

Geol. dott. BRUNO ZECCHI  
STUDI TECNICI  
Sarzana, Via G. Mazzini 146  
Levanto, Via Trento e Trieste 4  
tel/fax: 0187/691175  
e mail: [bruno.zecchi@gmail.com](mailto:bruno.zecchi@gmail.com)

RELAZIONE GEOLOGICA ESECUTIVA DI 2° LIVELLO E GEOLOGICO-  
TECNICA ESECUTIVA DI 3° LIVELLO ALLE INDAGINI  
GEOGNOSTICHE DI TIPO "COMPLETO", TIPO IVa (MODO 5/a)

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE FABBRICATI RESIDENZIALI  
AD USO CIVILE ABITAZIONE, IN LOCALITA' NEVEA, COMUNE DI LA  
SPEZIA (SP)

Committente: **dott. Marco Paganini**

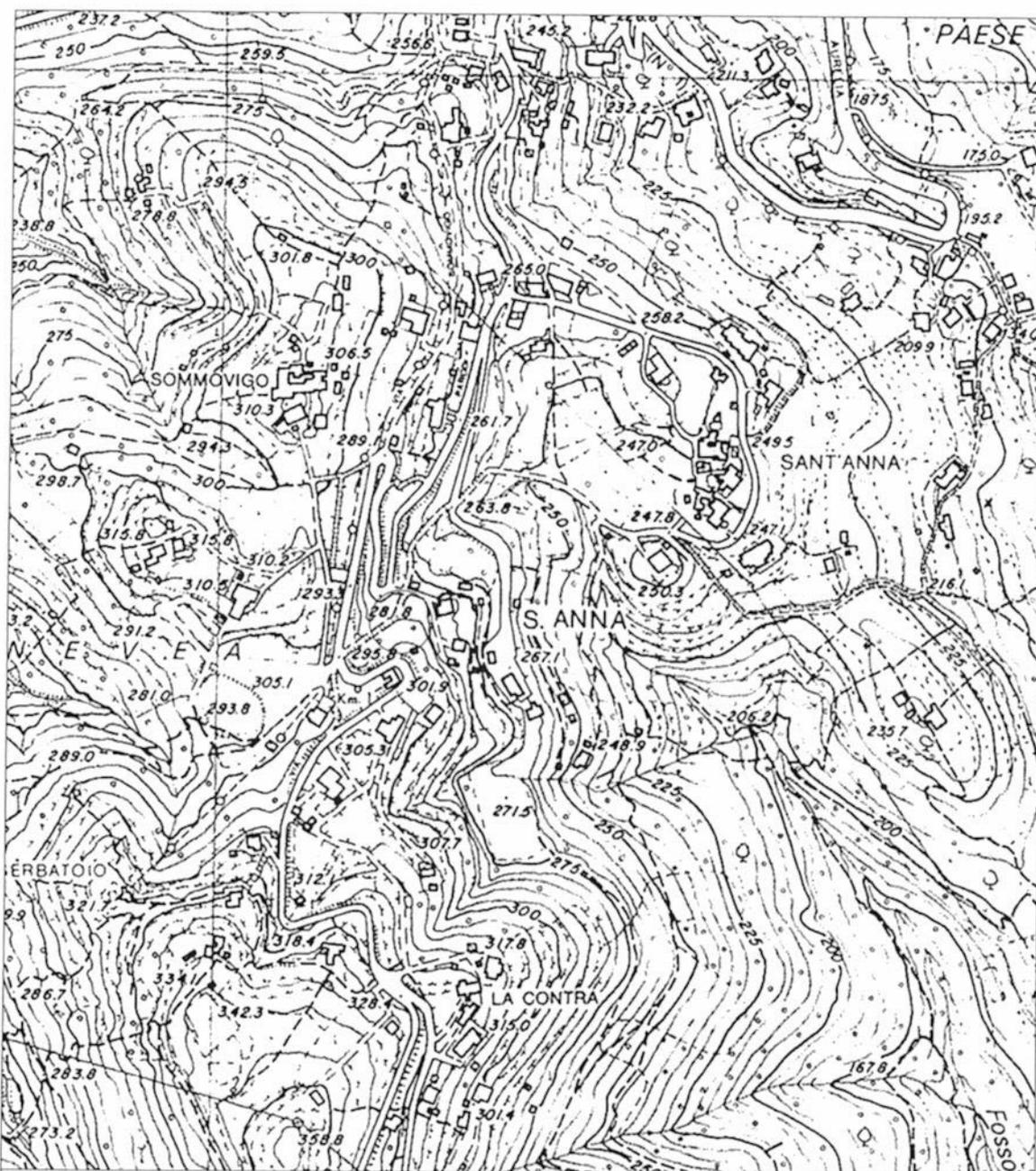
Sarzana, 12 aprile 2008



Provincia della Spezia  
Servizio Geologico

Il presente elaborato è conforme a quello  
di cui alla determinazione n. SL2  
del 23 NOV 2012

p. Il Dirigente  
(Dott. Stefano PINTUS)



# Carta Tecnica Regionale

Scala 1: 5.000

○ Area indagata

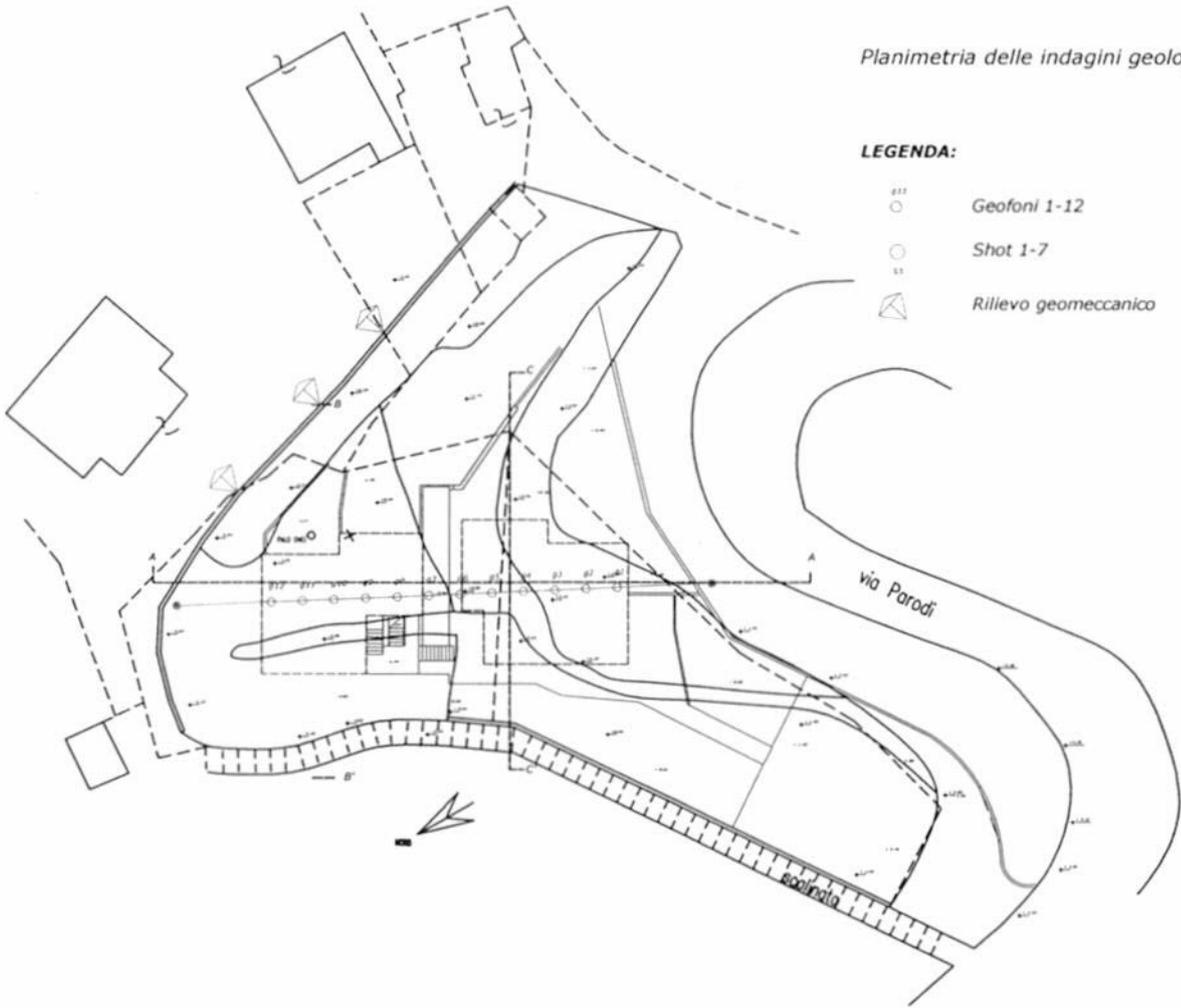
**Carta della Pericolosità Geomorfologica**  
 Piano di Bacino Provincia della Spezia~Ambito "20"  
 Scala 1: 10.000



