INDICE

PREMESSE pag. 3

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO pag. 5

INQUADRAMENTO GEOLOGICO pag. 7

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE ED IDROLOGICHE pag. 9

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI pag. 11

AZIONE SISMICA pag. 13

STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE pag. 15

CONCLUSIONI pag. 21

ALLEGATI IN FONDO

INDAGINI PENETROMETRICHE

INDAGINI SISMICHE

PLANIMETRIA PARTICOLARE CON UBICAZIONE INDAGINI

PREMESSE

In ottemperanza alle disposizioni legislative vigenti in materia, nel rispetto della normativa di cui al D.M. n°47 dell'11-03-1988, della L.R. n°7/98 e al D. Min. Infrastrutture 14 gennaio 2008, lo scrivente, Dott. Geologo Talarico Giuseppe, su incarico conferitogli dal Comune di Catanzaro, redige uno studio geologico-tecnico, riguardante "*Il progetto di riqualificazione dell'Area Magna Grecia in Catanzaro Lido per la realizzazione di un'Area Polifunzionale Coperta"*.

Il sito in questione ricade nel Foglio 242 III – N.E. della Carta Geologica della Calabria (CATANZARO), edita dalla Cassa del Mezzogiorno ed è stato incluso nel 1994 dall'I.G.M.I. nel Foglio n° 575 Sezione II (CATANZARO MARINA) della Carta d'Italia in scala 1 : 25.000.

Al fine di ottenere un riconoscimento delle caratteristiche dei terreni attraversati sono state eseguite n°2 prove penetrometriche realizzate mediante un penetrometro dinamico medio (DL-30) e n°2 indagini sismiche MASW al fine di determinare il valore di Vs30.

Obbiettivo di questo lavoro è quello di individuare le caratteristiche litologiche, giaciturali, geotecniche ed idrogeologiche del sito, onde avere un più chiaro inquadramento della situazione litostratigrafica locale, con la definizione e la natura dei litotipi e con il loro stato di alterazione, fratturazione e degradabilità, nonché di individuare la presenza e il tipo di eventuali falde e la profondità dell'eventuale livello piezometrico.

Lo studio mira inoltre ad individuare le principali caratteristiche morfologiche in modo da accertare la presenza di discontinuità o di eventuali dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva.

Il lavoro è stato effettuato in più fasi:

1) Rilevamento geologico di superficie;

2) Indagini in sito (prove penetrometriche dinamiche ed indagini sismiche del tipo MASW);

3) Relazione conclusiva sulla fattibilità dell'opera.

Si allegano alla presente relazione:

1) Elaborati grafici delle prove penetrometriche;
2) Elaborati grafici delle indagini sismiche MASW;
3) Planimetria particolare con ubicazione indagini.

INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

L'area presa in esame è situata nel centro abitato di Catanzaro Marina.

Essa è ubicata in un'ampia piana alluvionale che si estende prevalentemente con direzione Sud-Ovest – Nord-Est; detta piana alluvionale si presenta abbastanza stabile a giacitura pressochè tabulare con valori di pendenza molto deboli verso la costa; pertanto la morfologia dell'area è pianeggiante con lievissima pendenza da Nord verso Sud e Sud-Est.

Morfologicamente l'area rappresenta una piccola porzione di un più vasto ambiente di piana alluvionale, formatasi in seguito alle fasi di sollevamento e regressione marina che si sono susseguite dal Pleistocene al Quaternario. Nelle note illustrative della Carta Geologica della Calabria si ritiene infatti che le enormi quantità d'acqua immobilizzati nelle grandi coltri di ghiaccio durante il Pleistocene abbiano provocato, successivamente al loro scioglimento, in era Olocenica, l'innalzamento del livello marino di circa 100 metri rispetto al livello Pleistocenico con conseguente deposizione di materiale alluvionale lungo i corsi d'acqua conseguente alla perdita di energia di trasporto.

L'agente morfodinamico principale, per l'ambito territoriale in cui è inserita l'area di studio, risulta essere costituito dall'azione delle acque superficiali di precipitazione che, scorrendo incanalate in compluvi naturali o liberamente ruscellanti modellano il paesaggio.

Il sito interessato dalla costruzione in oggetto è ubicato ad una quota di circa 10,00 mt. s.l.m..

I fenomeni erosivi, dato l'equilibrio naturale raggiunto nella zona, risultano contenuti.

Si può escludere che in futuro si possano manifestare processi morfologici spinti fino al punto da pregiudicare la fattibilità delle opere previste.

Da notare inoltre che nell'area di studio non sussistono segni di dissesto in atto o potenziali.

In riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico ai sensi dell'art.1-bis della L.365/2000, dell'art.17 Legge 18 maggio 1989 n.183, dell'art.1 legge 3 agosto 1998 n.267, è importante sottolineare che l'area interessata dalla costruzione in questione risulta essere estranea da vincoli imposti dal P.A.I. regionale.

E' in fine importante ricordare che il Comune di Catanzaro è inserito nelle zone di seconda categoria con grado di sismicità S = 9.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico, il settore di territorio esaminato è caratterizzato da una potente successione sedimentaria di età compresa tra il Pliocene medio e l'Olocene.

In superficie l'area è costituita da terreni alluvionali caratterizzati dalla giustapposizione di sedimenti clastici più o meno sciolti costituiti prevalentemente da sabbie limose con intercalazioni ghiaioso-ciottolose allungate in forma lenticolare nel verso della corrente fluviale che li ha depositati. Si tratta di terreni di età recente (Quaternario) la cui origine è strettamente legata all'azione di trasporto e di deposito di materiale eroso a monte.

La permeabilità di tali depositi è pertanto estremamente variabile in relazione al maggiore o minore contenuto in limo.

Si tratta di terreni caratterizzati da un comportamento prevalentemente incoerente.

Questi terreni di chiara origine continentale possiedono un grado di addensamento variabile, una scarsa resistenza all'erosione ed un angolo di attrito interno compreso tra 23°-26°.

Al di sotto del materiale alluvionale si rinvengono, in discordanza angolare, le argille grigio-azzurre del Pliocene, di chiara origine marina, che possiedono un grado di permeabilità molto basso; esse, infatti,

costituiscono un acquiclude e al tempo stesso il letto della falda freatica superficiale contenuta nei depositi alluvionali.

Non sono state segnalate discontinuità tettoniche particolari che possano influenzare negativamente l'assetto dell'area in termini geostatici. Va comunque sottolineato che i terreni sciolti, sono sensibili all'azione dinamica e nel caso in cui si dovesse verificare un sisma di forte intensità questi terreni perdono la resistenza di attrito e tendono ad assestarsi con una conseguente diminuzione della porosità.

Va ricordato inoltre che il Comune di Catanzaro è inserito nelle zone di seconda categoria con grado di sismicità S=9.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE ED IDROLOGICHE

Dal punto di vista idrografico l'area in esame non risulta attraversata da corsi d'acqua, essa è invece caratterizzata dal naturale scorrimento delle acque meteoriche che vengono in parte smaltite nella falda freatica esistente nel sottosuolo ed in parte attraverso sistemi di canalizzazione.

I terreni alluvionali in questione possiedono valori di permeabilità estremamente variabili in relazione al maggiore o minore contenuto in limo. Si tratta di una permeabilità dovuta essenzialmente alla porosità.

Ciò da origine ad una circolazione idrica sotterranea per falde sovrapposte con deflusso dell'acqua verso le lenti ghiaiose maggiormente permeabili. Le differenti falde sovrapposte, libere o semi libere, possono tuttavia ricondursi ad un'unica circolazione sotterranea (falda acquifera alluvionale), poiché il particolare tipo di disposizione lenticolare dei suddetti depositi alluvionali lascia moltissime soluzioni di continuità tra i depositi ghiaiosi, più grossolani e permeabili, e le zone limose e sabbiose meno permeabili. Gli accumuli idrici, all'interno dei depositi alluvionali, costituiscono la suddetta falda acquifera alluvionale con caratteristiche di falda freatica localmente in pressione, sostenuta alla base dal complesso argilloso Pliocenico che come è noto è altamente impermeabile.

Durante l'esecuzione delle indagini effettuate non è stata riscontrata la presenza di alcuna falda acquifera superficiale fino a 8,00 mt. dall'attuale

piano campagna; comunque in base alle caratteristiche litologiche del terreno e all'assetto geologico dell'area è presumibile ammettere la presenza della falda entro 15 mt. di profondità dall'attuale piano campagna.

Si tratta di una falda freatica costituente un acquifero di tipo costiero a stretto contatto con il mare. In questa situazione le acque sotterranee tendono a fluire verso riva.

Il limite lungo le linee di costa, tra le acque freatiche dolci e quelle salate è determinato dal bilancio tra la ricarica e la discarica nel mare; normalmente la pressione delle acque dolci mantiene il margine del corpo idrico salato un po' fuori costa, verso il mare.

È necessario, tuttavia, tenere presente che nell'arco dell'anno possono avvenire variazioni del livello di falda, trattandosi di una falda a superficie libera.

In questa area data la scarsa industrializzazione e l'assenza di formazioni definite inquinanti (formazioni gessifere) non esistono tracce di inquinamento.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Dal punto di vista geotecnico, avvalendosi dei risultati dei vari sondaggi effettuati e della bibliografia tematica a disposizione risulta che i terreni superficiali in questione hanno le seguenti caratteristiche:

$\gamma \cong$ 18,00 KN/mc (peso di volume)

$23° < \varphi < 26°$ (angolo di attrito interno)

C $\cong$ scarsa-valore numerico trascurabile a vantaggio della sicurezza (coesione)

Stato di consistenza terreno = da sciolto a poco addensato

$\mathbf{Vs_{30}}$ = 179 / 246 m/s (dati ottenuti attraverso apposite prospezioni sismiche MASW)

Circa la categoria di suolo di fondazione considerato che i valori di Vs30 ottenuti sono al limite tra la categoria di suolo C e la Categoria di suolo D, in via cautelativa, trattandosi, oltretutto, di dati ricavati da indagini indirette, si consiglia di utilizzare come categoria di suolo la **categoria D.**

Per quanto riguarda la categoria topografica essendo l'area oggetto di intervento pianeggiante ovverosia caratterizzata da inclinazioni medie i < 15° risulta essere T1 con $S_T = 1,0$

In riferimento all'elaborazione delle prove penetrometriche, per le quali si rimanda al relativo allegato, si sottolinea che esse sono state effettuate

con più autori e per tale motivo si ritiene utile indicare quelli più attendibili in relazione alla tipologia di suolo indagata; relativamente all'angolo d'attrito il più attendibile è De Mello, per la densità relativa è Gibbs & Holtz 1957, per il modulo di Young è Bowles 1982, per il modulo edometrico è Begeman 1974, per il modulo di deformazione a taglio dinamico è Ohsaki.

Nel caso in cui in sede di calcolo dovesse rendersi indispensabile un angolo di attrito interno di maggiore consistenza, ciò si potrà ottenere attraverso la bonifica dello strato superficiale coinvolto dalle strutture nonché della parte sottostante soggetta a sollecitazione; detta bonifica si potrà ottenere semplicemente mediante una adeguata costipazione graduale di idoneo materiale, opportunamente recapitato in loco, provvisto di buone caratteristiche geomeccaniche, o in alternativa mediante svariati sistemi di consolidamento.

AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "*Pericolosità sismica di base*" del sito di costruzione, che è descritto dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("*periodo di riferimenti*" $\mathbf{V_R}$ espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "*Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento*" $\mathbf{P_{VR}}$.

