

Comune di

# ROSARNO

(Provincia di Reggio Calabria)

PISU - Linea di intervento -  
8.1.2.3. - Azioni per la realizzazione di un efficiente sistema  
urbano di servizi attorno al Porto di Gioia Tauro.

## ***CENTRO POLISPORTIVO A SERVIZIO DELLA CITTÀ PORTO***

### ***INDAGINI GEOLOGICHE PER IL PROGETTO PRELIMINARE***

Elaborato: ***RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA***

Il Geologo  
dott. Francesco SURACE

## PREMESSA

La presente relazione, eseguita su incarico del **Comune di Rosarno**, è stata redatta in conformità al D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e alla relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n. 617/2009 (Circolare) e si riferisce espressamente alla relazione geologica redatta dal dott. Francesco Surace ed allegata al progetto.

In particolare, qui sono tratti gli aspetti contenuti nel paragrafo C3.2.2 della Circolare, riguardanti:

- Categoria del suolo;
- Coefficiente Topografico.

*Per gli altri parametri della pericolosità sismica di base ed i relativi coefficienti da considerare ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto, si rimanda agli elaborati del calcolo strutturale. La valutazione di tali parametri, infatti, oltre ad essere di stretta competenza del progettista può essere facilmente ricavata con apposita procedura informatizzata a partire dai valori di latitudine e longitudine del sito oggetto di edificazione.*

## ALLEGATI:

1. Planimetria con ubicazione indagine e documentazione fotografica

## 1. UBICAZIONE DELL' INTERVENTO

L'area in oggetto si trova nel Comune di Rosarno (RC), precisamente in località Laccari.

L'intervento consiste nel **"Progetto di un Centro Polisportivo"**.

Al fine della caratterizzazione delle azioni sismiche di cui al paragrafo 3.2 della normativa e della definizione delle forme spettrali in base ai parametri correlati al reticolo di riferimento, le coordinate del sito oggetto dell'intervento sono le seguenti:

Località: **ROSARNO**

Indirizzo: località Laccari

Coordinate geografiche: Lat./ Long. [WGS84] 38.2836 /15.5748

Inquadramento sismico OPCM 3274/2003: Zona 1

Classificazione delle condizioni topografiche: **categoria T<sub>1</sub>**

*("Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ")*

## 2. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno  $T$  ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

Le condizioni di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale in generale non corrispondono a quelle effettive. Pertanto, è necessario tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera in progetto ed anche delle condizioni topografiche del sito, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e frequenza sono il risultato della risposta sismica locale.

Le modifiche sopra citate corrispondono a :

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati del terreno.
- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna. La modifica delle caratteristiche del moto sismico per effetto della geometria superficiale del terreno va attribuita alla focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta dei rilievi a seguito dei fenomeni di riflessione delle onde sismiche ed all'interazione tra il campo d'onda incidente e quello rifratto. I fenomeni di amplificazione cresta – base aumentano in proporzione tra l'altezza del rilievo e la sua larghezza.

Gli effetti della risposta sismica locale possono essere valutati con metodi semplificati oppure eseguendo specifiche analisi.

Nel caso in esame viene scelto il metodo semplificato che consiste nel valutare gli effetti stratigrafici e topografici attribuendo il sito ad una delle categorie di sottosuolo definite dalla Tab. 3.2.II delle NTC (A, B, C, D, E)

Categoria	Descrizione del profilo stratigrafico	Parametri		
		Vs30 (m/s)	NSPT	Cu (kPa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori di Vs30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m	> 800	-	-
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	>50	>250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri	180-360	15-50	70-250
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	<180	<15	<70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di Vs30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs30 > 800m/s			

e ad una delle categorie topografiche definite nella Tab. 3.2.IV delle NTC (T1, T2, T3, T4)

**Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche**

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

### 3. INDAGINI PER LA IDENTIFICAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

#### 3.1. PREMESSA

Per l'identificazione della categoria di sottosuolo viene consigliata dalle NTC la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$ . In particolare, fatta salva la necessità di estendere le indagini geotecniche nel volume significativo di terreno interagente con l'opera, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s30}$  (velocità delle onde di taglio di uno spessore di 30 m del terreno in esame), definita mediante l'equazione 3.2.1 delle NTC.

