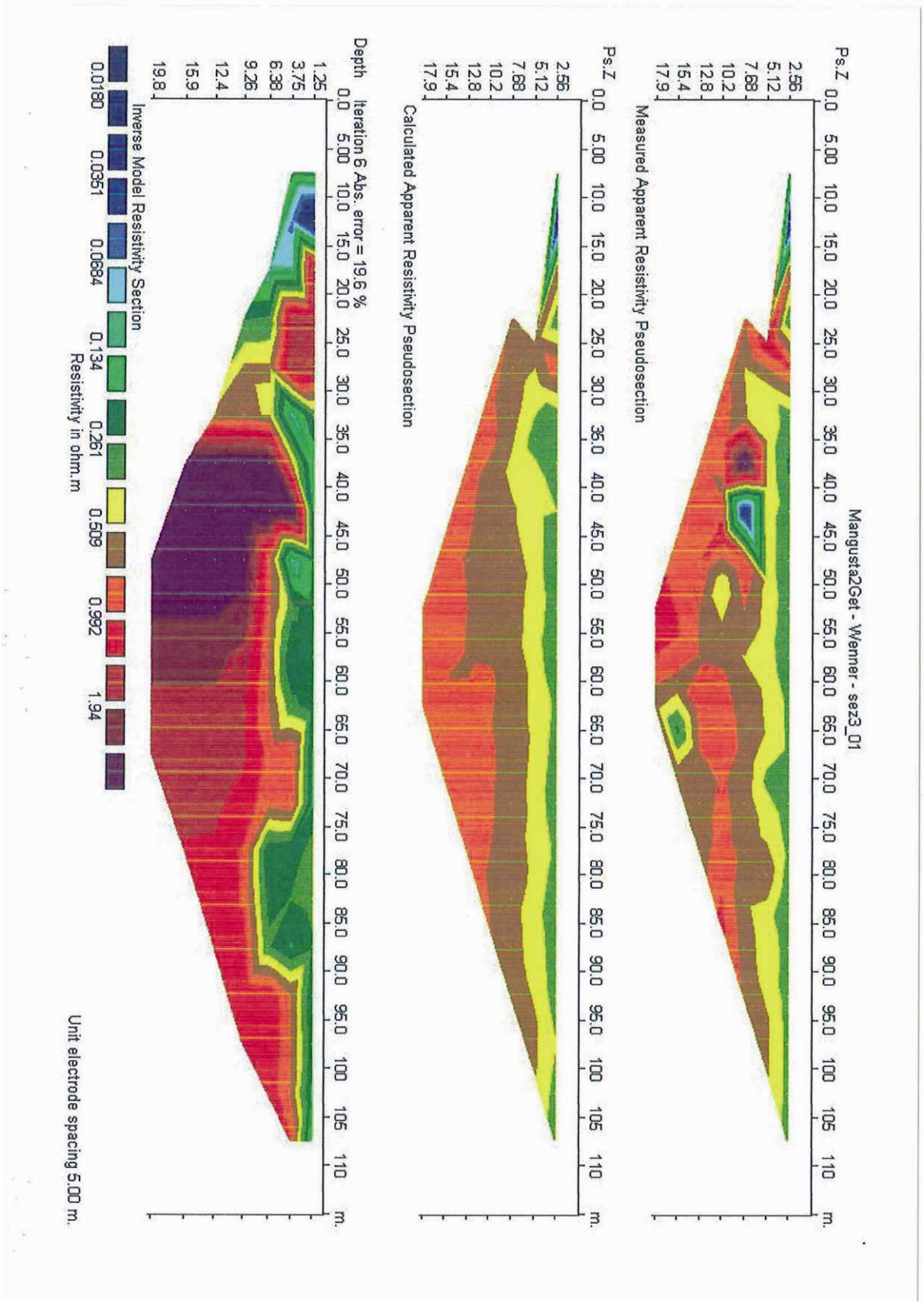

Mangusta2Get - Wenner - sez2_01
Ps.Z
Measured Apparent Resistivity Pseudosection
Calculated Apparent Resistivity Pseudosection
Depth
Iteration 5 Abs. error = 9.7 %
Inverse Model Resistivity Section
Resistivity in ohm.m
Unit electrode spacing 5.00 m.

SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	**SEV**		**SEO**		**TOMOGRAFIA ELETTRICA**	**X**
Nome stendimento	**sez 03**					
Ubicazione	**VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA**					
Strumento utilizzato	**AMBROGEO MANGUSTA TMG 255**					
Operatore	Geol. A. Ardagna, Geol. A.Mendolia Geol. V. F. Ingrassia					
N° elettrodi utilizzati / N° totali	**24/48**					
Interdistanza cavi	**5 m**					
Interdistanza elettrodica	**5 m**					
Lunghezza stendimento	**115 m**					
Sistema di energizzazione	**PASI, con potenza massima output ± 300 V**					
Filtro applicato	**Su software in fase di editing**					
Scarto max misura diretta/inversa	**± 10%**					
Programma utilizzato per acquisizione	**Mangusta sistem**					
Programma utilizzato per elaborazione dati	**RES 2d inv**					
Note alla presente scheda	**xxxxx**					
Allegati al presente documento	**Sezioni interpretative 2D**					

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

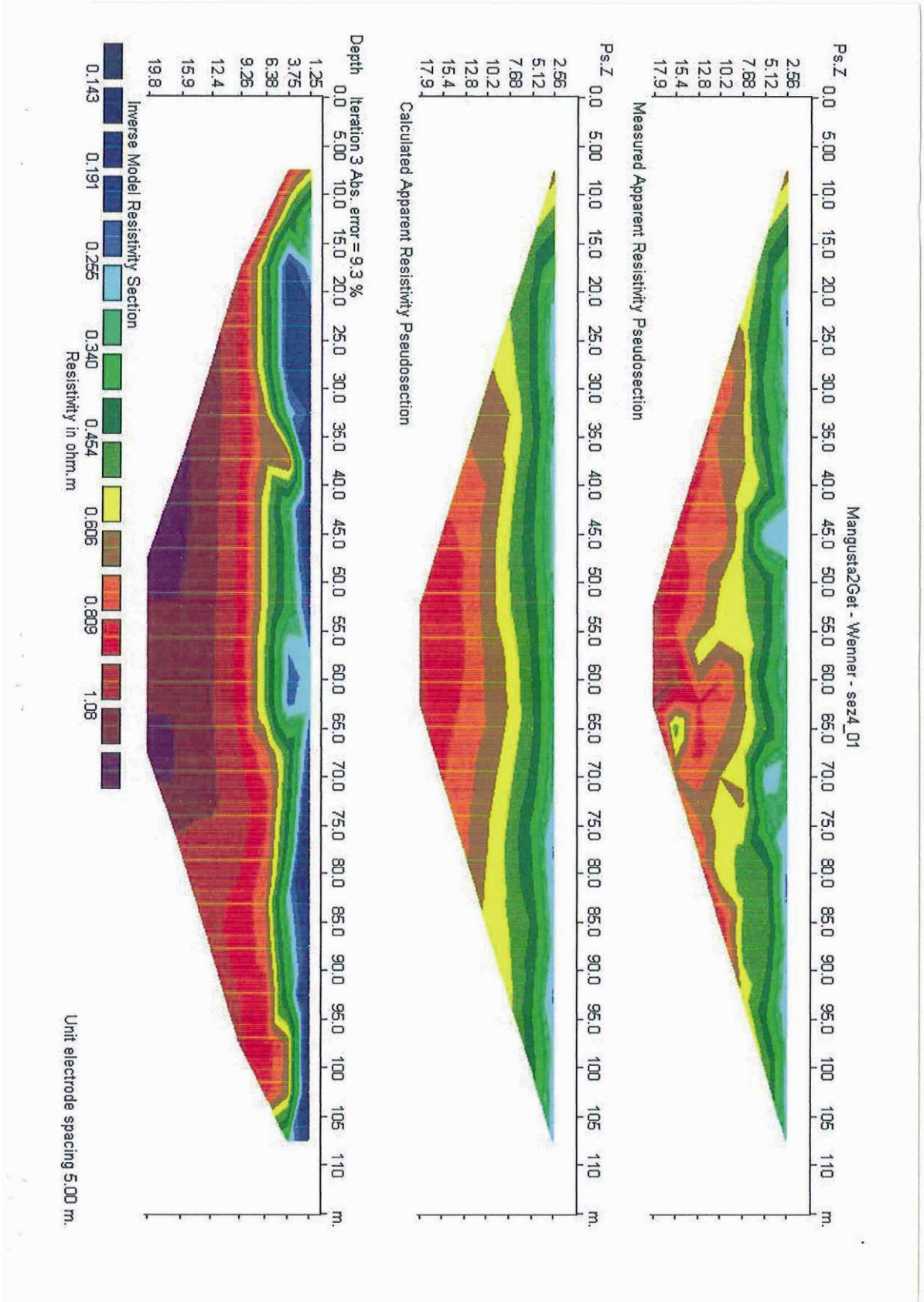



Mangusta2Get - Wenner - sez3_01
Ps.Z
Measured Apparent Resistivity Pseudosection
Calculated Apparent Resistivity Pseudosection
Depth
Iteration 6 Abs. error = 19.6 %
Inverse Model Resistivity Section
0.0180
0.0351
0.0684
0.134
0.261
0.509
0.992
1.94
Resistivity in ohm.m
Unit electrode spacing 5.00 m.

SCHEDA RIEPILOGATIVA DELL'INDAGINE ELETTRICA ESEGUITA

Tipo Prospezione:	**SEV**		**SEO**		**TOMOGRAFIA ELETTRICA**	**X**
Nome stendimento	**sez 04**					
Ubicazione	**VEDI PLANIMETRIA ALLEGATA**					
Strumento utilizzato	**AMBROGEO MANGUSTA TMG 255**					
Operatore	Geol. A. Ardagna, Geol. A.Mendolia Geol. V. F. Ingrassia					
N° elettrodi utilizzati / N° totali	**24/48**					
Interdistanza cavi	**5 m**					
Interdistanza elettrodica	**5 m**					
Lunghezza stendimento	**115 m**					
Sistema di energizzazione	**PASI, con potenza massima output ± 300 V**					
Filtro applicato	**Su software in fase di editing**					
Scarto max misura diretta/inversa	**± 10%**					
Programma utilizzato per acquisizione	**Mangusta sistem**					
Programma utilizzato per elaborazione dati	**RES 2d inv**					
Note alla presente scheda	**xxxxx**					
Allegati al presente documento	**Sezioni interpretative 2D**					

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA


Mangusta2Get - Wenner - sez4_01
Ps.Z
Measured Apparent Resistivity Pseudosection
Calculated Apparent Resistivity Pseudosection
Depth
Iteration 3 Abs. error = 9.3 %
Inverse Model Resistivity Section
0.143
0.191
0.255
0.340
0.454
0.606
0.809
1.08
Resistivity in ohm.m
Unit electrode spacing 5.00 m.

5. Conclusioni

Sulla base dei piani di indagine esaminati e pubblicati inerenti i lavori condotti nelle tre aree in esame, in risposta ai quesiti posti dall'Ufficio del Genio Civile, si può concludere quanto segue:

1. Area Margitello.

I dati riportati confermano quanto esposto in sede di progetto definitivo del porto in particolare la tipologia sismica di riferimento ai sensi del DM 14/01/2008.

Ma, basandosi su un dato scaturito dallo studio di pericolosità sismica ai sensi della circolare ARTA 31/01/1995 n. 2222, anche se precedente al DM 14/01/2008, si ritiene opportuna una misura cautelativa da adottare in fase esecutiva, soprattutto spostandosi verso l'interno dell'area, riguardante l'accertamento dello stato del piano fondale per gli immobili di nuova edificazione mediante eventuali saggi di scavo se ritenuti opportuni.

Tale misura viene prescritta a causa della presenza accertata di uno strato di limi palustri, ben identificati e studiati e che interessano l'immediato sottosuolo con uno spessore variabile da pochi decimetri a qualche metro, spostandosi dalla linea di riva verso l'interno.

La scelta delle tipologie fondali ed il loro dimensionamento dovrà essere in relazione ai carichi unitari previsti ed ai risultati dei saggi eventualmente eseguiti.

2. Area di trasferimento degli operatori portuali.

I dati confermano quanto riportato nel progetto definitivo del porto, con la notazione che il primo strato di sedimenti rinvenuto nei sondaggi costituisce il riempimento della banchina.

La classificazione sismica è concorde con quanto misurato per tutta l'area centrale della darsena.

Per ciò che riguarda le fondazioni degli edifici da realizzare, generalmente capannoni a scarsa incidenza sul terreno, devono essere comunque dimensionate e ammorsate al sottosuolo in modo da formare un unico corpo con i terreni a caratteristiche meccaniche idonee.

3. Area della diga foranea.

Per ciò che riguarda le prescrizioni dell'Ufficio del Genio Civile di Trapani inerenti i dubbi sulla stabilità della diga foranea in relazione alle operazioni di dragaggio e a conferma di quanto già esposto nell'allegato al progetto definitivo, (Analisi meccaniche e prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nel corso dell'esecuzione del piano di indagine) sono stati riportati i dati provenienti dalle indagini di laboratorio eseguite nei campioni prelevati nel corso del piano di indagine del progetto di messa in sicurezza del porto a cura dello stesso Ufficio.

1. Le caratteristiche meccaniche del litotipo interessato dalle operazioni di dragaggio risultano concordi, se non decisamente migliori di quelle misurate nel corso del piano di indagine del Progetto definitivo della MYR.

Infatti se i dati provenienti dai campioni prelevati nei sondaggi SM3, SM4 e SM5 del piano di indagine del progetto definitivo del porto sono abbastanza concomitanti con quelli del progetto della messa in sicurezza, i dati provenienti dai campioni prelevati nel sondaggio SM2 del progetto definitivo del porto sono decisamente peggiori rispetto a quelli scaturiti dalle analisi sui campioni prelevati dal foro del sondaggio 1 del progetto di messa in sicurezza. Questo fattore incide nei calcoli delle verifiche di stabilità a favore della sicurezza delle strutture.

2. In fase esecutiva e preliminarmente alle operazioni di dragaggio sarà eseguito, in questa area, un nuovo rilevamento batimetrico ai fini anche dell'aggiornamento e come inizio della fase di monitoraggio ai fini della manutenzione ordinaria e straordinaria. Si precisa che l'ultimo rilievo risale al 2011.

Ad ulteriore esaurimento dei dubbi sollevati dalla prescrizione dell'Ufficio del Genio Civile sarà eseguito il rilievo sia nel settore interno che in quello esterno del fondale oltre a quello della diga foranea per il settore interessato dal dragaggio, onde potere avere un rilevamento aggiornato del complesso e potere eseguire le opportune verifiche di stabilità prima dell'escavo.

In tal senso la sezione tipologica presentata alla tav. 11b *§* 4 espone la modalità del tipo di dragaggio che verrà eseguito.

3. E' doveroso comunque ribadire quanto già osservato nei progetti preliminare e definitivo sulle condizioni in cui versa tutta la diga foranea, che, benché molto solida, si presenta danneggiata in più punti, con diverse fratture che collegano la zona interna con l'esterno.

Tale circostanza ha ripercussioni sulla morfologia del fondale interno alla zona di ingresso al porto.

Il Geologo incaricato
Piero Merk Ricordi

Tabella 1

Prova penetrometrica dinamica **n° DPM 1**

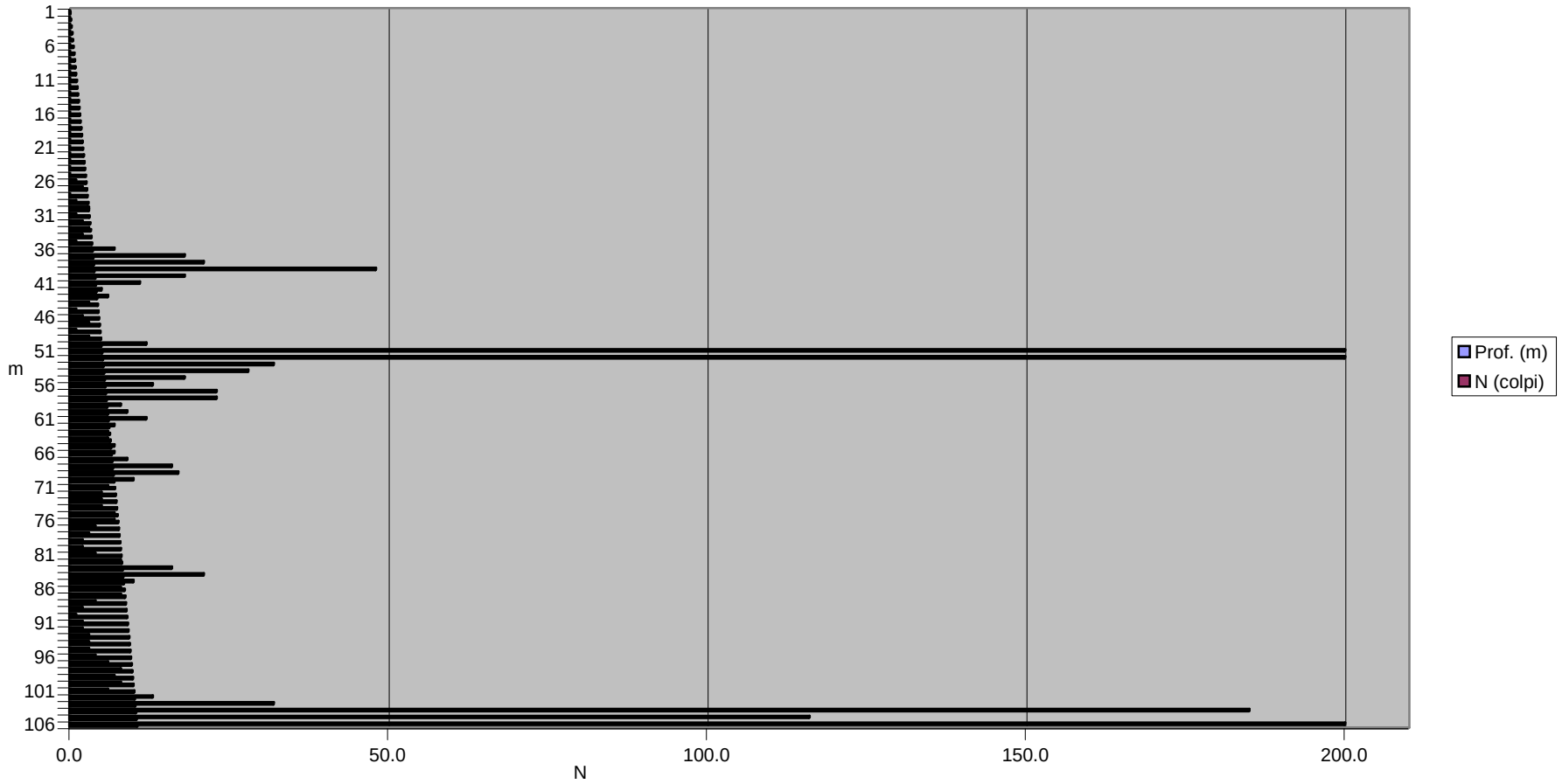
Tabelle valori di resistenza **Quota inizio** **base immobile**