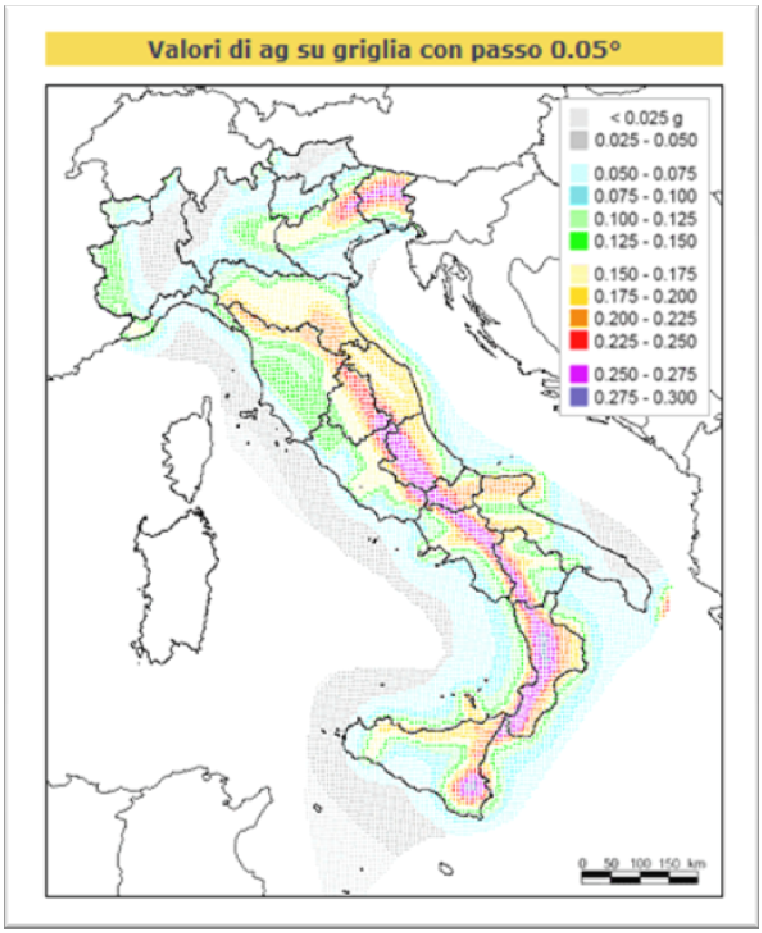
La pericolosità sismica è definita in termini di:

- Accelerazione orizzontale massima attesa $\mathbf{a_g}$ in condizione di campo libero su sito di riferimento rigido;
- Ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se(T),** con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza $\mathbf{P_{VR}}$ nel periodo di riferimento **VR**.

Ai fini delle **NTC** le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento $\mathbf{P_{VR}}$, a partire dai seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- ✓ a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- ✓ F_0 valore massimo del fattore amplificativo dello spettro in accelerazione orizzontale;
- ✓ T^*_C periodo di inizio tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Una delle novità delle NTC è appunto la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di **10751 punti**, ove viene fornita la terna di valori a_g, F_0 e T^*_C per nove distinti periodi di ritorno.



STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Il primo passo consiste nella determinazione di **ag** (*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*). Per tale determinazione è necessario conoscere le coordinate geografiche dell'opera da verificare.

Si determina, quindi, la maglia di riferimento in base alle tabelle dei parametri spettrali forniti da ministero e, sulla base della maglia interessata , si determinano i valori di riferimento del punto in oggetto.

Per qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p $(a_g,\ F_0,\ T^*c)$ di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici, attraverso la seguente espressione:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^{4} \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^{4} \frac{1}{d} i}$$

Dove:

- p= parametro di interesse nel punto in esame,
- p_i= parametro di interesse nell'i-esimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame;
- d_i= distanza del punto in esame nell'i-esimo punto della maglia suddetta.

Per tutte le isole, con esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di $\mathbf{a_g}$, $\mathbf{F_0}$, $\mathbf{T^*_C}$ uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola e riferiti ad un unico periodo di riferimento $\mathbf{T_R}$.

Le forme spettrali previste dalla **NTC** sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vita di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- La vita di riferimento V_R;
- La probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limiti considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limiti considerati dalle **NTC**; a tal fine conviene utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica $\mathbf{T_R}$, espresso in anni. Fissata la vita di riferimento $\mathbf{V_R}$, i due parametri $\mathbf{T_R}$ e $\mathbf{P_{VR}}$ sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espessione:

$$T_R = -\frac{V_R}{ln(1 - P_{VR})}$$

Visto l'intervallo di riferimento attualmente disponibile, si considereranno solo i valori di $\mathbf{T_R}$ compresi nell'intervallo $\mathbf{30\ anni \leq T_R \leq 2475\ anni}$; se $\mathbf{T_R < 30}$ anni si porrà $\mathbf{T_R = 30}$ anni, se $\mathbf{T_R > 2475}$ anni si porrà $\mathbf{T_R = 2475}$ anni.

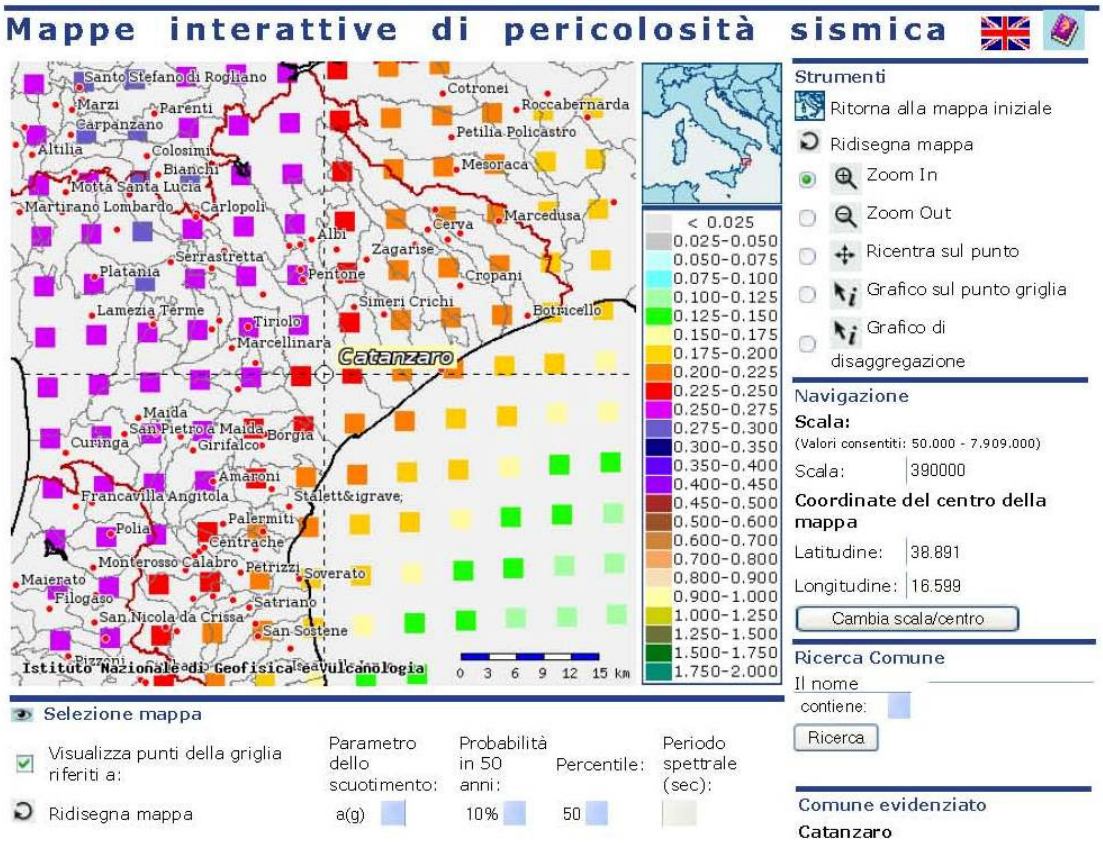
I valori ei parametri $\mathbf{a_g}$, $\mathbf{F_0}$, $\mathbf{T^*_C}$ relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nella tabella riportata **nell'ALLEGATO 1 NTC08**.

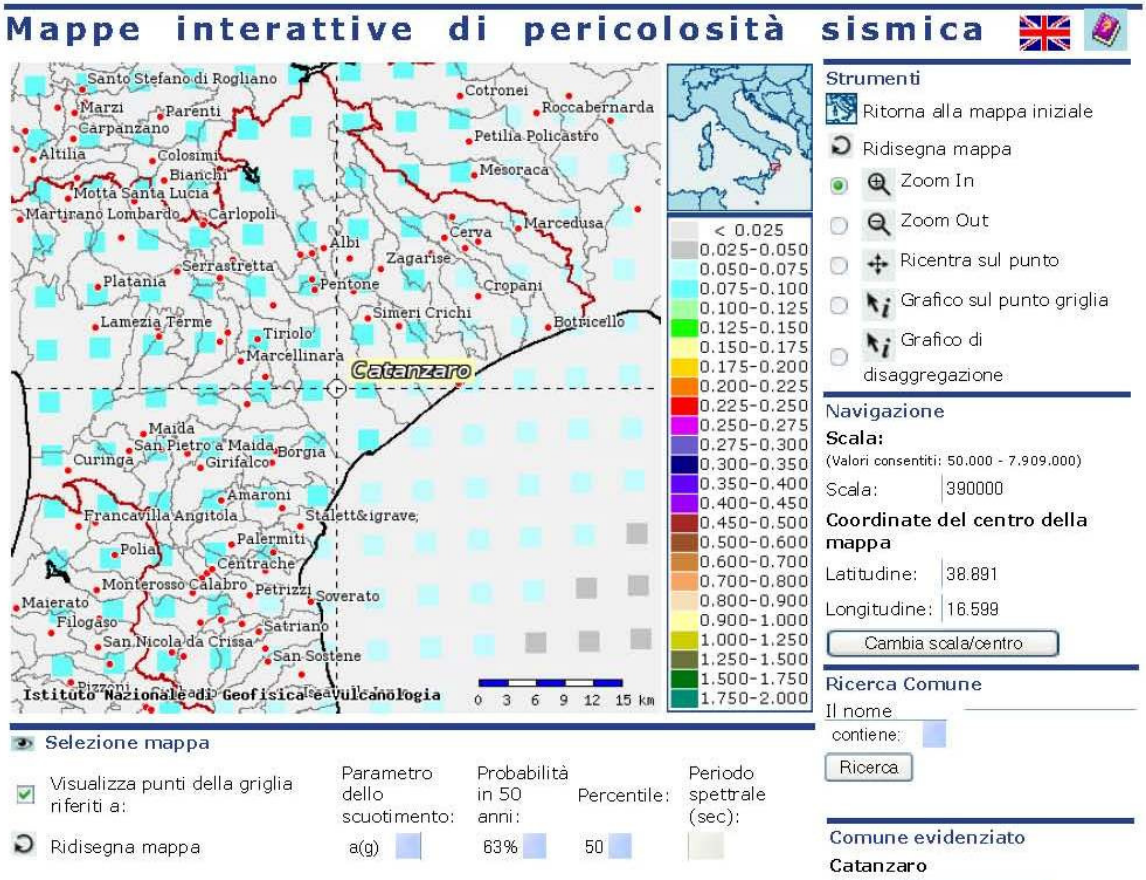
In tale allegato vengono forniti, per 10751 punti del reticolo di riferimento per 9 valori del periodo di ritorno T_R (30 anni, 50 anni, 72 anni, 101 anni, 140 anni, 201 anni, 475 anni, 975 anni, 2475 anni) i valori dei parametri a_g, F_0, T^*_C da utilizzare per definire l'azione sismica nei modi previsti dalla NTC.

Nel caso in oggetto abbiamo:

SLU: P_{VR}=10% T_R=475 anni

SLD: P_{VR}=63% T_R=50 anni





- **Comune**: Catanzaro, Italia;
- **Latitudine**: 38.822434 (Coordinate WGS84);
- **Longitudine**: 16.611664 (Coordinate WGS84);
- **Latitudine**: 38.823458 (Coordinate ED50);
- **Longitudine**: 16.612459 (Coordinate ED50);
- **Categoria Sottosuolo:** D (depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati con spessori superiori a 30mt. caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità);
- **Categoria Topografica**: T1 (pendii con inclinazione media i < 15°);