**Legenda:**

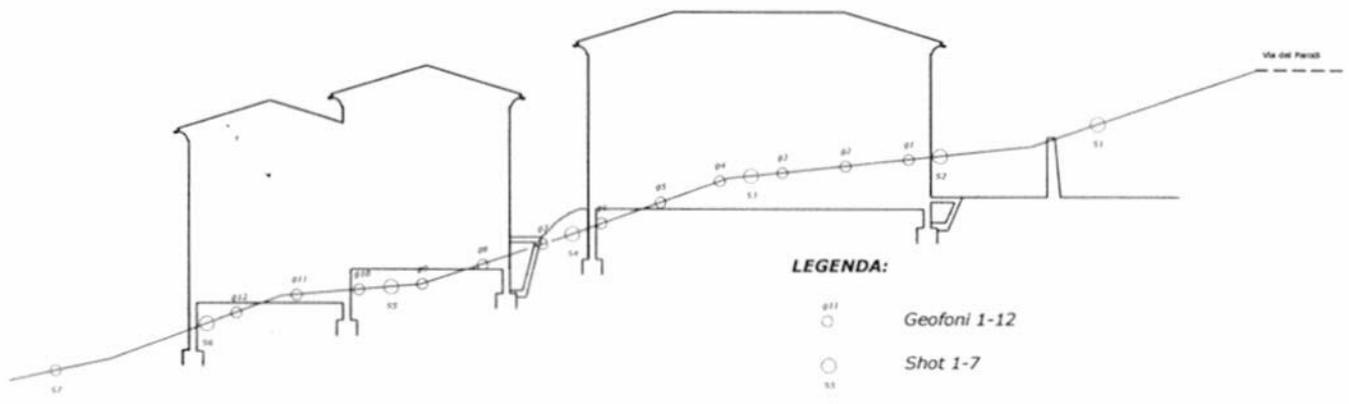
	Suscettività al Dissesto Molto Basso		Suscettività al Dissesto Alto
	Suscettività al Dissesto Basso		Suscettività al Dissesto Molto Alto
	Suscettività al Dissesto Medio		Care e difformità

Planimetria delle indagini geologiche



LEGENDA:

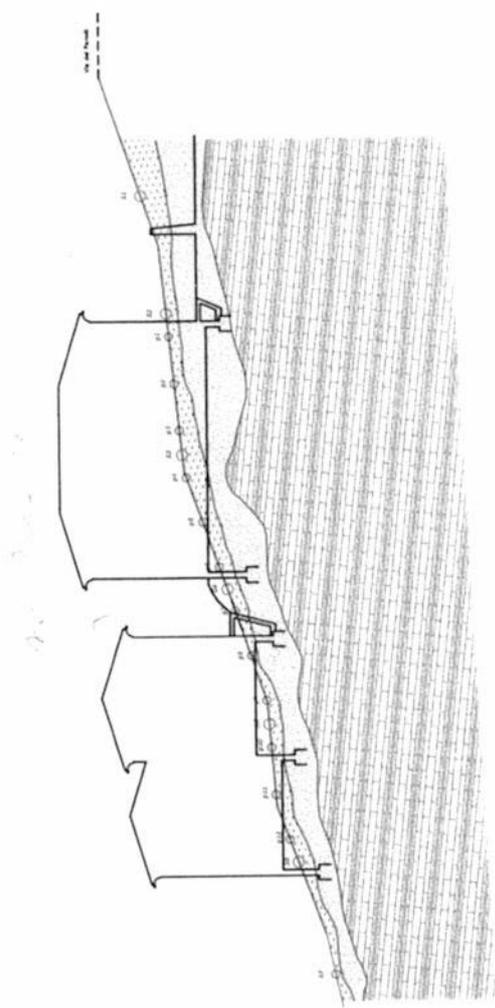
- 011 Geofoni 1-12
- Shot 1-7
- △ Rilievo geomeccanico



LEGENDA:

- 011 Geofoni 1-12
- Shot 1-7
- △ Rilievo geomeccanico

Posizionamento sul profilo topografico delle indagini geologiche



SEZIONE GEOLOGICO-STRATIGRAFICA  
Scala 1:400

-  Terreno vegetale e copertura detritica superficiale
-  Alteriti calcaree con lenti argillose
-  Substrato calcareo/marmoso con interstrati argillifici (Calcari e marme a Rhaetavivula contorta)

**MASW**  
**MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVES**

\*\*\*\*\*

**AGGIORNAMENTO ALLE NTC 2008**

**Progetto per la costruzione di 2 fabbricati  
Residenziali ad uso civile abitazione**

Via del Parodi, loc. Nevea  
Comune di La Spezia (SP)  
Committente: Sig. Marco Paganini

