

Geognostica

*Monitoraggio
idrogeologico*



Geofisica

*Indagini
ambientali*

Committente: Sig. Kos

Località d'indagine: Podere Sant'Edoardo - Pomarance (PI)

data: 10 / 05 / 2019



indagine: M.A.S.W.

strumentazione: Ambrogeo Echo 12/24 2002
software di acquisizione: Ambrogeo v. 7.1.1 Segy
software di elaborazione: WinMASW 4.1 std

per la geolUK s.r.l.,

l'Amministratore

geolUK s.r.l.
GEOGNOSTICA E GEOFISICA
www.geoluk.com info@geoluk.com

sede operativa e sede legale: Via Pesciatina, 1560/A - 55100 Lucca
codice fiscale e numero di iscrizione al registro delle imprese di Lucca: 02069440465
R.E.A. Lucca n. 194371 - capitale sociale € 10.000,00 i.v.
tel 393 9371580 - fax 0583 469588 - www.geoluk.com - info@geoluk.com

INDICE

1. Premessa.....	3
1.1. Introduzione al metodo.....	3
2. Acquisizione.....	4
2.1.1. Strumentazione impiegata.....	4
3. Utilizzo del programma Winmasw.....	5
5. Ubicazione dell'area indagata e coordinate delle indagini in WGS84.....	8

ALLEGATI e FIGURE

Sismogramma acquisito in campagna

Spettro di velocità e curva di dispersione e picking

Profilo verticale delle Vs

Esempio di modello stratigrafico

Ubicazione dell'area indagata (fuori scala)

1. Premessa

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto del sito in esame, ubicato presso il podere Sant'Edoardo, strada comunale delle Macie, a Pomarance (PI), è stata effettuata per conto del Geol. Giovanni Lopane una serie di acquisizioni con la metodologia M.A.S.W., utili a definire il profilo superficiale verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio).

1.1. Introduzione al metodo

La Metodologia M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) adottata per il presente lavoro è una tecnica di investigazione sismica non invasiva del sottosuolo di tipo attivo, presentata nel 1999 in seguito agli studi effettuati dal Kansas Geological Survey (Park et al., 1999). Attraverso l'analisi delle onde superficiali di Rayleigh questa tecnica mira a ricostruire un profilo sismostratigrafico in onde di taglio lungo la verticale al di sotto dello stendimento (profilo V_s -z).

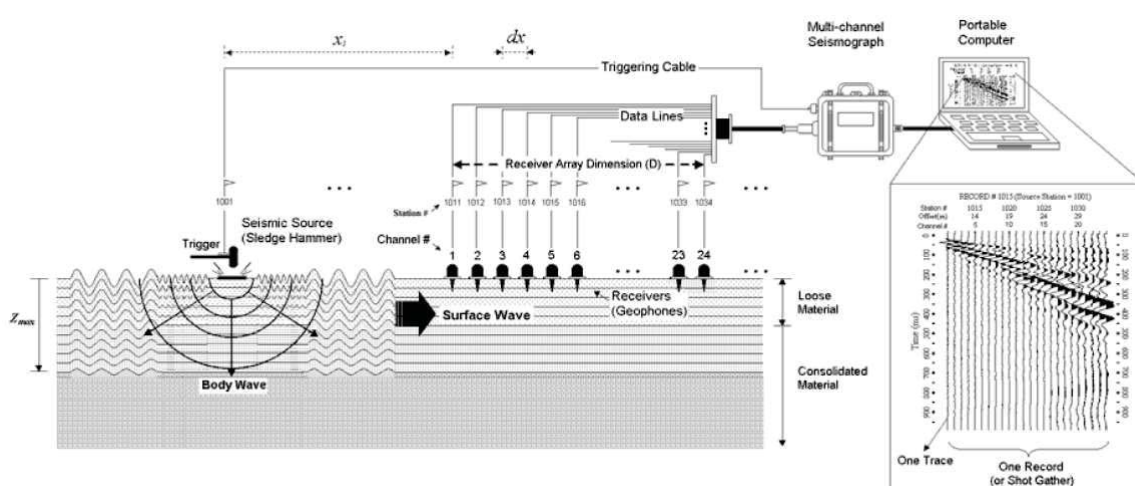


Figura 1. Illustrazione della tecnica di indagine eseguita (SurfSeis – Active Masw, 2006)

La propagazione delle onde nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi avviene in maniera diversa rispetto ai mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda (fenomeno detto della dispersione in frequenza). Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad

interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie.