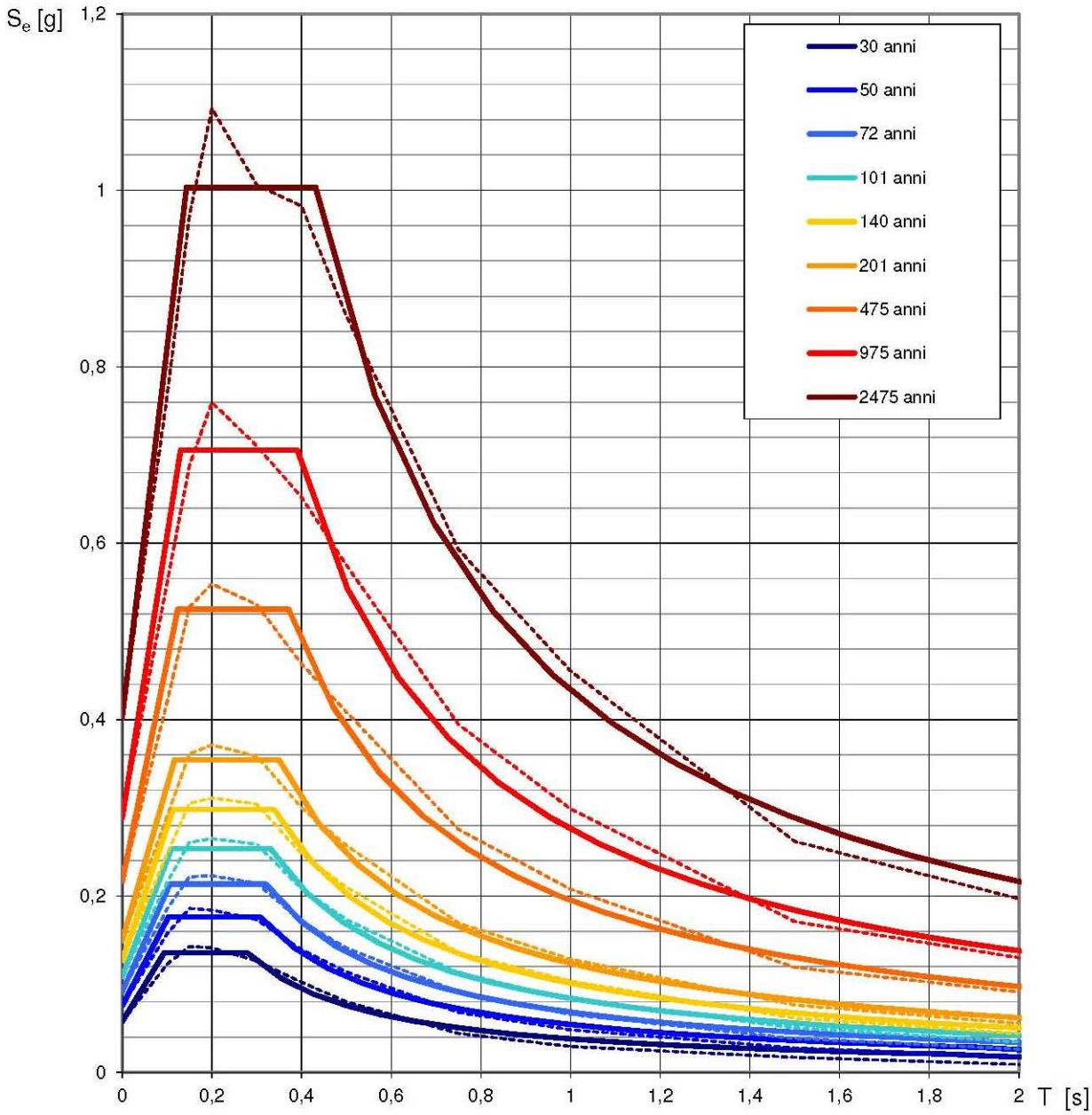
Dai quali si sono ottenuti:

- i valori dei parametri a_g, F_0, T^*_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun SL;
- spettri di risposta elastici per i periodi di tempo di ritorno T_R su sito di riferimento rigido;

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,058	2,349	0,279
50	0,076	2,322	0,308
72	0,091	2,334	0,320
101	0,108	2,345	0,330
140	0,127	2,355	0,339
201	0,150	2,367	0,349
475	0,217	2,422	0,371
975	0,289	2,444	0,391
2475	0,403	2,489	0,431

(valori di a_g, F_0, T^*_C per i periodi di ritorno T_R di riferimento)

Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento



NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta per descrivere le principali caratteristiche geomorfologiche, geologiche, geotecniche ed idrogeologiche dell'area interessata dal "P*rogetto di riqualificazione dell'Area Magna Grecia in Catanzaro Lido per la realizzazione di un'Area Polifunzionale Coperta"* da realizzarsi nel centro abitato di Catanzaro Lido.

In riferimento al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico ai sensi dell'art.1-bis della L.365/2000, dell'art.17 Legge 18 maggio 1989 n.183, dell'art.1 legge 3 agosto 1998 n.267, è importante sottolineare che l'area interessata dalla costruzione in questione risulta essere estranea da vincoli imposti dal P.A.I. regionale.

Lo studio effettuato permette di affermare che non esistono nell'area in studio segni di dissesto in atto significativi e si può escludere che in futuro si possano manifestare dei processi morfologici spinti fino al punto da pregiudicare la fattibilità delle opere previste.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche non è stata riscontrata alcuna presenza di falde acquifere superficiali fino a 8.00 mt. di profondità dall'attuale piano campagna; comunque in base alle caratteristiche litologiche del terreno e all'assetto geologico dell'area è presumibile ammettere la presenza della falda entro 15 mt. di profondità dall'attuale piano campagna.

I terreni in questione possiedono in genere valori di permeabilità da medi ad elevati.

Circa la categoria di suolo di fondazione considerato che i valori di Vs30 ottenuti attraverso apposite prospezioni MASW sono al limite tra la categoria di suolo C e la Categoria di suolo D, in via cautelativa, trattandosi, oltretutto, di dati ricavati da indagini indirette, si consiglia di utilizzare come categoria di suolo la **categoria D.**

Per quanto riguarda la categoria topografica, risulta essere T1 con S_T=1,0.

In relazione all'assetto geologico, geotecnico ed idromorfologico dell'area, descritto in precedenza, è possibile certificare l'idoneità del sito ad accogliere le opere previste in progetto.

Sellia Marina (Cz), novembre 2014

IL GEOLOGO
Dott. Giuseppe Talarico

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Comune di Catanzaro
Cantiere: Riqualificazione Area Magna Grecia
Località: Catanzaro Lido

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	30	Kg
Altezza di caduta libera	0,20	m
Peso sistema di battuta	21	Kg
Diametro punta conica	35,68	mm
Area di base punta	10	cm²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	2,9	Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80	m
Avanzamento punta	0,10	m
Numero colpi per punta	N(10)	
Coeff. Correlazione	0,761	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	60	°

OPERATORE
Dott. Giuseppe Talarico

RESPONSABILE
Dott. Giuseppe Talarico

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE CONTINUE (DYNAMIC PROBING)

DPSH – DPM (... scpt ecc.)

Note illustrative - Diverse tipologie di penetrometri dinamici

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

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

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

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

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

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

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

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

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

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	M ≤10	8
Medio	DPM (Medium)	10<M <40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40≤M <60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M≥60	25

penetrometri in uso in Italia

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

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-30) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
  massa battente M = 30 kg, altezza di caduta H = 0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α=60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm^2 rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO LEGGERO ITALIANO (DL-20) (MEDIO secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 20 kg, altezza di caduta H=0.20 m, avanzamento δ = 10 cm, punta conica (α= 60-90°), diametro D 35.7 mm, area base cono A=10 cm² rivestimento / fango bentonitico : talora previsto;

- DINAMICO PESANTE ITALIANO (SUPERPESANTE secondo la classifica ISSMFE)
massa battente M = 73 kg, altezza di caduta H=0.75 m, avanzamento δ=30 cm, punta conica (α = 60°), diametro D = 50.8 mm, area base cono A=20.27 cm² rivestimento: previsto secondo precise indicazioni;

- DINAMICO SUPERPESANTE (Tipo EMILIA)
massa battente M=63.5 kg, altezza caduta H=0.75 m, avanzamento δ=20-30 cm, punta conica conica (α = 60°-90°) diametro D = 50.5 mm, area base cono A = 20 cm², rivestimento / fango bentonitico : talora previsto.

Correlazione con Nspt

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

$$Nspt = \beta_t N$$

Dove:

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

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

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

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi

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

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

Metodologia di Elaborazione.

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

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

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

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

In particolare consente di ottenere informazioni su:

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

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di Dynamic Probing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media
Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media minima
Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Massimo
Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Minimo
Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Scarto quadratico medio
Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media deviata
Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media + s
Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.
Media - s
Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Pressione ammissibile

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

Correlazioni geotecniche terreni incoerenti

Liquefazione

Permette di calcolare utilizzando dati Nspt il potenziale di liquefazione dei suoli (prevalentemente sabbiosi).

Attraverso la relazione di *SHI-MING (1982)*, applicabile a terreni sabbiosi, la liquefazione risulta possibile solamente se Nspt dello strato considerato risulta inferiore a Nspt critico calcolato con l'elaborazione di *SHI-MING*.

Correzione Nspt in presenza di falda

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

Nspt è il valore medio nello strato

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

Angolo di Attrito

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) σ>5 t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .
- Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) σ>15 t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose .
- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) s>15 t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

Densità relativa (%)

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

Modulo Di Young *(E_y)*

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

Modulo Edometrico

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

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

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

Peso di volume saturo

- Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967. Correlazione valida per peso specifico del materiale pari a circa γ = 2,65 t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95)

Modulo di poisson

- Classificazione A.G.I.

Potenziale di liquefazione *(Stress Ratio)*

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

Velocità onde di taglio *Vs (m/sec)*

- Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi.

Modulo di deformazione di taglio *(G)*

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

Modulo di reazione *(Ko)*

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

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*

- Robertson 1983 Qc

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Benassi & Vannelli- correlazioni scaturite da esperienze ditta costruttrice Penetrometri SUNDA 1983.
- Terzaghi-Peck (1948-1967), correlazione valida per argille sabbiose-siltose NC con Nspt <8 , argille limose-siltose mediamente plastiche, argille marnose alterate-fessurate.
- Terzaghi-Peck (1948). *Cu min-max.*
- Sanglerat , da dati Penetr. Statico per terreni coesivi saturi , tale correlazione non è valida per argille sensitive con sensitività > 5, per argille sovraconsolidate fessurate e per i limi a bassa plasticità.
- Sanglerat , (per argille limose-sabbiose poco coerenti), valori validi per resistenze penetrometriche < 10 colpi, per resistenze penetrometriche > 10 l'elaborazione valida è comunque quella delle "argille plastiche " di Sanglerat.
- (U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Coesione non drenata per argille limose e argille di bassa media ed alta plasticità , (Cu-Nspt-grado di plasticità).
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori medi), valida per **argille** e **limi argillosi** con Nc=20 e Qc/Nspt=2.
- Schmertmann 1975 Cu (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .
- Fletcher 1965 - (Argilla di Chicago) . Coesione non drenata Cu (Kg/cmq), colonna valori validi per argille a medio-bassa plasticità .
- Houston (1960) - argilla di media-alta plasticità.
- Shioi-Fukuni 1982 , valida per suoli poco coerenti e plastici, argilla di media-alta plasticità.
- Begemann.
- De Beer.

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico *(Qc)*

- Robertson 1983 Qc

Modulo Edometrico-Confinato *(Mo)*

- Stroud e Butler (1975) - per litotipi a media plasticità, valida per litotipi argillosi a media-medio-alta plasticità - da esperienze su argille glaciali.
- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità (IP< 20), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità (IP< 20) - da esperienze su argille glaciali .
- Vesic (1970) correlazione valida per argille molli (valori minimi e massimi).
- Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner Modulo Confinato -Mo (Eed) (Kg/cmq)-, valida per litotipi argillosi e limosi-argillosi (rapporto Qc/Nspt=1.5-2.0).
- Buismann- Sanglerat, valida per argille compatte (Nspt <30) medie e molli (Nspt <4) e argille sabbiose (Nspt=6-12).

***Modulo Di Young** (EY)*

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa G=2,70 (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 (Nspt=0) a 0,545 (Nspt=28)

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data 08/11/2014
Profondità prova 8,00 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0	0,857	0,28	0,33	14,03	16,37
0,20	1	0	0,855	0,28	0,33	13,99	16,37
0,30	1	0	0,853	0,28	0,33	13,96	16,37
0,40	2	0	0,851	0,56	0,65	27,86	32,75
0,50	4	0	0,849	1,11	1,31	55,60	65,50
0,60	13	0	0,797	3,39	4,26	169,66	212,87
0,70	11	0	0,845	3,04	3,60	152,23	180,12
0,80	10	0	0,843	2,76	3,27	138,09	163,75
0,90	9	0	0,842	2,35	2,80	117,69	139,85
1,00	10	0	0,840	2,61	3,11	130,49	155,39
1,10	8	0	0,838	2,08	2,49	104,17	124,31
1,20	10	0	0,836	2,60	3,11	129,94	155,39
1,30	11	0	0,835	2,85	3,42	142,65	170,93
1,40	12	0	0,833	3,11	3,73	155,30	186,46
1,50	12	0	0,831	3,10	3,73	154,99	186,46
1,60	12	0	0,830	3,09	3,73	154,68	186,46
1,70	12	0	0,828	3,09	3,73	154,38	186,46
1,80	11	0	0,826	2,82	3,42	141,24	170,93
1,90	12	0	0,825	2,93	3,55	146,32	177,41
2,00	12	0	0,823	2,92	3,55	146,04	177,41
2,10	10	0	0,822	2,43	2,96	121,47	147,84
2,20	11	0	0,820	2,67	3,25	133,37	162,62
2,30	9	0	0,819	2,18	2,66	108,92	133,06
2,40	10	0	0,817	2,42	2,96	120,81	147,84
2,50	9	0	0,816	2,17	2,66	108,53	133,06
2,60	10	0	0,814	2,41	2,96	120,38	147,84
2,70	13	0	0,763	2,93	3,84	146,61	192,19
2,80	10	0	0,811	2,40	2,96	119,96	147,84
2,90	11	0	0,810	2,51	3,10	125,63	155,09
3,00	8	0	0,809	1,82	2,26	91,21	112,79
3,10	8	0	0,807	1,82	2,26	91,06	112,79
3,20	6	0	0,806	1,36	1,69	68,18	84,59
3,30	8	0	0,805	1,82	2,26	90,76	112,79
3,40	6	0	0,803	1,36	1,69	67,96	84,59
3,50	8	0	0,802	1,81	2,26	90,47	112,79
3,60	6	0	0,801	1,35	1,69	67,75	84,59
3,70	5	0	0,800	1,13	1,41	56,37	70,50
3,80	12	0	0,798	2,70	3,38	135,08	169,19
3,90	13	0	0,747	2,62	3,50	130,89	175,17
4,00	7	0	0,796	1,50	1,89	75,08	94,32
4,10	7	0	0,795	1,50	1,89	74,97	94,32
4,20	8	0	0,794	1,71	2,16	85,56	107,80
4,30	9	0	0,793	1,92	2,43	96,12	121,27
4,40	7	0	0,791	1,49	1,89	74,65	94,32
4,50	13	0	0,740	2,59	3,50	129,69	175,17
4,60	17	0	0,739	3,39	4,58	169,34	229,07
4,70	16	0	0,738	3,18	4,31	159,15	215,60
4,80	14	0	0,737	2,78	3,77	139,05	188,65
4,90	26	0	0,686	4,60	6,71	230,17	335,49
5,00	22	0	0,685	3,89	5,68	194,46	283,88
5,10	17	0	0,734	3,22	4,39	161,01	219,36
5,20	8	0	0,783	1,62	2,06	80,83	103,23
5,30	9	0	0,782	1,82	2,32	90,82	116,13
5,40	13	0	0,731	2,45	3,35	122,63	167,75

