COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA

STRUMENTO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PUBBLICA L.R. 24/87



REDAZIONE DEL PIANO	UFFICIO TECNICO COMUNE DI SARZANA	Arch. Stefano MUGNAINI *Coordinamento generale*
	Antonio CHIRICO *prof. Ingegnere*	Via P. Toselli 11/11 - 16142 GENOVA tel. 010 354877 Email: chiriant@unige.it
	Doriano LUCCHESINI *Architetto*	Via C. Arzelà, 7 -19037 S. STEFANO MAGRA tel. 0187 630041 Email: apua@studioapua.com
aspetti ambientali ed agronomici	Gabriella COZZANI *Dott. Agronomo*	Via della Stazione 9bis - VEZZANO LIGURE (SP) tel. 3337804876 Email: gaya76@virgilio.it
COLLABORAZIONI	Arch. Elisabetta BECAGLI, Michele CONTI, Arch Francesco CONTI, Arch Lara GATTI, Ing Elisa TORTI, Ing Lucia PICASSO	

TITOLO -

q) VERIFICA GEOLOGICA

Relazione geologica

		data elab.: 15-11-14	*rev.:* **A**

REV.	*DESCRIZIONE -*	*DATA -*	*ELABORATO Nr.*
A	**1 emissione per adozione**	**NOV 14**	
B			
C			
D			

q)01

COMUNE DI SARZANA

provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA

strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE

L.R. 24/1987 E S.M.I.

RELAZIONE GEOLOGICA





GEOSTUDIO
GEOSTUDIO@EMAIL.IT

DOTT. GEOL. TOMMASO PRATESI
Via Ferrini 6 - Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

REV. 00 - DICEMBRE 2014

INDICE

1.	PREMESSA	2
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.	GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA	8
4.	IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA	16
5.	RISCHIO IDRAULICO - AREE INONDABILI	20
6.	ASPETTI LEGATI ALLA DINAMICA COSTIERA	21
7.	PERICOLOSITA' IDRAULICA PER EVENTI METEOMARINI	32
8.	INDAGINI IN SITO	34
9.	ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO	40
10.	PARAMETRI GEOTECNICI	41
11.	RISCHIO SISMICO	43
12.	MICROZONAZIONE SISMICA – 1° LIVELLO	49
13.	MICROZONAZIONE SISMICA – 2° LIVELLO	54
14.	CARTA DI SINTESI NORMATIVA - NORME GEOLOGICHE DI PIANO	58

ALLEGATO 1 – SONDAGGI GEOGNOSTICI

ALLEGATO 2 – ANALISI DI LABORATORIO

ALLEGATO 3 – PROVE PENETROMETRICHE DPSH

ALLEGATO 4 – PROVE PENETROMETRICHE CPT

ALLEGATO 5 – INDAGINI SISMICHE

ALLEGATO 6 – VERIFICHE A LIQUEFAZIONE

TAV. 1 – UBICAZIONE AREA DI STUDIO

TAV. 2 – CARTA GEOLOGICA

TAV. 3 – CARTA GEOMORFOLOGICA

TAV. 4 – CARTA DELL'ACCLIVITA'

TAV. 5 – CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (P.A.I.)

TAV. 6 – CARTA IDROGEOLOGICA

TAV. 7 – CARTA DEGLI AMBITI NORMATIVI DELLE AREE INONDABILI (P.A.I.)

TAV. 8 – PERICOLOSITA' IDRAULICA PER EVENTI METEOMARINI

TAV. 9 – CARTA DELLE INDAGINI

TAV. 10 – SEZIONI GEOLOGICHE

TAV. 11 – CARTA LITOTECNICA

TAV. 12 – CARTA DELLE M.O.P.S. DI 1° LIVELLO

TAV. 13 – CARTA DELLE M.O.P.S. DI 2° LIVELLO

TAV. 14 – CARTA DI SINTESI NORMATIVA

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Sarzana, si è provveduto ad eseguire la presente indagine geologico-geotecnica-sismica volta a verificare la natura e le caratteristiche dei terreni interessati dal Piano degli arenili e della fascia costiera – Strumento Urbanistico Attuativo di iniziativa pubblica, in Loc. Marinella – Comune di Sarzana (SP) (vedi Fig. 1).



Fig. 1

Lo studio è stato svolto secondo le norme della L.R. 24/87 (e relativa circolare esplicativa 4551/89), della L.R. 36/97, della L.R. 29/83 (e relativa circolare esplicativa), della L.R. 29/2006, della D.G.R. n. 471/10, del D.M. 14/01/08 e relativa circolare n° 617/09; inoltre il presente studio è stato redatto in conformità con le norme di attuazione d'ordine geologico a corredo del P.U.C. del Comune di Sarzana (SP).

A seguito dell'emanazione dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche da parte dello Stato, inseriti prima nell'allegato 1 dell'OPCM 3274/03 e in seguito aggiornati con l'OPCM 3519/06, la Regione Liguria ha individuato le zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica (D.G.R. n. 530/2003). Con l'ufficializzazione della mappa di pericolosità sismica pubblicata dall'Istituto nazionale di geologia e vulcanologia (INGV) e allegata alla stessa OPCM n. 3519/06 è stata approvata con D.G.R. n. 1308/08 la nuova classificazione sismica della Regione Liguria, successivamente modificata con D.G.R. n. 1362/10.

Il Comune di Sarzana è attualmente inserito in Zona 3 della classificazione sismica di cui alla D.G.R. n. 1362/10 alla quale corrisponde una PGA = 0,150 g (vedi Fig. 20).

L'area oggetto di S.U.A. occupa l'intera fascia costiera del Comune di Sarzana, che si estende per circa 1,8 Km tra il confine con il Comune di Carrara a SE e quello di Ameglia a NW (vedi TAV. 1).

Il Piano in oggetto prevede a grandi linee:

- di liberare il maggior spazio possibile sulla spiaggia demaniale dalle costruzioni precarie ed occasionali attraverso un arretramento generale
- la ricostruzione del profilo dunale a tergo della spiaggia, in modo da ricreare una cornice naturalistico-ambientale all'arenile
- costituzione di rientranze concave nel profilo dunale di nuova formazione, tali da ospitare i nuovi stabilimenti balneari e/o le attrezzature di servizio
- gli stabilimenti e le attrezzature sono pensate in termini edilizi come strutture leggere, realizzati in materiali quali ferro, vetro, legno, ecc. senza opere riflettenti e fondazioni superficiali continue, le altezze potranno raggiungere al massimo il secondo livello
- ricostituzione della piantata costiera a monte della provinciale
- realizzazione parcheggi a fondo naturale, sia a valle che a monte della provinciale, con ricostituzione in essi della pineta costiera
- riqualificazione parcheggi esistenti con ricostituzione degli scoli originali ed integrazione alberature
- rimessa in pristino percorso pedonale originario di collegamento tra borgo e spiagge
- riqualificazione fabbricato Pubblica Assistenza
- realizzazione accesso/collegamento tra Via Kennedy, spiagge e parco ex Colonia Olivetti
- riqualificazione del sito della turbina e realizzazione di un pontile
- riqualificazione di Via Kennedy e della Via Litoranea con realizzazione di corsie ciclabili
- riqualificazione attività commerciali e di pubblico esercizio, mediante:
    - Fronte Mare Marinella (via Kennedy di levante) - ambito di ristrutturazione delle attività esistenti da attuare attraverso operazioni di sostituzione edilizia rivolte al loro potenziamento con l'incremento di attività commerciali e di pubblico esercizio nel fronte lungo la Via Kennedy.
    - Fronte Mare Marinella (via Kennedy di ponente) - realizzazione collegamento tra via Kennedy e le spiagge attraverso la sostituzione edilizia dei manufatti esistenti e la realizzazione di nuove strutture con destinazioni commerciali, di pubblico esercizio e balneari da attuare con progetto unitario.

Piantata costiera - Riproposizione della piantata costiera come fascia di verde da utilizzare come parcheggio per la balneazione (max 50% dell'area), zona di retrospiaggia ed area parco. Non sarà consentita la modifica della dimensione dei campi, né l'alterazione del sistema degli scoli delle acque. Non è consentito l'uso di pavimentazioni impermeabilizzanti. Dovranno essere messe a dimora siepi per quinte verdi a suddivisione delle aree e dei percorsi.

Passeggiata costiera - Spazio pubblico con sistemazioni a passeggiata tra le "dune", derivate concettualmente dal paesaggio costiero originario e con vegetazione propria dell'ambiente dunale.

Spiaggia - Spazio utilizzato per messa in opera di ombrelloni e attrezzature minimali. Non è consentita la messa in opera di attrezzature a supporto della la balneazione (cabine, magazzini, ecc) previsti nelle fasce retrostanti.

Ambiti per stabilimenti balneari - Area per la collocazione di stabilimenti balneari e attività commerciali e pubblici esercizi. Tipologie edilizie senza fondazioni continue realizzate con materiali leggeri quali ferro, vetro, legno ecc. e altezze che potranno al massimo raggiungere il secondo livello. Attrezzature balneari: realizzate in materiali leggeri (legno, acciaio, e simili) con strutture non riflettenti, impiegando fondazioni a pali o piccoli plinti prefabbricati in cls. Manufatti per attività commerciali e di pubblico esercizio: realizzati in materiali leggeri (legno, acciaio, vetro e simili) con strutture non riflettenti, impiegando fondazioni a pali; i manufatti potranno avere la terrazza solarium in copertura ed un secondo livello con prosecuzione delle funzioni per il 50% della superficie coperta. Spazio per ombra, sistemazioni a verde, giochi, ecc: porzione dell'ambito da tenere sgombra da manufatti.

Ambiti delle attrezzature per le spiagge - Spazi per strutture di supporto alla manutenzione delle spiagge, ricovero attrezzature. Attrezzature: saranno realizzate in materiali leggeri (legno, acciaio e simili) con strutture non riflettenti, impiegando fondazioni a pali o piccoli plinti prefabbricati in cls. Manufatti per attività commerciali e di pubblico esercizio: saranno realizzati in materiali leggeri (legno, acciaio, vetro e simili) con strutture non riflettenti, impiegando fondazioni a pali.

FM1 Fronte Mere Via Kennedy 1° tratto - Ambito di ristrutturazione attività esistenti attraverso operazioni di sostituzione edilizia con potenziamento attività esistenti ed incremento attività commerciali e di pubblico esercizio e loro riqualificazione nel fronte lungo la Via Kennedy.

FM2 Fronte Mere Via Kennedy 1° tratto - Realizzazione terminale di collegamento con le spiagge attraverso la sostituzione edilizia dei manufatti esistenti e la realizzazione di nuove strutture con destinazioni commerciali, di pubblico esercizio e balneari.

Attività balneari esistenti - Riqualificazione stabilimenti e strutture balneari esistenti attraverso sostituzione edilizia manufatti in muratura esistenti con altri in materiali leggeri e con strutture e fondazioni non riflettenti.

Area di ristrutturazione urbanistica sopra strada - Riqualificazione e ristrutturazione urbanistica delle attività esistenti ed alla loro integrazione con nuove.

La turbina - Riqualificazione del sito e realizzazione pontile.

Area camper - Riqualificazione area camper esistente con ripristino sistema scolo acque superficiali.

C1 Lotto Pubblica Assistenza - Riqualificazione fabbricato esistente e realizzazione attraversamento per collegamento con il borgo.

P1 Parcheggio alberato - riqualificazione attraverso ricostituzione scoli originali e alberature.

P2 Area esistente tra la litoranea ed il Cimitero Fabbricotti - comprensiva del parcheggio esistente da riqualificare con rimessa in pristino degli scoli originali del sito e messa a dimora alberature.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La stesura della presente relazione è stata effettuata in ottemperanza alle disposizioni contenute nelle normative di riferimento per il settore geologico e geotecnico e consultando gli strumenti di pianificazione sovraordinata. Sono di seguito elencate le principali normative di riferimento:

Decreto Ministeriale 14.01.2008
Testo Unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni e relativa circolare n° 617/09

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.1.2008. Circolare 02/02/2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Pericolosità Sismica e criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)
Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture
Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)
Progettazione geotecnica – Parte I: Regole Generali – UNI

Eurocodice 7.2 (2002)
Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI.

Eurocodice 7.3 (2002)
Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito (2002). UNI

L.R. Liguria n. 24/1987
Disposizioni per lo snellimento delle procedure urbanistiche in attuazione della legge 28 febbraio 1985 n. 47 e disciplina degli strumenti urbanistici attuativi (e relativa circolare esplicativa n. 4551/89).

L.R. Liguria n. 36/97
Legge urbanistica regionale (e relative linee guida per l'elaborazione degli studi geologici di supporto degli strumenti urbanistici comunali).

L.R. Liguria n. 29/83
Costruzioni in zone sismiche - Deleghe e norme urbanistiche particolari (e relativa circolare esplicativa).

L.R. Liguria n. 29 del 20/10/2006

Modificazioni alla legge regionale 21/07/1983 n. 29 Costruzioni in zone sismiche – deleghe e norme urbanistiche particolari

D.G.R. Liguria n. 471/2010

Criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art.1, comma 1 della L.R. 29/83, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale

D.G.R. Liguria n. 1362/10

Aggiornamento della classificazione sismica del territorio della Regione Liguria.

Piano Stralcio Assetto Idrogeologico

Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra

Piano Urbanistico Comunale

Comune di Sarzana

3. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La Val di Magra rappresenta un'area morfologicamente depressa originatasi come sinclinale nelle fasi compressive dell'orogenesi appenninica, poi evoluitasi in graben a seguito dei successivi movimenti di distensione crostale. Le strutture morfologiche positive che la bordano costituiscono invece il culmine di altrettante anticlinali e sovrascorrimenti.

La struttura e l'assetto attuale delle varie unità tettoniche è quindi il risultato di una complessa storia deformativa iniziata nel Cretaceo superiore in seguito all'inizio della convergenza dei margini dell'Oceano Ligure–piemontese. In linea generale si possono distinguere due fasi tettoniche principali:

- *fase oceanica (Cretaceo inf. - Eocene med.)* con la chiusura dell'Oceano Ligure-piemontese e formazione di un prisma d'accrezione costituito dall'impilamento per sottoscorrimento verso ovest delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento (Unità Liguri);
- *fase intracontinentale (Eocene med.-sup.)* con sviluppo di una tettonica a thrust e falde con sottoscorrimento verso ovest delle Unità Toscane sotto le unità precedentemente impilate, con migrazione del fronte compressivo verso Est, seguito a partire dal Miocene med. da un fronte distensivo, legato alla distensione crostale, con formazione dei bacini intermontani (depressioni tettoniche a semi–graben) di età via via più giovani proseguendo da ovest verso est.

Alla fase compressiva segue una importante fase distensiva che ha consentito l'attuale conformazione geologica e geomorfologica.

Nel Pliocene si formano strutture a Horst e Graben segnate da faglie in direzione NW-SE, la più evidente delle quali corre sul lato occidentale della bassa Val di Magra, dalla foce verso NW, segnata dall'abbassamento del Macigno a NW e dall'innalzamento degli scisti metamorfici nell'Unità Toscana Inferiore nel promontorio di Punta Bianca, rigetto valutato in 800 metri. Un'altra faglia è rilevabile nella Bassa Val di Magra dall'andamento rettilineo dei depositi alluvionali e fluvio-lacustri antichi al contatto con i complessi liguri (vedi Fig. 2).

In definitiva la Bassa Val di Magra è quindi bordata da una struttura anticlinale sul lato occidentale del bacino ed una sul lato orientale; a queste sono sovrimposte le strutture a Horst e Graben determinate da faglie dirette. Le faglie principali sono tuttavia quelle ad occidente, come evidenziato dall'asimmetria della valle stessa. La fase di collasso del graben è databile mediante al Pliocene medio-sup.

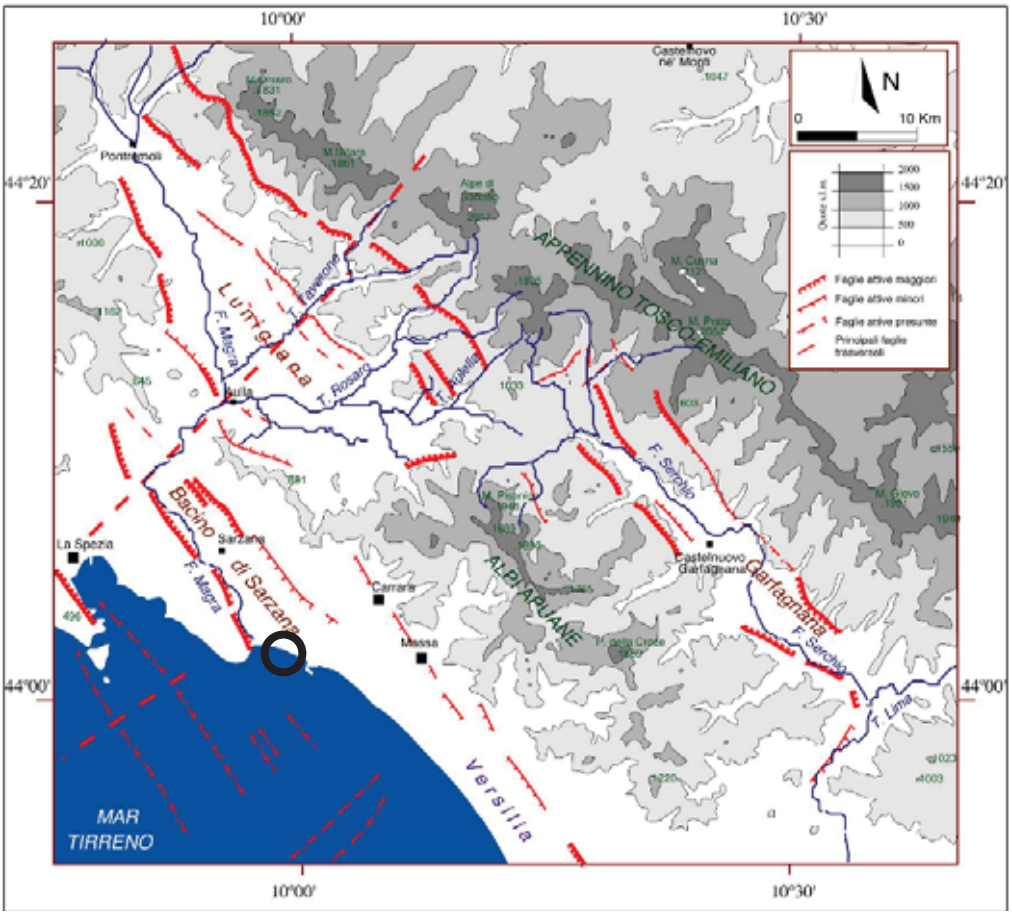


Fig. 2

I meccanismi tettonici che hanno dato origine al graben che ha generato la valle del Magra, sono quindi alla base del carattere morfologico più evidente della valle, ovvero la forte dissimmetria del suo profilo trasversale.

Un sistema di faglie trasversali delimita il basso bacino del Magra e coincide con il tratto di fiume orientato SW-NE.

La pianura della bassa Val di Magra, estremità settentrionale dell'ampia zona pianeggiante situata ai piedi delle Alpi Apuane, ha avuto origine durante il Quaternario per l'accumulo dei materiali alluvionali trasportati dal Magra e dai suoi affluenti.

Il tratto prefociale del Fiume Magra, la foce e la linea di riva hanno subito nel corso del tempo importanti modificazioni di forma in seguito alle interazioni tra i vari fattori che intervengono nel processo morfoevolutivo particolarmente complesso che caratterizza le zone di contatto tra mare e terraferma.

La subsidenza, cioè l'abbassamento della pianura dovuta all'approfondimento del fondo roccioso ed

alla compattazione dei sedimenti, le oscillazioni positive o negative del livello del mare, le correnti di deriva costiera e le variazioni del trasporto solido alla foce hanno giocato e giocano ruoli importanti nel modellamento di questo settore costiero.

La paleogeografia dell'area in epoca romana vede la presenza di un ampio estuario del Fiume Magra, esteso all'incirca fino all'attuale Sarzana e da una piana costiera non molto ampia protesa per circa 1 km verso il mare (vedi Fig. 3).

Il Torrente Parmignola, che drena le acque provenienti dal Monte Pizzacuto e Monte La Pizza, allo sbocco nella piana forma un'ampia conoide, il cui limite inferiore si spinge fino al sito archeologico di Luni.

Procedendo verso sud un cordone dunale, probabilmente non unico nell'area, si trovava disposto parallelamente alla linea di costa ad una certa distanza da essa e formava la cosiddetta «isola della Marinella», dando origine, in posizione ad esso retrostante, ad un'area depressa occupata da una laguna, uno specchio d'acqua protetto di profondità 4-5 m circa.

Verso il mare viene quindi ipotizzata la presenza di un sistema di barre allungate in senso circa E-W, che rendevano l'insenatura un ambiente di tipo lagunare. Una di queste barre potrebbe essere appunto compatibile con l'attuale Marinella.

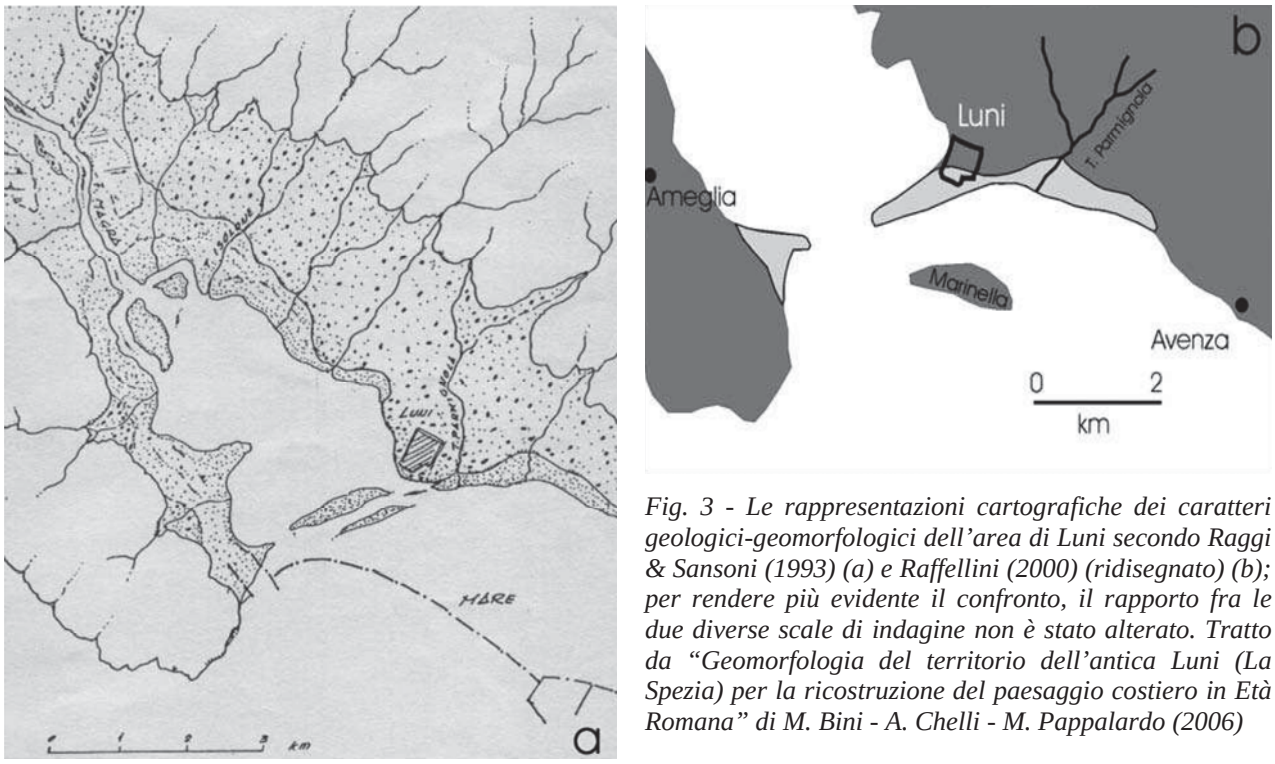


Fig. 3 - Le rappresentazioni cartografiche dei caratteri geologici-geomorfologici dell'area di Luni secondo Raggi & Sansoni (1993) (a) e Raffellini (2000) (ridisegnato) (b); per rendere più evidente il confronto, il rapporto fra le due diverse scale di indagine non è stato alterato. Tratto da "Geomorfologia del territorio dell'antica Luni (La Spezia) per la ricostruzione del paesaggio costiero in Età Romana" di M. Bini - A. Chelli - M. Pappalardo (2006)

Successivamente si è avuto evidentemente un notevole apporto di materiale che progressivamente ha determinato la chiusura del sistema lagunare. La laguna è stata così quasi completamente interrata ed i lidi sabbiosi si sono raccordati alla terraferma.

Trattandosi di un'area di pianura e data la difficoltà di individuare e delimitare unità morfologiche distinte in un'area apparentemente omogenea e rimodellata dall'antropizzazione che ha mascherato le morfologie originarie fino talvolta a cancellarle, di seguito si farà spesso riferimento allo studio: *"Geomorfologia del territorio dell'antica Luni (La Spezia) per la ricostruzione del paesaggio costiero in Età Romana" di M. Bini, A. Chelli, M. Pappalardo - Atti Soc. tosc. Sci. nat. (2006).*

L'insieme delle indagini effettuate ha permesso di riconoscere le seguenti unità geomorfologiche: 1) conoide del Torrente Parmignola - 2) cordone dunale - 3) alluvioni del Fiume Magra - 4) barra sabbiosa - 5) area depressa/palustre - 6) spiaggia attuale.

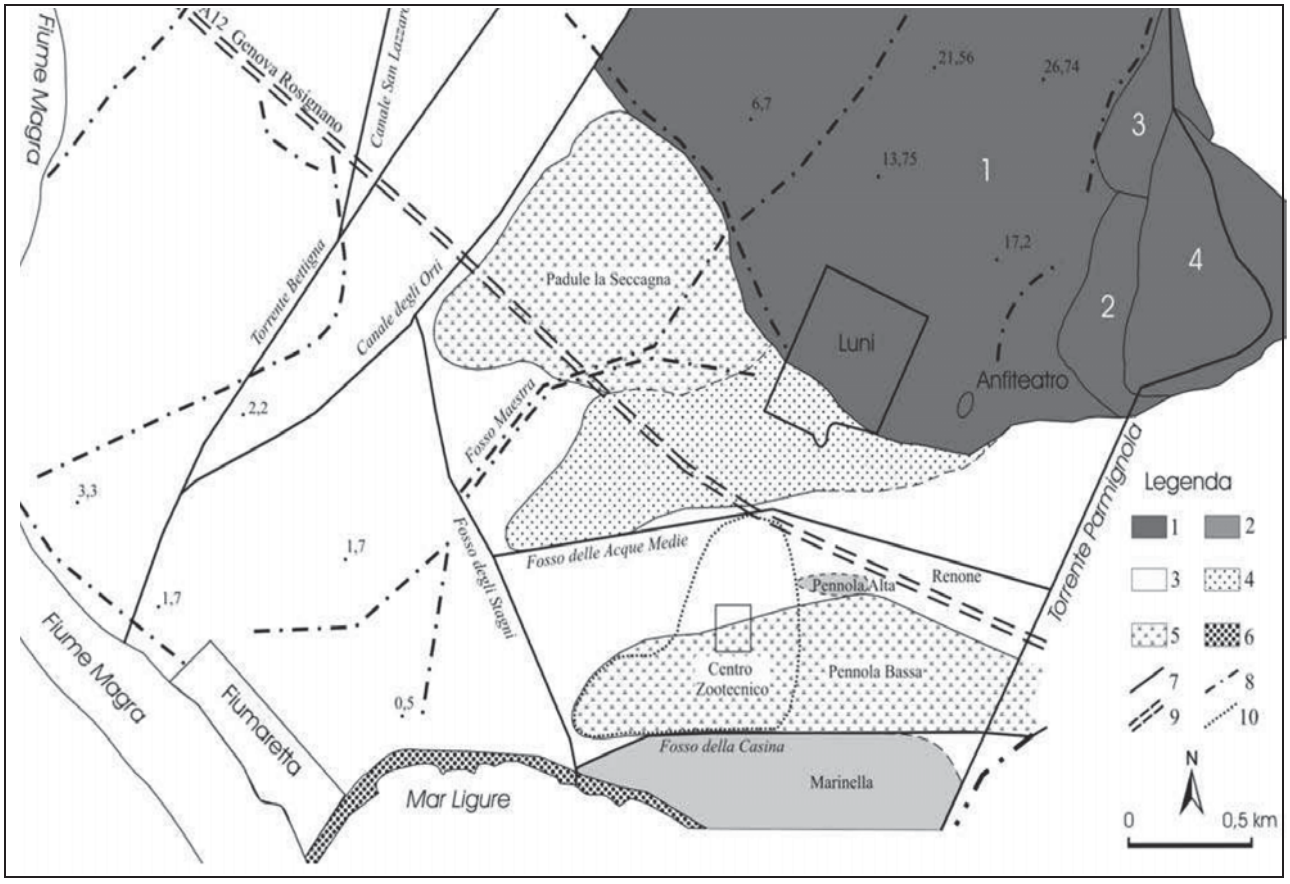


Fig. 4 - Carta geomorfologica schematica della piana lunense. 1: conoide alluvionale; 2: cordone dunale; 3: alluvioni; 4: barra sabbiosa (spit, sensu Delano Smith, 1986); 5: area palustre; 6: spiaggia attuale; 7: principali corsi d'acqua; 8: asse dei principali paleoalvei; 9: tracciato dell'autostrada Genova-Rosignano; 10: limite dell'area palustre secondo la carta del 1878. Tratto da "Geomorfologia del territorio dell'antica Luni (La Spezia) per la ricostruzione del paesaggio costiero in Età Romana" di M. Bini - A. Chelli - M. Pappalardo (2006).

I cordoni dunali hanno andamento subparallelo alla linea di costa attuale, nella zona di Marinella è presente un ampio cordone che dallo sbocco del Fosso degli Stagni arriva al Torrente Parmignola.

Il cordone è delimitato verso la costa dal litorale sabbioso attuale e verso monte dall'area depressa di Pennola Bassa. L'altezza media del cordone è di circa 2.5 m, con quote massime nella porzione centrale, mentre nelle aree marginali si ha un moderato abbassamento dell'altimetria. Nell'area dove attualmente scorre il Torrente Parmignola si osserva poi un'interruzione del cordone, probabilmente dovuta alla presenza di un paleoalveo.

Nella coltre alluvionale è possibile distinguere alcuni paleoalvei relativi al corso d'acqua maggiore (Magra) o a corsi d'acqua secondari (Parmignola).

La lettura geomorfologica del territorio evidenzia quindi la presenza di una spiaggia attuale caratterizzata da sabbia media, con alle spalle un cordone dunale sabbioso largo fino a qualche centinaio di metri (tombolo) nel tratto tra la foce del T. Parmignola ed il Fosso degli Stagni.

La morfologia originale delle dune è per la quasi totalità obliterata dall'azione dei fenomeni antropici legati all'urbanizzazione e all'insediamento degli stabilimenti balneari. Le sabbie della zona costiera sono soggette sia ad azioni marine che del vento, per cui hanno una granulometria e uno stato di addensamento che risente delle condizioni meteomarine nelle quali hanno subito lo spiaggiamento e quindi il deposito.

GEOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI S.U.A.

Come già accennato l'area oggetto di S.U.A., così come le adiacenti, è geologicamente costituita interamente da depositi quaternari (vedi CARTA GEOLOGICA - TAV. 2):

Depositi sabbiosi di spiaggia attuale: affiorano lungo il litorale tra Fiumaretta e Marinella, occupando una stretta fascia posta tra la linea di battigia e la viabilità retrostante, trattasi prevalentemente di sabbie medie, ma la granulometria può variare localmente in maniera significativa, anche in rapporto ai materiali utilizzati per i ripascimenti, passando a sabbie fini talora limose.

Depositi alluvionali recenti ed attuali: affiorano diffusamente in tutta l'area della piana alluvionale e costiera, tra l'asse autostradale e la pendice orientale di Montemarcello; in superficie e per uno spessore variabile da uno a due metri è talora presente una coltre di limi, limi sabbiosi e sabbie limose fini, soffici e/o scarsamente addensate, depositatisi a seguito delle esondazioni più recenti, cui seguono sabbie, sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose sino a profondità rilevanti.

Depositi palustri recenti: affiorano in una vasta area compresa tra i Piani di Ameglia ed il tracciato autostradale (Padule basso), corrispondente ad un ampio settore morfologicamente depresso, occupato, anche in età recente, da stagni e paduli; in superficie e per uno spessore di uno max. due metri, sono presenti limi, limi sabbiosi e sabbie limose fini soffici e/o scarsamente addensate, cui seguono argille limose e limi argillosi con livelli e/o lenti di argille organiche e torba.

Depositi eolici: trattasi di sabbie medie e fini prevalenti, localmente da debolmente limose a limose, che sovente sfumano ai depositi alluvionali in modo pressoché impercettibile e dai quali sono peraltro spesso difficilmente distinguibili; *la loro diversificazione, peraltro a tratti ancora incerta, non era stata effettuata negli studi passati, si basa infatti su indagini geomorfologiche, sedimentologiche e paleogeografiche di estremo dettaglio, che esulano in definitiva dalle finalità tipiche di uno studio geologico-tecnico applicativo.*

Lungo il suo corso superiore e medio, ancor prima di serpeggiare nella pianura, attraversa le formazioni sabbiose dell'Oligocene della zona denominata *"Macigno"* mettendo in sospensione grandi quantitativi di sedimento che vanno ad alimentare i processi di dinamica costiera. La sabbia di cui sono costituite la spiagge ricadenti nell'area litoranea esaminata è in larga parte frutto dell'erosione del Macigno, del trasporto e della sedimentazione operata dal fiume Magra.

In profondità il materasso alluvionale passa poi a depositi mediamente più grossolani e compatti, probabilmente di conoide alluvionale, mentre il substrato roccioso risulta mediamente piuttosto profondo; nello studio condotto nel 1993-1994 da Termomeccanica-Ecoter per conto della Provincia della Spezia, si legge infatti che un pozzo profondo 120 metri terebrato nella tenuta di Marinella avrebbe incontrato per tutto lo spessore esclusivamente sedimenti alluvionali.

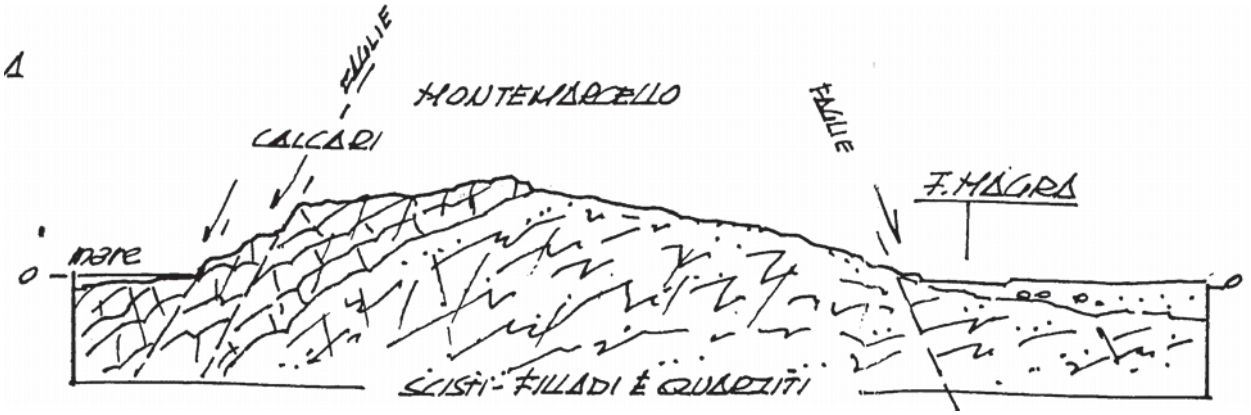


Fig. 5 - Sezione fianco lato Montemarcello – Bocca di Magra (Raggi 2001)

Nel dettaglio, l'intera area oggetto di S.U.A. insiste su depositi prevalentemente sabbiosi, siano essi di spiaggia attuale, di duna o alluvionali; come già accennato infatti, nell'area indagata, tali materiali non mostrano significative differenze litologiche, soprattutto ai fini applicativi, e sono caratterizzati da contatti spesso molto sfumati, con frequenti eteropie di facies.

GEOMORFOLOGIA DELL'AREA OGGETTO DI S.U.A.

Come già accennato l'area posta in sx idrografica del Fiume Magra si inserisce in un contesto tipico di piana costiera, caratterizzato da superfici eminentemente pianeggianti interrotte da canali e fossi, agricoli e di bonifica, che né garantiscono la regimazione delle acque.

Da tale assetto morfologico non si rilevano fenomeni franosi e/o gravitativi, in atto o quiescenti, è tuttavia il caso da segnalare la spiaggia, di cui tratteremo approfonditamente nel seguito, attualmente in fase di erosione attiva in tutto il tratto tra Fiumaretta e la Foce del Parmignola.

Un dettagliato rilievo, esteso all'area oggetto di S.U.A. e ad un congruo intorno della stessa ha permesso di riconoscere e cartografare le seguenti evidenze geomorfologiche (vedi CARTA GEOMORFOLOGICA - TAV. 3):

Spiaggia attuale: trattasi di una stretta fascia sabbiosa che si estende tra Fiumaretta e la Foce del Parmignola con profondità variabili, caratterizzata ovunque dalla presenza di barriere artificiali, composte da pennelli in massi lapidei, sia sepolte che emerse, parallele e trasversali, erette per contenere gli effetti della notevole erosione costiera. Ripetuti sono stati, negli anni, gli interventi di ripascimento con sabbie prelevate o dai fondali dragati o da cave di prestito.

Cordone dunale: nella zona di Marinella è presente un ampio cordone che dal Torrente Parmignola si spinge poco oltre lo sbocco del Fosso degli Stagni con andamento subparallelo alla linea di costa. Il cordone è delimitato verso la costa dal litorale sabbioso attuale e verso monte dall'area depressa di Pennola Bassa. L'altezza media del cordone è di circa 2.5 m, con quote massime nella porzione centrale, mentre nelle aree marginali si ha un moderato abbassamento dell'altimetria. Nell'area dove attualmente scorre il Torrente Parmignola si osserva poi un'interruzione del cordone, probabilmente dovuta alla presenza di un paleoalveo.

Piana alluvionale e aree depresse: più internamente si estende l'ampia piana alluvionale con presenza di aree morfologicamente depresse che si estendono diffusamente già immediatamente a monte della litoranea.

Elementi lineari: sono stati inoltre dettagliatamente cartografati tutti gli elementi lineari di interesse quali: scarpate naturali e/o di origine antropica, argini e rilevati, cigli di sponda, linea di costa, corsi d'acqua e reticolo di regimazione agricolo e/o di bonifica (canalette, fossetti, scoline, ecc.).

Per quanto attiene la CARTA DELL'ACCLIVITA' - TAV. 4, ovviamente l'area ricade in CLASSE 1 - AREE CON ACCLIVITA' < 10%.

Si allega inoltre stralcio CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA - STRALCIO P.A.I. - AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME MAGRA - TAV. 5, da cui si evince chiaramente come l'area oggetto di S.U.A. non rientra chiaramente tra quelle classificate a Pericolosità Geomorfologica.

4. IDROGEOLOGIA E IDROGRAFIA

ASSETTO IDROGEOLOGICO

In generale, la ricostruzione del quadro idrogeologico d'insieme per un'area quale quella in oggetto è un'operazione resa complessa dalla mancanza di dati stratigrafici ed idrodinamici di riferimento che consentano una dettagliata modellizzazione in profondità del sistema di falde sovrapposte qui presente.

Il monitoraggio idrogeologico eseguito nel corso del presente studio, viste le specifiche finalità dell'indagine, è stato quindi indirizzato ad ottenere un'adeguata caratterizzazione solo della prima falda presente nell'area. I dati di riferimento sono relativi complessivamente a:

- n. 1 pozzo
- n. 8 sondaggi a carotaggio continuo
- n. 28 prove penetrometriche statiche CPT
- n. 60 prove penetrometriche dinamiche DPSH

Le misurazioni sono state eseguite tra il gennaio-ottobre 2003 su n. 29 piezometri distribuiti su tutta la piana costiera e nel dicembre 2014 relativamente a n. 6 nuove verticali d'indagine poste lungo il litorale sabbioso.

L'esame delle stratigrafie disponibili mostrano la presenza nell'area di profili prevalentemente sabbiosi, cui si sovrappongono, nel settore centrale della piana, spessori variabili di depositi palustri a granulometrie da fini a finissime, costituiti in prevalenza da argille limose, limi e torbe.

Mediamente tali depositi sono caratterizzati da gradi di permeabilità distinti tra di loro, come rilevabile anche da risultati di analisi effettuate su campioni prelevati durante la prima campagna d'indagine 2003, in particolare:

	GRADO DI PERMEABILITA'	K (m/s)
SABBIE DI SPIAGGIA	BUONO	10^{-2} - 10^{-3}
DEPOSITI EOLICI	da DISCRETO a BUONO	10^{-3} - 10^{-4}
DEPOSITI ALLUVIONALI	da DISCRETO a BUONO	10^{-3} - 10^{-4}
DEPOSITI PALUSTRI	da BASSISSIMO a NULLO	10^{-8} - 10^{-9}

Le indagini e le misurazioni eseguite mostrano come nell'area sia ovunque presente una prima falda, la cui superficie libera è posta a profondità variabile da 0,5 a 2,0 m circa.

Tale falda, che nell'area occupata dai sedimenti alluvionali (*sabbie e ghiaie*) è posta in diretta comunicazione con il corso del Fiume (*limite a potenziale imposto*), satura i deposti palustri adiacenti (*argille e limi*), la profondità del livello di saturazione varia tra 1,0 e 1,5 m.

Non è tuttavia corretto affermare che la falda prosegua all'interno dei depositi palustri, in quanto l'acqua ospitata all'interno di tali sedimenti, caratterizzati da granulometrie da fini a finissime, non possiede movimento (se non estremamente lento), qui le variazioni imposte dal carico idraulico al contorno provocano mutamenti lentissimi nel livello di saturazione dei sedimenti che si ristabilirà sulle quote di quello al contorno solo in tempi assai lunghi.

In ogni caso la falda libera è dotata di un gradiente idraulico, seppur minimo, in direzione del corso d'acqua, ciò fa si che sia la falda ad alimentare il Fiume e non viceversa.

Estemporanee inversioni del gradiente idraulico possono essere causate dalle maree (essendo il corso d'acqua in diretto contatto con il mare) e/o da eventi alluvionali di rilevante importanza.

Come osservabile chiaramente dalle carte piezometriche a nostra disposizione, è il fiume a costituire l'elemento che più condiziona la falda acquifera ospitata nei sedimenti alluvionali della piana del Fiume Magra.

Il Fiume infatti, avendo un letto più basso del livello medio del mare, agisce come elemento drenante per l'intera falda, condizionandone le direzioni di flusso, che risultano essere quindi perpendicolari all'asta fluviale stessa, con gradienti che diminuiscono da monte verso valle.

E' quindi il fiume ad essere il maggiore responsabile dell'intrusione salina in quest'area.

L'acqua di mare, infatti, risale lungo l'alveo fino all'altezza in cui il fondo di questo non si innalza sino alla quota del livello del mare, l'estensione laterale del fenomeno è invece condizionata essenzialmente dalla locale presenza di sedimenti grossolani in una ben definita fascia posta ai lati del letto del Fiume.

In questo contesto, visti i gradienti idraulici di riferimento, la contaminazione da parte dell'acqua salmastra e di eventuali inquinanti idroveicolati non può avvenire per trasporto (non potendo la

circolazione idrica risalire in direzione opposta al gradiente idraulico) ma solo per dispersione (cinematica e diffusione molecolare), che avviene nella direzione del gradiente di concentrazione e non di quello idraulico, movimento peraltro di per sé assai lento (molto più lento di quello convettivo).

Nell'area inoltre le uniche situazioni in cui possono verificarsi locali inversioni di gradiente idraulico sono quelle prossime ad importanti emungimenti (pozzi acquedottistici), tali aree tuttavia, come ad esempio le zone di Arcola e Battifollio, sono poste ben più a monte dell'area oggetto di studio.

Nella CARTA IDROGEOLOGICA allegata (vedi TAV. 6) sono individuate le principali formazioni suddivise in base al grado di permeabilità relativa, la soggiacenza media della prima falda e la fascia presunta di oscillazione della stessa, il reticolo di drenaggio quale limite a potenziale imposto.

IDROGRAFIA DELL'AREA

Nel tratto terminale il Fiume Magra corre in direzione NW-SE gettandosi in mare all'altezza di Bocca di Magra. Il corso d'acqua, nel tratto terminale, presenta una larghezza d'alveo gradualmente crescente verso la foce, passando dai circa 150 ml. del ponte della Colombiera ai ben 350 ml. del tratto antistante Bocca di Magra.

L'assetto complessivo della foce del Magra è quella di un "falso estuario", non essendo presenti le condizioni di marea tipiche per la formazione e stabilizzazione di una foce ad estuario, la conformazione attuale è quindi l'effetto di una serie di regimazioni del corso d'acqua in senso planimetrico (interventi Biondi - Canini degli anni '20), che hanno reso l'alveo monocursale.

Il fenomeno del trasporto solido risulta di tipo marcatamente impulsivo, manifestandosi in maniera evidente solo in concomitanza di piene o morbide di una certa entità; studi eseguiti dall'Autorità di Bacino del Magra mettono infatti in evidenza come per la maggior parte dell'anno non si abbia flusso in direzione mare sul fondo dell'alveo, tale condizione facilita la deposizione di sedimenti limosi fini per lenta caduta gravitativa.

Dall'analisi dei dati storici recenti si può desumere che l'alveo si trovi attualmente pressoché in condizioni di equilibrio morfologico, non manifestando le sezioni trasversali significative tendenze

evolutive a cavallo di eventi di piena di una certa intensità.

In quest'area il Magra non riceve più affluenti naturali, i corsi d'acqua presenti (es. Torrente Bettigna) risultano largamente antropizzati ed in parte connessi alle stesse opere ed interventi di bonifica delle aree paludose, a suo tempo caratterizzanti tutto l'ambito della piana terminale e costiera.

Per quanto attiene il sistema dei canali i principali sono il Fosso delle Acque Medie, il Fosso del Signorini ed il Fosso della Casina, questi ultimi due si incontrano in corrispondenza dell'Idrovora, in tutti i casi trattasi di elementi che rivestono un ruolo fondamentale nel mantenimento del regime idraulico interno alla piana.

Sul margine Est dell'area di intervento il Torrente Parmignola attraversa l'abitato in direzione circa NNE-SSE separando le frazioni di Marinella e Marina di Carrara. Originariamente il Parmignola doveva confluire nel Magra attraverso il basso corso dell'attuale Canale degli Orti. Quindi il suo corso è migrato progressivamente verso est, spostandosi sulla costituenda conoide, sino alla posizione attuale.

Nella CARTA IDROGEOLOGICA allegata (vedi TAV. 6) sono individuate le aree depresse con difficoltà di deflusso, il reticolo idraulico di drenaggio, quale limite a potenziale imposto, l'idrovora.

5. RISCHIO IDRAULICO - AREE INONDABILI

Per quanto attiene il rischio idraulico si riporta in TAV. 7 – STRALCIO CARTA DEGLI AMBITI NORMATIVI DELLE AREE INONDABILI – P.A.I. AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME MAGRA.

Nella carta sono riportati i seguenti ambiti:

- PI4A - Aree inondabili per tempi di ritorno T = 30 anni a pericolosità molto elevata - elevata
- PI3A - Aree inondabili per tempi di ritorno T = 200 anni a maggiore pericolosità relativa
- PI3B - Aree inondabili per tempi di ritorno T = 200 anni a minore pericolosità relativa
- PI2 - Aree inondabili per tempi di ritorno T = 500 anni
- Aree a criticità idrauliche non studiate
- Fascia di riassetto fluviale

L'area oggetto di S.U.A. è interessata da:

- **PI4A - Aree inondabili per tempi di ritorno T = 30 anni a pericolosità m.elevata-elevata**

  limitatamente ad un piccolissimo lembo di tale ambito che si estende su Via Kennedy.

- **PI3B - Aree inondabili per tempi di ritorno T = 200 anni a minore pericolosità relativa in relazione a modesti tiranti idrici** - al margine SE dell'area oggetto di SUA, limitatamente alle aree Ul.05 – UR 5 – UR 6 (unità di ristrutturazione UR 5-6 e Ul.05/AB9 Attrezzature spiagge libere, attività di somministrazione, attrezzature e attività di retrospiaggia – Ul.05/SB5.1 Stabilimenti balneari)

  - al margine NW dell'area oggetto di SUA, limitatamente all'area P1-PPE.1 (P1-PPE.1 parcheggi per le spiagge)

- **PI2 - Aree inondabili per tempi di ritorno T = 500 anni**

  - al margine NW dell'area oggetto di SUA, limitatamente all'area P1-PPE.1

- **Fascia di riassetto fluviale**

  - dalle sovrapposizioni cartografiche emergerebbe all'estremo NW dell'area oggetto di SUA, una piccolissima sovrapposizione tra fascia di riassetto fluviale e area P1-PPE.1 (P1 suolo a verde naturale senza parcheggi).

6. ASPETTI LEGATI ALLA DINAMICA COSTIERA

Per l'analisi evolutiva della linea di riva nel tratto in oggetto si fa riferimento ad alcuni studi recenti, quali:
- lo studio condotto dalla DELFT su commissione del Ministero dell'Ambiente - 2006
- gli studi del dott. Cipriani e del dott. Pelliccia per il Progetto "EUROSION"
- lo studio su modello numerico del CONSORZIO PISA RICERCHE - 2002
- l'insieme degli studi a supporto al PIANO REGOLATORE PORTUALE di Marina di Carrara - 2013
- studio denominato Rapporto sullo stato dell'ambiente redatto dalla Soc. Ambiente S.C. - 2004

Al fine di effettuare un'analisi delle tendenze evolutive del litorale, che negli ultimi decenni hanno interessato il tratto di costa in esame, nello studio citato è stata riportata l'analisi comparativa delle linee di riva "storiche", desunta dallo studio condotto dalla società Delft Hydraulics (2006), su commissione del Ministero dell'Ambiente, sull'unità fisiografica fiume Magra - Porto di Livorno, oltre che da elaborazioni su dati dell'Autorità di Bacino del Magra – Dip. Di Scienze della Terra dell'Università di Firenze "Monitoraggio dell'intervento di difesa del litorale di Marinella di Sarzana".

In epoca storica, il tratto di costa in oggetto fu interessato inizialmente da una forte progradazione, iniziata già nel VI° secolo a.C., poi proseguita a ritmi diversi fino alla prima metà dell'Ottocento. A partire da tale periodo l'evoluzione costiera subisce una netta inversione di tendenza caratterizzata da un'accentuata erosione che provocò un forte arretramento della linea di riva.

Finì così quel processo di espansione naturale determinato, oltre che da fattori geologici, dall'intenso disboscamento avvenuto nel corso dei secoli nel bacino idrografico del Magra (principale alimentatore del litorale), cosicché il successivo abbandono delle campagne, accompagnato dalle prime opere in alveo, determinò una marcata riduzione della portata solida del fiume ed innescò quel deficit sedimentario che si fece sentire soprattutto in prossimità della sua foce.

Negli anni seguenti poi il processo erosivo proseguì e si rafforzò (vedi Figg. 6-7):

- tra il 1878 ed il 1928 si assiste ad un arretramento della linea di riva di quasi 500 m con tassi di erosione prossimi ai 10 m/anno nel tratto più prossimo alla foce del Magra
- tra il 1928 ed il 1938 l'erosione in prossimità della foce del Magra prosegue con ritmi analoghi al periodo precedente, mentre oltre la foce del Parmignola, anche a seguito della realizzazione del porto di Marina di Carrara, si assiste ad una netta progradazione del litorale, questo provocò una rotazione complessiva del litorale avente il suo fulcro proprio in corrispondenza della foce del Parmignola

- tra il 1938 ed il 1954 l'erosione della spiaggia di Marinella prosegue con un ritmo inferiore al precedente, ma sempre in netta contrapposizione con il tratto posto oltre il Parmignola che si trova ancora in forte accumulo; in questo periodo a Fiumaretta vennero costruiti i primi pennelli
- tra il 1958 ed il 1967 l'erosione del litorale, seppur ulteriormente attenuata, segue il trend del periodo precedente; tuttavia, proprio in questo periodo, si assiste alla realizzazione di alcune opere di sistemazione del bacino ed arginamento del F. Magra, che unitamente alle ingenti escavazioni in alveo legate al boom edilizio ed alla realizzazione di alcuni tratti autostradali, determinarono, dapprima, una forte riduzione del trasporto solido fluviale e, successivamente, un forte deficit sedimentario che ne provocò il completo annullamento
- tra il 1967 ed il 1978 si assiste a marcati fenomeni erosivi localizzati, tuttavia non rilevabili dall'analisi delle linee di riva del periodo in quanto tempestivamente attenuati con la realizzazione di nuove opere di protezione; nei primi anni '70 a Fiumaretta vengono realizzate 7 piattaforme-isola distaccate da riva, collegate a terra mediante blocchi lapidei
- tra il 1978 ed il 1985 la spiaggia di Marinella, tratto ancora non protetto e non soggetto ad erosione, subì un forte arretramento con picchi anche di 30 m
- tra il 1985 ed il 1998 si interviene massicciamente sulla costa, tuttavia con interventi puntuali e non organici che ebbero risultati localizzati, mentre i tratti sottoflutto a quelli di intervento subirono addirittura aggravamenti

Complessivamente quindi nel tratto tra la foce del fiume Magra e il Porto di Carrara è possibile osservare una rotazione della linea di riva con centro di rotazione in corrispondenza del torrente Parmignola. In entrambi i periodi in esame (1878-1938 e 1938-1998) si osserva un gradiente erosivo (fino a -8,00 m/anno) per il primo tratto (dal fiume Magra al torrente Parmignola), un gradiente di accrescimento (fiano a +4,00 m/anno) per il secondo tratto (dal torrente Parmignola al Porto di Carrara).

Settori	1938 - 1954			1954 – 1967			1967 – 1978			1978 – 1985			1985 – 1998		
	m^2	m	m/a.	m^2	m	m/a.	m^2	m	m/a.	m^2	m	m/a.	m^2	m	m/a.
Sett. 1	+ 562	+ 2,0	+ 0,1	+ 3.344	- 11,9	- 0,9	+ 1.545	+ 5,5	+ 0,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sett. 2	- 4.900	- 9,8	- 0,6	- 50	- 0,1	- 0,01	- 14.400	- 28,8	- 2,6	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sett. 3	- 3.500	- 7,0	- 0,4	- 3.150	- 6,3	- 0,5	- 2.850	- 5,7	- 0,5	- 15.050	- 30,1	- 4,3	+ 23.450	+ 46,9	+ 3,6
Sett. 4	+ 871	+ 1,4	+ 0,1	+ 7.962	+ 12,8	+ 1,0	+ 2.239	+ 3,6	+ 0,3	- 12.689	- 20,4	- 2,9	+ 5.722	+ 9,2	+ 0,7
Sett. 5	+ 350	+ 0,7	+0,05	+ 4.500	+ 9,0	+ 0,7	- 4.800	+ 9,6	+ 0,9	- 8.250	- 16,5	- 2,4	- 3.550	- 7,1	- 0,5
Sett. 6	+ 4.195	+ 7,9	+ 0,5	+ 531	+ 1,0	+ 0,1	+ 7.859	+ 14,8	+ 1,3	- 4.036	- 7,6	- 1,1	- 3.717	- 7,0	- 0,5
Sett. 7	+ 10.807	+ 22,1	+ 1,4	+ 3.716	+ 7,6	+ 0,6	+ 10.024	+ 20,5	+ 1,9	+ 1.663	+ 3,4	+ 0,5	- 4.694	- 9,6	- 0,7
Sett. 8	+ 22.150	+ 44,3	+ 2,8	+ 7.300	+ 14,6	+ 1,1	+ 2.750	+ 5,5	+ 0,5	+ 8.400	+ 16,8	+ 2,4	- 1.300	- 2,6	- 0,2
Sett. 9	+ 32.550	+ 53,1	+ 3,3	+ 11.218	+ 18,3	+ 1,4	+ 5.517	+ 9,0	+ 0,8	+ 4.168	+ 6,8	+ 1,0	+ 4.659	+ 7,6	+ 0,6

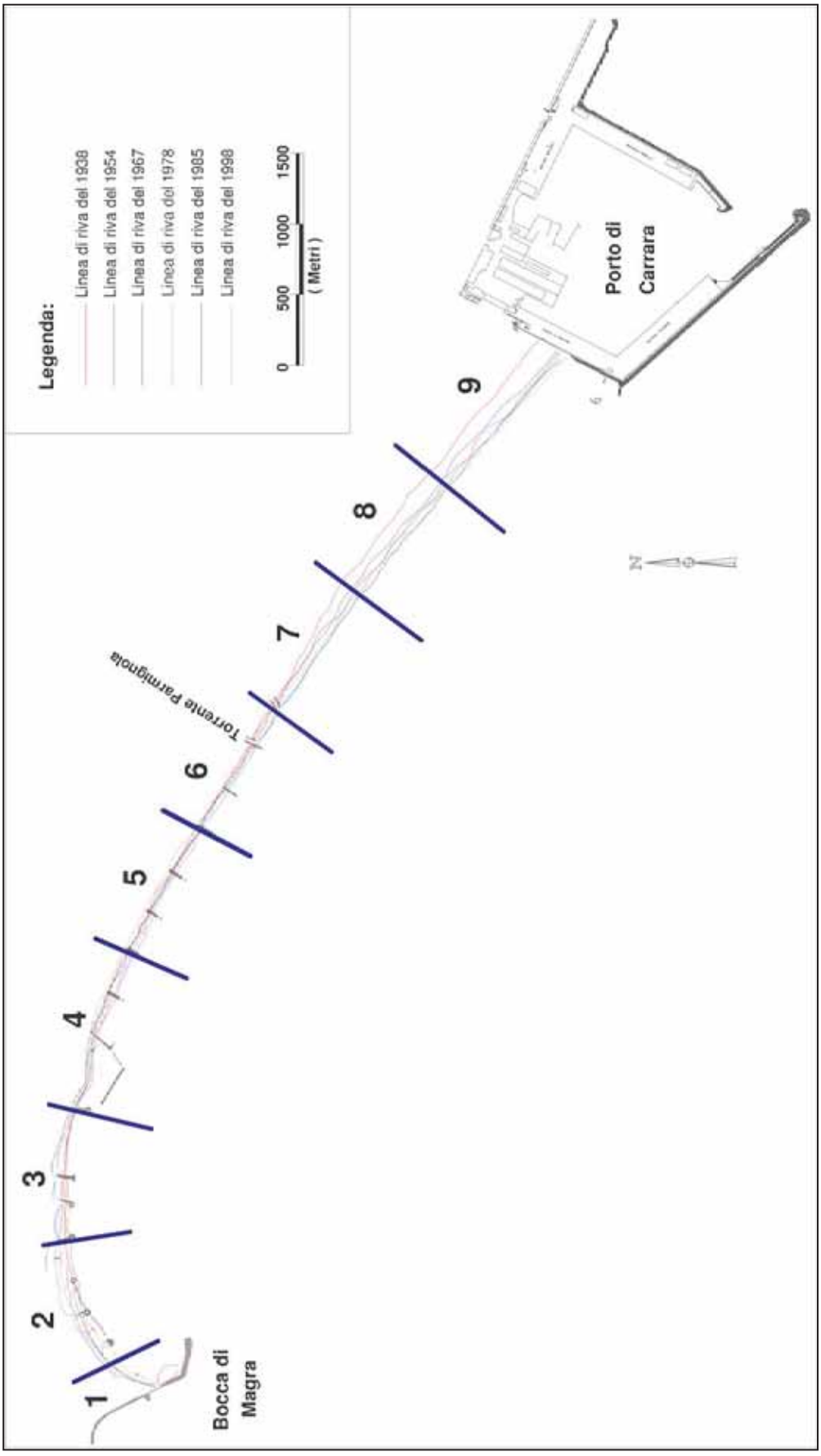


Fig. 6 - Elaborazioni su dati dell'Autorità di Bacino del Magra – Dip. Di Scienze della Terra dell'Università di Firenze "Monitoraggio dell'intervento di difesa del litorale di Marinella di Sarzana".