Come tutte le tecniche di investigazione del sottosuolo, anche la M.A.S.W. presenta dei limiti nella sua applicabilità e dei vantaggi che devono essere tenuti ben presente nel momento in cui si pianifica e commissiona una campagna di investigazione geofisica. Brevemente i principali limiti della metodologia sono la necessità di operare in condizioni geologiche particolari (strati circa piano paralleli e lateralmente isotropi), la necessità di disporre di una taratura stratigrafica di riferimento fino alla profondità di interesse per ottimizzare il modello finale e la necessità di effettuare lo stendimento su superfici che non presentino brusche irregolarità morfologiche (salti, scalini...)

Per contro, i principali vantaggi della metodologia sono per esempio, a parità di profondità di investigazione, la possibilità di lavorare in ambienti con ingombri limitati, oppure al fine di poter ottimizzare il modello sismostratigrafico finale la possibilità di intervenire attivamente nel software di elaborazione in virtù delle conoscenze geologiche/geotecniche dell'area indagata. Inoltre, la tecnica M.A.S.W riesce, come ad es. il downhole, a rilevare il fenomeno dell'inversione di velocità.

2. Acquisizione

2.1.1. Strumentazione impiegata

Hardware

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali modello "Echo 12-24" (della *Ambrogeo* di Piacenza), collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz.

Di seguito vengono brevemente elencate le caratteristiche tecniche del sismografo:

- Registrazione a 24 canali
- Impedenza di ingresso 20 Kohm
- Range dinamico: 93 dB
- Conversione A/D a 16 bit
- Intervallo di campionamento selezionabile a: 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1000, 30000 ms
- Guadagno 10 dB – 100 dB, passo 1 dB
- Tensione di saturazione +/- 2,3 V
- Distorsione 0,01%
- Campionamento 130 ms
- Filtro passa basso da 50 a 950 Hz, passo 1 Hz
- Alimentazione 12V

Software

Per la registrazione in campagna del segnale sismico è stato utilizzato il software Ambrogeo v 7.1.1 Segy (della *Ambrogeo* di Piacenza) mentre, per le analisi dei dati acquisiti, è stato adottato il software *winMASW* 4.1.1 Std (della *Eliosoft* di Udine).

3. Utilizzo del programma *winMASW*

Al fine di fornire un supporto interpretativo dei dati acquisiti in campagna segue un esempio di elaborazione attraverso la determinazione dello spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime, al fine di ricostruire un profilo verticale di massima della velocità delle onde di taglio (V_s) per stimare il valore del parametro V_s equivalente utile alla classificazione del terreno (determinazione della categoria di sottosuolo).

Resta tuttavia a carico del Geologo la validazione della proposta interpretativa in base alle proprie conoscenze in materia sismica e geologica del sito in esame.