5,50	14	0	0,730	2,64	3,61	131,89	180,65
5,60	14	0	0,729	2,63	3,61	131,72	180,65
5,70	10	0	0,778	2,01	2,58	100,41	129,03
5,80	13	0	0,727	2,44	3,35	122,00	167,75
5,90	13	0	0,726	2,34	3,22	116,89	160,92
6,00	6	0	0,775	1,15	1,49	57,60	74,27
6,10	10	0	0,775	1,92	2,48	95,88	123,79
6,20	16	0	0,724	2,87	3,96	143,34	198,06
6,30	8	0	0,773	1,53	1,98	76,54	99,03
6,40	8	0	0,772	1,53	1,98	76,45	99,03
6,50	8	0	0,771	1,53	1,98	76,37	99,03
6,60	19	0	0,720	3,39	4,70	169,42	235,19
6,70	18	0	0,720	3,21	4,46	160,33	222,82
6,80	16	0	0,719	2,85	3,96	142,35	198,06
6,90	9	0	0,768	1,64	2,14	82,21	107,05
7,00	10	0	0,767	1,83	2,38	91,25	118,95
7,10	14	0	0,716	2,39	3,33	119,30	166,53
7,20	16	0	0,716	2,72	3,81	136,20	190,32
7,30	18	0	0,715	3,06	4,28	153,06	214,11
7,40	18	0	0,714	3,06	4,28	152,91	214,11
7,50	19	0	0,713	3,22	4,52	161,24	226,00
7,60	20	0	0,713	3,39	4,76	169,55	237,90
7,70	27	0	0,662	4,25	6,42	212,61	321,16
7,80	30	0	0,661	4,72	7,14	235,98	356,85
7,90	35	0	0,611	4,89	8,01	244,64	400,66
8,00	50	0	0,560	6,41	11,45	320,48	572,37

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
Strato 1	0,95	0,40	0	24,01	49,95	9,21
Strato 2	9,76	8,00	27,87	55,3	53,45	32,46

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello corretto	Owasaki & Iwasaki
Strato 1	0,95	0,40	0,95	27,27	20,27	28,27	0	29,9	0	<30	18,77	27,28	18,54	19,36
Strato 2	9,76	8,00	9,76	29,79	22,79	30,73	29,5	33,58	0	<30	27,1	29,93	26,63	28,97

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
Strato 1	0,95	0,40	0,95	---	0,75	---	---	---
Strato 2	9,76	8,00	9,76	---	7,66	11,36	---	---

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	0,95	0,40	0,95	---	2,89	0,66	4,14
Strato 2	9,76	8,00	9,76	---	4,66	6,80	8,00

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	0,95	0,40	0,95	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	9,76	8,00	9,76	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	0,95	0,40	0,95	Meyerhof ed altri	13,24
Strato 2	9,76	8,00	9,76	Meyerhof ed altri	16,87

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	0,95	0,40	0,95	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,24
Strato 2	9,76	8,00	9,76	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,83

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	0,95	0,40	0,95	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	9,76	8,00	9,76	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Strato 1	0,95	0,40	0,95	6,07	11,88
Strato 2	9,76	8,00	9,76	54,27	49,32

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità (m/s)
Strato 1	0,95	0,40	0,95	Ohta & Goto (1978) Limi	49,701
Strato 2	9,76	8,00	9,76	Ohta & Goto (1978) Limi	133,839

Modulo di reazione Ko

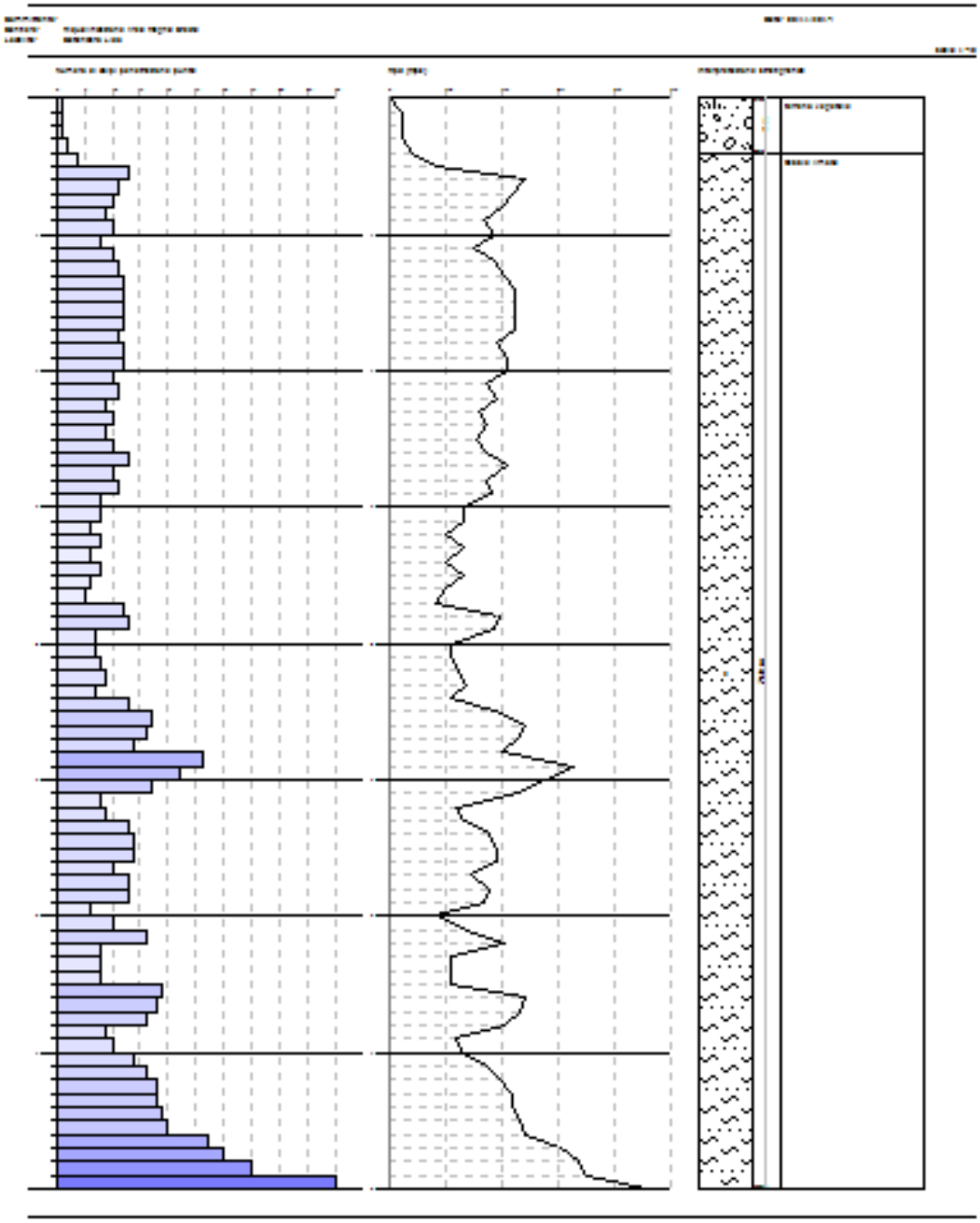
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
Strato 1	0,95	0,40	0,95		---
Strato 2	9,76	8,00	9,76		---

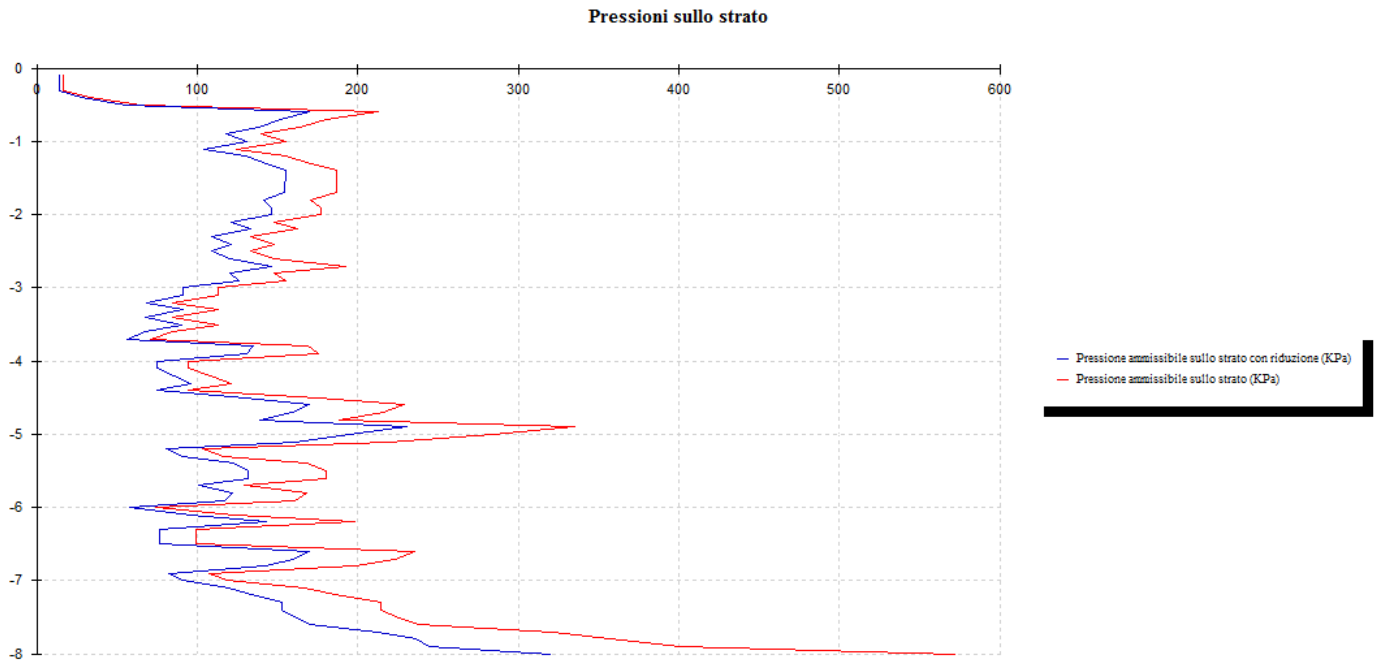
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	0,95	0,40	0,95		---
Strato 2	9,76	8,00	9,76		---

GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr. 1
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)




Pressioni sullo strato
0
100
200
300
400
500
600
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Pressione ammissibile sullo strato con riduzione (KPa)
Pressione ammissibile sullo strato (KPa)