In mancanza di misure di  $V_s$ , l'identificazione della categoria di sottosuolo può essere effettuata sulla base di altre grandezze geotecniche, quali il numero di colpi della prova penetrometrica dinamica ( $N_{spt}$ ) per depositi prevalentemente a grana grossa, e la resistenza non drenata ( $C_u$ ) per depositi prevalentemente a grana fine. Per il progetto in esame la valutazione della velocità delle onde di taglio  $V_{s30}$  è stata definita mediante una prospezione sismica con metodologia Multichannel Analysis Of Surface Waves (MASW), che si basa sullo studio della dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di tipo Rayleigh (R).

Sono state eseguite due prove Masw, la cui ubicazione può essere rilevata nella planimetria allegata.

#### 3.2. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

Le acquisizioni sono state eseguite con un sismografo a trasmissione digitale del segnale, modello DoReMi prodotto dalla Sara Instruments, avente le seguenti caratteristiche:

- conversione A/D 16 bit
- 127dB di dinamica a qualsiasi frequenza di campionamento
- elevatissima immunità ai disturbi, memoria di 64k (30 mila campioni)
- assenza di rumore strumentale dovuto a *cross-talk* ed effetto antenna dello stendimento (il segnale è digitalizzato direttamente alla fonte)
- intervallo di campionamento da 5 ms fino 0,05 ms



Per il rilievo della velocità del moto del suolo sono stati utilizzati 24 canali d'acquisizione (geofoni verticali Geospace con frequenza di oscillazione di 4.5 Hz), adottando una distanza intergeofonica di 2 metri. E' stata eseguita un'elaborazione su un sismogramma ottenuto da un punto di energizzazione posto a 4 metri dal primo geofono.

### 3.3. PROVA MASW n. 1: Dati sperimentali

Numero di ricevitori.....	24
Numero di campioni temporali.....	2000
Passo temporale di acquisizione.....	1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	24
Spaziatura ricevitori [m].....	2 m