Zona Porto - trav. Via Maltese **Prof. Falda** **-1.40**

Prof. (m)	N (colpi)	Rpd (kg/cmq)	N (colpi r)	Asta
0.1	0	0.0		1
0.2	0	0.0		1
0.3	0	0.0		1
0.4	0	0.0		1
0.5	0	0.0		1
0.6	0	0.0		1
0.7	0	0.0		1
0.8	0	0.0		1
0.9	0	0.0		1
1.0	0	0.0		2
1.1	0	0.0		2
1.2	0	0.0		2
1.3	0	0.0		2
1.4	0	0.0		2
1.5	0	0.0		2
1.6	0	0.0		2
1.7	0	0.0		2
1.8	0	0.0		2
1.9	0	0.0		2
2.0	0	0.0		3
2.1	0	0.0		3
2.2	0	0.0		3
2.3	0	0.0		3
2.4	0	0.0		3
2.5	0	0.0		3
2.6	1	3.5		3
2.7	2	7.0		3
2.8	0	0.0		3
2.9	1	3.5		3
3.0	3	10.1		4
3.1	1	3.4		4
3.2	2	6.7		4
3.3	3	10.1		4
3.4	2	6.7		4
3.5	1	3.4		4
3.6	7	23.5		4
3.7	18	60.4		4
3.8	21	70.5		4
3.9	48	161.2		4
4.0	18	57.9		5
4.1	11	35.4		5
4.2	5	16.1		5
4.3	6	19.3		5
4.4	3	9.6		5
4.5	1	3.2		5
4.6	2	6.4		5
4.7	3	9.6		5
4.8	1	3.2		5
4.9	3	9.6		5
5.0	12	37.0		6

5.1	200	616.4	6
5.2	200	616.4	6
5.3	32	98.6	6
5.4	28	86.3	6
5.5	18	55.5	6
5.6	13	40.1	6
5.7	23	70.9	6
5.8	23	70.9	6
5.9	8	24.7	6
6.0	9	26.6	7
6.1	12	35.5	7
6.2	7	20.7	7
6.3	6	17.8	7
6.4	6	17.8	7
6.5	7	20.7	7
6.6	7	20.7	7
6.7	9	26.6	7
6.8	16	47.4	7
6.9	17	50.3	7
7.0	10	28.5	8
7.1	6	17.1	8
7.2	5	14.2	8
7.3	5	14.2	8
7.4	5	14.2	8
7.5	7	19.9	8
7.6	7	19.9	8
7.7	4	11.4	8
7.8	3	8.5	8
7.9	2	5.7	8
8.0	2	5.5	9
8.1	4	11.0	9
8.2	8	22.0	9
8.3	16	43.9	9
8.4	21	57.6	9
8.5	10	27.4	9
8.6	8	22.0	9
8.7	8	22.0	9
8.8	4	11.0	9
8.9	2	5.5	9
9.0	1	2.6	10
9.1	2	5.3	10
9.2	2	5.3	10
9.3	3	7.9	10
9.4	3	7.9	10
9.5	3	7.9	10
9.6	4	10.9	10
9.7	6	15.9	10
9.8	8	21.2	10
9.9	7	18.5	10
10.0	8	20.5	11
10.1	6	15.3	11
10.2	13	33.2	11
10.3	32	81.8	11
10.4	185	473.0	11
10.5	116	296.6	11
10.6	200	511.4	11

Tab. 1 bis - Prova penetrometrica dinamica
Istogramma SPT
Diagramma n° colpi punta - Rpd



Tab. 2 - Prospezione sismica a rifrazione
Parametri derivanti dal sofware di calcolo

Cliente : Comune di Marsala
Data : 25/11/2008
Località : Area demaniale mercato ittico
Linea : S1
Progetto : studio geologico – geomorfologico per il progetto di costruzione del mercato ittico comunale in area demaniale" - Comune di Marsala (TP)
Strumento: PASI LCM 12
Sorgente : Massa battente kg 8.00

STRATO # 1		
Ascissa	Velocità	Spessore
2.000000	324.00	3.37
4.000000	324.00	3.37
6.000000	324.00	3.37
8.000000	324.00	3.37
10.000000	324.00	3.37
12.000000	324.00	3.38
14.000000	324.00	3.38
16.000000	324.00	3.38
18.000000	324.00	3.38
20.000000	324.00	3.39
22.000000	324.00	3.39
24.000000	324.00	3.39

STRATO # 2		
Ascissa	Velocità	Spessore
2.000000	1432.00	Inf.
4.000000	1432.00	
6.000000	1432.00	
8.000000	1432.00	
10.000000	1432.00	
12.000000	1432.00	
14.000000	1432.00	
16.000000	1432.00	
18.000000	1432.00	
20.000000	1432.00	
22.000000	1432.00	
24.000000	1432.00	

Attraverso l'utilizzo di geofoni orizzontali è stata effettuata la verifica ed il riconoscimento delle onde trasve
fattispecie i valori individuati e attribuibili ai vari strati sono i seguenti:

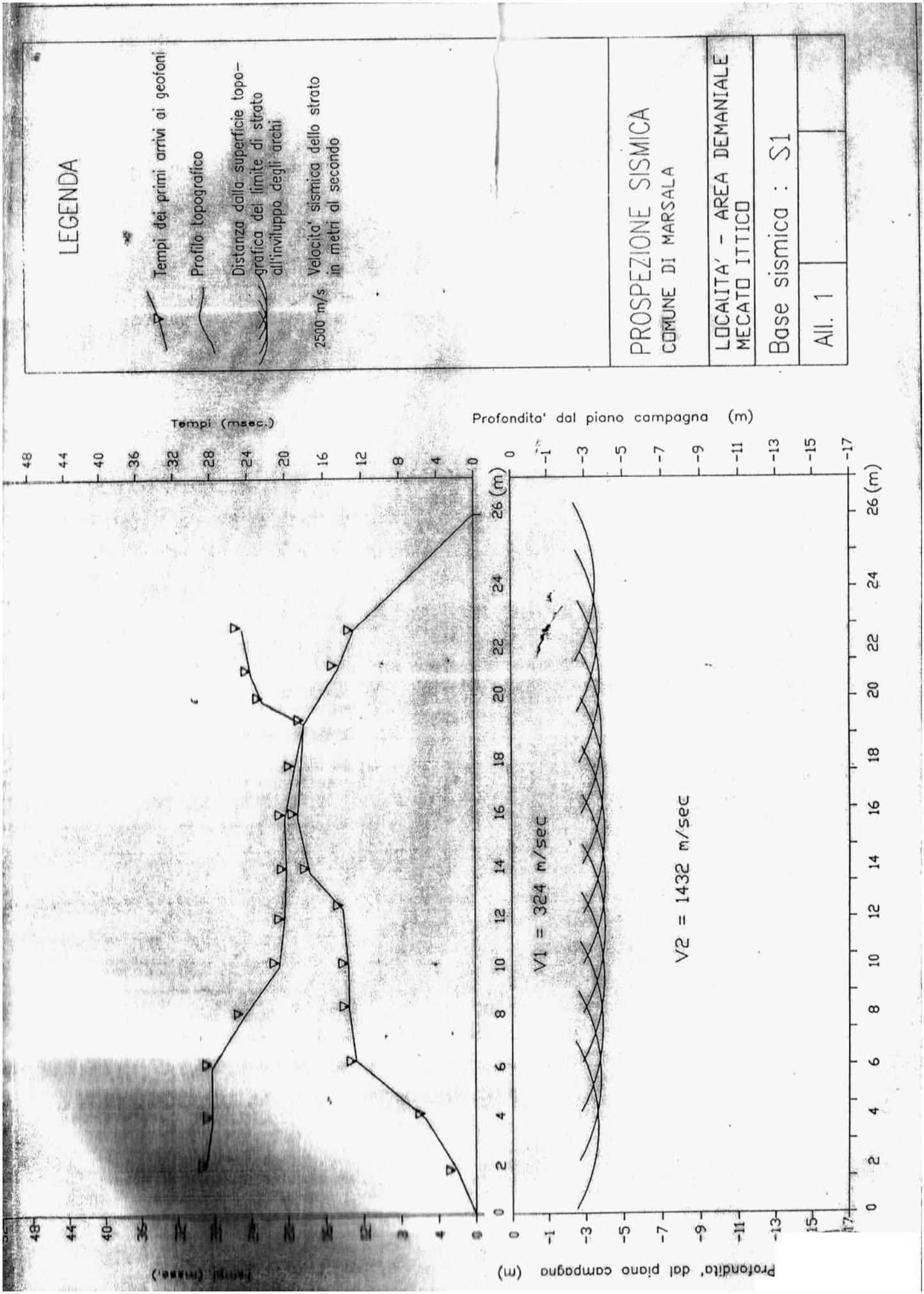
V_{s1} = 120 m/sec (I strato)
V_{s2} = 532 m/sec (II strato)

VALORI MODULI ELASTICI PRIMO STRATO:

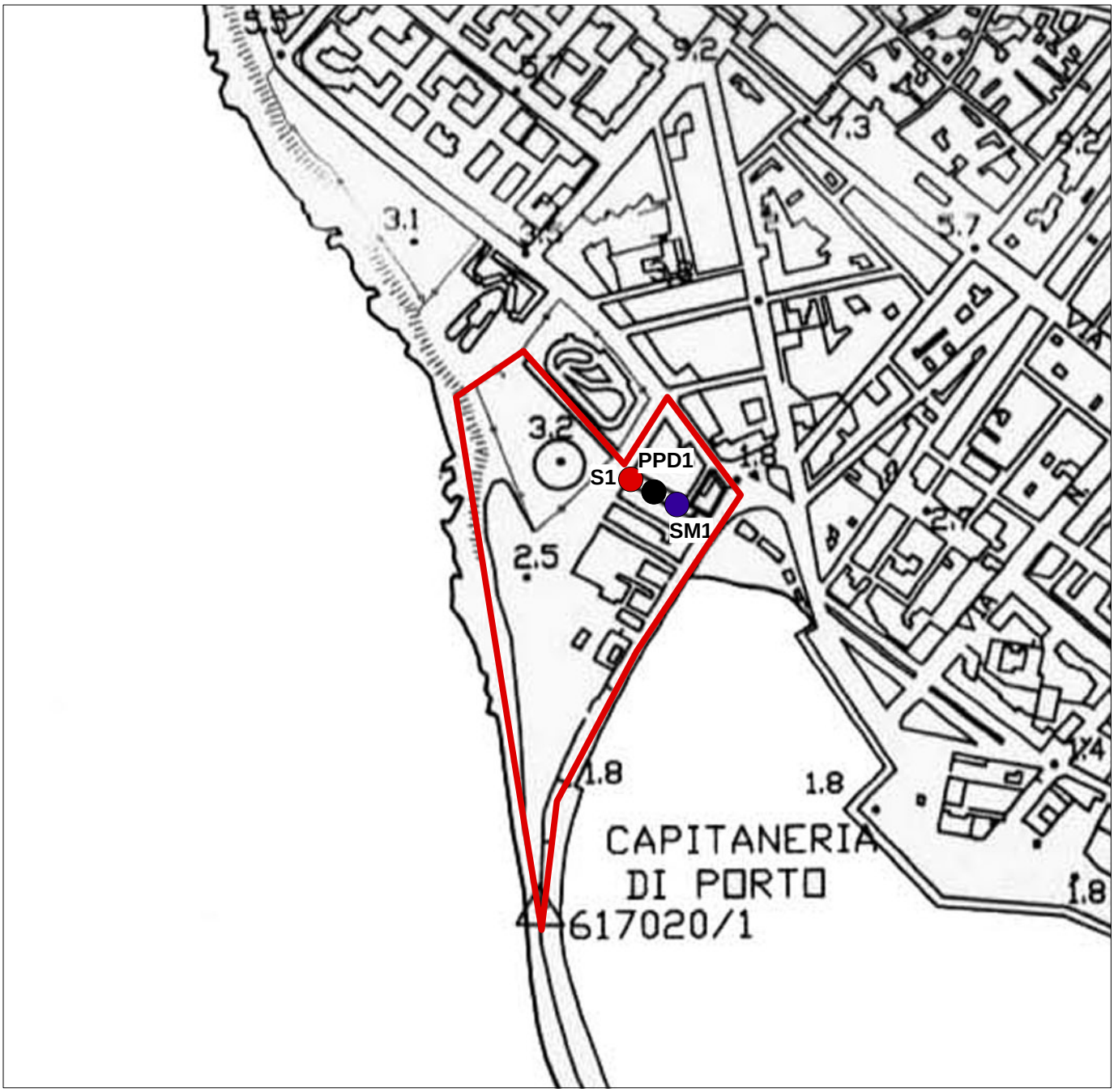
VELOC. LONG. (km/s) L= .33
VELOC. TRASV. (km/s) T= .12
MOD. POISSON P= .424
DENSITA' (g/cm3) D= 1.8
MOD. YOUNG (kg/cm2) E= 753
MOD. BULK (kg/cm2) K= 1646
MOD. RIGIDITA' (kg/cm2) R= 264

VALORI MODULI ELASTICI SECONDO STRATO:

VELOC. LONG. (km/s) L= 1.4
VELOC. TRASV. (km/s) T= .532
MOD. POISSON P= .416
DENSITA' (g/cm3) D= 1.9
MOD. YOUNG (kg/cm2) E= 15525
MOD. BULK (kg/cm2) K= 30663
MOD. RIGIDITA' (kg/cm2) R= 5484



Tab. 2bis - Prospezione sismica a rifrazione
Grafico e sismostrati



Tav. 1 - Piano di indagine eseguito per il progetto di costruzione del mercato Itttico.

Area di indagine

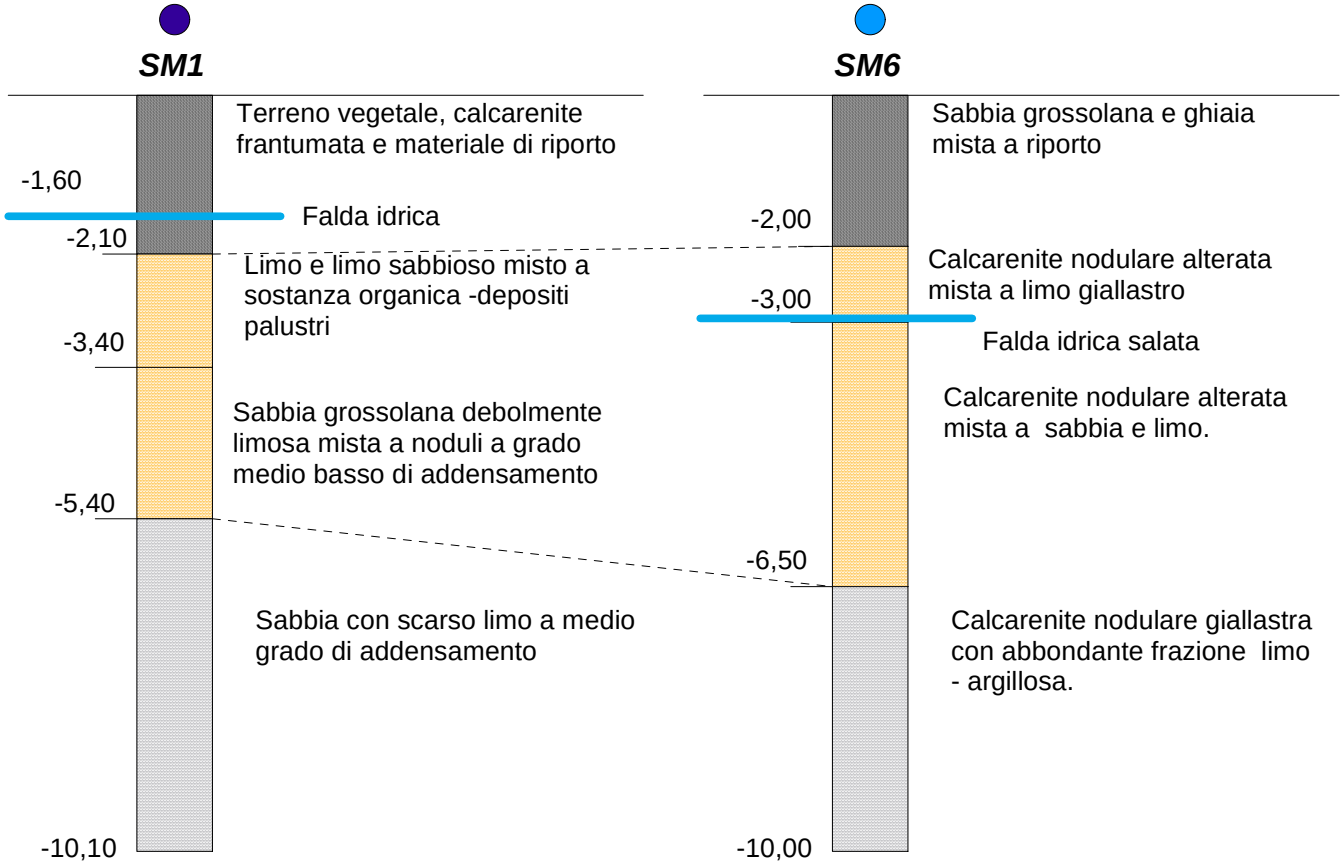
SM1 **Ubicazione sondaggio meccanico**

PPD1 **Ubicazione prova penetrometrica dinamica continua**

S1 **Ubicazione prospezione sismica a rifrazione**

Tav. 2 - Confronto fra i sondaggi eseguiti per il mercato ittico e per il porto.