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
Prova eseguita in data 08/11/2014
Profondità prova 7,60 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Nr. Colpi Rivestimento	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0	0,857	0,28	0,33	14,03	16,37
0,20	2	0	0,855	0,56	0,65	27,99	32,75
0,30	3	0	0,853	0,84	0,98	41,89	49,12
0,40	5	0	0,851	1,39	1,64	69,66	81,87
0,50	4	0	0,849	1,11	1,31	55,60	65,50
0,60	8	0	0,847	2,22	2,62	110,96	131,00
0,70	10	0	0,845	2,77	3,27	138,39	163,75
0,80	11	0	0,843	3,04	3,60	151,90	180,12
0,90	11	0	0,842	2,88	3,42	143,84	170,93
1,00	10	0	0,840	2,61	3,11	130,49	155,39
1,10	15	0	0,788	3,67	4,66	183,67	233,08
1,20	18	0	0,786	4,40	5,59	219,92	279,70
1,30	8	0	0,835	2,07	2,49	103,74	124,31
1,40	6	0	0,833	1,55	1,86	77,65	93,23
1,50	8	0	0,831	2,07	2,49	103,33	124,31
1,60	9	0	0,830	2,32	2,80	116,01	139,85
1,70	10	0	0,828	2,57	3,11	128,65	155,39
1,80	11	0	0,826	2,82	3,42	141,24	170,93
1,90	10	0	0,825	2,44	2,96	121,93	147,84
2,00	15	0	0,773	3,43	4,44	171,46	221,76
2,10	14	0	0,772	3,19	4,14	159,71	206,97
2,20	8	0	0,820	1,94	2,37	97,00	118,27
2,30	9	0	0,819	2,18	2,66	108,92	133,06
2,40	9	0	0,817	2,17	2,66	108,73	133,06
2,50	10	0	0,816	2,41	2,96	120,59	147,84
2,60	12	0	0,814	2,89	3,55	144,45	177,41
2,70	14	0	0,763	3,16	4,14	157,88	206,97
2,80	12	0	0,811	2,88	3,55	143,95	177,41
2,90	10	0	0,810	2,28	2,82	114,21	140,99
3,00	12	0	0,809	2,74	3,38	136,82	169,19
3,10	14	0	0,757	2,99	3,95	149,49	197,39
3,20	15	0	0,756	3,20	4,23	159,88	211,49
3,30	10	0	0,805	2,27	2,82	113,45	140,99
3,40	8	0	0,803	1,81	2,26	90,62	112,79
3,50	7	0	0,802	1,58	1,97	79,16	98,69
3,60	8	0	0,801	1,81	2,26	90,33	112,79
3,70	9	0	0,800	2,03	2,54	101,47	126,89
3,80	7	0	0,798	1,58	1,97	78,80	98,69
3,90	6	0	0,797	1,29	1,62	64,45	80,85
4,00	8	0	0,796	1,72	2,16	85,81	107,80
4,10	9	0	0,795	1,93	2,43	96,39	121,27
4,20	10	0	0,794	2,14	2,69	106,95	134,75
4,30	15	0	0,743	3,00	4,04	150,09	202,12
4,40	14	0	0,741	2,80	3,77	139,87	188,65
4,50	8	0	0,790	1,70	2,16	85,20	107,80
4,60	8	0	0,789	1,70	2,16	85,08	107,80
4,70	9	0	0,788	1,91	2,43	95,58	121,27
4,80	6	0	0,787	1,27	1,62	63,64	80,85
4,90	8	0	0,786	1,62	2,06	81,14	103,23
5,00	7	0	0,785	1,42	1,81	70,91	90,32
5,10	9	0	0,784	1,82	2,32	91,05	116,13
5,20	10	0	0,783	2,02	2,58	101,03	129,03
5,30	15	0	0,732	2,83	3,87	141,68	193,55
5,40	16	0	0,731	3,02	4,13	150,93	206,46
5,50	15	0	0,730	2,83	3,87	141,31	193,55
5,60	16	0	0,729	3,01	4,13	150,53	206,46
5,70	10	0	0,778	2,01	2,58	100,41	129,03
5,80	12	0	0,777	2,41	3,10	120,36	154,84
5,90	12	0	0,776	2,31	2,97	115,33	148,54
6,00	7	0	0,775	1,34	1,73	67,20	86,65
6,10	8	0	0,775	1,53	1,98	76,71	99,03
6,20	7	0	0,774	1,34	1,73	67,04	86,65
6,30	12	0	0,773	2,30	2,97	114,80	148,54

6,40	15	0	0,722	2,68	3,71	134,06	185,68
6,50	10	0	0,771	1,91	2,48	95,46	123,79
6,60	10	0	0,770	1,91	2,48	95,36	123,79
6,70	12	0	0,770	2,29	2,97	114,31	148,54
6,80	15	0	0,719	2,67	3,71	133,46	185,68
6,90	18	0	0,718	3,07	4,28	153,72	214,11
7,00	19	0	0,717	3,24	4,52	162,08	226,00
7,10	21	0	0,666	3,33	5,00	166,46	249,79
7,20	15	0	0,716	2,55	3,57	127,69	178,42
7,30	20	0	0,715	3,40	4,76	170,07	237,90
7,40	21	0	0,664	3,32	5,00	165,90	249,79
7,50	28	0	0,663	4,42	6,66	220,96	333,06
7,60	40	0	0,563	5,35	9,52	267,73	475,79

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
Strato 1	2,28	0,50	12,46	36,98	54,49	13,21
Strato 2	9,1	7,60	26,96	54,04	53,23	30,97

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION)	Japanese National Railway	De Mello corretto	Owasaki & Iwasaki
Strato 1	2,28	0,50	2,28	27,65	20,65	28,64	0	30,5	0	<30	20,85	27,68	26,18	21,75
Strato 2	9,1	7,60	9,1	29,6	22,6	30,55	29,53	33,32	0	<30	26,68	29,73	26,03	28,49

Modulo di Young (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
Strato 1	2,28	0,50	2,28	---	1,79	---	---	---
Strato 2	9,1	7,60	9,1	---	7,14	10,60	---	---

Modulo Edometrico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
Strato 1	2,28	0,50	2,28	---	3,15	1,59	4,72
Strato 2	9,1	7,60	9,1	---	4,53	6,34	7,71

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	2,28	0,50	2,28	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	9,1	7,60	9,1	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 1	2,28	0,50	2,28	Meyerhof ed altri	13,83
Strato 2	9,1	7,60	9,1	Meyerhof ed altri	16,67

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 1	2,28	0,50	2,28	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,34
Strato 2	9,1	7,60	9,1	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,73

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2,28	0,50	2,28	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	9,1	7,60	9,1	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio dinamico (Mpa)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Ohsaki (Sabbie pulite)	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)
Strato 1	2,28	0,50	2,28	13,83	20,28
Strato 2	9,1	7,60	9,1	50,81	47,25

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità (m/s)
Strato 1	2,28	0,50	2,28	Ohta & Goto (1978) Limi	60,374
Strato 2	9,1	7,60	9,1	Ohta & Goto (1978) Limi	131,303

Modulo di reazione Ko

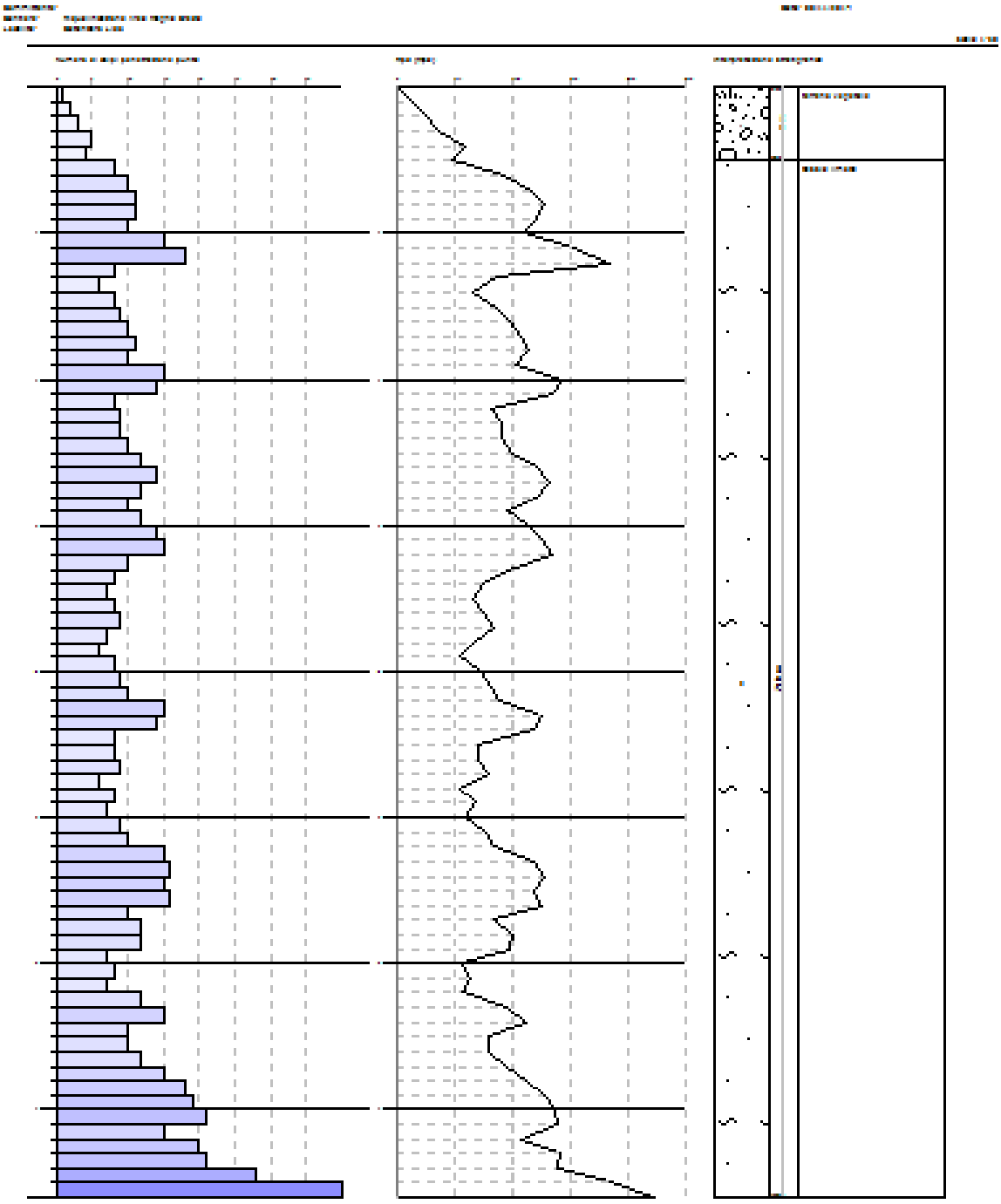
	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko (Kg/cm³)
Strato 1	2,28	0,50	2,28		---
Strato 2	9,1	7,60	9,1		---

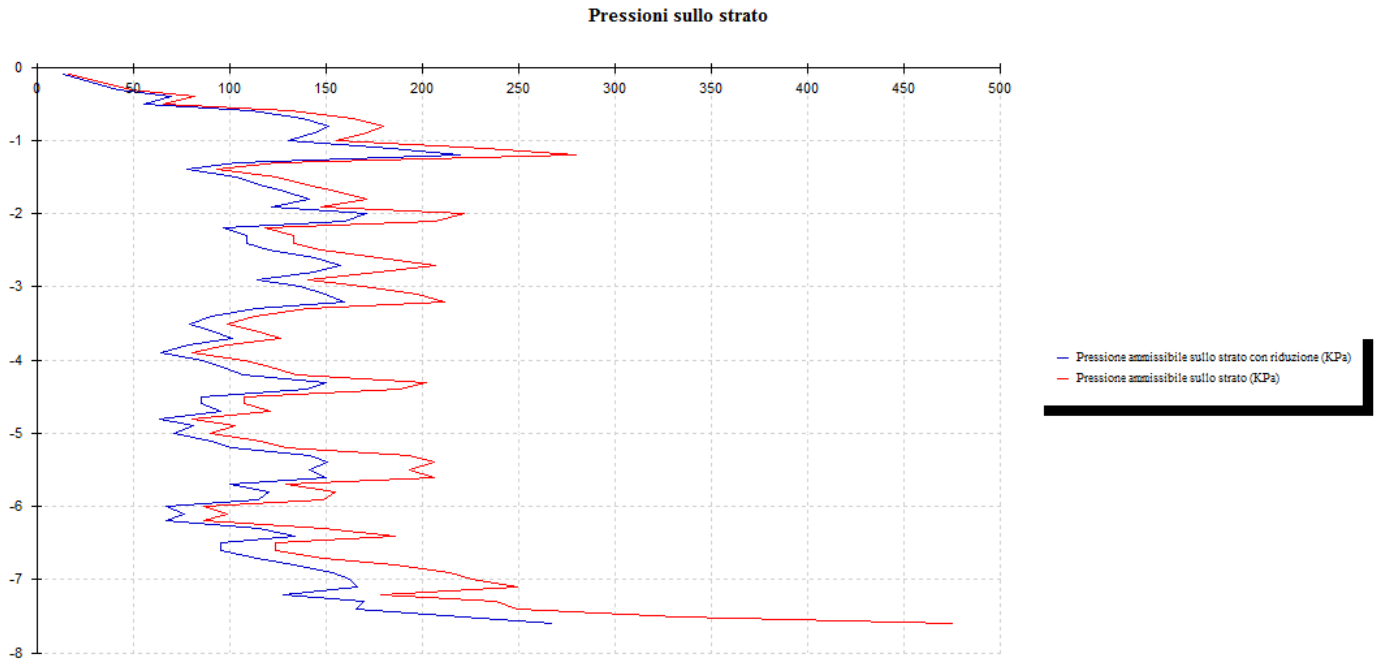
Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	2,28	0,50	2,28		---
Strato 2	9,1	7,60	9,1		---

GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)




Pressioni sullo strato
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
Pressione ammissibile sullo strato con riduzione (KPa)
Pressione ammissibile sullo strato (KPa)

Risultati delle analisi MASW

INTRODUZIONE SULL'INDAGINE MASW

L'indagine sismica MASW "*Multichannel Analysis Of Surface Waves",* consiste in una metodologia di superficie non invasiva, che permette di individuare i profili delle velocità delle onde di taglio "Vs" (onde superficiali in corrispondenza dei "geofoni verticali"), e finalizzata alla definizione dei principali caratteri elastici dinamici delle litologie investigate.