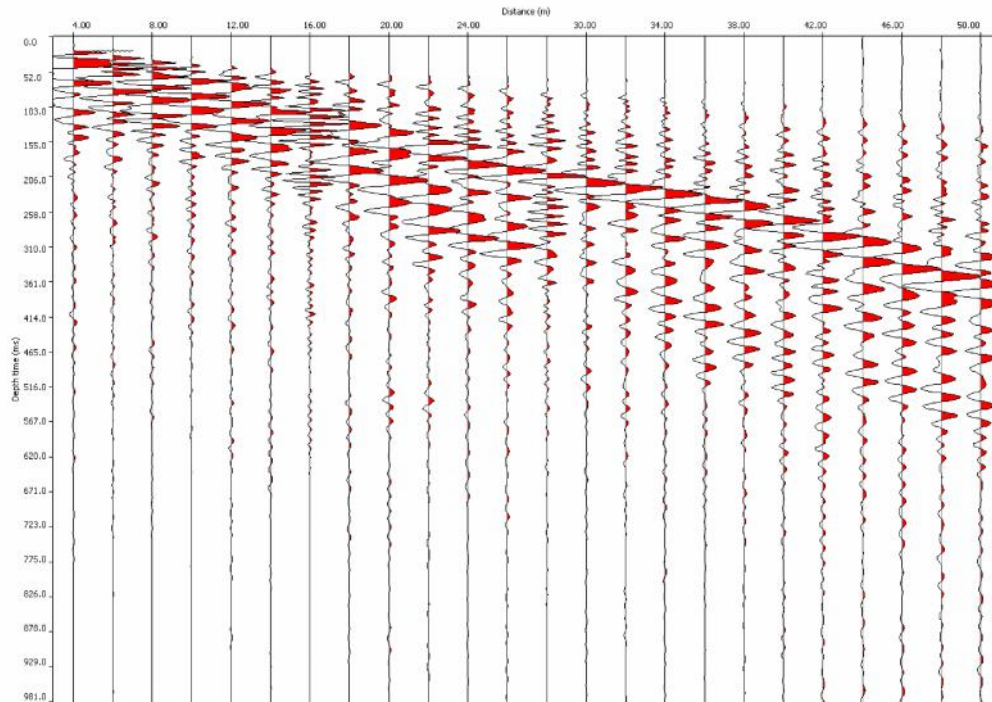


Figura 1: Tracce sperimentali

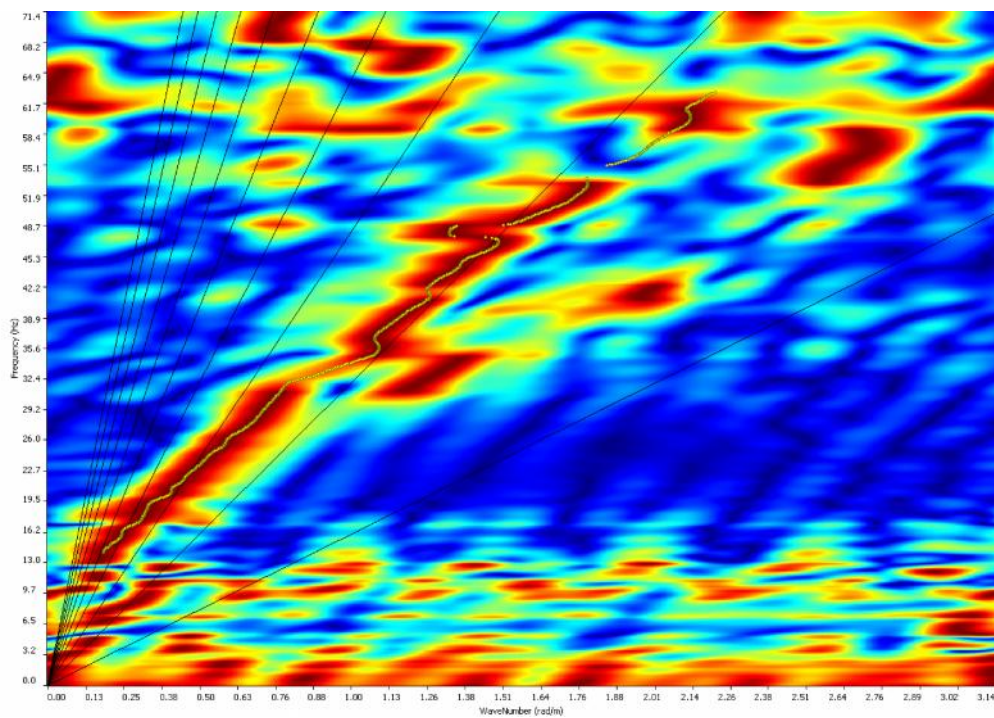


Figura 2: Spettro di velocità

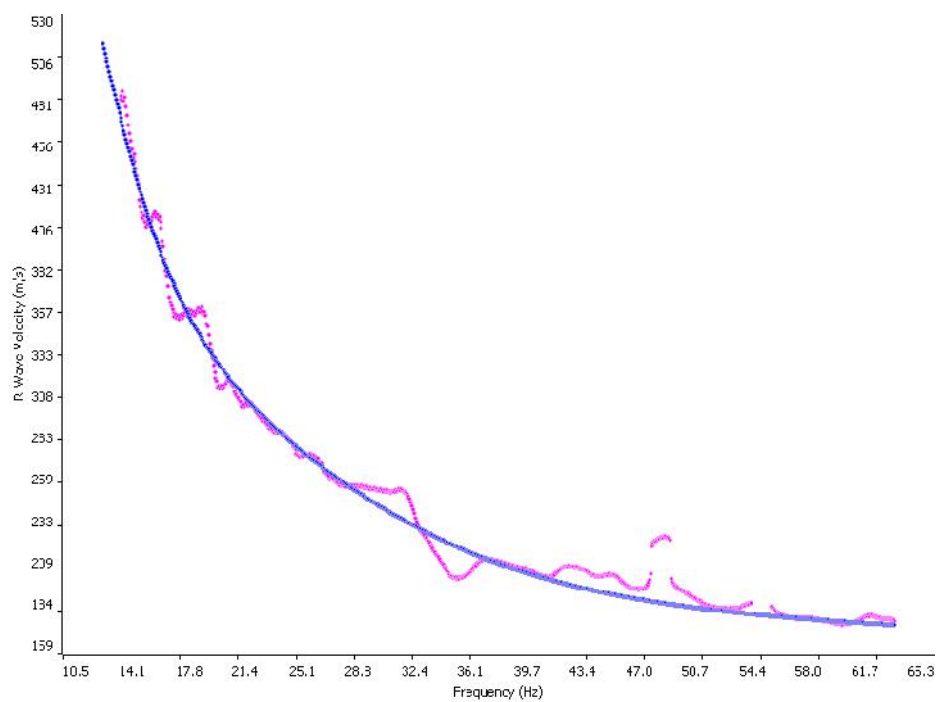


Figura 3: curva di dispersione

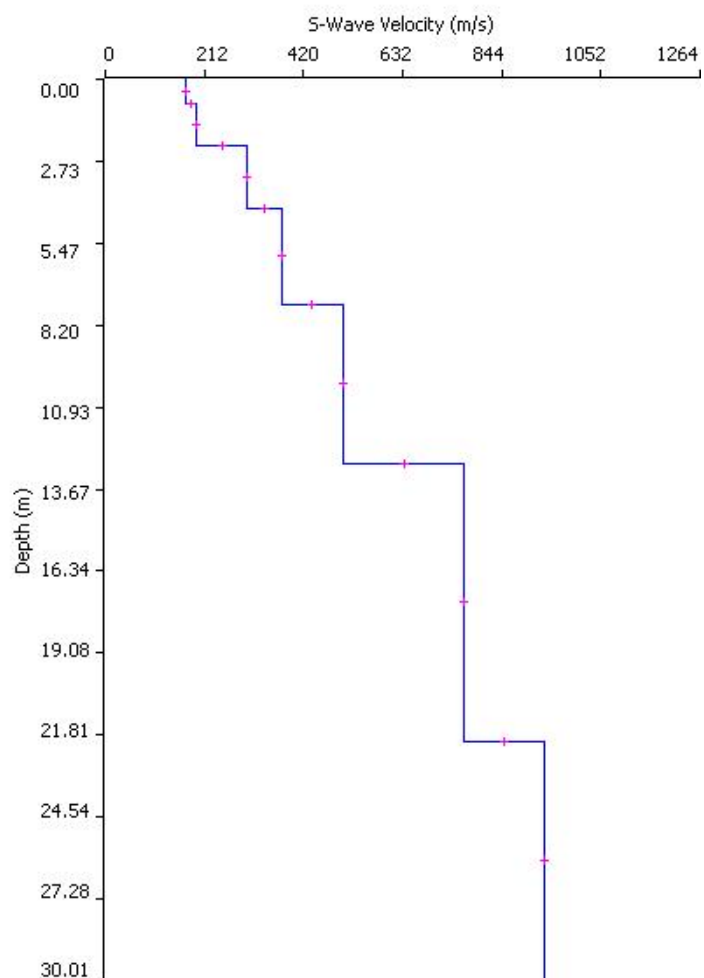


Figura 4: Profilo di velocità



## PROFILO IN SITO

Numero di strati (escluso semispazio) ..... 7

		Thickness	Depth		Vs	Vp
Layer 1	<input type="checkbox"/>	0.82	0.00	<input type="checkbox"/>	171	342
Layer 2	<input type="checkbox"/>	1.37	0.82	<input type="checkbox"/>	195	390
Layer 3	<input type="checkbox"/>	2.10	2.19	<input type="checkbox"/>	301	602
Layer 4	<input type="checkbox"/>	3.19	4.29	<input type="checkbox"/>	374	747
Layer 5	<input type="checkbox"/>	5.32	7.49	<input type="checkbox"/>	506	1010
Layer 6	<input type="checkbox"/>	9.22	12.80	<input type="checkbox"/>	762	1523
Layer 7	<input type="checkbox"/>	INF	22.03	<input type="checkbox"/>	934	1867

3.5. *PROVA MASW n. 2: Dati sperimentali*

Numero di ricevitori.....	24
Numero di campioni temporali.....	2000
Passo temporale di acquisizione.....	1ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....	24
Spaziatura ricevitori [m].....	2 m