Scala 1:100



Tav. 2 bis

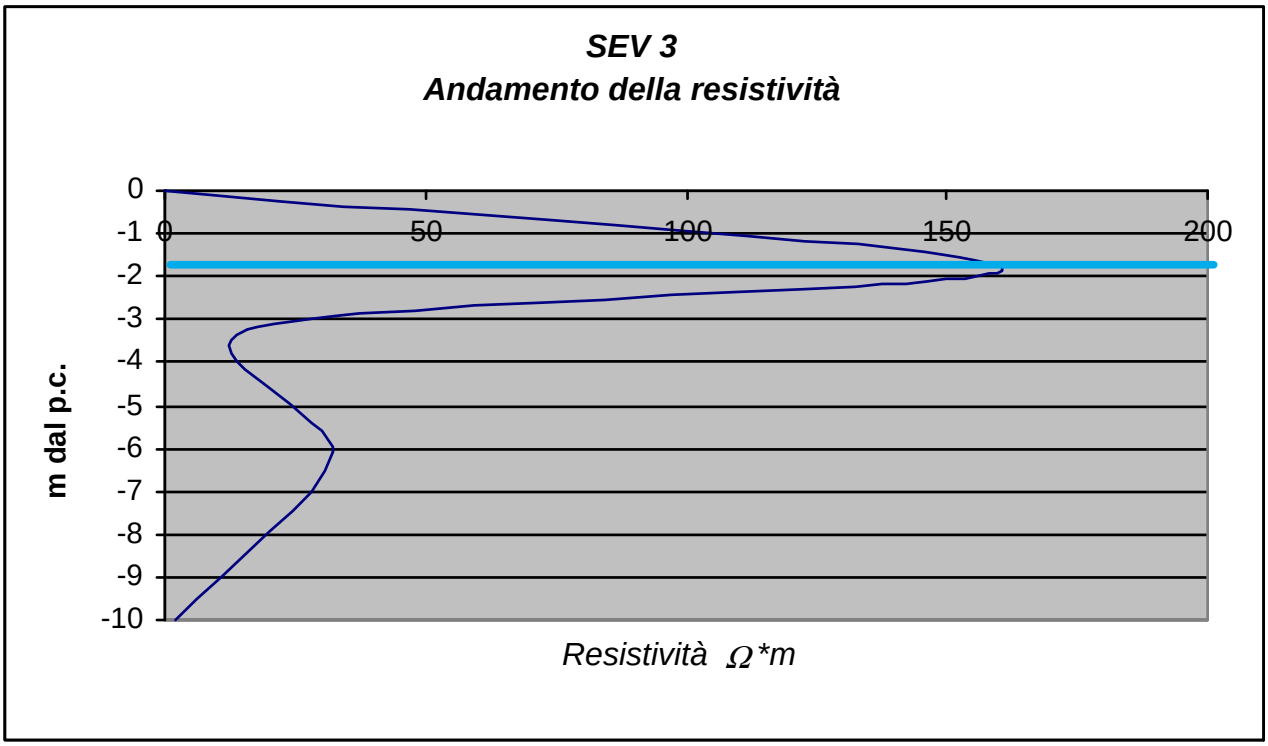
Comune : Marsala
Committente : Amministrazione Comunale
Progetto: Realizzazione mercato ittico

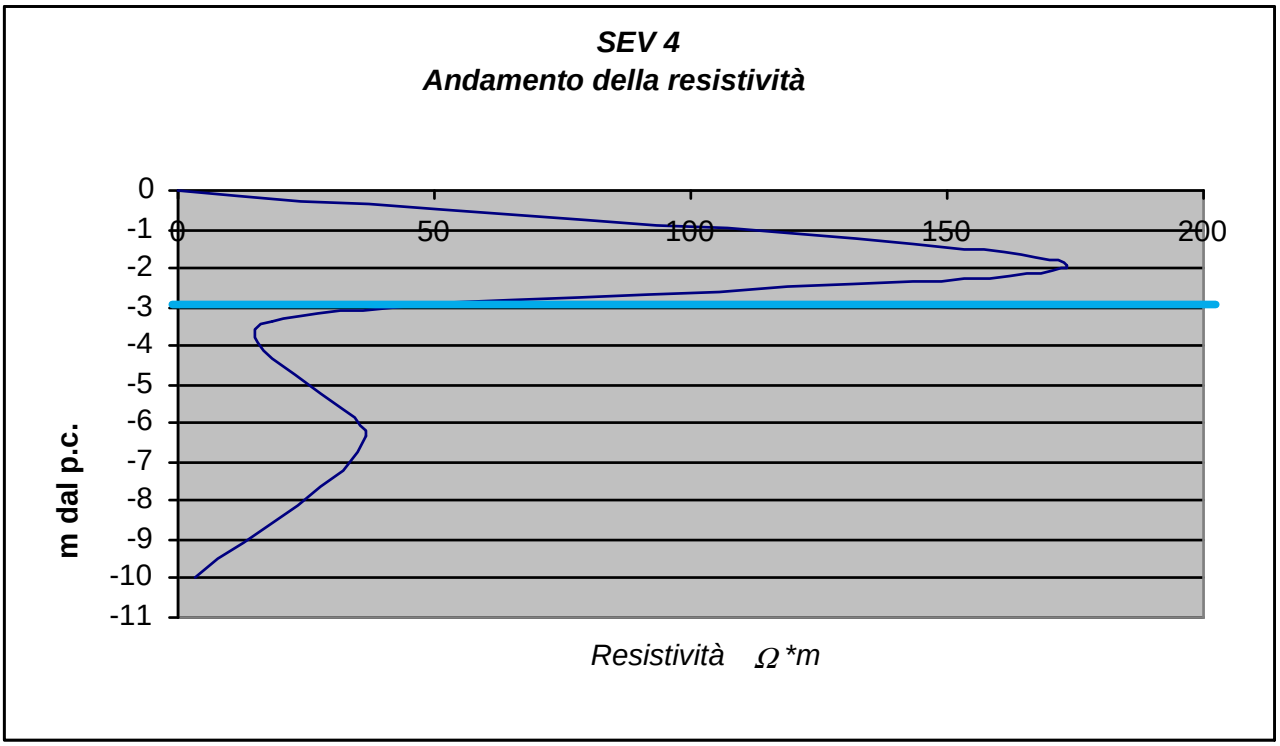
Sondaggio : 1
Quota slm: 1,20 m
Quota inizio: Preforo a -2,10 m dal p.c.

STRATIGRAFIA				SPT N° colpi	Camp. (Ind. / Rim.)	Piezometro	Prelievo H_2O	Livello idrico	Livello Piezometrico	Metodo perforazione	Metodo stab foro
Prof. dal p.c.	Spessore	Litologia	Descrizione								
	2,10		**Preforo/Pozzetto** *Materiale di natura antropica costituito da terreno vegetale, scarti di cava e sfabricidi. Riporto*		0,00-0,80 m 0,80-1,75 m 1,75-2,70 m						
-2,10	1,40		*Limo e limo sabbioso con livelli algali e di sostanza organica di scarsa o nulla consistenza (Wl=Wn) riferibile a depositi di tipo palustre*		2,70-3,65 m					Aste di prolunga diam. 25 mm	
-3,50	2,00		*Sabbia grossolana debolmente limosa con nuclei grossolani di arenaria debolmente cementata di genesi calcarenitica ad addensamento medio basso molto alterato.*		3,65-4,60 m 4,60-5,55 m						
-5,50	4,70		*Sabbia monogranulare scarsamente limosa a grado di addensamento medio e densità relativa medio bassa.*		5,55-6,50 m 6,50-7,45 m 7,45-8,40 m 8,40-9,35 m 9,35 - 10,20 m					Aste a coclea CC diam. 38 mm	
-10,60											

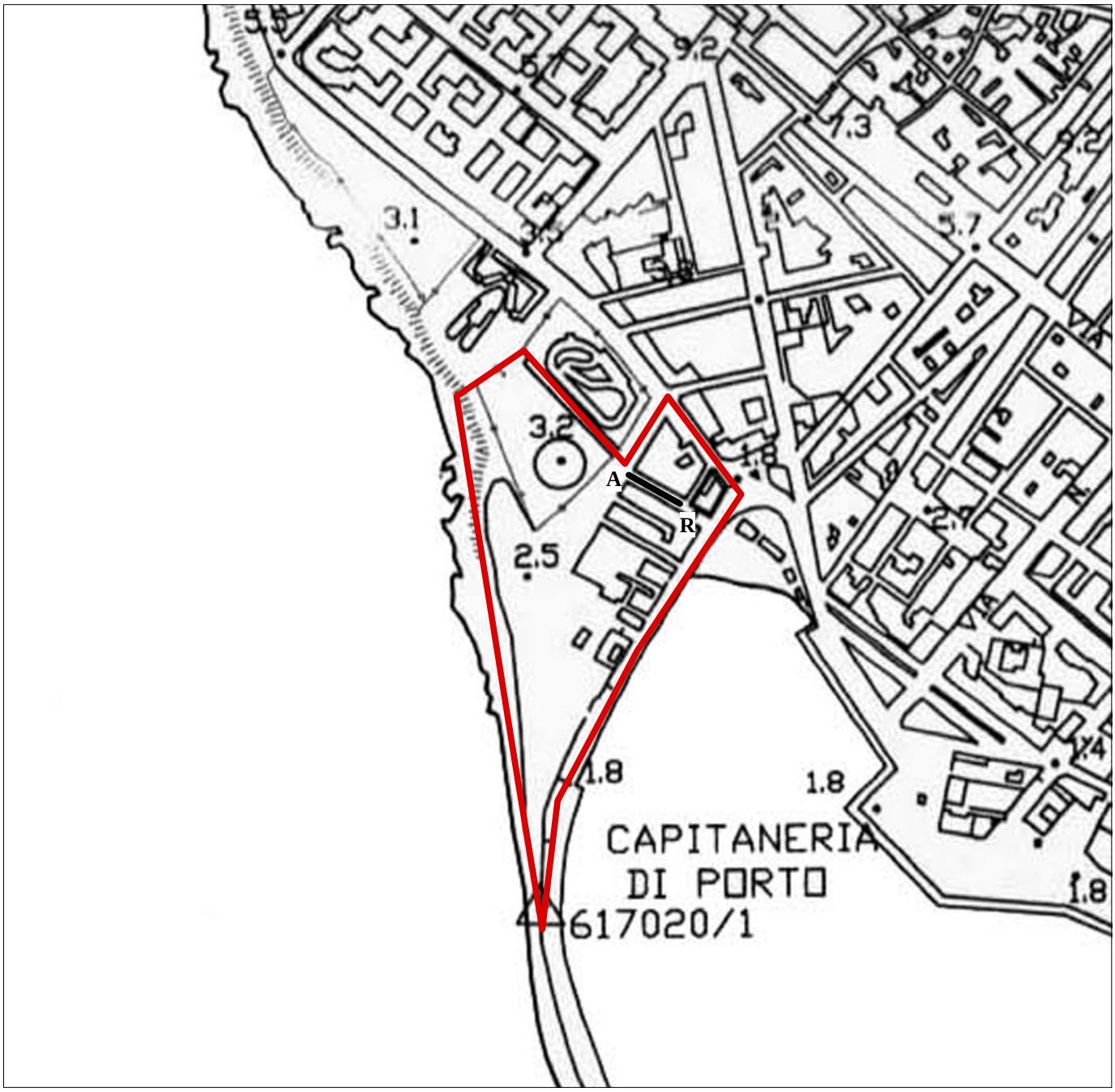
av.

A





Tav. 3 - Prospezione geoelettrica eseguita per il progetto del porto



Tav. 4 - Ubicazione della prospezione sismica a rifrazione

A R **Ubicazione profilo sismico**

A - battuta di andata

R - battuta di ritorno

Tav. 5

Planimetria topografica

con l'ubicazione dell'area oggetto dell'intervento

scala 1:25.000

Tav. 6

Planimetria aerofotogrammetrica

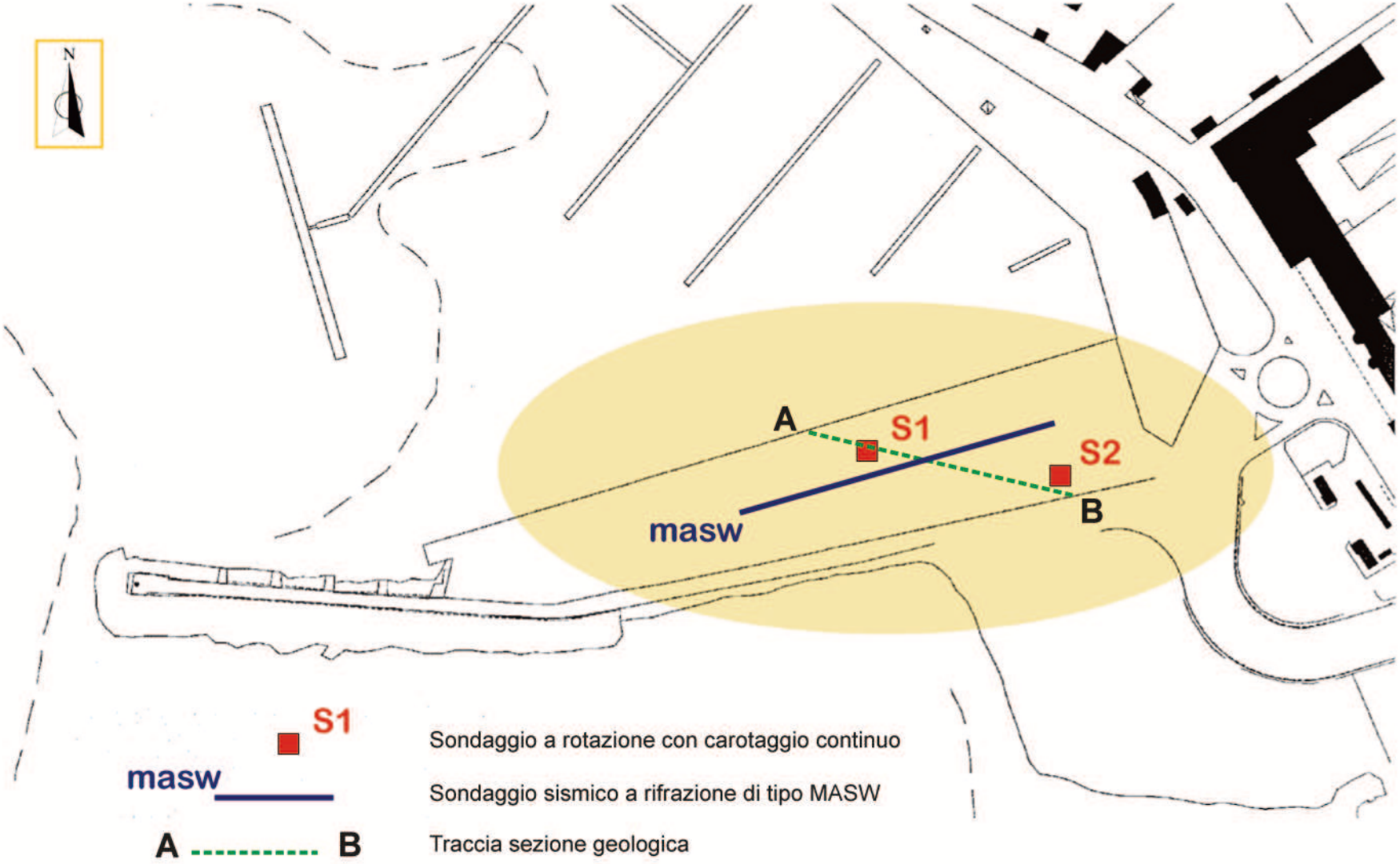
con l'ubicazione dell'area oggetto dell'intervento

scala 1:10.000

Tav. 7

STRALCIO AEROFOTOGRAMMETRICO

SCALA 1:2.000

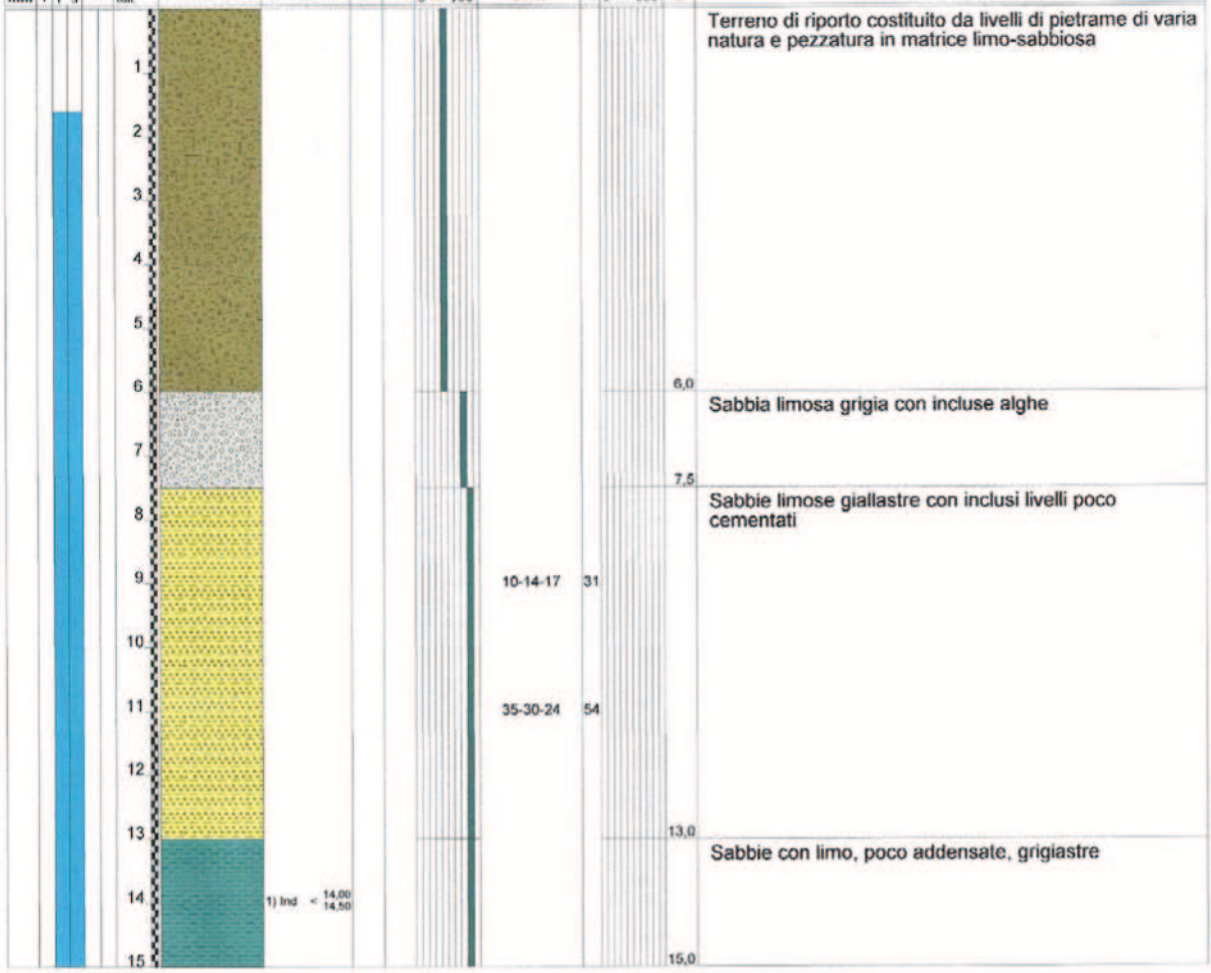


Tav. 7a

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

Riferimento: Porto turistico - POLARIS	Sondaggio: S1
Località: Marsala	Quota:
Impresa esecutrice: Trivelsicilia	Data:
Coordinate:	Redattore: Geol. Ciaccio
Perforazione:	