L'indagine MASW si fonda sull'apprendimento della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh, che danno l'apporto predominante alle onde superficiali, la cui velocità è correlata alla rigidezza degli spessori di terreno interessati alla propagazione delle stesse onde.

In mezzi stratificati, le onde di Rayleigh sono dispersive, in quanto si hanno onde con differenti lunghezze d'onda che si propagano con diverse velocità di fase; pertanto le velocità di fase apparenti delle onde di Rayleigh dipendono dalla frequenza di propagazione, e quindi si hanno velocità differenti per differenti valori di frequenza.

L'indagine sismica MASW viene considerata di tipo attivo, in quanto, per la generazione delle onde superficiali è stato impiegato un sistema di

energizzazione costituito da una mazza del peso di 10 kg, battente su una piastra circolare in acciaio sistemata sul piano campagna.

Per migliorare i segnali acquisiti sono state effettuate più battute nei punti di energizzazione, e poi sommate prima dell'elaborazione, per ridurre possibili disturbi.

L'elaborazione dei dati è stata eseguito con software MASW. Le relative tracce sismiche sono state rappresentate sul diagramma "frequenze - velocità di fase", individuando come zone di massima ampiezza gli allineamenti attribuibili alle onde di Rayleigh, da cui scaturisce la variazione di tali velocità al variare della loro frequenza o lunghezza d'onda. Generato lo spettro f-k per l'intervallo di frequenze selezionato, viene creato il grafico della curva di dispersione apparente con la relativa correlazione delle velocità alle varie frequenze con le profondità. Successivamente, con un processo d'inversione è stato dedotto il profilo verticale delle velocità. I risultati ottenuti sono rappresentativi dell'estensione di terreno interessata dallo stendimento, da cui scaturisce una migliore definizione del profilo verticale delle velocità al centro dello stesso. La curva apparente viene calcolata combinando insieme tutti i modi superiori. Questa procedura di calcolo è importante nel caso di siti inversamente dispersivi, cioè nel caso di litologie con strati soffici o rigidi o anche con forti contrasti di rigidezza. Il profilo del terreno investigato viene suddiviso in più strati sismici dedotti, ciascuno dei quali contraddistinto da valori di Vs, e da valori orientativi delle velocità delle

onde longitudinali “Vp”, della Densità e del Coefficiente di Poisson. Risultati accettabili dell’elaborazione finale si hanno sempre a seguito di una sovrapposizione ottimale tra la curva di dispersione sperimentale e quella teorica. La strumentazione adoperata è costituita da un sistema di energizzazione composto da una mazza del peso di 10 kg, battente verticalmente su una piastra circolare in acciaio sistemata sul p.c.

Per l’acquisizione dei dati è stato utilizzato un sismografo a 24 canali di registrazione (espandibile) della Sara electronic instruments s.r.l. di Perugia, con convertitore digitale a 16 bit reali, e geofoni verticali della Geospace da 4.5 Hz. La strumentazione è composta inoltre da un cavo sismico lungo il quale sono disposti i digitalizzatori, con relative prolunghe dotate di connettori XLR a quattro poli, il tutto collegati ad una unità d’interfaccia “DoReMi master”. I dati arrivano direttamente sul pc con frequenze da 200 a 20000 campioni al secondo. Le principali caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata vengono riassunte come segue:

Tipo Convertitore A/D:	**SAR**
Input span del convertitore:	**5V**
Bit:	**16**
Rapporto segnale rumore @ 500 SPS, gain 27dB	**90dB**
Rapporto segnale rumore @ 1000 SPS, gain 27dB	**88dB**
Rapporto segnale rumore @ 10000 SPS, gain 27dB86dB	
Tipo di ingresso:	**differenziale non bipolare**

Impedenza d'ingresso:	>100kohm
Reiezione di modo comune:	>60dB
Frequenza massima di campionamento:	20000 Hz
Filtro passa basso:	4 poli 200Hz
Filtro passa alto:	1 polo 2Hz
Microprocessore:	8 bit RISC
Frequenza di clock:	11.0592Mhz
Massima sfasatura di campionamento fra i canali :	<30ppm
Massimo errore di trigger fra i canali:	630 nanosecondi
Memoria per canale:	64k
Numero massimo campioni:	30000
Frequenze di campionamento:	200,300,500,1000, 1500,2000,3000, 4000,5000,6000,8000, 10000,20000 Hz
Numero massimo di canali collegabili:	255
Velocità di comunicazione:	115200 baud N,8,1

Riguardo a considerazioni sull'attendibilità dei risultati per quanto riguarda il contesto litostratigrafico dell'area investigata, è da precisare, che, si tratta sempre di indagini indirette da ciò ne consegue che dalla ricostruzione sismica ipotizzata da superficie, sono presumibili valutazioni semiquantitative della risposta sismica locale.

1 - Dati sperimentali indagine 1

Nome del file delle tracce.....
Numero di ricevitori 24
Distanza tra i sensori: 1m
Numero di campioni temporali.....2000
Passo temporale di acquisizione..... 1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1999ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

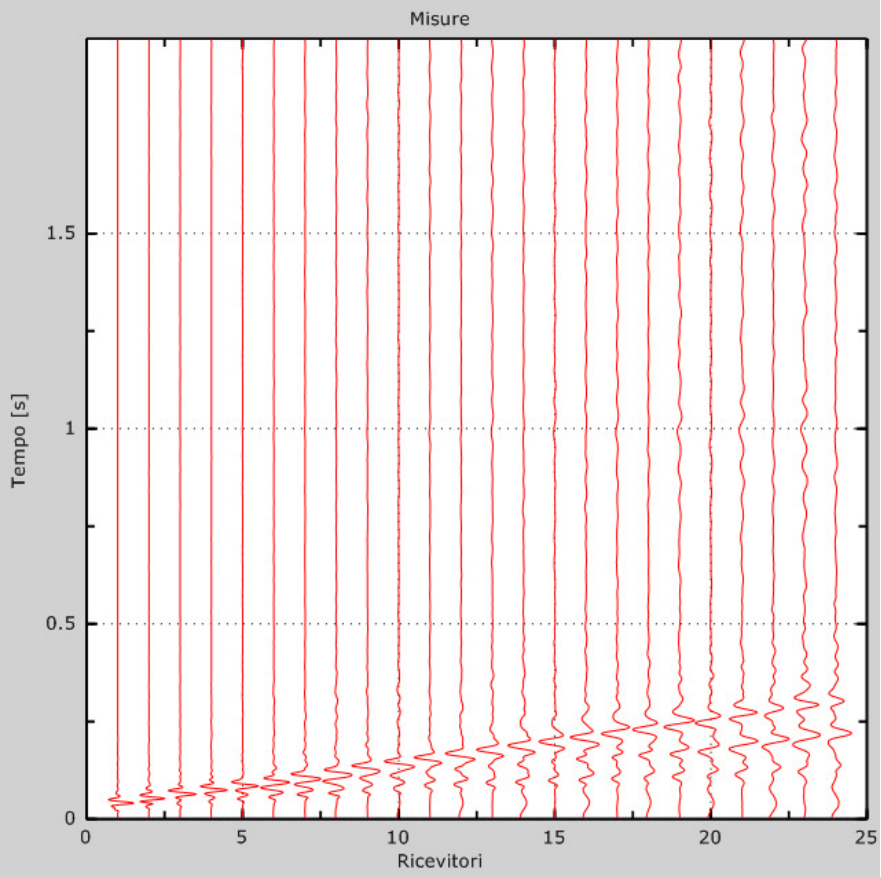


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi indagine 1

Frequenza finale 70Hz
Frequenza iniziale..... 2Hz

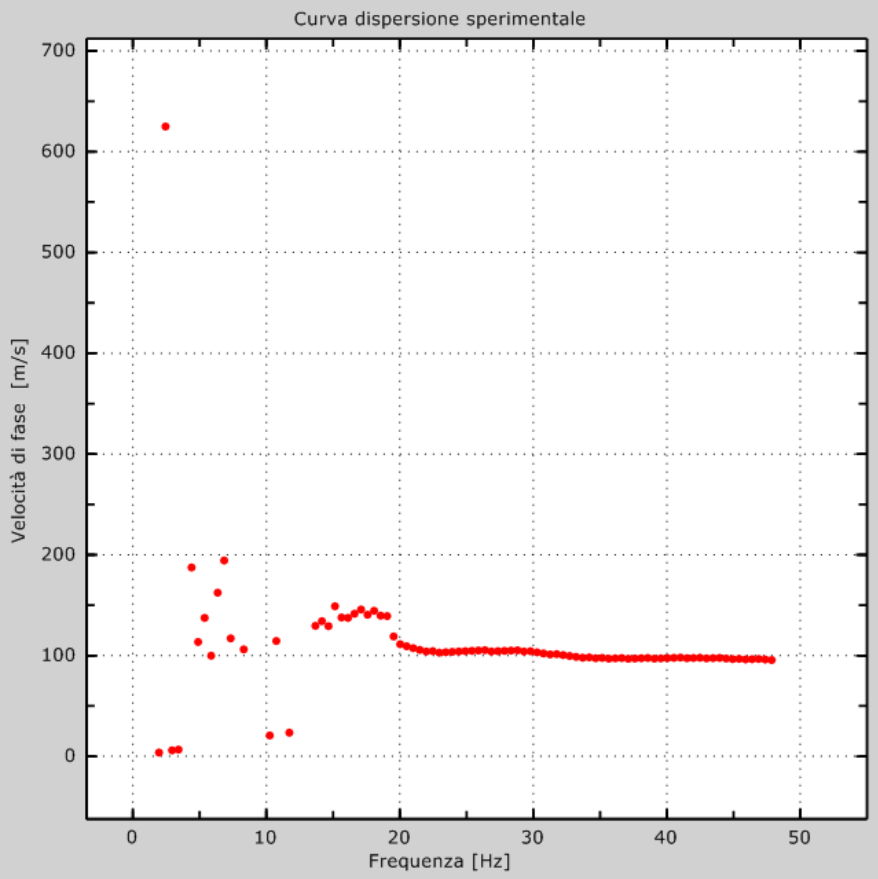


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione indagine 1

Tabella 1:Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
4.32728	186.73	170.067	203.392
5.39551	135.625	122.062	149.187
5.40462	162.292	153.405	171.178
9.44463	123.413	108.972	137.854
12.8113	131.189	112.304	150.073
15.7227	137.845	124.06	151.629
19.165	134.226	120.804	147.649
22.6074	104.103	93.6926	114.513
26.0498	105.267	94.7405	115.794
29.4922	104.281	93.8527	114.709
32.9346	99.3131	89.3817	109.244
36.377	97.5123	87.7611	107.264
39.8193	97.5006	87.7505	107.251
43.2617	97.4907	87.7416	107.24
46.7041	96.6939	87.0245	106.363