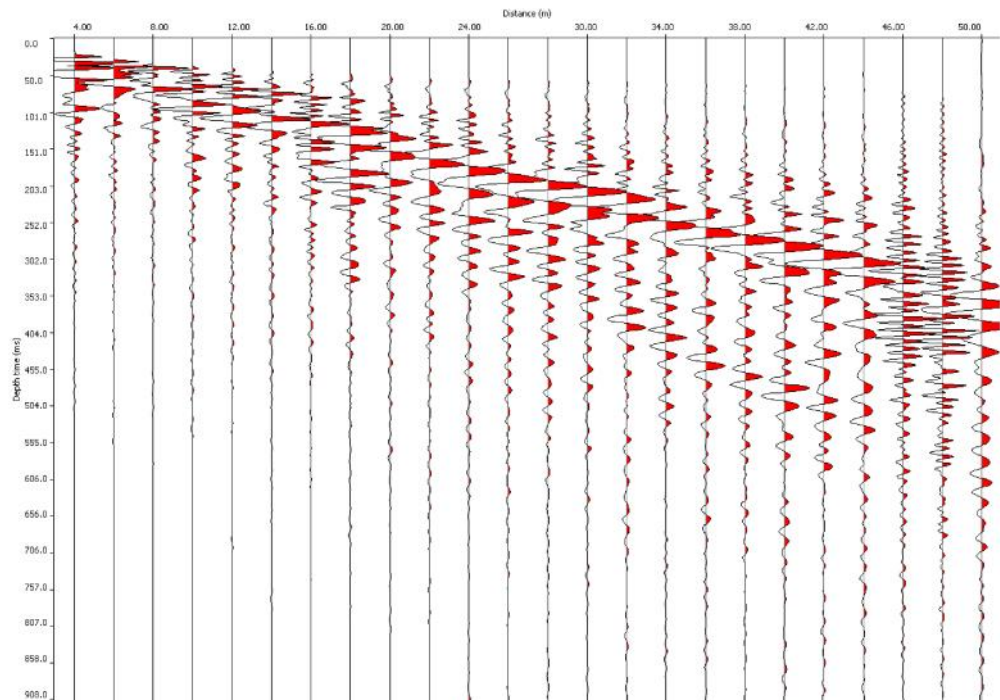


Figura 5: Tracce sperimentali

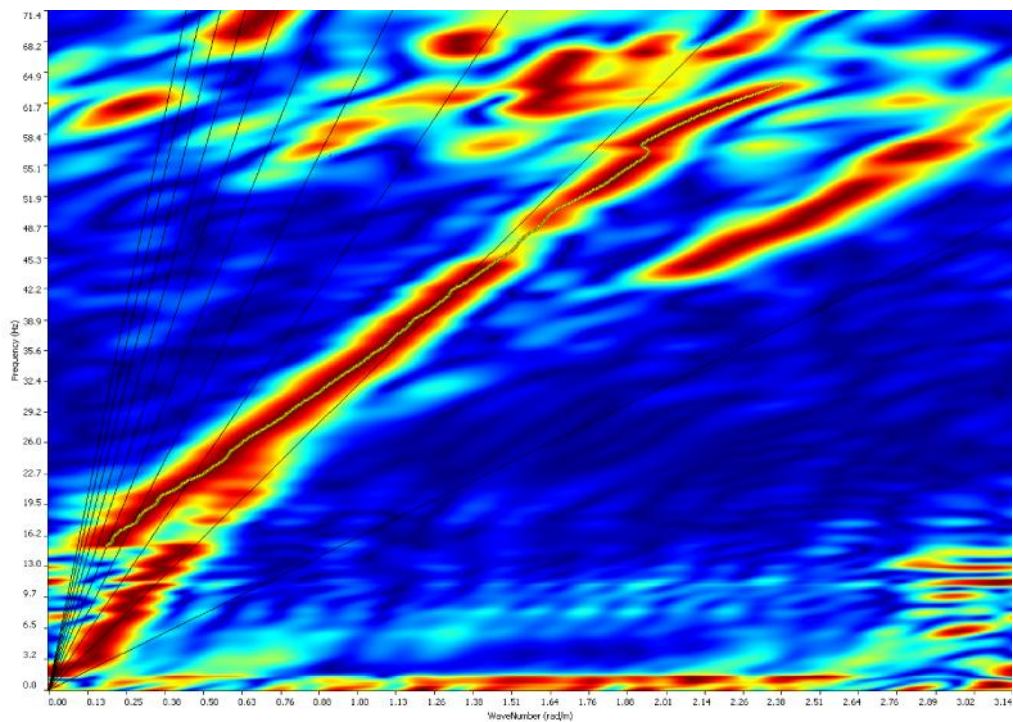


Figura 6: Spettro di velocità

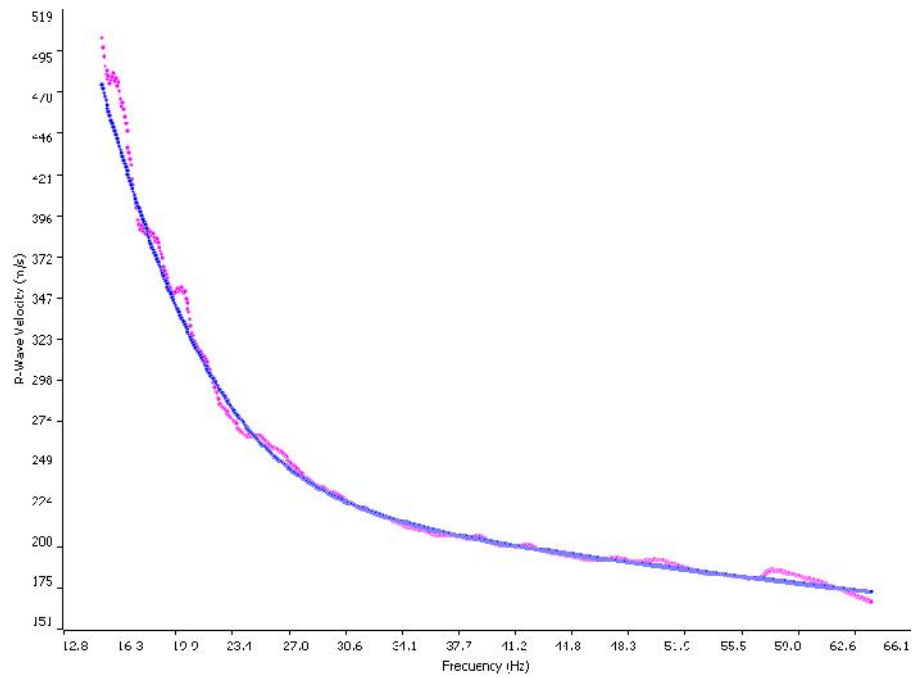


Figura 7: curva di dispersione

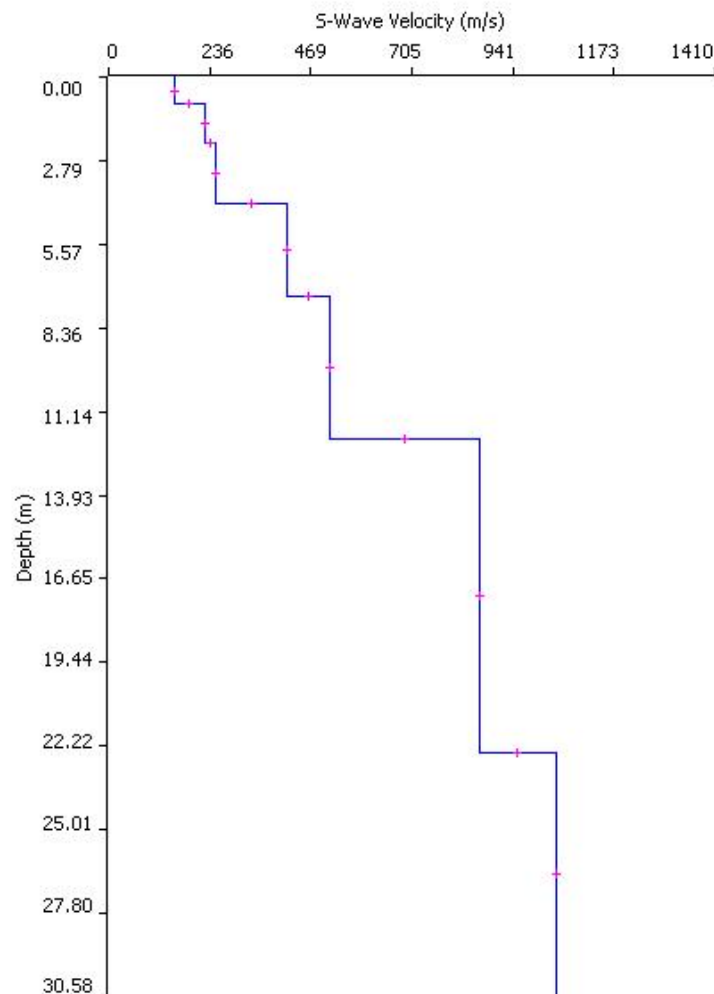


Figura 8: Profilo di velocità

## PROFILO IN SITO

Numero di strati (escluso semispazio) ..... 7

		Thickness	Depth		Vs	Vp
Layer 1	<input type="checkbox"/>	0.90	0.00	<input type="checkbox"/>	152	304
Layer 2	<input type="checkbox"/>	1.30	0.90	<input type="checkbox"/>	223	446
Layer 3	<input type="checkbox"/>	2.00	2.20	<input type="checkbox"/>	250	500
Layer 4	<input type="checkbox"/>	3.09	4.20	<input type="checkbox"/>	416	831
Layer 5	<input type="checkbox"/>	4.72	7.29	<input type="checkbox"/>	514	1027
Layer 6	<input type="checkbox"/>	10.43	12.01	<input type="checkbox"/>	863	1725
Layer 7	<input type="checkbox"/>	INF	22.45	<input type="checkbox"/>	1040	2078

#### 4. CLASSIFICAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per il calcolo delle  $V_{s30}$ , sulla base dei dati ottenuti dalla prova Masw, è stata impiegata la formula riportata al capitolo 3.2.1 delle NTC di seguito riportata:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

$h_i$  = spessore (m) dell' $i$ -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità

$V_i$  = velocità delle onde di taglio dell' $i$ -esimo strato

Utilizzando la formula sopra riportata si ottiene il seguente valore (quota iniziale = p.c. attuale):

**Masw n. 1:  $V_{s30} = 515$  m/s**

**Masw n. 2:  $V_{s30} = 539$  m/s**

(media pesata sugli spessori, estrapolata fino a 30 metri)

Pertanto il profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione dell'area interessata dal progetto (quota di riferimento p.c.) può essere assimilato alla:

**Categoria "B"**

*"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $N_{spt30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $c_u > 250$  KPa nei terreni a grana fina)".*

## 5. CATEGORIA TOPOGRAFICA

Per la determinazione dell'azione sismica occorre considerare anche il contributo derivante dalla morfologia superficiale. Per condizioni topografiche complesse occorre predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale; nel caso in cui la topografia non presenti particolare complessità, è possibile adottare la classificazione della Tab. 3.2.IV delle NTC, riportata nel capitolo precedente.

L'area di costruzione ricade in una zona pianeggiante e quindi rientra nella **categoria T1**, a cui non è attribuibile alcun fenomeno di amplificazione sismica legato alle condizioni topografiche locali.

<b>Categoria Topografica</b>	<b>Ubicazione dell'opera o dell'intervento</b>	<b>S<sub>T</sub></b>
<b>T1</b>	-----	1,00
<b>T2</b>	In corrispondenza della sommità del pendio	1,20
<b>T3</b>	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,20
<b>T4</b>	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,40

## 6 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

- L'area è soggetta ad un'attività sismica elevata, indotta sia da terremoti documentati con epicentro nell'ambito del territorio provinciale sia, di riflesso, dagli eventi più intensi provenienti dalle province limitrofe.
- Nell'area interessata non sono presenti faglie superficiali, discontinuità o cavità tali da indurre un pericolo sismico aggiuntivo. Non sono inoltre prevedibili fenomeni di amplificazione locale dell'accelerazione sismica dovuti all'assetto topografico o ad effetti di bordo.
- La zona sismica di riferimento è la "Zona 1".
- L'analisi sismica effettuata ha fornito valori di  $V_{s30}$  (velocità media di propagazione entro i primi 30 m di profondità delle onde di taglio), che consentono di attribuire al suolo di fondazione la categoria "B".

In sintesi, dal punto di vista delle condizioni esaminate del sottosuolo, non si rilevano condizioni a priori ostative al progetto.

Messignadi, li Novembre 2011.

Il tecnico  
geol. Francesco Surace