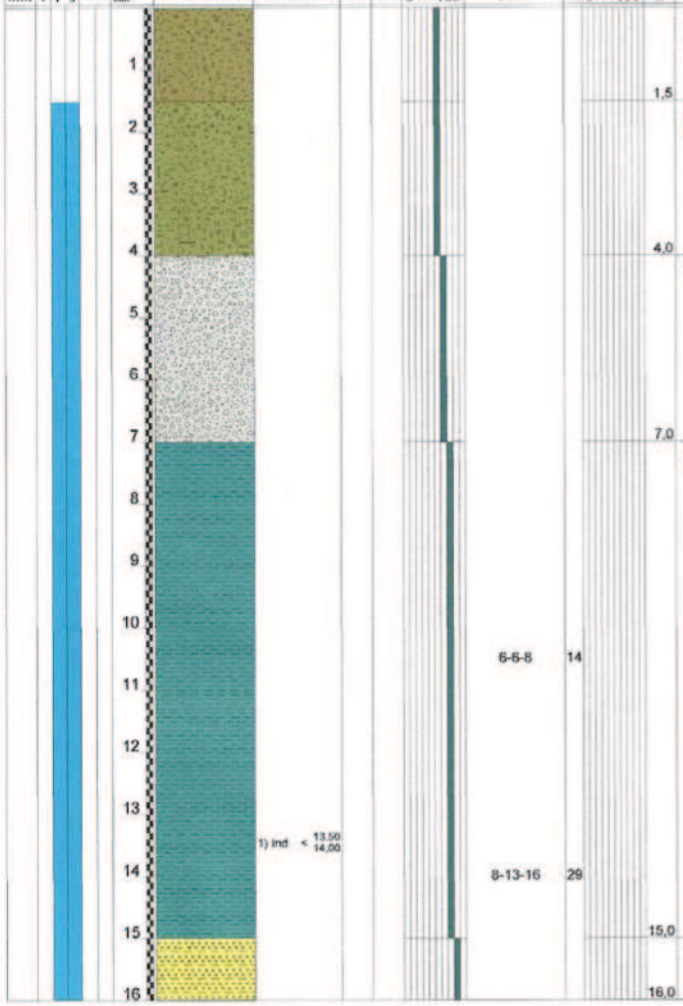


Tav. 7b

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 100 Pagina 1/1

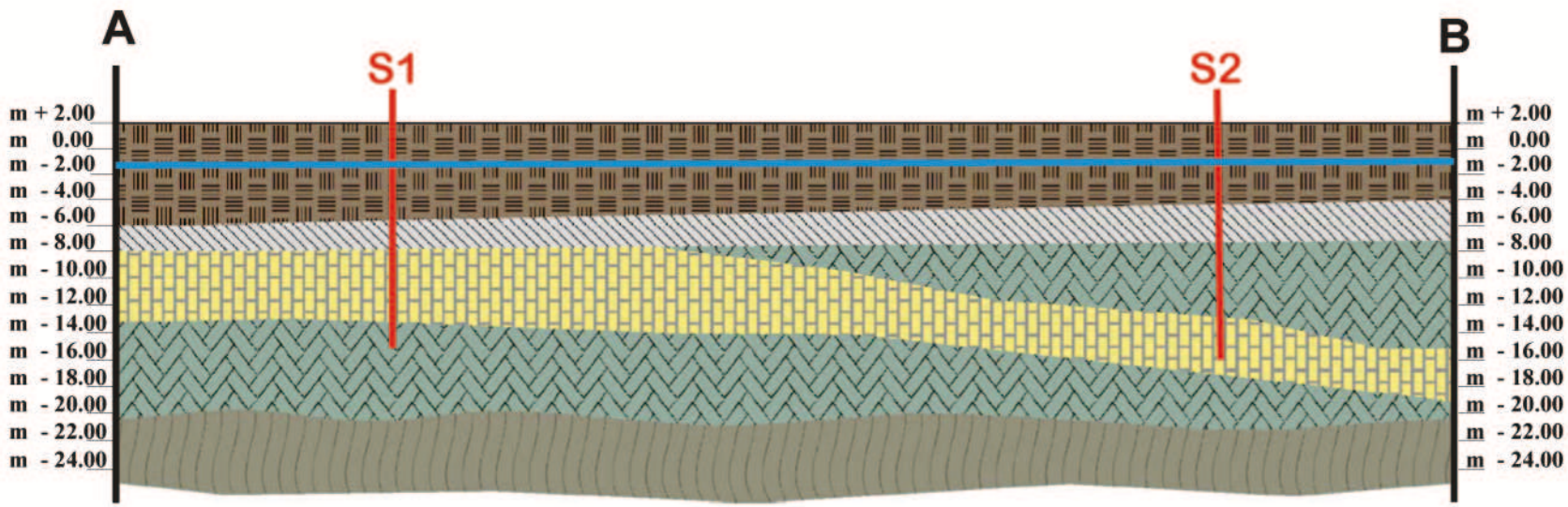
Riferimento: Porto turistico - POLARIS	Sondaggio: S2
Località: Marsala	Quota:
Impresa esecutrice: Trivelsicilia	Data:
Coordinate:	Redattore: Geol. Ciaccio
Perforazione:	



DESCRIZIONE
Terreno di riporto costituito da livelli di pietrame di varia natura e pezzatura in matrice limo-sabbiosa
Livelli di terreno di riporto di natura limo-sabbiosa con incluse alghe
Sabbie limose grigiastre con incluse alghe
Sabbie con limo, poco addensate, grigiastre
Sabbie limose giallastre

Tav. 8

Sezione geologica " A - B "



Terreno di riporto costituito da livelli di pietrame in matrice limo-sabbiosa

Sabbie limose grigie con incluse alghe

Sabbie limose giallastre con livelli poco cementati

Sabbie con limo, poco addensate, di colore grigio

Argille limo-sabbiose

S1 *Sondaggio a rotazione con carotaggio*

Livello acquifero

scala delle lunghezze 1:500

scala delle profondità 1:500

Tav. 9 - Planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche eseguite

GEOSONDAGGI S.r.l. - Contrada Portella 1^ Traversa n. 1 - 92026 Favara (AG) - Tel/Fax 092235660

SONDAGGIO: S1
DA METRI: 0,0 A METRI: 10,0
Responsabile: Geom. Rosario Rinoldo

LUNGHEZZA (m): 10,0
Sonda tipo: C.M.V. - MK 800
Operatore: Pirrera Salvatore

COMMITTENTE: Ufficio del Genio Civile di Trapani
CANTIERE: Realizzazione Diga Antemurale di levante Bacino Portuale - Indagini geologiche
LOCALITA': Porto di Marsala (TP)
DATA INIZIO: 10-11-2011 DATA FINE: 10-11-2011
QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.):

LEGENDA:
PROVE S.P.T.: PA Punta aperta - PC Punta chiusa
CAMPIONI: S Pareti sottili - O Osterberg - M Mazier
R Rimaneggiato - Rs Rimaneggiato da S.P.T.
PIEZOMETRI: A Aperto - C Casagrande - E Elettrico
PERFORAZIONE: CS Carotiere semplice - CD Carotiere doppio - EC Elica continua
STABILIZZAZIONE: RM Rivestimento metallico
FB Fanghi bentonitici
% CAROTAGGIO ——— R.Q.D. ———

S.P.T. Prof. Tipo Valori	CAMPIONI Prof.	Tipo	STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE	Prof. (m)	Carot. (%) RQD (%) 20 40 60 80	Pocket Test kg/cmq	Vane Test kg/cmq	FALDA Rinv	FALDA Stab	Piezometri	Diam. (mm)	Metodo Perf.ne	Metodo Stab.ne
1			Blocchi di calcari e calcareniti (riempimento banchina) misti a materiale di riporto e fango con inclusi elementi vegetali morti										
2													
3													
4													
5	5,0-5,5	S											
5,5 PC 3 3 5													
6				6,0							6,0 127		6,0 RM
7			Sabbia grossolana di colore grigio-giallastro, umida e debolmente addensata con intercalazioni calcarenitiche, ricca di sostanza organica (RQD < 10 %)										
8	8,0-8,4	S											
8,4 PC 5 5 9													
9													
10				10,0							10,0 101	10,0 CS	

Tav. 10a - Stratigrafia sondaggio S1

GEOSONDAGGI S.r.l. - Contrada Portella 1^ Traversa n. 1 - 92026 Favara (AG) - Tel/Fax 092235660

SONDAGGIO: S2
DA METRI: 0,0 A METRI: 10,0
Responsabile: Geom. Rosario Rinoldo

LUNGHEZZA (m): 10,0
Sonda tipo: C.M.V. - MK 800
Operatore: Pirrera Salvatore

COMMITTENTE: Ufficio del Genio Civile di Trapani
CANTIERE: Realizzazione Diga Antemurale di levante Bacino Portuale - Indagini geologiche
LOCALITA': Porto di Marsala (TP)
DATA INIZIO: 10-11-2011 DATA FINE: 10-11-2011
QUOTA BOCCAFORO (m s.l.m.):

LEGENDA:
PROVE S.P.T.: PA Punta aperta - PC Punta chiusa
CAMPIONI: S Pareti sottili - O Osterberg - M Mazier
R Rimaneggiato - Rs Rimaneggiato da S.P.T.
PIEZOMETRI: A Aperto - C Casagrande - E Elettrico
PERFORAZIONE: CS Carotiere semplice - CD Carotiere doppio - EC Elica continua
STABILIZZAZIONE: RM Rivestimento metallico
FB Fanghi bentonitici
% CAROTAGGIO ——— R.Q.D. ———

S.P.T. Prof. Tipo Valori	CAMPIONI Prof.	CAMPIONI Tipo	STRATIGRAFIA E DESCRIZIONE	Prof. (m)	Carot. (%) RQD (%) 20 40 60 80	Pocket Test kg/cmq	Vane Test	FALDA Rinv	FALDA Stab	Piezometri	Diam. (mm)	Metodo Perf.ne	Metodo Stab.ne
			Calcestruzzo	0,5									
1			Blocchi di calcari e calcareniti (riempimento banchina) misti a materiale di riporto e fango con inclusi elementi vegetali morti										
2													
3													
4													
5,0 PC 1 1 4 5													
6				6,0							6,0 127		6,0 RM
7			Sabbia grossolana di colore grigio-giallastro, umida e debolmente addensata con intercalazioni calcarenitiche, ricca di sostanza organica (RQD < 10 %)										
8,0 PC 1 2 4 8													
9													
10	10,0-10,5	S		10,0							10,0 101	10,0 CS	

Tav. 10b - Stratigrafia sondaggio S2

Geocima

di Cibella Carlo & C. s.n.c.

Laboratorio di Geologia Tecnica

Prove di Laboratorio

COMUNE DI MARSALA (TP)

Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala

COMMITTENTE: *Trivel Sicilia S.r.l.*

Luglio 2010

Il Direttore Tecnico
Dott. Geol. Carlo Cibella

GEOCIMA s.n.c. - Laboratorio di Geologia Tecnica - Via G. Sciuti 87/c - 90144 - Palermo
Sede operativa: Via Borremans, 36 - Palermo -
Tel/Fax 0915609005 – Email: geocimasnc@tiscali.it - P.I. 04405870827

Concessione n° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto del
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti per prove sui terreni (settore A)

Nel mese di Giugno dell'anno 2010 sono pervenuti al laboratorio complessivamente n° 2 campioni indisturbati contenuti in fustelle metalliche ermeticamente sigillate.

Dietro indicazione della ditta committente sono state effettuate le analisi e le prove di laboratorio necessarie per definire sia i parametri fisici che quelli meccanici.

Seguendo il programma delle indagini di laboratorio, sono state svolte le seguenti prove:

- Descrizione macroscopica del campione;
- Determinazione del Peso dell'Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD).

• Il Peso di Volume (γ) é stato calcolato mediante una fustella di acciaio a volume noto, secondo una media effettuata su tre prove. La normativa di riferimento é la BS 1377: 1990

• La prova di taglio è stata realizzata con l'apparecchio di Casagrande su tre provini quadrati aventi altezza di 2 cm e diametro di 6 cm; la fase di consolidazione si é protratta per 24 h, sino al raggiungimento della consolidazione secondaria.

La velocità di rottura é stata scelta tenendo conto del tempo di consolidazione del materiale di prova; sono stati analizzati i tempi relativi al 50% ed al 100% della consolidazione, valori che hanno permesso di risalire alla velocità necessaria per raggiungere la rottura utilizzando le formule proposte da Bowles (1970), Ladd (1971) e Gibson ed Henkel (1954).

I carichi applicati durante la fase di consolidazione sono stati compresi tra circa 100 e 300 KN/m^2 (= tra circa 1 e 4 Kg/cm^2).

La normativa di riferimento é la ASTM D 3080-72.

Nelle pagine seguenti sono state riportate i seguenti elaborati:

- Tabella riepilogativa delle prove effettuate;
- Tabelle riepilogative delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche ricavate dalle prove eseguite;
- Certificati riferiti alle singole prove ed analisi eseguite.

Palermo, Luglio 2010

Il Direttore Tecnico del Laboratorio

ELENCO DELLA SIMBOLOGIA UTILIZZATA

DESCRIZIONE	SIMBOLO	UNITA' di MISURA
Peso specifico	γs	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume	γ	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume all'inizio della prova	γi	KN/m^3
Peso dell'Unità di Volume alla fine della prova	γf	KN/m^3
Peso secco dell'unità di volume	γd	KN/m^3
Contenuto naturale d'acqua	**Wn**	%
Contenuto naturale d'acqua all'inizio della prova	**Wi**	%
Contenuto naturale d'acqua alla fine della prova	**Wf**	%
Limite di Liquidità	**Wl**	%
Limite di Plasticità	**Wp**	%
Indice di Plasticità	**Ip**	%
Indice di Consistenza	**Ic**	-
Indice dei vuoti	**e**	-
Indice dei vuoti all'inizio della prova	e_o	-
Porosità	**N**	%
Coefficiente di saturazione	**S**	%
Coesione drenata	**c'**	KN/m^2
Coesione non drenata	**Cu**	KN/m^2
Angolo di attrito interno in condizioni drenate	ϕ'	*Gradi*
Angolo di attrito interno in condizioni non drenate	ϕ_u	*Gradi*
Tensione tangenziale	τ	KN/m^2
Tensione normale	σ	KN/m^2
Deformazione orizzontale	$\varepsilon - \delta$	% - mm
Resistenza a compressione non confinata	**Qmax**	KN/m^2
Indice di resistenza normalizzato	**Is (50)**	KN/m^2
Modulo edometrico	**Ed**	KN/m^2
Indice di compressibilità	**Av**	m^2/KN
Coefficiente di compressibilità di volume	**Mv**	m^2/KN
Coefficiente di consolidazione	**Cv**	m^2/KN
Coefficiente di permeabilità	**K**	*cm/sec*

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N° 0005593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

COMMITTENTE: Trivel Sicilia S.r.l.

LOCALITA': Comune di Marsala (TP)

PROGETTO: Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala

DATA RICEV. CAMPIONI: 25/06/2010 **DATA EMISS. CERTIF.:** 15/07/10

N° PROT.: 29/10

SONDAGGIO	CAMPIONE	PROF. (m)	Descrizione	γ	γ_s	W_n	Wl -Wp	Analisi gran.	Permeabilità a carico variabile	Taglio CD	Taglio Residuo	Compressione Edometrica	Compressione Triassiale	E.L.L.
S1	C1	14.00	*	*						*				
S2	C1	13.50	*	*						*				

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.

Laboratorio di analisi geotecniche

Concessione N° 000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

RIEPILOGO DELLE CARATTERISTICHE FISICHE

CAMPIONE	PROF. (m)	γ KN/m^3	γ_s KN/m^3	γ_d KN/m^3	Wn %	Wl %	Wp %	S %	n %
S1C1	**14.00**	19.39							
S2C1	**13.50**	19.53							

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

Certificato n° 860 del 15/07/10 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**
PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **14.0 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/6/10 N° verb. accett.: 29/10

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	☐ Parete sottile con pistone	☒ Parete sottile senza pistone	☐ Continua
	☐ Parete spessa	☐ Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	☐ Percussione	☒ Pressione	☐ Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	☒ Inox	☐ PVC	☐ Ferro
	☐ Sacchetto		
Forma del campione	☒ Cilindrica	☐ Cubica	☐ Informe
Condizioni del campione	☒ Buone	☐ Mediocri	☐ Cattive
Tipo di campione	☒ Indisturbato	☐ Rimaneggiato a disturbo limitato	☐ Rimaneggiato
	☒ Incoerente	☐ Pseudocoerente	☐ Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.

Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

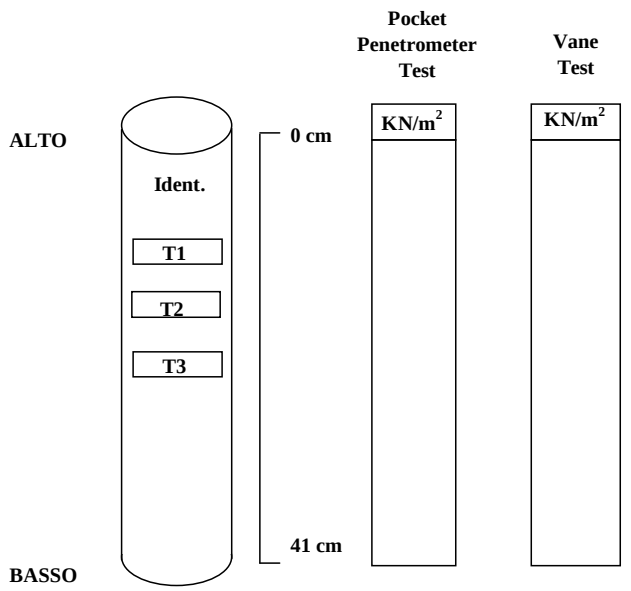
UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**
PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**
SONDAGGIO : **S1** **CAMPIONE : C1** **PROFONDITA' : 14.0 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/06/2010 N° verb. accett.: 29/10

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977



DESCRIZIONE

Sabbia a grana medio-grossolana di colore beige, poco addensata a struttura omogenea .

Ident.: Identificazione del campione
T1: Prova di taglio diretto CD

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

Certificato n° 861 del 15/07/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **14.0 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 1/7/10 N° verb. accett.: 29/10

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	**Volume fustella** (cm^3)	**Peso umido lordo** (mmN)
Campione 1	815.52	59.23	1947.40
Campione 2	815.52	59.23	1965.74
Campione 3	815.52	59.23	1979.28

	KN/m^3
γ_1	19.110
γ_2	19.420
γ_3	19.648

γ medio: 19.393 KN/m^3

DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : -

	Tara (mmN)	**Peso umido lordo** (mmN)	**Peso secco lordo** (mmN)	**Wn** (%)
Campione 1	-	-	-	-
Campione 2	-	-	-	-
Campione 3	-	-	-	-

Wn medio: - %

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio **Lo Sperimentatore**

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **14.0 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 1/7/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm^3	**59.23**	**59.23**	**59.23**
Sezione	cm^2	**31.17**	**31.17**	**31.17**
Diametro	cm	**6.3**	**6.3**	**6.3**
Altezza	cm	**1.9**	**1.9**	**1.9**

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m^2)	100.73	200.37	293.78
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.490	0.880	1.150

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.004	0.004	0.004

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m^3	γd KN/m^3	S (%)	n_i (%)	e_i	W_i (%)	W_f (%)
A	19.10	-	-	-	-	23.63	27.00
B	19.41	-	-	-	-	24.09	27.34
C	19.64	-	-	-	-	23.20	27.03

Il Direttore del laboratorio **Lo Sperimentatore**

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

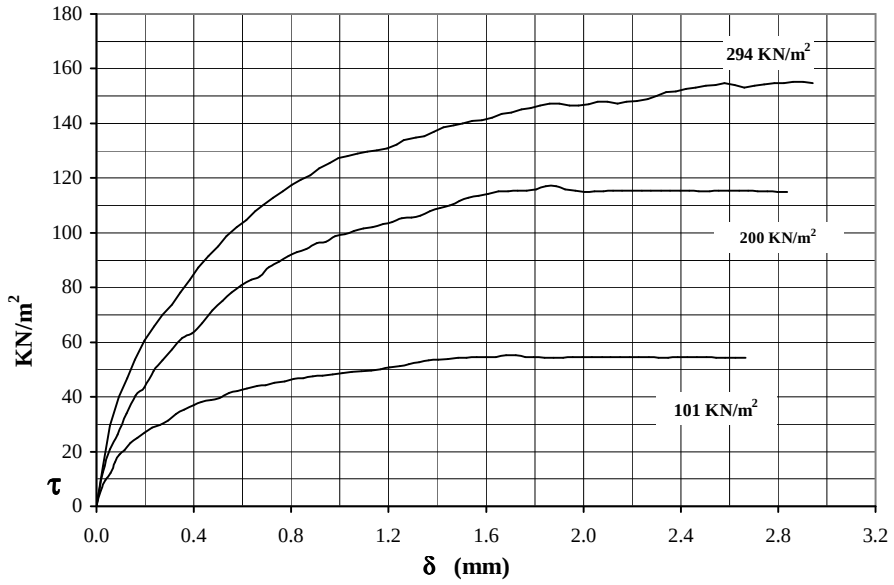
PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