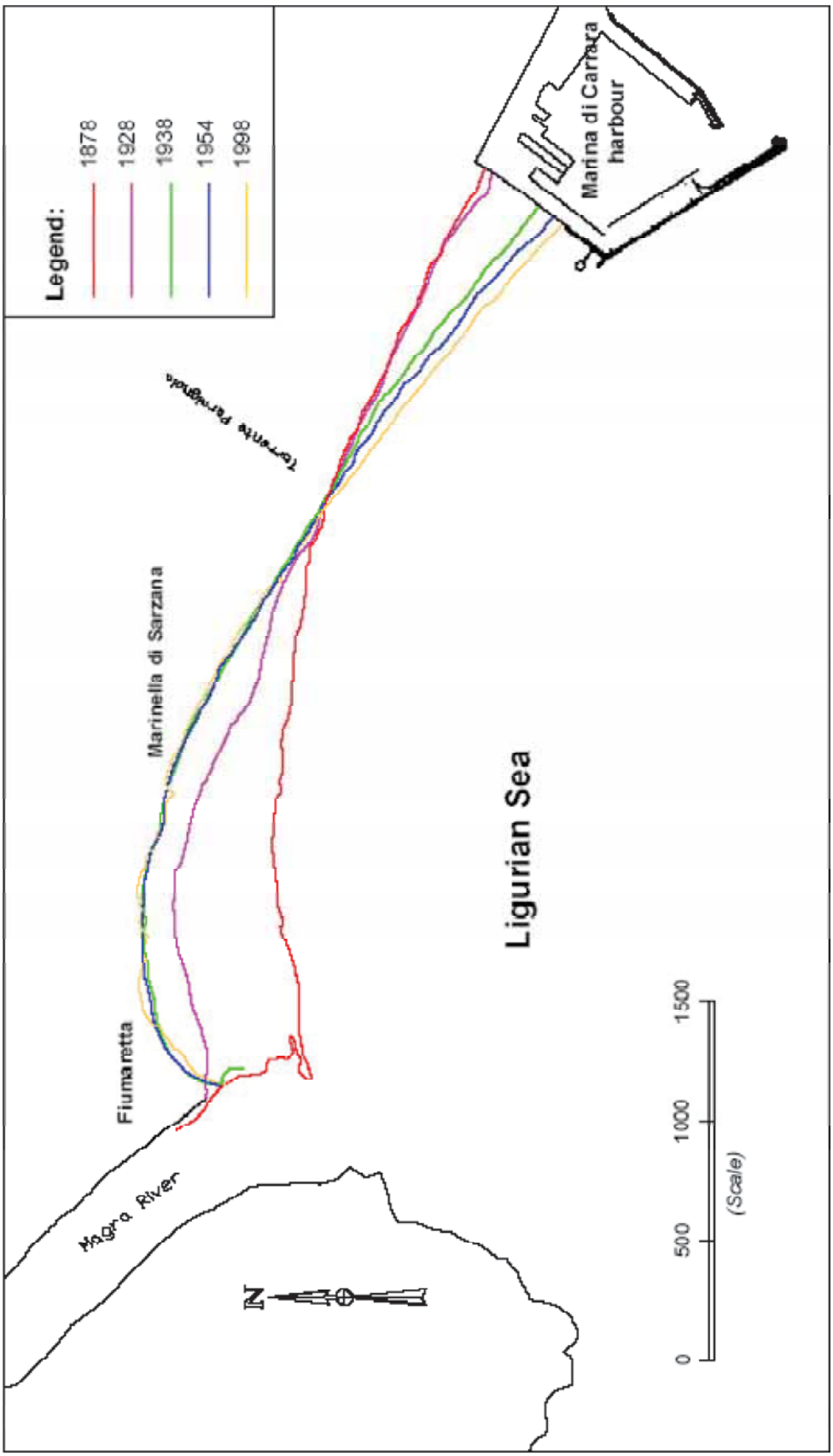


Fig. 7 - Evoluzione della linea di riva tra la foce del F. Magra e il Porto di Marina di Carrara, nel periodo di riferimento 1878-1998 (fonte: Studio DELFT sull'evoluzione della linea di riva, commissionato dal Ministero dell'Ambiente nel 2006)

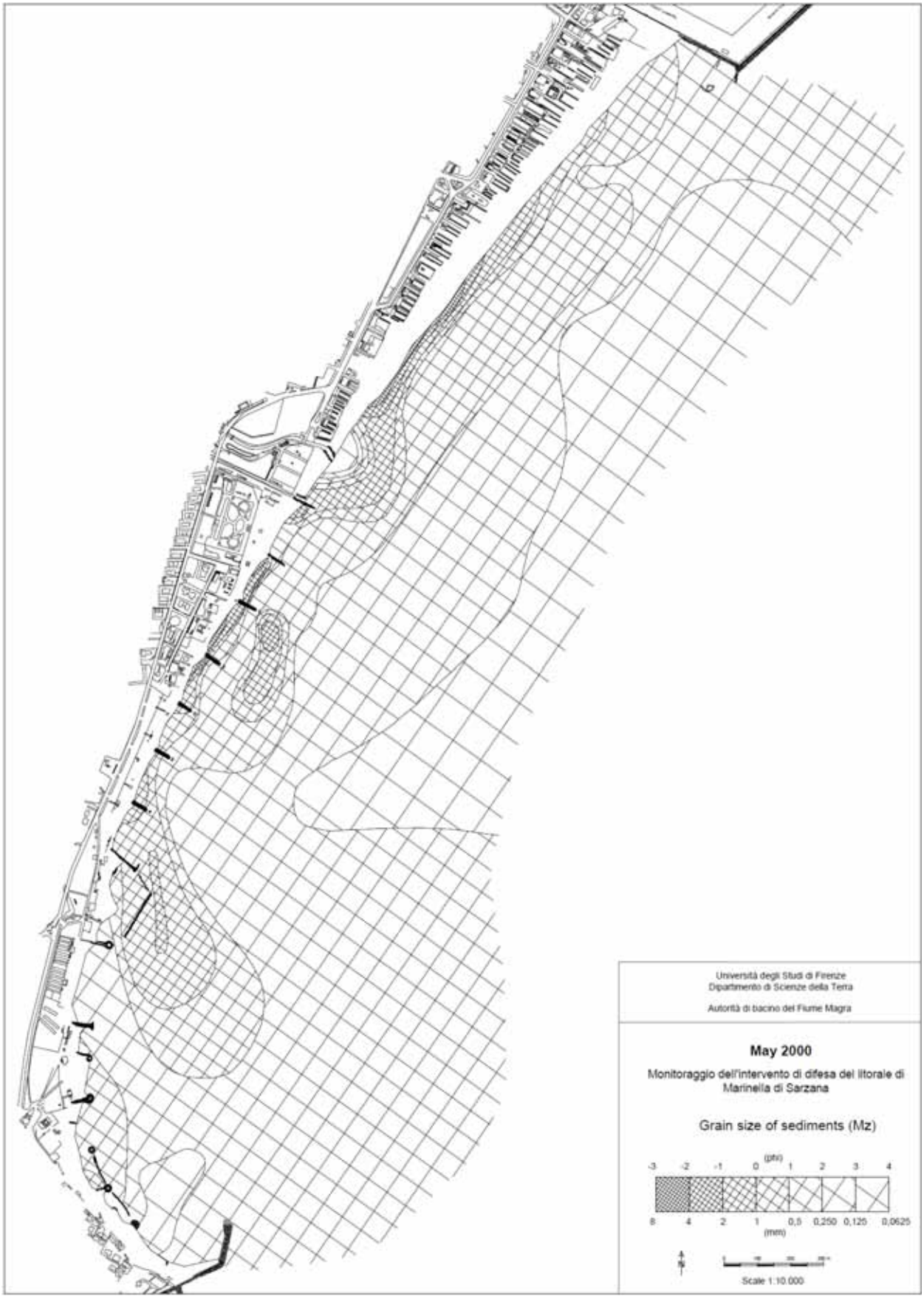


Fig. 8 - Mappa della distribuzione granulometrica dei sedimenti di spiaggia (monitoraggio degli interventi di difesa del litorale, Maggio 2000).

Lungo il suo corso superiore e medio, ancor prima di serpeggiare nella pianura, attraversa le formazioni sabbiose dell'Oligocene della zona denominata *"Macigno"* mettendo in sospensione grandi quantitativi di sedimento (che vanno ad alimentare i processi di dinamica costiera. La sabbia di cui sono costituite la spiagge ricadenti nell'area litoranea esaminata è quindi in larga parte frutto dell'erosione del Macigno, del trasporto e della sedimentazione operata dal Fiume Magra.

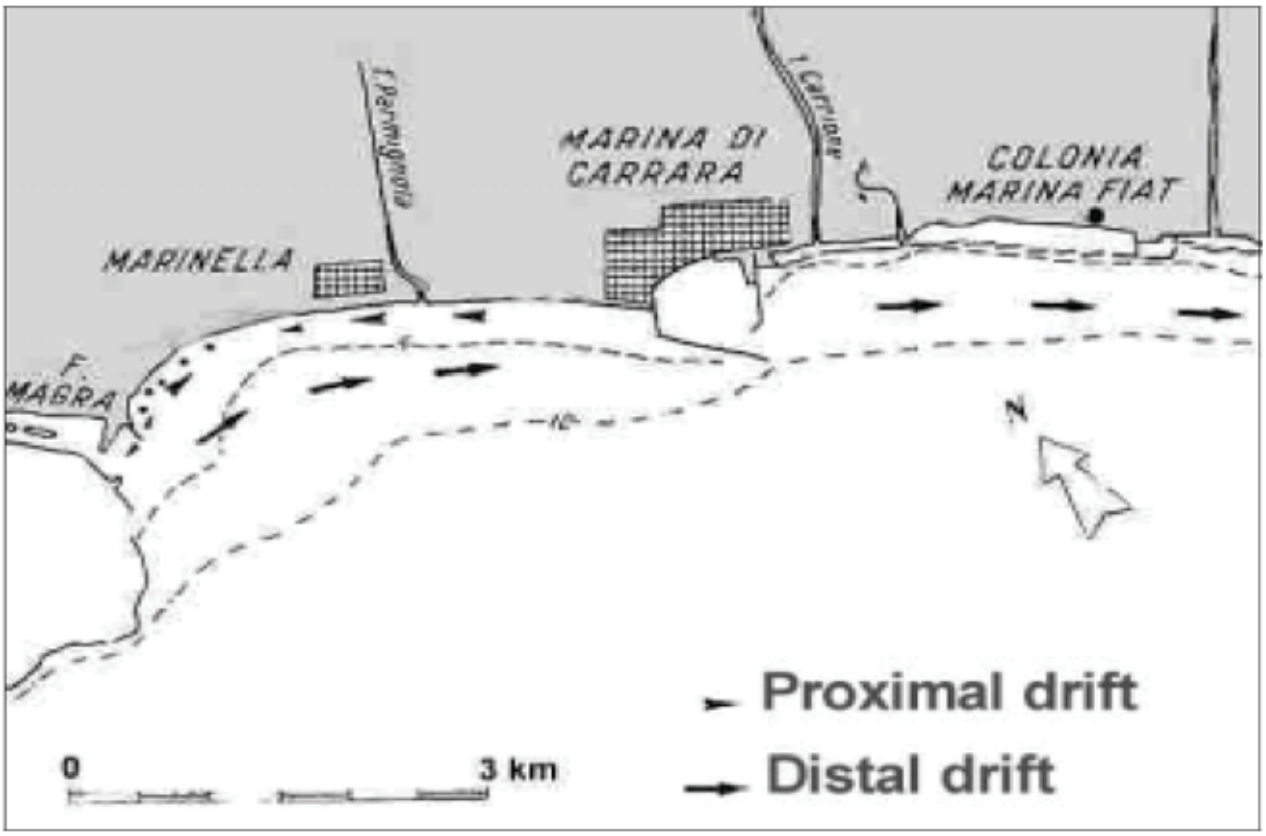


Fig. 9 – Longshore sediment transport

Partendo da queste osservazioni e dalle considerazioni sul regime delle correnti, dominato principalmente dalle correnti litoranee longshore, è evidente come i trend evolutivi del litorale in esame siano legati principalmente alla riduzione degli apporti solidi dovuti ai corsi d'acqua che sfociano lungo il litorale in esame e principalmente alla riduzione dell'apporto solido dovuto al fiume Magra. La riduzione dell'apporto solido fluviale provoca infatti la riduzione del trasporto solido litoraneo secondo la direzione longshore e causa quindi l'arretramento della linea di costa (vedi Fig. 9).

La presenza di un tale fenomeno erosivo è da ricercare in ogni caso nel drastico decremento del trasporto sedimentario del Fiume Magra strettamente connesso all'abbandono delle aree agricole nel suo bacino, iniziato alla metà del 1800, l'escavazione selvaggia in alveo avvenuta prevalentemente negli anni '50-'70 e la costruzione a partire dagli anni '60 di opere arginali.

Per quanto attiene il deficit nell'input sedimentario si deve innanzitutto evidenziare l'effetto del pennello di foce del Magra che, nella sua configurazione attuale, impedisce qualsiasi spostamento dei sedimenti d'alveo verso le spiagge.

Per quanto attiene la difesa dall'erosione, in relazione al fatto che tutte le onde inclinate che possono influenzare la dinamica del litorale in oggetto arrivano sulla spiaggia con direzione molto prossima all'ortogonale alla linea di riva, le correnti litoranee che si generano sono di debole intensità; ne consegue quindi che le opere più idonee alla protezione della fascia costiera presa in esame sono le barriere parallele e che i pennelli ortogonali devono essere visti soprattutto come opere ausiliarie.

In particolare studi e modellizzazioni numeriche effettuati dal Consorzio Pisa Ricerche – 2002 mettono in evidenza quanto segue:

- allo stato attuale, dato che non si instaurano correnti longitudinali sotto nessun attacco ondoso del settore di traversia principale e che la dinamica del litorale esaminato è prevalentemente cross-shore, le opere ortogonali hanno scarsa efficacia;

- le opere parallele utilizzate come rialzamento dei fondali, sono sicuramente le più idonee per la protezione delle spiagge prese in esame a patto di ridurre al minimo la loro frammentazione per evitare le erosioni dovute agli effetti di bordo;

- la pendenza della scarpata lato mare deve essere dell'ordine almeno di 1:5 per evitare erosioni al piede dovute alla riflessione delle onde;

- l'apertura del pennello di foce permette l'alimentazione naturale delle spiagge di Fiumaretta da parte dei sedimenti del Magra;

- anche nell'ipotesi di intervento che prevede il rialzamento dei fondali esteso dal Parmignola al Magra rimane forte l'intensità della corrente in uscita all'estremità sud del rialzamento e quindi occorrerà prevedere accorgimenti che ostacolino l'erosione presumibilmente conseguente sulle spiagge limitrofe non protette;

- per la trasformazione dei pennelli esistenti in setti sommersi e per la definizione delle opere di protezione delle spiagge suddette sarà necessario applicare il modello su una batimetria di dettaglio da definire in sede di stesura del progetto definitivo.

Nel 2002 le Regioni Liguria e Toscana hanno messo a punto il progetto preliminare di un nuovo piano d'azione che ha come obiettivo la difesa della costa e il ripristino dei naturali processi dinamici attraverso il riordino e l'armonizzazione delle strutture di difesa comprese tra la foce del fiume Magra ed il porto di Marina di Carrara.

Il piano prevedeva la costruzione di una nuova barra artificiale sommersa, lunga 2,6 km, larga 70 m con sommergenza di 2 m, che corre lungo l'isobata dei 4 m, e la modifica di quelle esistenti, ovvero la trasformazione delle stesse in strutture sommerse per favorire il trasporto di sedimento indotto dalle onde e migliorare la qualità dell'acqua di balneazione. Era inoltre prevista la costruzione di due nuovi pennelli sommersi nel tratto di spiaggia non protetta, posto sottocorrente rispetto a Marina di Carrara, al fine di indurre la deposizione di sedimento vicino la riva e di ridurre così la pendenza trasversale della costa.

L'intervento doveva essere completato con il ripascimento artificiale delle zone maggiormente erose, utilizzando la sabbia dragata dal letto del fiume Magra (vedi Fig. 10).

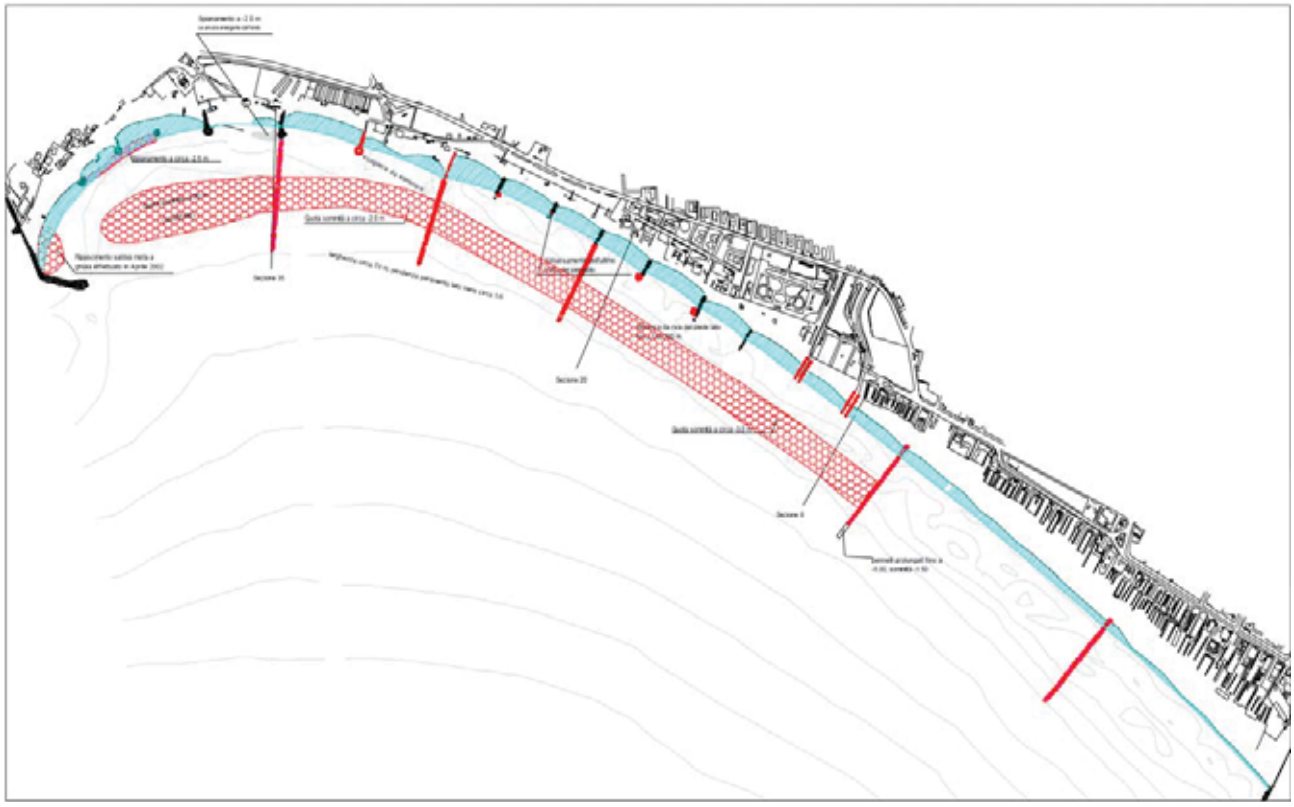


Fig. 10 - Mappa raffigurante le proposte di intervento.

Per il tratto di spiaggia oggetto di SUA, nel 2003, è stato poi approntato il relativo progetto esecutivo (Fig. 11), ad oggi tuttavia risultano essere stati completati essenzialmente i pennelli sommersi ed i ripascimenti, mentre non sono state ancora realizzate le opere di difesa a mare (barre sommerse, ecc.).

A seguito degli interventi, nel periodo 2004-2006 è stato condotto un monitoraggio dell'evoluzione morfologica e sedimentologica del litorale conseguente i lavori di difesa dell'arenile (vedi Fig. 12).

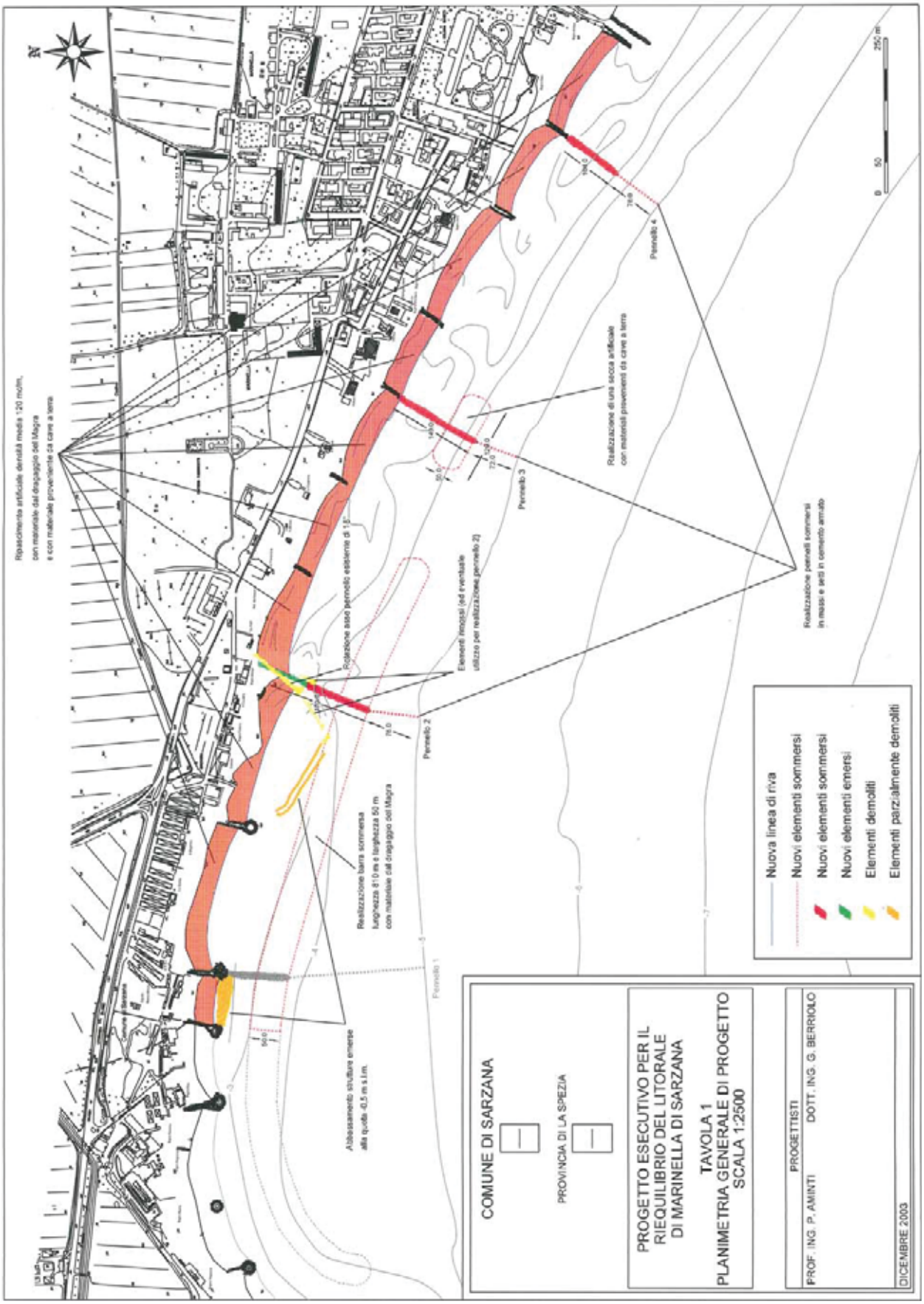


Fig. 11 – Progetto esecutivo per il riequilibrio del litorale di Marinella di Sarzana



Fig. 12 – Monitoraggio dell'evoluzione morfologica e sedimentologica del litorale conseguente i lavori di difesa dell'arenile

Detto monitoraggio fa apprezzare diffuse variazioni batimetriche positive, ad eccezione che per i settori più occidentali che risultano localmente in controtendenza (settori 1-2-3).

Data l'indisponibilità di ulteriori dati di monitoraggio è stato effettuato uno studio multitemporale da foto aeree, teso a verificare l'evoluzione della linea di riva a seguito degli interventi realizzati tra il 2003 ed il 2013; a tal fine sono state prese a riferimento foto relative agli anni 2003-2004-2007-2009-2011-2012-2013 (ultimo volo disponibile giugno-luglio 2013).

Su tale base sono stati redatti gli elaborati seguenti (Figg. 13-14), che evidenziano l'andamento delle linee di riva nel periodo 2003-2013.

In particolare, il raffronto 2003-2013 mette in evidenza una certa progradazione della spiaggia che, anche a seguito dei ripascimenti, risulta essere avanzata in diverse zone, prevalentemente nei settori 2-6-7-8, mentre gli altri risultano pressoché invariati.

Pertanto l'arenile appare oggi maggiormente stabile che in passato, pur permanendo un certo deficit sedimentario, dovuto al pennello di foce, che deve essere sempre colmato artificialmente.

E' quindi presumibile che, con il completamento degli interventi, possano finalmente ottenersi gli effetti attesi in termini di stabilizzazione e progradazione dell'arenile.

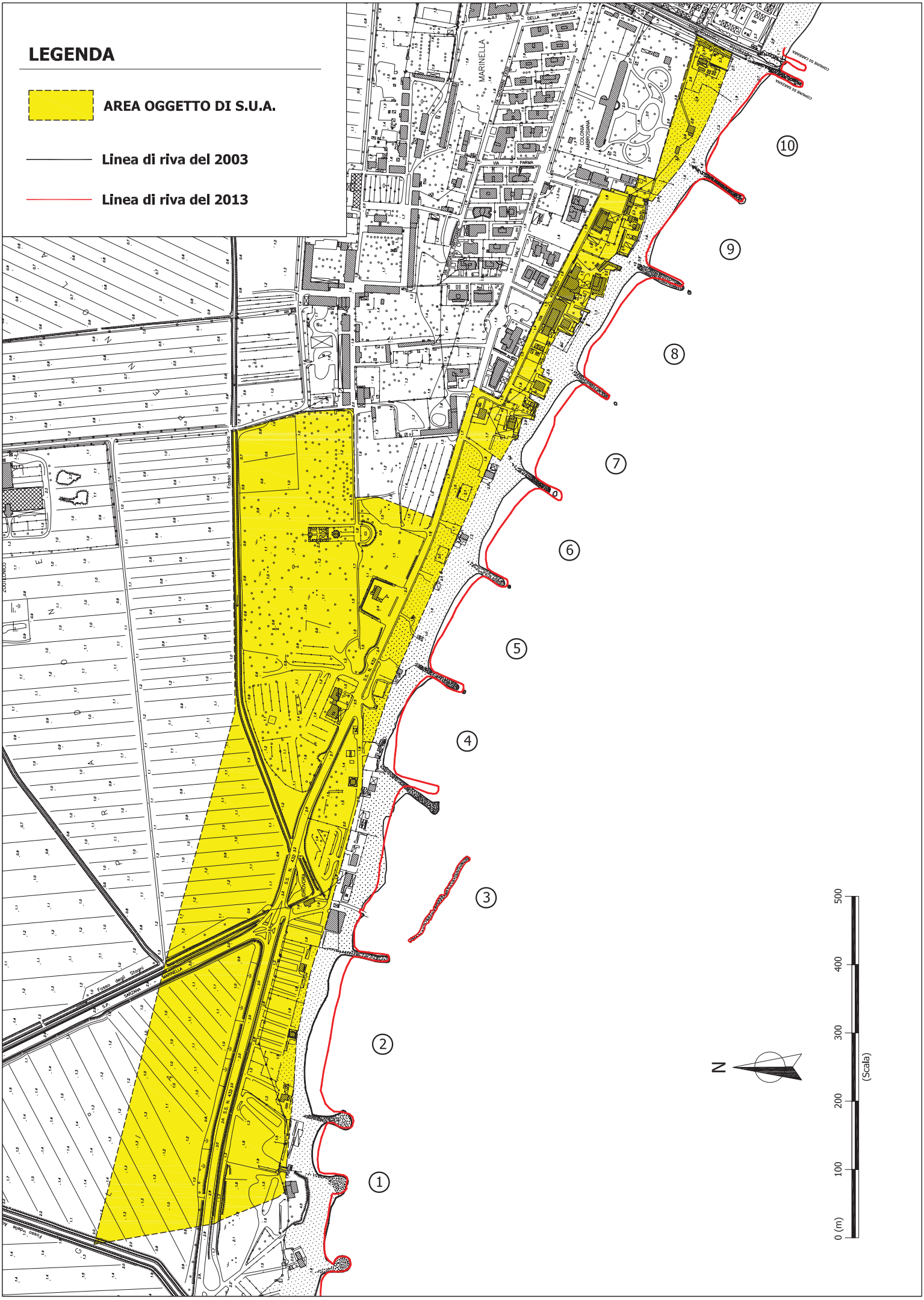


Fig. 13 - Evoluzione della linea di riva, dopo gli interventi, anni 2003-2013.



Fig. 14 - Evoluzione della linea di riva, dopo gli interventi, anni 2003-2013.

7. PERICOLOSITA' IDRAULICA PER EVENTI METEOMARINI

Nel 2004 la Regione Toscana ha commissionato la redazione dello Studio e ricerca per l'implementazione del quadro conoscitivo della costa Toscana, nell'ambito del "Piano Regionale di Gestione integrata della Costa".

Tra le attività svolte si enumerano anche quelle per l'individuazione delle aree di pericolosità meteomarina. Come "area di pericolosità" si intende la porzione di territorio interessata dagli eventi meteomarini estremi, riferiti ad un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Per fare ciò è stato eseguito nel 2005 un rilievo della linea di riva e sono stati calcolati, in riferimento agli effetti ondametrici per eventi con periodo di ritorno di 50 anni:

- il valore di set-up massimo, cioè l'innalzamento del livello del mare indotto dall'onda rispetto al livello medio mare;
- il valore di run-up massimo, cioè la massima elevazione rispetto al valore di setup, raggiungibile dall'acqua nella sua risalita sulla spiaggia considerata impermeabile.

Per il litorale a est della foce del F. Magra sono stati valutati i seguenti valori:

- set-up : 1.26 m slm
- run-up: 0,66 m slm
- set-up + run-up: 1,92 m slm.

L'allagamento della spiaggia di riferimento e, di conseguenza, la delimitazione delle aree di pericolosità, è stato valutato sulla base della linea di costa e dell'altezza del sormonto dell'evento meteomarino, con riferimento alle condizioni di cui al rilievo di dettaglio 1:500 (anno 2002).

La valutazione dell'altezza di risalita ha consentito di delimitare l'area di inondazione che interessa la spiaggia emersa.

La TAV. 8 - CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PER EVENTI METEOMARINI riporta:

- l'isolinea corrispondente alla quota 1,92 m slm. (set-up + run-up)
- le aree a pericolosità per eventi meteomarini estremi poste a quota inferiore a 1,92 m slm.

Dette aree sono quindi identificate a rischio per eventi meteo marini con tempo di ritorno 50 anni.

Da evidenziare che la modellazione risente della presenza di organismi edilizi, strutture e barriere realizzate anche per limitare l'effetto stesso dei marosi, proprio in corrispondenza di detti ostacoli si attesta spesso il limite della cinquantennale, pertanto:

- nel caso di strutture edilizie, anche queste devono essere considerate a tutti gli effetti potenzialmente interessate dalla cinquantennale

- nel caso invece di barriere, la mancanza di continuità, solidità e/o impermeabilità può comportare localmente sforamenti anche significativi del limite individuato, potendo così i marosi penetrare nelle aree retrostanti, talora depresse.

Una seconda carenza è rappresentata senz'altro dall'aggiornamento del rilievo, in un'area caratterizzata da una marcata mobilità, sia naturale che antropica, dovrebbe essere rinnovato frequentemente per poter essere considerato affidabile.

8. INDAGINI IN SITO

Nell'area di Marinella-Fiumaretta sono state effettuate negli anni numerose indagini, a supporto del "Progetto Marinella" prima (2003) e del "Piano Spiagge" poi (2014), altre sono state realizzate da diversi professionisti, sempre per conto della Marinella Spa (2009). Le indagini comprendono:

- Sondaggi geognostici e annesse prove SPT……..(Allegati 1)
- Analisi di laboratorio……(Allegato 2)
- Prove penetrometriche dinamiche DPSH……..(Allegato 3)
- Prove penetrometriche statiche CPT…….(Allegato 4)
- Indagini simiche, comprendenti MASW, ESAC e H/V……(Allegato 5)

Complessivamente il presente studio si basa sulle seguenti indagini eseguite direttamente in sito e/o nelle sue immediate vicinanze (vedi TAV. 9 - CARTA DELLE INDAGINI):

SONDAGGI GEOGNOSTICI

Pur potendo contare su diversi sondaggi effettuati nelle vicinanze, per semplicità si farà riferimento solamente a quello più prossimo, denominato SG12, effettuato nel 2003 nell'abitato di Marinella (Allegato 1).

Il sondaggio ha raggiunto la profondità di 10 m incontrando prevalentemente sabbie e sabbie debolmente ghiaiose, sciole o poco addensate, passanti verso il basso a sabbie limose fini tra 8 e 10 m.

Le prove SPT eseguite in foro hanno fornito valori di N_{spt} relativamente variabili, comunque compresi tra 13 e 35 colpi.

Altri sondaggi effettuati nell'area confermato grossomodo detta stratigrafia.

ANALISI DI LABORATORIO

Vista la tipologia di campioni sono state effettuate prevalentemente analisi granulometriche (SG1-C1 SG2-C2 anno 2003 e 829T anno 2009), queste hanno confermato la natura prevalentemente sabbiosa dei terreni attraversatiti, così come il graduale aumento della frazione limosa in profondità (vedi ALLEGATO 2), detto risultato è peraltro ben confermato anche dai risultati di altri campioni prelevati nell'area.

PROVE PENETROMETRCHE STATICHE - CPT

In prossimità dell'abitato di Marinella sono state effettuate numerose prove penetrometriche statiche tipo CPT, di queste sono state prese a riferimento principalmente quelle più vicine, denominate CPT 1 – 2 – 23 – 26, tutte eseguite nel 2003 (vedi ALLEGATO 3).

Lungo il litorale non è stato possibile effettuare prove statiche per la diffusa presenza di trovanti e materiali lapidei eterogenei probabilmente connessi con interventi e/o tentativi di stabilizzazione del litorale sabbioso.

Le prove CPT hanno raggiunto profondità comprese tra 10 e 15 m confermando ovunque la presenza di profili prevalentemente sabbiosi e/o sabbioso-limosi, mediamente caratterizzati da valori di resistenza alla punta dell'ordine dei 30 Kg/cm^2.

PROVE PENETROMETRCHE DINAMICHE - DPSH

Nell'area sono state effettuate nel 2003 numerose prove penetrometriche dinamiche tipo DPSH, che hanno raggiunto profondità comprese tra 5 e 10 m circa, di queste sono state prese a riferimento quelle più vicine: DPSH 9 – 10 – 11 – 60 – 62 – 66 – 68 – 69 – 101 – 103 – 104 – 105 – 107 (vedi ALLEGATO 4).

Nel 2014 inoltre, lungo il litorale nell'area oggetto di SUA, sono state effettuate nuove prove contrassegnate come DPSH 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6, che hanno raggiunto profondità comprese tra 11 e 20 m.

Dette prove hanno confermato la presenza di profili sabbiosi prevalentemente sciolti o poco addensati, fino ad oltre 20 m di profondità da p.c.

Le prove nell'area oggetto di SUA mostrano valori di N_{dpsh} medi nei primi 10 m dell'ordine di 5÷6 colpi che salgono a 10÷11 nel tratto tra 10 e 20 m di profondità (vedi Allegato 4).

Da segnalare che un gran numero di raffronti effettuati tra SPT e DPSH vicine eseguite nell'area ha messo in evidenza come mediamente, il rapporto tra $N_{spt(30)}$ e $N_{dpsh(20),}$ risulti spesso ben maggiore al valore di 1.5 correntemente proposto dal costruttore e dalla bibliografia specializzata.

Inoltre, in superficie e fino a profondità dell'ordine di 1 m, sono spesso presenti trovanti e materiali lapidei eterogenei probabilmente connessi con interventi e/o tentativi di stabilizzazione del litorale sabbioso.

INDAGINI GEOFISICHE ESAC – MASW – H/V

Per analizzare la risposta di sito e determinare la pericolosità sismica in base alla normativa vigente sono stati impiegati distinti metodi geofisici:

- MASW - Tramite lo studio della dispersione delle onde superficiali si è determinato un primo modello monodimensionale del suolo tramite spessori e velocità
- H/V - dalla curva di dispersione dell'H/V si ricava lo spettro di risposta (analisi del tutto indipendente dal precedente MASW)

Il modello sismo-stratigrafico ottenuto con i MASW viene applicato ai dati di H/V, modellando quindi uno spettro sintetico e fittandolo con i dati dello stesso spettro dell'H/V si potrà ricostruire una sismo-stratigrafia che soddisfi al meglio i risultati sperimentali ottenuti.

Il MASW, infatti, molto valido entro i primi 10 metri, a profondità maggiore sovente perde di accuratezza nella ricostruzione sismo stratigrafica.

Di contro, i dati tromografici risultano caratterizzati da un buon dettaglio anche in profondità, ma ragionando in frequenze (T°=4H/VS) necessitano di informazioni aggiuntive su velocità e spessori dei sismostrati, in caso contrario si potrebbe ricavare un numero infinito di modelli validi che generano sempre la stessa risposta.

Vincolando i dati ottenuti dall'H/V al MASW si ottiene così un modello valido sia nei primi metri che in profondità, che permetterà di identificare variazioni del terreno attraversato spesso ben oltre i 30 metri previsti dalla normativa vigente.

Si possono così ottenere informazioni aggiuntive sulla reale pericolosità del sito in esame, come lo spettro di risposta ed il periodo fondamentale di risonanza.

Nell'area sono stati effettuati n. 2 stendimenti ESAC sviluppati ad "L", su ogni ramo dell'ESAC è stato effettuato poi un MASW (tranne che per un ramo dell'ESAC2 causa errori di registrazione); ESAC e MASW sono stati ubicati in corrispondenza delle DPSH 2-5. E' stato inoltre acquisito un MASW effettuato in passato nell'immediato retrospiaggia (MASW4 – Geol. Moracchioli 2009) Infine in corrispondenza delle singole verticali DPSH sono stati acquisiti n. 6 H/V.

Per il dettaglio sui rilievi effettuati, sulla strumentazione utilizzata e sui risultati ottenuti, si rimanda

alla relazione geofisica allegata in appendice (vedi ALLEGATO 5).

Per quanto attiene MASW ed ESAC è possibile affermare che entrambe le tipologie di rilievo si sono dimostrate molto affidabili ed efficaci, con una sensibilità alle alte frequenze data dai MASW ed una buona penetrazione degli ESAC, fino a circa 50 metri, dove è stato possibile definire il passaggio fra depositi sabbiosi superficiali e quelli ghiaioso-ciottolosi maggiormente addensati sottostanti; la velocità di questi ultimi è stata poi stimata con approssimazione tra 400 e 600 m/s.

I rilievi tromometrici hanno evidenziato tutti uno stesso andamento, con un primo picco a circa 1,5 Hz ed un secondo a 0,5 Hz, entrambi molto netti.

Mentre il picco a 1,5 Hz risulta correlabile con i dati degli ESAC, e quindi senz'altro veritiero, il picco principale potrebbe aver subito l'influenza del moto ondoso (l'infrangersi delle onde sulla spiaggia provocava infatti una fortissima energizzazione sulle basse frequenze).

Tuttavia, indipendentemente che tale picco sia legato al contatto con il bedrock o al moto ondoso, non se ne rilevano altri tra 50 e 150 m di profondità, se ne ricava quindi una chiara indicazione di bedrock profondo (> 150 m).

Tale interpretazione risulta in ultima analisi confermata da altri dati ed evidenze, quali la presenza di un pozzo profondo 120 m terebrato nella tenuta di Marinella che ha incontrato per tutto lo spessore esclusivamente sedimenti alluvionali.

In definitiva, il modello interpretato vede quindi la presenza grossomodo di 3 unità sismo-stratigrafiche distinte, dall'alto verso il basso:

- UNITA' A – composta da depositi prevalentemente sabbiosi, caratterizzati da un grado di addensamento gradualmente crescente con la profondità, con valori di Vs compresi tra 150 e 300 m/sec (Vs media 200-250 m/sec) e spessore 40-50 m circa.
- UNITA' B – composta da depositi prevalentemente ghiaiosi-ciottolosi addensati, caratterizzati da valori di Vs compresi tra 400 e 600 m/sec incontrati a partire da 40-50 m di profondità.
- UNITA' C – probabile bedrock sismico con Vs $\geq$ 800 m/s posto a profondità mediamente superiori ai 150 m (profondità stimate comprese tra 170 e 250 m).

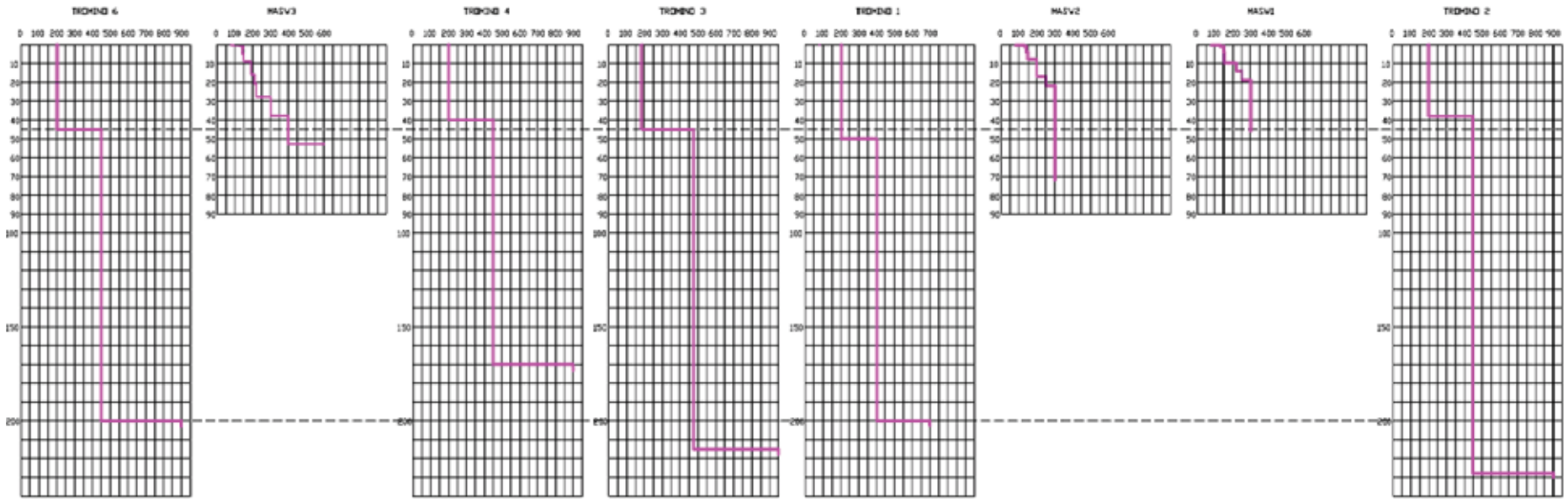


Fig. 15 - Raffronto tra i vari modelli ESAC – MASW – H/V ottenuti

Il valore di Vs30 stimato sulla base dei rilievi ESAC-MASW risulta essere dell'ordine dei 200-210 m/sec. Sulla base del solo valore di Vs30, il terreno in esame potrebbe essere in prima analisi collocato, secondo le vigenti NTC, in **categoria C.**

Categoria C – *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del* V_{S30} *compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

9. ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO

L'insieme dei dati ottenuti, peraltro ben correlabili, ha permesso di ricostruire l'assetto litostratigrafico dell'area in oggetto, la sintesi dei risultati è contenuta nelle allegate SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETETIVE - TAV. 10A e 10B.

Nell'area sono presenti perlopiù sabbie da medie a fini a tratti limose, talora localmente anche debolmente ghiaiose, da sciolte a poco addensate in superficie divengono mediamente addensate in profondità. In prossimità del corso del T. Parmignola si incontrano più frequentemente livelli e lenti ghiaiose intercalate a varie quote entro le sabbie, ciò per il probabile approssimarsi del relativo subalveo.

La falda nell'area è ovunque posta a quote molto prossime a 0 m s.l.m., pertanto la profondità varia in base alle quote del terreno, potendo variare generalmente tra 0-0.5 e 2.0-2.5 m da p.c.

In base ai dati geofisici è possibile affermare che i sedimenti in questione si spingono fino a profondità dell'ordine di 40-50 m, oltre sono presenti, con ogni probabilità, depositi ghiaioso-ciottolosi maggiormente addensamenti. Il bedrock sismico è stato probabilmente intercettato a profondità comprese tra i 170 ed i 250 m.

Sulla base di quanto sopra esposto è stata redatta la relativa CARTA LITOTECNICA – TAV. 11; per omogeneità dei caratteri, data la comune dominante sabbiosa e lo stato di addensamento molto simile, depositi eolici, alluvionali di spiaggia sono stati accorpati in un'unica unità litotecnica (A2).

Pertanto le Unità Litotecniche individuate e cartografate in un congruo intorno dell'area in oggetto sono le seguenti:

- **A1 - Depositi palustri recenti**
  Limi e limi sabbiosi nei livelli superficiali cui seguono limi argillosi, argille e argille limose con livelli di torba, in genere soffici e/o poco consistenti.
- **A2 - Depositi eolici, Depositi alluvionali recenti e Depositi di spiaggia attuali**
  Sabbie e sabbie limose nei livelli superficiali cui seguono sabbie e sabbie ghiaiose con livelli e/o lenti di ghiaia, sciolti e/o poco consistenti fino a mediamente consistenti in profondità.

10. PARAMETRI GEOTECNICI

Si riportano di seguito i parametri geotecnici medi indicativi limitatamente ai terreni presenti nell'area, desunti, a seconda dei casi, da analisi di laboratorio o elaborati a partire dai risultati delle prove geotecniche in sito.

Per la parametrizzazione sono stati impiegati ed integrati tra loro i risultati di diverse indagini:

SONDAGGI: la stima dei parametri di resistenza al taglio e deformabilità è effettuata mediante elaborazione dei dati derivati da prove SPT in foro (Nspt formule empiriche), opportunamente ponderati sulla base delle caratteristiche granulometriche dei termini in esame.

PROVE CPT: per la stima dei parametri di resistenza al taglio e deformabilità si utilizzano correlazioni di riconosciuta affidabilità per i risultati di prove CPT, ma in caso di non univoca corrispondenza è riportata una stima soggettiva; l'interpretazione corrente suddivide i materiali in due campi distinti (natura coesiva - natura granulare) limitandosi alla valutazione dei relativi parametri tradizionalmente riferibili ad argille NC sature o a Sabbie, cioè coesione non drenata o angolo di attrito di picco.

PROVE DPSH : la stima dei parametri geotecnici al taglio e deformabilità è effettuata correlando i valori di $N_{DPSH(20)}$ della prova DPSH all'$N_{spt(30)}$ della prova penetrometrica standard SPT; da segnalare che un gran numero di raffronti effettuati tra SPT e DPSH vicine eseguite nell'area ha messo in evidenza come mediamente, il rapporto tra $N_{spt(30)}$ e $N_{dpsh(20)}$, risulti spesso ben maggiore al valore di 1.5 correntemente proposto dal costruttore e dalla bibliografia specializzata.

Sulla base dell'interpretazione dei risultati delle prove, tramite le correlazioni sopra riportate, nonché attraverso raffronti con i sondaggi e prove di laboratorio d'archivio, è stato possibile determinare in via preliminare il presumibile campo di oscillazione dei parametri geotecnici medi per i livelli riconosciuti. Discretizzandone poi il valore si ottiene (valori medi indicativi):

Sabbie debolmente limose (tra 0 e 10 m da p.c.)

peso di volume naturale	**γ = 17.0-18.0 kN/m^3**
angolo di attrito interno	**φ' = 28-30°**
coesione	**c' = 0.00 kPa**
velocità onde di taglio	**V_s = 150 m/sec**

Sabbie debolmente limose (tra 10 e 20 m da p.c.)

peso di volume naturale	**γ = 17.5-18.5 kN/m^3**
angolo di attrito interno	**φ' = 30-32°**
coesione	**c' = 0.00 kPa**
velocità onde di taglio	**V_s = 200-250 m/sec**

11. RISCHIO SISMICO

Per realizzare l'inquadramento sismotettonico sono stati utilizzati database pubblici sviluppati da diversi enti e gruppi di ricerca. In particolare, per l'analisi della sismicità storica e strumentale dell'area oggetto di indagine sono stati utilizzati:

- il CPTI11 - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani versione 2011 (Rovida et al., 2011; http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/), che raccoglie i parametri dei terremoti avvenuti in Italia fino al Dicembre 2011;
- il DBMI11 - Database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI11, aggiornato al 30 Gennaio 2012 (Locati et al., 2011 http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11/);
- il CFTI4Med - Catalogo dei Forti Terremoti in Italia e in area mediterranea (Guidoboni et al., 2007 http://storing.ingv.it/cfti4med/), che riporta per numerose località i risentimenti di circa 300 tra i terremoti storici più forti avvenuti sul territorio italiano, e fornisce anche informazioni sul contesto storico, sociale e demografico in cui gli eventi si sono prodotti, sui parametri epicentrali, sugli effetti dei terremoti sull'ambiente fisico (fagliazione superficiale, frane sismo-indotte, maremoti, ecc.), sul danneggiamento dei centri storici e di beni monumentali;
- il Database delle Sorgenti Sismogenetiche Italiane DISS versione 3.1.1 (INGV – DISS Working Group, 2010; http://diss.rm.ingv.it), che contiene sorgenti individuali e composite di terremoti, intese come una rappresentazione georeferenziata semplificata e in 3D di faglie (sorgenti individuali) o regioni contenenti faglie (composite) in grado di generare terremoti di M 5.5 o superiore;
- la Zonazione sismogenetica ZS9 (Meletti e Valensise, 2004), che individua sul territorio italiano 42 macrozone-sorgente e rappresenta il riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica nel territorio nazionale;
- il Catalogo della Sismicità Italiana (http://csi.rm.ingv.it/) che contiene tutti gli eventi registrati dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale dal 1981 al 2002;
- il Bollettino della Sismicità Strumentale dell'INGV (http://iside.rm.ingv.it), che contiene tutti gli eventi registrati dalle stazioni della Rete Sismica Nazionale dal 2003 al 2007.

La sismicità di un territorio è strettamente connessa al suo contesto tettonico-strutturale, dunque alla presenza di strutture geologicamente "attive". Alla base di ogni stima della pericolosità sismica di un territorio vi è quindi l'indispensabile conoscenza della sua storia sismica (cioè di tutte le

informazioni sui terremoti avvenuti nel passato) e della geologia strutturale locale, fattori strettamente connessi tra loro.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica del territorio si ricorda che l'intera area è collocata all'interno di significative strutture tettoniche che caratterizzano l'Appennino settentrionale, risentendo soprattutto dei movimenti sismici che interessano la Lunigiana e l'alta Garfagnana. A partire dal Miocene superiore la parte più interna dell'Appennino settentrionale è stata interessata da importanti fenomeni distensivi che hanno formato una serie di fosse o bacini (graben) e dorsali (horst) allungati secondo la direzione NW-SE. Si possono così distinguere tre grandi fosse, delle quali la più esterna si sviluppa lungo il litorale da La Spezia a Pisa (graben della Versilia), interessando la zona pedemontana di Carrara. Particolarmente attivo e vicino è il secondo graben della Lunigiana, che parte dalla Cisa e termina in corrispondenza delle Alpi Apuane; questa struttura tettonica ha dato vita più volte ad attività sismica, originando nel recente e lontano passato terremoti anche di forte intensità che hanno riguardato anche l'area in oggetto. Più interna, ma non meno attiva e pericolosa, risulta poi la terza fossa corrispondente alla Garfagnana.

STORIA SISMICA DEL TERRITORIO

Il Database Macrosismico Italiano, aggiornato al 30.01.2012 (Locati et al., 2011) e disponibile al momento della redazione della presente lavoro, riporta soli 5 record relativi agli effetti per la località Marina di Carrara, che risulta essere in assoluto la più vicina. Di seguito sono riportati quelli con effetti al sito pari o superiori al grado IV della scala MCS (vedi Fig. 16).

Storia sismica di Marina di Carrara
[44.039, 10.047]

Numero di eventi: 5

Effetti	In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	**Data**	**Ax**	**Np**	**Io Mw**
6	1914 10 27 09:22	Garfagnana	618	7 5.76 ±0.09
7	1920 09 07 05:55	Garfagnana	756	10 6.48 ±0.09
4-5	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09
4	1985 01 23 10:10	Garfagnana	73	6 4.65 ±0.15
F	1988 02 08 11:24	Garfagnana	75	6 4.53 ±0.13

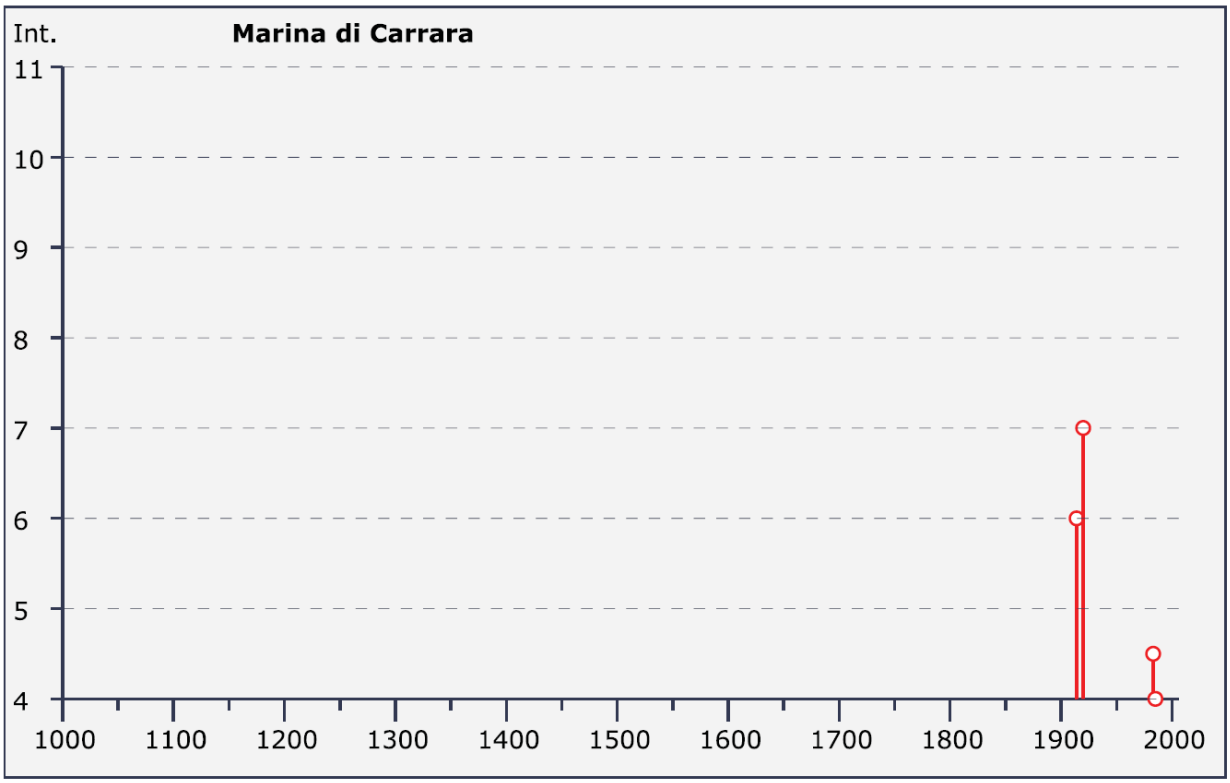


Figura 16 - Record del DBMI11 relativi agli effetti pari o superiori al grado IV della scala MCS per la località Marina di Carrara ordinati per intensità al sito.

Tra gli altri, gli eventi sismici che hanno interessato l'area, causando danni significativi perlopiù nella vicina Carrara, si possono ricordare i terremoti del 1481 (con epicentro nella Media Lunigiana ed intensità del VII-IX grado Mercalli), del 1837 (epicentro Ugliancaldo con il IX-X Mercalli), del 1920 (epicentro Fivizzano e IX-X Mercalli), del 1995 (epicentro ancora Fivizzano del VII-VIII Mercalli). Gravi furono le conseguenze del sisma del 1920: a Carrara i danni strutturali alle abitazioni furono significativi tanto da renderne circa 500 inabitabili, vi furono 5 vittime e 50 feriti, minori furono i danni a Marina di Carrara, dove peraltro non si verificò la liquefazione delle sabbie, fenomeno che comunque, come sarà precisato di seguito, non è da escludere con terremoti di magnitudo elevata.

ZONIZZAZIONE SISMOGENETICA

Sino al 2002, era comunemente utilizzata come zonazione sismica di riferimento per tutto il territorio italiano la "Zonazione Sismogenetica ZS4" (Meletti et al., 2000a). Tale studio collocava l'area oggetto del presente elaborato nella zona 27 classificata come "tipo C": zone legate allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale con Meccanismi attesi tipo dip-slip con assi T SW-NE nella fascia tirrenica (vedi Fig. 17).

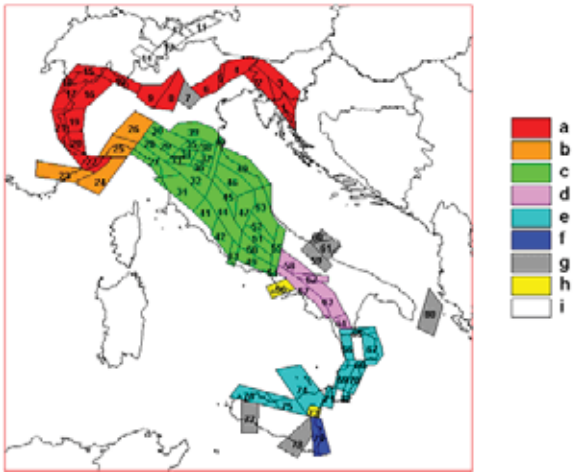


Fig. 17 - Carta della zonazione sismogenetica ZS4

Recentemente una revisione di detta zonazione ha portato ad un nuovo modello sismogenetico usato in Italia, introdotto appositamente per la redazione della mappa di pericolosità 2004, tale modello è la cosiddetta "Zonazione sismogenetica ZS9" per la quale il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone, identificate con le lettere da "A" a "F" fuori dal territorio nazionale. Tale modello mantiene le linee guida principali utilizzate nella ZS4, ma effettua una differente zonazione in base di nuove conoscenze sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche.

Tale zonazione inserisce l'area in esame nella zona 916; appartenente al un settore dell'arco appenninico centro-settentrionale, che coincide con un settore di distensione tirrenico, come da Meletti et al., 2000, e risulta caratterizzato da una bassa sismicità.

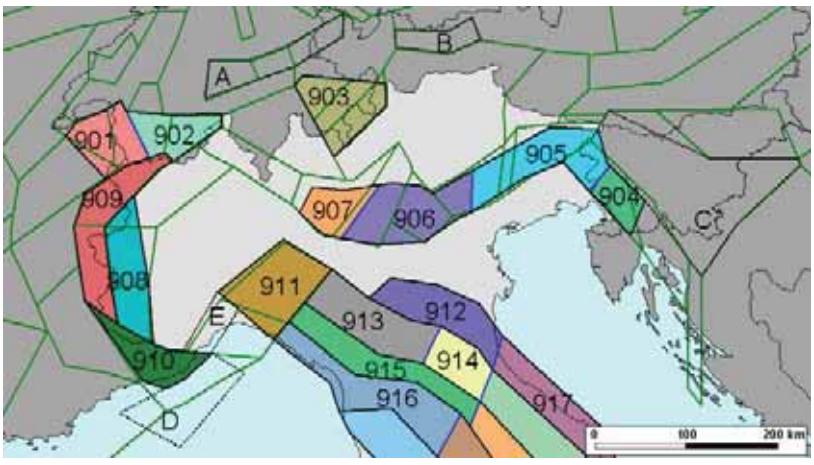


Fig. 18 - Carta della zonazione sismogenetica ZS9

Si riportano di seguito le sorgenti sismogenetiche prossime all'area in oggetto da database DISS (INGV - DISS Working Group, 2010).

Per quanto riguarda la Magnitudo, considerando la zonazione sismogenetica ZS9, l'area in esame ricade nella zona 916 alla quale è stata associata una magnitudo massima Mw_{max} = 6,14.



Fig. 19 - Sorgenti sismogenetiche del database DISS 3.1.1, nell' intorno dell'area di studio. Il segnaposto giallo indica l'area in di studio.

SORGENTI SISMOGENETICHE

- **ITCS083: Garfagnana**

  Mw_{max} = 6.4

  Distanza = 18-19 Km

  - *TIS050: Garfagnana Nord*

    Mw_{max} = 6,4

    Distanza = 21-22 Km

- **ITCS026: Lunigiana**

  Mw_{max} = 6

  Distanza = 11-12 Km

  - *ITI067: Aulla*

    Mw_{max} = 5,8

    Distanza = 13-14 Km

CLASSIFICAZIONE SISMICA

A seguito dell'emanazione dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche da parte dello Stato, inseriti prima nell' allegato 1 dell'OPCM 3274/03 e in seguito aggiornati con l'OPCM 3519/06, la Regione Liguria ha individuato le zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica (D.G.R. n. 530/2003). Con l'ufficializzazione della mappa di pericolosità sismica pubblicata dall'Istituto nazionale di geologia e vulcanologia (INGV) e allegata alla stessa OPCM n. 3519/06 è stata approvata con D.G.R. n. 1308/08 la nuova classificazione sismica della Regione Liguria, successivamente modificata con D.G.R. n. 1362/10.

Il Comune di Sarzana è attualmente inserito in Zona 3 della classificazione sismica di cui alla D.G.R. n. 1362/10 alla quale corrisponde una PGA = 0,150 g (vedi Fig. 20).