Provincia della Spezia  
Servizio Geologico

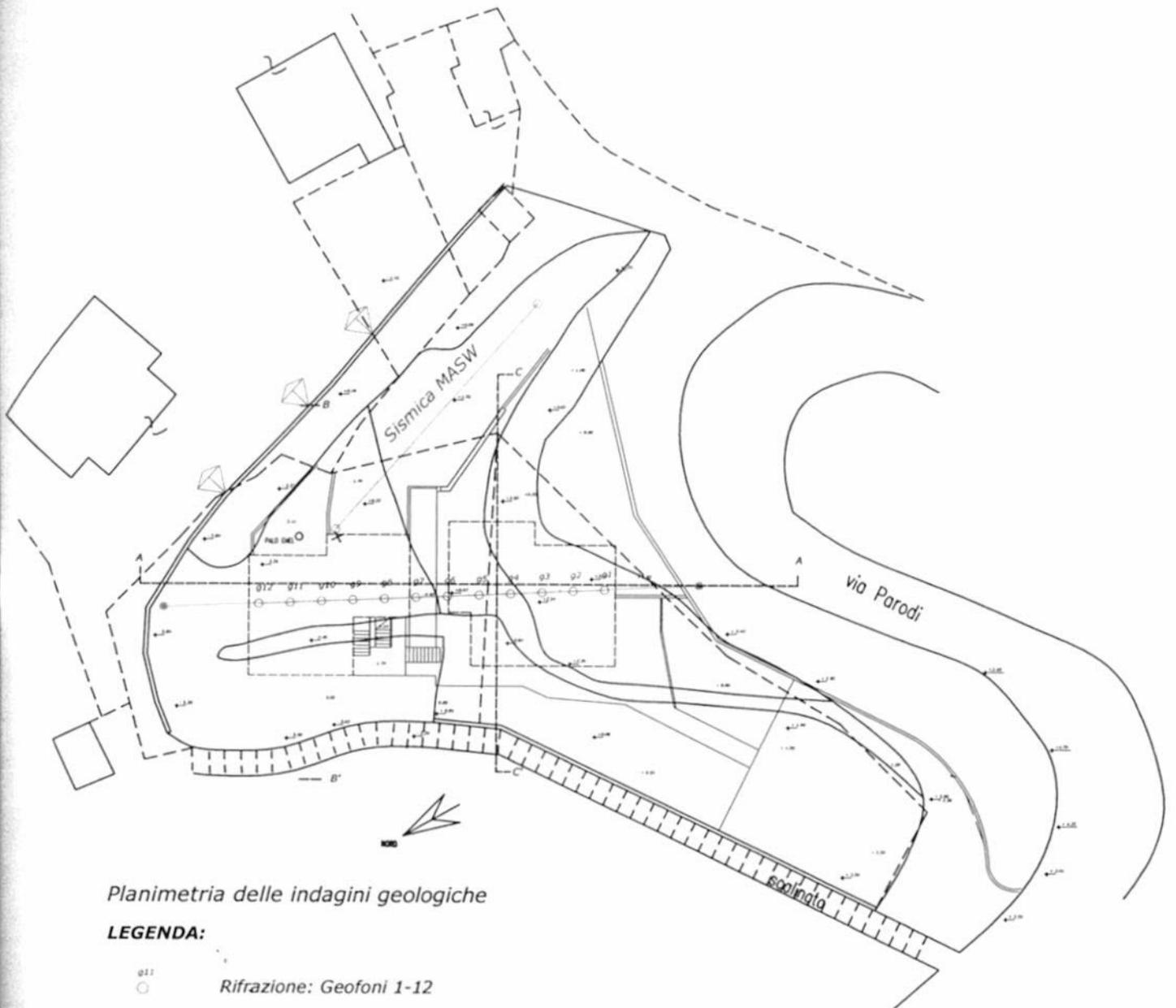
Il presente elaborato è conforme al progetto  
di cui alla determinazione n. 582  
del 12 3 NOV 2012

p. Il Dirigente  
(Dott. Stefano PINTUS)



**ELIOSOFT**  
geophysical software

**Geol. dott. Bruno Zecchi**  
Via Mazzini, 146  
19038 Sarzana (SP)  
Tel e fax: 0187-691175  
Cell: 338-711172  
Email: bruno.zecchi@gmail.com



Planimetria delle indagini geologiche

**LEGENDA:**

- 
 Rifrazione: Geofoni 1-12
- 
 Rifrazione: Shot 1-7
- 
 Rilievo geomeccanico
- 
 Stesa Sismica MASW