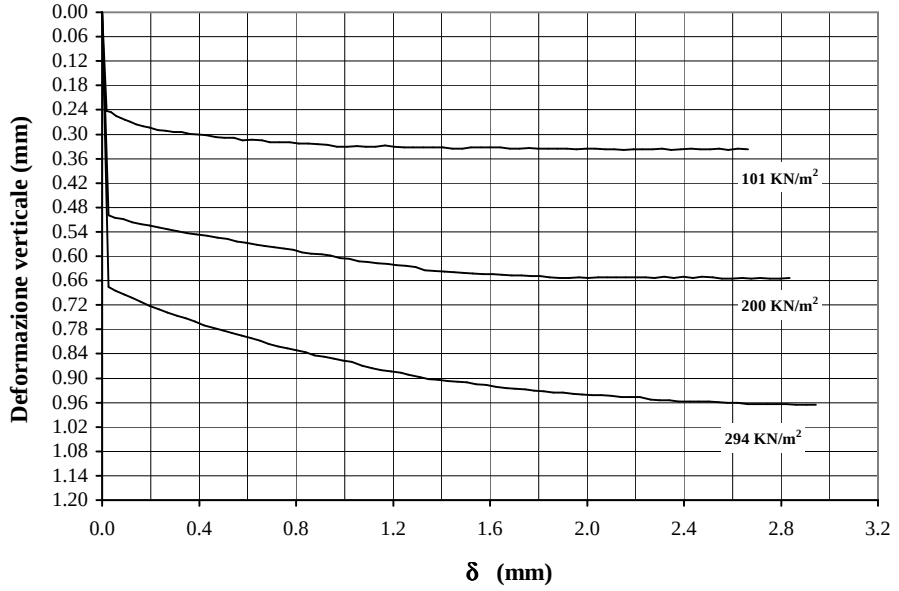
SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **14.0 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 1/7/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005





NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio _____ **Lo Sperimentatore** _____

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **14.0 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 1/7/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000
0.242	0.019	5.775	0.499	0.026	12.512	0.675	0.027	14.437
0.246	0.037	9.625	0.506	0.054	20.853	0.685	0.056	29.516
0.255	0.057	12.191	0.509	0.086	26.307	0.694	0.092	40.103
0.26	0.077	16.041	0.517	0.123	34.007	0.702	0.125	46.840
0.265	0.094	18.928	0.522	0.16	40.423	0.712	0.158	53.577
0.27	0.117	20.533	0.525	0.196	43.632	0.723	0.198	60.635
0.276	0.14	23.099	0.529	0.233	49.406	0.73	0.236	65.768
0.281	0.168	25.024	0.534	0.272	53.256	0.738	0.27	69.939
0.284	0.196	26.949	0.538	0.311	57.427	0.746	0.309	73.789
0.289	0.229	28.874	0.543	0.352	61.598	0.753	0.345	78.280
0.291	0.261	29.836	0.547	0.391	63.202	0.761	0.384	82.772
0.294	0.295	31.440	0.55	0.434	67.052	0.77	0.419	87.263
0.295	0.327	33.686	0.555	0.475	71.543	0.776	0.46	91.434
0.299	0.361	35.290	0.558	0.518	75.072	0.783	0.499	94.963
0.3	0.4	36.894	0.563	0.554	78.280	0.789	0.535	98.813
0.303	0.43	38.178	0.567	0.594	80.847	0.796	0.576	102.021
0.307	0.471	38.819	0.572	0.636	82.772	0.802	0.614	104.588
0.308	0.505	39.461	0.575	0.671	84.055	0.808	0.652	107.796
0.309	0.544	41.386	0.578	0.709	87.584	0.815	0.686	110.363
0.315	0.579	42.028	0.581	0.749	89.509	0.822	0.727	112.929
0.314	0.619	42.990	0.585	0.789	91.434	0.826	0.765	115.175
0.315	0.659	43.953	0.59	0.823	93.038	0.831	0.802	117.421
0.32	0.693	44.273	0.593	0.862	94.001	0.837	0.839	119.346
0.32	0.732	45.236	0.596	0.905	96.246	0.844	0.877	120.950
0.32	0.774	45.557	0.599	0.942	96.567	0.847	0.916	123.516
0.323	0.811	46.519	0.604	0.982	98.813	0.852	0.956	125.441
0.323	0.849	46.840	0.607	1.02	99.455	0.857	0.994	127.366
0.325	0.889	47.482	0.612	1.058	100.738	0.86	1.031	128.008
0.326	0.929	47.802	0.614	1.097	101.700	0.87	1.073	128.970
0.33	0.97	48.123	0.618	1.134	102.021	0.875	1.113	129.612
0.33	1.01	48.765	0.619	1.177	103.304	0.88	1.151	130.253
0.329	1.05	49.086	0.622	1.215	103.946	0.884	1.193	130.895
0.33	1.089	49.406	0.624	1.254	105.229	0.887	1.233	132.178
0.331	1.128	49.727	0.626	1.293	105.550	0.891	1.263	133.782
0.328	1.167	50.048	0.634	1.331	106.192	0.897	1.311	134.745
0.331	1.205	50.690	0.637	1.371	107.796	0.902	1.347	135.387
0.332	1.247	51.331	0.638	1.413	109.079	0.904	1.386	136.991
0.333	1.284	51.973	0.639	1.451	110.042	0.907	1.426	138.595
0.332	1.326	52.615	0.641	1.49	111.646	0.909	1.466	139.236
0.332	1.365	53.256	0.642	1.529	112.929	0.911	1.504	139.878
0.332	1.404	53.577	0.644	1.57	113.571	0.915	1.543	140.841
0.335	1.444	53.898	0.644	1.61	114.212	0.917	1.584	141.161
0.335	1.486	54.219	0.646	1.651	115.175	0.921	1.625	142.124
0.333	1.521	54.219	0.647	1.691	115.175	0.925	1.665	143.407
0.333	1.562	54.540	0.648	1.729	115.496	0.926	1.703	144.049

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m^2

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **14.0 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 1/7/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.332	1.601	54.540	0.649	1.768	115.496	0.928	1.745	145.011
0.333	1.641	54.540	0.649	1.807	115.816	0.931	1.783	145.653
0.336	1.683	55.181	0.652	1.846	117.100	0.933	1.823	146.615
0.335	1.722	55.181	0.653	1.887	117.100	0.936	1.862	147.257
0.334	1.762	54.540	0.653	1.924	115.816	0.936	1.901	147.257
0.335	1.797	54.540	0.652	1.967	115.496	0.938	1.943	146.615
0.336	1.84	54.219	0.653	2.004	114.854	0.94	1.98	146.615
0.336	1.878	54.219	0.652	2.045	115.175	0.941	2.021	146.936
0.336	1.917	54.219	0.652	2.082	115.175	0.942	2.06	147.899
0.337	1.956	54.540	0.652	2.121	115.496	0.944	2.099	147.899
0.336	1.996	54.540	0.652	2.159	115.496	0.946	2.141	147.257
0.336	2.034	54.540	0.652	2.2	115.496	0.947	2.177	147.899
0.337	2.076	54.540	0.652	2.241	115.496	0.947	2.219	148.219
0.337	2.112	54.540	0.653	2.278	115.496	0.952	2.263	148.861
0.338	2.152	54.540	0.651	2.318	115.496	0.954	2.3	150.144
0.337	2.191	54.540	0.653	2.357	115.496	0.955	2.34	151.428
0.337	2.228	54.540	0.651	2.398	115.496	0.957	2.379	151.748
0.337	2.27	54.540	0.653	2.436	115.496	0.958	2.423	152.711
0.335	2.309	54.219	0.651	2.475	115.175	0.958	2.462	153.032
0.338	2.348	54.219	0.652	2.518	115.175	0.958	2.503	153.673
0.337	2.387	54.540	0.655	2.557	115.496	0.959	2.543	153.994
0.335	2.428	54.540	0.655	2.598	115.496	0.96	2.58	154.636
0.337	2.466	54.540	0.654	2.639	115.496	0.961	2.622	153.994
0.337	2.507	54.540	0.655	2.676	115.496	0.963	2.661	153.032
0.336	2.544	54.219	0.654	2.715	115.175	0.964	2.703	153.673
0.338	2.583	54.219	0.655	2.755	115.175	0.963	2.743	154.315
0.336	2.623	54.219	0.655	2.797	114.854	0.963	2.784	154.636
0.337	2.665	54.219	0.654	2.836	114.854	0.963	2.823	154.636
						0.965	2.861	155.278
						0.966	2.904	155.278
						0.966	2.943	154.636

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m^2

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.

Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

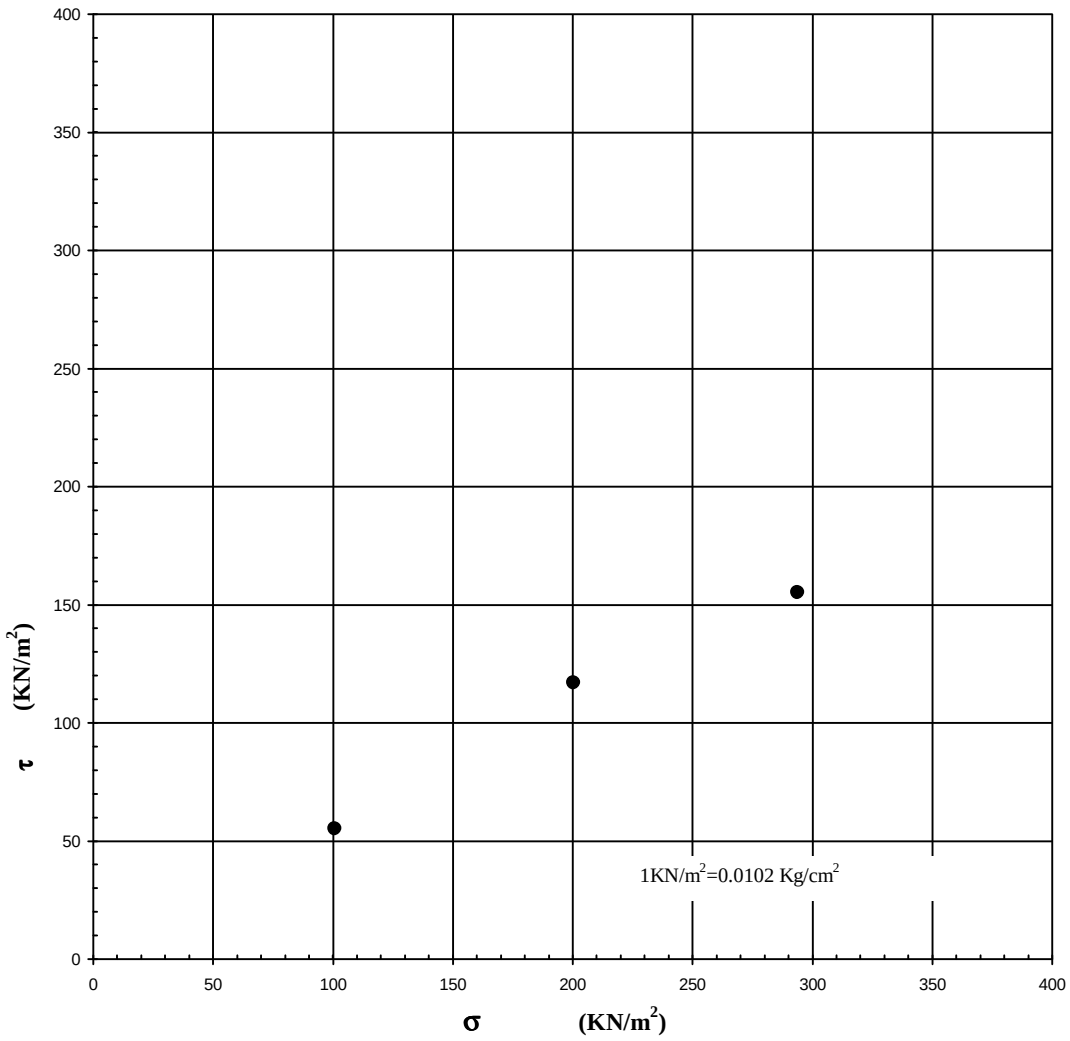
PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S1** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **14.0 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 1/7/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio _____ **Lo Sperimentatore** _____

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

Certificato n° 863 del 15/07/10 Pag 1/2

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**
PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**
SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **13.50 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/6/10 N° verb. accett.: 29/10

DATI DICHIARATI

Attrezzatura di prelievo	☐ Parete sottile con pistone	☒ Parete sottile senza pistone	☐ Continua
	☐ Parete spessa	☐ Carotiere rotativo	
Modalità di prelievo	☐ Percussione	☒ Pressione	☐ Rotopressione

VERIFICA CAMPIONI

Contenitore del campione	☒ Inox	☐ PVC	☐ Ferro
	☐ Sacchetto		
Forma del campione	☒ Cilindrica	☐ Cubica	☐ Informe
Condizioni del campione	☒ Buone	☐ Mediocri	☐ Cattive
Tipo di campione	☒ Indisturbato	☐ Rimaneggiato a disturbo limitato	☐ Rimaneggiato
	☒ Incoerente	☐ Pseudocoerente	☐ Lapideo

Il Direttore del laboratorio

Lo Sperimentatore

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.

Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

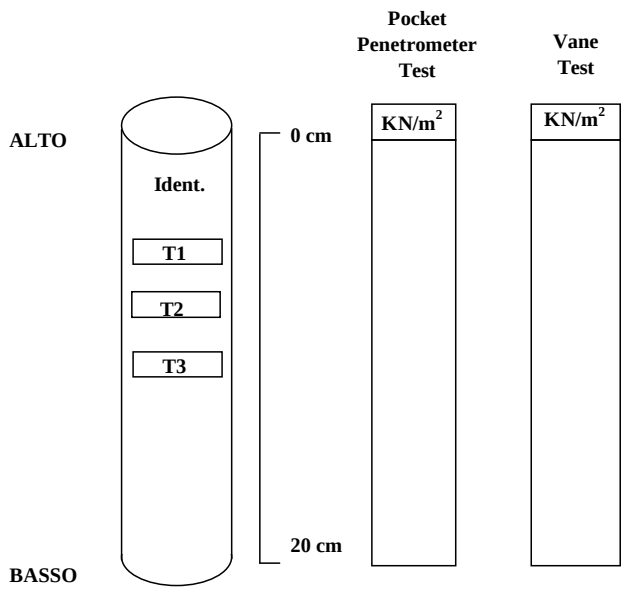
UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**
LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**
PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**
SONDAGGIO : **S2** **CAMPIONE : C1** **PROFONDITA' : 13.50 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/06/2010 N° verb. accett.: 29/10

IDENTIFICAZIONE CAMPIONE

Normativa di riferimento: ASTM D 2487-06, ASTM D 2488-00; Raccomandazioni AGI 1977



DESCRIZIONE

Sabbia a grana medio-grossolana di colore grigio, poco addensata a struttura omogenea .

Ident.: Identificazione del campione
T1: Prova di taglio diretto CD

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

Certificato n° 864 del 15/07/10 Pag 1/1

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **13.50 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/6/10 N° verb. accett.: 29/10

DETERMINAZIONE DEL PESO DELL'UNITA' DI VOLUME

Normativa di riferimento: BS 1377-90

	Tara (mmN)	**Volume fustella** (cm^3)	**Peso umido lordo** (mmN)
Campione 1	815.52	59.23	1977.41
Campione 2	815.52	59.23	1969.96
Campione 3	815.52	59.23	1968.78

	KN/m^3
γ_1	19.617
γ_2	19.491
γ_3	19.471

γ medio: 19.526 KN/m^3

DETERMINAZ. DEL CONTENUTO NATURALE D'ACQUA

Normativa di riferimento: ASTM D 2216-05; CNR-UNI 10008:1963;
UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005

Data esecuz. prova : -

	Tara (mmN)	**Peso umido lordo** (mmN)	**Peso secco lordo** (mmN)	**Wn** (%)
Campione 1	-	-	-	-
Campione 2	-	-	-	-
Campione 3	-	-	-	-

Wn medio: - %

(1 gr = 9,8 mmN)

NOTE:

Il Direttore del laboratorio **Lo Sperimentatore**

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **13.50 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/6/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

Caratteristiche iniziali dei provini

PROVINO		A	B	C
Forma		Cilindrica	Cilindrica	Cilindrica
Volume	cm^3	**59.23**	**59.23**	**59.23**
Sezione	cm^2	**31.17**	**31.17**	**31.17**
Diametro	cm	**6.3**	**6.3**	**6.3**
Altezza	cm	**1.9**	**1.9**	**1.9**

PROVA DI CONSOLIDAZIONE

PROVINO	A	B	C
Carico verticale (KN/m^2)	200.37	293.78	393.42
Durata della consolidazione	24 h	24 h	24 h
Deformazione verticale (mm)	0.680	0.980	1.320

PROVA DI TAGLIO - CD -

PROVINO	A	B	C
Velocità di deformazione (mm/min)	0.004	0.004	0.004

CARATTERISTICHE FISICHE

Provino	γ KN/m^3	γd KN/m^3	S (%)	ni (%)	ei	Wi (%)	Wf (%)
A	19.61	-	-	-	-	23.48	26.37
B	19.49	-	-	-	-	27.25	29.69
C	19.47	-	-	-	-	27.33	30.48

Il Direttore del laboratorio **Lo Sperimentatore**

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

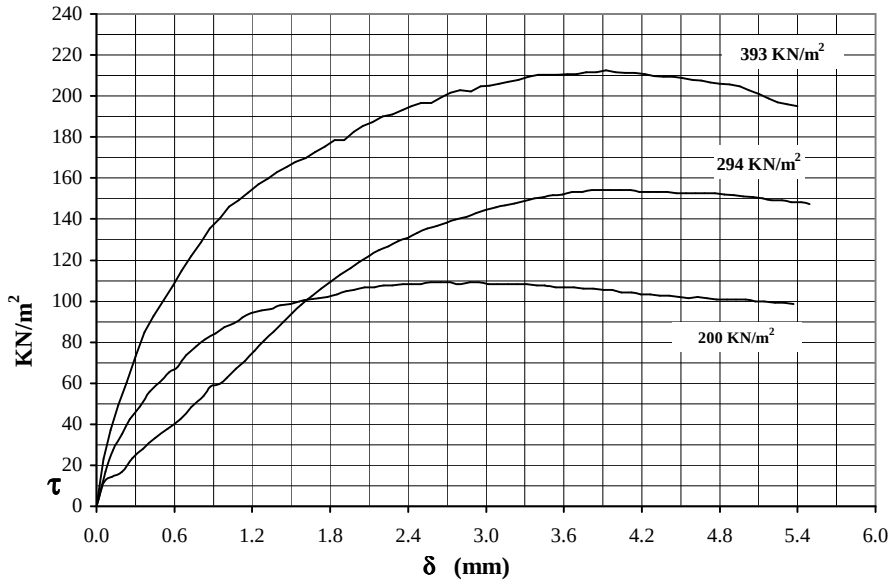
PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