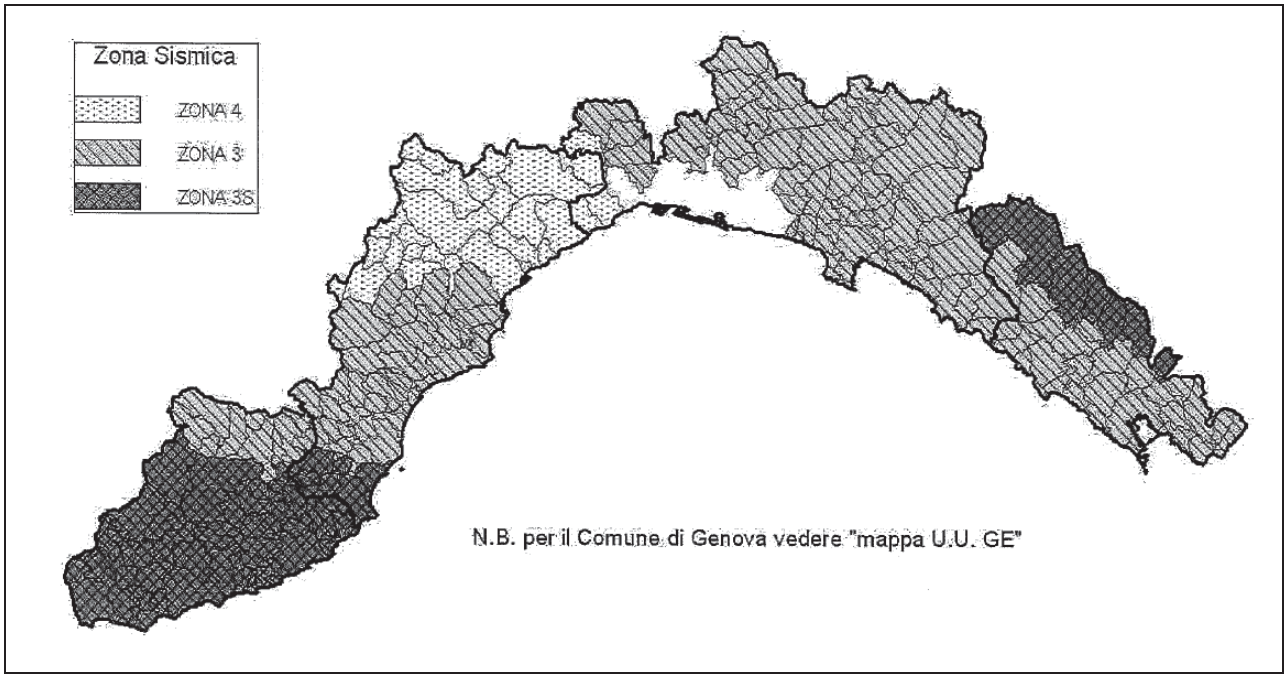


Fig. 20

12. MICROZONAZIONE SISMICA - 1° LIVELLO

Premesso che il Comune di Sarzana ad oggi non si è ancora dotato di una propria microzonazione, in accordo con la L.R. 29/83 (e relative circolari esplicative), L.R. 29/06 e alle più recenti D.G.R. 471/10 e D.G.R. 714/11, che prevedono per i comuni in fascia 3A uno studio di 1° LIVELLO più approfondimenti di 2° LIVELLO su aree di particolare interesse, è stata redatta innanzitutto la relativa carta delle "Microzone omogenee in prospettiva sismica" (MOPS).

Per lo studio delle MOPS si fa inoltre riferimento a quanto dettato dalla O.P.C.M. n. 3907/2010 e agli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" (ICMS) redatti dal Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

La carta MOPS, che corrisponde allo studio di microzonazione sismica di 1° livello, deve distinguere le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione sismica e le zone suscettibili di instabilità, caratterizzandole in più aree a fattore di amplificazione crescente secondo le differenti caratteristiche litostratigrafiche. Nell'area oggetto di studio, date le caratteristiche geologiche e geomorfologiche già descritte, non figurano zone sismiche stabili non essendo affiorante un substrato roccioso a $Vs \geq 800$ m/s.

La diffusa presenza nell'area di depositi prevalentemente sabbiosi affioranti, caratterizzati da bassi gradi di addensamento, pone il problema di esaminare la possibilità di liquefazione in caso di evento sismico significativo. Gli ICMS adottano a tal fine un metodo semplificato deterministico che valuta F_L (Fattore di liquefazione) per ogni verticale esplorata e quindi calcola I_L (Indice di potenziale liquefazione), discriminando tre classi di propensione alla liquefazione (*BASSA* per $I_L = 0 \div 5$, *ALTA* per $I_L = 6 \div 15$, *MOLTO ALTA* per $I_L \geq 15$).

Sono previsti cinque casi di esclusione:

1. per $M < 5$
2. per $a_{max\ s} < 0.1$ g

3.1 per $a_{max\ s} < 0.15$ g con $F_C > 20\%$ e $PI > 10$

3.2 per $a_{max\ s} < 0.15$ g con $F_C \geq 35\%$ e $(N_I)_{60} > 20$

3.3 per $a_{max\ s} < 0.15$ g con $F_C \leq 5\%$ e $(N_I)_{60} > 25$

4. in aree esterne al campo di possibile liquefazione riportate nei grafici granulometrici diametro/passante a $U_C < 3.5$ e $U_C > 3.5$ (fig. 2.7-1 degli ICMS)
5. con profondità media della falda > 15 m da p.c.

E' stato verificato che nessuno di questi casi occorre nella fascia di territorio in oggetto, infatti:

1) L'area ricade nella zona sismica 916 (Zonazione sismica ZS9) con M_{max} =6.14, né la verifica delle zone sismiche adiacenti tramite la formula M_S =1+ log (R) comporta modifiche significative al valore di magnitudo massimo atteso. Sebbene il terremoto atteso possa quindi superare magnitudo 5.0 (sono noti eventi che hanno raggiunto 5.5 M), storicamente in Val di Magra non sono stati mai rilevati fenomeni di liquefazione in caso di sisma, inoltre occorre tenere conto che la distanza fra l'area di studio e la zona sismogenetica, in relazione alla massima magnitudo del sisma atteso (Liu & Xie, 1984), fa si, per fenomeni di attenuazione delle onde sismiche, che la probabilità che possano innescarsi fenomeni di liquefazione del terreno risulti comunque modesta.

2) Le accelerazioni massime attese al piano campagna sono superiori a 0,1 g in quanto il territorio comunale di Sarzana si trova zona 3 (D.G.R. n. 1362 del 19.11.2010, sulla base dell'O.P.C.M. 3519/2006), con una accelerazione massima attesa di 0,15 g. Anche seguendo un criterio zona-dipendente, considerando un tempo di ritorno di 475 anni, l'accelerazione massima attesa al sito, in funzione degli spettri di risposta relativi alle coordinate prossime all'area di studio è di 0.15 g, superiore quindi al valore di 0,1 g richiesto dal secondo caso di esclusione.

3) Non possono considerarsi i casi di esclusione 3.1 e 3.2 dato che F_C < 20% < 35%, può essere preso in considerazione solo il 3.3 con $a_{max\ s}$ < 0.15 g ed $F_C \leq 5\%$

   - per il calcolo del valore normalizzato di resistenza penetrometrica della prova SPT si e ricorsi alla formula $(N_I)_{60} = N_{SPT}\ C_N$ con $C_N = (p_a / \sigma'_v)^{0.5}$ essendo p_a la pressione atmosferica (100 KPa) e σ'_v la tensione efficace verticale (calcolata nelle sabbie con γ = 1.70 e γ_s=1.90). Si sono verificati i valori di $(N_I)_{60}$ alle profondità di 5-10-15-20 m p.c. utilizzando i dati delle penetrometrie DPSH eseguite in loco.
   - in tutti i casi esaminati $(N_I)_{60}$ < 25

4) In tutti i casi esaminati (U_C<3.5 e U_C>3.5) le curve granulometriche risultano interne alle aree di possibile liquefazione (vedi fig. 21A-B).

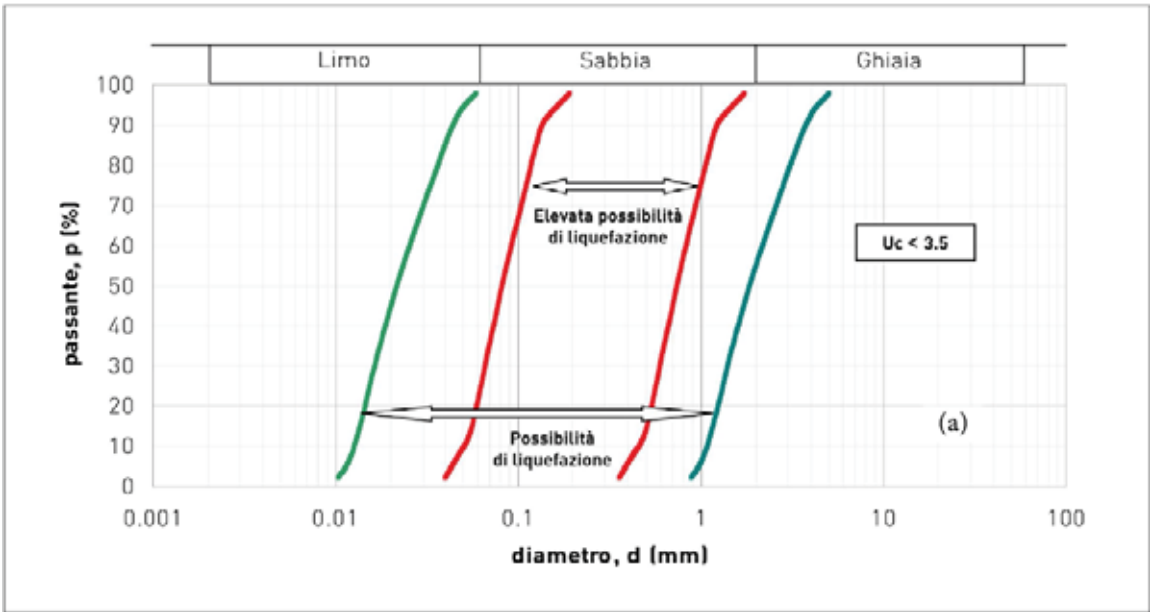


Fig. 21-A

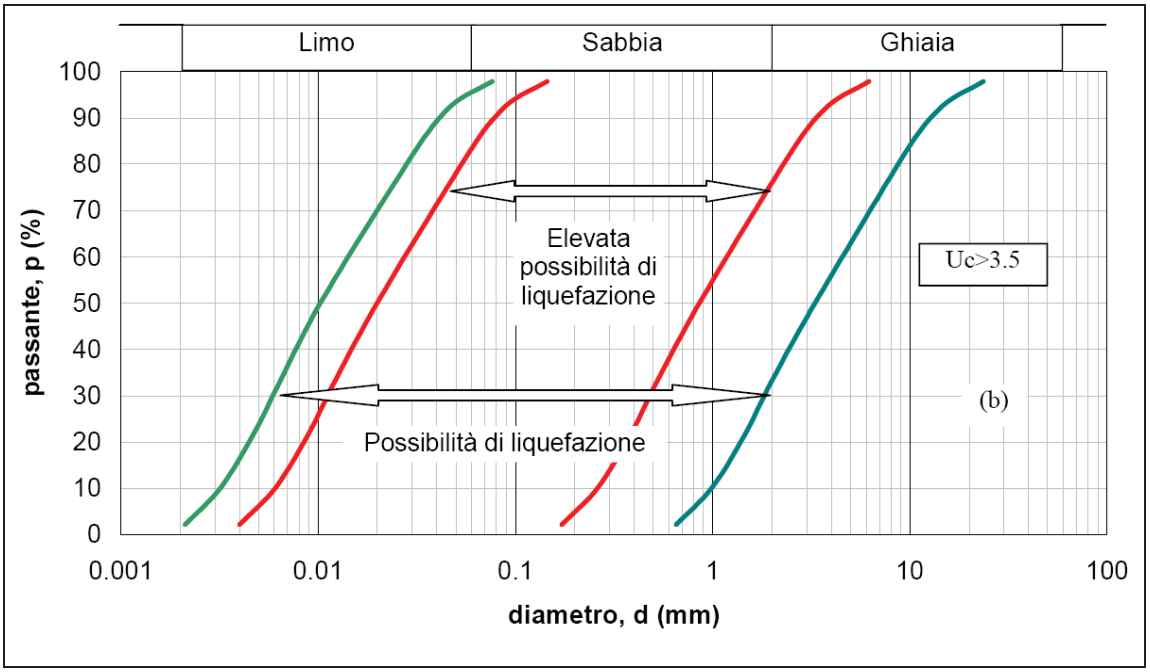


Fig. 21-B

5) Infine per quanto attiene la profondità media della falda si ricorda che la stessa in loco oscilla tra 0 e 2 m dal p.c.

Visto che nessuno dei quattro punti su elencati è stato soddisfatto si conclude che il terreno in esame è potenzialmente liquefacibile, a tal fine è stato stati presi a riferimento i campioni di terreno 829T/09 e S12C1 (profondità rispettivamente 1,6 e 4,5 m dal piano campagna, ovvero sotto falda) sui quale è stata effettuata un'analisi granulometrica e aerometrica atta a determinare il fuso granulometrico completo in modo da raffrontarla con i grafici di cui alle figure precedenti e

verificare la possibilità di liquefazione in caso di sisma. E' noto in letteratura che uno dei metodi speditivi più efficaci per stabilire il potenziale di liquefazione di un terreno è il criterio granulometrico: più un terreno è granulometricamente uniforme, più è suscettibile di liquefazione.

Il parametro per stabilire l'uniformità del terreno, ovvero se il terreno è monogranulare o meno, è il Coefficiente di Uniformità "Uc", che equivale al rapporto fra il diametro corrispondente al setaccio per cui passa il 60% del materiale ed il diametro corrispondente al setaccio per cui passa il 10% del materiale; Uc è quindi un parametro che permette di dare un'indicazione della distribuzione granulometrica, al diminuire di detto coefficiente la curva risulta più ripida ed il materiale meno gradato e più grossolano.

$$Uc = d60/d10$$

- se Uc < 10 (Riga G. "La liquefazione dei terreni", 2007), il terreno è liquefacibile;
- se Uc = 1 il terreno è monogranulare ed il rischio di liquefazione è massimo.

Nel nostro caso le curve granulometriche ottenute hanno permesso di stabilire il Coefficiente di Uniformità che ha dato i seguenti risultati:

$$5 > Uc > 3$$

Pertanto, visti i risultati delle analisi granulometriche, si può affermare che, per i campioni analizzati, il potenziale di liquefazione in caso di sisma sia elevato in quanto la curva granulometrica ricade all'interno delle fasce critiche (D.M. 14.01.08).

E' stata quindi redatta la carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica di 1° livello (vedi TAV. 12 - MOPS di 1° LIVELLO).

Tale carta deriva dalla sovrapposizione delle precedenti tavole tematiche e delle indagini (carta geologica, geomorfologica, idrogeologica, indagini geognostiche in situ, rilievi geomorfologico-idrogeologici, carta litotecnica, ecc.), nella stessa sono state individuate e discretizzate le seguenti zone:

- <u>ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI - ZONA B</u>

  ZA - Limi e argille prevalenti soffici e/o poco consistenti

  Aree caratterizzate dalla presenza di depositi palustri prevalentemente limo-argillosi soffici e/o poco consistenti.

Effetti in caso di sisma: marcate differenze in termini di rigidità sismica tra substrato roccioso con Vs > 800 m/s ed i deposi soprastanti (depositi palustri soffici o poco consistenti) con Vs < 800 m/s

Rischio di liquefazione in caso di sisma: rischio assente per la netta predominanza di sedimenti fini

- ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA' - ZONA C

  Li - LIQUEFAZIONE

  Aree caratterizzate dalla presenza di depositi sabbiosi sciolti e/o poco addensati.

  Effetti in caso di sisma: marcate differenze in termini di rigidità sismica tra substrato roccioso con Vs > 800 m/s ed i deposi soprastanti (depositi sabbiosi sciolti o poco addensati in superficie e mediamente addensati in profondità) con Vs $\approx$ 200-250 m/s

  Rischio di liquefazione in caso di sisma: rischio presente per la netta predominanza di sedimenti sabbiosi scarsamente addensati e falda subaffiorante

In sintesi la carta relativa alle microzone omogenee in prospettiva sismica di 1° livello, ha quindi riscontrato che le aree in oggetto, potrebbero essere soggetta a:

- fenomeni di amplificazione sismica per il seguente fattore (come da indicazioni contenute nella D.G.R. 471/10):
- AMPLIFICAZIONE PER EFFETTI LITOLOGICI: legata alla marcata differenza di rigidità (impedenza sismica) fra il substrato roccioso rigido sottostante ed i depositi quaternari affioranti.

Ai fini della progettazione (NTC 2008), nelle aree in cui è confermata la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione (categoria di sottosuolo S2) non è ammessa la definizione dell'azione sismica tramite l'approccio semplificato descritto al punto 3.2.2. delle NTC di cui al DM 14.01.2008.

13. MICROZONAZIONE SISMICA - 2° LIVELLO

Per affrontare le problematiche di possibile amplificazione ed instabilità legata agli effetti litologici descritti in precedenza, è stato condotto, come prevede la nuova normativa D.G.R. 471/2010 e D.G.R. 714/11, uno studio di MS di 2° livello con l'obbiettivo di fornire dati numerici più esaustivi possibile in merito ai fattori di amplificazione ed instabilità sopraindicati.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle indagini geognostiche/geotecniche, oltre che dalla sovrapposizione dei vari tematismi, è stata redatta la carta delle CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA DI 2° LIVELLO – TAV. 13.

AMPLIFICAZIONE LITOSTRATIGRAFICA

Considerata l'evidente uniformità dei caratteri dell'area in oggetto, la stessa ricadrà in un'unica zona omogenea contraddistinta quindi dagli stessi fattori di amplificazione FA (fattore di amplificazione derivato da rapporti spettrali di accelerazione) ed FV (fattore di amplificazione derivalo dal rapporto tra spettri di velocità del moto del suolo).

I fattori di amplificazione FA ed FV sono stati ricavati dagli appositi abachi riportati nelle linee guida degli ICMS di cui sopra.

A tal fine i parametri utilizzati in ingresso sono i seguenti:

- TIPO DI TERRENO: "GHIAIE" (tale è infatti la frazione nettamente prevalente, dominante per ben 2/3 del materasso sedimentario tra i 40-50 m ed i 150 m circa di profondità)
- a_g (g)= 0,15 g (input sismico Zona 3)
- V_{SH} = 325 m/s (valore sui 150 m ottenuto incrociando i risultati dei rilievi ESAC-MASW-H/V)
- PROFONDITÀ BEDROCK SISMICO: 150 m (profondità minima in via del tutto cautelativa)
- PROFILO DI VELOCITÀ: Linea pendenza massima

Tenendo conto del profilo di velocità crescente con la profondità, è stato quindi possibile ottenere (mediandoli sulla base dei risultati attenuti utilizzando i vari abachi) i seguenti valori di FA ed FV.

AREA S.U.A. a FA = 1,30 – FV = 2,50

INSTABILITA' PER LIQUEFAZIONE

Per verificare pertanto la possibilità di occorrenza di fenomeni di liquefazione si deve valutare il **F_L - fattore di sicurezza** ad ogni quota Z del deposito compresa nei primi 20 m, così definito:

$$F_L = CRR / CSR \times MSF$$

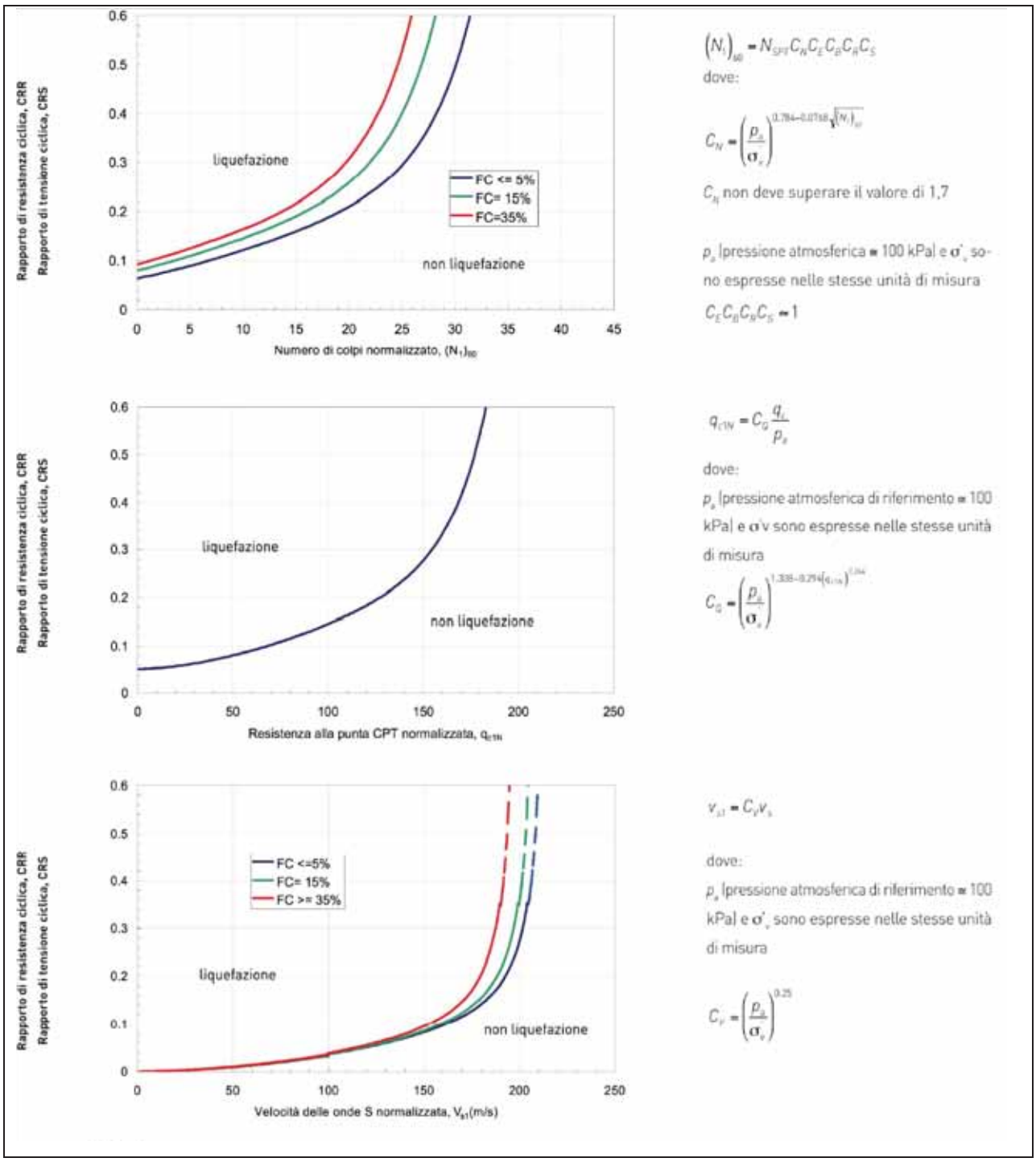


Fig. 22

dove:

$CRR = \tau_{ult} / \sigma'_{vo}$ è la resistenza normalizzata rispetto alla tensione efficace verticale iniziale σ'_{vo}, che può essere valutata attraverso abachi in funzione rispettivamente (vedi Fig. 22):

- del numero di colpi normalizzato della prova SPT $(N1)_{60}$ con N_{spt} derivato dalla prova DPSH come $N_{spt} = N_{dpsh} \times 1.5$
- della resistenza alla punta della prova CPT qc_{1N} normalizzata
- dalle misure di velocità delle onde di taglio V_{SI} dove $V_{SI} = V_S \times C_V$ dove $C_V = (p_a / \sigma'_v)^{0.25}$

$CSR = \tau_{med.} / \sigma'_{vo} = 0.65 \times a_{max\,s} / g \times \sigma_v / \sigma'_v \times r_d$ è la tensione indotta dal terremoto con

$a_{max\,s}$ picco di accelerazione al piano campagna del terremoto di riferimento;

g accelerazione di gravità;

σ_v e σ'_v sono rispettivamente la tensione totale verticale e la tensione efficace verticale alla profondità considerata;

r_d è un coefficiente riduttivo dell'azione sismica che considera la deformabilità del sottosuolo ottenibile dalla relazione semplificata $rd = 1 - 0.015\ z$;

Per il calcolo di CSR si deve considerare $a_{max\,s} = a_{max} \times S_T \times S_S$

dove $S_T = 1$, data la superficie pianeggiante, e $S_S = 1.5$ data la categoria di sottosuolo C

MSF è un fattore di scala valutato in funzione della magnitudo dei terremoti attesi, in questo caso per M = 6.0 - MSF = 1.32 (tab. 2.7-1 degli ICMS).

Se $F_L > 1.25$ la liquefazione è da escludere, mentre se $FL < 1.25$ è possibile che avvengano fenomeni di liquefazione.

Per il calcolo di **I_L - Indice di potenziale liquefazione**, si utilizza la formula

$$I_L = \int_0^{20} F(z)\, W(z)\, dz$$

con $W = 10 - 0.5\ z$ e $F = 1 - F_L$ se $F_L \leq 1.0$, mentre $F = 0$ se $F_L > 1.0$

In base al valore di I_L sono individuate tre classi di rischio principali:

- $I_L \leq 5$ (RISCHIO DI LIQUEFAZIONE BASSO)
- $5 < I_L \leq 15$ (RISCHIO DI LIQUEFAZIONE ALTO)
- $I_L > 15$ (RISCHIO DI LIQUEFAZIONE MOLTO ALTO)

Per i calcoli è stato utilizzato il programma "Cliq 1.7" della Geologismiki Geotechnical Software, i cui output i sintesi sono riportati in appendice (Allegato 6).

Come visibile dai risultati riportati in TAV. 13 l'intera area risulta classificabile a:

- **BASSO RISCHIO DI LIQUEFAZIONE 0 < IL ≤ 5**

Ciò premesso, è opportuno sottolineare che, sui risultati possono influire alcuni fattori tipici dell'approccio semplificato:

- *Rapporto di trasformazione NSPT/DPSH*: un buon numero di raffronti effettuati tra SPT e DPSH ha messo in evidenza come mediamente, il rapporto Nspt(30) / Ndpsh(20) risulti maggiore del valore di 1.5 correntemente proposto dal costruttore e dalla bibliografia specializzata.

- *Stima semplificata della sollecitazione tangenziale ciclica CSR*: la verifica di liquefacibilità con stima semplificata della sollecitazione tangenziale ciclica CSR (Idriss, 1971) può portare talora a conclusioni piuttosto cautelative, poiché l'amplificazione dipende anche dal livello di deformazione e dal comportamento non lineare dei sedimenti attraversati, dalla magnitudo e dal contenuto in frequenza del terremoto; a causa del comportamento non lineare dei sedimenti, può verificarsi che, per bassi livelli energetici, l'accelerazione di picco lungo il profilo dello strato aumenta dal basamento roccioso alla superficie, mentre per elevati livelli energetici la a_g di picco può, viceversa, diminuire lungo il profilo (cfr. Lanzo e Silvestri, 1999) per l'aumento del fattore di smorzamento.

- *Il valore di Magnitudo*: $M_w = 6$ rappresenta come previsto il massimo atteso per la zona 916, tuttavia studi più approfonditi potrebbero rivelare che tale valore, per la distanza dalla sorgente sismogenetica principale, è eccessivamente severo.

In ogni caso, ai fini della progettazione (NTC 2008), nelle aree in cui è confermata la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione (categoria di sottosuolo S2) non è ammessa la definizione dell'azione sismica tramite l'approccio semplificato descritto al punto 3.2.2. delle NTC di cui al DM 14.01.2008.

14. CARTA DI SINTESI NORMATIVA E NORME GEOLOGICHE

In ultima analisi, alla luce delle valutazioni generali effettuate, è possibile affermare un positivo parere di fattibilità geologica circa il S.U.A. proposto, la cui adattabilità alle condizioni locali sarà comunque vincolata all'esecuzione di adeguati approfondimenti, progetti geotecnico-strutturali supportati da idonee valutazioni geologiche e geologico-tecniche ricavate necessariamente da studi ed approfondimenti geognostici.

La Normativa è articolata in una serie di prescrizioni volte ad affrontare razionalmente gli aspetti geologici salienti relativi agli interventi più significativi in rapporto alle peculiarità dei settori individuati.

Si riporta di seguito, per opportuno riferimento, l'azzonamento di sintesi dello S.U.A.

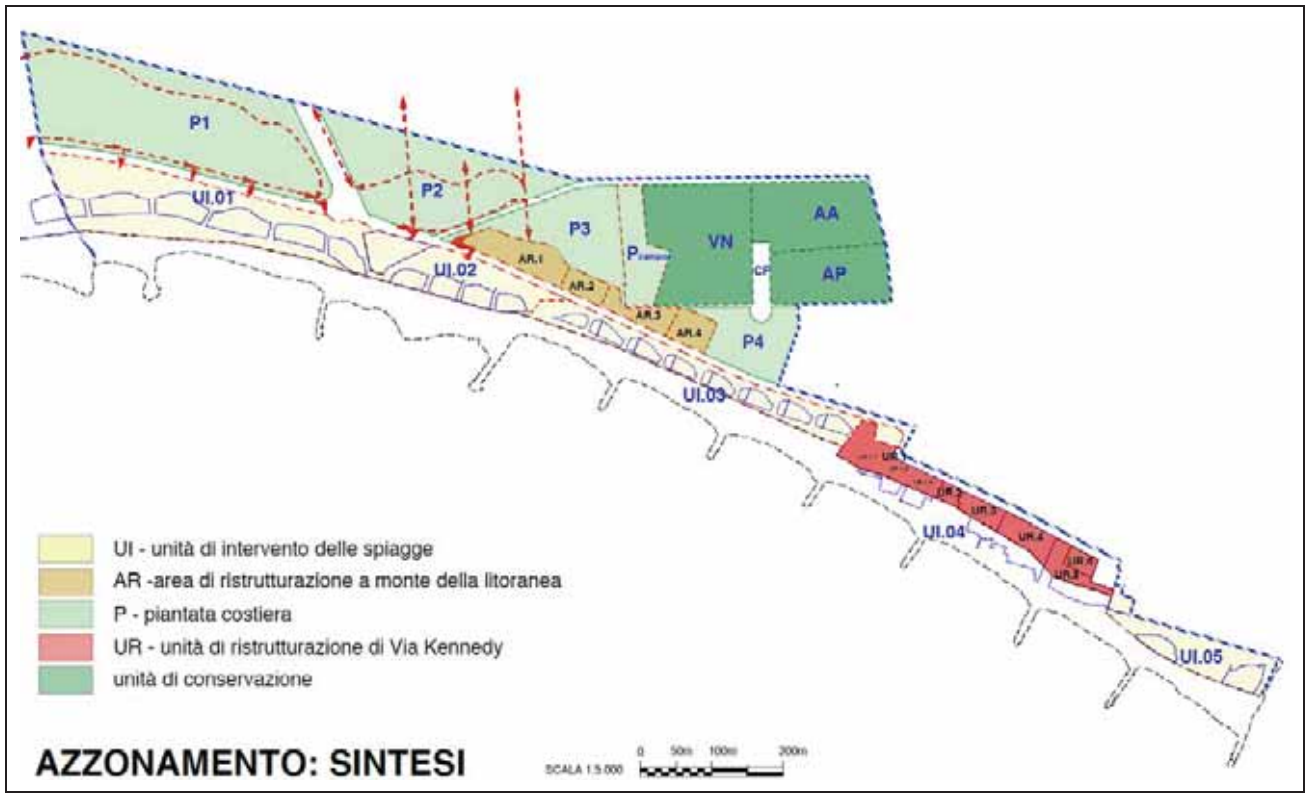


Fig. 23

In ottemperanza alla L.R. 24/87 (e relative circolari esplicative) e L.R. 36/97 è stata redatta la CARTA DI SINTESI NORMATIVA – TAV. 14.

La stessa deriva dalla sovrapposizione dei tematismi contenuti nelle varie cartografie allegate al presente studio.

In carta sono state evidenziate le aree con suscettività d'uso:

AREE CON SUSCETTITÀ D'USO LIMITATA

(A) - **Aree PAI classificate PI4** inondabili per Tr = 30 anni a pericolosità idraulica molto elevata – elevata;

- lembo di PI4A che si estende su Via Kennedy, le specifiche previsioni (passeggiata pubblica su tratto stradale esistente), non si pongono in contrasto con l'art. 18 delle N.T.A

- UR5 nei limiti della relativa sovrapposizione cartografica, nell'area a contatto con la PI4 dovranno essere arretrate di 5 m dal confine su Via Kennedy

- UR6 nei limiti della relativa sovrapposizione cartografica, nell'area a contatto con la PI4 dovranno essere arretrate di 5 m rispetto al vertice UR5-Via Kennedy

(B) - **Fascia di riassetto fluviale**

- P1 nei limiti della relativa sovrapposizione cartografica, trattasi di una piccolissima porzione di terreno al margine NW dell'area di SUA a P1 con suolo a verde naturale senza parcheggi non contrasta con le N.T.A del P.A.I. art. 17

- U.I.05 nei limiti della relativa sovrapposizione cartografica, trattasi della fascia posta in dx idrografica al T. Parmignola dove tuttavia non sono collocate specifiche previsioni nel presente S.U.A.

AREE A SUSCETTITÀ D'USO PARZIALMENTE LIMITATA

(A) - **Aree PAI classificate PI3B** inondabili per Tr = 200 anni a minore pericolosità relativa in relazione a modesti tiranti idrici.

UR5 - UR6 – UI05 si applica l'art.18 comma 3 e 19 comma 1 lettera c) delle NTA del P.A.I.

- Dovranno essere effettuate adeguate analisi tecnico-idrauliche, al fine di verificare che gli interventi:

1. interessino aree classificabili a minor pericolosità in relazione a modesti tiranti idrici e a ridotte velocità di scorrimento rispetto ad eventi con tempi di ritorno T=200 anni, secondo i parametri individuati nell'Allegato n. 8;
2. prevedano le opportune misure od accorgimenti tecnico-costruttivi per la protezione passiva dagli eventi di inondazione finalizzati al non aumento del rischio attuale di cui all'allegato 10;
3. non concorrano ad aumentare il livello attuale di pericolosità e di rischio nell'area di interesse né nelle aree limitrofe, a monte e a valle;

Tale condizione è considerarsi a tutti gli effetti indispensabile nel determinare la fattibilità delle previsioni di S.U.A. contenute in UR5 – UR6 – UI05.

P1-PPE.1 si applica l'art.18 comma 3 e 2 lettera b punto 5 delle NTA del P.A.I.

Pertanto detta previsione è espressamente attuabile.

AREE A SUSCETTITÀ D'USO CONDIZIONATA

L'intera area di SUA è inoltre classificata a suscettività d'uso condizionata per i seguenti fattori:

(A) - **Amplificazione e liquefazione per eventi sismici.**

Ai fini della progettazione (NTC 2008), nelle aree in cui è confermata la presenza di condizioni predisponenti la liquefazione (categoria di sottosuolo S2), non è ammessa la definizione dell'azione sismica tramite l'approccio semplificato descritto al punto 3.2.2. delle NTC DM. 14.01.2008.

Dovranno quindi essere effettuati analisi di 3° livello di approfondimento, in esito a tali studi potranno essere individuati eventuali interventi di mitigazione del rischio liquefazione e/o accorgimenti tecnici ulteriori.

In linea di massima tutte le costruzioni dovranno essere realizzate con fondazioni su pali di profondità adeguata, solo per le attrezzature e strutture minori potranno essere utilizzati plinti prefabbricati in cls posti comunque a profondità adeguata.

(B) - **Erosione e pericolosità idraulica per eventi meteomarini**

Tutte le sistemazioni delle aree di intervento UI. 1 – 2 – 3 – 4 – 5 dovranno impostarsi a quota non inferiore a 1.92 m slm.

Non è consentita la realizzazione di volumi interrati, tutte le costruzioni dovranno essere impostate alla quota minima di 2 m s.l.m. e dovranno poggiare su strutture non riflettenti costituite prevalentemente da fondazioni su pali di profondità adeguata, solo per le attrezzature e strutture minori potranno essere impiegati plinti prefabbricati in cls posti comunque a profondità adeguata.

Lungo l'arenile, tutte le nuove strutture frontali dovranno essere esclusivamente di tipo non riflettente.

E' comunque senz'altro auspicabile il completamento degli interventi di difesa costiera già previsti.

Per le aree PP – VN – AA – AP – CF non sono invece previste particolari condizioni e/o prescrizioni di carattere geologico.

PER TUTTE LE AREE

Per tutte le aree oggetto di S.U.A. le prescrizioni ed indicazioni per gli interventi e le indagini a corredo del progetto definitivo-esecutivo sono le seguenti:

1) Gli approfondimenti di studio dovranno essere riassunti in apposita relazione geologica e geotecnica da porre alla base delle successive progettazioni geotecnico-strutturali:

    a. Il progetto edilizio dovrà essere preceduto da apposita campagna geognostica e relativa relazione geologica e geologico-tecnica esecutiva in ottemperanza al DM 14.01.08.

    b. La campagna di indagine, per ogni singolo sito di intervento, dovrà definire il modello geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico di dettaglio, attraverso indagini geognostiche, geotecniche e/o prove di laboratorio per la parametrizzazione geotecnica del terreno, nonché apposite prospezioni per l'analisi di risposta sismica locale (ai sensi N.T.C. 2008).

2) Per ognuno degli eventuali interventi a mare dovrà essere inoltre effettuato uno studio geologico di supporto al progetto esecutivo svolto attraverso rilevamenti subacquei, eventualmente integrati da sondaggi a mare laddove la batimetria e le condizioni geotecnico-geomeccaniche dei fondali comportino pericoli per stabilità delle opere progettate.

3) In generale, solo per interventi minimali, in assenza di movimenti terra, quali restauro e miglioramento funzionale in assenza di variazioni della consistenza planoaltimetrica, messa in opera di elementi ombreggianti quali pergolati o tende retrattili, si ritiene che lo studio geologico possa essere sostituito da una responsabile attestazione del progettista circa l'ininfluenza dell'intervento sull'assetto geomorfologico ed idrogeologico del sito.

    Nel caso di interferenze con preesistenze o nell'eventualità si renda necessario realizzare fondazioni/manufatti ritenuti impegnativi anche sotto il profilo geologico-tecnico, tali condizioni dovranno essere rilevate nella relazione del progettista che rimanderà l'analisi ad apposito elaborato integrativo a firma di geologo all'uopo incaricato.

4) Per gli scavi ed i movimenti terra dovranno sempre adottarsi le normali precauzioni per depositi sciolti, eventuali opere di contenimento ed accorgimenti antierosivi saranno realizzati prevalentemente con tecniche di ingegneria naturalistica.

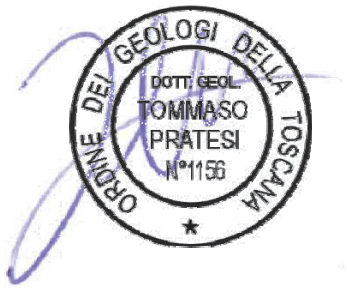
5) Tutte le costruzioni dovranno essere realizzate con fondazioni su pali di profondità adeguata, solo per le attrezzature minori potranno essere impiegati plinti prefabbricati in cls.

PER LE ALTRE AREE NON COMPRESE NEGLI INTERVENTI OGGETTO DI RUBRICA

Ci si riferisce alle superfici comprese entro il perimetro del S.U.A. ma non oggetto di specifiche previsioni di intervento, quali ad esempio strade carrabili, passeggiate, ecc. in presenza di trasformazioni significative degli assetti in atto si ritiene che si configuri la necessità di integrare la presente con ulteriori norme geologiche specifiche.

DICEMBRE 2014

DOTT. GEOL. TOMMASO PRATESI



ALLEGATO 1

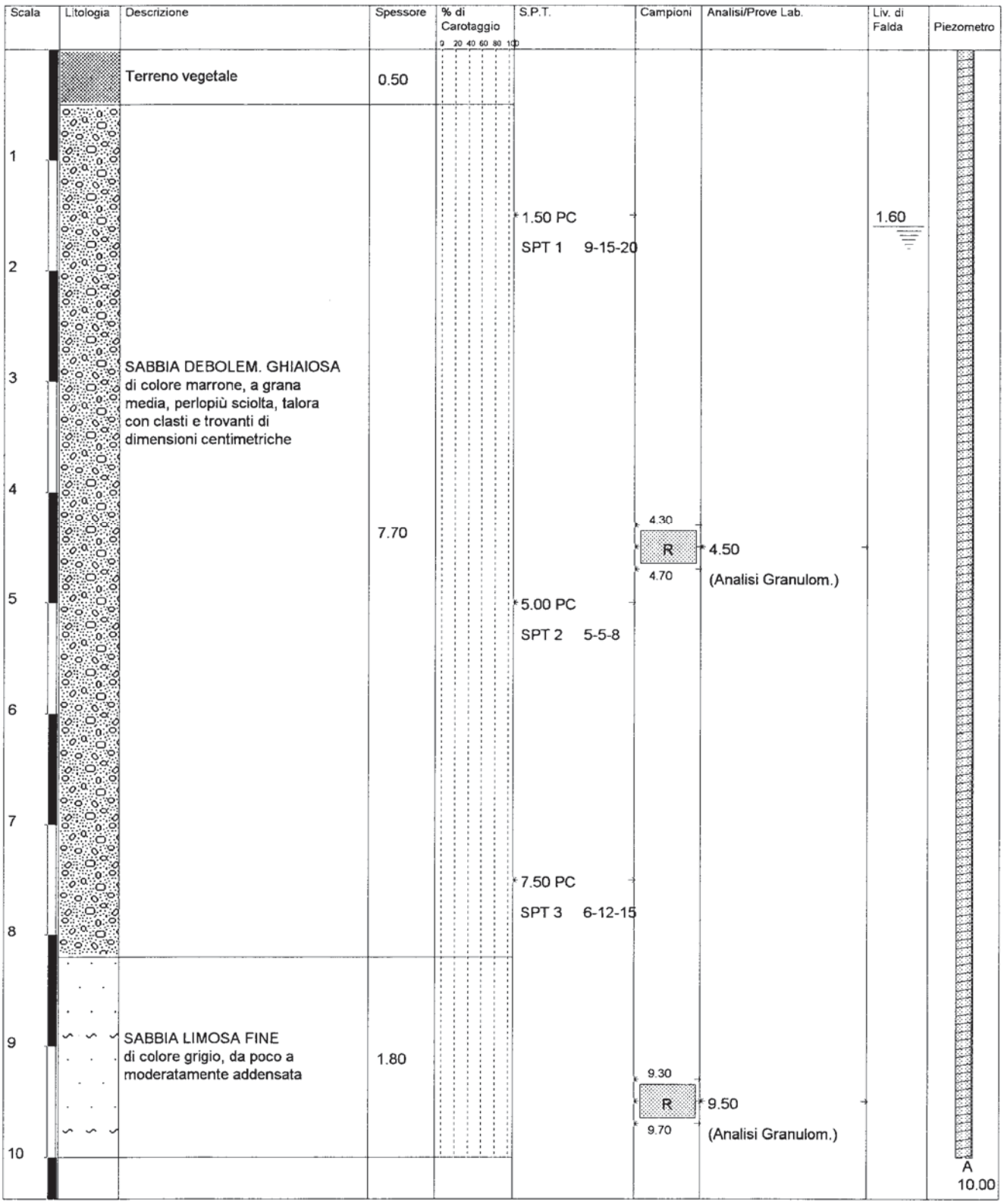
- sondaggi geognostici -

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

GEO-STUDIO
Dott. Geol. Tommaso Pratesi
Via Fontebenedetta 16 - SIENA

Committente.... : Marinella Spa	Sondaggio ..... : SG 12
Cantiere..... : Marinella di Sarzana	Quota..... :
Indagine ..... : SUA - Progetto Marinella	Data..... : 13-05-2003
	Responsabile... : Dott. TOMMASO PRATESI
	Operatore..... : Tecna Snc - Arezzo



Campioni: S-Pareti Sottili, O-Osterberg, M-Mazier, R-Rimaneggiato , Rs-Rimaneggiato da SPT
Piezometro: ATA-Tubo Aperto, CSG-Casagrande
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, EC-Elica Continua
Stabilizzazione: RM-Rivestimento Metallico, FB-Fanghi Bentonitici
Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa

ALLEGATO 2

- analisi di laboratorio -

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

Laboratorio Analisi Terre
Via lago di Varano 75 (Gr)
Dott. M.Sozzi - tel 0564/24798 cell 3288990572

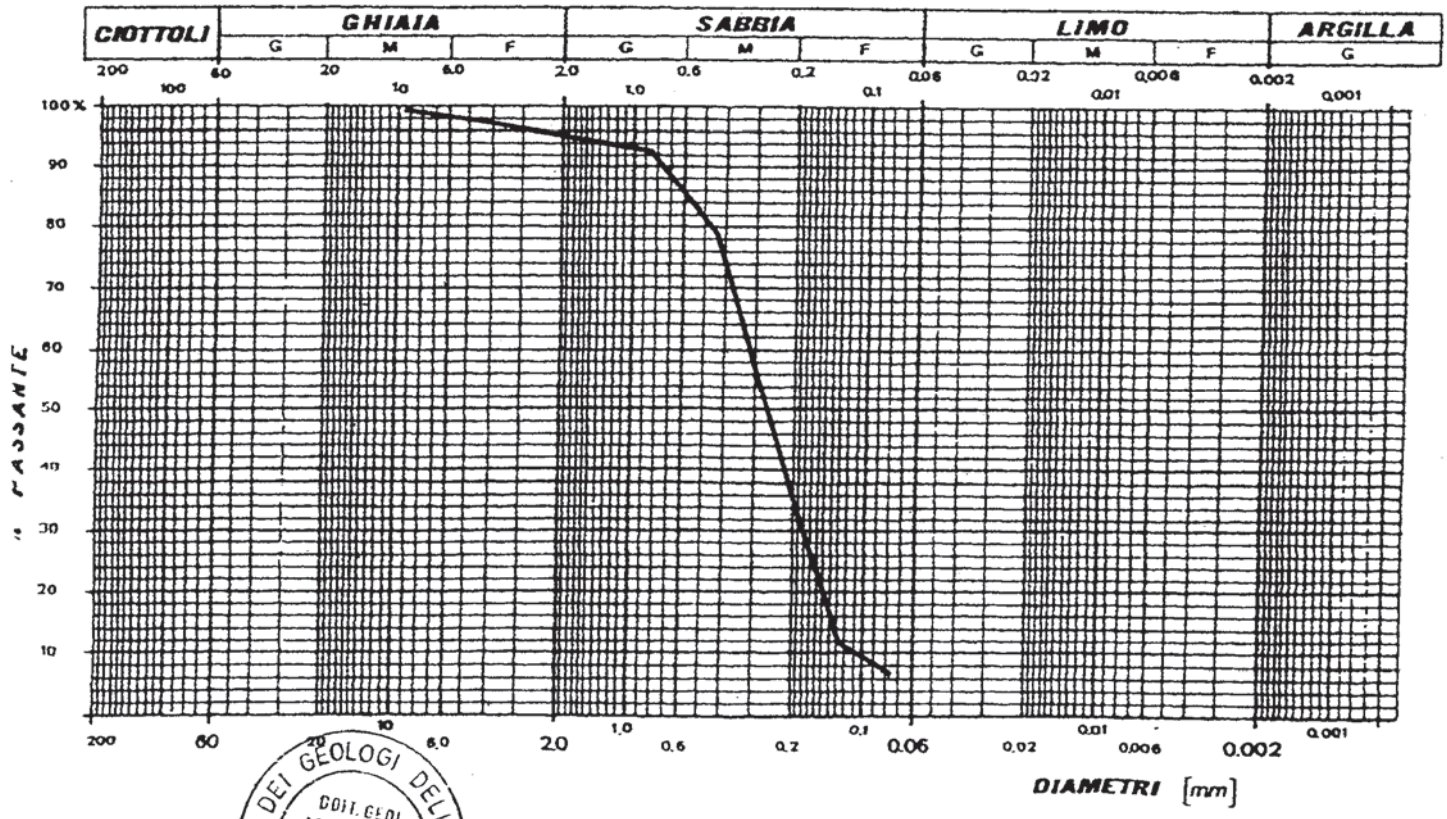
Localitá: ..... - Campione n° 1
DATA :16/06/03
Peso del campione secco 428.9 g
Profonditá di prelievo 4.5 m - Sondaggio n°12

COMMITTENTE Dr. Tommaso Pratesi

ANALISI GRANULOMETRICA
(con Vagliatura a Secco)

Cod ASTM Setaccio	Apertura (mm)	Peso (g) setaccio	Setaccio + Terra	Terreno Tratt.	% progr Trattenuta	% progr Passante
3/8"	9.500	427.15	428.90	1.75	0.41	99.59
4	4.750	402.72	409.80	7.08	2.06	97.94
10	2.000	376.71	386.65	9.94	4.38	95.62
20	0.850	322.52	335.20	12.68	7.33	92.67
40	0.425	292.41	350.10	57.69	20.78	79.22
80	0.212	265.40	449.30	183.90	63.66	36.34
120	0.125	261.50	365.70	104.20	87.96	12.04
200	0.075	1113.70	1137.00	23.30	93.39	6.61

Ciottoli + Ghiaia 4.38 % Sabbia 90.64 %
Limo + Argilla 4.98 %
D 60 = 0.330 D 50 = 0.280 D10 = 0.106
Coefficiente U = 3.1
Tipo litologico : Sabbia



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA
DOTT. GEOL. MARCO SOZZI N°515

Laboratorio Analisi Terre
Via lago di Varano 75 (Gr)
Dott. M.Sozzi - tel 0564/24798 cell 3288990572

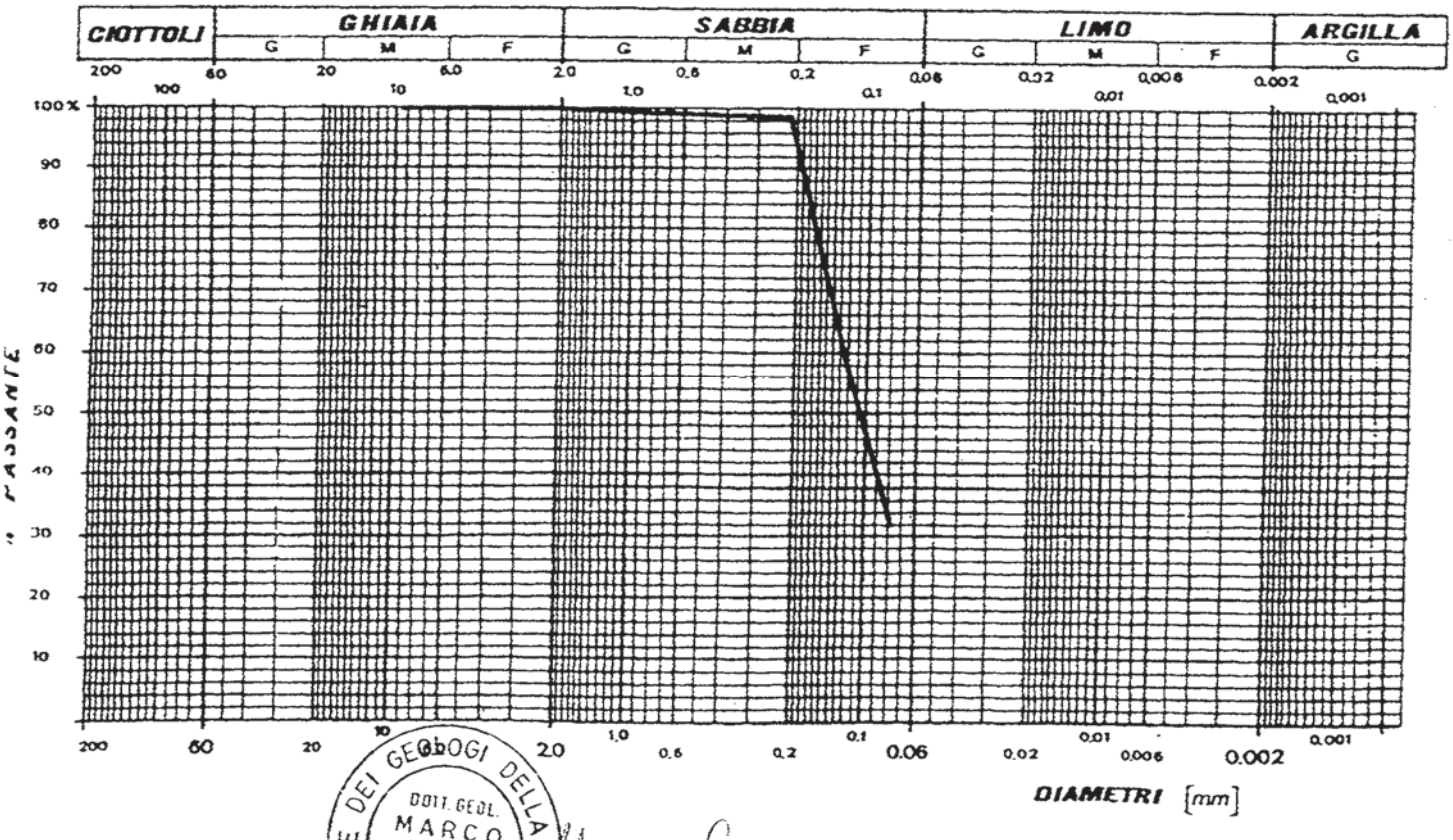
Localitá: ..... - Campione n° 2
DATA :16/06/03
Peso del campione secco 194 g
Profonditá di prelievo 9.5 m - Sondaggio n°12

COMMITTENTE Dr. Tommaso Pratesi

ANALISI GRANULOMETRICA
(con Vagliatura a Secco)

Cod ASTM Setaccio	Apertura (mm)	Peso (g) setaccio	Setaccio + Terra	Terreno Tratt.	% progr Trattenuta	% progr Passante
3/8"	9.500	427.15	427.15	0.00	0.00	100.00
4	4.750	402.72	402.72	0.00	0.00	100.00
10	2.000	376.71	376.71	0.00	0.00	100.00
20	0.850	322.52	323.70	1.18	0.61	99.39
40	0.425	292.41	293.10	0.69	0.96	99.04
80	0.212	265.40	266.55	1.15	1.56	98.44
120	0.125	261.50	335.30	73.80	39.60	60.40
200	0.075	1113.70	1169.90	56.20	68.57	31.43

Ciottoli + Ghiaia 0.00 % Sabbia 77.26 %
Limo + Argilla 22.74 %
D 60 = 0.124 D 50 = 0.107 D10 n.d
Coefficiente U n.d.
Tipo litologico : sabbia limoso-argillosa



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA TOSCANA
DOTT. GEOL. MARCO SOZZI N° 515

GEOCONSULT
Laboratorio autorizzato per le prove sui materiali da costruzione, con D.M. N. 24031 del 05/09/1983 e successivi rinnovi

CERTIFICATO DI PROVA

Certificato n.: 829T/09 **Sarzana,lì** 18/12/2009

SEZIONE: TERRE **Prot. n°:** 270T/09 del 11/12/2009

Richiedente: MARINELLA SPA

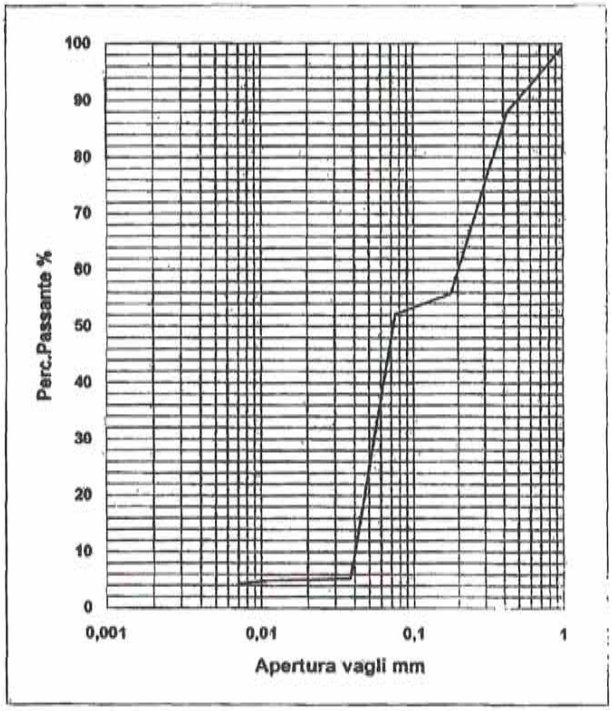
Provenienza dei campioni: RISTRUTTURAZIONE FABBRICATO LOC. MARINELLA (SARZANA)

Campione: SABBIA

Data prova: 17/12/2009

ANALISI GRANULOMETRICA E AEROMETRIA

Diametro mm.	Percent. Passante %
7	100
5	99,8
3	99,6
1	99,4
0,425	88,1
0,18	55,8
0,075	52,2
0,038	5,3
0,024	5,1
0,014	4,9
0,010	4,8
0,007	4,3



CODICE PROVA:	DESCRIZIONE	RIFERIMENTO
TE011	-Analisi granulometrica e aerometria	ASTM D422

IL PRESENTE CERTIFICATO DI PROVA PUO' ESSERE RIPRODOTTO SOLO IN COPIA CONFORME

Lo Sperimentatore
Dott.ssa Verdschka Fedi

Il Direttore del Laboratorio
Dott. Domenico Dalena

GRANULOMETRIA

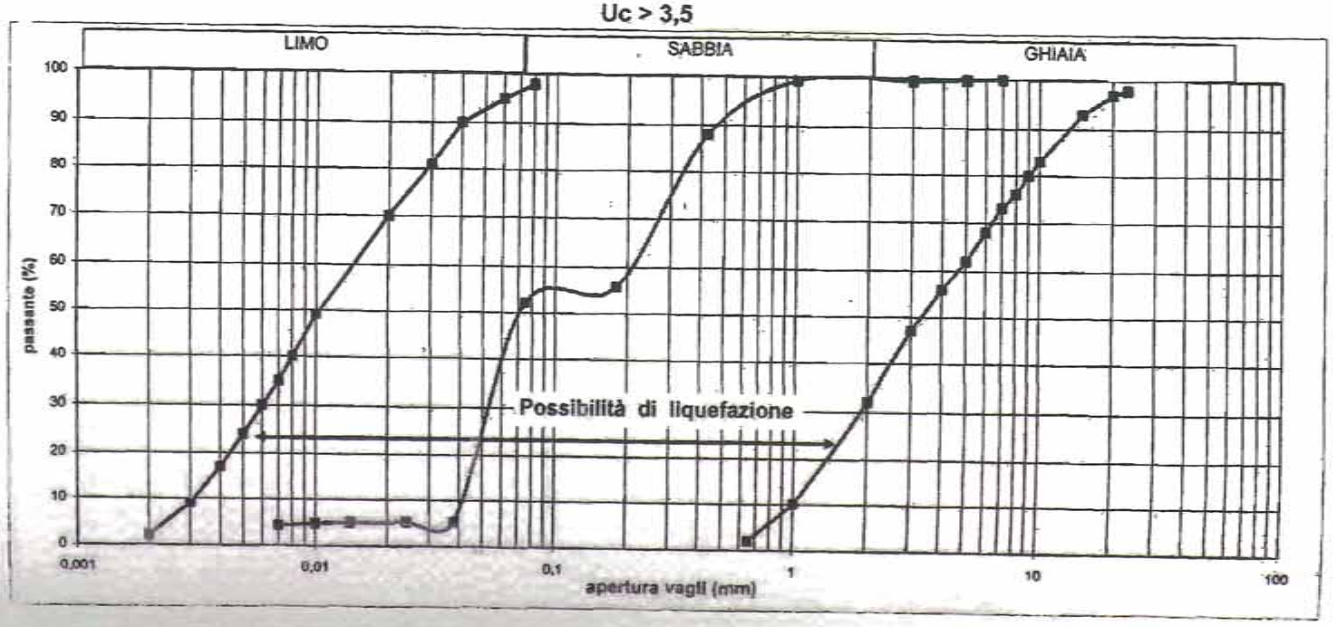
Codice prova: ICF005

Codice opera:		Ubicazione:	Richiesta: T270/09
Campione:	SABBIA	MARINELLA - SARZANA	Data prova: 17/12/2009

Peso mat. umido + tara (g) =		Peso mat. secco + tara (g) =				1507	Peso tara (g) =		734	Peso mat. analizzato (g) =			773		umidità w (%)=		
SETACCIO n°																	
APERTIRA VAGLIO (mm)						7	5	3	1	0,425	0,18	0,075	0,038	0,024	0,014	0,01	0,007
TRATTENUTO +TARA (g)	0	0	0	0	0	0	3	6	9	180	666	721					
TRATTENUTO (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	11,9	44,2	47,8					
< TRATTENUTO (%)																	
PASSANTE (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,6	99,4	88,1	55,8	52,2	5,3	5,1	4,9	4,8	4,3
FUSO																	