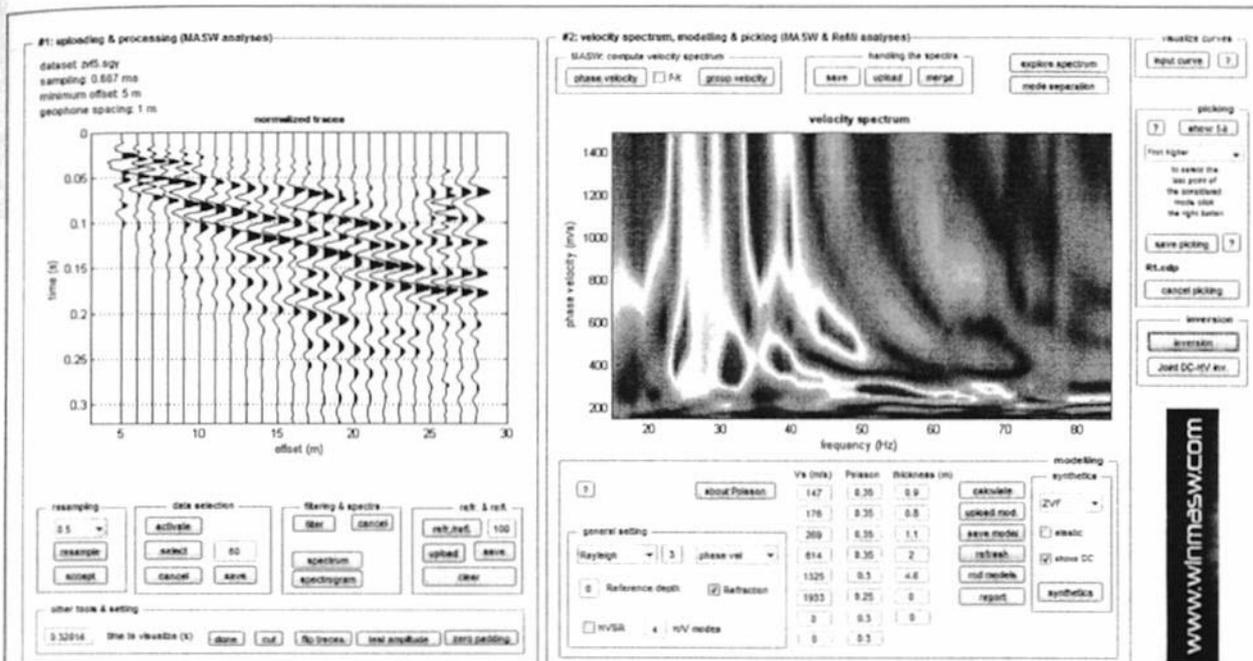


Fig. 2. Sulla sinistra i dati di campagna e, sulla destra, lo spettro di velocità calcolato