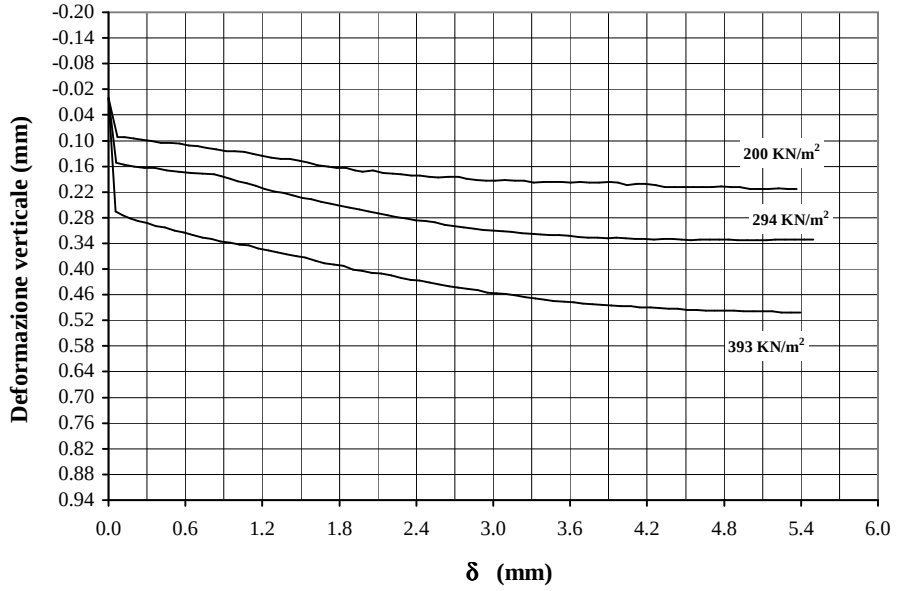
SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **13.50 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/6/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005





NOTE: _____

Il Direttore del laboratorio _____ **Lo Sperimentatore** _____

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **13.50 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/6/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0	0	0.000	0	0	0.000	0	0	0.000
0.092	0.07	17.004	0.151	0.058	11.870	0.265	0.054	23.099
0.092	0.126	27.591	0.156	0.12	14.437	0.274	0.11	37.215
0.095	0.196	35.290	0.161	0.198	17.004	0.281	0.17	49.406
0.097	0.258	42.348	0.164	0.278	23.420	0.287	0.23	60.314
0.101	0.336	48.765	0.164	0.36	28.232	0.292	0.3	73.147
0.105	0.41	55.823	0.169	0.454	33.365	0.299	0.37	85.018
0.105	0.484	60.314	0.172	0.546	37.857	0.303	0.44	92.717
0.107	0.556	65.127	0.175	0.644	42.348	0.31	0.516	100.417
0.111	0.624	68.014	0.177	0.732	48.444	0.314	0.588	107.475
0.113	0.692	73.789	0.179	0.822	53.577	0.321	0.658	114.854
0.117	0.77	77.960	0.183	0.88	58.389	0.326	0.732	121.912
0.12	0.84	81.489	0.189	0.946	59.673	0.33	0.802	128.649
0.124	0.918	84.376	0.195	1.008	62.881	0.335	0.872	135.387
0.124	0.984	87.263	0.199	1.076	67.052	0.338	0.952	140.520
0.126	1.058	89.188	0.206	1.146	70.902	0.343	1.022	145.974
0.13	1.124	92.076	0.213	1.218	75.714	0.345	1.094	149.182
0.135	1.192	94.321	0.219	1.292	80.847	0.352	1.17	153.032
0.139	1.27	95.605	0.222	1.364	85.338	0.356	1.246	156.882
0.143	1.342	96.246	0.228	1.438	89.830	0.361	1.32	159.769
0.142	1.414	97.850	0.234	1.51	94.321	0.365	1.39	162.977
0.147	1.492	98.492	0.237	1.58	98.171	0.37	1.466	165.544
0.152	1.564	99.775	0.243	1.658	102.342	0.373	1.532	167.790
0.157	1.632	100.738	0.248	1.732	106.192	0.381	1.612	169.714
0.16	1.712	101.380	0.252	1.802	109.400	0.386	1.68	172.602
0.164	1.778	102.021	0.256	1.876	112.929	0.389	1.758	175.489
0.163	1.852	103.304	0.261	1.958	116.137	0.393	1.832	178.377
0.169	1.924	104.909	0.265	2.028	119.346	0.401	1.908	178.377
0.172	1.984	105.550	0.27	2.102	121.912	0.405	1.98	182.547
0.17	2.064	106.833	0.274	2.174	124.799	0.409	2.052	185.435
0.175	2.142	106.833	0.279	2.246	126.724	0.411	2.126	187.360
0.177	2.216	107.796	0.282	2.322	129.291	0.415	2.204	189.926
0.179	2.28	107.796	0.286	2.398	130.895	0.421	2.28	190.889
0.182	2.36	108.438	0.288	2.472	133.141	0.425	2.358	193.134
0.182	2.426	108.438	0.291	2.548	135.387	0.427	2.424	195.059
0.185	2.502	108.438	0.297	2.622	136.670	0.431	2.502	196.663
0.186	2.572	109.079	0.3	2.696	138.274	0.436	2.578	196.663
0.185	2.652	109.079	0.302	2.768	139.878	0.44	2.656	199.551
0.185	2.728	109.079	0.305	2.848	141.161	0.443	2.726	201.476
0.189	2.788	108.438	0.308	2.922	143.086	0.446	2.802	202.759
0.192	2.872	109.079	0.31	2.998	144.370	0.45	2.882	202.117
0.194	2.944	109.079	0.312	3.074	145.653	0.455	2.956	204.684
0.193	3.016	108.438	0.313	3.146	146.615	0.457	3.026	205.005
0.192	3.088	108.438	0.316	3.22	147.578	0.459	3.1	205.967
0.193	3.168	108.438	0.318	3.3	148.861	0.462	3.172	206.930
0.194	3.238	108.438	0.319	3.37	150.144	0.466	3.25	207.892

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m^2

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.
Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **13.50 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/6/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005

PROVINO A			PROVINO B			PROVINO C		
Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.	Cedimento	Spostam.	Tens. Oriz.
0.198	3.312	108.438	0.32	3.444	150.786	0.469	3.33	209.496
0.196	3.392	107.796	0.321	3.516	151.748	0.471	3.404	210.459
0.197	3.452	107.796	0.322	3.588	152.069	0.475	3.47	210.459
0.197	3.534	106.833	0.325	3.664	153.353	0.476	3.552	210.459
0.198	3.604	106.833	0.326	3.74	153.353	0.478	3.628	210.780
0.197	3.678	106.833	0.326	3.814	154.315	0.48	3.7	210.780
0.198	3.75	106.192	0.328	3.892	154.315	0.482	3.774	211.742
0.198	3.824	106.192	0.327	3.96	154.315	0.484	3.85	211.742
0.197	3.906	105.550	0.328	4.032	154.315	0.485	3.922	212.384
0.198	3.974	105.550	0.33	4.11	154.315	0.487	3.996	211.742
0.204	4.044	104.267	0.33	4.182	153.353	0.487	4.074	211.421
0.201	4.12	104.267	0.331	4.252	153.353	0.489	4.144	211.421
0.201	4.19	103.304	0.33	4.326	153.353	0.49	4.226	210.780
0.204	4.266	103.304	0.33	4.396	153.353	0.491	4.296	209.817
0.208	4.34	102.663	0.331	4.468	152.711	0.492	4.368	209.496
0.209	4.414	102.663	0.332	4.542	152.711	0.493	4.44	209.496
0.208	4.484	102.021	0.331	4.614	152.711	0.495	4.51	208.855
0.208	4.56	101.380	0.331	4.686	152.711	0.496	4.588	207.892
0.208	4.63	102.021	0.331	4.762	152.711	0.497	4.658	207.571
0.209	4.704	101.380	0.331	4.836	152.069	0.497	4.728	206.609
0.207	4.778	100.738	0.332	4.908	151.748	0.497	4.804	205.967
0.208	4.856	100.738	0.332	4.984	151.107	0.497	4.876	205.646
0.208	4.924	100.738	0.332	5.058	150.786	0.498	4.954	204.684
0.213	5	100.738	0.332	5.132	150.144	0.498	5.026	202.759
0.213	5.072	99.775	0.331	5.202	149.182	0.498	5.104	200.834
0.213	5.144	99.775	0.331	5.278	149.182	0.499	5.178	198.909
0.212	5.226	99.134	0.331	5.35	148.219	0.501	5.248	196.984
0.213	5.294	99.134	0.331	5.426	148.219	0.502	5.322	196.022
0.213	5.368	98.492	0.331	5.494	147.257	0.501	5.398	195.059

Lo Sperimentatore

Il Direttore del laboratorio

Il cedimento e lo spostamento sono espressi in millimetri; la tensione orizzontale è espressa in KN/m^2

GEOCIMA di Cibella Carlo e C. s.n.c.

Laboratorio di analisi geotecniche
Concessione N°000 5593 del 25/06/2010 ai sensi del Decreto
Ministero Infrastrutture e Trasporti per prove sui terreni (settore A)
Sede legale: Via G. Sciuti 87 C - 90144 Palermo - P.IVA 04405870827
Sede operativa: Via Borremans 36, - 90145 - Palermo
Tel/Fax: 0915609005 - email: geocimasnc@tiscali.it

UNI EN ISO 9001:2008 CERTIFIED
CQS01007IT

COMMITTENTE : **Trivel Sicilia S.r.l.**

LOCALITA' : **Comune di Marsala (TP)**

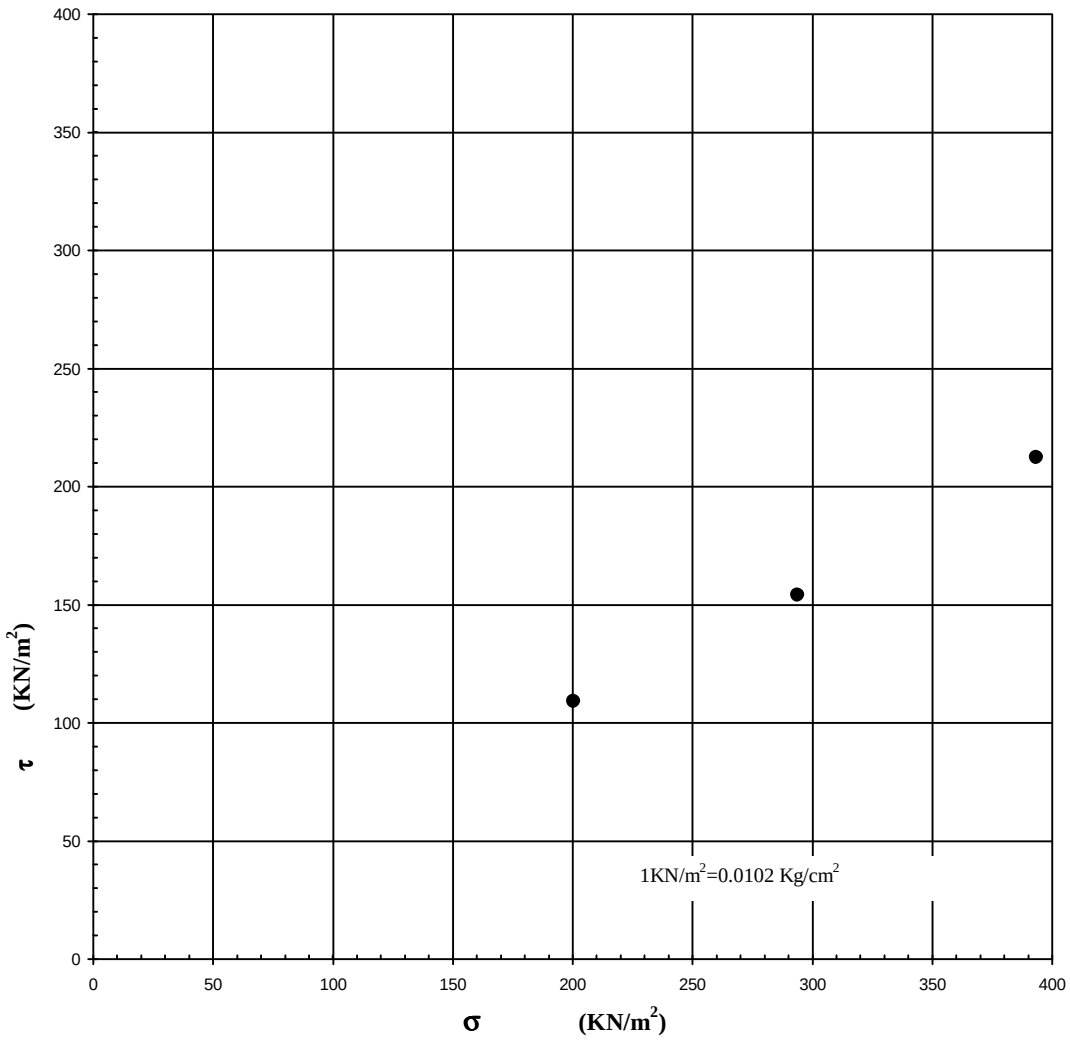
PROGETTO : **Realizz. di opere per rimessaggio e tiro a secco di imbarcazioni nel porto di Marsala**

SONDAGGIO : **S2** CAMPIONE : **C1** PROFONDITA' : **13.50 m**

Data ricevimento camp: 25/6/10 Data esecuz. prova : 30/6/10 N° verb. accett.: 29/10

PROVA DI TAGLIO DIRETTO - CD -

Normativa di riferimento: ASTM D 3080-04; UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005



Il Direttore del laboratorio _____ **Lo Sperimentatore** _____

Allegato 2

Aggiornamento e riorganizzazione dell'area portuale di Marsala

Progetto definitivo

Integrazione al Piano di indagine geognostica eseguito

Area del dragaggio

Assessorato Infrastrutture e Trasporti – Ufficio del Genio Civile di Trapani

Risultati delle prove geotecniche di laboratorio

"Lavori di realizzazione della diga antemurale di levante e dell'escavo del Porto" – Marsala (TP)

OGGETTO DEI LAVORI

PORTO DI MARSALA - OPERE MESSA IN SICUREZZA

COMMITTENTE

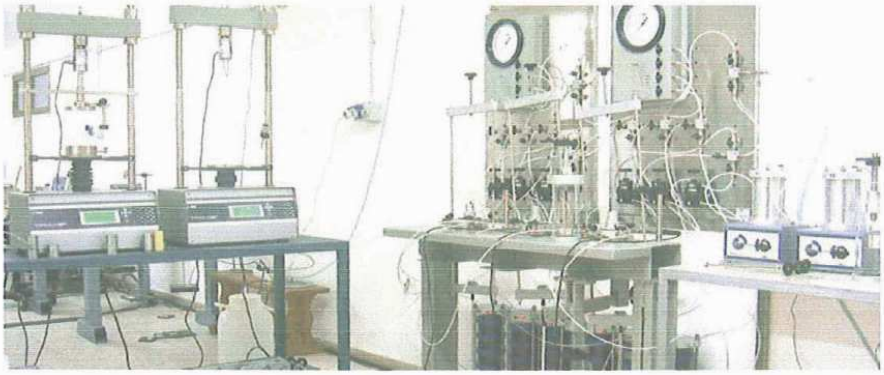
Geol. Caterina Caradonna c/o Provv. Interreg. OO.PP. Sicilia Calabria

ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA
DOTT. Geol. CARADONNA CATERINA N° 1452

Rif. Verb. di accettazione n°	200

Rif. Interno n°	117/11

RISULTATI DELLE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO



Rif. Verb. N° **200**

Oggetto dei lavori:

PORTO DI MARSALA - OPERE MESSA IN SICUREZZA

Nell'ambito dei lavori inerenti la campagna di indagini geognostiche in oggetto, il committente, **Geol. Caterina Caradonna c/o Provv. Interreg. OO.PP. Sicilia Calabria**

ha incaricato formalmente la Società GEO 3 s.a.s. di Antonino Ardagna & C. per l'esecuzione di prove geotecniche su campioni di terreno opportunamente prelevati.
Sono, infatti, pervenuti presso codesto laboratorio i seguenti campioni:

N°	3	fustelle metalliche denominate S1C1, S1C2 e S2C1
N°	0	sacchetti plastici

Il campione risulta essere opportunamente sigillato onde evitarne l'essiccazione e marcati da etichetta identificatrice.
Dopo l'apertura del campione, è stato possibile identificare lo stesso e classificarlo dal punto di vista macroscopico; in seguito a tale identificazione si è proceduto al selezionamento delle porzioni necessarie per la caratterizzazione fisica e meccanica.

Nello specifico sono state eseguite le seguenti prove:

- determinazione del contenuto di acqua del campione – ASTM D 2216-80;
- determinazione del peso per unità di volume – BS 1377;
- determinazione del peso specifico – ASTM D 854;
- granulometrica mediante sedimentazione (aerometria) e/o setacciatura - ASTM D 422;
- prova di taglio diretto – ASTM D 3080.

Di seguito vengono riportati i certificati da **509/11 a** a **511/11 c** con riferimento ai campioni pervenuti in questo laboratorio, unitamente ad un quadro di sintesi dei dati ottenuti mediante le analisi sopraccitate.

Gibellina, novembre-11

Il direttore di Laboratorio

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni

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

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	SCHEDA CAMPIONE S1 C1	Rif. interno n° 117/11 Certificato n° 509/11 a Data emissione 30/11/2011 n° pagine 1 / 4

Rif. Verbale di accettazione n° 200

Committente Geol. Caterina Caradonna c/o Provv. Interreg. OO.PP. Sicilia Calabria

Direttore Lavori - **Località** Porto di Marsala (TP)

Oggetto PORTO DI MARSALA - OPERE MESSA IN SICUREZZA

Sondaggio	**S1**	**Campione**		**C1**	
Profondità	5,00-5,60 metri p.c.	**Contenitore**		Fustella metallica	
Data prelievo campione	10-nov-11	**Data accettazione**	22-nov-11	**Data inizio prove**	25-nov-11

Descrizione del campione

Sabbia grossolana di colore grigio. Umida e debolmente addensata.