FUSI GRANULOMETRICI DI TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE

Uc > 3,5



NORMATIVA UNI EN 933-1
DIAGRAMMA SECONDO D.M. 14/01/2008

MOD 002c REV. 1 DEL 22/02/08

LO SPERIMENTATORE

Foto

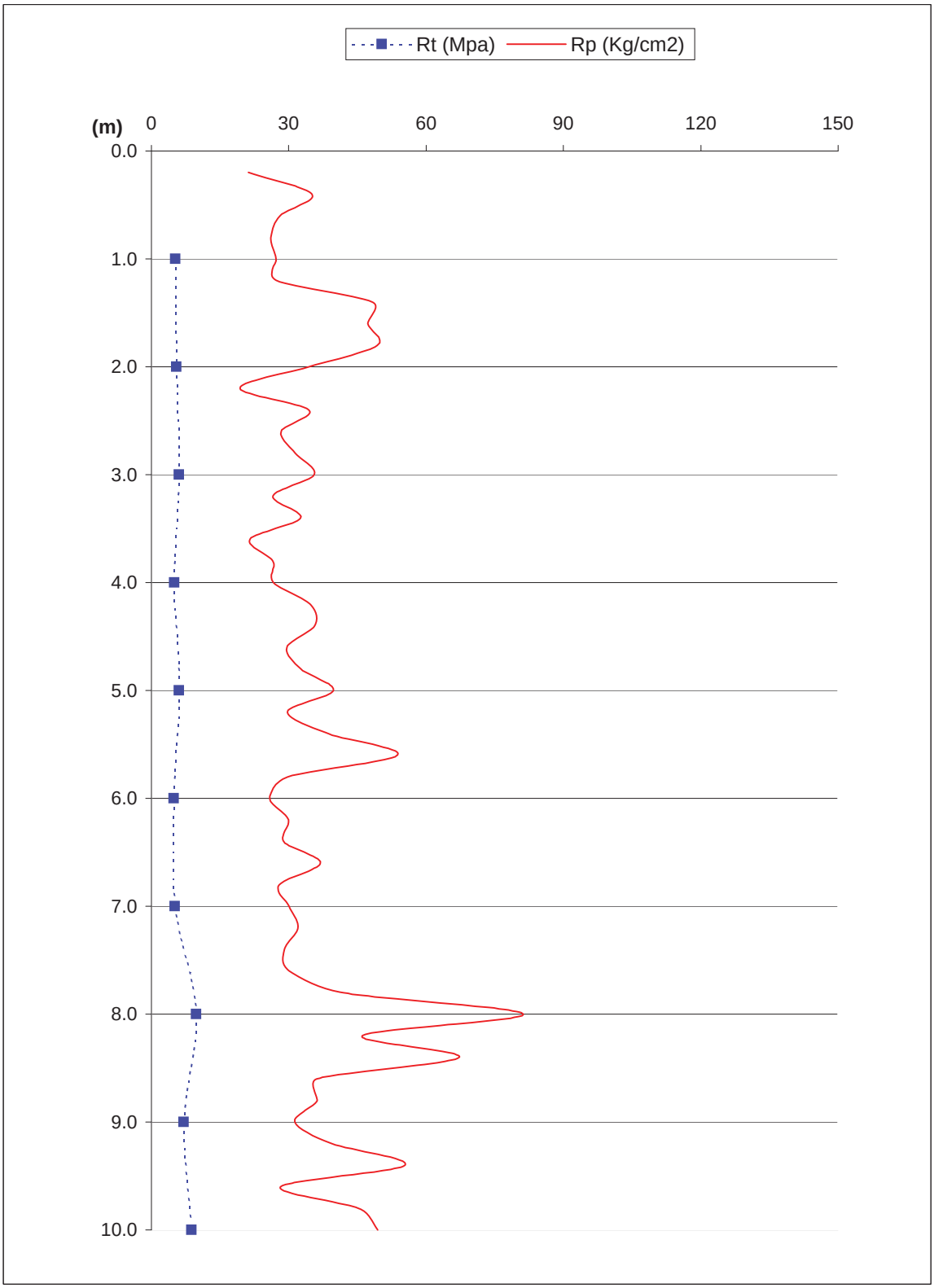
ALLEGATO 3

- PROVE PENETROMETRICHE CPT -

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065

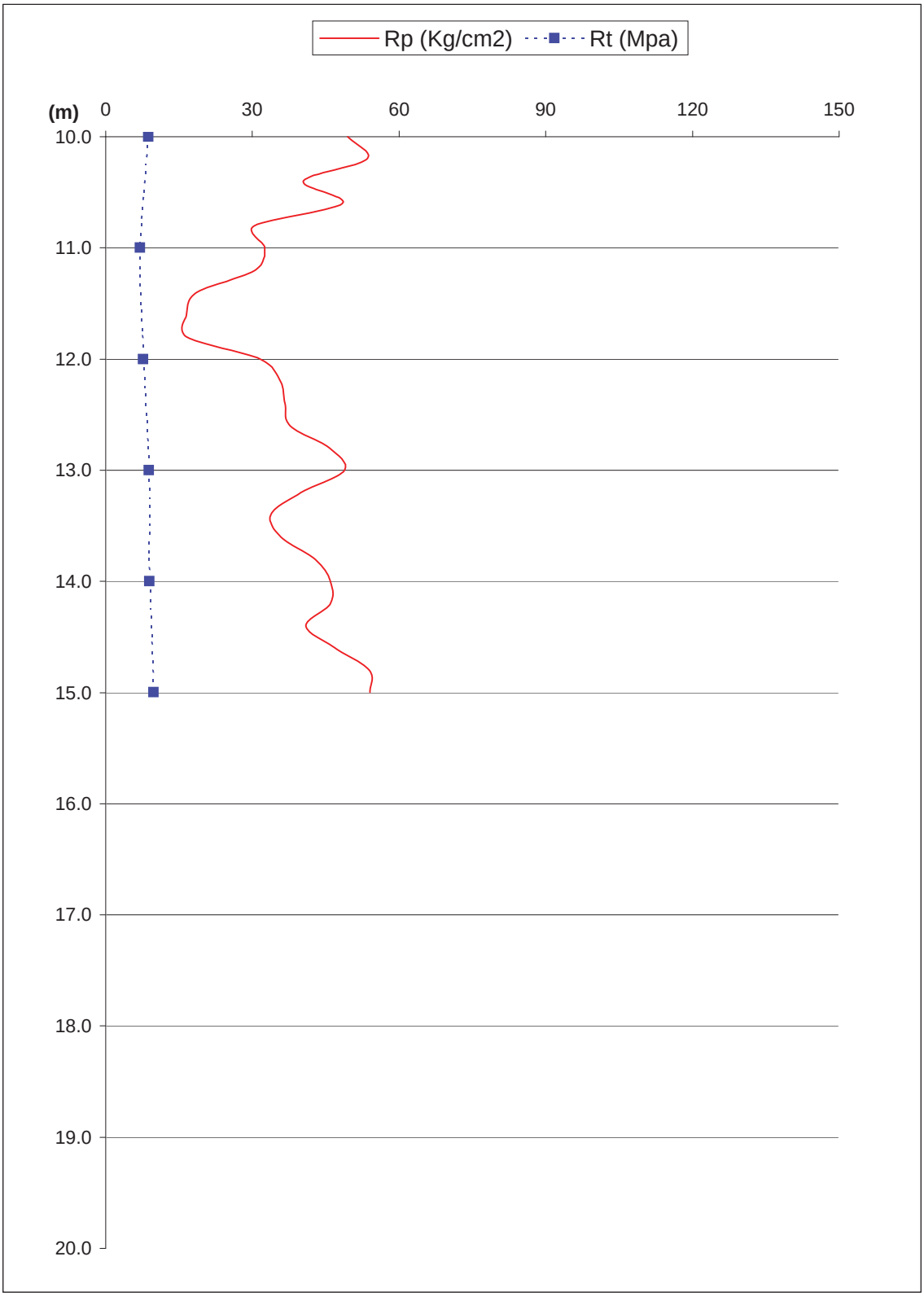
Dott. Geol. Tommaso Pratesi

Prova n°	**1**	Località:	Borgo	rif.:	**2mps1**
Data :	**31/01/2003**		livello falda (m da p.c.):		**nr**



Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n°	**1**	Località:	Borgo	rif.:	**2mps1**
Data :	**31/01/2003**		livello falda (m da p.c.):		**nr**



Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n°	1	Località:	Borgo	rif.:	2mps1
Data :	31/01/2003		livello falda (m da p.c.):		nr

	letture strumentali di campagna			valori derivati				
profondità (m)	punta	punta più manicotto	totale	Rp Kg/cm^2	Rl Kg/cm^2	Rt Kg/cm^2	Rp/Rl	(Rl/Rp)*100
0.2	21			21.13	-1.40		79.24	1.26
0.4	35	39		35.13	0.27		87.83	1.14
0.6	28	34		28.13	0.40		30.14	3.32
0.8	26	40		26.13	0.93		28.00	3.57
1	27	41	54	27.26	0.93	54	29.21	3.42
1.2	27	41		27.26	0.93		34.08	2.93
1.4	48	60		48.26	0.80		40.22	2.49
1.6	47	65		47.26	1.20		41.70	2.40
1.8	49	66		49.26	1.13		73.89	1.35
2	34	44	56	34.39	0.67	56	46.90	2.13
2.2	19	30		19.39	0.73		32.32	3.09
2.4	34	43		34.39	0.60		34.39	2.91
2.6	28	43		28.39	1.00		32.76	3.05
2.8	31	44		31.39	0.87		36.22	2.76
3	35	48	61	35.52	0.87	61	44.40	2.25
3.2	26	38		26.52	0.80		39.78	2.51
3.4	32	42		32.52	0.67		48.78	2.05
3.6	21	31		21.52	0.67		35.87	2.79
3.8	26	35		26.52	0.60		39.78	2.51
4	26	36	51	26.65	0.67	51	57.11	1.75
4.2	34	41		34.65	0.47		129.94	0.77
4.4	35	39		35.65	0.27		35.65	2.81
4.6	29	44		29.65	1.00		40.43	2.47
4.8	32	43		32.65	0.73		44.52	2.25
5	39	50	62	39.78	0.73	62	49.73	2.01
5.2	29	41		29.78	0.80		37.23	2.69
5.4	38	50		38.78	0.80		44.75	2.23
5.6	53	66		53.78	0.87		67.23	1.49
5.8	29	41		29.78	0.80		49.63	2.01
6	25	34	50	25.91	0.60	50	48.58	2.06
6.2	29	37		29.91	0.53		40.79	2.45
6.4	28	39		28.91	0.73		72.28	1.38
6.6	36	42		36.91	0.40		50.33	1.99
6.8	27	38		27.91	0.73		38.06	2.63
7	29	40	52	30.04	0.73	52	40.96	2.44
7.2	31	42		32.04	0.73		43.69	2.29
7.4	28	39		29.04	0.73		43.56	2.30
7.6	29	39		30.04	0.67		56.33	1.78
7.8	41	49		42.04	0.53		37.09	2.70
8	80	97	100	81.17	1.13	100	93.66	1.07
8.2	45	58		46.17	0.87		34.63	2.89
8.4	66	86		67.17	1.33		100.76	0.99
8.6	35	45		36.17	0.67		54.26	1.84
8.8	35	45		36.17	0.67		38.75	2.58
9	30	44	72	31.30	0.93	72	39.13	2.56
9.2	38	50		39.30	0.80		65.50	1.53
9.4	54	63		55.30	0.60		69.13	1.45
9.6	27	39		28.30	0.80		53.06	1.88
9.8	44	52		45.30	0.53		48.54	2.06
10	48	62	89	49.43	0.93	89	74.15	1.35

Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n°	**1**	Località:	**Borgo**	rif.:	**2mps1**
Data :	**31/01/2003**		livello falda (m da p.c.):		**nr**

	letture strumentali di campagna			valori derivati				
profondità (m)	punta	punta più manicotto	totale	Rp Kg/cm^2	Rl Kg/cm^2	Rt Kg/cm^2	Rp/Rl	(Rl/Rp)*100
10.2	52	62		53.43	0.67		72.86	1.37
10.4	39	50		40.43	0.73		37.90	2.64
10.6	47	63		48.43	1.07		66.04	1.51
10.8	29	40		30.43	0.73		32.60	3.07
11	31	45	72	32.56	0.93	72	44.40	2.25
11.2	29	40		30.56	0.73		41.67	2.40
11.4	17	28		18.56	0.73		21.42	4.67
11.6	15	28		16.56	0.87		27.60	3.62
11.8	15	24		16.56	0.60		19.11	5.23
12	30	43	78	31.69	0.87	78	29.71	3.37
12.2	34	50		35.69	1.07		59.48	1.68
12.4	35	44		36.69	0.60		45.86	2.18
12.6	36	48		37.69	0.80		47.11	2.12
12.8	44	56		45.69	0.80		57.11	1.75
13	47	59	90	48.82	0.80	90	40.68	2.46
13.2	38	56		39.82	1.20		42.66	2.34
13.4	32	46		33.82	0.93		42.28	2.37
13.6	34	46		35.82	0.80		38.38	2.61
13.8	41	55		42.82	0.93		49.41	2.02
14	44	57	91	45.95	0.87	91	57.44	1.74
14.2	44	56		45.95	0.80		68.93	1.45
14.4	39	49		40.95	0.67		40.95	2.44
14.6	45	60		46.95	1.00		78.25	1.28
14.8	52	61		53.95	0.60		89.92	1.11
15	52	61	100	54.08	0.60	100		
15.2								
15.4								
15.6								
15.8								
16								
16.2								
16.4								
16.6								
16.8								
17								
17.2								
17.4								
17.6								
17.8								
18								
18.2								
18.4								
18.6								
18.8								
19								
19.2								
19.4								
19.6								
19.8								
20								

Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n°	**2**	Località:	**Borgo**	rif.:	**2mps2**
Data :	**31/01/2003**		livello falda (m da p.c.):		**nr**

	letture strumentali di campagna			valori derivati				
profondità (m)	punta	punta più manicotto	totale	Rp Kg/cm^2	Rl Kg/cm^2	Rt Kg/cm^2	Rp/Rl	(Rl/Rp)*100
0.2	37			37.13	-2.47		61.88	1.62
0.4	23	32		23.13	0.60		34.70	2.88
0.6	29	39		29.13	0.67		43.70	2.29
0.8	25	35		25.13	0.67		29.00	3.45
1	22	35	47	22.26	0.87	47	37.10	2.70
1.2	25	34		25.26	0.60		42.10	2.38
1.4	46	55		46.26	0.60		57.83	1.73
1.6	45	57		45.26	0.80		75.43	1.33
1.8	69	78		69.26	0.60		61.11	1.64
2	44	61	75	44.39	1.13	75	73.98	1.35
2.2	41	50		41.39	0.60		41.39	2.42
2.4	23	38		23.39	1.00		31.90	3.14
2.6	27	38		27.39	0.73		41.09	2.43
2.8	24	34		24.39	0.67		40.65	2.46
3	22	31	53	22.52	0.60	53	56.30	1.78
3.2	29	35		29.52	0.40		44.28	2.26
3.4	25	35		25.52	0.67		38.28	2.61
3.6	25	35		25.52	0.67		34.80	2.87
3.8	22	33		22.52	0.73		30.71	3.26
4	27	38	50	27.65	0.73	50	37.70	2.65
4.2	27	38		27.65	0.73		23.04	4.34
4.4	21	39		21.65	1.20		40.59	2.46
4.6	16	24		16.65	0.53		24.98	4.00
4.8	29	39		29.65	0.67		74.13	1.35
5	27	33	49	27.78	0.40	49	83.34	1.20
5.2	19	24		19.78	0.33		42.39	2.36
5.4	17	24		17.78	0.47		33.34	3.00
5.6	19	27		19.78	0.53		26.97	3.71
5.8	35	46		35.78	0.73		35.78	2.79
6	38	53	86	38.91	1.00	86	25.38	3.94
6.2	54	77		54.91	1.53		51.48	1.94
6.4	29	45		29.91	1.07		44.87	2.23
6.6	25	35		25.91	0.67		35.33	2.83
6.8	28	39		28.91	0.73		54.21	1.84
7	27	35	50	28.04	0.53	50	42.06	2.38
7.2	37	47		38.04	0.67		51.87	1.93
7.4	47	58		48.04	0.73		80.07	1.25
7.6	32	41		33.04	0.60		49.56	2.02
7.8	27	37		28.04	0.67		52.58	1.90
8	27	35	54	28.17	0.53	54	38.41	2.60
8.2	27	38		28.17	0.73		38.41	2.60
8.4	24	35		25.17	0.73		26.97	3.71
8.6	24	38		25.17	0.93		37.76	2.65
8.8	36	46		37.17	0.67		46.46	2.15
9	35	47	60	36.30	0.80	60	38.89	2.57
9.2	30	44		31.30	0.93		42.68	2.34
9.4	30	41		31.30	0.73		42.68	2.34
9.6	38	49		39.30	0.73		45.35	2.21
9.8	36	49		37.30	0.87		79.93	1.25
10	35	42	58	36.43	0.47	58	42.03	2.38

Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n°	**2**	Località:	**Borgo**	rif.:	**2mps2**
Data :	**31/01/2003**		livello falda (m da p.c.):		**nr**

	letture strumentali di campagna			valori derivati				
profondità (m)	punta	punta più manicotto	totale	Rp Kg/cm^2	Rl Kg/cm^2	Rt Kg/cm^2	Rp/Rl	(Rl/Rp)*100
10.2	34	47		35.43	0.87		48.31	2.07
10.4	36	47		37.43	0.73		51.04	1.96
10.6	45	56		46.43	0.73		77.38	1.29
10.8	36	45		37.43	0.60		43.19	2.32
11	41	54	77	42.56	0.87	77	79.80	1.25
11.2	29	37		30.56	0.53		50.93	1.96
11.4	25	34		26.56	0.60		28.46	3.51
11.6	30	44		31.56	0.93		43.04	2.32
11.8	25	36		26.56	0.73		39.84	2.51
12	28	38	62	29.69	0.67	62	37.11	2.69
12.2	32	44		33.69	0.80		56.15	1.78
12.4	36	45		37.69	0.60		40.38	2.48
12.6	32	46		33.69	0.93		26.60	3.76
12.8	35	54		36.69	1.27		50.03	2.00
13	45	56	86	46.82	0.73	86	87.79	1.14
13.2	39	47		40.82	0.53		47.10	2.12
13.4	49	62		50.82	0.87		63.53	1.57
13.6	42	54		43.82	0.80		54.78	1.83
13.8	41	53		42.82	0.80		53.53	1.87
14	30	42	82	31.95	0.80	82	43.57	2.30
14.2	48	59		49.95	0.73		57.63	1.74
14.4	51	64		52.95	0.87		61.10	1.64
14.6	50	63		51.95	0.87		59.94	1.67
14.8	52	65		53.95	0.87		62.25	1.61
15	52	65	99	54.08	0.87	99		
15.2								
15.4								
15.6								
15.8								
16								
16.2								
16.4								
16.6								
16.8								
17								
17.2								
17.4								
17.6								
17.8								
18								
18.2								
18.4								
18.6								
18.8								
19								
19.2								
19.4								
19.6								
19.8								
20								

Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n°	**23**	Località:	**Borgo**	rif.:	**2mps23**
Data :	**15/05/2003**		livello falda (m da p.c.):		**1.70**

	letture strumentali di campagna			valori derivati				
profondità (m)	punta	punta più manicotto	totale	Rp Kg/cm^2	Rl Kg/cm^2	Rt Kg/cm^2	Rp/Rl	(Rl/Rp)*100
0.2	56			56.13	-3.73		120.28	0.83
0.4	63	70		63.13	0.47		55.70	1.80
0.6	54	71		54.13	1.13		50.75	1.97
0.8	43	59		43.13	1.07		29.41	3.40
1	44	66	90	44.26	1.47	90	55.33	1.81
1.2	45	57		45.26	0.80		35.73	2.80
1.4	42	61		42.26	1.27		37.29	2.68
1.6	42	59		42.26	1.13		33.36	3.00
1.8	49	68		49.26	1.27		52.78	1.89
2	51	65	125	51.39	0.93	125	51.39	1.95
2.2	92	107		92.39	1.00		98.99	1.01
2.4	51	65		51.39	0.93		36.71	2.72
2.6	66	87		66.39	1.40		62.24	1.61
2.8	49	65		49.39	1.07		38.99	2.56
3	34	53	72	34.52	1.27	72	36.99	2.70
3.2	25	39		25.52	0.93		31.90	3.13
3.4	18	30		18.52	0.80		30.87	3.24
3.6	21	30		21.52	0.60		35.87	2.79
3.8	26	35		26.52	0.60		39.78	2.51
4	27	37	47	27.65	0.67	47	37.70	2.65
4.2	16	27		16.65	0.73		31.22	3.20
4.4	33	41		33.65	0.53		56.08	1.78
4.6	33	42		33.65	0.60		42.06	2.38
4.8	26	38		26.65	0.80		33.31	3.00
5	38	50	53	38.78	0.80	53	72.71	1.38
5.2	23	31		23.78	0.53		29.73	3.36
5.4	65	77		65.78	0.80		109.63	0.91
5.6	29	38		29.78	0.60		31.91	3.13
5.8	34	48		34.78	0.93		47.43	2.11
6	118	129	135	118.91	0.73	135	254.81	0.39
6.2	32	39		32.91	0.47		27.43	3.65
6.4	22	40		22.91	1.20		57.28	1.75
6.6	23	29		23.91	0.40		35.87	2.79
6.8	23	33		23.91	0.67		39.85	2.51
7	34	43	46	35.04	0.60	46	58.40	1.71
7.2	27	36		28.04	0.60		35.05	2.85
7.4	36	48		37.04	0.80		46.30	2.16
7.6	37	49		38.04	0.80		57.06	1.75
7.8	49	59		50.04	0.67		53.61	1.87
8	43	57	96	44.17	0.93	96	36.81	2.72
8.2	120	138		121.17	1.20		90.88	1.10
8.4	37	57		38.17	1.33		33.68	2.97
8.6	49	66		50.17	1.13		57.89	1.73
8.8	30	43		31.17	0.87		46.76	2.14
9	26	36	49	27.30	0.67	49	25.59	3.91
9.2	34	50		35.30	1.07		44.13	2.27
9.4	45	57		46.30	0.80		46.30	2.16
9.6	61	76		62.30	1.00		71.88	1.39
9.8	43	56		44.30	0.87		51.12	1.96
10	43	56	70	44.43	0.87	70	51.27	

foro attrezzato con piezometro fino a -6,0 m

Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n°	**26**	Località:	**Borgo**	rif.:	**2mps26**
Data :	**07/05/2003**		livello falda (m da p.c.):		**0.00**

	letture strumentali di campagna			valori derivati				
profondità (m)	punta	punta più manicotto	totale	Rp Kg/cm^2	Rl Kg/cm^2	Rt Kg/cm^2	Rp/Rl	(Rl/Rp)*100
0.2	85			85.13	-5.67		42.57	2.35
0.4	140	170		140.13	2.00		262.74	0.38
0.6	46	54		46.13	0.53		138.39	0.72
0.8	68	73		68.13	0.33		78.61	1.27
1	180	193	212	180.26	0.87	212	270.39	0.37
1.2	135	145		135.26	0.67		202.89	0.49
1.4	75	85		75.26	0.67		188.15	0.53
1.6	54	60		54.26	0.40		58.14	1.72
1.8	35	49		35.26	0.93		52.89	1.89
2	29	39	53	29.39	0.67	53	40.08	2.50
2.2	26	37		26.39	0.73		49.48	2.02
2.4	28	36		28.39	0.53		35.49	2.82
2.6	30	42		30.39	0.80		75.98	1.32
2.8	31	37		31.39	0.40		39.24	2.55
3	30	42	56	30.52	0.80	56	65.40	1.53
3.2	42	49		42.52	0.47		49.06	2.04
3.4	26	39		26.52	0.87		39.78	2.51
3.6	25	35		25.52	0.67		42.53	2.35
3.8	21	30		21.52	0.60		32.28	3.10
4	14	24	31	14.65	0.67	31	18.31	5.46
4.2	10	22		10.65	0.80		17.75	5.63
4.4	24	33		24.65	0.60		36.98	2.70
4.6	25	35		25.65	0.67		48.09	2.08
4.8	31	39		31.65	0.53		67.82	1.47
5	29	36	56	29.78	0.47	56	31.91	3.13
5.2	31	45		31.78	0.93		79.45	1.26
5.4	28	34		28.78	0.40		47.97	2.08
5.6	31	40		31.78	0.60		39.73	2.52
5.8	23	35		23.78	0.80		32.43	3.08
6	29	40	55	29.91	0.73	55	56.08	1.78
6.2	35	43		35.91	0.53		53.87	1.86
6.4	25	35		25.91	0.67		27.76	3.60
6.6	25	39		25.91	0.93		48.58	2.06
6.8	22	30		22.91	0.53		21.48	4.66
7	19	35	56	20.04	1.07	56	30.06	3.33
7.2	34	44		35.04	0.67		43.80	2.28
7.4	24	36		25.04	0.80		31.30	3.19
7.6	26	38		27.04	0.80		36.87	2.71
7.8	46	57		47.04	0.73		58.80	1.70
8	45	57	72	46.17	0.80	72	53.27	1.88
8.2	42	55		43.17	0.87		46.25	2.16
8.4	46	60		47.17	0.93		64.32	1.55
8.6	40	51		41.17	0.73		56.14	1.78
8.8	39	50		40.17	0.73		54.78	1.83
9	36	47	67	37.30	0.73	67	55.95	1.79
9.2	39	49		40.30	0.67		46.50	2.15
9.4	35	48		36.30	0.87		32.03	3.12
9.6	35	52		36.30	1.13		41.88	2.39
9.8	32	45		33.30	0.87		35.68	2.80
10	38	52	70	39.43	0.93	70	34.79	0.00

foro attrezzato con piezomtero in PVC

Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n°	**26**	Località:	**Borgo**	rif.:	**2mps26**
Data :	**07/05/2003**		livello falda (m da p.c.):		**0.00**

	letture strumentali di campagna			valori derivati				
profondità (m)	punta	punta più manicotto	totale	Rp Kg/cm^2	Rl Kg/cm^2	Rt Kg/cm^2	Rp/Rl	(Rl/Rp)*100
10.2	39	56		40.43	1.13		55.13	1.81
10.4	27	38		28.43	0.73		25.09	3.99
10.6	32	49		33.43	1.13		35.82	2.79
10.8	34	48		35.43	0.93		35.43	2.82
11	39	54	77	40.56	1.00	77	38.03	2.63
11.2	45	61		46.56	1.07		53.72	1.86
11.4	26	39		27.56	0.87		45.93	2.18
11.6	9	18		10.56	0.60		12.18	8.21
11.8	17	30		18.56	0.87		27.84	3.59
12	18	28	67	19.69	0.67	67	17.37	5.76
12.2	39	56		40.69	1.13		38.15	2.62
12.4	39	55		40.69	1.07		38.15	2.62
12.6	38	54		39.69	1.07		37.21	2.69
12.8	38	54		39.69	1.07		35.02	2.86
13	38	55	91	39.82	1.13	91	42.66	2.34
13.2	48	62		49.82	0.93		49.82	2.01
13.4	52	67		53.82	1.00		42.49	2.35
13.6	50	69		51.82	1.27		51.82	1.93
13.8	52	67		53.82	1.00		40.37	2.48
14	55	75	100	56.95	1.33	100	61.02	1.64
14.2	58	72		59.95	0.93		56.20	1.78
14.4	64	80		65.95	1.07		61.83	1.62
14.6	61	77		62.95	1.07		52.46	1.91
14.8	59	77		60.95	1.20		53.78	1.86
15	60	77	113	62.08	1.13	113	44.34	2.26
15.2	58	79		60.08	1.40		45.06	2.22
15.4	62	82		64.08	1.33		45.77	2.18
15.6	60	81		62.08	1.40		49.01	2.04
15.8	60	79		62.08	1.27		51.73	1.93
16	64	82	111	66.21	1.20	111	39.73	2.52
16.2	62	87		64.21	1.67		45.86	2.18
16.4	58	79		60.21	1.40		43.01	2.33
16.6	61	82		63.21	1.40		47.41	2.11
16.8	60	80		62.21	1.33		46.66	2.14
17	56	76	115	58.34	1.33	115	35.00	2.86
17.2	58	83		60.34	1.67		56.57	1.77
17.4	54	70		56.34	1.07		33.80	2.96
17.6	50	75		52.34	1.67		37.39	2.67
17.8	53	74		55.34	1.40		37.73	2.65
18	61	83	113	63.47	1.47	113	39.67	2.52
18.2	48	72		50.47	1.60		34.41	2.91
18.4	57	79		59.47	1.47		33.04	3.03
18.6	52	79		54.47	1.80		37.14	2.69
18.8	65	87		67.47	1.47		56.23	1.78
19	71	89	136	73.60	1.20	136	34.50	2.90
19.2	66	98		68.60	2.13		34.30	2.92
19.4	62	92		64.60	2.00		38.76	2.58
19.6	65	90		67.60	1.67		33.80	2.96
19.8	59	89		61.60	2.00		30.80	3.25
20	59	89	136	61.73	2.00	136	30.87	

Dott. TOMMASO PRATESI

ALLEGATO 4

- PROVE PENETROMETRICHE DPSH -

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DPSH	1
riferimento	Marinella

Committente: **Dott. Geologo Tommaso Pratesi**
Cantiere: **Piano spiagge Marinella**
Località: **Sarzana (SP)**

U.M.: **kg/cm²** | Data esec.: 09/12/2014
Pagina: 1 | Elaborato:
Falda: -5.00 m da p.c.

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0.20	1	6		64.7
0.40	1	8		86.3
0.60	2	7		75.5
0.80	2	9		97.1
1.00	2	9		89.3
1.20	2	9		89.3
1.40	2	8		79.4
1.60	3	10		99.2
1.80	3	10		99.2
2.00	3	11		101.1
2.20	3	9		82.7
2.40	3	8		73.5
2.60	4	11		101.1
2.80	4	10		91.9
3.00	4	10		85.5
3.20	4	11		94.1
3.40	4	9		77.0
3.60	5	9		77.0
3.80	5	9		77.0
4.00	5	8		64.0
4.20	5	11		88.0
4.40	5	10		80.0
4.60	6	9		72.0
4.80	6	8		64.0
5.00	6	11		82.7
5.20	6	14		105.2
5.40	6	16		120.3
5.60	7	17		127.8
5.80	7	19		142.8
6.00	7	20		141.8
6.20	7	17		120.5
6.40	7	12		85.1
6.60	8	10		70.9
6.80	8	10		70.9
7.00	8	9		60.3
7.20	8	11		73.7
7.40	8	12		80.5
7.60	9	15		100.6
7.80	9	19		127.4
8.00	9	17		108.1
8.20	9	20		127.2
8.40	9	30		190.8

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)
qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

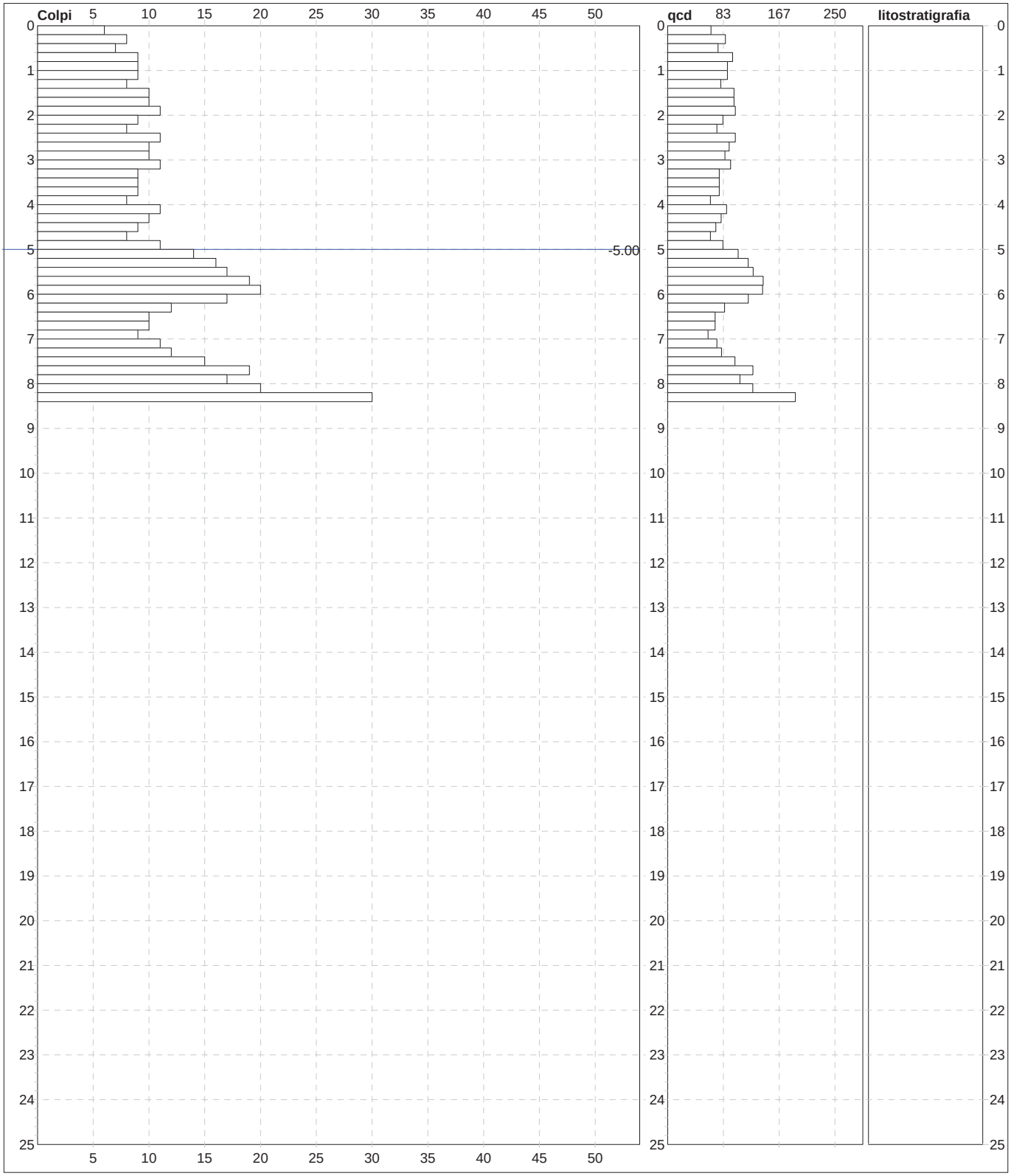
nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DPSH	1
riferimento	Marinella

Committente:	**Dott. Geologo Tommaso Pratesi**	U.M.: **kg/cm²** Scala: 1:125 Pagina: 1 Elaborato:	Data esec.: 09/12/2014 Quota ass.: Piano Campagna Falda: -5.00 m da p.c.
Cantiere:	**Piano spiagge Marinella**		
Località:	**Sarzana (SP)**		



Penetrometro:	DPSH (S. Heavy)	Litologia:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo:	m
Massa battente:	63.50 m	Responsabile:		Corr.astine:	kg/ml
Altezza caduta:	0.75 m	Assistente:		Cod.ISTAT:	0
Avanzamento:	0.20 m				

nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DPSH	2
riferimento	Marinella

Committente: **Dott. Geologo Tommaso Pratesi**
Cantiere: **Piano spiagge Marinella**
Località: **Sarzana (SP)**

U.M.: **kg/cm²** | Data esec.: 09/12/2014
Pagina: 1 | Elaborato:
Falda: -4.20 m da p.c.

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0.20	1	6		44.7
0.40	1	7		27.9
0.60	2	7		27.9
0.80	2	5		19.9
1.00	2	3		12.0
1.20	2	3		12.0
1.40	2	3		12.0
1.60	3	4		16.0
1.80	3	4		16.0
2.00	3	4		16.0
2.20	3	5		19.9
2.40	3	7		27.9
2.60	4	11		43.9
2.80	4	7		27.9
3.00	4	7		27.9
3.20	4	3		12.0
3.40	4	3		12.0
3.60	5	4		16.0
3.80	5	2		8.0
4.00	5	4		16.0
4.20	5	3		12.0
4.40	5	3		12.0
4.60	6	4		16.0
4.80	6	3		12.0
5.00	6	5		19.9
5.20	6	4		16.0
5.40	6	4		16.0
5.60	7	4		16.0
5.80	7	4		16.0
6.00	7	5		19.9
6.20	7	4		16.0
6.40	7	5		19.9
6.60	8	6		23.9
6.80	8	5		19.9
7.00	8	5		19.9
7.20	8	2		8.0
7.40	8	6		23.9
7.60	9	7		27.9
7.80	9	4		16.0
8.00	9	3		12.0
8.20	9	6		23.9
8.40	9	6		23.9
8.60	10	6		23.9
8.80	10	9		35.9
9.00	10	8		31.9
9.20	10	7		27.9
9.40	10	7		27.9
9.60	11	10		39.9
9.80	11	13		51.9
10.00	11	11		43.9
10.20	11	10		39.9
10.40	11	8		31.9
10.60	12	10		39.9
10.80	12	10		39.9
11.00	12	7		27.9
11.20	12	7		27.9
11.40	12	9		35.9
11.60	13	10		39.9
11.80	13	9		35.9
12.00	13	9		34.5
12.20	13	7		26.8
12.40	13	10		38.3
12.60	14	10		38.3
12.80	14	11		42.1
13.00	14	12		44.1
13.20	14	11		40.5
13.40	14	10		36.8
13.60	15	13		47.8
13.80	15	10		36.8
14.00	15	9		31.9
14.20	15	9		31.9
14.40	15	8		28.3
14.60	16	10		35.4
14.80	16	10		35.4
15.00	16	13		44.4
15.20	1	14		47.8
15.40	1	12		41.0
15.60	2	11		37.5
15.80	2	11		37.5
16.00	2	13		42.8
16.20	2	14		46.1
16.40	2	14		46.1
16.60	3	14		46.1
16.80	3	15		49.4
17.00	3	12		38.2
17.20	3	13		41.4
17.40	3	14		44.6
17.60	4	10		31.8
17.80	4	10		31.8
18.00	4	11		33.9
18.20	4	13		40.0
18.40	4	13		40.0
18.60	5	14		43.1
18.80	5	13		40.0
19.00	5	15		44.7
19.20	5	12		35.8
19.40	5	13		38.8
19.60	6	11		32.8
19.80	6	15		44.7
20.00	6	14		40.5

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)
qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

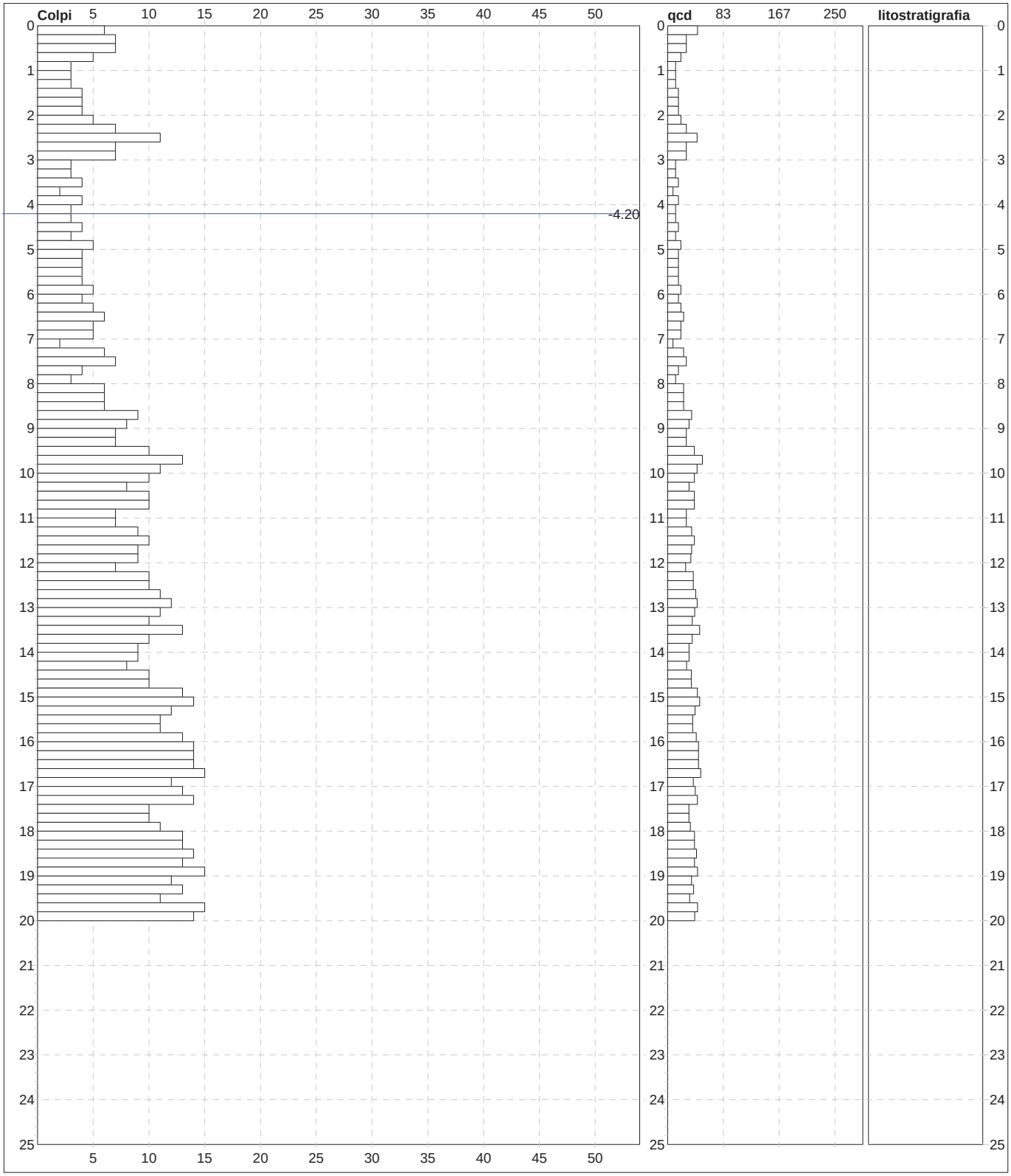
nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DPSH	2
riferimento	Marinella

Committente:	**Dott. Geologo Tommaso Pratesi**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec.: 09/12/2014
Cantiere:	**Piano spiagge Marinella**	Scala: 1:125	Quota ass.: Piano Campagna
Località:	**Sarzana (SP)**	Pagina: 1	
		Elaborato:	Falda: -4.20 m da p.c.



Penetrometro:	DPSH (S. Heavy)	Litologia:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo:	m
Massa battente:	63.50 m	Responsabile:		Corr.astine:	kg/ml
Altezza caduta:	0.75 m	Assistente:		Cod.ISTAT:	0
Avanzamento:	0.20 m				

nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DPSH	3
riferimento	Marinella

Committente: **Dott. Geologo Tommaso Pratesi**
Cantiere: **Piano spiagge Marinella**
Località: **Sarzana (SP)**

U.M.: **kg/cm²** | Data esec.: 09/12/2014
Pagina: 1
Elaborato:
Falda: -2.80 m Non rilevata

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0.20	1	6		44.7
0.40	1	6		44.7
0.60	2	9		67.0
0.80	2	9		67.0
1.00	2	8		55.2
1.20	2	10		69.0
1.40	2	6		41.4
1.60	3	4		27.6
1.80	3	3		20.7
2.00	3	4		25.7
2.20	3	3		19.3
2.40	3	5		32.2
2.60	4	9		57.9
2.80	4	4		25.7
3.00	4	6		36.1
3.20	4	4		24.1
3.40	4	4		24.1
3.60	5	3		18.1
3.80	5	2		12.0
4.00	5	3		17.0
4.20	5	4		22.7
4.40	5	3		17.0
4.60	6	3		17.0
4.80	6	4		22.7
5.00	6	5		26.7
5.20	6	4		21.4
5.40	6	5		26.7
5.60	7	5		26.7
5.80	7	4		21.4
6.00	7	6		30.3
6.20	7	3		15.2
6.40	7	6		30.3
6.60	8	6		30.3
6.80	8	6		30.3
7.00	8	5		24.0
7.20	8	6		28.8
7.40	8	5		24.0
7.60	9	5		24.0
7.80	9	6		28.8
8.00	9	7		32.0
8.20	9	7		32.0
8.40	9	5		22.8
8.60	10	7		32.0
8.80	10	8		36.5
9.00	10	6		26.1
9.20	10	5		21.8
9.40	10	8		34.9
9.60	11	10		43.6
9.80	11	9		39.2
10.00	11	11		45.8
10.20	11	10		41.7
10.40	11	11		45.8
10.60	12	11		45.8
10.80	12	12		50.0
11.00	12	11		43.9
11.20	12	10		39.9

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)
qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

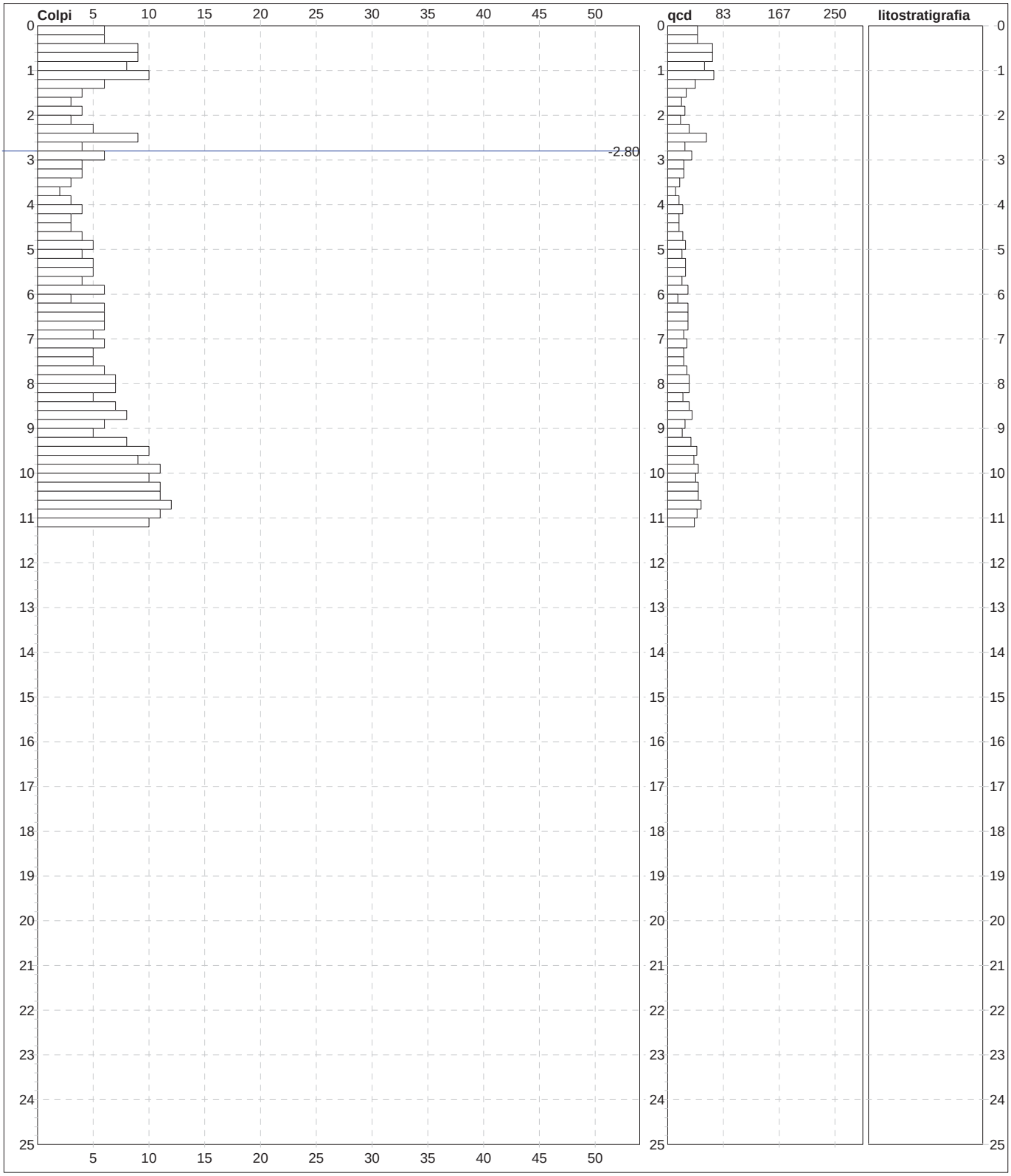
nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DPSH	3
riferimento	Marinella

Committente:	**Dott. Geologo Tommaso Pratesi**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec.: 09/12/2014
Cantiere:	**Piano spiagge Marinella**	Scala: 1:125	Quota ass.: Piano Campagna
Località:	**Sarzana (SP)**	Pagina: 1	Falda: -2.80 m Non rilevata
		Elaborato:	



Penetrometro:	DPSH (S. Heavy)	Litologia:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo:	m
Massa battente:	63.50 m	Responsabile:		Corr.astine:	kg/ml
Altezza caduta:	0.75 m	Assistente:		Cod.ISTAT:	0
Avanzamento:	0.20 m				

nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DPSH	4
riferimento	Marinella

Committente: **Dott. Geologo Tommaso Pratesi**
Cantiere: **Piano spiagge Marinella**
Località: **Sarzana (SP)**

U.M.: **kg/cm²** | Data esec.: 09/12/2014
Pagina: 1
Elaborato:
Falda: -2.80 m Non rilevata

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0.20	1	5		37.2
0.40	1	9		35.9
0.60	2	16		63.8
0.80	2	18		71.8
1.00	2	19		75.8
1.20	2	11		43.9
1.40	2	10		39.9
1.60	3	10		39.9
1.80	3	8		31.9
2.00	3	8		31.9
2.20	3	8		31.9
2.40	3	6		23.9
2.60	4	7		27.9
2.80	4	7		27.9
3.00	4	6		23.9
3.20	4	5		19.9
3.40	4	4		16.0
3.60	5	4		16.0
3.80	5	2		8.0
4.00	5	3		12.0
4.20	5	4		16.0
4.40	5	3		12.0
4.60	6	3		12.0
4.80	6	4		16.0
5.00	6	3		12.0
5.20	6	4		16.0
5.40	6	4		16.0
5.60	7	4		16.0
5.80	7	4		16.0
6.00	7	3		12.0
6.20	7	3		12.0
6.40	7	4		16.0
6.60	8	3		12.0
6.80	8	3		12.0
7.00	8	3		12.0
7.20	8	3		12.0
7.40	8	4		16.0
7.60	9	4		16.0
7.80	9	3		12.0
8.00	9	4		16.0
8.20	9	6		23.9
8.40	9	6		23.9
8.60	10	5		19.9
8.80	10	6		23.9
9.00	10	6		23.9
9.20	10	6		23.9
9.40	10	7		27.9
9.60	11	6		23.9
9.80	11	6		23.9
10.00	11	9		35.9
10.20	11	10		39.9
10.40	11	10		39.9
10.60	12	9		35.9
10.80	12	10		39.9
11.00	12	11		43.9
11.20	12	11		43.9

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)
qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

nota:

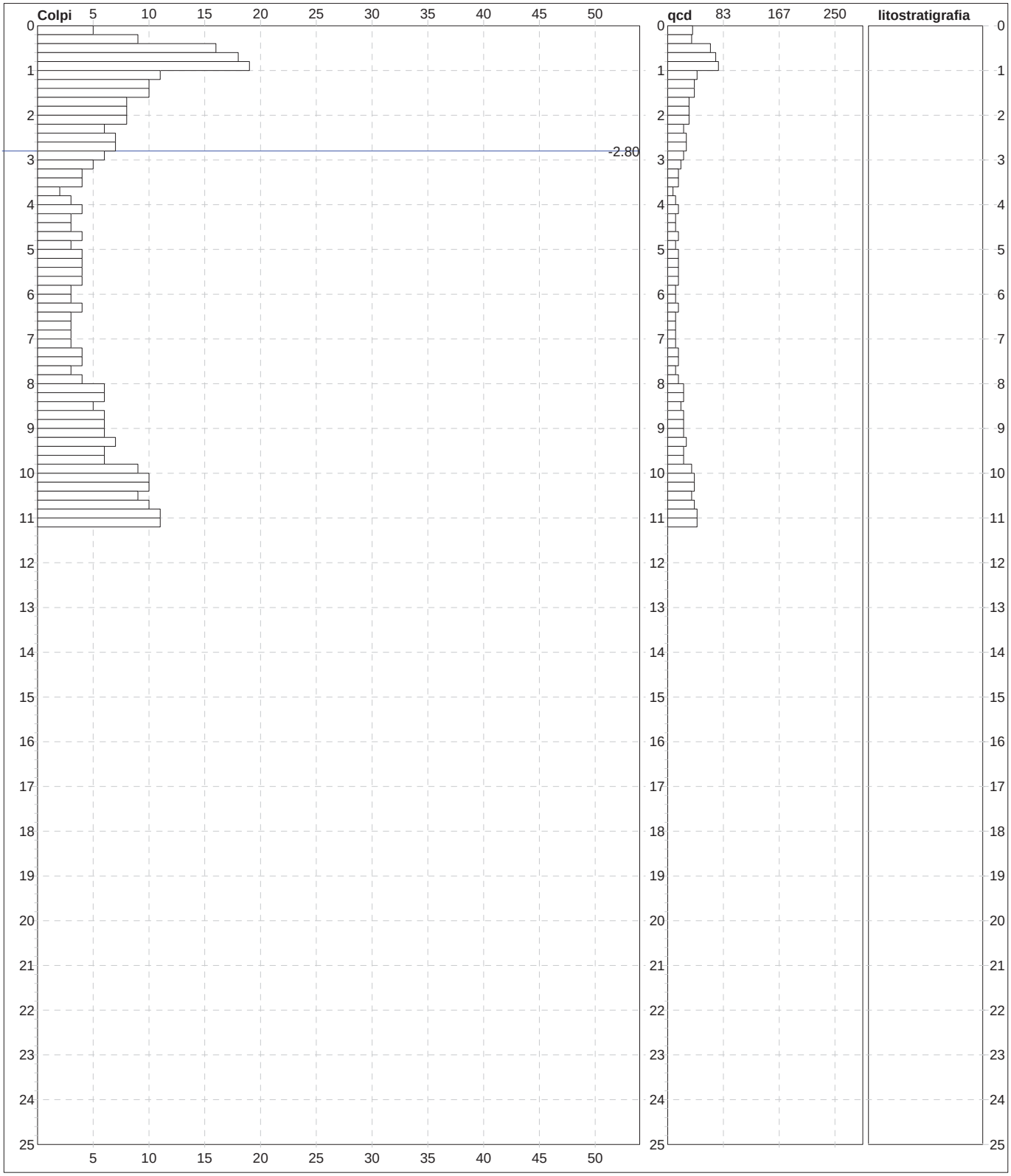
FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DPSH	4
riferimento	Marinella

Committente:	**Dott. Geologo Tommaso Pratesi**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec.: 09/12/2014
Cantiere:	**Piano spiagge Marinella**	Scala: 1:125	Quota ass.: Piano Campagna
Località:	**Sarzana (SP)**	Pagina: 1	
		Elaborato:	Falda: -2.80 m Non rilevata



Penetrometro:	DPSH (S. Heavy)	Litologia:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo:	m
Massa battente:	63.50 m	Responsabile:		Corr.astine:	kg/ml
Altezza caduta:	0.75 m	Assistente:		Cod.ISTAT:	0
Avanzamento:	0.20 m				

nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DPSH	5
riferimento	Marinella

Committente: **Dott. Geologo Tommaso Pratesi**
Cantiere: **Piano spiagge Marinella**
Località: **Sarzana (SP)**

U.M.: **kg/cm²** | Data esec.: 09/12/2014
Pagina: 1 | Elaborato:
Falda: -2.00 m da p.c.

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0.20	1	7		52.1
0.40	1	10		39.9
0.60	2	10		39.9
0.80	2	11		43.9
1.00	2	4		16.0
1.20	2	15		59.8
1.40	2	9		35.9
1.60	3	8		31.9
1.80	3	8		31.9
2.00	3	3		19.3
2.20	3	3		19.3
2.40	3	2		12.9
2.60	4	2		12.9
2.80	4	2		12.9
3.00	4	4		24.1
3.20	4	4		24.1
3.40	4	4		24.1
3.60	5	3		18.1
3.80	5	3		18.1
4.00	5	3		17.0
4.20	5	3		17.0
4.40	5	6		34.0
4.60	6	5		28.3
4.80	6	6		34.0
5.00	6	4		21.4
5.20	6	4		21.4
5.40	6	4		21.4
5.60	7	4		21.4
5.80	7	5		26.7
6.00	7	5		25.3
6.20	7	3		15.2
6.40	7	3		15.2
6.60	8	6		30.3
6.80	8	5		25.3
7.00	8	3		14.4
7.20	8	4		19.2
7.40	8	4		19.2
7.60	9	5		24.0
7.80	9	6		28.8
8.00	9	5		22.8
8.20	9	6		27.4
8.40	9	5		22.8
8.60	10	7		32.0
8.80	10	7		32.0
9.00	10	8		34.9
9.20	10	6		26.1
9.40	10	8		34.9
9.60	11	10		43.6
9.80	11	11		47.9
10.00	11	10		41.7
10.20	11	9		37.5
10.40	11	8		33.3
10.60	12	9		37.5
10.80	12	11		45.8
11.00	12	9		35.9
11.20	12	9		35.9
11.40	12	9		35.9
11.60	13	8		31.9
11.80	13	9		35.9
12.00	13	10		38.3
12.20	13	11		42.1
12.40	13	13		49.8
12.60	14	10		38.3
12.80	14	9		34.5
13.00	14	8		29.4
13.20	14	8		29.4
13.40	14	9		33.1
13.60	15	11		40.5
13.80	15	10		36.8
14.00	15	9		31.9
14.20	15	13		46.0
14.40	15	13		46.0
14.60	16	10		35.4
14.80	16	9		31.9
15.00	16	11		37.5
15.20	1	8		27.3
15.40	1	10		34.1
15.60	2	10		34.1
15.80	2	10		34.1
16.00	2	11		36.2
16.20	2	13		42.8
16.40	2	11		36.2
16.60	3	12		39.5
16.80	3	13		42.8
17.00	3	12		38.2
17.20	3	11		35.0
17.40	3	14		44.6
17.60	4	10		31.8
17.80	4	11		35.0
18.00	4	11		33.9
18.20	4	13		40.0
18.40	4	14		43.1
18.60	5	13		40.0
18.80	5	13		40.0
19.00	5	12		35.8
19.20	5	13		38.8
19.40	5	11		32.8
19.60	6	15		44.7
19.80	6	14		41.8
20.00	6	14		40.5

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)
qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

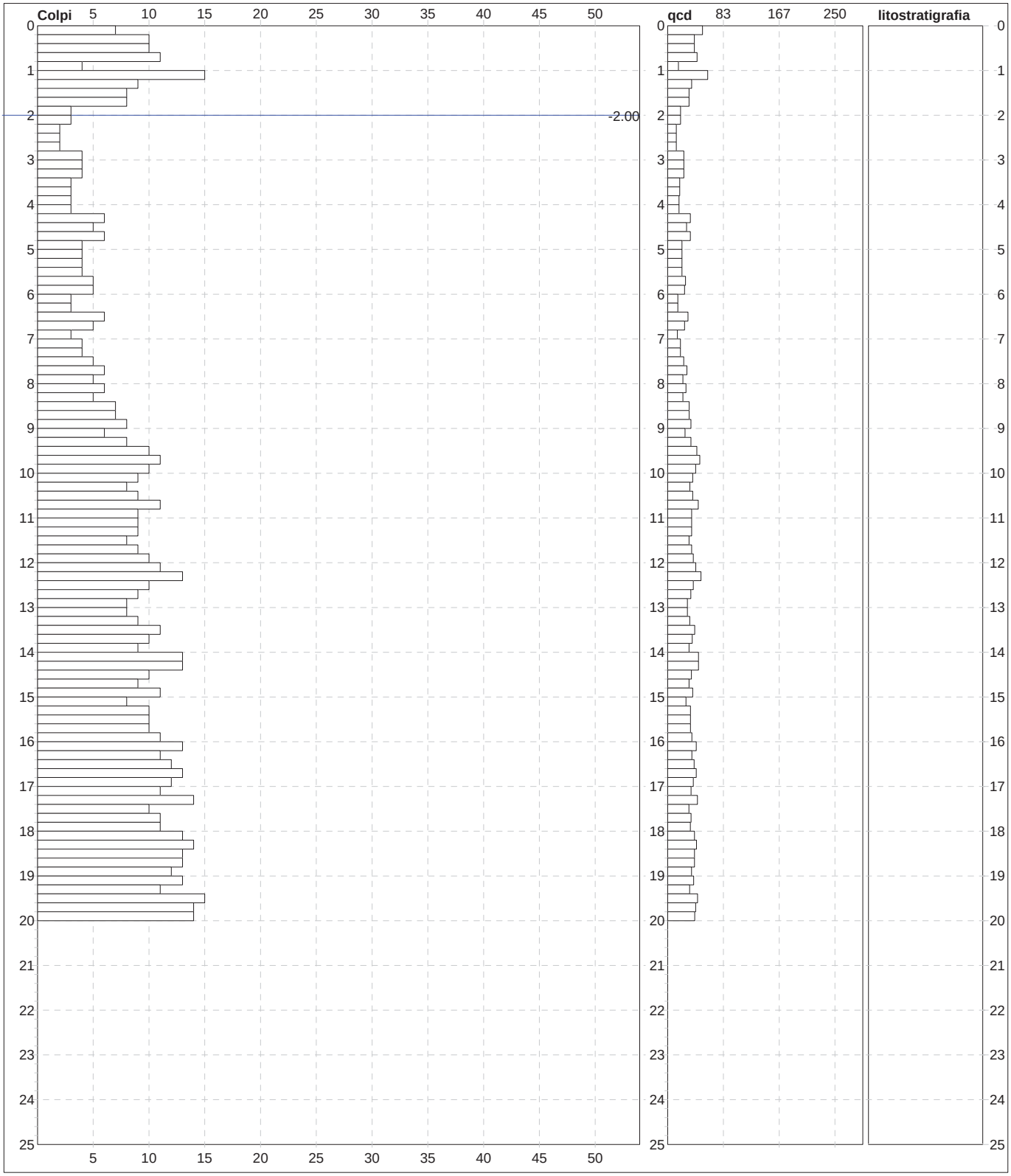
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DPSH	5
riferimento	Marinella

Committente:	**Dott. Geologo Tommaso Pratesi**
Cantiere:	**Piano spiagge Marinella**
Località:	**Sarzana (SP)**

U.M.:	**kg/cm²**
Scala:	1:125
Pagina:	1
Elaborato:	

Data esec.:	09/12/2014
Quota ass.:	Piano Campagna
Falda:	-2.00 m da p.c.