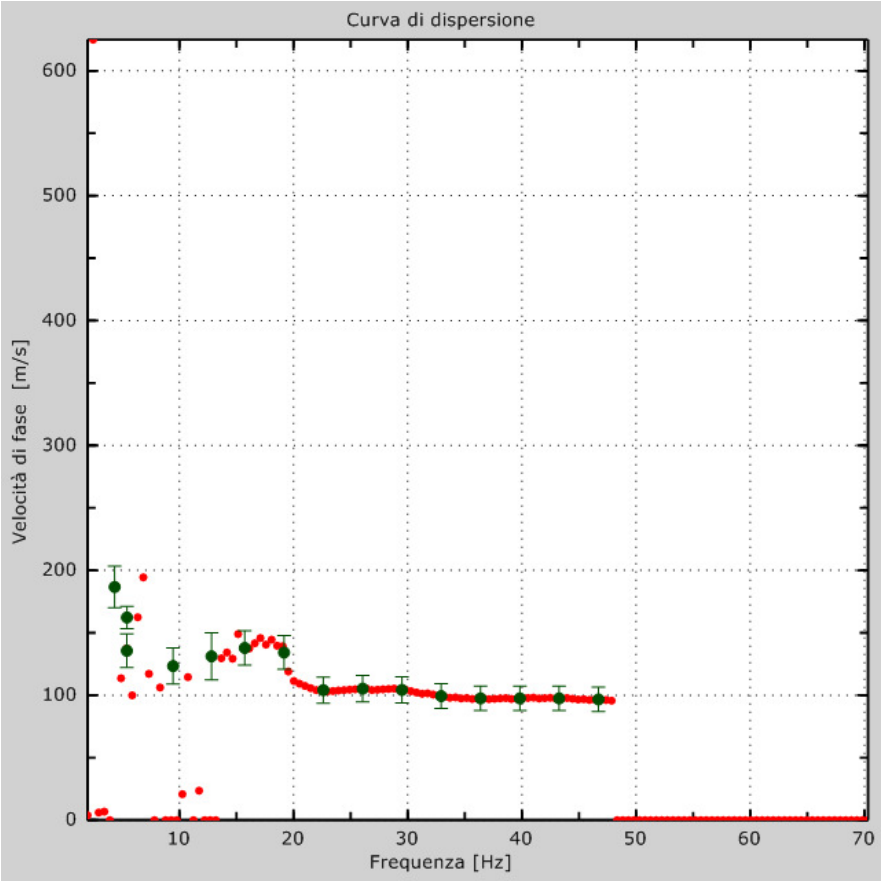


Figura 3: Curva di dispersione

4 - Profilo in sito indagine 1

Numero di strati (escluso semispazio).....8
Spaziatura ricevitori [m].....1m
Numero ricevitori 24
Numero modi.....10
Numero iterazioni.....10
Massimo errore [%].....1.000000e-001
Evita forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

Strato 1

h [m] 2
z [m] ..... -2
Densità [kg/m^3].....1500
Poisson.....0.38
Vs [m/s] 108
Vp [m/s].....225
Vs min [m/s].....54
Vs max [m/s] 217
Vs fin.[m/s] 100

Strato 2

h [m] 3
z [m] ..... -5
Densità [kg/m^3].....1600
Poisson.....0.399
Vs [m/s] 153
Vp [m/s].....363
Vs min [m/s].....77
Vs max [m/s] 306
Vs fin.[m/s] 149

Strato 3

h [m] 3
z [m] ..... -8
Densità [kg/m^3].....1600
Poisson.....0.399
Vs [m/s] 137
Vp [m/s].....346
Vs min [m/s].....69
Vs max [m/s] 274

Vs fin.[m/s] 142

Strato 4

h [m] 4
z [m] ..... -12
Densità [kg/m^3] 1600
Poisson.....0.399
Vs [m/s] 151
Vp [m/s].....376
Vs min [m/s].....75
Vs max [m/s] 301
Vs fin.[m/s] 154

Strato 5

h [m] 4
z [m] ..... -16
Densità [kg/m^3] 1700
Poisson.....0.399
Vs [m/s] 180
Vp [m/s].....461
Vs min [m/s].....90
Vs max [m/s] 361
Vs fin.[m/s] 189

Strato 6

h [m] 5
z [m] ..... -21
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson.....0.40
Vs [m/s] 207
Vp [m/s].....541
Vs min [m/s].....104
Vs max [m/s] 415
Vs fin.[m/s] 221

Strato 7

h [m] 5
z [m] ..... -26
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson.....0.40
Vs [m/s] 207
Vp [m/s].....595
Vs min [m/s].....104
Vs max [m/s] 415

Vs fin.[m/s] 243

Strato 8

h [m] 6
z [m] ..... -35
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson.....0.40
Vs [m/s] 207
Vp [m/s].....625
Vs min [m/s].....104
Vs max [m/s] 415
Vs fin.[m/s] 255

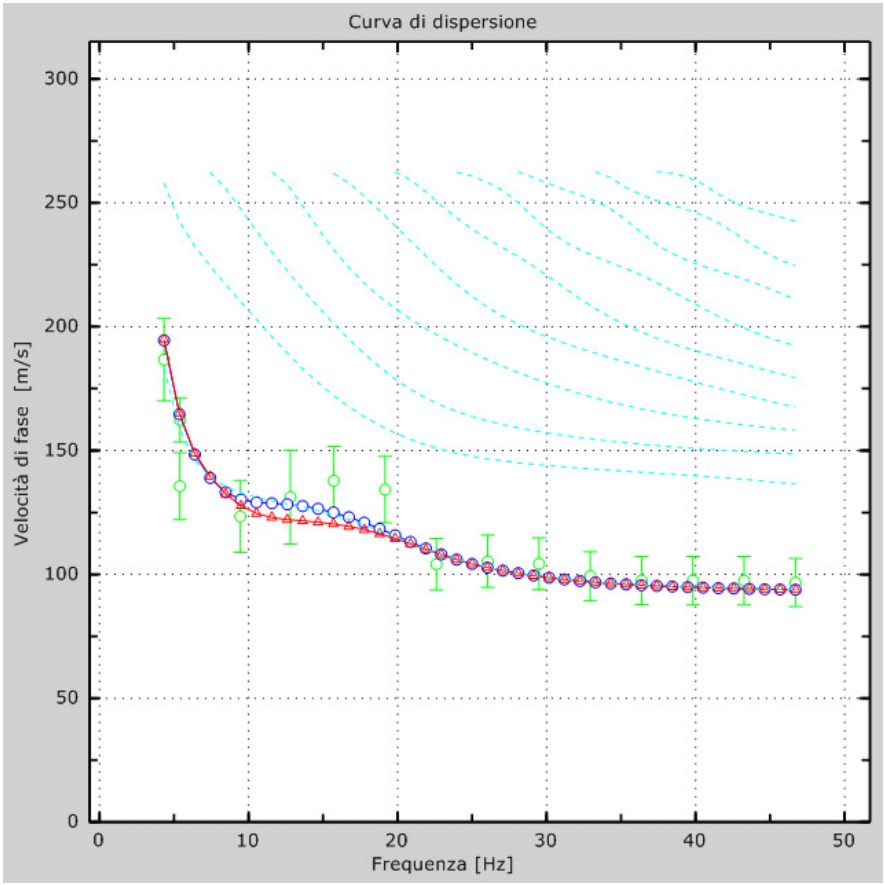


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigth (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

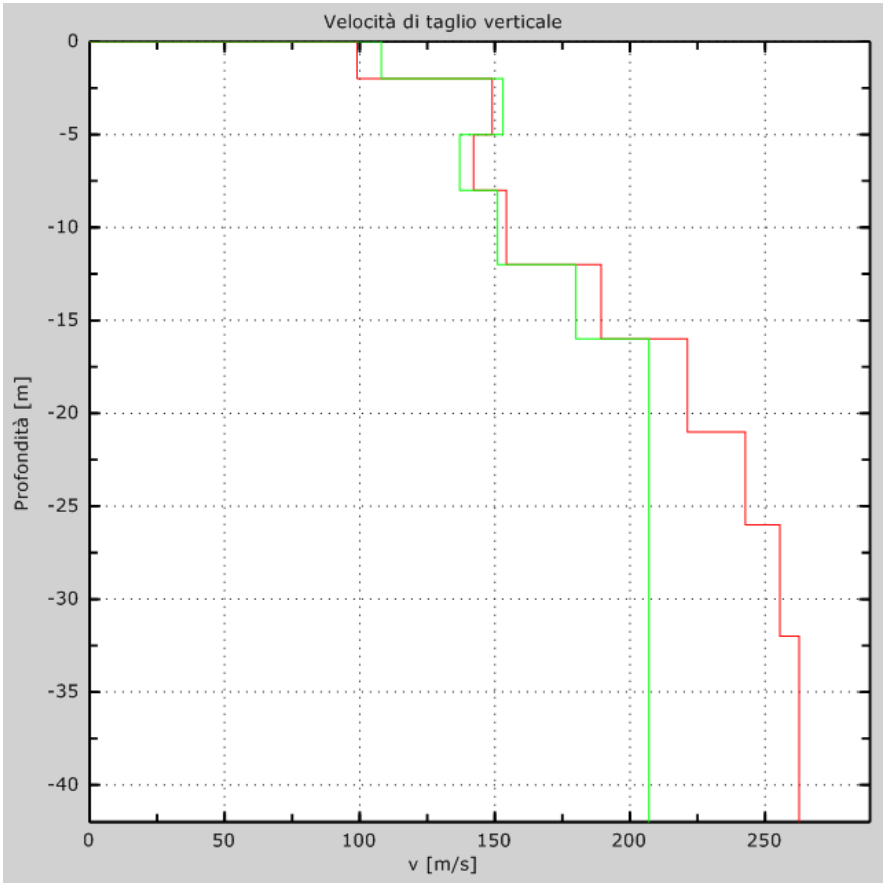


Figura 5: Velocità

Risultati finali indagine 1

Vs30 [m/s] 179
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008

1 - Dati sperimentali indagine 2

Nome del file delle tracce .....
Numero di ricevitori.....24
Distanza tra i sensori:.....1m
Numero di campioni temporali 2000
Passo temporale di acquisizione 1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi 24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1999ms
I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