Classe di qualità	**Q5**	**Indisturbato**	x	**Rimaneggiato**	-

Infissione pocket penetrometer	**<100 kPa**	-	**100<kPa<400**	X	**> 400 kPa**	-

Prove effettuate

	data prove			*data prove*	
Contenuto d'acqua	25/11/2011	x	Edometria		
Peso di volume	25/11/2011	x	Taglio diretto	25/11/2011	x
Peso specifico dei grani	28/11/2011	x	Taglio residuo		
Limiti di Atterberg			ELL		
Limite di ritiro			Triassiale UU		
Analisi granulometrica (setacci)	28/11/2011	x	Triassiale CU		
Analisi granulometrica (sedimentaz.)			Triassiale CD		
Calcimetria			Rigonfiamento		
			Perm a car cost.		
Compattazione Proctor modificato			Perm. a car var		
Penetrazione CBR			Perm in cella tx		

Grandezze Indice

Contenuto d'acqua I W_0 (%)	14,81	Peso specifico I γs (kN/m^3)	26,03
Contenuto d'acqua II W_0 (%)	17,77	Peso specifico II γs (kN/m^3)	26,00
Contenuto d'acqua medio W_0 (%) *(media 2 determinaz.)*	**16,29**	Peso specifico medio γs (kN/m^3) *(media 2 determinaz.)*	**26,02**
Peso di volume γ (kN/m^3)	18,22	Grado di saturazione (S_n) (%)	65,43
		Indice dei vuoti (e)	0,66
Peso di volume secco γd (kN/m^3)	15,67		
		Porosità %	39,77

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422)	Rif. interno n° 117/11 Certificato n° 508/11 b Data 30/11/2011 n° pagina 2 / 4

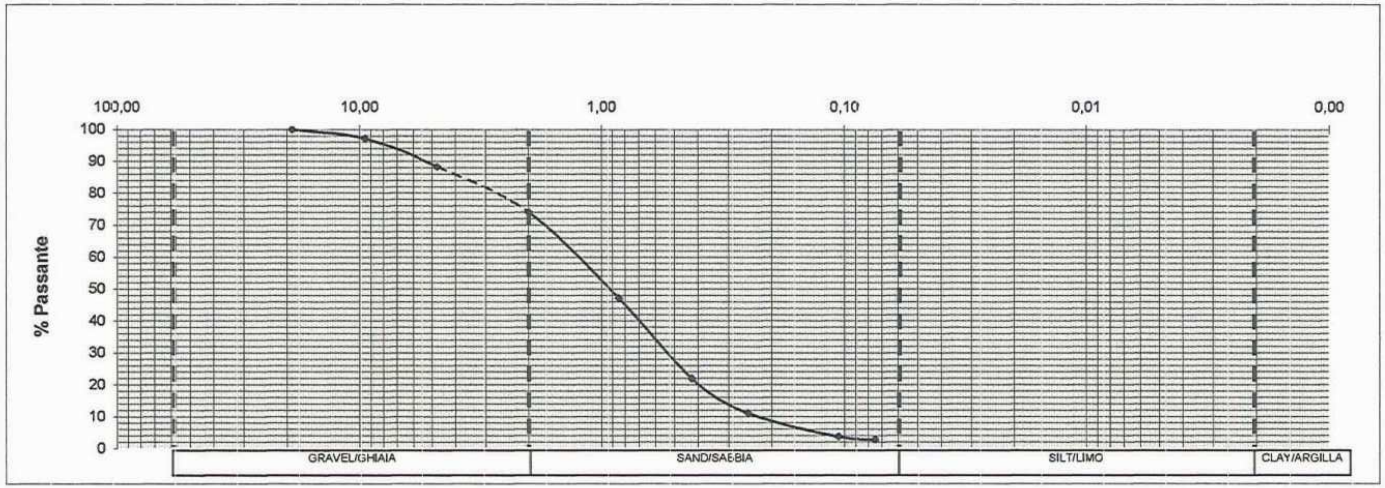
Laboratorio Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

Dati del Cliente

Cliente	Geol. Caterina Caradonna c/o Provv. Interreg. OO.PP. Sicilia Calabria
Cantiere	PORTO DI MARSALA - OPERE MESSA IN SICUREZZA
Sondaggio	S1 Campione C1
Profondità	5,00-5,60 m

Il Direttore di Laboratorio — Dott. Geol Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore — Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia



Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
SABBIA CON GHIAIA	26	74	-	-	1,4	0,23	6,09

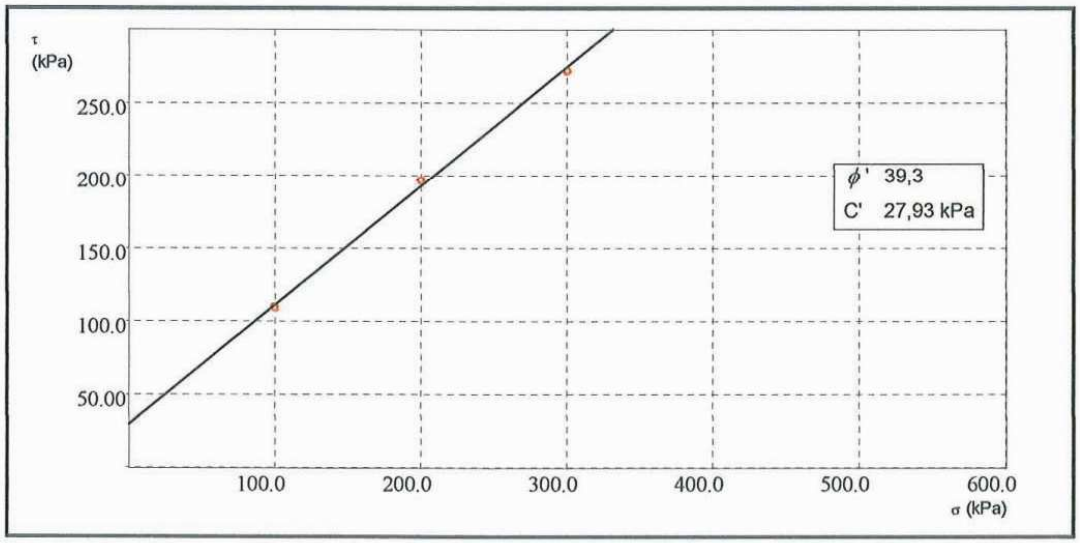
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geol. Caterina Caradonna
Indirizzo	Porto di Marsala - Opere messa in sicurezza
Cantiere	Porto di Marsala (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C1
Profondità	5.00-5.60 m

Provino	Ho mm	Ao cm^2	γ_n g/cm^3	γ_d g/cm^3	Wo %	Wf %	So %	Sf %
1171111A	20,00	36,00	1,858	1,587	17,06	18,01	67,54	84,43
1171111B	20,00	36,00	1,873	1,609	16,41	17,13	67,22	89,27
1171111C	20,00	36,00	1,843	1,578	16,81	21,41	65,58	112,82

Provino	σ_v kPa	H mm	dt h	τf kPa	Sh mm	V micron/min		
1171111A	100,00	18,75	1,00	109,27	3,54	100,00		
1171111B	200,00	18,32	1,00	196,59	3,75	100,00		
1171111C	300,00	17,90	1,00	271,48	4,88	100,00		



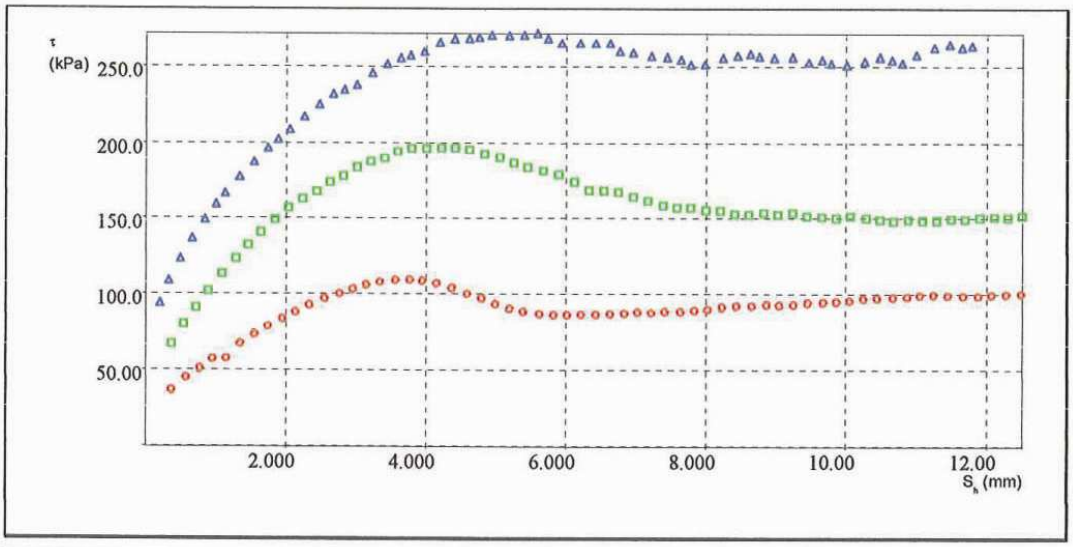
Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardagna

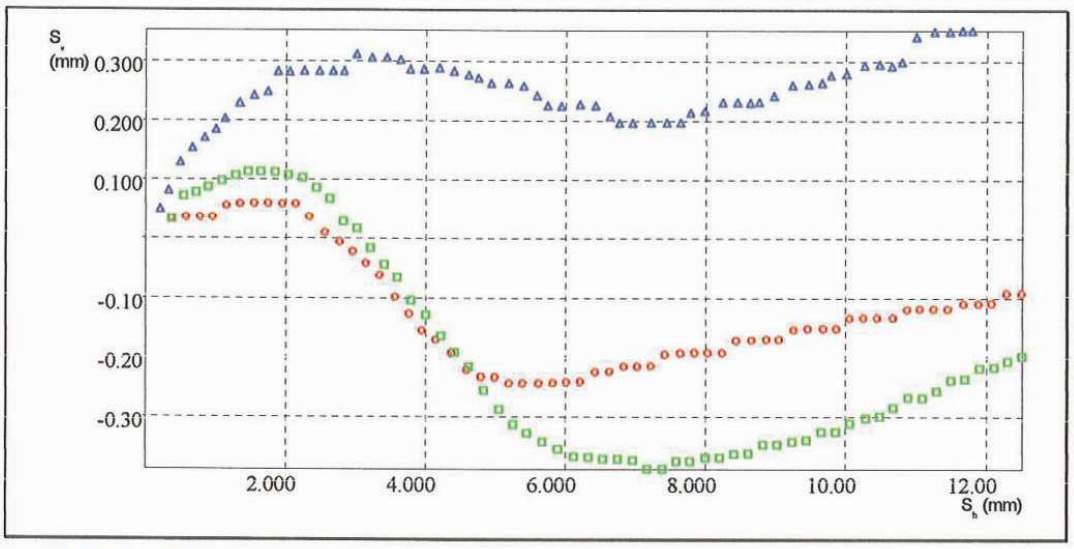
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geol. Caterina Caradonna
Indirizzo	Porto di Marsala - Opere messa in sicurezza
Cantiere	Porto di Marsala (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C1
Profondità	5.00-5.60 m





Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

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

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	SCHEDA CAMPIONE S1 C2	Rif. interno n° 117/11 Certificato n° 510/11 a Data emissione 30/11/2011 n° pagine 1 / 4

Rif. Verbale di accettazione n° 200

Committente Geol. Caterina Caradonna c/o Provv. Interreg. OO.PP. Sicilia Calabria

Direttore Lavori - **Località** Porto di Marsala (TP)

Oggetto PORTO DI MARSALA - OPERE MESSA IN SICUREZZA

Sondaggio	**S1**	**Campione**	**C2**
Profondità	8,00-8,40 metri p.c.	**Contenitore**	Fustella metallica

Data prelievo campione	10-nov-11	Data accettazione	22-nov-11	Data inizio prove	23-nov-11

Descrizione del campione

Sabbia grossolana di colore grigio. Umida e debolmente addensata.

Classe di qualità	Q5	Indisturbato	x	Rimaneggiato	-

Infissione pocket penetrometer	<100 kPa	-	100<kPa<400	X	> 400 kPa	-

Prove effettuate

	data prove			data prove	
Contenuto d'acqua	23/11/2011	x	Edometria		
Peso di volume	23/11/2011	x	Taglio diretto	23/11/2011	x
Peso specifico dei grani	24/11/2011	x	Taglio residuo		
Limiti di Atterberg			ELL		
Limite di ritiro			Triassiale UU		
Analisi granulometrica (setacci)	24/11/2011	x	Triassiale CU		
Analisi granulometrica (sedimentaz.)			Triassiale CD		
Calcimetria			Rigonfiamento		
			Perm a car cost.		
Compattazione Proctor modificato			Perm. a car var		
Penetrazione CBR			Perm in cella tx		

Grandezze Indice

Contenuto d'acqua I W_0 (%)	17,41	Peso specifico I γs (kN/m^3)	26,50
Contenuto d'acqua II W_0 (%)	18,57	Peso specifico II γs (kN/m^3)	26,51
Contenuto d'acqua medio W_0 (%) *(media 2 determinaz.)*	**17,99**	Peso specifico medio γs (kN/m^3) *(media 2 determinaz.)*	**26,51**
Peso di volume γ (kN/m^3)	21,67	Grado di saturazione (S_n) (%)	100
		Indice dei vuoti (e)	0,44
Peso di volume secco γd (kN/m^3)	18,37		
		Porosità %	30,71

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

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

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	SCHEDA CAMPIONE S1 C2	Rif. interno n° 117/11 Certificato n° 510/11 a Data emissione 30/11/2011 n° pagine 1 / 4

Rif. Verbale di accettazione n° 200

Committente Geol. Caterina Caradonna c/o Provv. Interreg. OO.PP. Sicilia Calabria

Direttore Lavori - **Località** Porto di Marsala (TP)

Oggetto PORTO DI MARSALA - OPERE MESSA IN SICUREZZA

Sondaggio	**S1**	**Campione**	**C2**
Profondità	8,00-8,40 metri p.c.	**Contenitore**	Fustella metallica

Data prelievo campione	10-nov-11	Data accettazione	22-nov-11	Data inizio prove	23-nov-11

Descrizione del campione

Sabbia grossolana di colore grigio. Umida e debolmente addensata.

Classe di qualità	Q5	Indisturbato	x	Rimaneggiato	-

Infissione pocket penetrometer	<100 kPa	-	100<kPa<400	X	> 400 kPa	-

Prove effettuate

	data prove			data prove	
Contenuto d'acqua	23/11/2011	x	Edometria		
Peso di volume	23/11/2011	x	Taglio diretto	23/11/2011	x
Peso specifico dei grani	24/11/2011	x	Taglio residuo		
Limiti di Atterberg			ELL		
Limite di ritiro			Triassiale UU		
Analisi granulometrica (setacci)	24/11/2011	x	Triassiale CU		
Analisi granulometrica (sedimentaz.)			Triassiale CD		
Calcimetria			Rigonfiamento		
			Perm a car cost.		
Compattazione Proctor modificato			Perm. a car var		
Penetrazione CBR			Perm in cella tx		

Grandezze Indice

Contenuto d'acqua I W_0 (%)	17,41	Peso specifico I γs (kN/m^3)	26,50
Contenuto d'acqua II W_0 (%)	18,57	Peso specifico II γs (kN/m^3)	26,51
Contenuto d'acqua medio W_0 (%) *(media 2 determinaz.)*	**17,99**	Peso specifico medio γs (kN/m^3) *(media 2 determinaz.)*	**26,51**
Peso di volume γ (kN/m^3)	21,67	Grado di saturazione (S_n) (%)	100
		Indice dei vuoti (e)	0,44
Peso di volume secco γd (kN/m^3)	18,37		
		Porosità %	30,71

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422)	Rif. interno n° 117/11 Certificato n° 510/11 b Data 30/11/2011 n° pagina 2 / 4

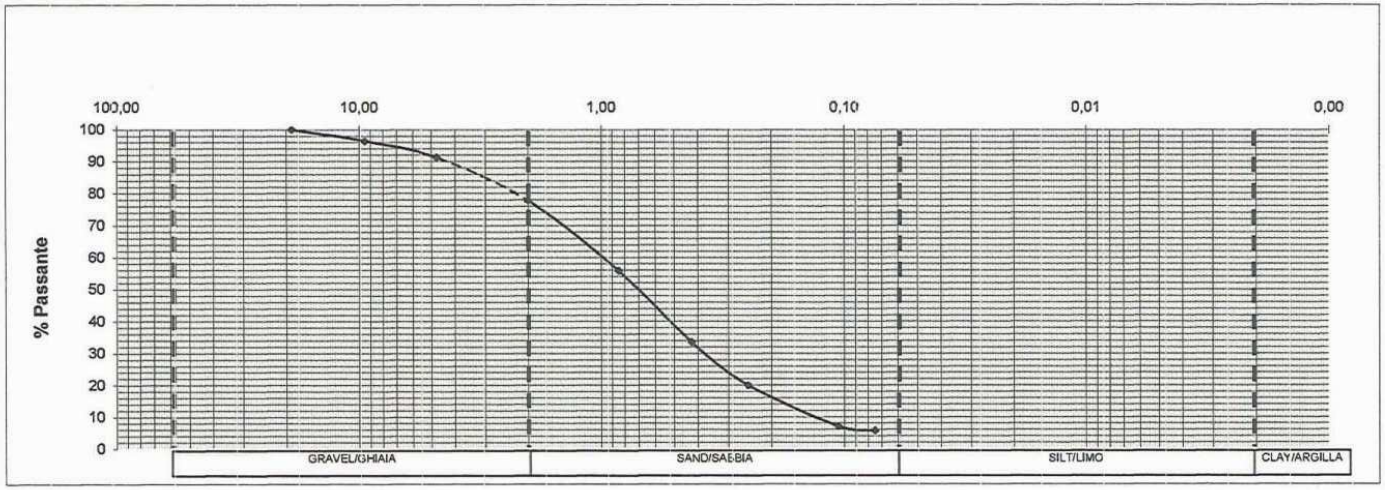
Laboratorio Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

Dati del Cliente

Cliente	Geol. Caterina Caradonna c/o Provv. Interreg. OO.PP. Sicilia Calabria
Cantiere	PORTO DI MARSALA - OPERE MESSA IN SICUREZZA
Sondaggio	S1 Campione C2
Profondità	8,00-8,40 m

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia



Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
SABBIA GHIAIOSA	22	78	-	-	0,98	0,15	6,53

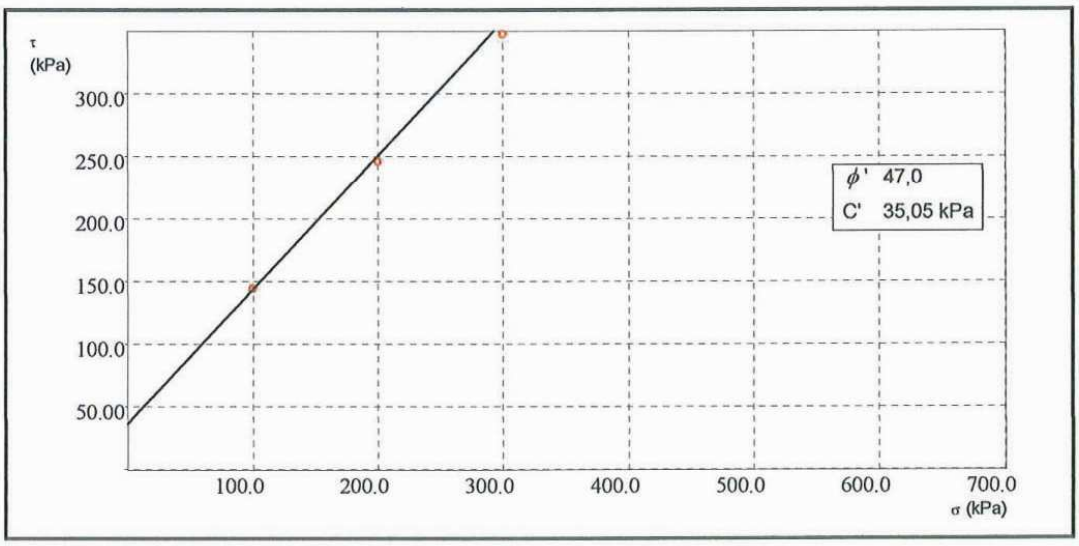
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geol. Caterina Caradonna
Indirizzo	Porto di Marsala - Opere messa in sicurezza
Cantiere	Porto di Marsala (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C2
Profondità	8.00-8.40 m

Provino	Ho mm	Ao cm^2	γ_n g/cm^3	γ_d g/cm^3	Wo %	Wf %	So %	Sf %
1171112A	20,00	36,00	2,213	1,864	18,72	16,75	112,63	113,01
1171112C	20,00	36,00	2,200	1,771	24,20	21,15	124,62	130,14
1171112B	20,00	36,00	2,219	1,864	19,04	16,67	114,70	109,64

Provino	σ_v kPa	H mm	dt h	τf kPa	Sh mm	V micron/min		
1171112A	100,00	19,33	1,00	144,25	4,09	100,00		
1171112C	300,00	18,88	1,00	347,44	4,09	100,00		
1171112B	200,00	19,48	1,00	246,30	2,19	100,00		