Penetrometro:	DPSH (S. Heavy)	Litologia:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo:	m
Massa battente:	63.50 m	Responsabile:		Corr.astine:	kg/ml
Altezza caduta:	0.75 m	Assistente:		Cod.ISTAT:	0
Avanzamento:	0.20 m				

nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
LETTURE DI CAMPAGNA PUNTA E/O TOTALE

DPSH	6
riferimento	Marinella

Committente: **Dott. Geologo Tommaso Pratesi**
Cantiere: **Piano spiagge Marinella**
Località: **Sarzana (SP)**

U.M.: **kg/cm²** | Data esec.: 09/12/2014
Pagina: 1
Elaborato:
Falda: -2.00 m Non rilevata

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²
0.20	1	4		29.8
0.40	1	13		51.9
0.60	2	11		43.9
0.80	2	16		63.8
1.00	2	15		59.8
1.20	2	7		27.9
1.40	2	4		16.0
1.60	3	3		12.0
1.80	3	3		12.0
2.00	3	3		12.0
2.20	3	2		8.0
2.40	3	4		16.0
2.60	4	3		12.0
2.80	4	5		19.9
3.00	4	3		12.0
3.20	4	5		19.9
3.40	4	4		16.0
3.60	5	7		27.9
3.80	5	4		16.0
4.00	5	3		12.0
4.20	5	3		12.0
4.40	5	4		16.0
4.60	6	5		19.9
4.80	6	4		16.0
5.00	6	6		23.9
5.20	6	3		12.0
5.40	6	5		19.9
5.60	7	4		16.0
5.80	7	4		16.0
6.00	7	4		16.0
6.20	7	4		16.0
6.40	7	5		19.9
6.60	8	6		23.9
6.80	8	5		19.9
7.00	8	4		16.0
7.20	8	4		16.0
7.40	8	5		19.9
7.60	9	5		19.9
7.80	9	4		16.0
8.00	9	5		19.9
8.20	9	5		19.9
8.40	9	5		19.9
8.60	10	5		19.9
8.80	10	5		19.9
9.00	10	4		16.0
9.20	10	4		16.0
9.40	10	7		27.9
9.60	11	11		43.9
9.80	11	9		35.9
10.00	11	13		51.9
10.20	11	10		39.9
10.40	11	10		39.9
10.60	12	11		43.9
10.80	12	9		35.9
11.00	12	11		43.9
11.20	12	10		39.9

H m	Asta n°	L1 n°	L2 n°	qcd kg/cm²

H = profondità
L1 = prima lettura (colpi punta)
L2 = seconda lettura (colpi rivestimento)
qcd = resistenza dinamica punta
Asta = numero di asta impiegata

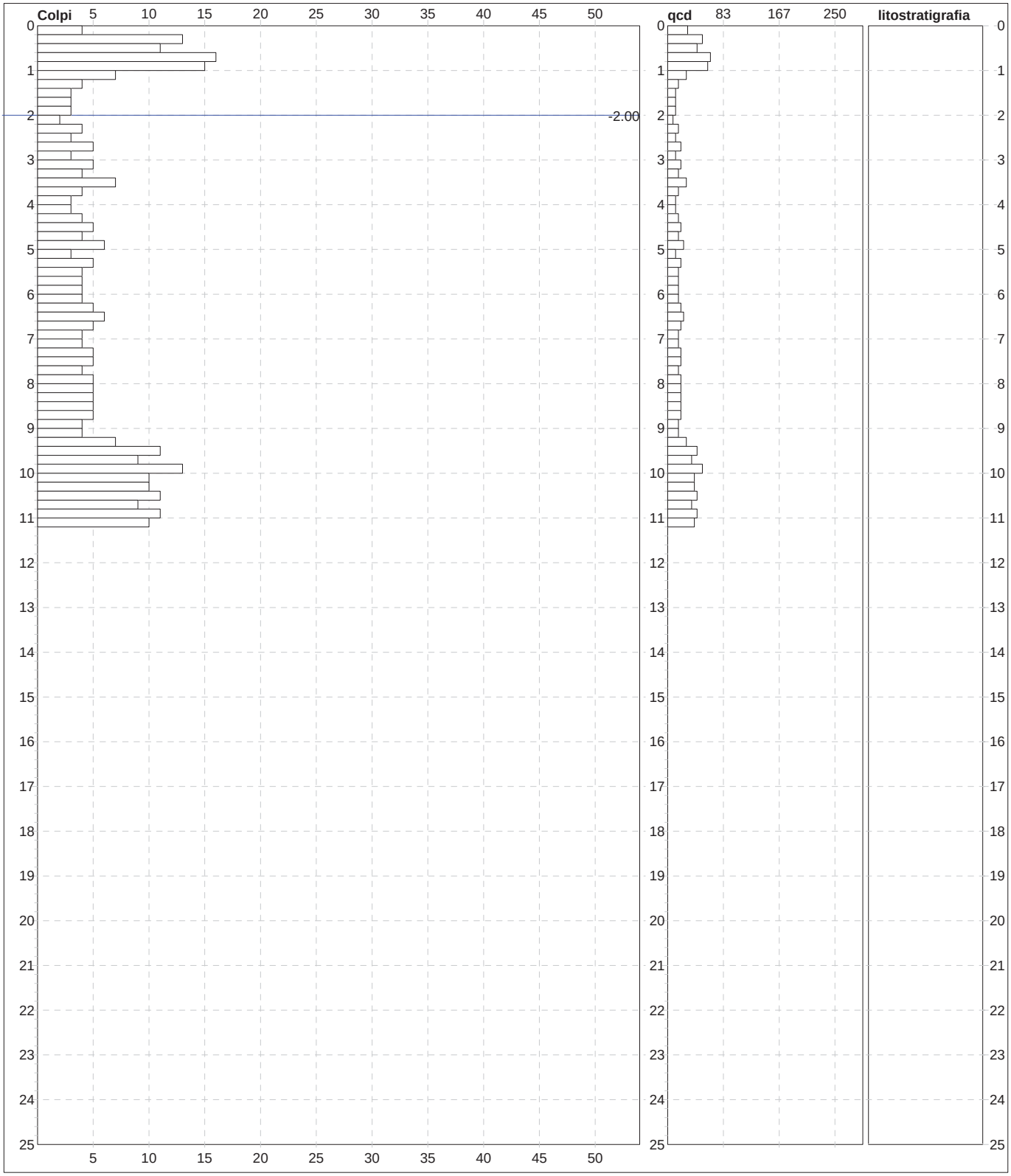
nota: FON050

GALILEO GEOFISICA
loc. Ponte alla Chiassa 294, Arezzo
3939097089 - 3383680385 - 0575362154

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMI COLPI / RESISTENZA

DPSH	6
riferimento	Marinella

Committente:	**Dott. Geologo Tommaso Pratesi**	U.M.: **kg/cm²**	Data esec.: 09/12/2014
Cantiere:	**Piano spiagge Marinella**	Scala: 1:125	Quota ass.: Piano Campagna
Località:	**Sarzana (SP)**	Pagina: 1	
		Elaborato:	Falda: -2.00 m Non rilevata



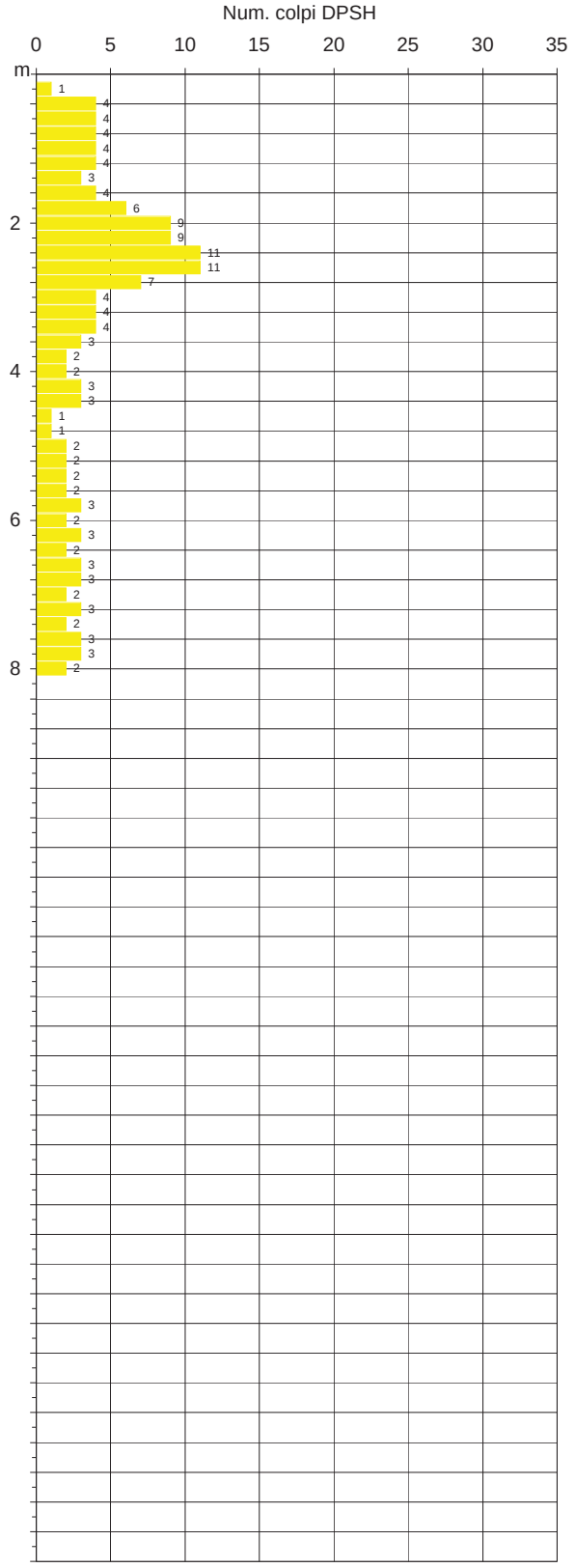
Penetrometro:	DPSH (S. Heavy)	Litologia:	Begemann [qc + qc/fs] 4 Zone	Preforo:	m
Massa battente:	63.50 m	Responsabile:		Corr.astine:	kg/ml
Altezza caduta:	0.75 m	Assistente:		Cod.ISTAT:	0
Avanzamento:	0.20 m				

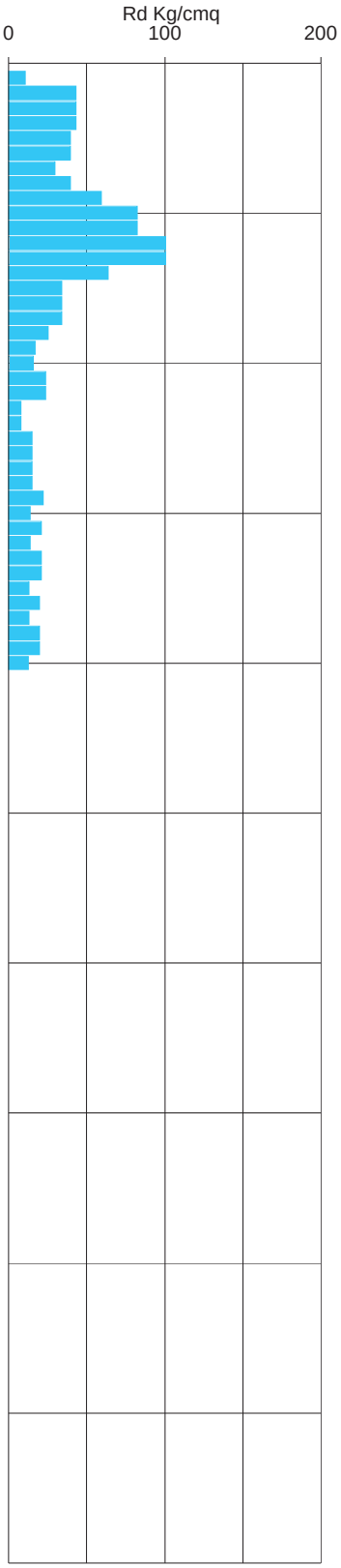
nota: FON050

Prova n. :	**9**	Data:	**30/04/2003**
Località :	**Borgo**	riferimento:	**2mps09**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**4**				0.4	**43.05**			0.4	**6**		
0.6	1.50	**4**				0.6	**43.05**			0.6	**6**		
0.8	1.50	**4**				0.8	**43.05**			0.8	**6**		
1	1.50	**4**				1	**39.53**			1	**6**		
1.2	1.50	**4**				1.2	**39.53**			1.2	**6**		
1.4	1.50	**3**				1.4	**29.65**			1.4	**5**		
1.6	1.50	**4**				1.6	**39.53**			1.6	**6**		
1.8	1.50	**6**				1.8	**59.30**			1.8	**9**		
2	1.50	**9**				2	**82.23**			2	**14**		
2.2	1.50	**9**				2.2	**82.23**			2.2	**14**		
2.4	1.50	**11**				2.4	**100.50**			2.4	**17**		
2.6	1.50	**11**				2.6	**100.50**			2.6	**17**		
2.8	1.50	**7**				2.8	**63.96**			2.8	**11**		
3	1.50	**4**				3	**33.98**			3	**6**		
3.2	1.50	**4**				3.2	**33.98**			3.2	**6**		
3.4	1.50	**4**				3.4	**33.98**			3.4	**6**		
3.6	1.50	**3**				3.6	**25.48**			3.6	**5**		
3.8	1.50	**2**				3.8	**16.99**			3.8	**3**		
4	1.50	**2**				4	**15.88**			4	**3**		
4.2	1.50	**3**				4.2	**23.81**			4.2	**5**		
4.4	1.50	**3**				4.4	**23.81**			4.4	**5**		
4.6	1.50	**1**				4.6	**7.94**			4.6	**2**		
4.8	1.50	**1**				4.8	**7.94**			4.8	**2**		
5	1.50	**2**				5	**14.90**			5	**3**		
5.2	1.50	**2**				5.2	**14.90**			5.2	**3**		
5.4	1.50	**2**				5.4	**14.90**			5.4	**3**		
5.6	1.50	**2**				5.6	**14.90**			5.6	**3**		
5.8	1.50	**3**				5.8	**22.35**			5.8	**5**		
6	1.50	**2**				6	**14.03**			6	**3**		
6.2	1.50	**3**				6.2	**21.05**			6.2	**5**		
6.4	1.50	**2**				6.4	**14.03**			6.4	**3**		
6.6	1.50	**3**				6.6	**21.05**			6.6	**5**		
6.8	1.50	**3**				6.8	**21.05**			6.8	**5**		
7	1.50	**2**				7	**13.26**			7	**3**		
7.2	1.50	**3**				7.2	**19.90**			7.2	**5**		
7.4	1.50	**2**				7.4	**13.26**			7.4	**3**		
7.6	1.50	**3**				7.6	**19.90**			7.6	**5**		
7.8	1.50	**3**				7.8	**19.90**			7.8	**5**		
8	1.50	**2**				8	**12.57**			8	**3**		

Dott. TOMMASO PRATESI



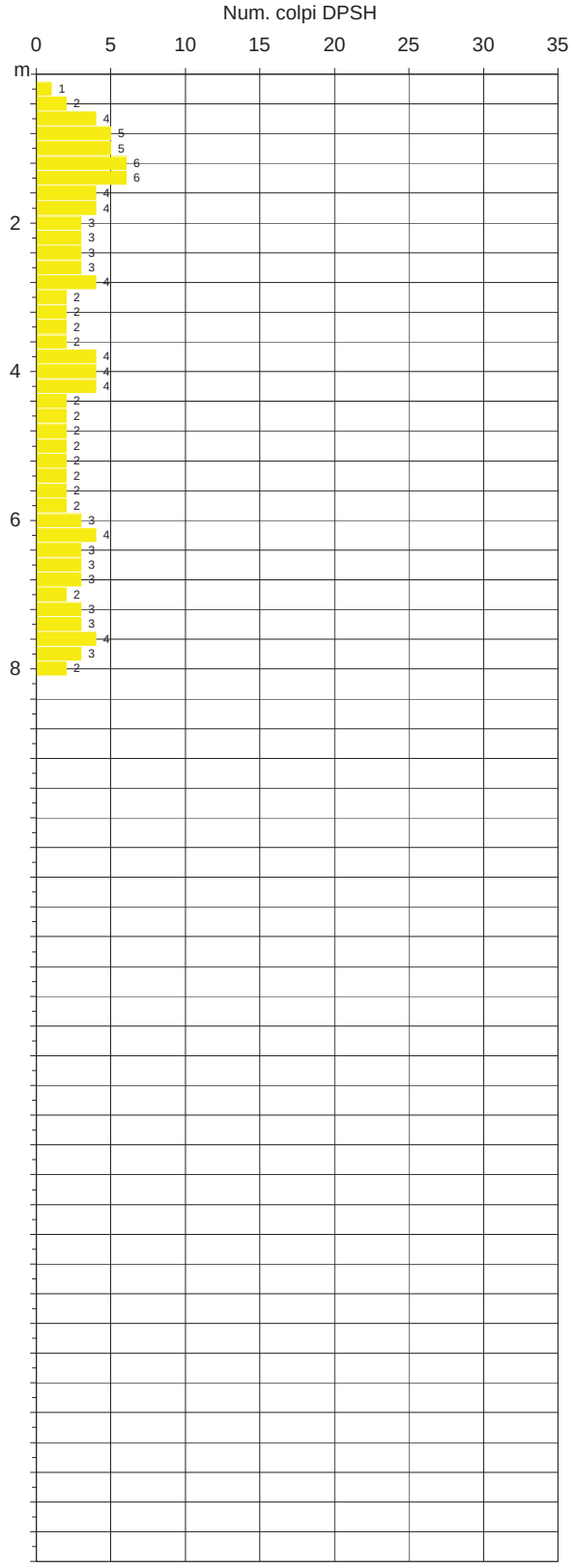


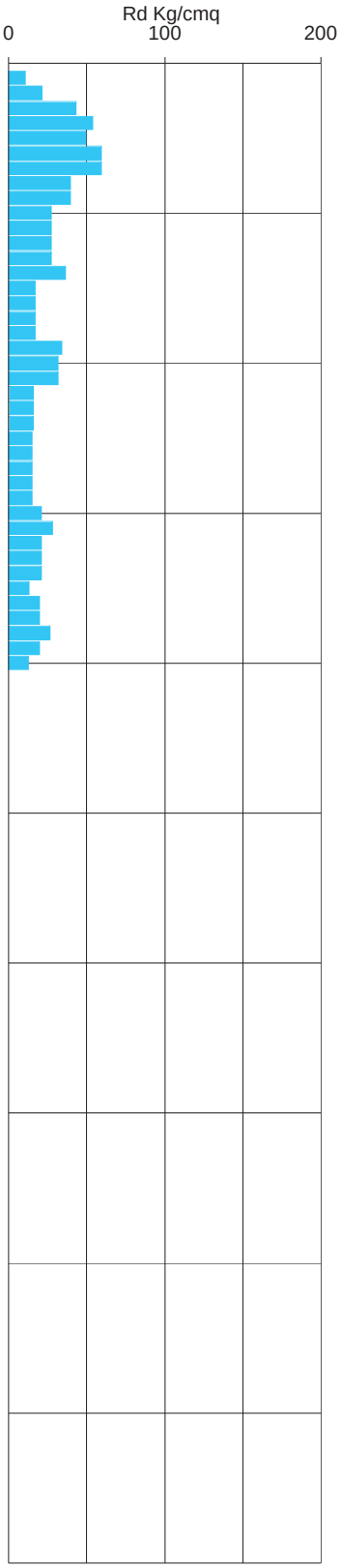
Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**10**	Data:	**30/04/2003**
Località :	**Borgo**	riferimento:	**2mps10**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**2**				0.4	**21.52**			0.4	**3**		
0.6	1.50	**4**				0.6	**43.05**			0.6	**6**		
0.8	1.50	**5**				0.8	**53.81**			0.8	**8**		
1	1.50	**5**				1	**49.41**			1	**8**		
1.2	1.50	**6**				1.2	**59.30**			1.2	**9**		
1.4	1.50	**6**				1.4	**59.30**			1.4	**9**		
1.6	1.50	**4**				1.6	**39.53**			1.6	**6**		
1.8	1.50	**4**				1.8	**39.53**			1.8	**6**		
2	1.50	**3**				2	**27.41**			2	**5**		
2.2	1.50	**3**				2.2	**27.41**			2.2	**5**		
2.4	1.50	**3**				2.4	**27.41**			2.4	**5**		
2.6	1.50	**3**				2.6	**27.41**			2.6	**5**		
2.8	1.50	**4**				2.8	**36.55**			2.8	**6**		
3	1.50	**2**				3	**16.99**			3	**3**		
3.2	1.50	**2**				3.2	**16.99**			3.2	**3**		
3.4	1.50	**2**				3.4	**16.99**			3.4	**3**		
3.6	1.50	**2**				3.6	**16.99**			3.6	**3**		
3.8	1.50	**4**				3.8	**33.98**			3.8	**6**		
4	1.50	**4**				4	**31.75**			4	**6**		
4.2	1.50	**4**				4.2	**31.75**			4.2	**6**		
4.4	1.50	**2**				4.4	**15.88**			4.4	**3**		
4.6	1.50	**2**				4.6	**15.88**			4.6	**3**		
4.8	1.50	**2**				4.8	**15.88**			4.8	**3**		
5	1.50	**2**				5	**14.90**			5	**3**		
5.2	1.50	**2**				5.2	**14.90**			5.2	**3**		
5.4	1.50	**2**				5.4	**14.90**			5.4	**3**		
5.6	1.50	**2**				5.6	**14.90**			5.6	**3**		
5.8	1.50	**2**				5.8	**14.90**			5.8	**3**		
6	1.50	**3**				6	**21.05**			6	**5**		
6.2	1.50	**4**				6.2	**28.07**			6.2	**6**		
6.4	1.50	**3**				6.4	**21.05**			6.4	**5**		
6.6	1.50	**3**				6.6	**21.05**			6.6	**5**		
6.8	1.50	**3**				6.8	**21.05**			6.8	**5**		
7	1.50	**2**				7	**13.26**			7	**3**		
7.2	1.50	**3**				7.2	**19.90**			7.2	**5**		
7.4	1.50	**3**				7.4	**19.90**			7.4	**5**		
7.6	1.50	**4**				7.6	**26.53**			7.6	**6**		
7.8	1.50	**3**				7.8	**19.90**			7.8	**5**		
8	1.50	**2**				8	**12.57**			8	**3**		

Dott. TOMMASO PRATESI



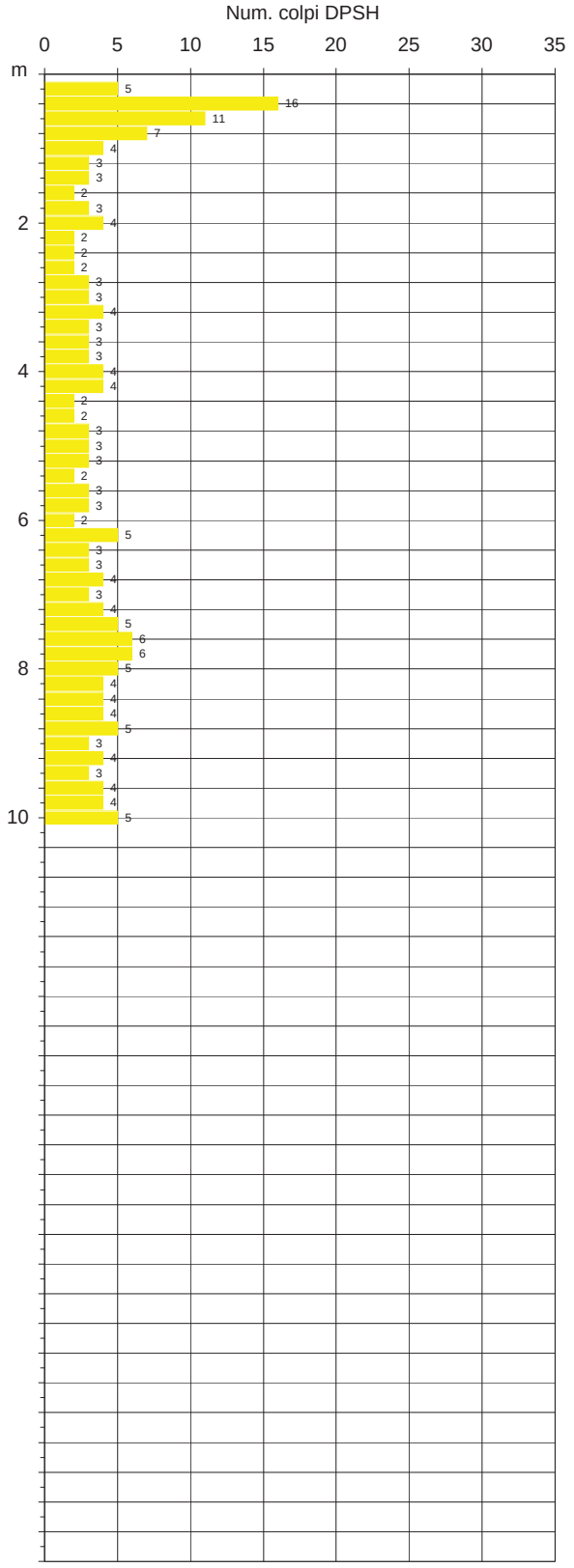


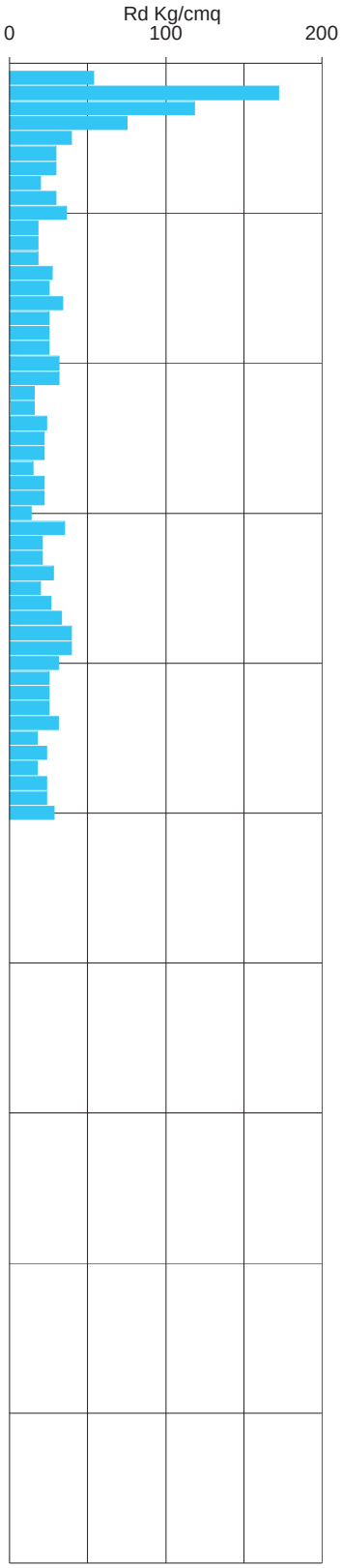
Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**11**	Data:	**15/05/2003**
Località :	**Borgo**	riferimento:	**2mps11**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**5**				0.2	**53.81**			0.2	**8**		
0.4	1.50	**16**				0.4	**172.20**			0.4	**24**		
0.6	1.50	**11**				0.6	**118.38**			0.6	**17**		
0.8	1.50	**7**				0.8	**75.34**			0.8	**11**		
1	1.50	**4**				1	**39.53**			1	**6**		
1.2	1.50	**3**				1.2	**29.65**			1.2	**5**		
1.4	1.50	**3**				1.4	**29.65**			1.4	**5**		
1.6	1.50	**2**				1.6	**19.77**			1.6	**3**		
1.8	1.50	**3**				1.8	**29.65**			1.8	**5**		
2	1.50	**4**				2	**36.55**			2	**6**		
2.2	1.50	**2**				2.2	**18.27**			2.2	**3**		
2.4	1.50	**2**				2.4	**18.27**			2.4	**3**		
2.6	1.50	**2**				2.6	**18.27**			2.6	**3**		
2.8	1.50	**3**				2.8	**27.41**			2.8	**5**		
3	1.50	**3**				3	**25.48**			3	**5**		
3.2	1.50	**4**				3.2	**33.98**			3.2	**6**		
3.4	1.50	**3**				3.4	**25.48**			3.4	**5**		
3.6	1.50	**3**				3.6	**25.48**			3.6	**5**		
3.8	1.50	**3**				3.8	**25.48**			3.8	**5**		
4	1.50	**4**				4	**31.75**			4	**6**		
4.2	1.50	**4**				4.2	**31.75**			4.2	**6**		
4.4	1.50	**2**				4.4	**15.88**			4.4	**3**		
4.6	1.50	**2**				4.6	**15.88**			4.6	**3**		
4.8	1.50	**3**				4.8	**23.81**			4.8	**5**		
5	1.50	**3**				5	**22.35**			5	**5**		
5.2	1.50	**3**				5.2	**22.35**			5.2	**5**		
5.4	1.50	**2**				5.4	**14.90**			5.4	**3**		
5.6	1.50	**3**				5.6	**22.35**			5.6	**5**		
5.8	1.50	**3**				5.8	**22.35**			5.8	**5**		
6	1.50	**2**				6	**14.03**			6	**3**		
6.2	1.50	**5**				6.2	**35.08**			6.2	**8**		
6.4	1.50	**3**				6.4	**21.05**			6.4	**5**		
6.6	1.50	**3**				6.6	**21.05**			6.6	**5**		
6.8	1.50	**4**				6.8	**28.07**			6.8	**6**		
7	1.50	**3**				7	**19.90**			7	**5**		
7.2	1.50	**4**				7.2	**26.53**			7.2	**6**		
7.4	1.50	**5**				7.4	**33.16**			7.4	**8**		
7.6	1.50	**6**				7.6	**39.79**			7.6	**9**		
7.8	1.50	**6**				7.8	**39.79**			7.8	**9**		
8	1.50	**5**				8	**31.44**			8	**8**		
8.2	1.50	**4**				8.2	**25.15**			8.2	**6**		
8.4	1.50	**4**				8.4	**25.15**			8.4	**6**		
8.6	1.50	**4**				8.6	**25.15**			8.6	**6**		
8.8	1.50	**5**				8.8	**31.44**			8.8	**8**		
9	1.50	**3**				9	**17.93**			9	**5**		
9.2	1.50	**4**				9.2	**23.91**			9.2	**6**		
9.4	1.50	**3**				9.4	**17.93**			9.4	**5**		
9.6	1.50	**4**				9.6	**23.91**			9.6	**6**		
9.8	1.50	**4**				9.8	**23.91**			9.8	**6**		
10	1.50	**5**				10	**28.48**			10	**8**		

Dott. TOMMASO PRATESI



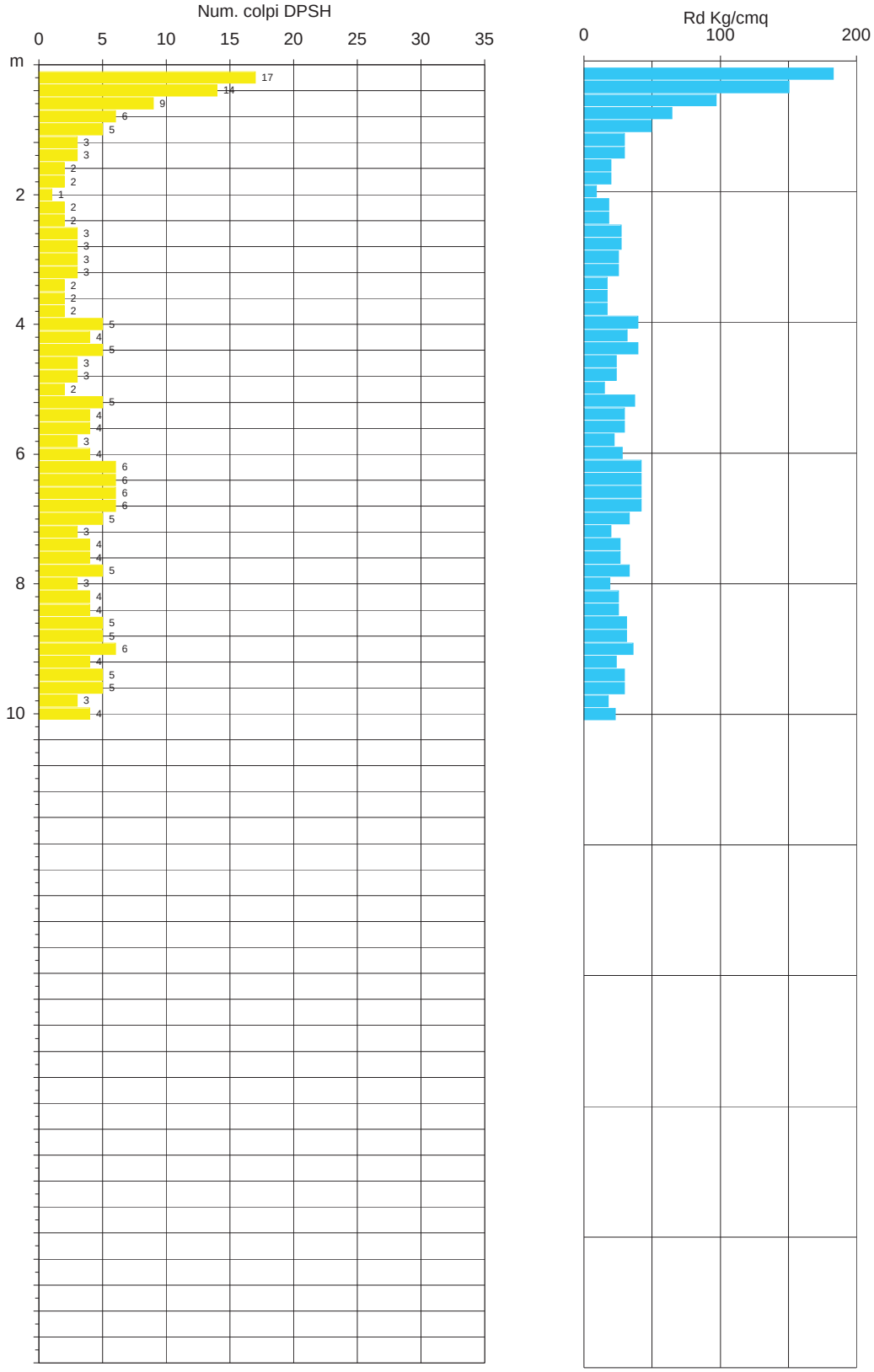


Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**60**	Data:	**07/05/2003**
Località :	**Spiaggia**	riferimento:	**3mps60**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	**nr**

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**17**				0.2	**182.96**			0.2	**26**		
0.4	1.50	**14**				0.4	**150.67**			0.4	**21**		
0.6	1.50	**9**				0.6	**96.86**			0.6	**14**		
0.8	1.50	**6**				0.8	**64.57**			0.8	**9**		
1	1.50	**5**				1	**49.41**			1	**8**		
1.2	1.50	**3**				1.2	**29.65**			1.2	**5**		
1.4	1.50	**3**				1.4	**29.65**			1.4	**5**		
1.6	1.50	**2**				1.6	**19.77**			1.6	**3**		
1.8	1.50	**2**				1.8	**19.77**			1.8	**3**		
2	1.50	**1**				2	**9.14**			2	**2**		
2.2	1.50	**2**				2.2	**18.27**			2.2	**3**		
2.4	1.50	**2**				2.4	**18.27**			2.4	**3**		
2.6	1.50	**3**				2.6	**27.41**			2.6	**5**		
2.8	1.50	**3**				2.8	**27.41**			2.8	**5**		
3	1.50	**3**				3	**25.48**			3	**5**		
3.2	1.50	**3**				3.2	**25.48**			3.2	**5**		
3.4	1.50	**2**				3.4	**16.99**			3.4	**3**		
3.6	1.50	**2**				3.6	**16.99**			3.6	**3**		
3.8	1.50	**2**				3.8	**16.99**			3.8	**3**		
4	1.50	**5**				4	**39.69**			4	**8**		
4.2	1.50	**4**				4.2	**31.75**			4.2	**6**		
4.4	1.50	**5**				4.4	**39.69**			4.4	**8**		
4.6	1.50	**3**				4.6	**23.81**			4.6	**5**		
4.8	1.50	**3**				4.8	**23.81**			4.8	**5**		
5	1.50	**2**				5	**14.90**			5	**3**		
5.2	1.50	**5**				5.2	**37.24**			5.2	**8**		
5.4	1.50	**4**				5.4	**29.79**			5.4	**6**		
5.6	1.50	**4**				5.6	**29.79**			5.6	**6**		
5.8	1.50	**3**				5.8	**22.35**			5.8	**5**		
6	1.50	**4**				6	**28.07**			6	**6**		
6.2	1.50	**6**				6.2	**42.10**			6.2	**9**		
6.4	1.50	**6**				6.4	**42.10**			6.4	**9**		
6.6	1.50	**6**				6.6	**42.10**			6.6	**9**		
6.8	1.50	**6**				6.8	**42.10**			6.8	**9**		
7	1.50	**5**				7	**33.16**			7	**8**		
7.2	1.50	**3**				7.2	**19.90**			7.2	**5**		
7.4	1.50	**4**				7.4	**26.53**			7.4	**6**		
7.6	1.50	**4**				7.6	**26.53**			7.6	**6**		
7.8	1.50	**5**				7.8	**33.16**			7.8	**8**		
8	1.50	**3**				8	**18.86**			8	**5**		
8.2	1.50	**4**				8.2	**25.15**			8.2	**6**		
8.4	1.50	**4**				8.4	**25.15**			8.4	**6**		
8.6	1.50	**5**				8.6	**31.44**			8.6	**8**		
8.8	1.50	**5**				8.8	**31.44**			8.8	**8**		
9	1.50	**6**				9	**35.86**			9	**9**		
9.2	1.50	**4**				9.2	**23.91**			9.2	**6**		
9.4	1.50	**5**				9.4	**29.88**			9.4	**8**		
9.6	1.50	**5**				9.6	**29.88**			9.6	**8**		
9.8	1.50	**3**				9.8	**17.93**			9.8	**5**		
10	1.50	**4**				10	**22.78**			10	**6**		



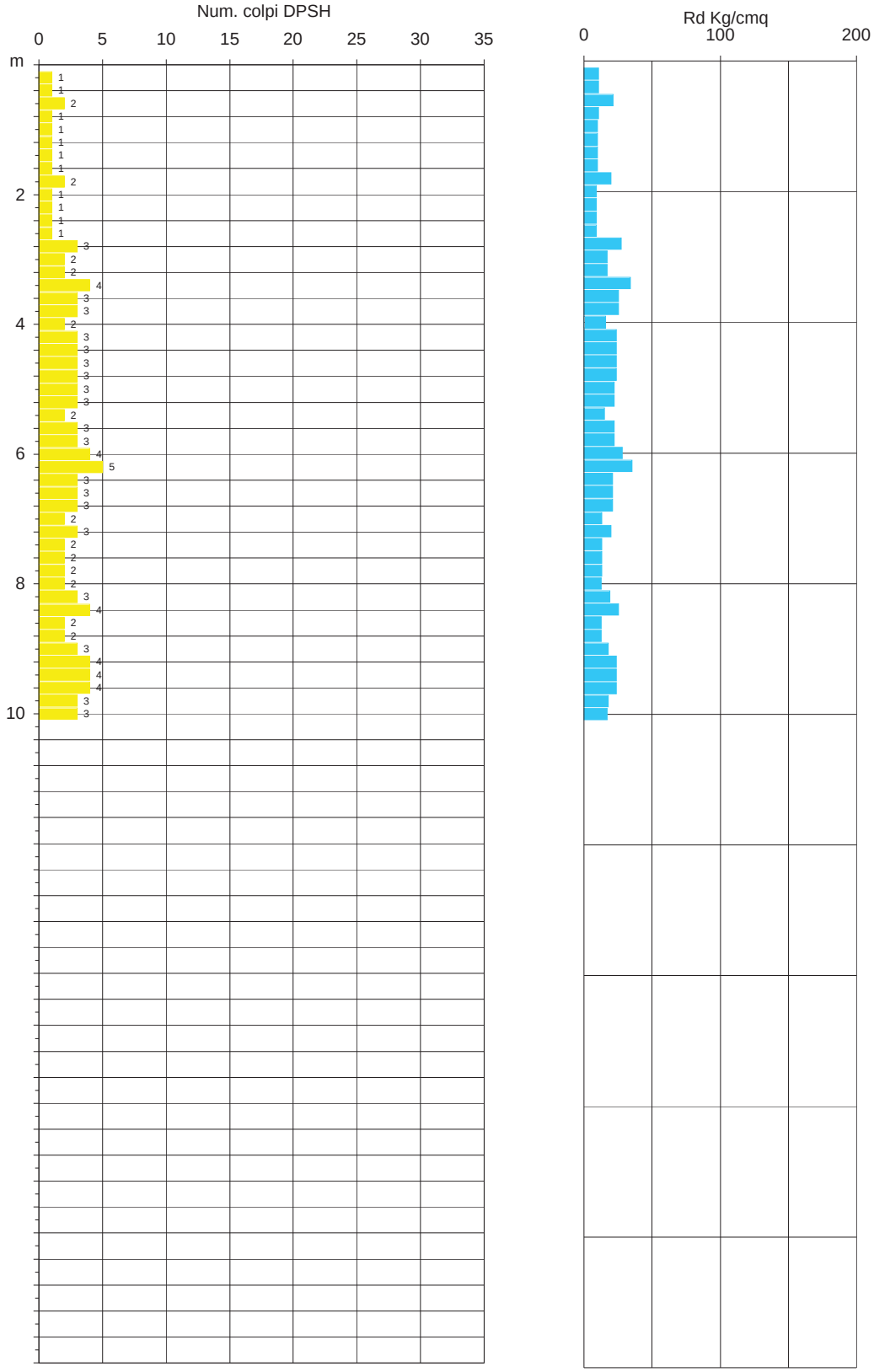


Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**62**	Data:	**07/05/2003**
Località :	**Retrospiaggia**	riferimento:	**4mps62**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**1**				0.4	**10.76**			0.4	**2**		
0.6	1.50	**2**				0.6	**21.52**			0.6	**3**		
0.8	1.50	**1**				0.8	**10.76**			0.8	**2**		
1	1.50	**1**				1	**9.88**			1	**2**		
1.2	1.50	**1**				1.2	**9.88**			1.2	**2**		
1.4	1.50	**1**				1.4	**9.88**			1.4	**2**		
1.6	1.50	**1**				1.6	**9.88**			1.6	**2**		
1.8	1.50	**2**				1.8	**19.77**			1.8	**3**		
2	1.50	**1**				2	**9.14**			2	**2**		
2.2	1.50	**1**				2.2	**9.14**			2.2	**2**		
2.4	1.50	**1**				2.4	**9.14**			2.4	**2**		
2.6	1.50	**1**				2.6	**9.14**			2.6	**2**		
2.8	1.50	**3**				2.8	**27.41**			2.8	**5**		
3	1.50	**2**				3	**16.99**			3	**3**		
3.2	1.50	**2**				3.2	**16.99**			3.2	**3**		
3.4	1.50	**4**				3.4	**33.98**			3.4	**6**		
3.6	1.50	**3**				3.6	**25.48**			3.6	**5**		
3.8	1.50	**3**				3.8	**25.48**			3.8	**5**		
4	1.50	**2**				4	**15.88**			4	**3**		
4.2	1.50	**3**				4.2	**23.81**			4.2	**5**		
4.4	1.50	**3**				4.4	**23.81**			4.4	**5**		
4.6	1.50	**3**				4.6	**23.81**			4.6	**5**		
4.8	1.50	**3**				4.8	**23.81**			4.8	**5**		
5	1.50	**3**				5	**22.35**			5	**5**		
5.2	1.50	**3**				5.2	**22.35**			5.2	**5**		
5.4	1.50	**2**				5.4	**14.90**			5.4	**3**		
5.6	1.50	**3**				5.6	**22.35**			5.6	**5**		
5.8	1.50	**3**				5.8	**22.35**			5.8	**5**		
6	1.50	**4**				6	**28.07**			6	**6**		
6.2	1.50	**5**				6.2	**35.08**			6.2	**8**		
6.4	1.50	**3**				6.4	**21.05**			6.4	**5**		
6.6	1.50	**3**				6.6	**21.05**			6.6	**5**		
6.8	1.50	**3**				6.8	**21.05**			6.8	**5**		
7	1.50	**2**				7	**13.26**			7	**3**		
7.2	1.50	**3**				7.2	**19.90**			7.2	**5**		
7.4	1.50	**2**				7.4	**13.26**			7.4	**3**		
7.6	1.50	**2**				7.6	**13.26**			7.6	**3**		
7.8	1.50	**2**				7.8	**13.26**			7.8	**3**		
8	1.50	**2**				8	**12.57**			8	**3**		
8.2	1.50	**3**				8.2	**18.86**			8.2	**5**		
8.4	1.50	**4**				8.4	**25.15**			8.4	**6**		
8.6	1.50	**2**				8.6	**12.57**			8.6	**3**		
8.8	1.50	**2**				8.8	**12.57**			8.8	**3**		
9	1.50	**3**				9	**17.93**			9	**5**		
9.2	1.50	**4**				9.2	**23.91**			9.2	**6**		
9.4	1.50	**4**				9.4	**23.91**			9.4	**6**		
9.6	1.50	**4**				9.6	**23.91**			9.6	**6**		
9.8	1.50	**3**				9.8	**17.93**			9.8	**5**		
10	1.50	**3**				10	**17.09**			10	**5**		



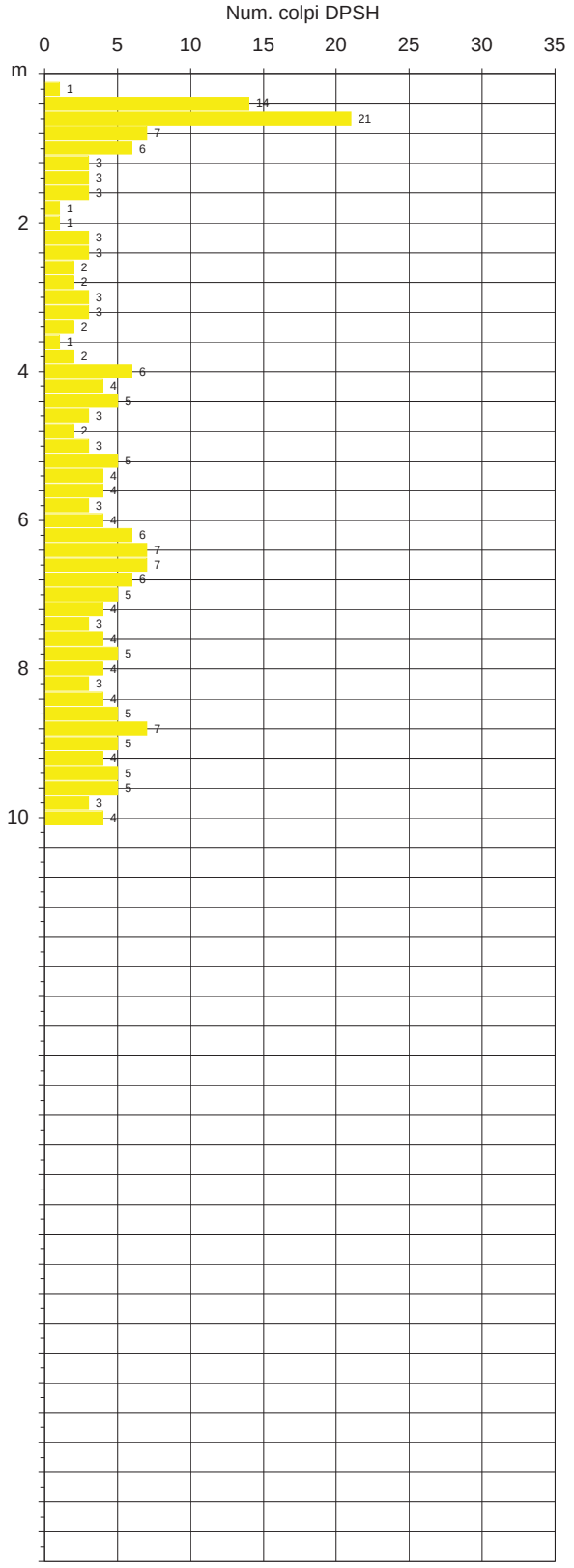


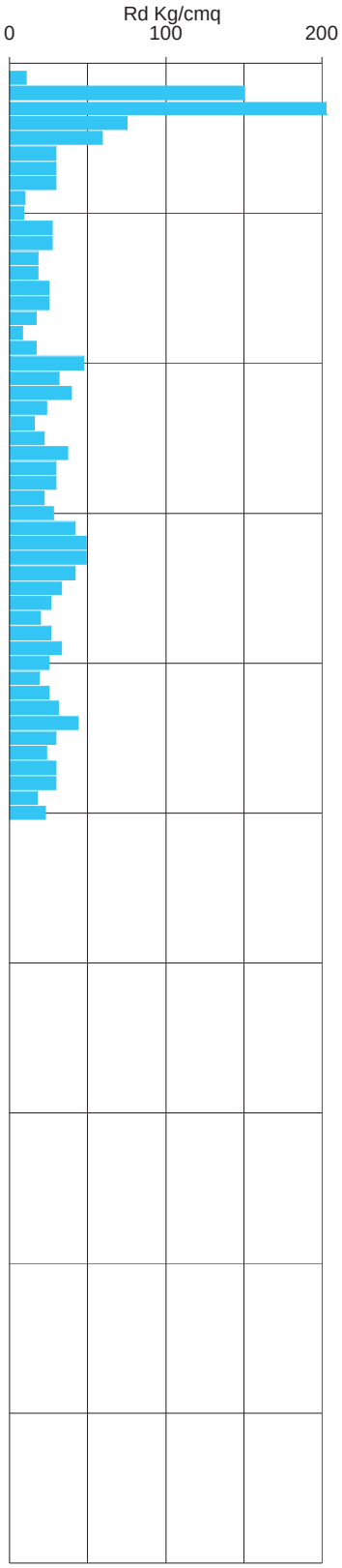
Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**66**	Data:	**07/05/2003**
Località :	**Retrospiaggia**	riferimento:	**4mps66**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	**nr**

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**14**				0.4	**150.67**			0.4	**21**		
0.6	1.50	**21**				0.6	**226.01**			0.6	**32**		
0.8	1.50	**7**				0.8	**75.34**			0.8	**11**		
1	1.50	**6**				1	**59.30**			1	**9**		
1.2	1.50	**3**				1.2	**29.65**			1.2	**5**		
1.4	1.50	**3**				1.4	**29.65**			1.4	**5**		
1.6	1.50	**3**				1.6	**29.65**			1.6	**5**		
1.8	1.50	**1**				1.8	**9.88**			1.8	**2**		
2	1.50	**1**				2	**9.14**			2	**2**		
2.2	1.50	**3**				2.2	**27.41**			2.2	**5**		
2.4	1.50	**3**				2.4	**27.41**			2.4	**5**		
2.6	1.50	**2**				2.6	**18.27**			2.6	**3**		
2.8	1.50	**2**				2.8	**18.27**			2.8	**3**		
3	1.50	**3**				3	**25.48**			3	**5**		
3.2	1.50	**3**				3.2	**25.48**			3.2	**5**		
3.4	1.50	**2**				3.4	**16.99**			3.4	**3**		
3.6	1.50	**1**				3.6	**8.49**			3.6	**2**		
3.8	1.50	**2**				3.8	**16.99**			3.8	**3**		
4	1.50	**6**				4	**47.63**			4	**9**		
4.2	1.50	**4**				4.2	**31.75**			4.2	**6**		
4.4	1.50	**5**				4.4	**39.69**			4.4	**8**		
4.6	1.50	**3**				4.6	**23.81**			4.6	**5**		
4.8	1.50	**2**				4.8	**15.88**			4.8	**3**		
5	1.50	**3**				5	**22.35**			5	**5**		
5.2	1.50	**5**				5.2	**37.24**			5.2	**8**		
5.4	1.50	**4**				5.4	**29.79**			5.4	**6**		
5.6	1.50	**4**				5.6	**29.79**			5.6	**6**		
5.8	1.50	**3**				5.8	**22.35**			5.8	**5**		
6	1.50	**4**				6	**28.07**			6	**6**		
6.2	1.50	**6**				6.2	**42.10**			6.2	**9**		
6.4	1.50	**7**				6.4	**49.12**			6.4	**11**		
6.6	1.50	**7**				6.6	**49.12**			6.6	**11**		
6.8	1.50	**6**				6.8	**42.10**			6.8	**9**		
7	1.50	**5**				7	**33.16**			7	**8**		
7.2	1.50	**4**				7.2	**26.53**			7.2	**6**		
7.4	1.50	**3**				7.4	**19.90**			7.4	**5**		
7.6	1.50	**4**				7.6	**26.53**			7.6	**6**		
7.8	1.50	**5**				7.8	**33.16**			7.8	**8**		
8	1.50	**4**				8	**25.15**			8	**6**		
8.2	1.50	**3**				8.2	**18.86**			8.2	**5**		
8.4	1.50	**4**				8.4	**25.15**			8.4	**6**		
8.6	1.50	**5**				8.6	**31.44**			8.6	**8**		
8.8	1.50	**7**				8.8	**44.01**			8.8	**11**		
9	1.50	**5**				9	**29.88**			9	**8**		
9.2	1.50	**4**				9.2	**23.91**			9.2	**6**		
9.4	1.50	**5**				9.4	**29.88**			9.4	**8**		
9.6	1.50	**5**				9.6	**29.88**			9.6	**8**		
9.8	1.50	**3**				9.8	**17.93**			9.8	**5**		
10	1.50	**4**				10	**22.78**			10	**6**		





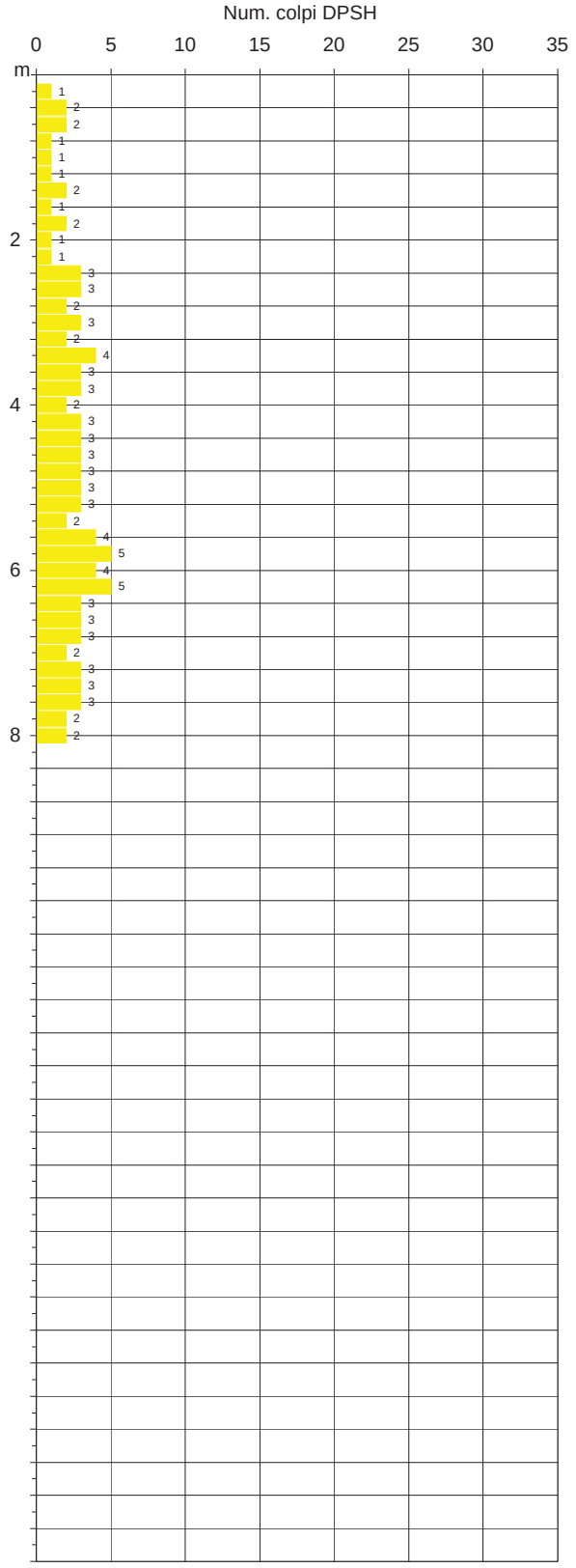


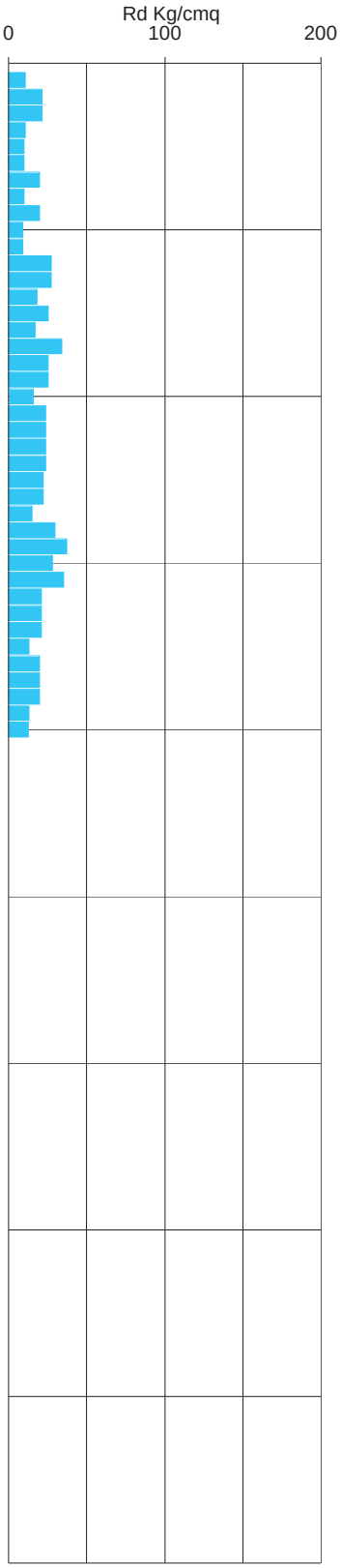
Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**68**	Data:	**07/05/2003**
Località :	**Retrospiaggia**	riferimento:	**4mps68**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**2**				0.4	**21.52**			0.4	**3**		
0.6	1.50	**2**				0.6	**21.52**			0.6	**3**		
0.8	1.50	**1**				0.8	**10.76**			0.8	**2**		
1	1.50	**1**				1	**9.88**			1	**2**		
1.2	1.50	**1**				1.2	**9.88**			1.2	**2**		
1.4	1.50	**2**				1.4	**19.77**			1.4	**3**		
1.6	1.50	**1**				1.6	**9.88**			1.6	**2**		
1.8	1.50	**2**				1.8	**19.77**			1.8	**3**		
2	1.50	**1**				2	**9.14**			2	**2**		
2.2	1.50	**1**				2.2	**9.14**			2.2	**2**		
2.4	1.50	**3**				2.4	**27.41**			2.4	**5**		
2.6	1.50	**3**				2.6	**27.41**			2.6	**5**		
2.8	1.50	**2**				2.8	**18.27**			2.8	**3**		
3	1.50	**3**				3	**25.48**			3	**5**		
3.2	1.50	**2**				3.2	**16.99**			3.2	**3**		
3.4	1.50	**4**				3.4	**33.98**			3.4	**6**		
3.6	1.50	**3**				3.6	**25.48**			3.6	**5**		
3.8	1.50	**3**				3.8	**25.48**			3.8	**5**		
4	1.50	**2**				4	**15.88**			4	**3**		
4.2	1.50	**3**				4.2	**23.81**			4.2	**5**		
4.4	1.50	**3**				4.4	**23.81**			4.4	**5**		
4.6	1.50	**3**				4.6	**23.81**			4.6	**5**		
4.8	1.50	**3**				4.8	**23.81**			4.8	**5**		
5	1.50	**3**				5	**22.35**			5	**5**		
5.2	1.50	**3**				5.2	**22.35**			5.2	**5**		
5.4	1.50	**2**				5.4	**14.90**			5.4	**3**		
5.6	1.50	**4**				5.6	**29.79**			5.6	**6**		
5.8	1.50	**5**				5.8	**37.24**			5.8	**8**		
6	1.50	**4**				6	**28.07**			6	**6**		
6.2	1.50	**5**				6.2	**35.08**			6.2	**8**		
6.4	1.50	**3**				6.4	**21.05**			6.4	**5**		
6.6	1.50	**3**				6.6	**21.05**			6.6	**5**		
6.8	1.50	**3**				6.8	**21.05**			6.8	**5**		
7	1.50	**2**				7	**13.26**			7	**3**		
7.2	1.50	**3**				7.2	**19.90**			7.2	**5**		
7.4	1.50	**3**				7.4	**19.90**			7.4	**5**		
7.6	1.50	**3**				7.6	**19.90**			7.6	**5**		
7.8	1.50	**2**				7.8	**13.26**			7.8	**3**		
8	1.50	**2**				8	**12.57**			8	**3**		