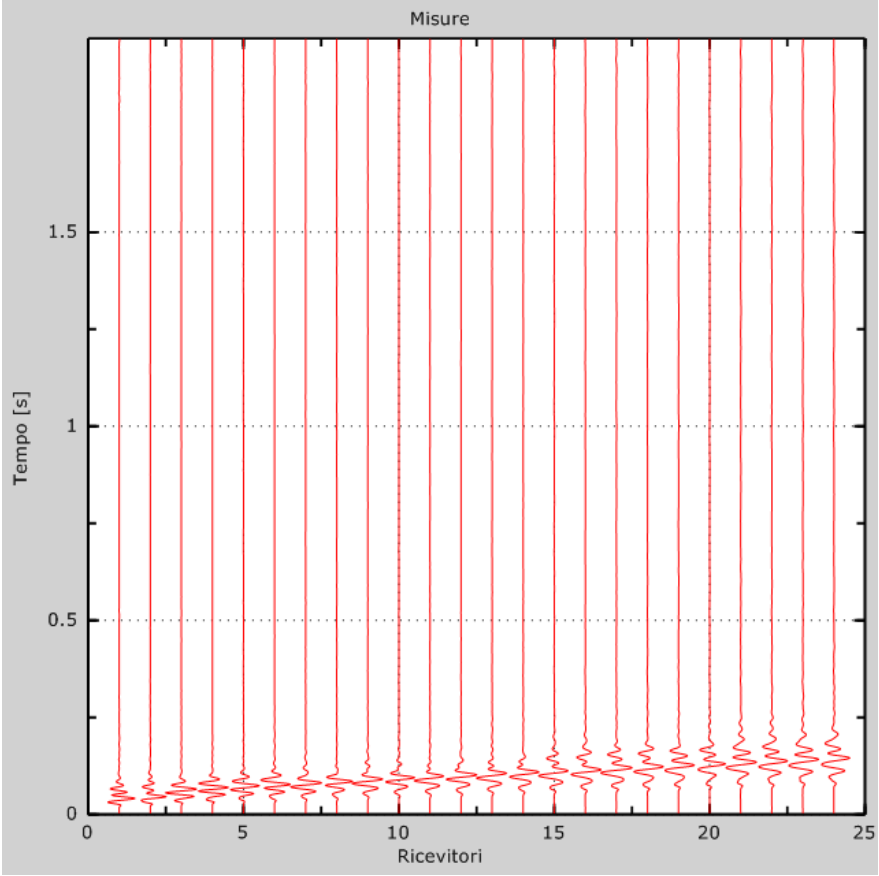


Figura 1: Tracce sperimentali

2 - Risultati delle analisi indagine 2

Frequenza finale 70Hz
Frequenza iniziale 2Hz

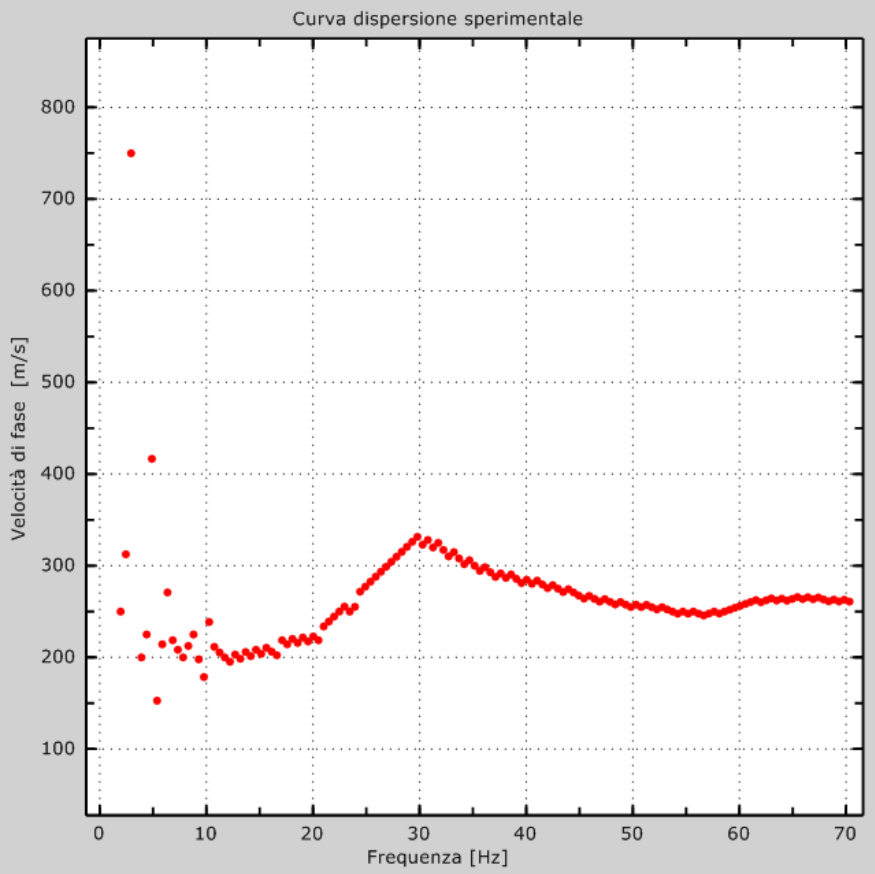


Figura 2: Curva dispersione sperimentale

3 - Curva di dispersione indagine 2

Tabella 1:Curva di dispersione

Freq. [Hz]	V. fase [m/s]	V. fase min [m/s]	V. fase Max [m/s]
1.95313	250	225	275
3.30325	234.566	217.751	251.381
4.89988	220.554	193.93	247.177
6.78681	206.541	185.523	227.56
9.25434	198.134	179.918	216.35
12.2803	196.484	176.836	216.133
15.7227	209.671	188.704	230.638
19.165	220.541	198.487	242.595
22.6074	251.63	226.467	276.793
26.0498	289.946	260.951	318.94
29.4922	328.261	295.435	361.087
32.9346	312.269	281.042	343.495
36.377	295.678	266.11	325.246
39.8193	283.16	254.844	311.476
43.2617	272.805	245.524	300.085
46.7041	261.926	235.734	288.119
50.1465	256.75	231.075	282.425

53.5889	250.579	225.521	275.637
57.0312	247.458	222.712	272.203
60.4736	258.021	232.219	283.823
63.916	263.911	237.52	290.302
67.3584	265.288	238.76	291.817

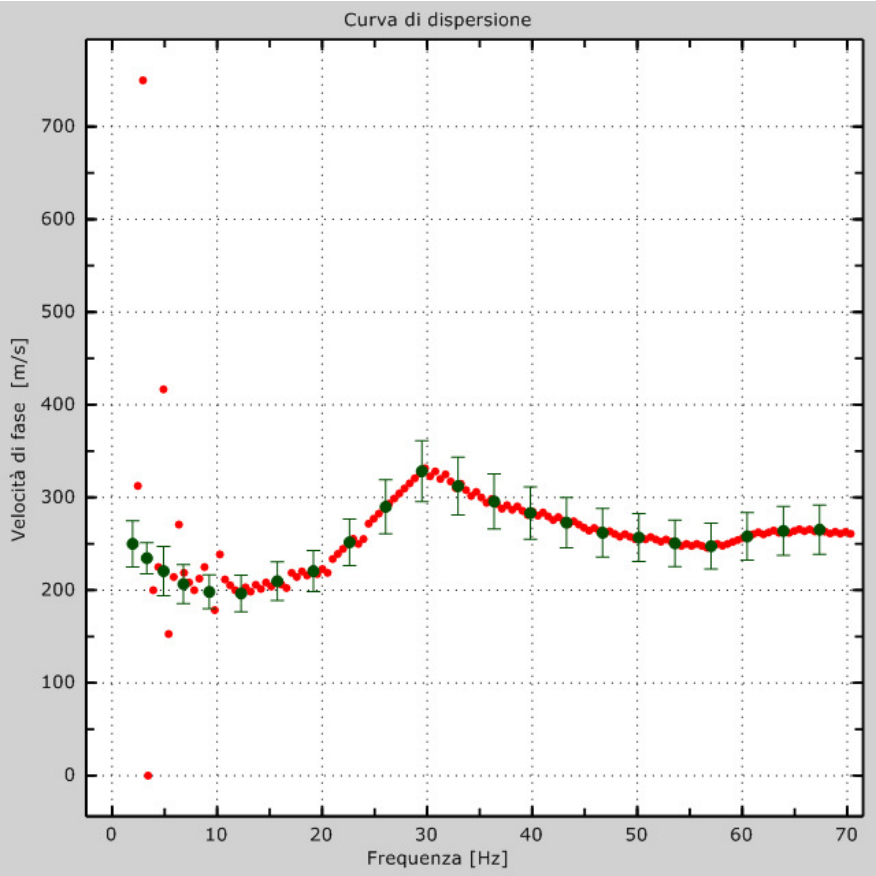


Figura 3: Curva di dispersione

4 - Profilo in sito indagine 2

Numero di strati (escluso semispazio) 7
Spaziatura ricevitori [m] 1m
Numero ricevitori.....24
Numero modi 10
Numero iterazioni 10
Massimo errore [%] 1.000000e-001
Consenti forti contrasti di rigidezza tra 2 strati consecutivi

Strato 1

h [m].....2,7
z [m] ..... -2.7
Densità [kg/m^3].....1550
Poisson 0.38
Vs [m/s].....295
Vp [m/s] 671
Vs min [m/s].....147
Vs max [m/s].....590
Vs fin.[m/s].....295

Strato 2

h [m].....2,3
z [m] ..... -5
Densità [kg/m^3].....1600
Poisson 0.39
Vs [m/s].....319
Vp [m/s] 751
Vs min [m/s].....164
Vs max [m/s].....479
Vs fin.[m/s].....319

Strato 3

h [m].....4
z [m] ..... -9
Densità [kg/m^3].....1600
Poisson 0.399
Vs [m/s].....218
Vp [m/s] 532
Vs min [m/s].....109
Vs max [m/s].....437

Vs fin.[m/s] **218**

Strato 4

h [m] 3
z [m] ..... -12
Densità [kg/m^3] 1700
Poisson 0.41
Vs [m/s] 220
Vp [m/s] 563
Vs min [m/s] 110
Vs max [m/s] 440
Vs fin.[m/s] **220**

Strato 5

h [m] 4
z [m] ..... -16
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.48
Vs [m/s] 229
Vp [m/s] 1168
Vs min [m/s] 115
Vs max [m/s] 459
Vs fin.[m/s] **229**

Strato 6

h [m] 5
z [m] ..... -21
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.48
Vs [m/s] 245
Vp [m/s] 1249
Vs min [m/s] 123
Vs max [m/s] 490
Vs fin.[m/s] **245**

Strato 7

h [m] 12
z [m] ..... -34
Densità [kg/m^3] 1800
Poisson 0.47
Vs [m/s] 261
Vp [m/s] 1097
Vs min [m/s] 130
Vs max [m/s] 521

Vs fin.[m/s].....261

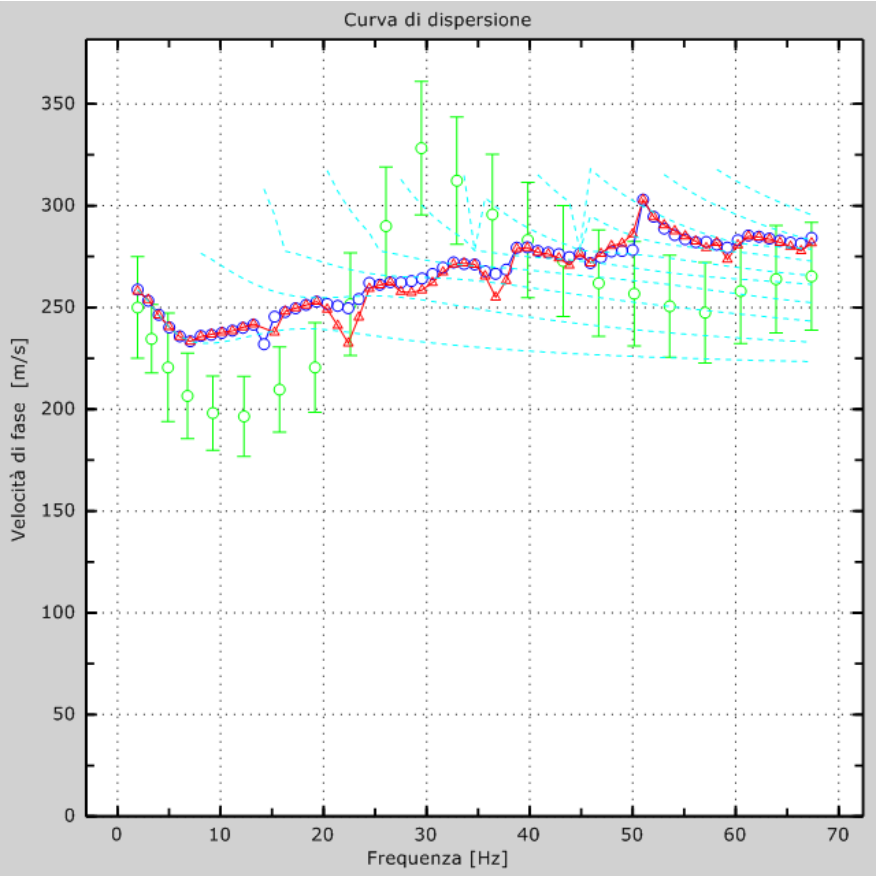


Figura 4: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigth (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

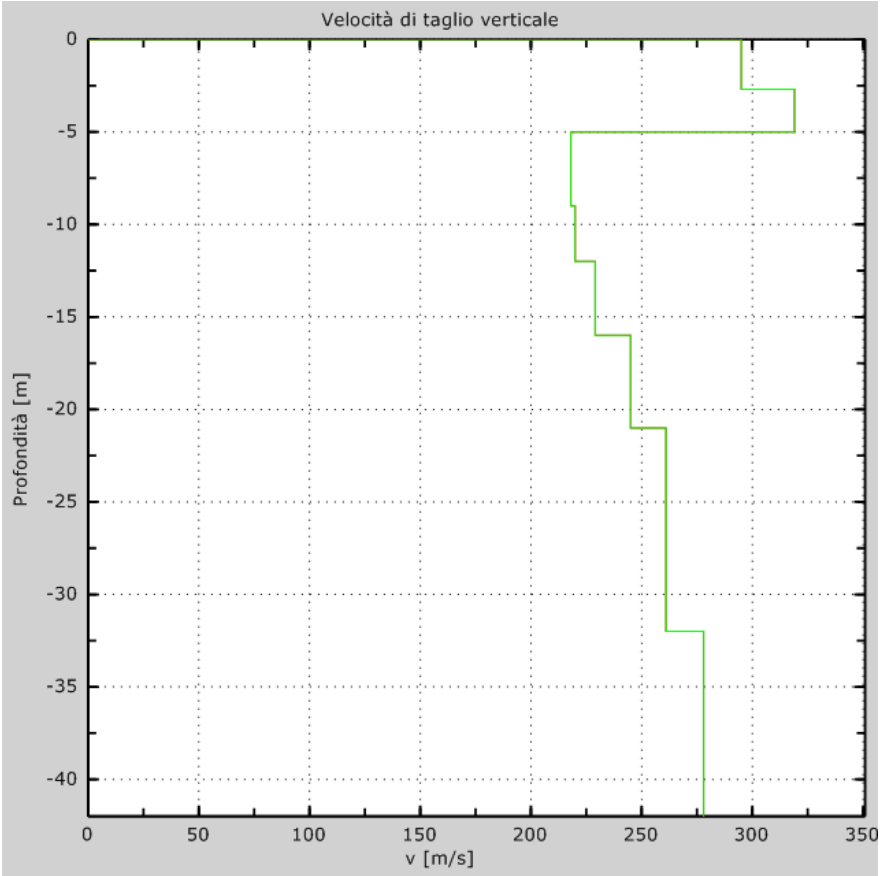


Figura 5: Velocità

Risultati finali indagine 2

Vs30 [m/s].....246
La normativa applicata è il DM 14 gennaio 2008

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE SONDAGGI

LEGENDA

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE DEL TIPO DL 30

PROSPEZIONI GEOFISICHE MASW