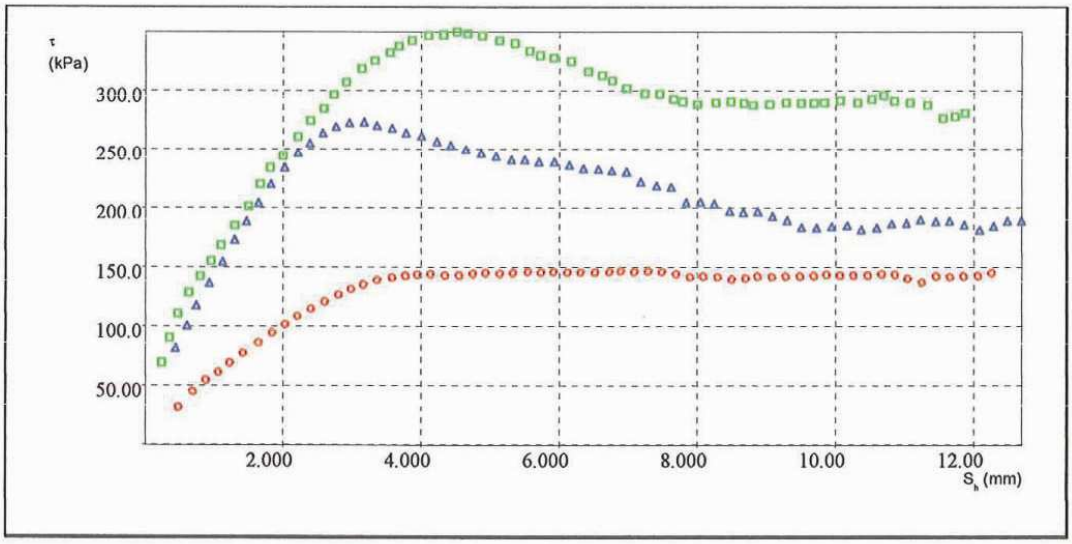
Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardagna

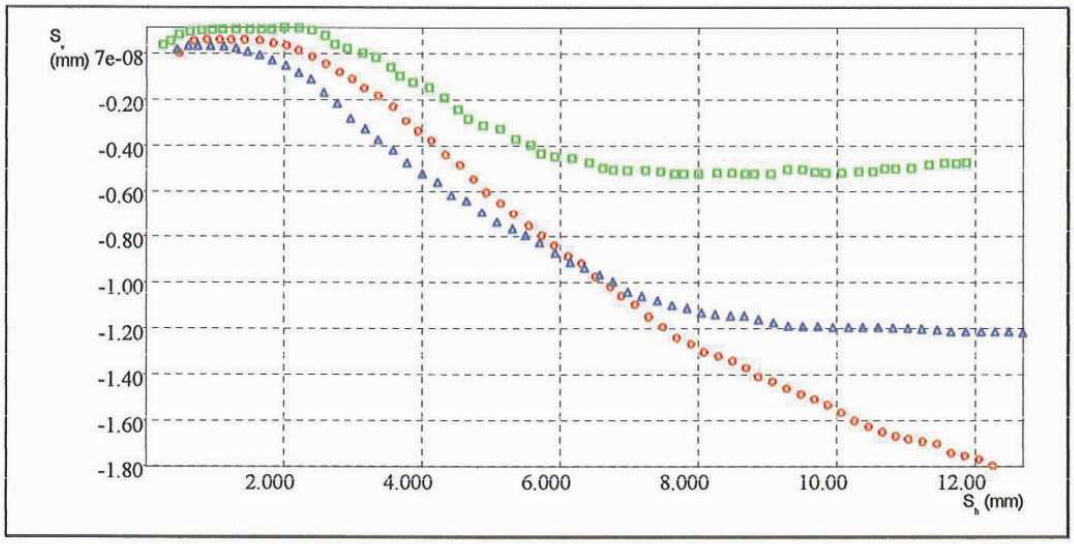
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geol. Caterina Caradonna
Indirizzo	Porto di Marsala - Opere messa in sicurezza
Cantiere	Porto di Marsala (TP)
Sondaggio	S1
Campione	C2
Profondità	8.00-8.40 m





Il Direttore del Laboratorio

Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

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

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	SCHEDA CAMPIONE S2 C1	Rif. interno n° 117/11 Certificato n° 511/11 a Data emissione 30/11/2011 n° pagine 1 / 4

Rif. Verbale di accettazione n° 200

Committente Geol. Caterina Caradonna c/o Provv. Interreg. OO.PP. Sicilia Calabria

Direttore Lavori - **Località** Porto di Marsala (TP)

Oggetto PORTO DI MARSALA - OPERE MESSA IN SICUREZZA

Sondaggio S2 **Campione** C1

Profondità 10,00-10,50 metri p.c. **Contenitore** Fustella metallica

Data prelievo campione	10-nov-11	Data accettazione	22-nov-11	Data inizio prove	23-nov-11

Descrizione del campione

Sabbia grossolana di colore grigio. Umida e debolmente addensata.

Classe di qualità	Q5	Indisturbato	x	Rimaneggiato	-

Infissione pocket penetrometer	<100 kPa	-	100<kPa<400	X	> 400 kPa	-

Prove effettuate

	data prove			data prove	
Contenuto d'acqua	23/11/2011	x	Edometria		
Peso di volume	24/11/2011	x	Taglio diretto	24/11/2011	x
Peso specifico dei grani	24/11/2011	x	Taglio residuo		
Limiti di Atterberg			ELL		
Limite di ritiro			Triassiale UU		
Analisi granulometrica (setacci)	24/11/2011	x	Triassiale CU		
Analisi granulometrica (sedimentaz.)			Triassiale CD		
Calcimetria			Rigonfiamento		
			Perm a car cost.		
Compattazione Proctor modificato			Perm. a car var		
Penetrazione CBR			Perm in cella tx		

Grandezze Indice

Contenuto d'acqua I W_0 (%)	26,51	Peso specifico I γs (kN/m^3)	26,52
Contenuto d'acqua II W_0 (%)	26,30	Peso specifico II γs (kN/m^3)	26,50
Contenuto d'acqua medio W_0 (%) *(media 2 determinaz.)*	**26,41**	Peso specifico medio γs (kN/m^3) *(media 2 determinaz.)*	**26,51**
Peso di volume γ (kN/m^3)	17,48	Grado di saturazione (S_0) (%)	77,84
		Indice dei vuoti (e)	0,92
Peso di volume secco γd (kN/m^3)	13,83		
		Porosità %	47,84

Il Direttore di Laboratorio
Dott. Geol Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

Laboratorio di Indagini Geotecniche sui terreni	CURVA GRANULOMETRICA (ASTM D 421 / 422)	Rif. interno n° 117/11 Certificato n° 511/11 b Data 30/11/2011 n° pagina 2 / 4

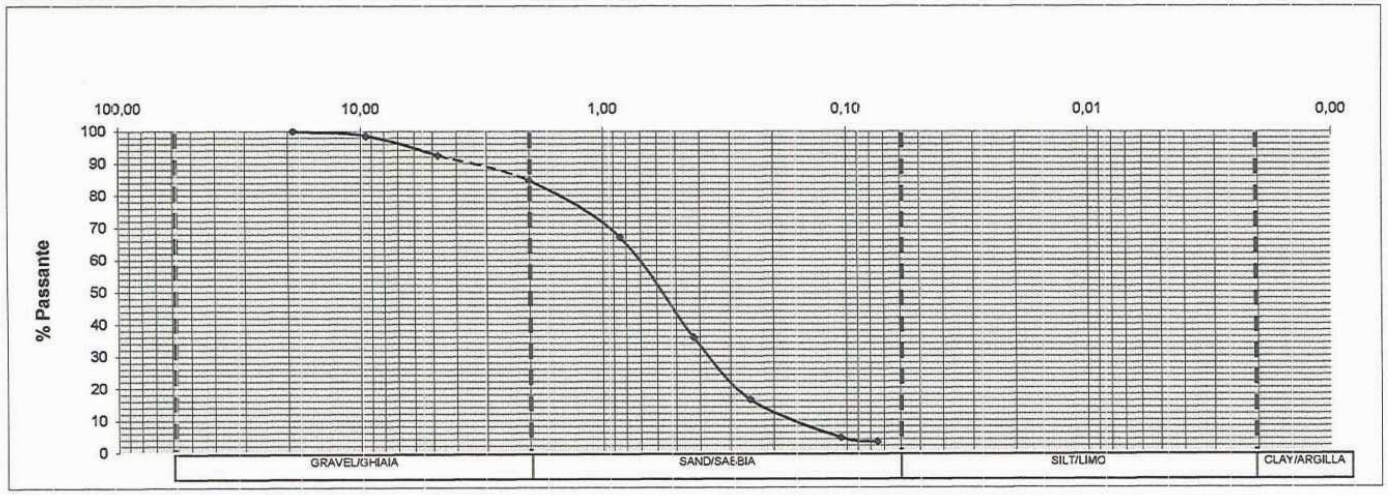
Laboratorio Autorizzato ai sensi del DPR 06/06/01 n. 380 art. 59 - n. prot. 5594 del 25/06/2010

Dati del Cliente

Cliente	Geol. Caterina Caradonna c/o Provv. Interreg. OO.PP. Sicilia Calabria
Cantiere	PORTO DI MARSALA - OPERE MESSA IN SICUREZZA
Sondaggio	S2 Campione C1
Profondità	10,00-10,50 m

Il Direttore di Laboratorio: Dott. Geol Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore: Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia



Descrizione	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	ϕ_{60}	ϕ_{10}	U
SABBIA GHIAIOSA	16	84	-	-	0,7	0,17	4,12

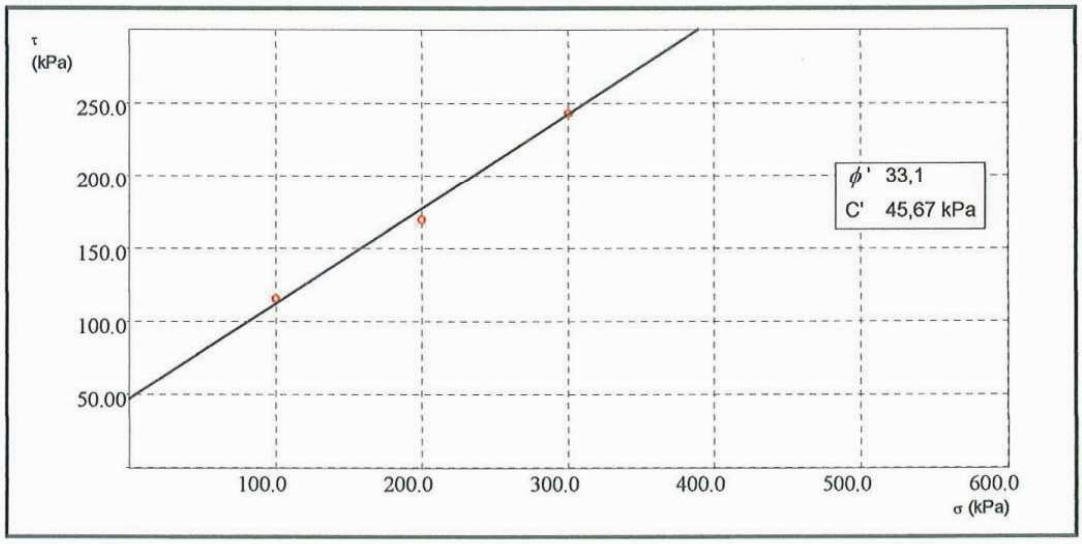
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geol. Caterina Caradonna
Indirizzo	Porto di Marsala - Opere messa in sicurezza
Cantiere	Porto di Marsala (TP)
Sondaggio	S2
Campione	C1
Profondità	10.00-10.50 m

Provino	Ho mm	Ao cm^2	γ_n g/cm^3	γ_d g/cm^3	Wo %	Wf %	So %	Sf %
1171121A	20,00	36,00	1,789	1,411	26,82	26,70	79,24	83,71
1171121B	20,00	36,00	1,775	1,415	25,50	20,33	75,77	68,32
1171121C	20,00	36,00	1,786	1,398	27,77	16,58	80,49	58,20

Provino	σ_v kPa	H mm	dt h	τf kPa	Sh mm	V micron/min		
1171121A	100,00	19,45	1,00	115,40	4,73	100,00		
1171121B	200,00	18,90	1,00	169,35	4,95	100,00		
1171121C	300,00	18,32	1,00	242,53	4,76	100,00		



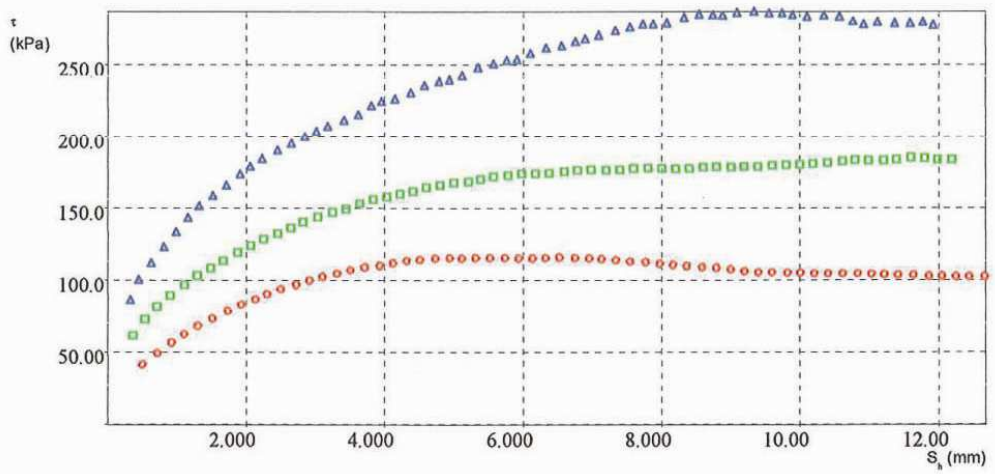
Il Direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Antonino Ardagna

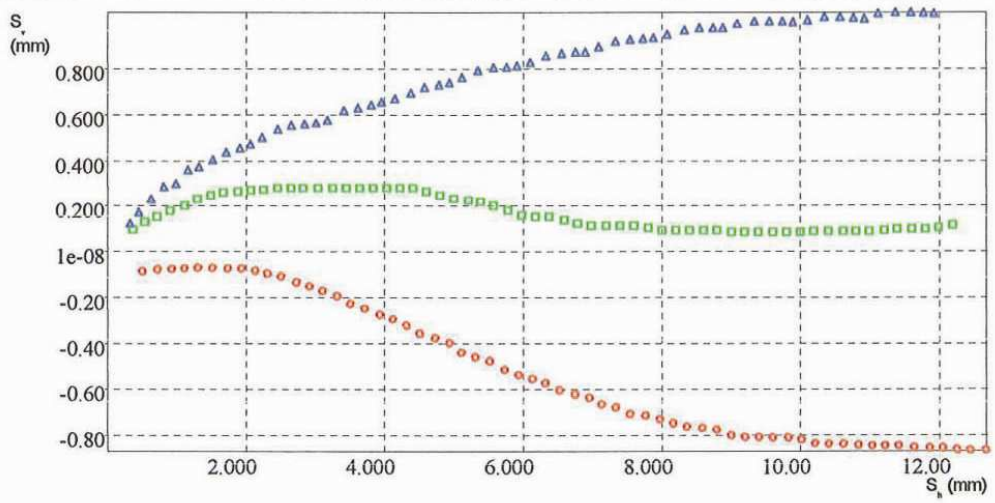
Lo Sperimentatore
Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (ASTM D3080)

Dati del Cliente

Cliente	Geol. Caterina Caradonna
Indirizzo	Porto di Marsala - Opere messa in sicurezza
Cantiere	Porto di Marsala (TP)
Sondaggio	S2
Campione	C1
Profondità	10.00-10.50 m





Il Direttore del Laboratorio

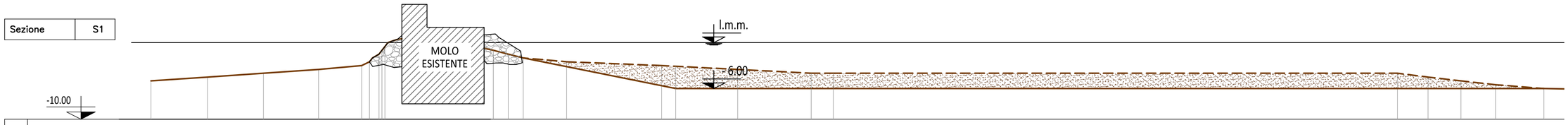
Dott. Geol. Antonino Ardagna

Lo Sperimentatore

Dott. Geol. Vito Francesco Ingrassia

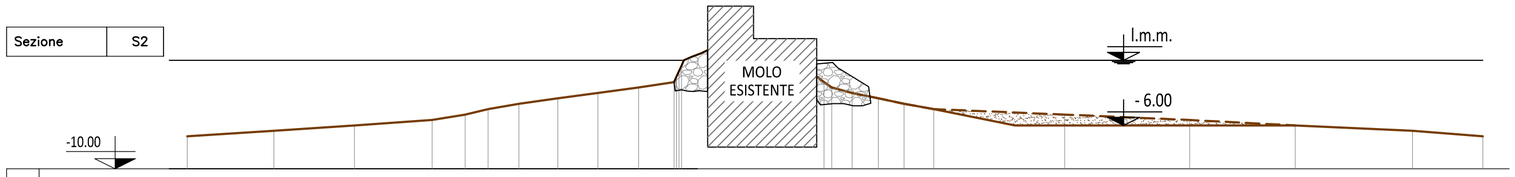
Tav. 11 - Sezioni della Diga Foranea
Sezione tipologica di escavo

Sezione	S1



PROGETTO																								
QUOTE S.D.F.	-5.00	-4.50	-4.00	-3.50	-3.00	-2.50	0.00	2.00	-1.00	-1.53	-2.00	-2.50	-3.00	-3.09	-3.50	-4.00	-4.00	-4.00	-4.50	-5.00	-5.50	-6.00
PARZIALI	7.40	7.33	7.24	5.66	1.01	2.23	7.52	6.49	1.96	1.97	5.69	12.46	1.85	8.13	9.63	2.90	73.98	4.01	4.32	4.53	6.34	
PROGRESSIVE	-38.39	-30.99	-23.65	-16.41	-10.76	-9.75	-7.52	0.00	6.49	8.45	10.42	16.11	28.57	30.42	38.55	48.19	51.09	125.07	129.08	133.40	137.93	144.28

Sezione	S2



PROGETTO																						
QUOTE	-7.00	-6.50	-6.00	-5.50	-5.00	-4.50	-4.00	-3.50	-3.00	-2.50	-2.00	0.00	-2.00	-2.50	-3.00	-3.50	-4.00	-4.50	-5.00	-5.50	-6.00	-6.50	-7.00
PARZIALI	8.00	7.42	7.16	3.04	2.13	2.84	3.58	3.68	3.76	3.28	0.89	6.77	6.17	1.88	2.42	2.38	2.75	12.07	11.53	9.74	10.81	6.49
PROGRESSIVE	-52.57	-52.57	-52.57	-52.57	-52.57	-52.57	-52.57	-52.57	-52.57	-52.57	-52.57	0.00	6.17	6.89	8.77	11.18	13.56	16.31	28.39	39.92	49.65	60.46	66.95