Dott. TOMMASO PRATESI



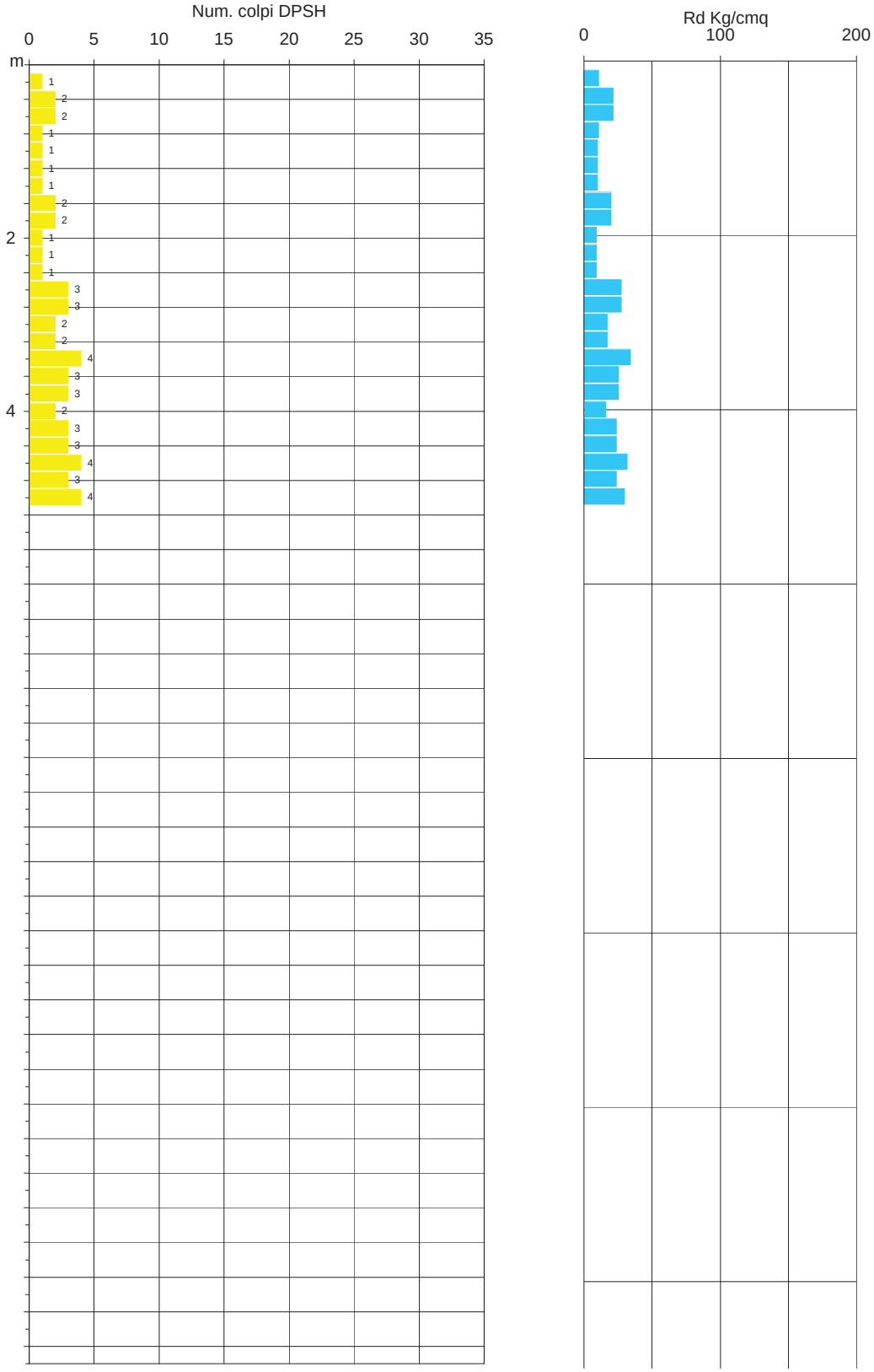


Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**69**	Data:	**07/05/2003**
Località :	**Retrospiaggia**	riferimento:	**4mps69**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**2**				0.4	**21.52**			0.4	**3**		
0.6	1.50	**2**				0.6	**21.52**			0.6	**3**		
0.8	1.50	**1**				0.8	**10.76**			0.8	**2**		
1	1.50	**1**				1	**9.88**			1	**2**		
1.2	1.50	**1**				1.2	**9.88**			1.2	**2**		
1.4	1.50	**1**				1.4	**9.88**			1.4	**2**		
1.6	1.50	**2**				1.6	**19.77**			1.6	**3**		
1.8	1.50	**2**				1.8	**19.77**			1.8	**3**		
2	1.50	**1**				2	**9.14**			2	**2**		
2.2	1.50	**1**				2.2	**9.14**			2.2	**2**		
2.4	1.50	**1**				2.4	**9.14**			2.4	**2**		
2.6	1.50	**3**				2.6	**27.41**			2.6	**5**		
2.8	1.50	**3**				2.8	**27.41**			2.8	**5**		
3	1.50	**2**				3	**16.99**			3	**3**		
3.2	1.50	**2**				3.2	**16.99**			3.2	**3**		
3.4	1.50	**4**				3.4	**33.98**			3.4	**6**		
3.6	1.50	**3**				3.6	**25.48**			3.6	**5**		
3.8	1.50	**3**				3.8	**25.48**			3.8	**5**		
4	1.50	**2**				4	**15.88**			4	**3**		
4.2	1.50	**3**				4.2	**23.81**			4.2	**5**		
4.4	1.50	**3**				4.4	**23.81**			4.4	**5**		
4.6	1.50	**4**				4.6	**31.75**			4.6	**6**		
4.8	1.50	**3**				4.8	**23.81**			4.8	**5**		
5	1.50	**4**				5	**29.79**			5	**6**		

Dott. TOMMASO PRATESI

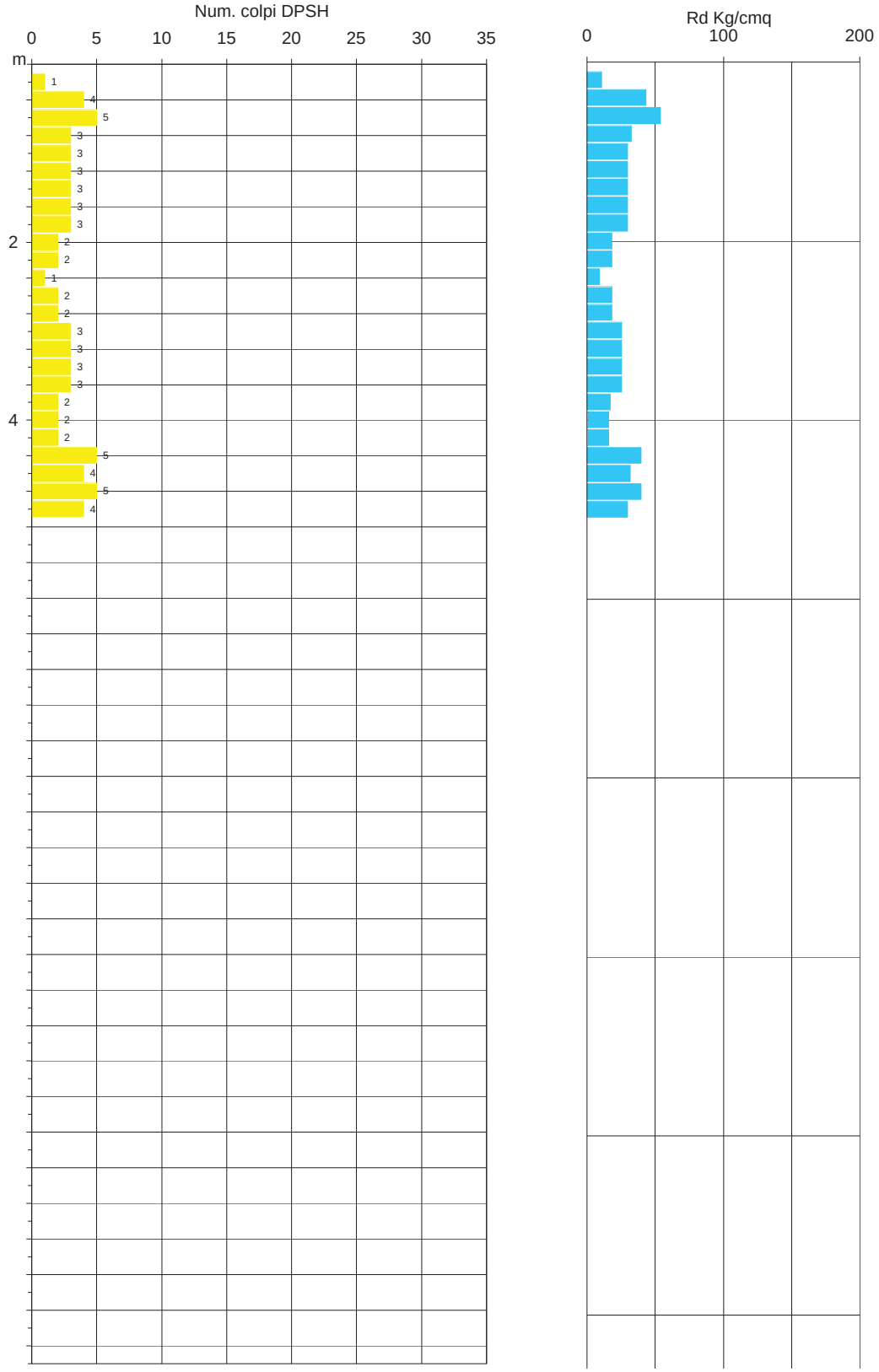


Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**101**	Data:	**07/05/2003**
Località :	**Spiaggia**	riferimento:	**3mps101**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	**nr**

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**4**				0.4	**43.05**			0.4	**6**		
0.6	1.50	**5**				0.6	**53.81**			0.6	**8**		
0.8	1.50	**3**				0.8	**32.29**			0.8	**5**		
1	1.50	**3**				1	**29.65**			1	**5**		
1.2	1.50	**3**				1.2	**29.65**			1.2	**5**		
1.4	1.50	**3**				1.4	**29.65**			1.4	**5**		
1.6	1.50	**3**				1.6	**29.65**			1.6	**5**		
1.8	1.50	**3**				1.8	**29.65**			1.8	**5**		
2	1.50	**2**				2	**18.27**			2	**3**		
2.2	1.50	**2**				2.2	**18.27**			2.2	**3**		
2.4	1.50	**1**				2.4	**9.14**			2.4	**2**		
2.6	1.50	**2**				2.6	**18.27**			2.6	**3**		
2.8	1.50	**2**				2.8	**18.27**			2.8	**3**		
3	1.50	**3**				3	**25.48**			3	**5**		
3.2	1.50	**3**				3.2	**25.48**			3.2	**5**		
3.4	1.50	**3**				3.4	**25.48**			3.4	**5**		
3.6	1.50	**3**				3.6	**25.48**			3.6	**5**		
3.8	1.50	**2**				3.8	**16.99**			3.8	**3**		
4	1.50	**2**				4	**15.88**			4	**3**		
4.2	1.50	**2**				4.2	**15.88**			4.2	**3**		
4.4	1.50	**5**				4.4	**39.69**			4.4	**8**		
4.6	1.50	**4**				4.6	**31.75**			4.6	**6**		
4.8	1.50	**5**				4.8	**39.69**			4.8	**8**		
5	1.50	**4**				5	**29.79**			5	**6**		

Dott. TOMMASO PRATESI

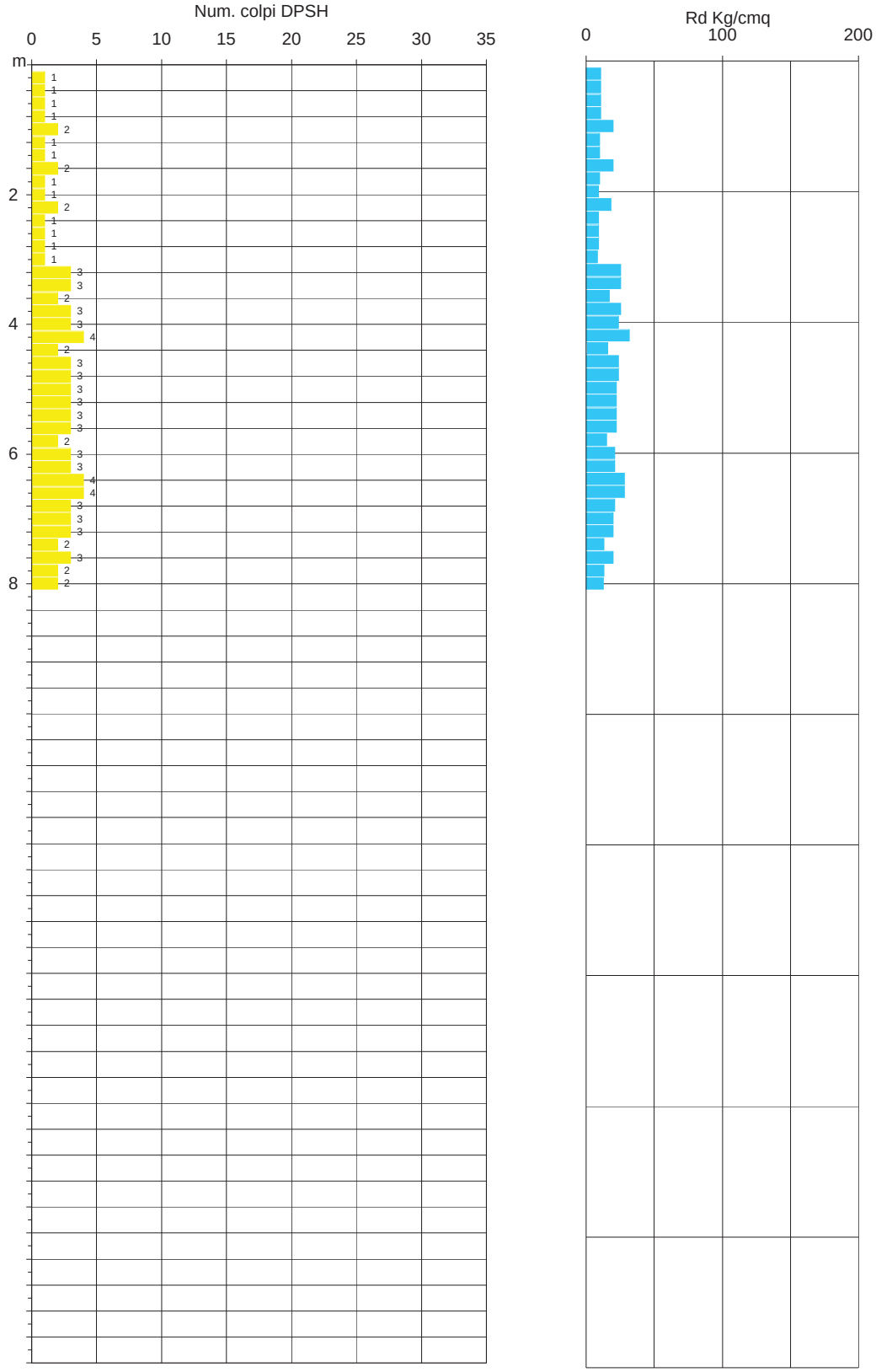


Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**103**	Data:	**07/05/2003**
Località :	**Retrospiaggia**	riferimento:	**4mps103**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**1**				0.4	**10.76**			0.4	**2**		
0.6	1.50	**1**				0.6	**10.76**			0.6	**2**		
0.8	1.50	**1**				0.8	**10.76**			0.8	**2**		
1	1.50	**2**				1	**19.77**			1	**3**		
1.2	1.50	**1**				1.2	**9.88**			1.2	**2**		
1.4	1.50	**1**				1.4	**9.88**			1.4	**2**		
1.6	1.50	**2**				1.6	**19.77**			1.6	**3**		
1.8	1.50	**1**				1.8	**9.88**			1.8	**2**		
2	1.50	**1**				2	**9.14**			2	**2**		
2.2	1.50	**2**				2.2	**18.27**			2.2	**3**		
2.4	1.50	**1**				2.4	**9.14**			2.4	**2**		
2.6	1.50	**1**				2.6	**9.14**			2.6	**2**		
2.8	1.50	**1**				2.8	**9.14**			2.8	**2**		
3	1.50	**1**				3	**8.49**			3	**2**		
3.2	1.50	**3**				3.2	**25.48**			3.2	**5**		
3.4	1.50	**3**				3.4	**25.48**			3.4	**5**		
3.6	1.50	**2**				3.6	**16.99**			3.6	**3**		
3.8	1.50	**3**				3.8	**25.48**			3.8	**5**		
4	1.50	**3**				4	**23.81**			4	**5**		
4.2	1.50	**4**				4.2	**31.75**			4.2	**6**		
4.4	1.50	**2**				4.4	**15.88**			4.4	**3**		
4.6	1.50	**3**				4.6	**23.81**			4.6	**5**		
4.8	1.50	**3**				4.8	**23.81**			4.8	**5**		
5	1.50	**3**				5	**22.35**			5	**5**		
5.2	1.50	**3**				5.2	**22.35**			5.2	**5**		
5.4	1.50	**3**				5.4	**22.35**			5.4	**5**		
5.6	1.50	**3**				5.6	**22.35**			5.6	**5**		
5.8	1.50	**2**				5.8	**14.90**			5.8	**3**		
6	1.50	**3**				6	**21.05**			6	**5**		
6.2	1.50	**3**				6.2	**21.05**			6.2	**5**		
6.4	1.50	**4**				6.4	**28.07**			6.4	**6**		
6.6	1.50	**4**				6.6	**28.07**			6.6	**6**		
6.8	1.50	**3**				6.8	**21.05**			6.8	**5**		
7	1.50	**3**				7	**19.90**			7	**5**		
7.2	1.50	**3**				7.2	**19.90**			7.2	**5**		
7.4	1.50	**2**				7.4	**13.26**			7.4	**3**		
7.6	1.50	**3**				7.6	**19.90**			7.6	**5**		
7.8	1.50	**2**				7.8	**13.26**			7.8	**3**		
8	1.50	**2**				8	**12.57**			8	**3**		

Dott. TOMMASO PRATESI

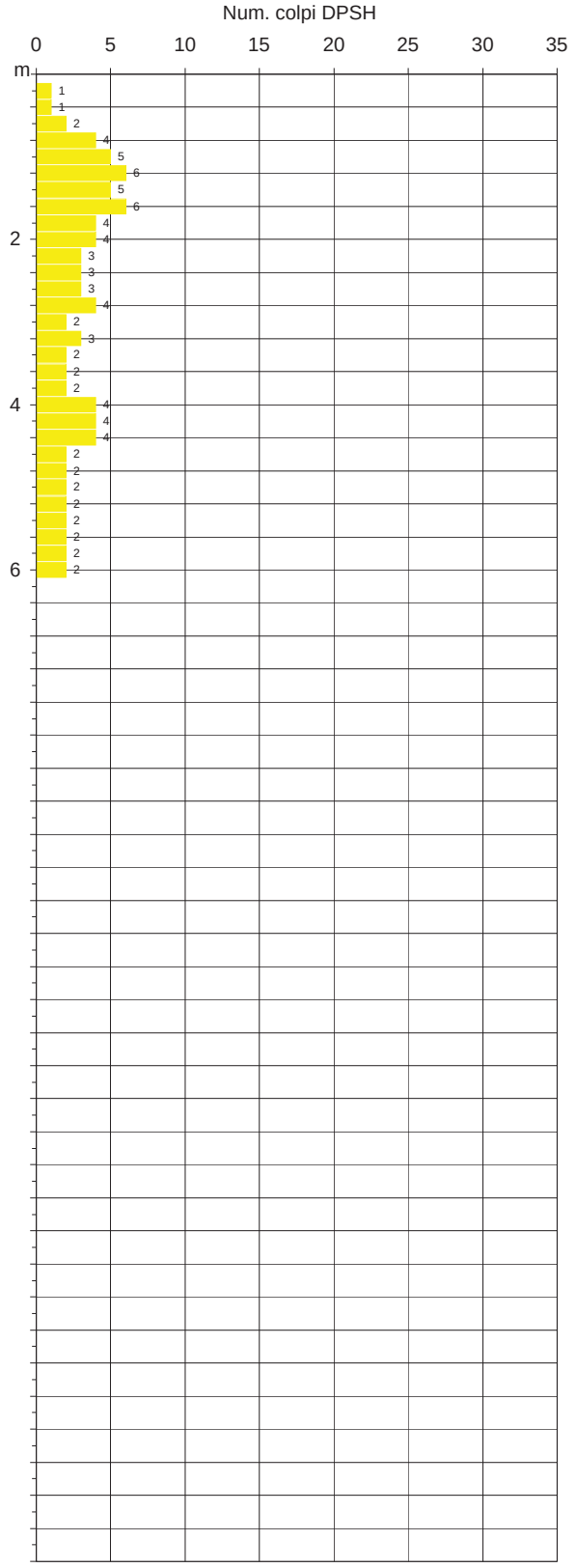


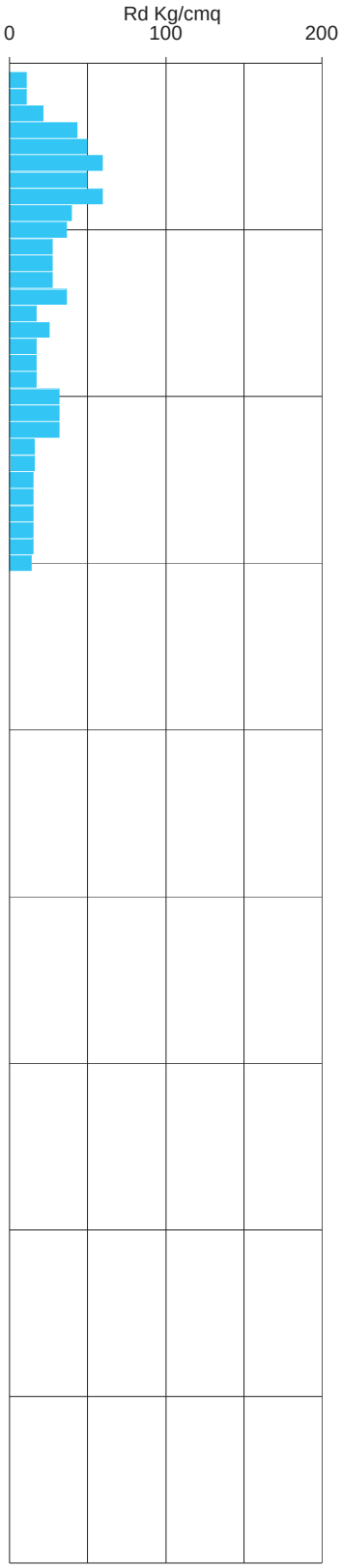
Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**104**	Data:	**30/04/2003**
Località :	**Borgo**	riferimento:	**2mps104**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**1**				0.4	**10.76**			0.4	**2**		
0.6	1.50	**2**				0.6	**21.52**			0.6	**3**		
0.8	1.50	**4**				0.8	**43.05**			0.8	**6**		
1	1.50	**5**				1	**49.41**			1	**8**		
1.2	1.50	**6**				1.2	**59.30**			1.2	**9**		
1.4	1.50	**5**				1.4	**49.41**			1.4	**8**		
1.6	1.50	**6**				1.6	**59.30**			1.6	**9**		
1.8	1.50	**4**				1.8	**39.53**			1.8	**6**		
2	1.50	**4**				2	**36.55**			2	**6**		
2.2	1.50	**3**				2.2	**27.41**			2.2	**5**		
2.4	1.50	**3**				2.4	**27.41**			2.4	**5**		
2.6	1.50	**3**				2.6	**27.41**			2.6	**5**		
2.8	1.50	**4**				2.8	**36.55**			2.8	**6**		
3	1.50	**2**				3	**16.99**			3	**3**		
3.2	1.50	**3**				3.2	**25.48**			3.2	**5**		
3.4	1.50	**2**				3.4	**16.99**			3.4	**3**		
3.6	1.50	**2**				3.6	**16.99**			3.6	**3**		
3.8	1.50	**2**				3.8	**16.99**			3.8	**3**		
4	1.50	**4**				4	**31.75**			4	**6**		
4.2	1.50	**4**				4.2	**31.75**			4.2	**6**		
4.4	1.50	**4**				4.4	**31.75**			4.4	**6**		
4.6	1.50	**2**				4.6	**15.88**			4.6	**3**		
4.8	1.50	**2**				4.8	**15.88**			4.8	**3**		
5	1.50	**2**				5	**14.90**			5	**3**		
5.2	1.50	**2**				5.2	**14.90**			5.2	**3**		
5.4	1.50	**2**				5.4	**14.90**			5.4	**3**		
5.6	1.50	**2**				5.6	**14.90**			5.6	**3**		
5.8	1.50	**2**				5.8	**14.90**			5.8	**3**		
6	1.50	**2**				6	**14.03**			6	**3**		





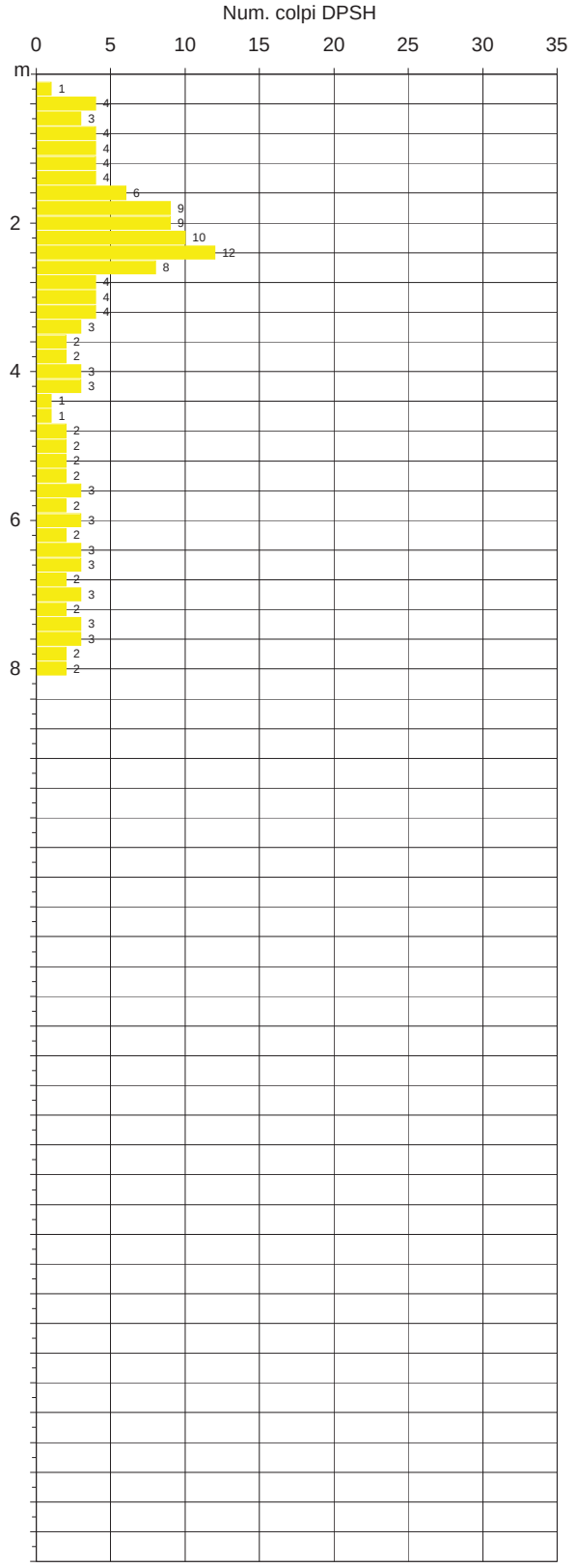


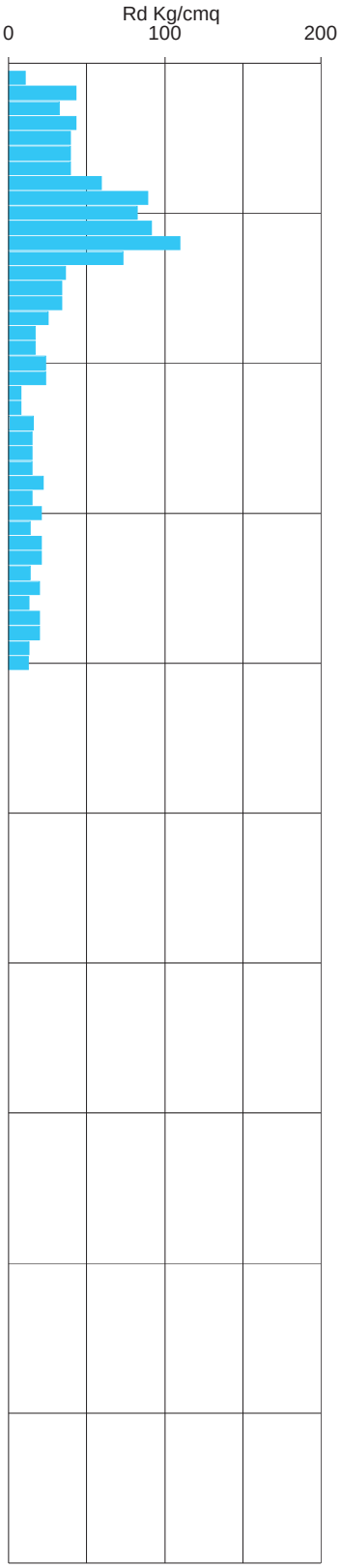
Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**105**	Data:	**30/04/2003**
Località :	**Borgo**	riferimento:	**2mps105**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**4**				0.4	**43.05**			0.4	**6**		
0.6	1.50	**3**				0.6	**32.29**			0.6	**5**		
0.8	1.50	**4**				0.8	**43.05**			0.8	**6**		
1	1.50	**4**				1	**39.53**			1	**6**		
1.2	1.50	**4**				1.2	**39.53**			1.2	**6**		
1.4	1.50	**4**				1.4	**39.53**			1.4	**6**		
1.6	1.50	**6**				1.6	**59.30**			1.6	**9**		
1.8	1.50	**9**				1.8	**88.95**			1.8	**14**		
2	1.50	**9**				2	**82.23**			2	**14**		
2.2	1.50	**10**				2.2	**91.37**			2.2	**15**		
2.4	1.50	**12**				2.4	**109.64**			2.4	**18**		
2.6	1.50	**8**				2.6	**73.09**			2.6	**12**		
2.8	1.50	**4**				2.8	**36.55**			2.8	**6**		
3	1.50	**4**				3	**33.98**			3	**6**		
3.2	1.50	**4**				3.2	**33.98**			3.2	**6**		
3.4	1.50	**3**				3.4	**25.48**			3.4	**5**		
3.6	1.50	**2**				3.6	**16.99**			3.6	**3**		
3.8	1.50	**2**				3.8	**16.99**			3.8	**3**		
4	1.50	**3**				4	**23.81**			4	**5**		
4.2	1.50	**3**				4.2	**23.81**			4.2	**5**		
4.4	1.50	**1**				4.4	**7.94**			4.4	**2**		
4.6	1.50	**1**				4.6	**7.94**			4.6	**2**		
4.8	1.50	**2**				4.8	**15.88**			4.8	**3**		
5	1.50	**2**				5	**14.90**			5	**3**		
5.2	1.50	**2**				5.2	**14.90**			5.2	**3**		
5.4	1.50	**2**				5.4	**14.90**			5.4	**3**		
5.6	1.50	**3**				5.6	**22.35**			5.6	**5**		
5.8	1.50	**2**				5.8	**14.90**			5.8	**3**		
6	1.50	**3**				6	**21.05**			6	**5**		
6.2	1.50	**2**				6.2	**14.03**			6.2	**3**		
6.4	1.50	**3**				6.4	**21.05**			6.4	**5**		
6.6	1.50	**3**				6.6	**21.05**			6.6	**5**		
6.8	1.50	**2**				6.8	**14.03**			6.8	**3**		
7	1.50	**3**				7	**19.90**			7	**5**		
7.2	1.50	**2**				7.2	**13.26**			7.2	**3**		
7.4	1.50	**3**				7.4	**19.90**			7.4	**5**		
7.6	1.50	**3**				7.6	**19.90**			7.6	**5**		
7.8	1.50	**2**				7.8	**13.26**			7.8	**3**		
8	1.50	**2**				8	**12.57**			8	**3**		

Dott. TOMMASO PRATESI



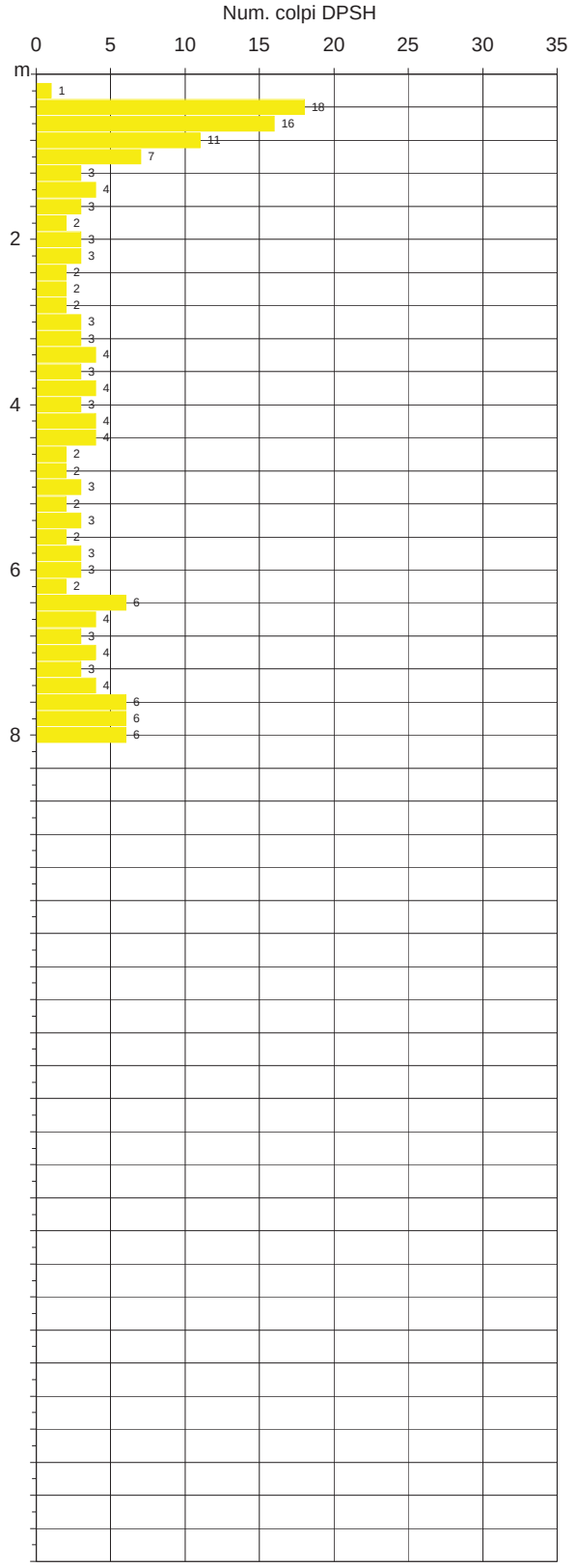


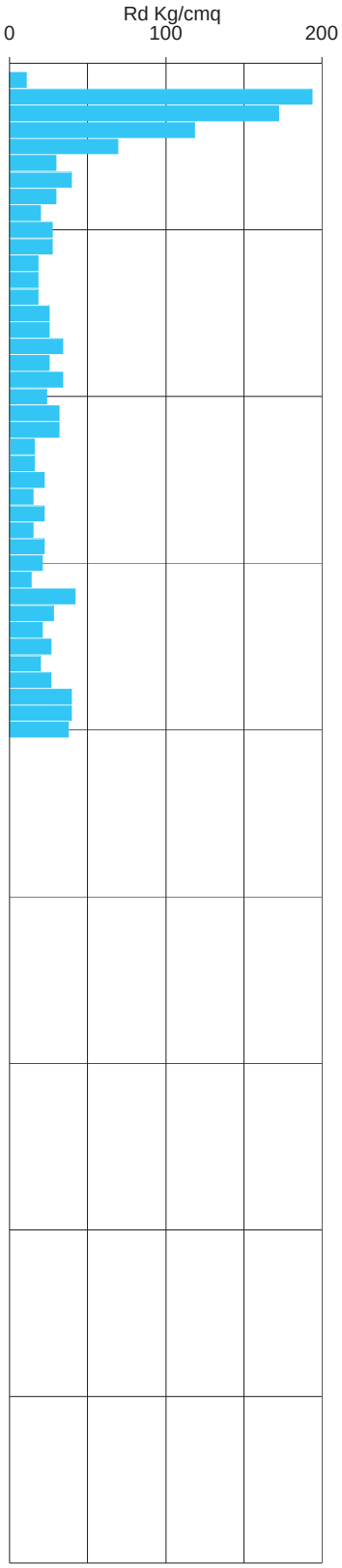
Dott. TOMMASO PRATESI

Prova n. :	**107**	Data:	**15/05/2003**
Località :	**Borgo**	riferimento:	**2mps107**
q.ta inizio (m) :	**p.c.**	quota falda (m) :	

letture di campagna						elaborazione							
(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	α	$N_{(20)}$	(m)	Rd	(m)	Rd	(m)	N_{SPT}	(m)	N_{SPT}
0.2	1.50	**1**				0.2	**10.76**			0.2	**2**		
0.4	1.50	**18**				0.4	**193.72**			0.4	**27**		
0.6	1.50	**16**				0.6	**172.20**			0.6	**24**		
0.8	1.50	**11**				0.8	**118.38**			0.8	**17**		
1	1.50	**7**				1	**69.18**			1	**11**		
1.2	1.50	**3**				1.2	**29.65**			1.2	**5**		
1.4	1.50	**4**				1.4	**39.53**			1.4	**6**		
1.6	1.50	**3**				1.6	**29.65**			1.6	**5**		
1.8	1.50	**2**				1.8	**19.77**			1.8	**3**		
2	1.50	**3**				2	**27.41**			2	**5**		
2.2	1.50	**3**				2.2	**27.41**			2.2	**5**		
2.4	1.50	**2**				2.4	**18.27**			2.4	**3**		
2.6	1.50	**2**				2.6	**18.27**			2.6	**3**		
2.8	1.50	**2**				2.8	**18.27**			2.8	**3**		
3	1.50	**3**				3	**25.48**			3	**5**		
3.2	1.50	**3**				3.2	**25.48**			3.2	**5**		
3.4	1.50	**4**				3.4	**33.98**			3.4	**6**		
3.6	1.50	**3**				3.6	**25.48**			3.6	**5**		
3.8	1.50	**4**				3.8	**33.98**			3.8	**6**		
4	1.50	**3**				4	**23.81**			4	**5**		
4.2	1.50	**4**				4.2	**31.75**			4.2	**6**		
4.4	1.50	**4**				4.4	**31.75**			4.4	**6**		
4.6	1.50	**2**				4.6	**15.88**			4.6	**3**		
4.8	1.50	**2**				4.8	**15.88**			4.8	**3**		
5	1.50	**3**				5	**22.35**			5	**5**		
5.2	1.50	**2**				5.2	**14.90**			5.2	**3**		
5.4	1.50	**3**				5.4	**22.35**			5.4	**5**		
5.6	1.50	**2**				5.6	**14.90**			5.6	**3**		
5.8	1.50	**3**				5.8	**22.35**			5.8	**5**		
6	1.50	**3**				6	**21.05**			6	**5**		
6.2	1.50	**2**				6.2	**14.03**			6.2	**3**		
6.4	1.50	**6**				6.4	**42.10**			6.4	**9**		
6.6	1.50	**4**				6.6	**28.07**			6.6	**6**		
6.8	1.50	**3**				6.8	**21.05**			6.8	**5**		
7	1.50	**4**				7	**26.53**			7	**6**		
7.2	1.50	**3**				7.2	**19.90**			7.2	**5**		
7.4	1.50	**4**				7.4	**26.53**			7.4	**6**		
7.6	1.50	**6**				7.6	**39.79**			7.6	**9**		
7.8	1.50	**6**				7.8	**39.79**			7.8	**9**		
8	1.50	**6**				8	**37.72**			8	**9**		

Dott. TOMMASO PRATESI





Dott. TOMMASO PRATESI

ALLEGATO 5

· INDAGINI SISMICHE ·

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

PROVINCIA DELLA SPEZIA
COMUNE DI SARZANA

STUDIO TRAMITE MASW, ESAC ED H/V PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DI UN'AREA OGGETTO DI STRUMENTO URBANISTICO ATTUATIVO "PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA" IN LOC. MARINELLA

RELAZIONE GEOFISICA

PREMESSA

L'indagine è stata effettuata allo scopo di ottenere informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche sismiche di un'area oggetto di Strumento Urbanistico Attuativo "Piano degli arenili e della fascia costiera" in Loc. Marinella di Sarzana.

L'indagine è stata eseguita sotto la direzione tecnica e per commissione del Dott. Geol. Tommaso Pratesi.

Per determinare la classe sismica di un terreno si sono svolti 2 ESAC sviluppati a L, su ogni ramo dell'ESAC è stato effettuato un MASW (ciò tranne in un ramo della seconda stazione dove è stato rilevato un errore di registrazione del sismografo).

METODOLOGIA UTILIZZATA PER L'ANALISI DEI DATI

Per analizzare la risposta di sito e determinare la pericolosità sismica in base alla normativa vigente sono stati impiegati due distinti metodi geofisici:

MASW -Tramite lo studio della dispersione delle onde superficiali si è determinato un primo modello monodimensionale del suolo tramite spessori e velocità

H/V - dalla curva di dispersione dell'H/V si ricava lo spettro di risposta (analisi del tutto indipendente dal precedente MASW)

Il modello sismo stratigrafico ottenuto con il MASW viene applicato ai dati ottenuti dall' H/V, modellando quindi uno spettro sintetico e fittandolo con i dati dello spettro dell'H/V si potrà così ricostruire una sismo stratigrafia che soddisfi al meglio i risultati sperimentali ottenuti.

Il MASW, infatti, molto valido entro i primi 10 metri, al disotto di tale profondità sovente risulta non molto accurato nella ricostruzione sismo stratigrafica.

Di contro, i dati del tomografo risultano avere un maggior dettaglio anche in profondità, ma ragionando in frequenze ($T°=4H/VS$) necessitano di informazioni aggiuntive sulle velocità o sugli spessori, in caso contrario si potrebbero ricavare un numero infinito di modelli validi che generano sempre la stessa risposta.

Vincolando i dati ottenuti dall'H/V al MASW si ottiene così un modello valido sia nei primi metri che in profondità, e che riuscirà ad individuare variazioni di densità del terreno attraversato ben oltre i 30 metri previsti dalla normativa.

Si potranno inoltre ottenere informazioni aggiuntive (rispetto ad un classico MASW) sulla reale pericolosità del sito in esame, come lo spettro di risposta ed il periodo fondamentale di risonanza.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PERI I RILIEVI

MASW-ESAC

Sismografo AMBROGEO ECHO24-2010
Geofoni verticali da 4,5 hz
Massa battente (mazza)



Number of channels	24+1 with differential input
AD convertion	24 bits
Dynamic range	130dB@1ms PG=0dB 120dB@1ms PG=18dB
Cross talk	>90dB
Preamplify gain	0,6,12,18,24,30,36,42,48,54,60,66,72dB
Frequency response	0 to 6kHz (30KSPS) 0 to 4,8kHz (15KSPS) 0 to 3kHz (7,5KSPS) 0 to 1,5kHz (3,5KSPS) 0 to 800Hz (2KSPS) 0 to 400Hz (1KSPS)
Acquisition and display filter	Low Cut Out 10-15-25-35-50-70-100-140-200-280-400 Hz High Cut Out 32-64-125-250 Hz Notch 50-60-150-180 Hz
Sampling Interval	32,64,128,256,478,956us
Record Lenght	16000 samples
Stacking trigger accuracy	1/32 of sample interval
Distorsion (THD)	0,0004%
Max Input signal	5Vpp, 0dB
CMR	110dB (fCM = 60Hz fDATA = 30kSPS)
Noise	0,25uV, 2ms 36dB
Pre-trigger data	524ms@32us sample interval
Delay	0 to 15 sec @1kSPS (max 16000 samples)
Temperature range	-30°C +70°C
Power	12 Volt
Continuous recording	
Output format:	SEGY / SAF (SESAME ASCII FORMAT)

RILIEVI TROMOMETRICI

Tromino Micromed



Number of channels	3+1 analog
Amplifiers	all channels with differential inputs
Noise	< 0.5 µV r.m.s. @128 Hz sampling
Input impedance	10^6 Ohm
Frequency range	DC - 360 Hz
Sampling frequency	16384 Hz per channel
Oversampling frequency	32x, 64x, 128x
A/D conversion	≥24 bit equivalent
Max analog input	51.2 mV (781 nV/digit)

SOFTWARE UTILIZZATO PER LA VISUALIZZIONE, L'ACQUISIZIONE, IL FILTRAGGIO E L'ELABORAZIONE DEI DATI

Acquisizione dei dati

SISMOPC 1.0-PASI
AMROGEO

Elaborazione e filtraggio

Visual Sunt 20	*Wgeosoft -filtraggio dati (sismica a riflessione)*
Seismic Unix	*Software libero-filtraggio dati (sismica a riflessione)*
WinMasw Pro	*Eliosoft-elaborazione Masw-Remi-H/V-Attenuazione*
Grilla	*Tromino-H/V*
Geopsy	*Software Libero-H/V*

Modelli 1 D e rischio sismimico

Deep Soil	*software libero-Risposta di sito modellazione 1D*
Rexel	*software libero-risposta di sito-terremoto di progetto*
Shake 2000	*Geo Motions-risposta di sito –modellazione 1D –liquefazione ecc.*
Ciclic 1D	*software libero-liquefazione*

TUTTI I SOFTWARE COMMERCIALI IN NOSTRO POSSESSO SONO ORIGINALI E DOTATI DI ORIGINALE LICENZA

CENNI TEORICI

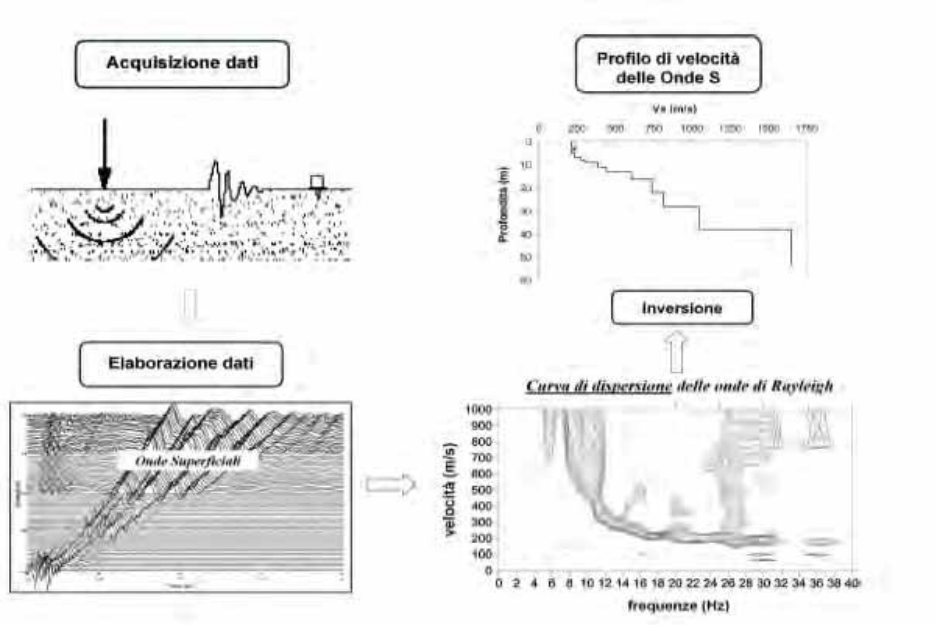
MASW

La conoscenza dell'andamento nel primo sottosuolo della velocità di propagazione delle onde di taglio è, come noto, importante negli studi di microzonazione sismica dedicati alla stima di possibili effetti di sito, capaci di amplificare il moto del terreno durante un terremoto.

Negli ultimi anni hanno avuto ampio sviluppo tecniche geofisiche basate sull'analisi della propagazione delle onde superficiali ed, in particolare, delle onde di Rayleigh. Le proprietà dispersive di tali onde in mezzi stratificati, nonché la stretta relazione esistente tra la loro velocità di propagazione e quella delle onde di taglio, consentono di risalire al profilo di velocità delle onde S.

Il metodo di indagine attivo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è basato su un energizzazione sismica artificiale del suolo e sull'analisi spettrale delle onde superficiali presenti nel segnale (Nazarian e Stokoe, 1984; Park et al.,1999).

Nel metodo di indagine passivo si registra il rumore di fondo.



La curva di dispersione delle onde di Rayleigh rappresenta la variazione di velocità di fase che tali onde hanno al variare della frequenza. Tali valori di velocità sono intimamente legati alle proprietà meccaniche del mezzo in cui l'onda si propaga (velocità delle onde S, delle onde P e densità). Tuttavia, diversi studi hanno in realtà messo in evidenza che la velocità delle onde P e la densità sono parametri di second'ordine rispetto alle onde S nel determinare la velocità di fase delle onde di Rayleigh. Quindi, dato che le onde superficiali campionano una porzione di sottosuolo che cresce in funzione del periodo dell'onda e che la loro velocità di fase è fortemente condizionata in massima parte dalle velocità delle onde S dello strato campionato,

la forma di questa curva è essenzialmente condizionata dalla struttura del sottosuolo ed in particolare dalle variazioni con al profondità delle velocità delle onde S. Pertanto, utilizzando appositi formalismi è possibile stabilire una relazione (analiticamente complessa ma diretta) fra la forma della curva di dispersione e la velocità delle onde S nel sottosuolo. Tale relazione consente il calcolo di curve di dispersione teoriche a partire da modelli del sottosuolo a strati piano-paralleli.

L'operazione d'inversione, quindi, consiste nella minimizzazione, attraverso una procedura iterativa, degli scarti tra i valori di velocità di fase sperimentali della curve di dispersione e quelli teorici relativi ad una serie di modelli di prova "velocità delle onde S – profondità".

HVSR

La caratterizzazione sismica dei terreni tramite la tecnica di indagine sismica passiva HVSR (Horizzontal to Vertical Spectral Rario – Metodo di Nakamura) è finalizzata all'individuazione delle frequenze caratteristiche dirisonanza di sito. Esse sono correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno della copertura che nell'ammasso roccioso.

Le basi teoriche dell'HVSR sono relativamente semplici in un sistema stratificato in cui i parametri variano solo con la profondità (1-D). Consideriamo un sistema dove gli strati si distinguono per diverse densità e velocità delle onde sismiche (V1 e V2). Un'onda che viaggia nel primo mezzo viene (parzialmente) riflessa dall'orizzonte che separa i due strati. L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore h del primo strato.

In altre parole la frequenza fondamentale di risonanza (fr) dello strato 1 relativa alle onde P è pari a :

$$\mathbf{fr = VP1/(4\ h)}$$

mentre quella relativa alle onde S è

$$\mathbf{fr = VS1/(4\ h)}$$

Teoricamente questo effetto è sommabile cosicché la curva HVSR mostra come massimi relativi le frequenze di risonanza dei vari strati. Questo, insieme ad una stima delle velocità, è in grado di fornire previsioni sullo spessore h degli strati.

Questa informazione è per lo più contenuta nella componente verticale del moto, ma la prassi di usare il rapporto tra gli spettri orizzontali e quello verticale, piuttosto che il solo spettro verticale, deriva dal fatto che il rapporto fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) il contenuto in frequenza, b) la risposta strumentale e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

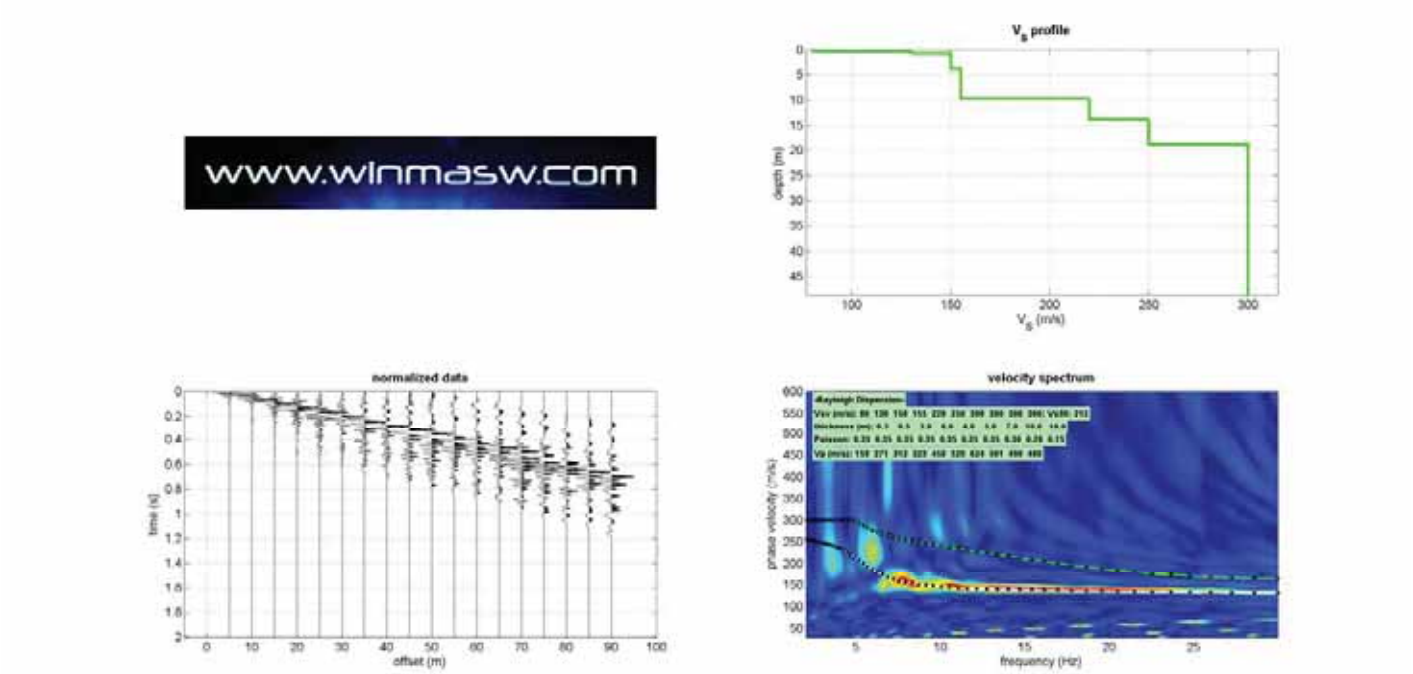
inMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

Main results

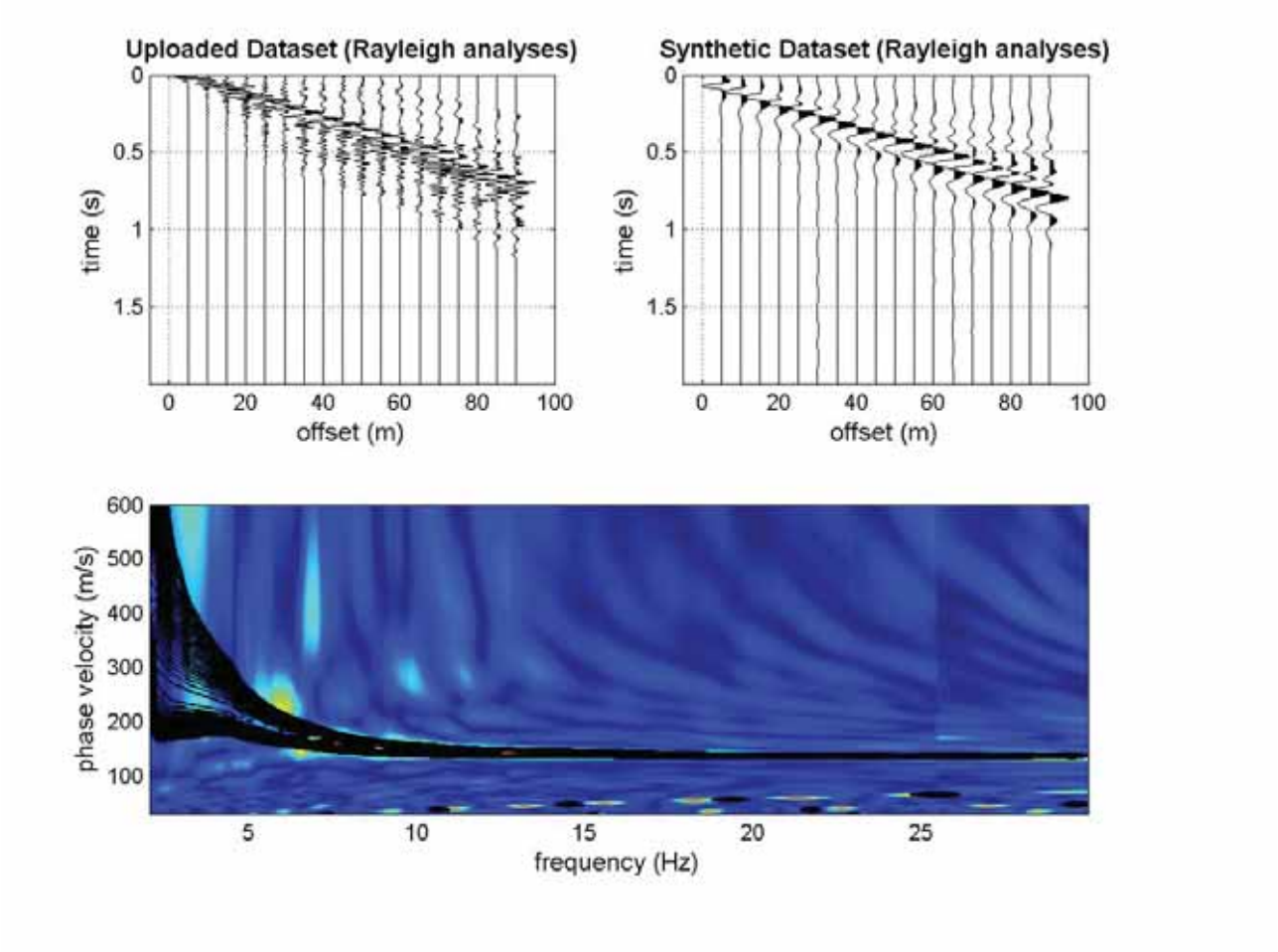
www.winmasw.com

Date: 9 12 2014
Time: 20 31

Dataset: vstack.sg2

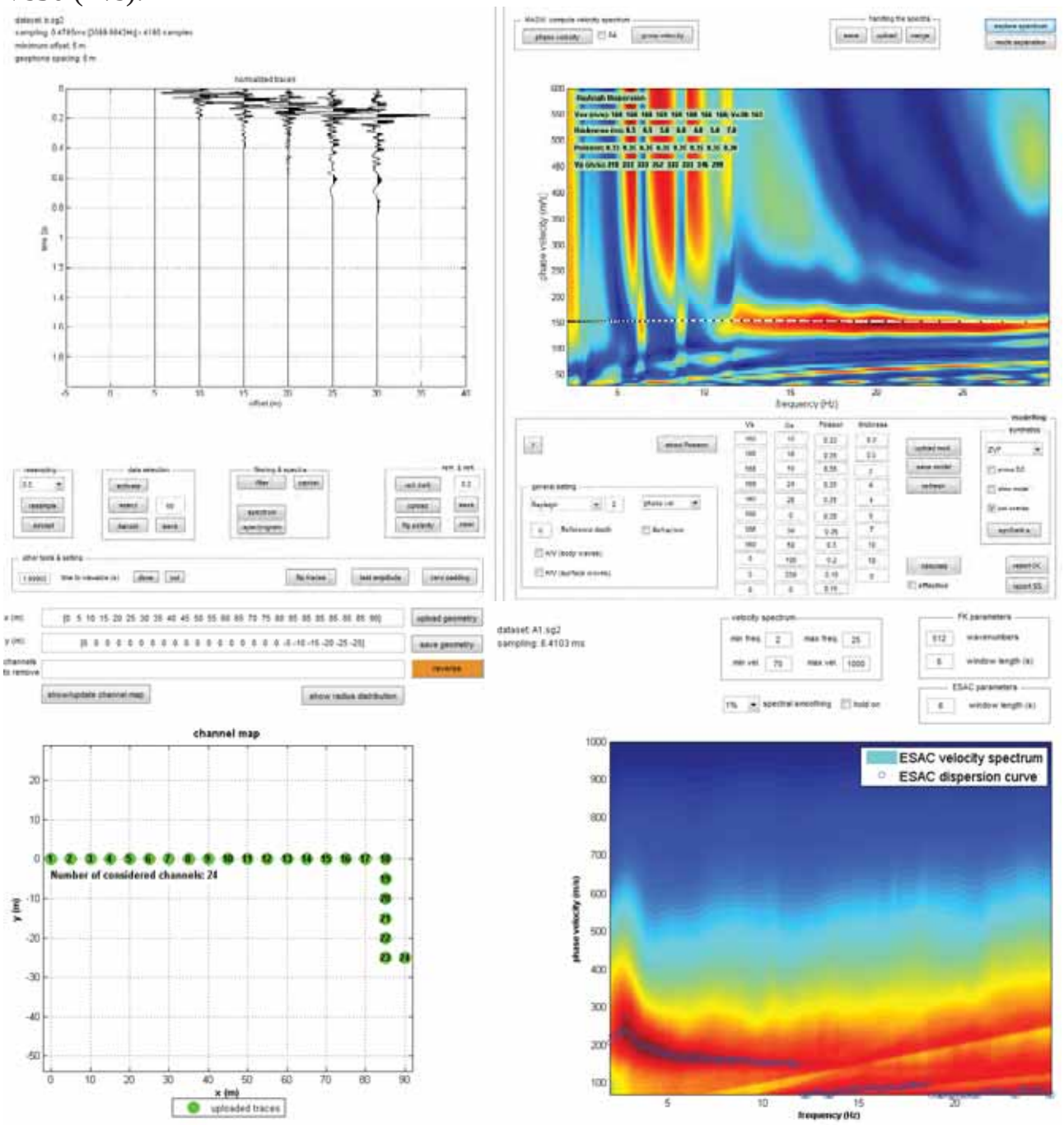


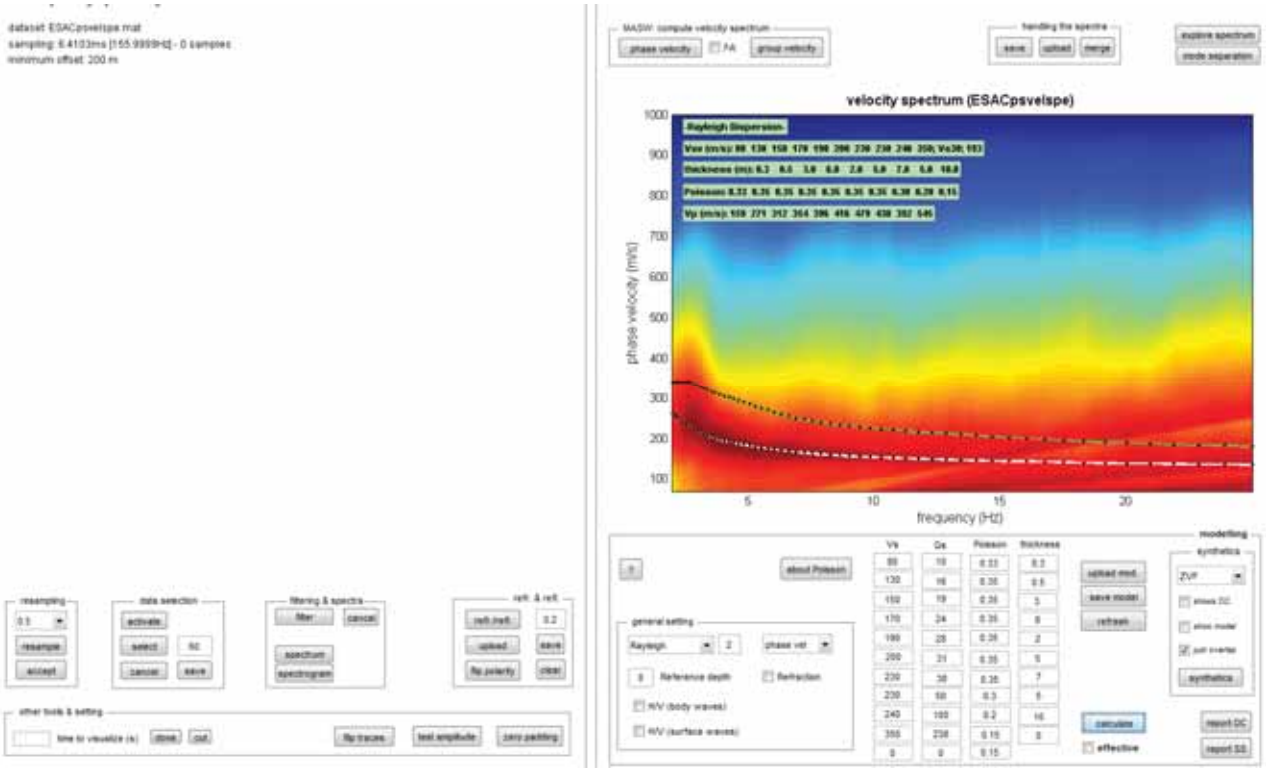
Mean model
Vs (m/s): 80, 130, 150, 155, 220, 250, 300, 300, 300, 300
Thickness (m): 0.3, 0.5, 3.0, 6.0, 4.0, 5.0, 7.0, 10.0, 10.0