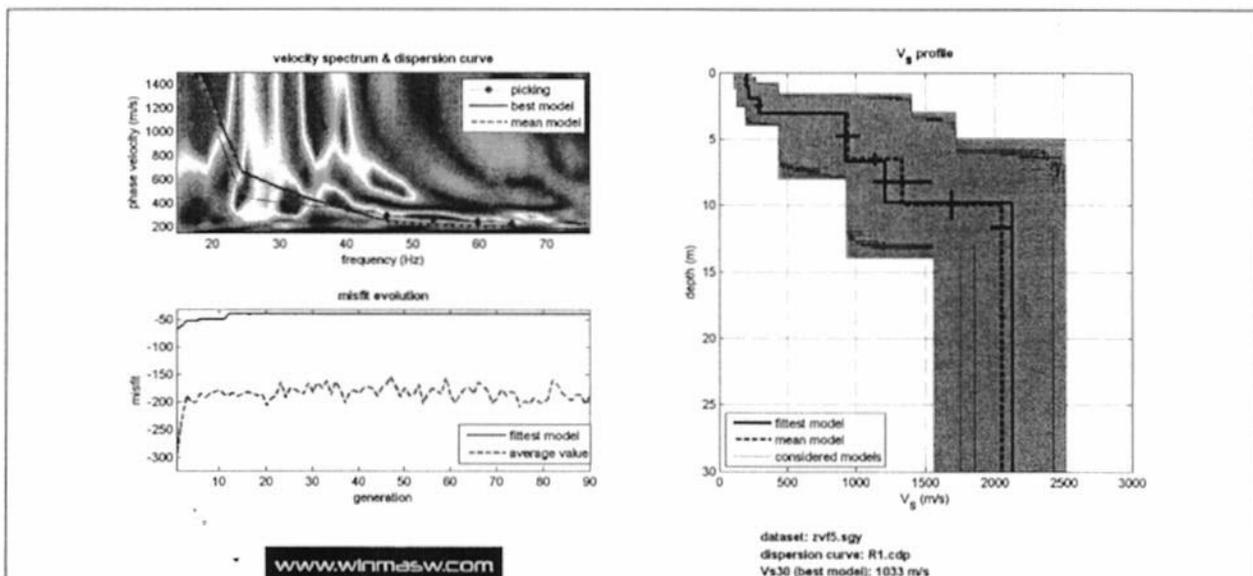


Fig. 3. Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati MASW. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale  $V_s$  identificato (vedi anche Tabella 1) (modello "migliore" e medio sono tipicamente analoghi). In basso a sinistra l'evolversi del modello al passare delle "generazioni" (l'algoritmo utilizzato per l'inversione delle curve di dispersione appartiene alla classe degli Algoritmi Genetici - Dal Moro et al., 2007).

Spessore (m)	$V_s$ (m/s)
$1.0 \pm 0.1$	$195 \pm 16$
$0.9 \pm 0.1$	$214 \pm 9$
$1.1 \pm 0.1$	$288 \pm 31$
$3.4 \pm 0.5$	$940 \pm 85$
$3.5 \pm 1.1$	$1331 \pm 206$
<i>Semi-spazio</i>	$2048 \pm 83$

**Tab. 1.** Modello del sottosuolo individuato ( $V_{s30} : 1.026$  m/s).

Densità (gr/cm<sup>3</sup>) (valori approssimativi): 1.85, 1.86, 1.94, 2.21, 2.24, 2.37

Modulo di taglio (MPa) (valori approssimativi): 70, 85, 161, 1.952, 3.961, 9.942

## Conclusioni

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (MASW) ha consentito di determinare il profilo verticale della  $V_s$  (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro  $V_{s30}$ , risultato pari a **1.026 m/s**. Pertanto è possibile classificare l'area di progetto come appartenente alla categoria di sottosuolo [A]

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
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 $N_{527,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{527,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{v,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{527,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{v,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

## Riferimenti

Dal Moro G., Pipan M. & Gabrielli P., 2007, *Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation*, *J. Appl. Geophysics*, 61, 39-55

### **Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche**

L'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e succ. mod. e int., attribuisce alle diverse località del territorio nazionale, un valore di scuotimento sismico di riferimento espresso in termini di incremento dell'accelerazione del suolo. Le NTC 2008 propongono inoltre l'adozione di una caratterizzazione geotecnica e geofisica (già espressa dalla suddetta Ordinanza) del profilo stratigrafico del suolo mediante cinque tipologie di suoli (A - B - C - D - E), più due speciali (S1 - S2), da valutare in funzione dei parametri di velocità equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno ( $V_{s,30}$ ). L'individuazione della categoria di fondazione si rende necessaria per valutare l'effetto della risposta sismica locale e la conseguente definizione dell'azione sismica.

Mediante la valutazione della categoria di sottosuolo è possibile calcolare i coefficienti di **amplificazione stratigrafica** ( $S_s$  ed  $C_c$ ) in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T_c^*$ .

La categoria di sottosuolo, riferita alla misura delle  $V_{s30}$  eseguita con indagine geofisica di tipologia MASW eseguita direttamente in sito rientra nella categoria [A].

Inoltre per tenere conto delle condizioni topografiche e conseguentemente della relativa amplificazione e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizza il valore del coefficiente di **amplificazione topografico**  $S_t$ , in funzione della categoria topografica e dell'ubicazione del sito. All'area in oggetto è possibile assegnare la categoria topografica T1 ossia aree pianeggianti o pendii con inclinazione media  $< 15^\circ$ ; a tale categoria si assegna un coefficiente di amplificazione topografico unitario.

### **Valutazione dell'azione sismica.**

Sulla base della stima della pericolosità sismica di base definita mediante un approccio *sito dipendente*, del periodo di riferimento dell'opera  $V_R$ , dello stato limite (ultimo e di esercizio), della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, è possibile definire le azioni sismiche di progetto (*espresse nei coefficienti sismici*) negli stati limite considerati.

#### **Sito in esame.**

latitudine: 44.119934 [°]

longitudine: 9.788789 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]