Density (gr/cm3) (approximate values): 1.61 1.74 1.77 1.78 1.87 1.90 1.94 1.91 1.88 1.87
Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 10 29 40 43 90 118 175 172 169 168
Estimated static shear modulus (MPa) (approximate values): 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Vs30 (m/s): 212


channel map
Number of considered channels: 24
x (m)
y (m)
uploaded traces
ESAC velocity spectrum
ESAC dispersion curve
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)


velocity spectrum (ESACpsvelspe)
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)

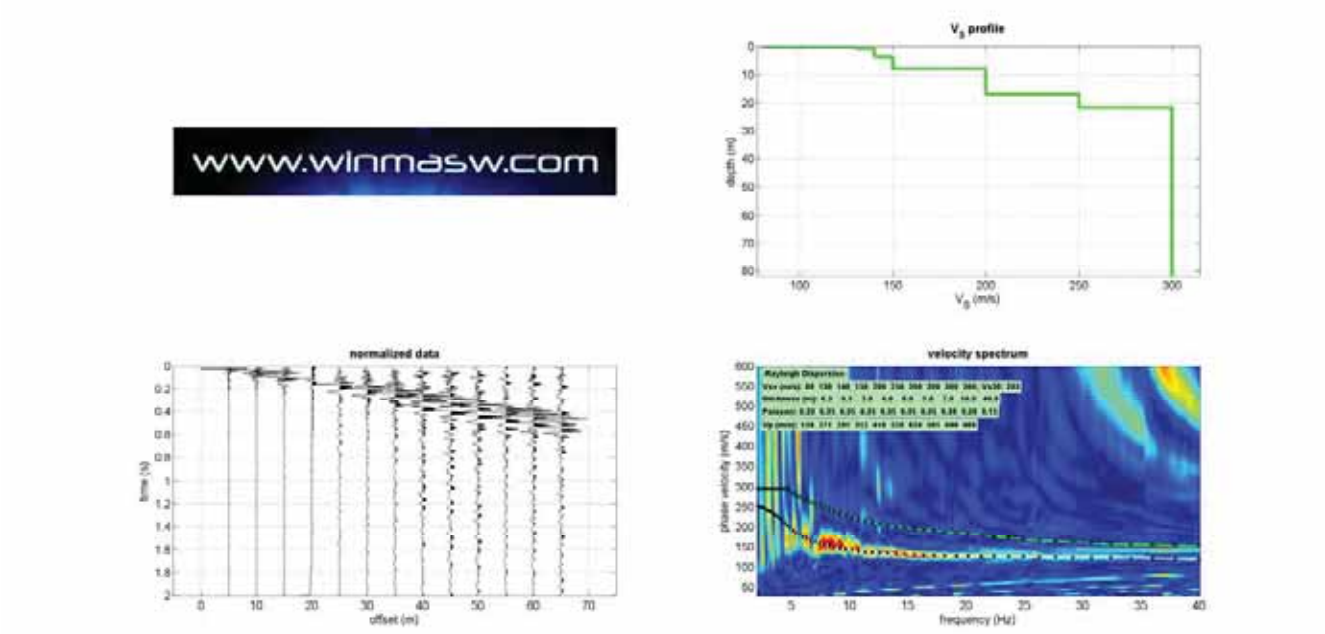
winMASW - Inversion of Surface-Wave Dispersion Curves

Main results

www.winmasw.com

Date: 10 12 2014
Time: 6 16

Dataset: a.sg2

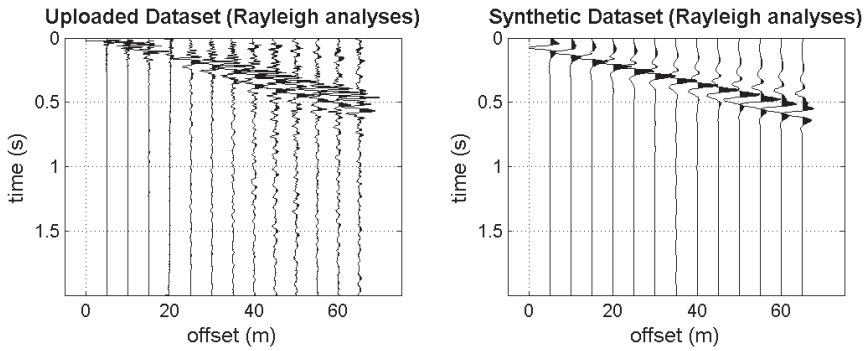


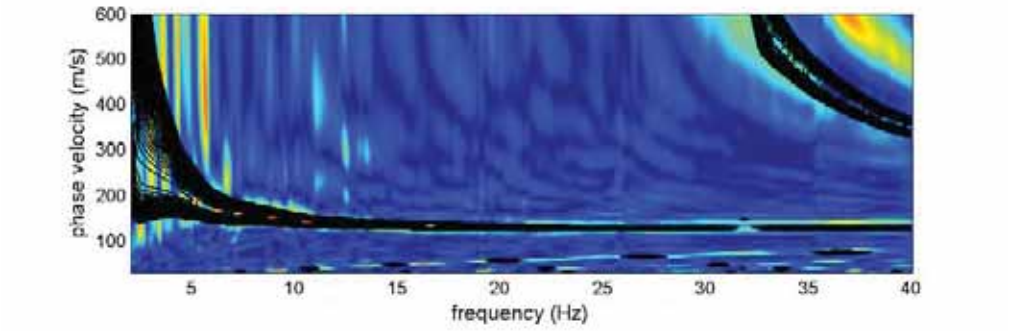
Mean model
Vs (m/s): 80, 130, 140, 150, 200, 250, 300, 300, 300, 300
Thickness (m): 0.3, 0.5, 3.0, 4.0, 9.0, 5.0, 7.0, 10.0, 40.0

Density (gr/cm3) (approximate values): 1.61 1.74 1.76 1.77 1.84 1.90 1.94 1.91 1.88 1.87

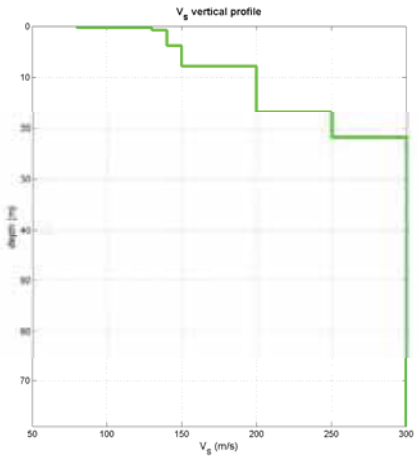
Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 10 29 34 40 74 118 175 172 169 168
Vs30 (m/s): 203

Rayleigh-wave dataset: a.sg2









Retrieved model

Vs (m/s): 80 130 140 150 200 250 300 300 300 300

Thickness (m): 0.3 0.5 3.0 4.0 9.0 5.0 7.0 10.0 40.0

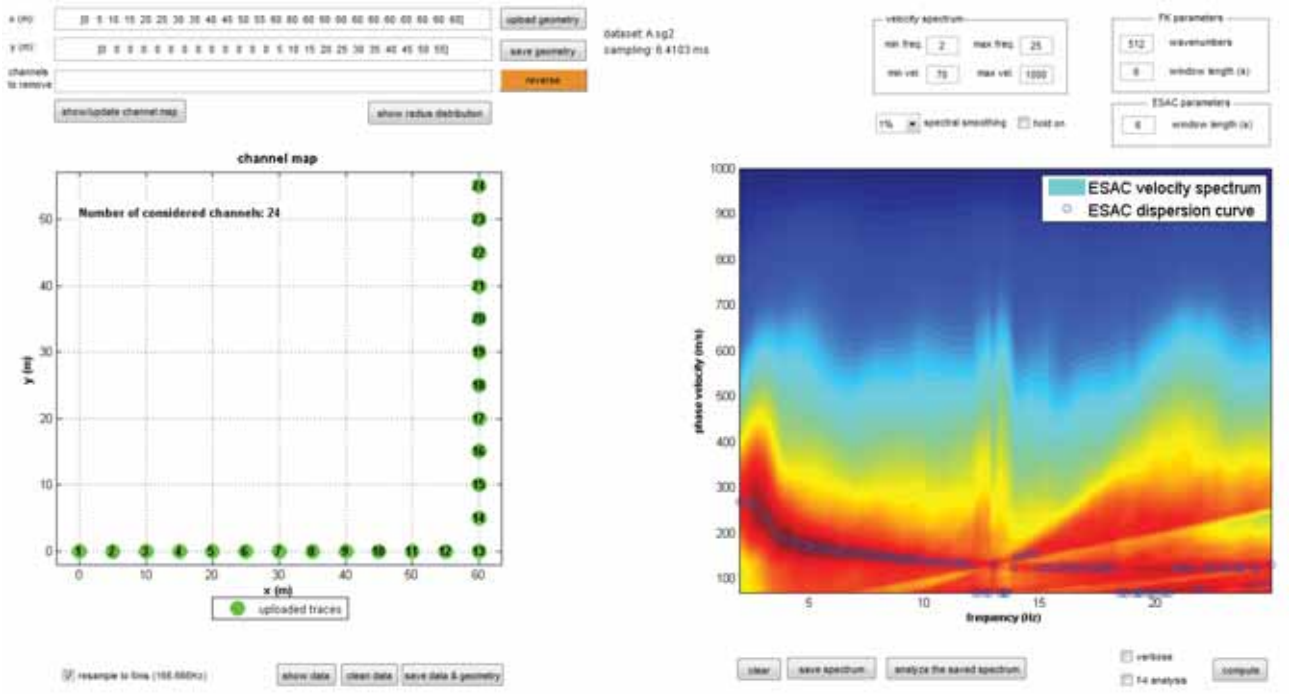
Density (gr/cm3): 1.61 1.74 1.76 1.77 1.84 1.90 1.94 1.91 1.88 1.87

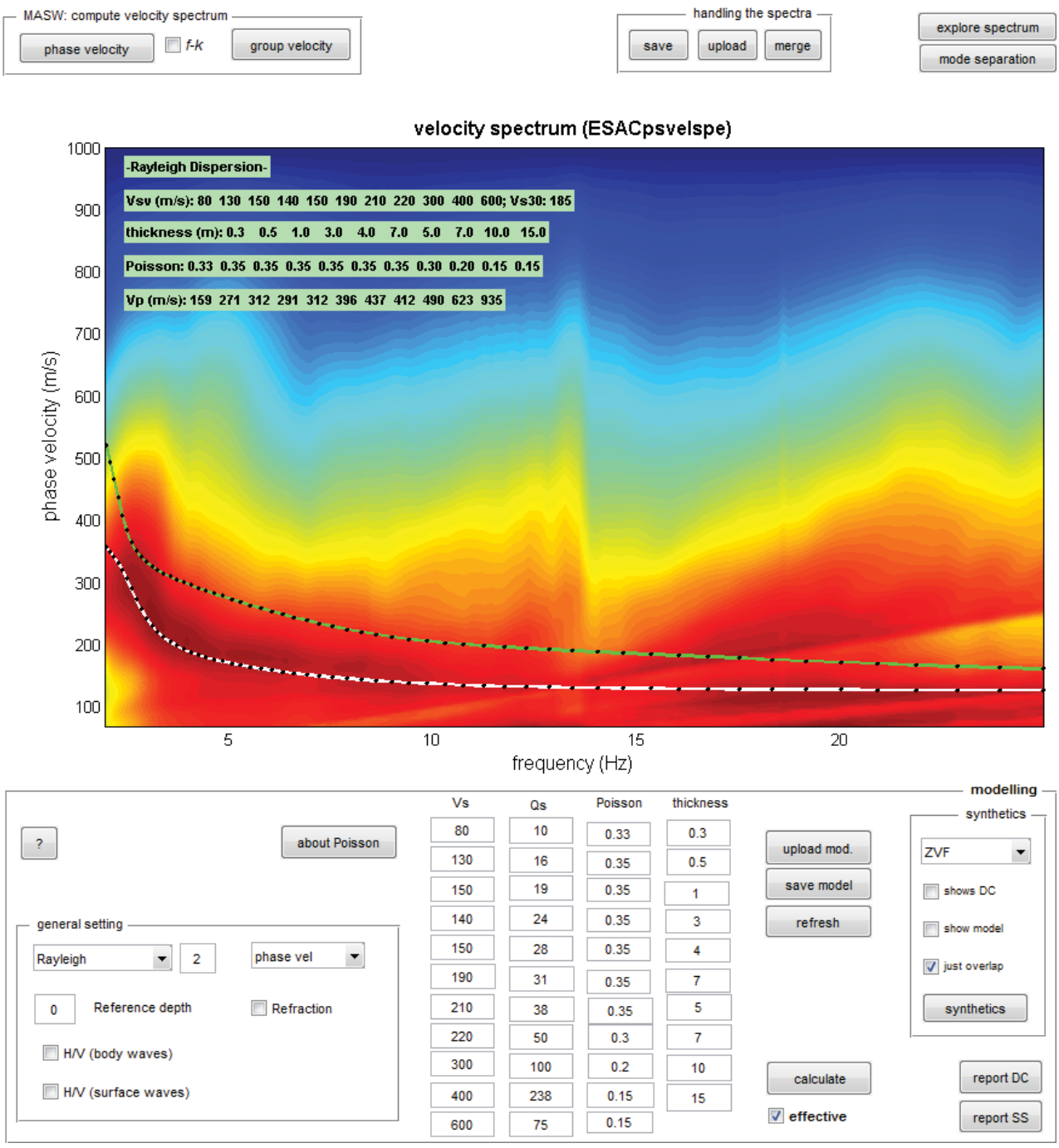
Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 10 29 34 40 74 118 175 172 169 168

Vs30 (m/s): 203

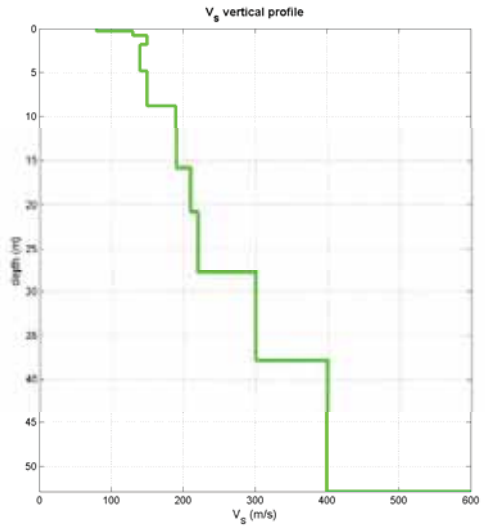
winMASW

Surface Waves & Beyond analysis www.winmasw.co




MASW: compute velocity spectrum
phase velocity
f-k
group velocity
handling the spectra
save
upload
merge
explore spectrum
mode separation
velocity spectrum (ESACpsvelspe)
-Rayleigh Dispersion-
Vsv (m/s): 80 130 150 140 150 190 210 220 300 400 600; Vs30: 185
thickness (m): 0.3 0.5 1.0 3.0 4.0 7.0 5.0 7.0 10.0 15.0
Poisson: 0.33 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.35 0.30 0.20 0.15 0.15
Vp (m/s): 159 271 312 291 312 396 437 412 490 623 935
phase velocity (m/s)
frequency (Hz)
modelling
synthetics
?
about Poisson
general setting
Rayleigh
2
phase vel
0
Reference depth
Refraction
H/V (body waves)
H/V (surface waves)
Vs
Qs
Poisson
thickness
upload mod.
save model
refresh
calculate
effective
ZVF
shows DC
show model
just overlap
synthetics
report DC
report SS

www.winmasw.com

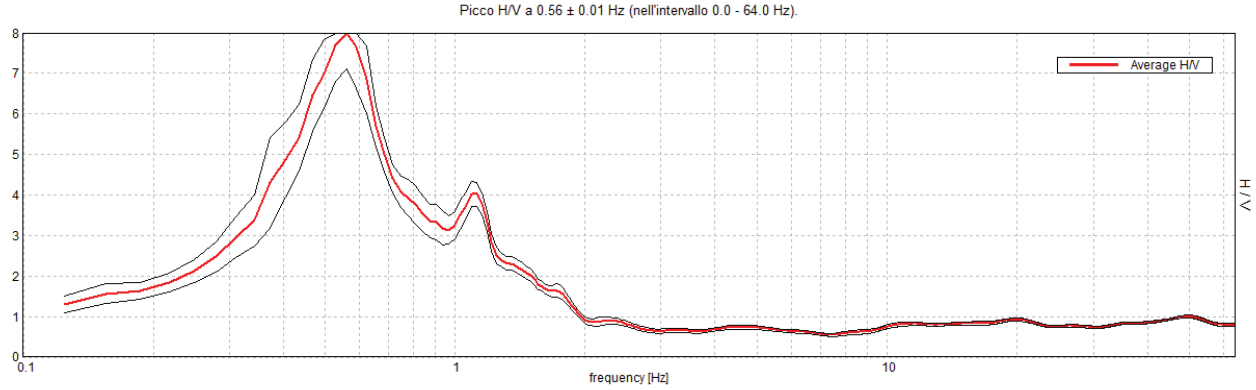


MARINELLA, 1

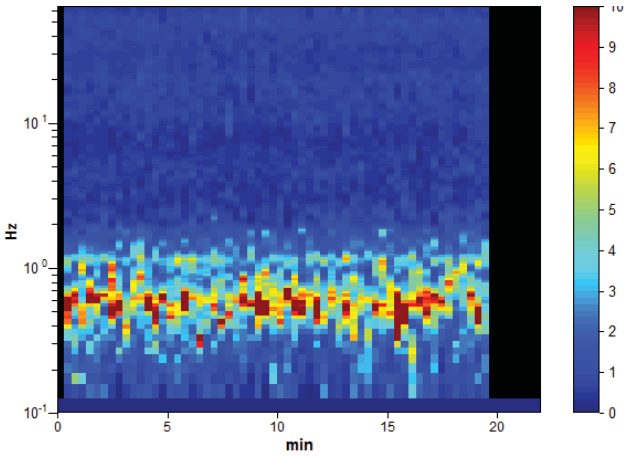
Strumento: TRZ-0135/01-11
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 09/12/14 11:03:03 Fine registrazione: 09/12/14 11:25:03
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

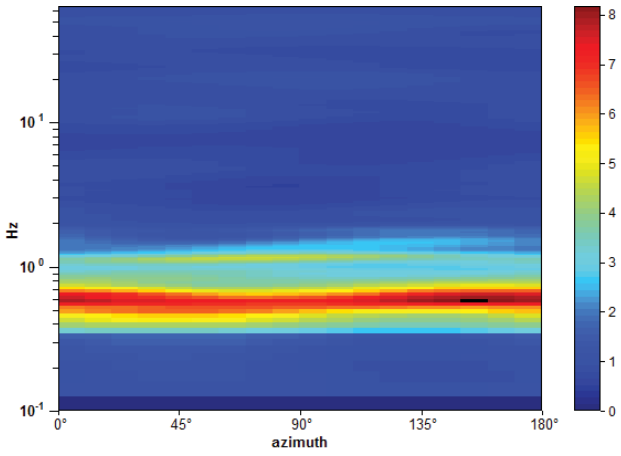
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



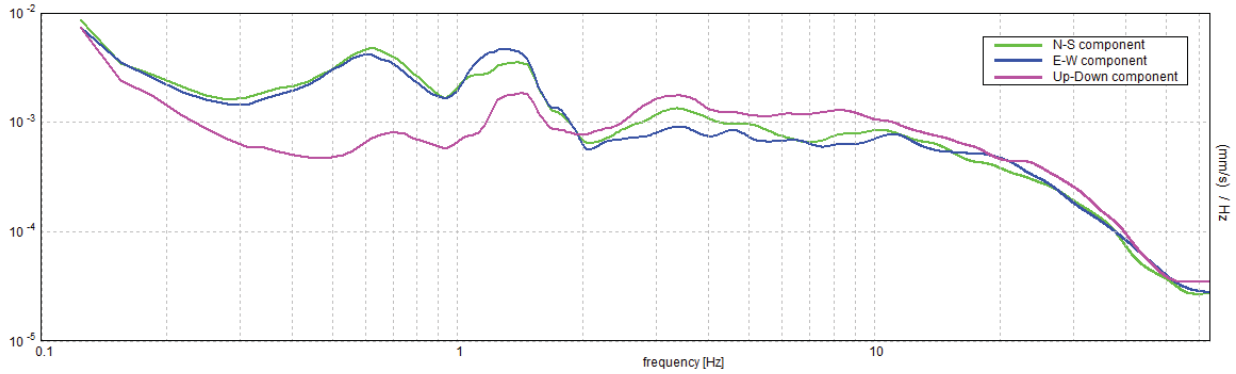
SERIE TEMPORALE H/V



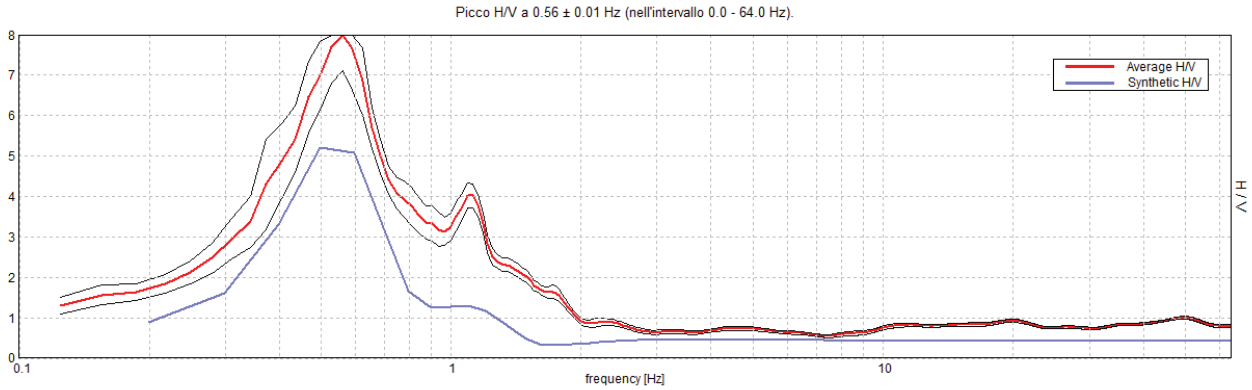
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

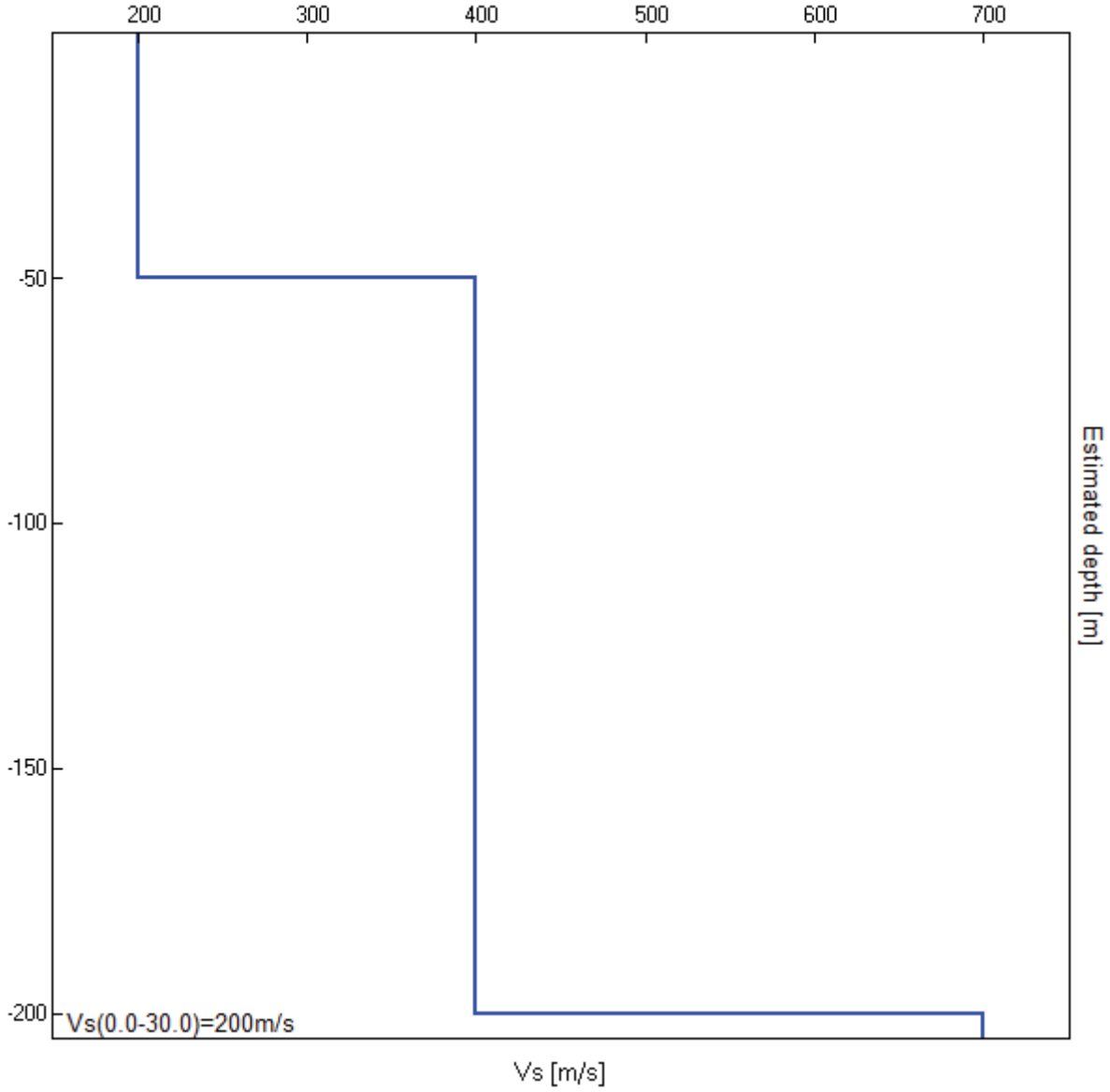


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
50.00	50.00	200	0.42
200.00	150.00	400	0.42
inf.	inf.	700	0.40

Vs(0.0-30.0)=200m/s


200
300
400
500
600
700
-50
-100
-150
-200
Vs(0.0-30.0)=200m/s
Vs [m/s]
Estimated depth [m]

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** *Grilla* **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 0.56 ± 0.01 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.56 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	652.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 28	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.344 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.781 Hz	OK	
$A_0 > 2$	8.14 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.0193| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.01086 < 0.08438	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.0324 < 2.0	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

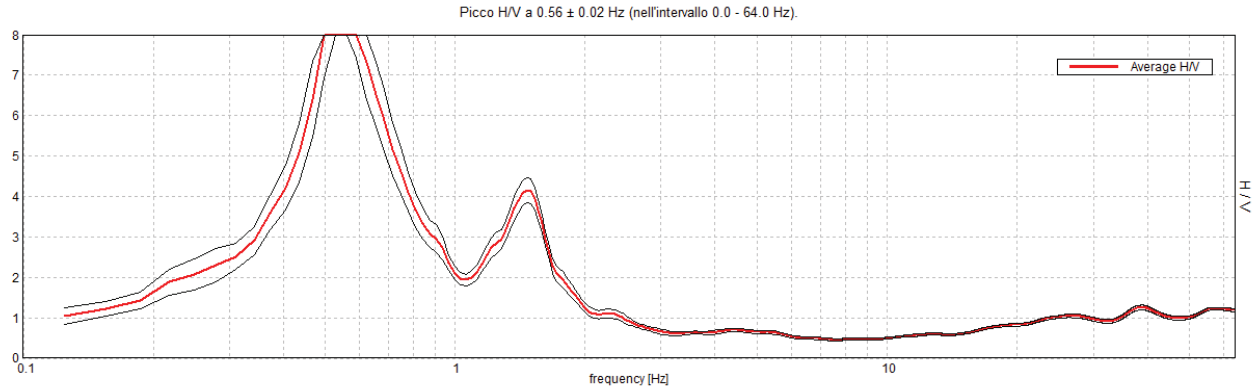
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

MARINELLA, 2

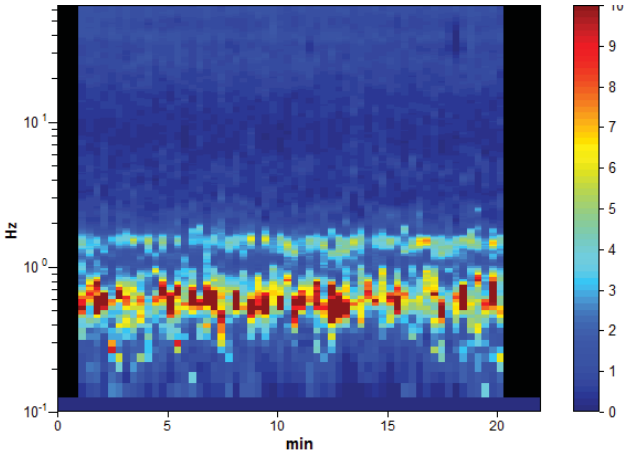
Strumento: TRZ-0135/01-11
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 09/12/14 11:40:50 Fine registrazione: 09/12/14 12:02:50
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00". Analizzato 88% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

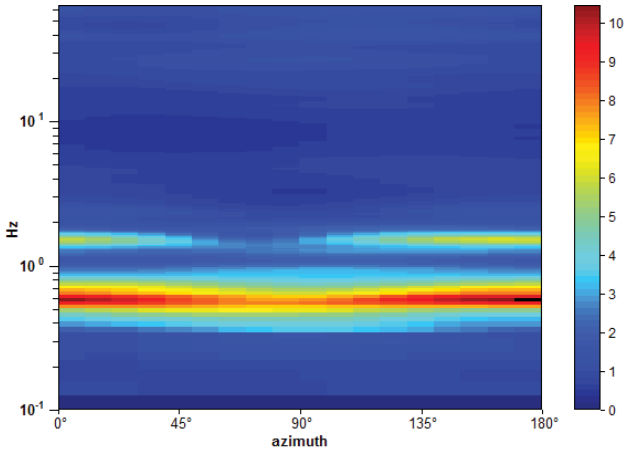
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



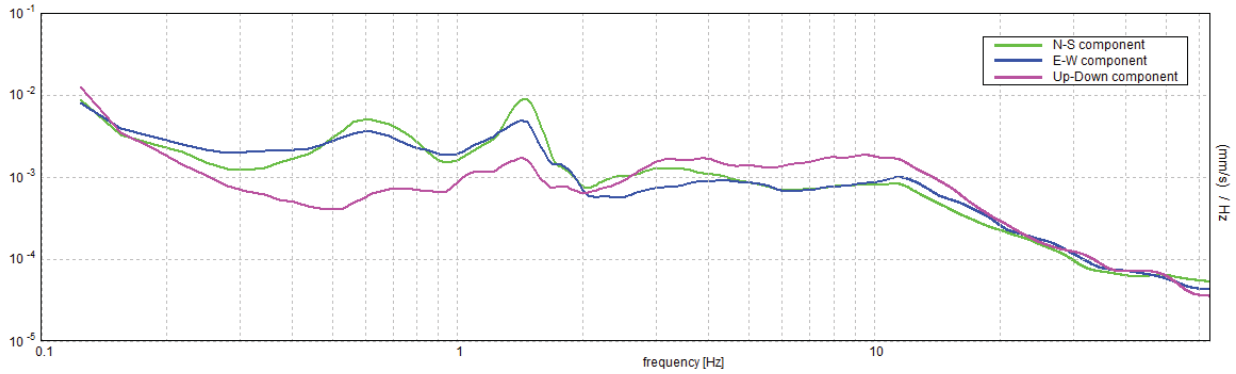
SERIE TEMPORALE H/V



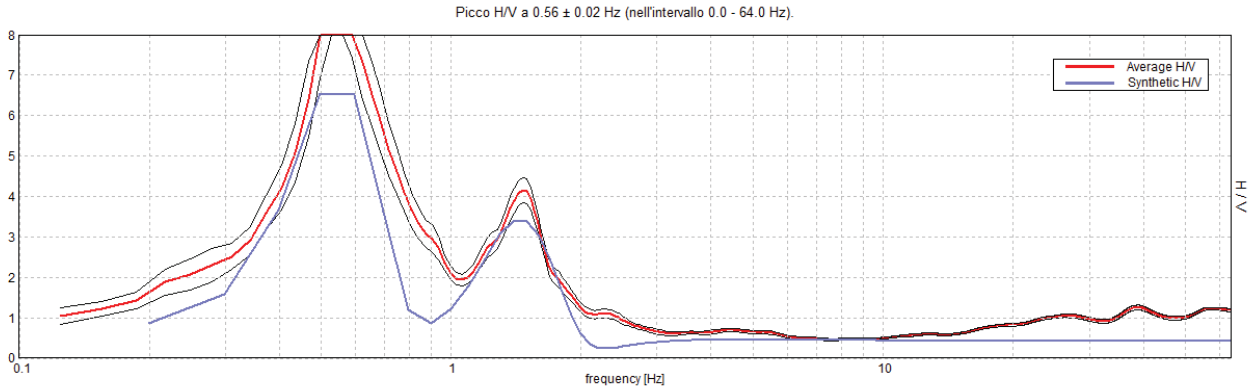
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

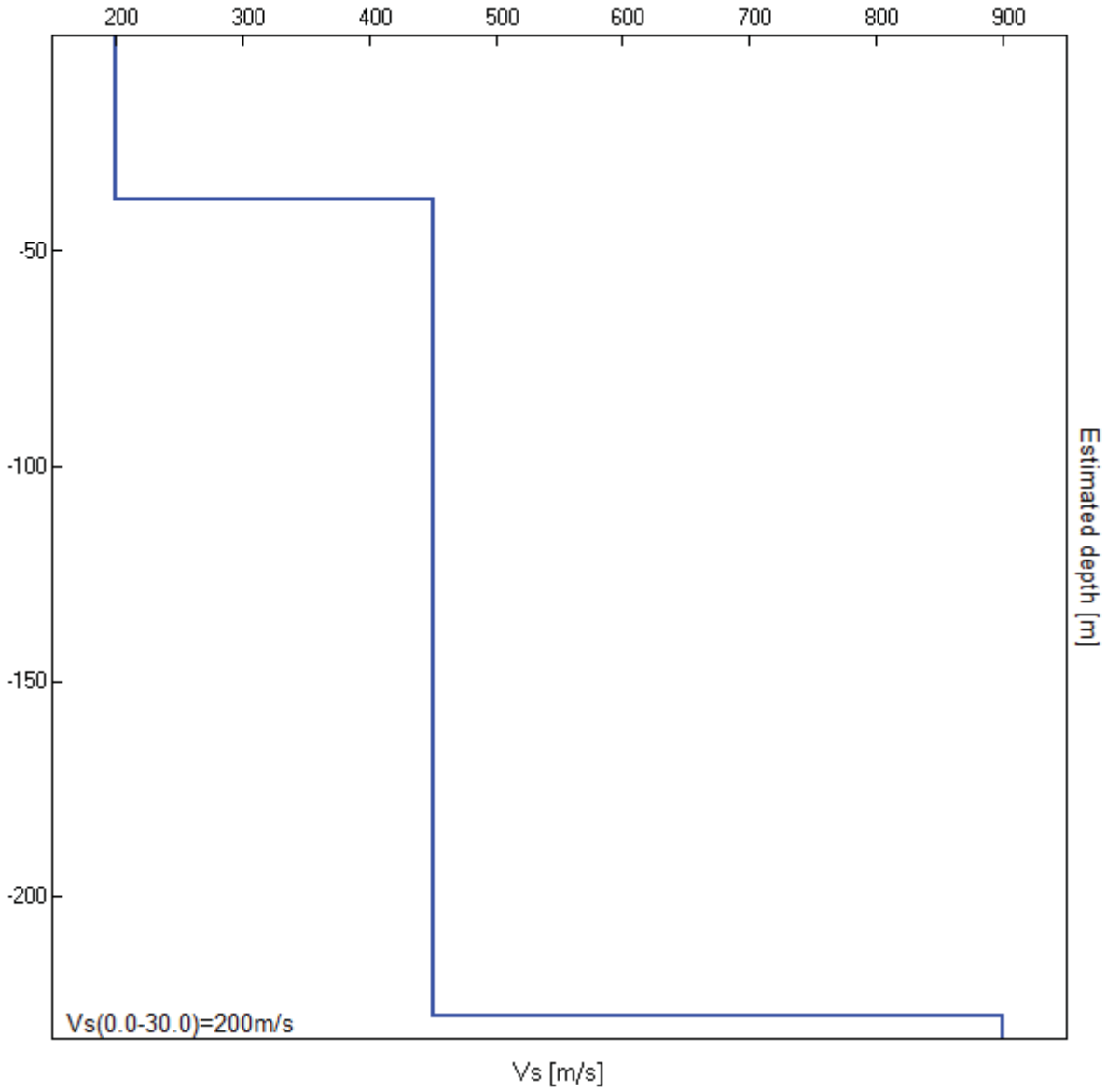


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
38.00	38.00	200	0.42
228.00	190.00	450	0.42
inf.	inf.	900	0.42

Vs(0.0-30.0)=200m/s


200
300
400
500
600
700
800
900
-50
-100
-150
-200
Vs(0.0-30.0)=200m/s
Estimated depth [m]
Vs [m/s]

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** *Grilla* **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 0.56 ± 0.02 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.56 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	652.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 28	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.406 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.75 Hz	OK	
$A_0 > 2$	9.55 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.0372| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02092 < 0.08438	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.4329 < 2.0	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

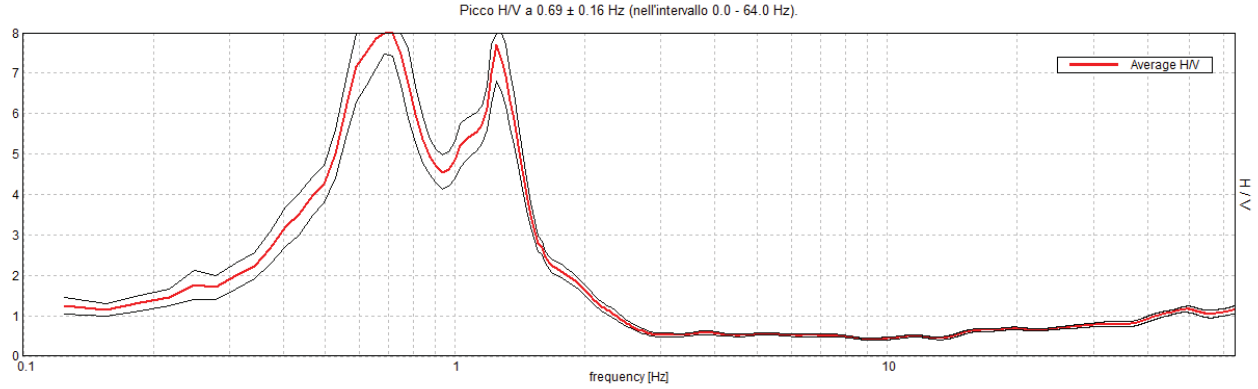
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

MARINELLA, 3

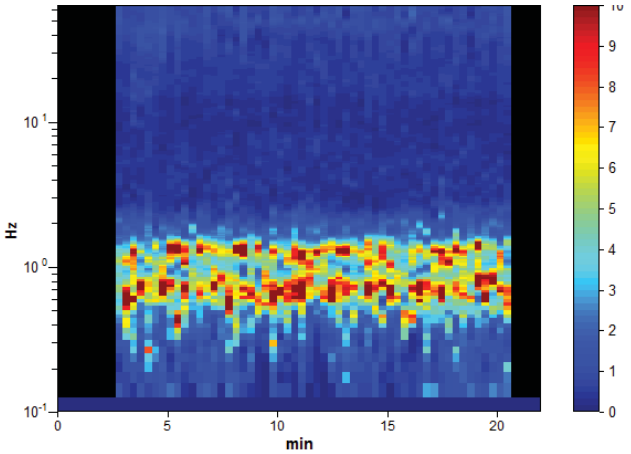
Strumento: TRZ-0135/01-11
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 09/12/14 13:24:40 Fine registrazione: 09/12/14 13:46:40
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00". Analizzato 82% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

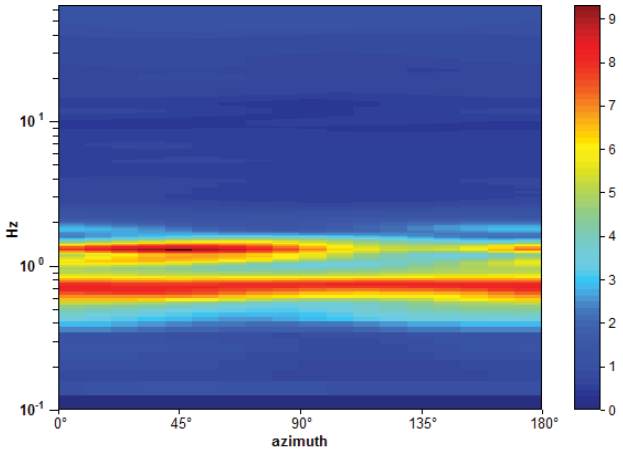
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



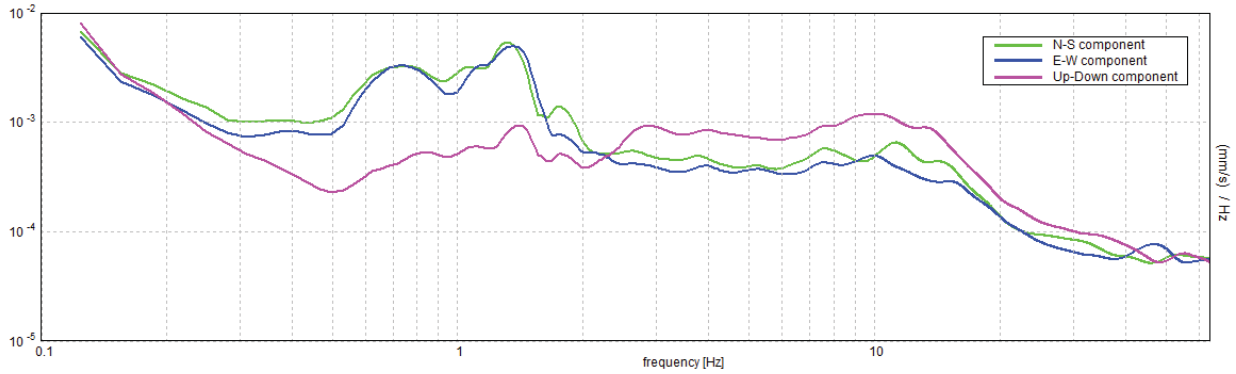
SERIE TEMPORALE H/V



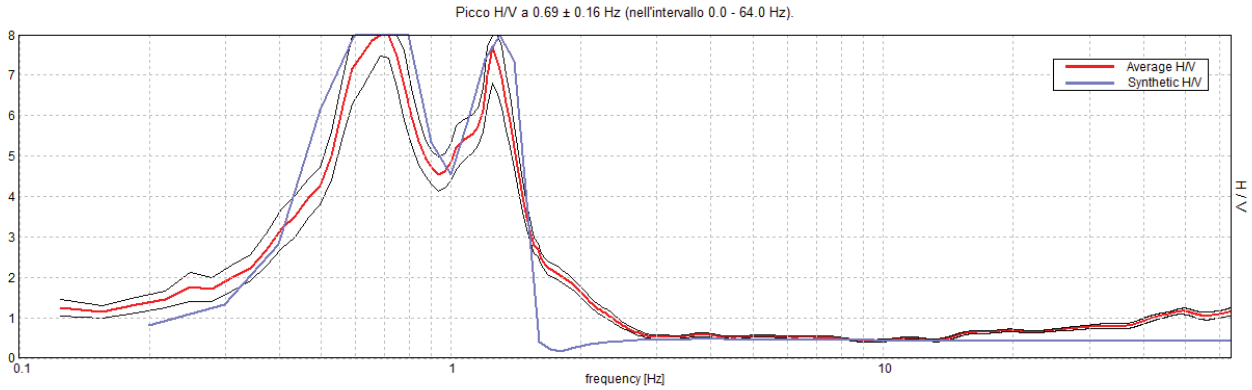
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

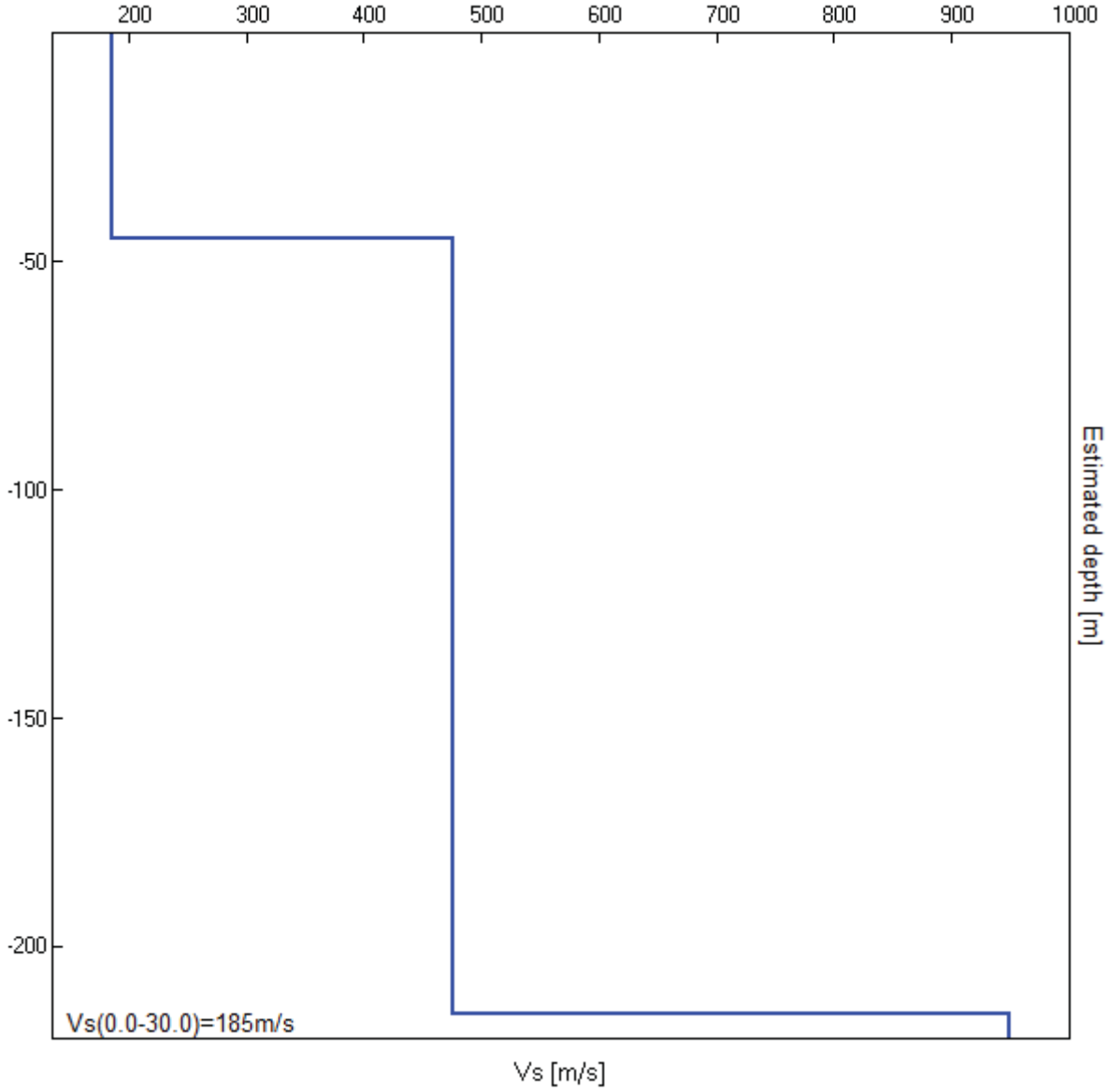


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
45.00	45.00	185	0.40
215.00	170.00	475	0.40
inf.	inf.	950	0.40

Vs(0.0-30.0)=185m/s


200
300
400
500
600
700
800
900
1000
-50
-100
-150
-200
Estimated depth [m]
Vs(0.0-30.0)=185m/s
Vs [m/s]

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** *Grilla* **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 0.69 ± 0.16 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.69 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	742.5 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**	Superato 0 volte su 34	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.469 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	8.21 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.23981| < 0.05		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.16487 < 0.10313		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.7285 < 2.0	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

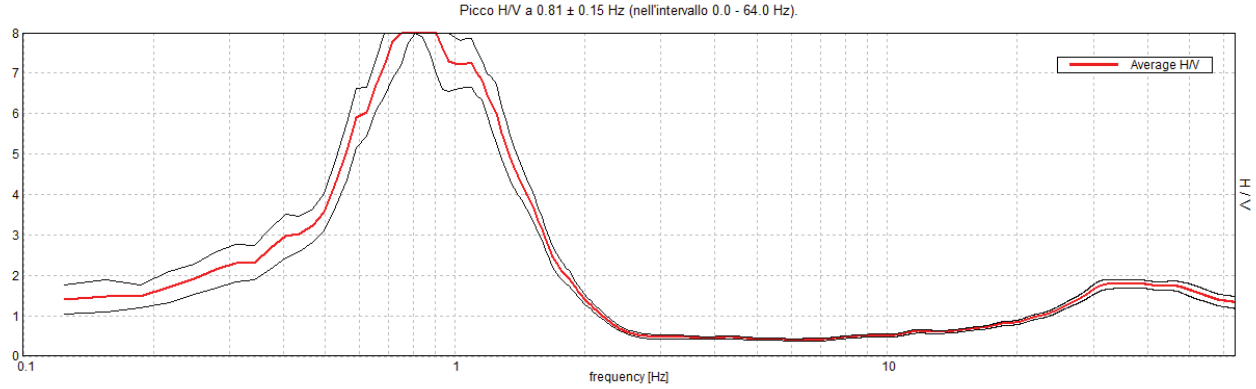
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

MARINELLA, 4

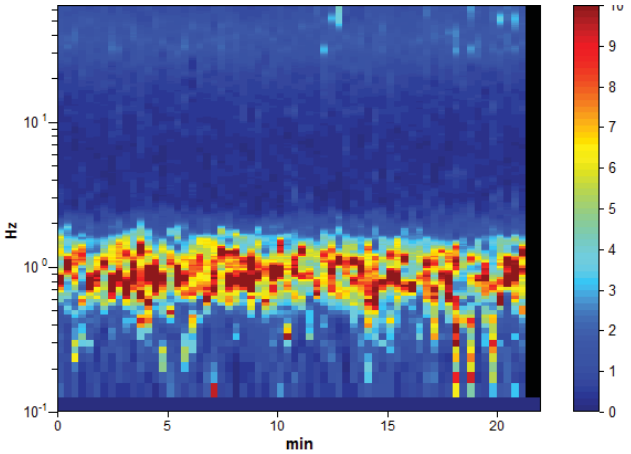
Strumento: TRZ-0135/01-11
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 09/12/14 14:00:08 Fine registrazione: 09/12/14 14:22:08
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

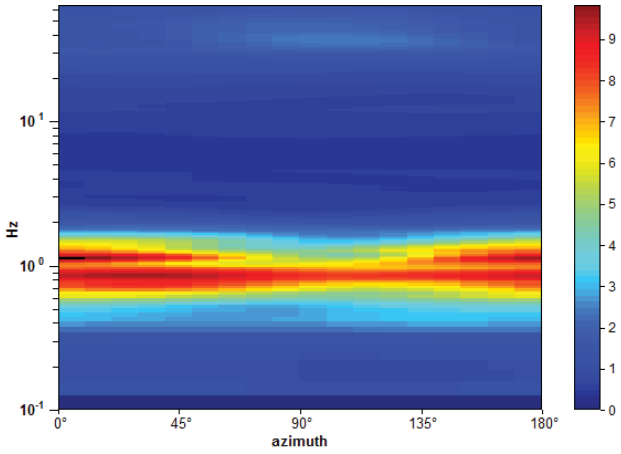
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



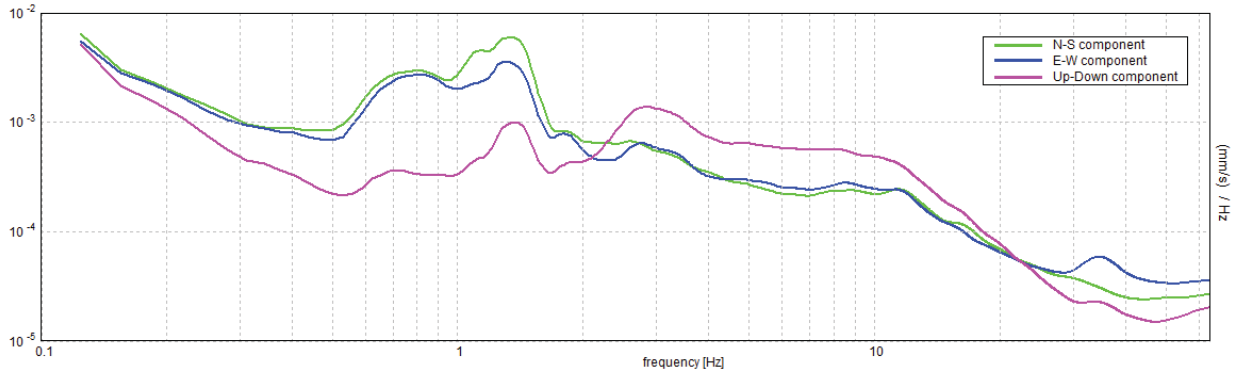
SERIE TEMPORALE H/V



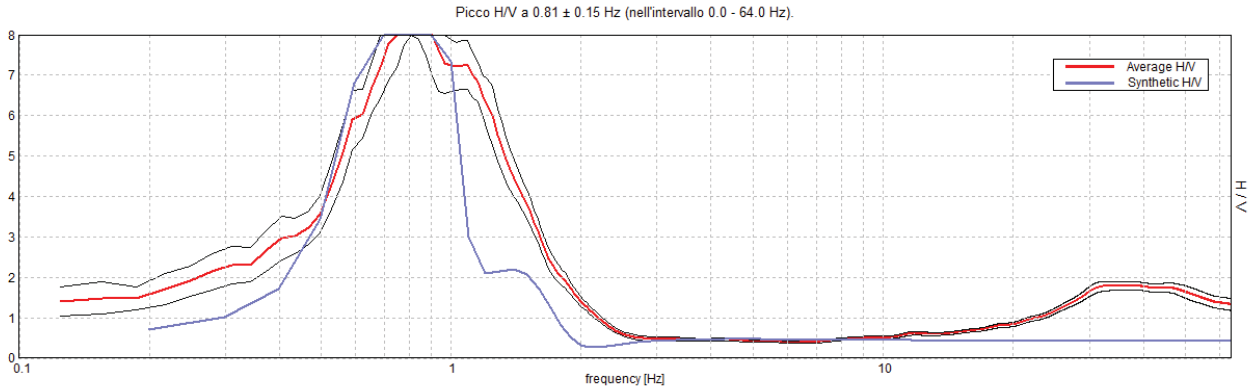
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

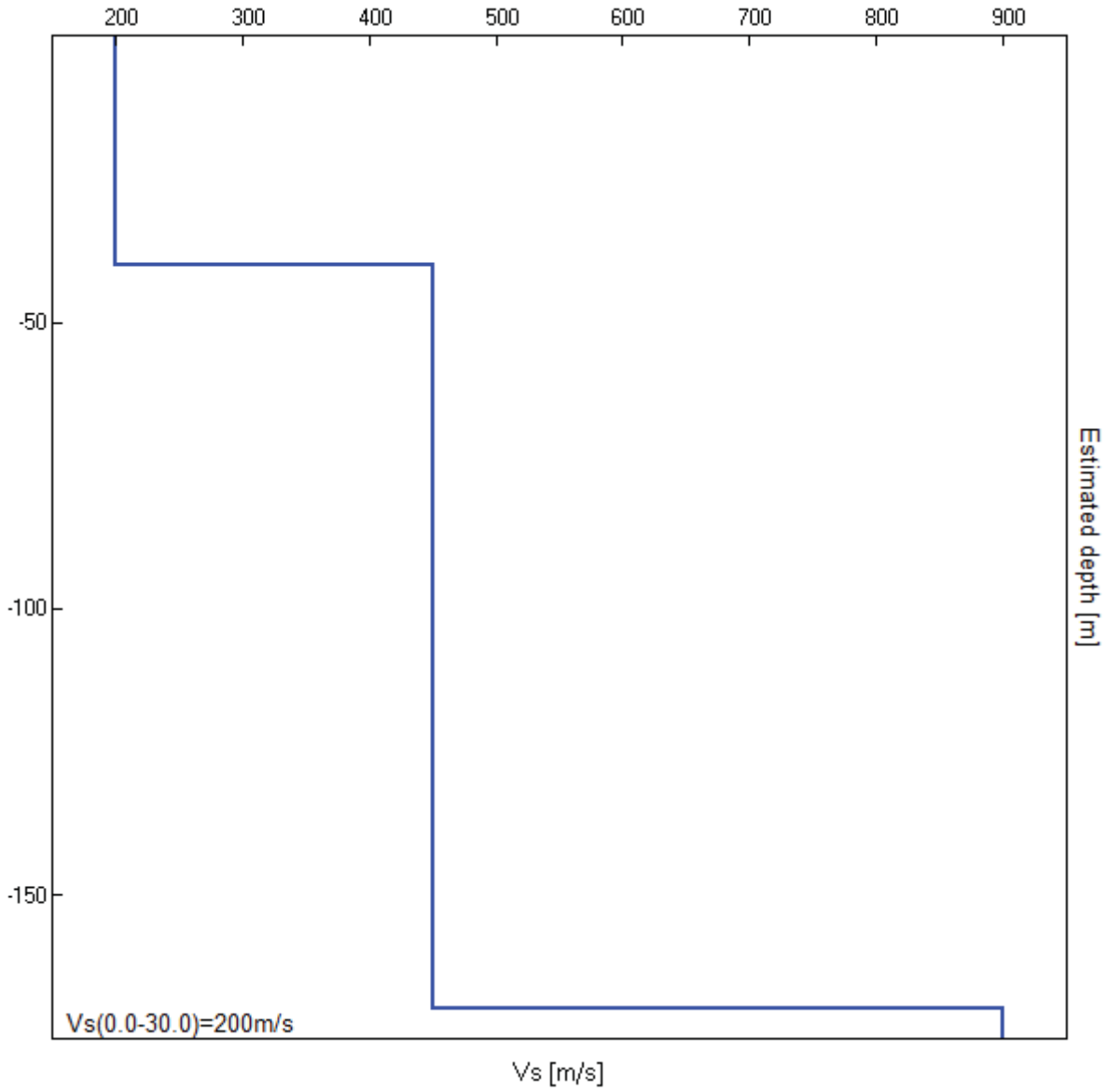


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
40.00	40.00	200	0.40
170.00	130.00	450	0.40
inf.	inf.	900	0.40

Vs(0.0-30.0)=200m/s


200
300
400
500
600
700
800
900
-50
-100
-150
Estimated depth [m]
Vs(0.0-30.0)=200m/s
Vs [m/s]

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** *Grilla* **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 0.81 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.81 > 0.50	**OK**	
$n_c(f_0) > 200$	1072.5 > 200	**OK**	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**	Superato 0 volte su 40	**OK**	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.531 Hz	**OK**	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.406 Hz	**OK**	
$A_0 > 2$	9.05 > 2	**OK**	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.1847| < 0.05		**NO**
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.15007 < 0.12188		**NO**
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.0448 < 2.0	**OK**	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

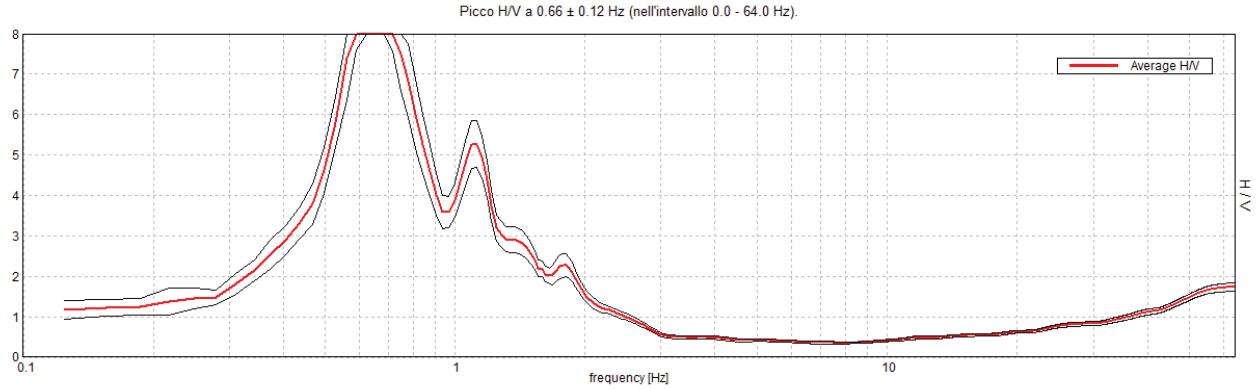
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

MARINELLA, 5

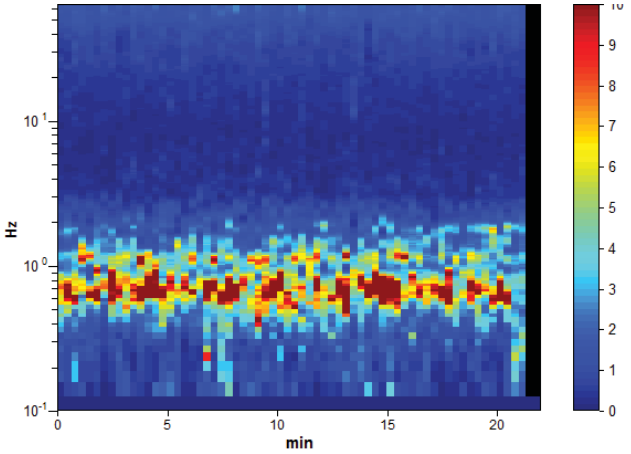
Strumento: TRZ-0135/01-11
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 09/12/14 14:51:21 Fine registrazione: 09/12/14 15:13:21
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00''. Analisi effettuata sull'intera traccia.
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

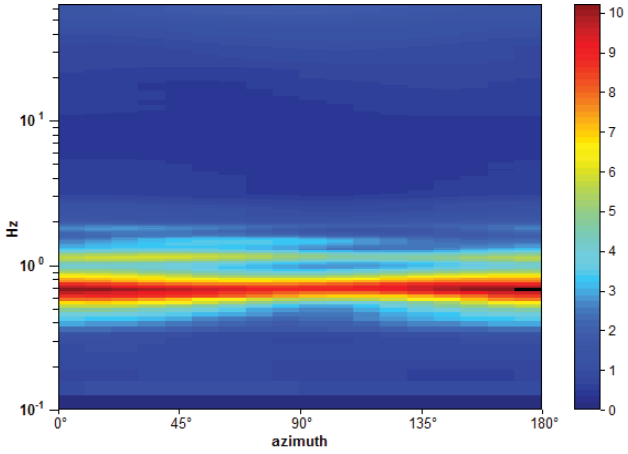
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



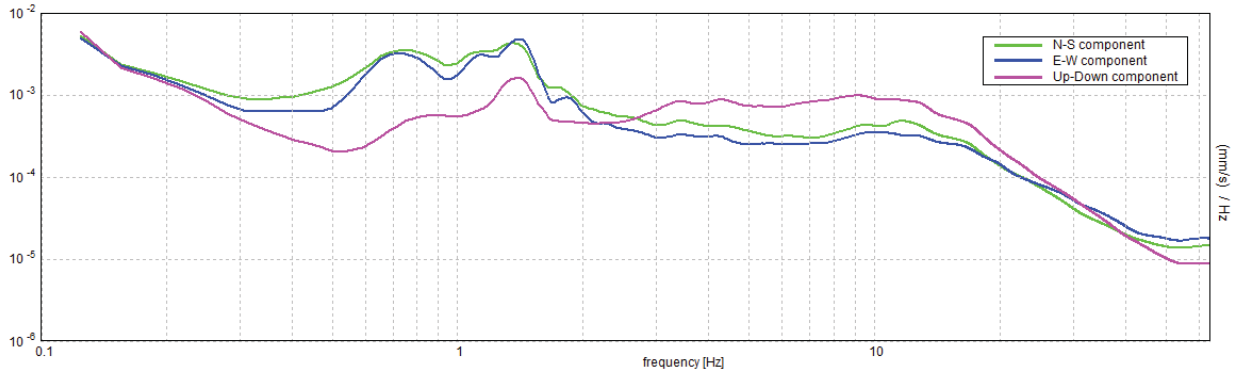
SERIE TEMPORALE H/V



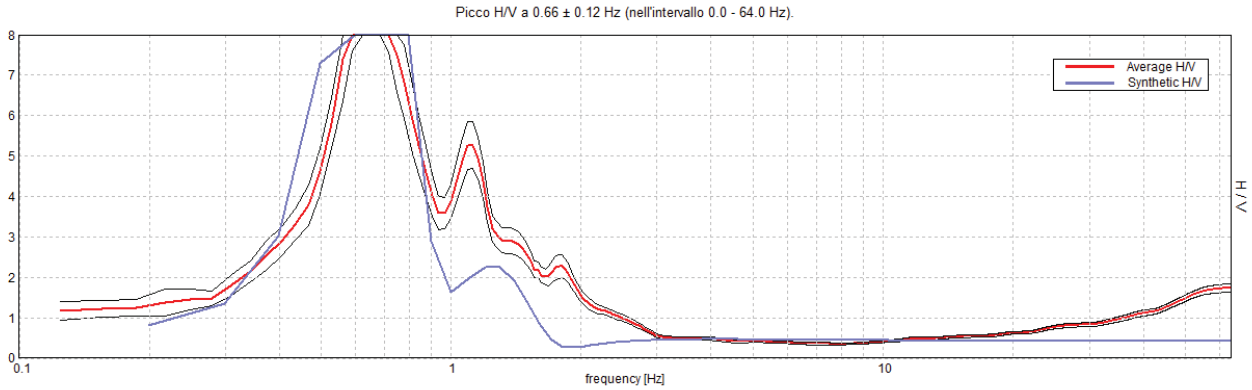
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

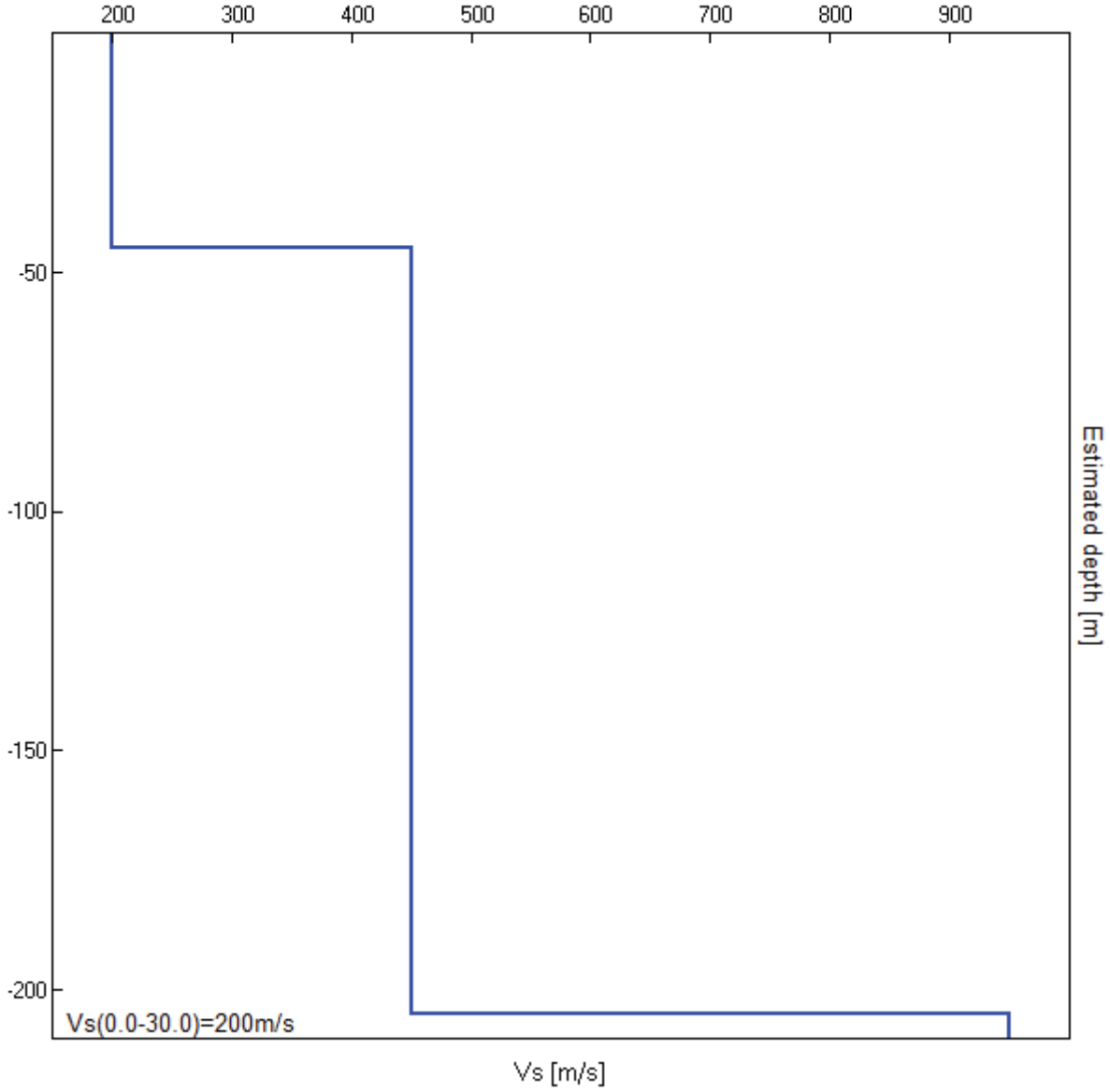


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
45.00	45.00	200	0.40
205.00	160.00	450	0.40
inf.	inf.	950	0.40

Vs(0.0-30.0)=200m/s


200
300
400
500
600
700
800
900
-50
-100
-150
-200
Vs(0.0-30.0)=200m/s
Vs [m/s]
Estimated depth [m]

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** *Grilla* **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 0.66 ± 0.12 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.66 > 0.50	**OK**	
$n_c(f_0) > 200$	866.3 > 200	**OK**	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz **$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz**	Superato 0 volte su 32	**OK**	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.5 Hz	**OK**	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.875 Hz	**OK**	
$A_0 > 2$	10.00 > 2	**OK**	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.17885| < 0.05		**NO**
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.11737 < 0.09844		**NO**
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.3561 < 2.0	**OK**	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

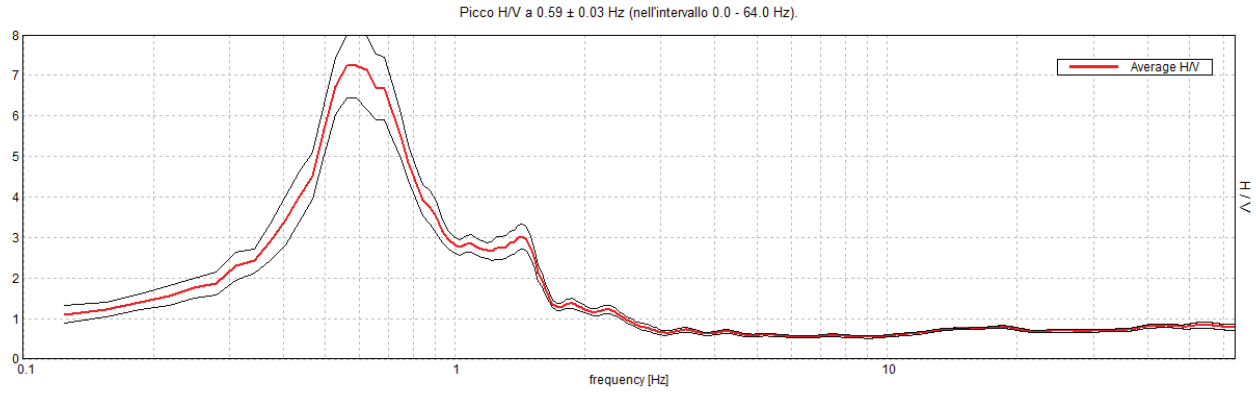
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

MARINELLA, 6

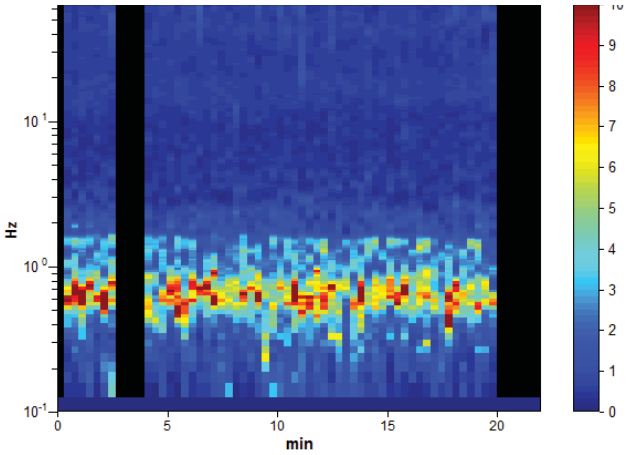
Strumento: TRZ-0135/01-11
Formato dati: 16 byte
Fondo scala [mV]: n.a.
Inizio registrazione: 09/12/14 15:25:21 Fine registrazione: 09/12/14 15:47:21
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h22'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)
Freq. campionamento: 128 Hz
Lunghezza finestre: 20 s
Tipo di lisciamento: Triangular window
Lisciamento: 10%

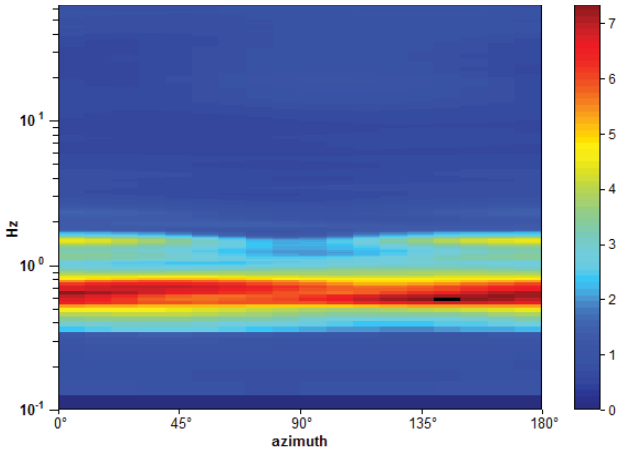
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE



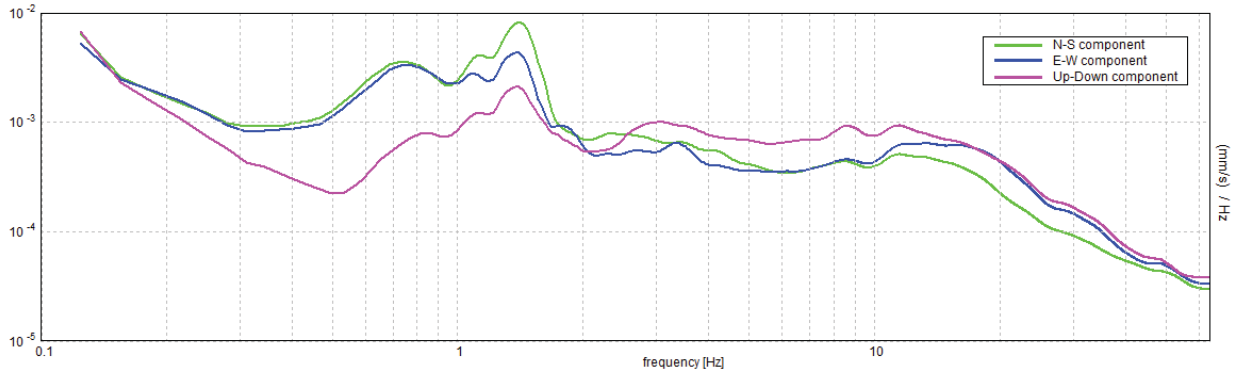
SERIE TEMPORALE H/V



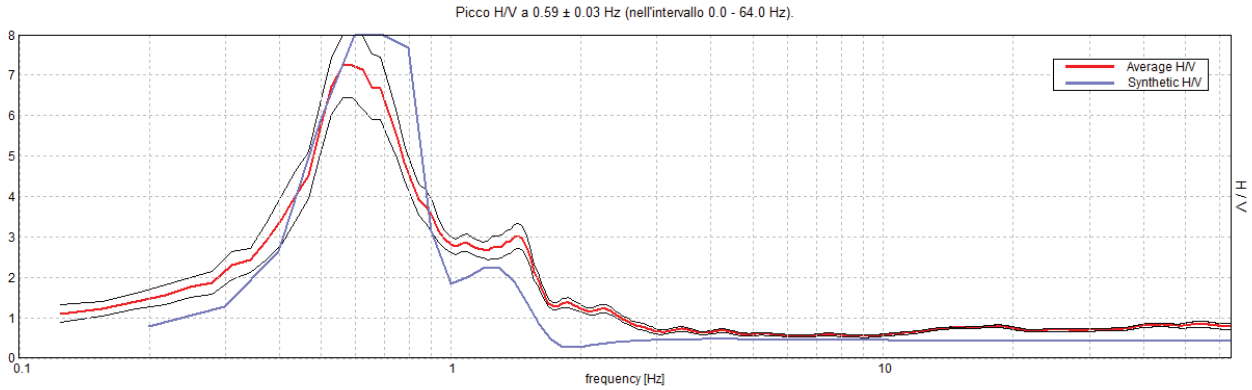
DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

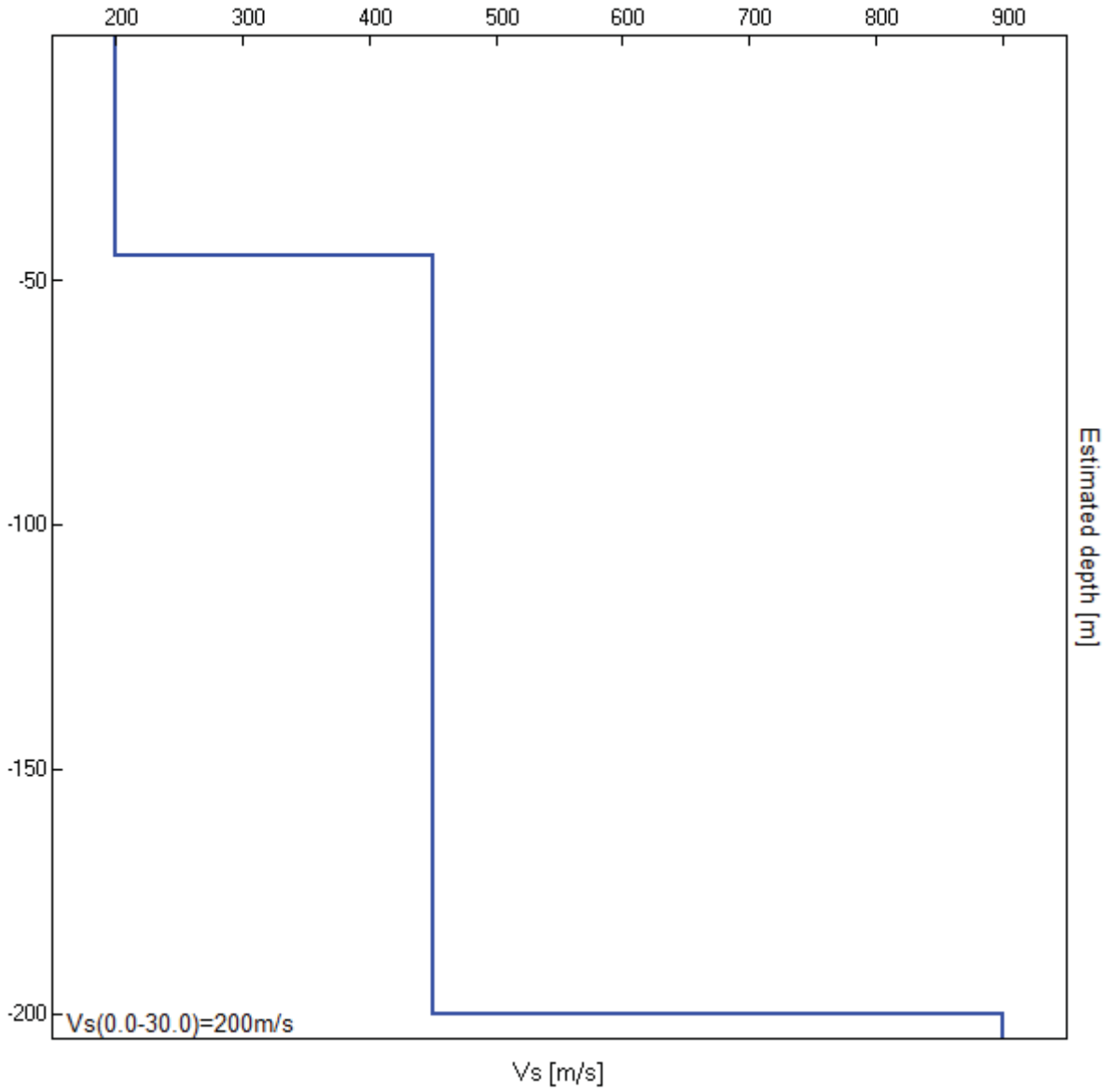


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
45.00	45.00	200	0.40
200.00	155.00	450	0.40
inf.	inf.	900	0.40

Vs(0.0-30.0)=200m/s


200
300
400
500
600
700
800
900
-50
-100
-150
-200
Vs(0.0-30.0)=200m/s
Estimated depth [m]
Vs [m/s]

[Secondo le linee guida SESAME, 2005. **Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di** *Grilla* **prima di interpretare la tabella seguente**].

Picco H/V a 0.59 ± 0.03 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.59 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	653.1 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$Hz	Superato 0 volte su 30	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]			
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ | $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.406 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ | $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.906 Hz	OK	
$A_0 > 2$	7.25 > 2	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	|0.04488| < 0.05	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.02665 < 0.08906	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.8178 < 2.0	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{logH/V}(f)$	deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
log $\theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

CONCLUSIONI

Masw-Esac entrambe le tipologie di rilievo si sono dimostrate molto affidabili ed efficaci, con una sensibilità alle alte frequenze data dai MASW ed una penetrazione degli ESAC fino a circa 50 metri, dove è stato possibile definire il passaggio fra depositi sabbiosi superficiali e le ghiaie sottostanti. La velocità di queste ultime è stata stimata con approssimazione, visto che il contatto si poneva sui 40-50 metri, ed è comunque compresa fra 400 e 600 metri al secondo.

I 6 rilievi tromometrici hanno evidenziato tutti uno stesso andamento, con un primo picco a circa 1,5 hz ed un secondo a 0,5 hz, entrambi molto netti, e con il maggiore che raggiungeva gli 8hz.

MISURA	Picco Primario		Picco Secondario	
1	0.56	8	1.12	4
2	0.56	8	1.47	4
3	0.72	8	1.25	7
4	0.79	8	1.08	7
5	0.65	8	1.1	5
6	0.57	7	1.42	3

Mentre il picco intorno a 1Hz risulta correlabile con i dati degli ESAC, e quindi senz'altro veritiero, il picco principale potrebbe anche aver subito l'influenza del moto ondoso; l'infrangersi delle onde sulla spiaggia provocava infatti una fortissima energizzazione sulle basse frequenze.

Tuttavia, indipendentemente dal fatto che tale picco sia o meno dovuto al contatto con il bedrock o al moto ondoso, non si rilevino altri picchi correlabili con un contatto fra 50 e 150 m, quindi con indicazioni piuttosto nette di bedrock profondo.

AREZZO 14-12-2014 ***GALILEO GEOFISICA***

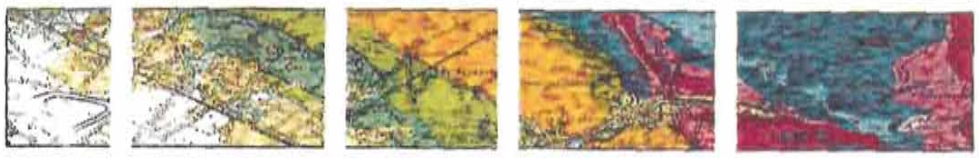


Studio di geologia tecnica e ambientale
dott.
MASSIMO MORACHIOLI
geologo

D.M. 14.01.2008

Relazione sulla modellazione geologica e sismica definitiva/esecutiva e sulla modellazione geotecnica preliminare inerente i terreni interessati dal progetto di manutenzione straordinaria con cambio d'uso a commerciale di un immobile in località Marinella di Sarzana, Comune di Sarzana (SP).

Committente: Marinella S.p.a.
Via della Chiesa, 16
19038 Marinella di Sarzana (SP)
C.F./P.Iva: 01087910525



VISTO AI SENSI 12/06
ART. 64 65 D.P.R. 380/01 L.R. 29/83
EFFETTUATO IN DATA 2/12/06 PROT 38429
ART. 93 94 D.P.R. 380/01 L.R. 31/84
2/12/06 38429

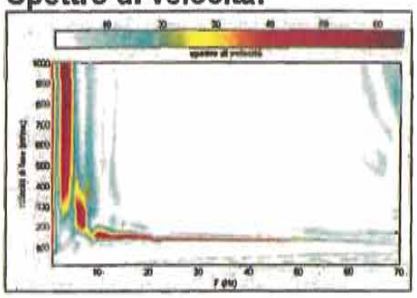
Castelnuovo Magra, 21.12.2009

Studio principale:
Via Canale, 8
19033 Molicciara, Castelnuovo Magra (SP)
tel./fax/segr. 0187 674 619 cell. 338 473 22 84
e-mail: massimo.morachioli@libero.it
www.morachioli.it

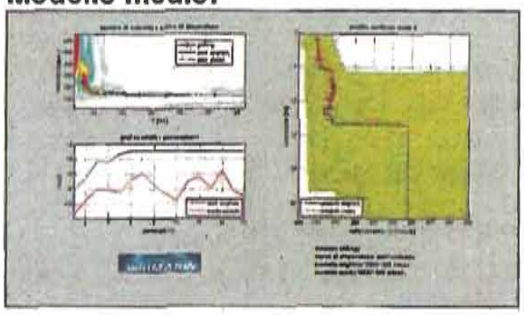
Studio:
Via Garibaldi, 36
19028 Varese L. (SP)

Sede Fiscale:
Via Savona, 3
19034 Ortonovo (SP)
tel. 0187 661 355
C.F.: MRC MSM 58R13 C240V
P. IVA: 00785740119

Spettro di velocità:



Modello medio:



V_S (m/sec): 149.393 151.7669 156.3801 162.4103 188.7238 191.8672 183.5171 179.6343 184.9445 391.4509
Deviazioni Standard (m/sec): 10.0468 7.55274 12.4944 14.0986 13.7517 11.2666 16.8962 17.8007 14.0457 51.5389

Spessori (m): 1.2203 2.0206 1.1766 0.9162 1.763 1.6947 1.5379 1.3642 1.6869

Deviazioni Standard (m): 0.22988 0.43478 0.3915 0.41241 0.30975 0.40939 0.4191 0.35982 0.53434

*** *** ***

La sismica M.A.S.W. ha individuato conseguentemente la presenza di due strati principali, il primo dei quali risulta suddiviso in più livelli contraddistinti da leggere differenze di velocità delle onde "S".

In particolare il primo strato, dallo spessore di circa 13,50 mt. è ascrivibile al terreno indagato dalle prove penetrometriche, ed è caratterizzato da terreni poco densi con una **Vs** media di circa 170 m/s. Il secondo strato, indagato dalla M.A.S.W. sino a circa 23,0 mt. dal piano campagna, ha una Vs media di circa 391 m/s ed è attribuibile ad un contemporaneo aumento della granulometria e della densità dei sedimenti (ghiaie, sabbie e ciottoli).

*** *** ***

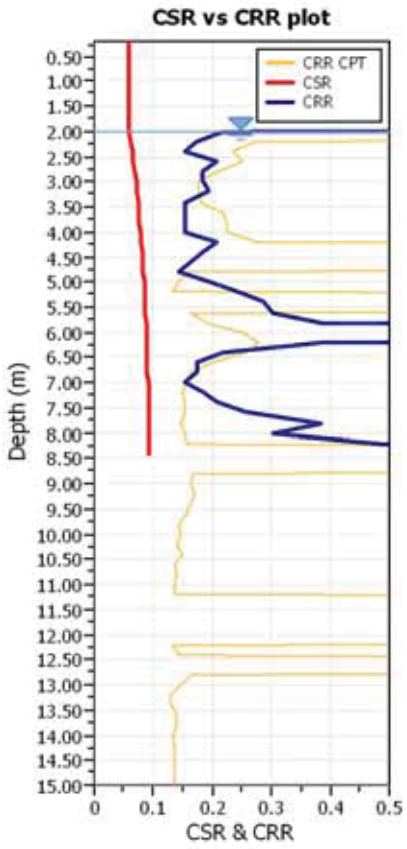
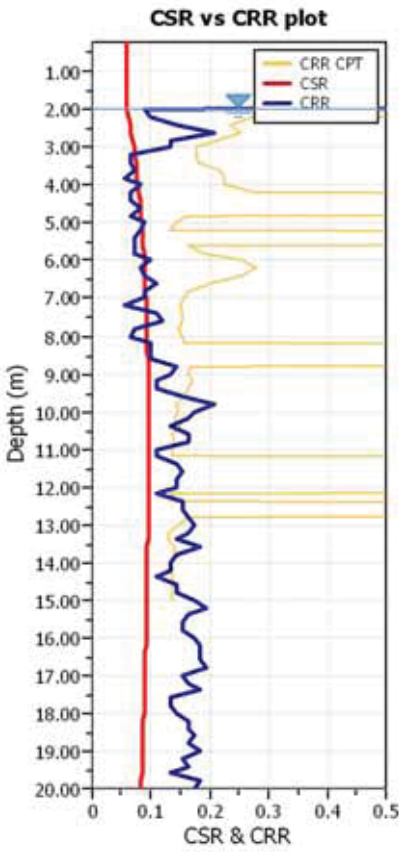
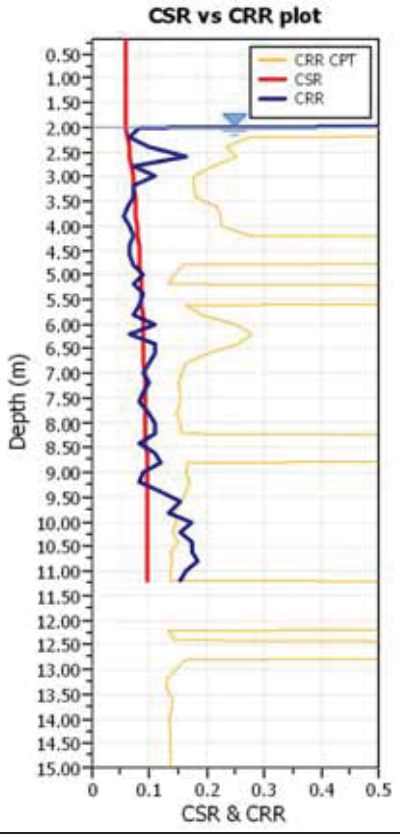
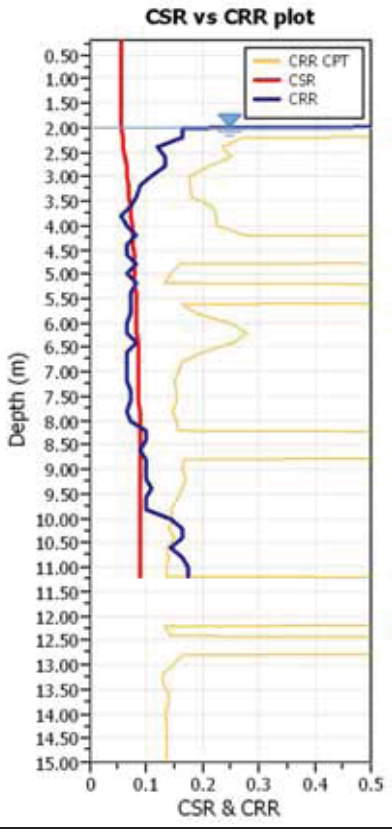
Sulla base dei dati desunti e correlati dalle due indagini geognostiche, è stato possibile ricostruire il modello geologico del sottosuolo che è stato schematizzato nelle sezioni geologico-tecniche riportate nell'allegato 6.

ALLEGATO 6

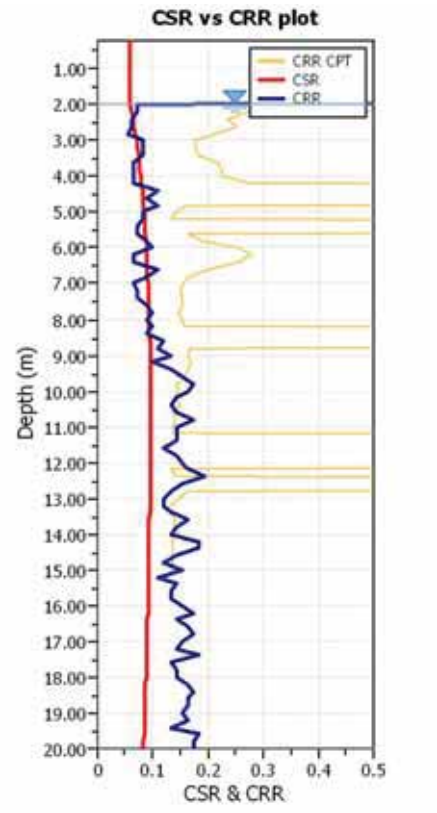
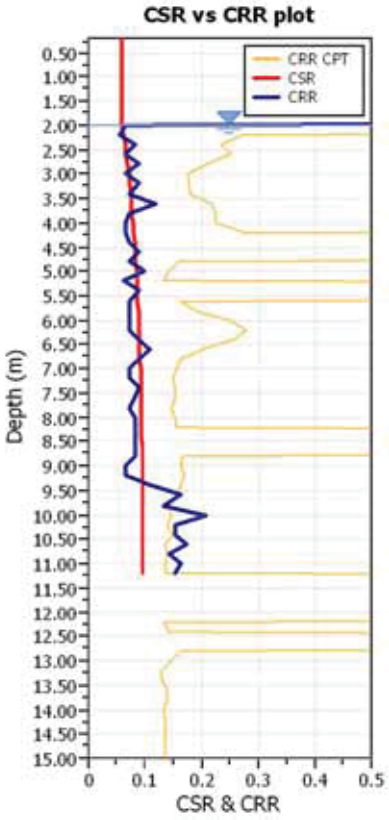
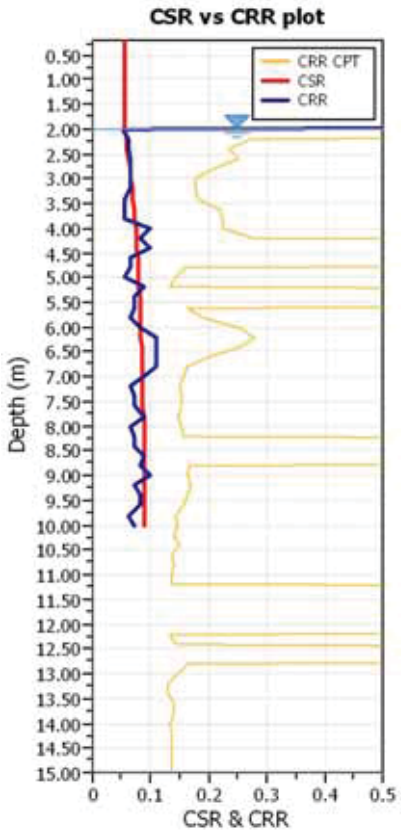
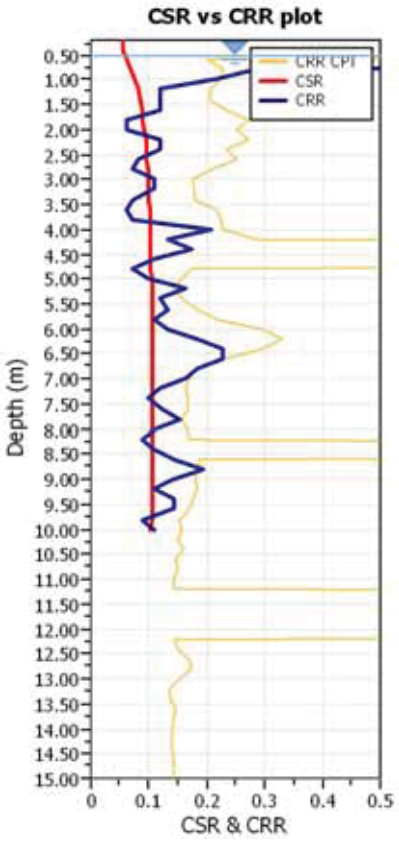
· VERIFICHE A LIQUEFAZIONE ·

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065

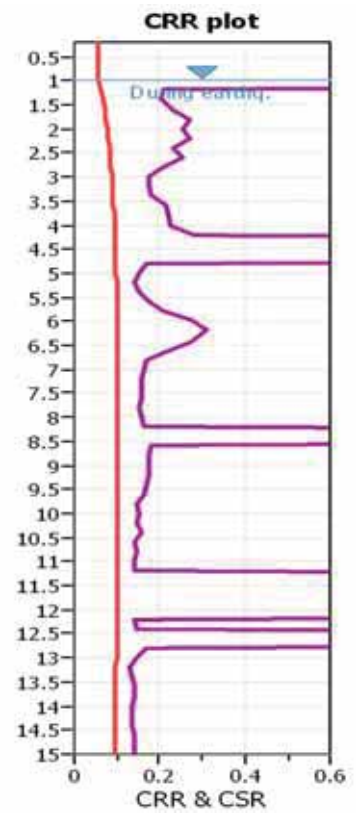
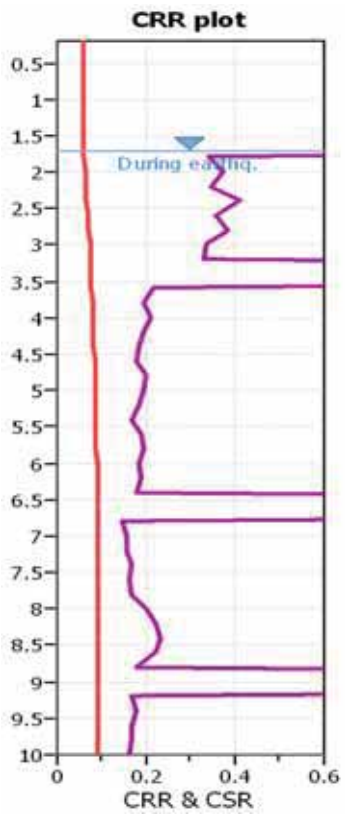
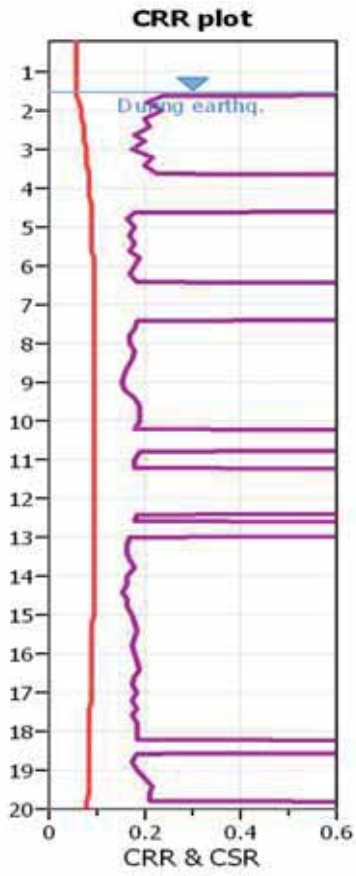
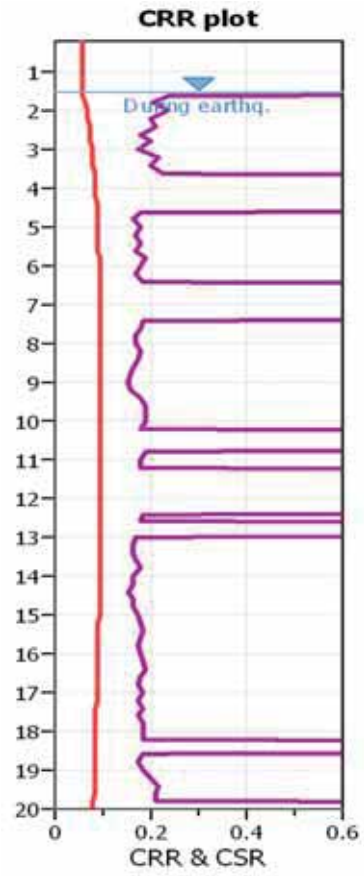
Dott. Geol. Tommaso Pratesi

DPSH 1 – IL = 0.0	DPSH 2 - IL = 3.6
	
DPSH 3 – IL = 3.3	**DPSH 4 – IL = 4.3**
	

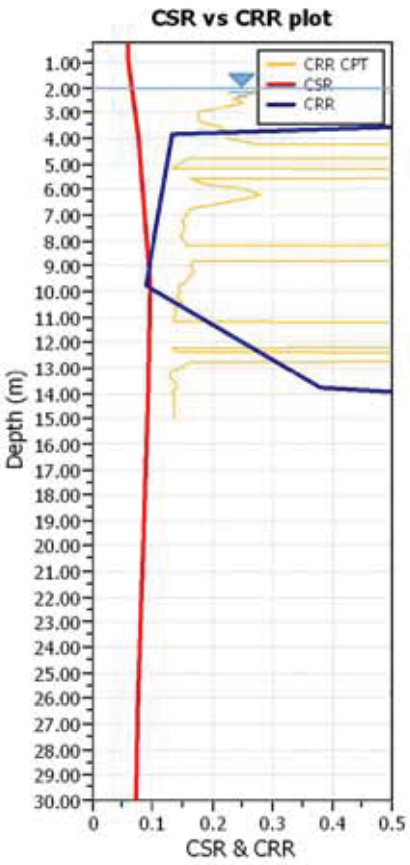
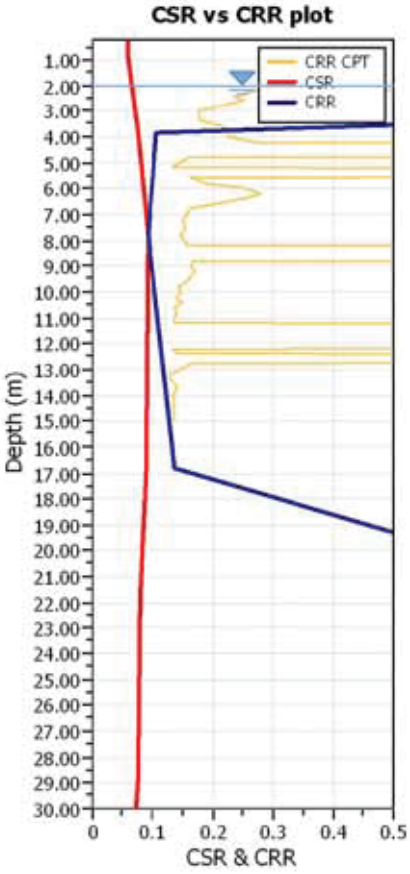
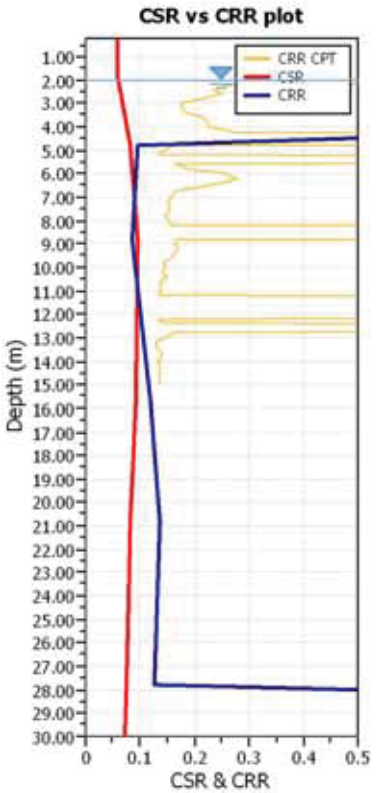
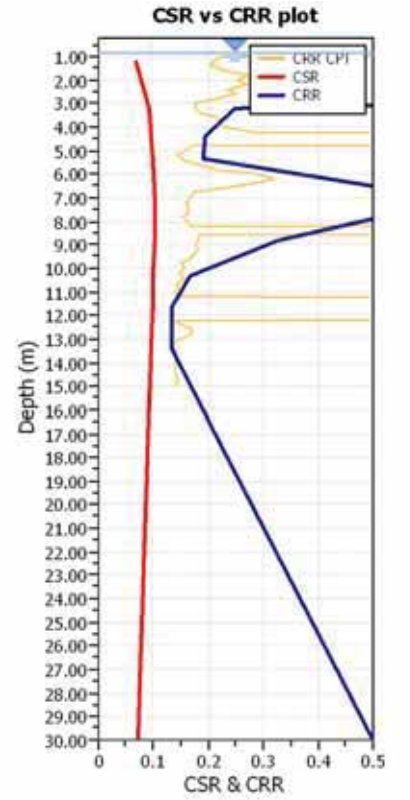
GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065
Dott. Geol. Tommaso Pratesi

DPSH 5 – IL = 3.6	DPSH 6 - IL = 4.8
	
DPSH 60 – IL = 4.9	**DPSH 68 – IL = 4.4**
	

GEO.STUDIO
Dott. Geol. Tommaso Pratesi
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065

CPT 2 – IL = 0.0	CPT 23 - IL = 0.0
	
CPT 26 – IL = 0.0	**CPT 26 – IL = 0.0**
	

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065
Dott. Geol. Tommaso Pratesi

MASW 1 – IL = 2.1	MASW 2 – IL = 0.4
	
MASW 3 – IL = 2.2	**MASW 4 – IL = 0.0**
	

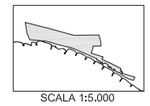
GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel.|Fax. 0577.319065
Dott. Geol. Tommaso Pratesi

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

PLANIMETRIA UBICATIVA
AERA OGGETTO DI S.U.A.



SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 01

LEGENDA

AREA OGGETTO DI S.U.A.

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA GEOLOGICA

SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 02

LEGENDA

AREA OGGETTO DI S.U.A.

DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI SABBIOSI DI SPIAGGE ATTUALI

DEPOSITI EOLICI

DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI

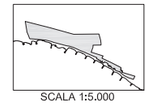
DEPOSITI PALUSTRI RECENTI

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA GEOMORFOLOGICA



SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 03

LEGENDA

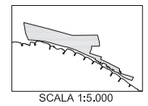
- AREA OGGETTO DI S.U.A.
- SPIAGGE ATTUALI
- CORDONE DUNALE
- PIANA ALLUVIONALE DEL F. MAGRA
- AREE MORFOLOGICAMENTE DEPRESSE
- SCARPATE NATURALI E/O DI ORIGINE ANTROPICA
- ARGINI E RILEVATI
- CIGLI DI SPONDA
- LINEA DI COSTA
- CORSO D'ACQUA
- RETICOLO DI REGIMAZIONE
  (canalette, fossetti agricoli, scoline, ecc.)

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA DELL'ACCLIVITA'



SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel./Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 04

LEGENDA

- AREA IN OGGETTO
- 0 % - 10 %
- 11 % - 20 %
- 21 % - 35 %
- 36 % - 50 %
- 51 % - 75 %
- 76 % - 100%
- > 100 %

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA

strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE

L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

ESTRATTO P.A.I. - AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME MAGRA

SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 05

LEGENDA

AREA IN OGGETTO

Limite di bacino

Limiti comunali

PG4 Pericolosità geomorfologica molto elevata
(frane attive e zone di pertinenza)

PG3 Pericolosità geomorfologica elevata
(frane quiescenti e zone di pertinenza, coltri detritiche potenti assimilabili)

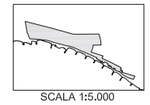
PG2 Pericolosità geomorfologica media
(frane inattive e zone di pertinenza, aree in dissesto artificialmente stabilizzate, DGPV, coltri detritiche, coni alluvionali, detrito di falda, aree interessate da ruscellamento diffuso)

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA IDROGEOLOGICA



SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 06

LEGENDA

AREA OGGETTO DI S.U.A.

PERMEABILITA' RELATIVA

BUONA

DISCRETA - BUONA

BASSISSIMA - NULLA (impermeabile)

SOGGIACENZA DELLA PRIMA FALDA

SOGGIACENZA DELLA PRIMA FALDA (m)

SUPERFICIE PIEZOMETRICA DELLA PRIMA FALDA

FASCIA PRESUNTA DI OSCILLAZIONE DELLA SUPERFICIE PIEZOMETRICA (m. s.l.m.)

SISTEMA DI REGIMAZIONE IDRAULICA

AREE DEPRESSE CON DIFFICOLTA' DI DEFLUSSO

RETICOLO DI DRENAGGIO
(presunto limite a potenziale imposto)

IDROVORA

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA DEGLI AMBITI NORMATIVI DELLE AREE INONDABILI

- AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME MAGRA -

SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel./Fax. 0577.319065
Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 07

LEGENDA

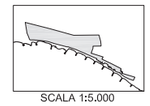
- AREA IN OGGETTO
- ambito PI4A - Aree inondabili per T=30 anni a maggiore pericolosità relativa
- ambito PI3A - Aree inondabili per T=200 anni a maggiore pericolosità relativa
- ambito PI3B - Aree inondabili per T=200 anni a minore pericolosità relativa
- ambito PI2 - Aree inondabili per T=500 anni
- Aree a criticità idraulica non studiate (aree storicamente inondate)
- Fascia di riassetto fluviale

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

PERICOLOSITA' IDRAULICA PER EVENTI METEOMARINI



SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 08

LEGENDA

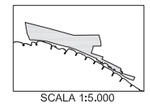
- AREA OGGETTO DI S.U.A.
- AREE A PERICOLOSITA' PER EVENTI METEOMARINI
- QUOTA +1.92 m s.l.m. (set-up + run-up)

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA DELLE INDAGINI



SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065
Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 09

LEGENDA

AREA OGGETTO DI S.U.A.

INDAGINI GEOGNOSTICHE - GEOTECNICHE

SONDAGGI GEOGNOSTICI

PROVE PENETROMETRICHE STATICHE "CPT"

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE "DPSH"

INDAGINI GEOFISICHE

MISURE H/V

PROFILI SISMICI MASW - ESAC

SEZIONI

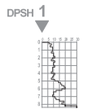
SEZIONE INTERPRETATIVA

LEGENDA

SABBIA E SABBIA FINE LIMOSA PREVALENTE

GHIAIA E GHIAIA SABBIOSA

FALDA

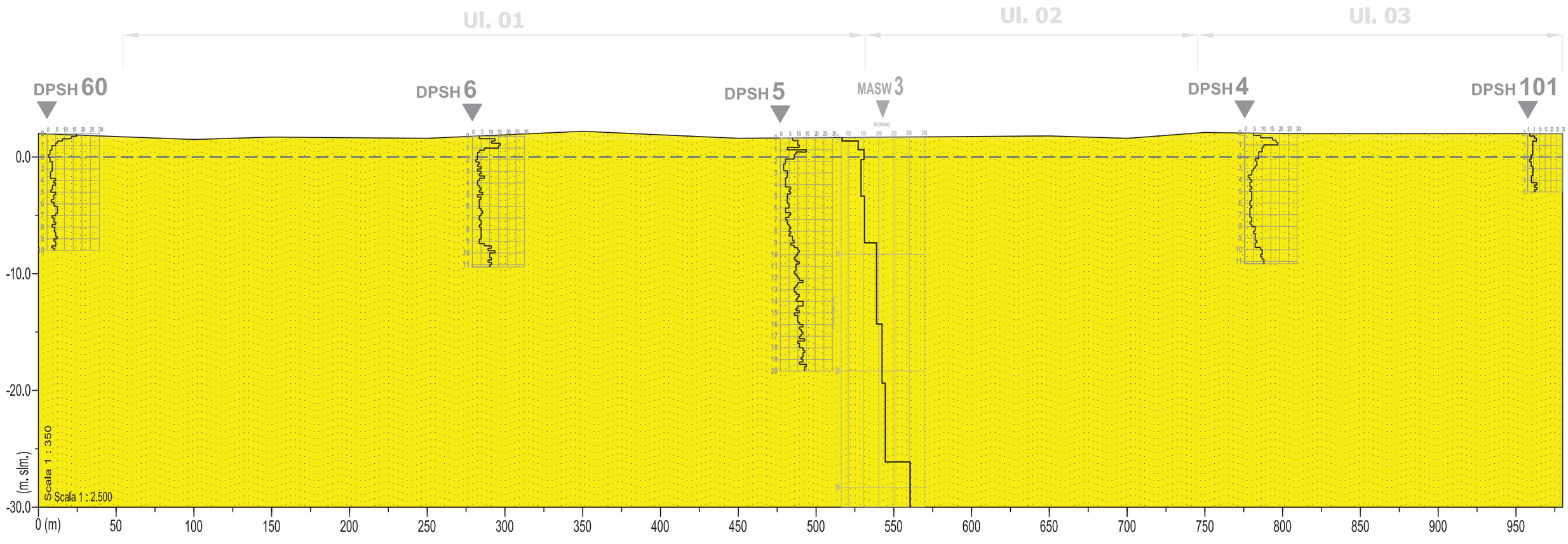


PROVA PENETROMETRICA "DPSH"



PROFILO SISMICO MASW

SEZIONE A-B

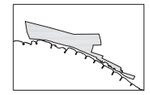


COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

SEZIONI GEOLOGICHE



REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 10a

LEGENDA

SABBIA E SABBIA FINE LIMOSA PREVALENTE

GHIAIA E GHIAIA SABBIOSA

FALDA

PROVA PENETROMETRICA "DPSH"

PROFILO SISMICO MASW

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

SEZIONI GEOLOGICHE

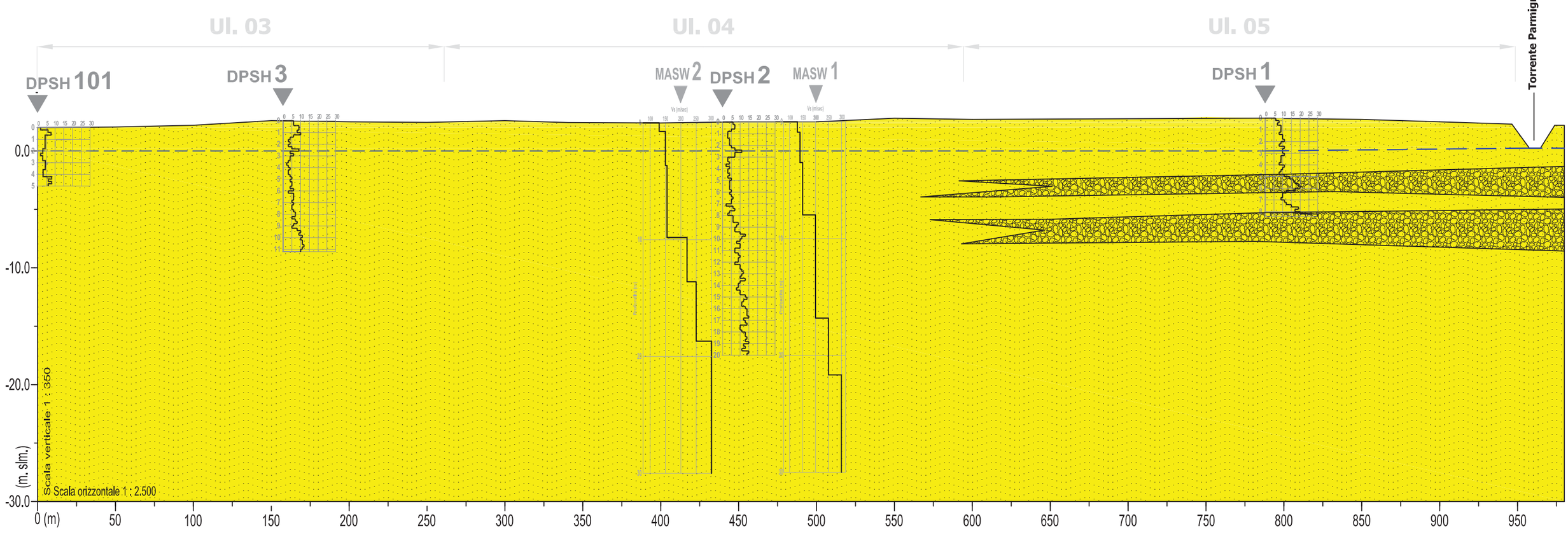
REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 10b

SEZIONE B-C

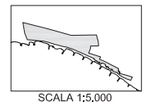


COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA LITOTECNICA



SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 11

LEGENDA

AREA OGGETTO DI S.U.A.

DEPOSITI SUPERFICIALI

A1 — **Depositi palustri recenti**
Limi e limi sabbiosi nei livelli superficiali cui seguono limi argillosi, argille e argille limose con livelli di torba, in genere soffici e/o poco consistenti.

A2 — **Depositi eolici, Depositi alluvionali recenti e Depositi di spiaggia attuali**
Sabbie e sabbie limose nei livelli superficiali cui seguono sabbie e sabbie ghiaiose con livelli e/o lenti di ghiaia, sciolti e/o poco consistenti fino a mediamente consistenti in profondità.

INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOTECNICHE

- 12 — SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO
- 2 — PROVE PENETROMETRICHE STATICHE "CPT"
- 1 — PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE "DPSH"

INDAGINI GEOFISICHE

- 1 — TROMOMETRIA
- PROFILO SISMICO MASW ED ESAC

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS - 1° LIVELLO

SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065

Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 12

LEGENDA

AREA OGGETTO DI S.U.A.

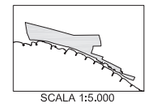
ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI ZONA B	ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA' ZONA C
ZA1 Limi e argille prevalenti soffici e/o poco consistenti	**Li** LIQUEFAZIONE (Li) Aree con terreni sabbiosi scarsamente addensati e falda subaffiorante
0 / 10 / 20 / 30 — Limi e argille prevalenti soffici e/o poco consistenti	0 / 10 / 20 / 30 — Sabbie e sabbie limose prevalenti sciolte e/o poco addensate con locali intercalazioni ghiaiose

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA MOPS - 2° LIVELLO



SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel./Fax. 0577 319065
Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 13

LEGENDA

AREA OGGETTO DI S.U.A.

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE E LIQUEFAZIONE

Li — **Presenza di terreni suscettibili di amplificazione e liquefazione**
terreni sabbiosi scarsamente addensati suscettibili di liquefazione prevalentemente nei primi 10-15 m di profoncità da p.c. - falda subaffiorante - substrato mediamente profondo (profondità ≥ 150 m)

Fattori di amplificazione sismica: FA = 1.3 - FV = 2.5

INDICE POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

IL(*) — **IL** - INDICE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DA PROVE D.P.S.H., C.P.T. E M.A.S.W.
(*) entro i primi 10 m dal p.c., (**) entro i primi 20 m dal p.c.

IL ≤ 5 — RISCHIO BASSO

5 ≤ IL ≤ 15 — RISCHIO ALTO

IL ≥ 15 — RISCHIO MOLTO ALTO

COMUNE DI SARZANA
provincia della spezia

PIANO DEGLI ARENILI E DELLA FASCIA COSTIERA
strumento urbanistico attuativo di iniziativa pubblica L.R. 24/87

INDAGINI GEOLOGICHE
L.R. 24/87 E S.M.I.

CARTA DI SINTESI NORMATIVA

SCALA 1:5.000

REV. 00 - DICEMBRE 2014

GEO.STUDIO
Via Ferrini 6
Monteriggioni (SI)
Tel. | Fax. 0577.319065
Dott. Geol. Tommaso Pratesi

TAV. 14

LEGENDA

UI.01 — AREE S.U.A. OGGETTO DI PREVISIONI E RELATIVO CODICE IDENTIFICATIVO

AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO LIMITATA

AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO PARZIALMENTE LIMITATA

AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO CONDIZIONATA