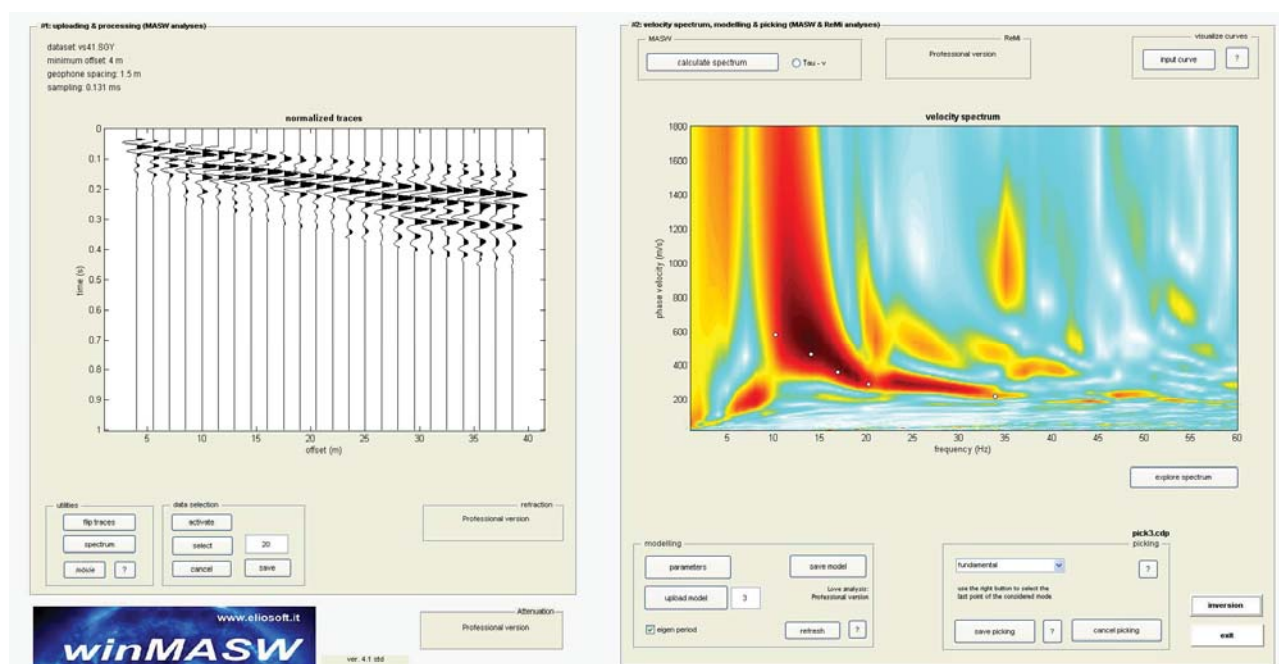


Fig. 2. Sulla sinistra i dati di campagna e, sulla destra, lo spettro di velocità calcolato.

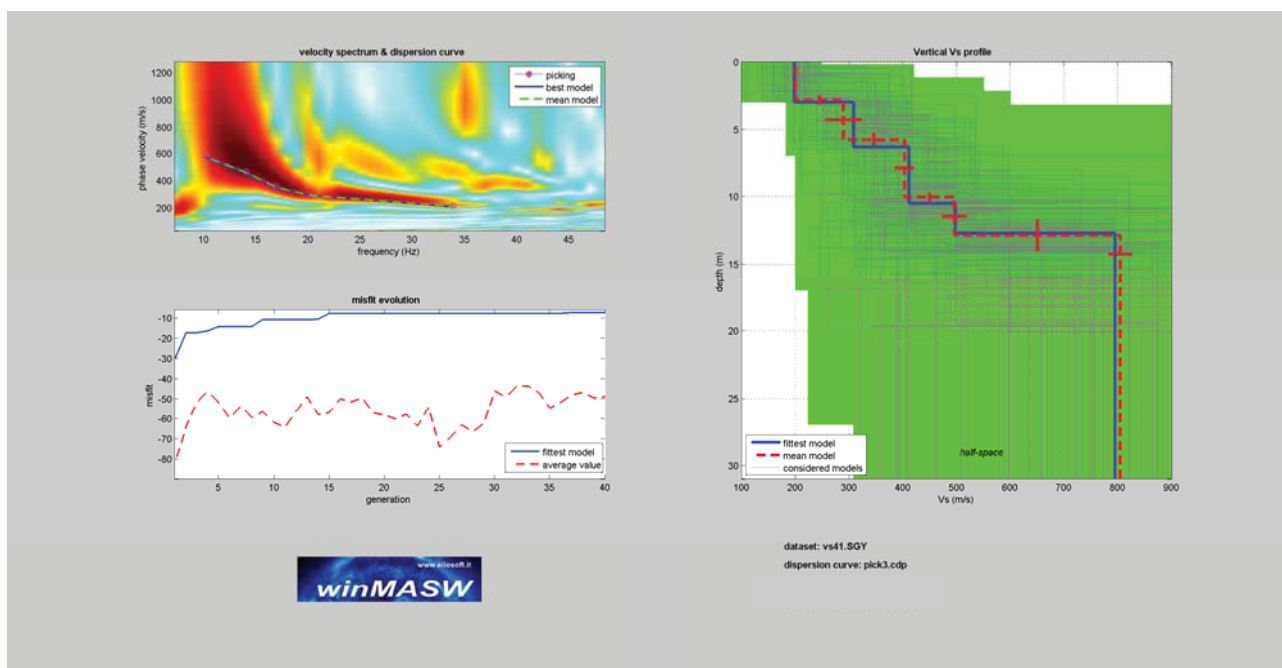


Fig. 3. Risultati dell'inversione della curva di dispersione determinata tramite l'analisi dei dati. In alto a sinistra: spettro osservato, curve di dispersione "piccate" e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale V_s identificato. In basso a sinistra l'evolversi 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).



Fig. 4. Colonnina sismo-stratigrafica di massima del sito. Per ciascun strato indicate V_s , densità (stimate) e spessori.

Dall'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh, a partire dai dati di sismica attiva raccolti con la tecnica M.A.S.W. e in riferimento alla ricostruzione stratigrafica (modello di partenza) ricavabile dalle informazioni/indagini puntuali a taratura messe a disposizione dalla Committenza, viene proposto un profilo sismostratigrafico della V_s monodimensionale al di sotto dello stendimento effettuato.

Sulla base dei dati disponibili viene pertanto calcolata la $V_{s,eq}$ - a partire dal piano campagna attuale - secondo le modalità di calcolo indicate nelle *Norme Tecniche per le Costruzioni 2018*:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

$$V_{s,eq} = 486 \text{ m/s}$$

Tuttavia si ricorda che, sempre in ottemperanza alla Normativa, per la determinazione corretta della $V_{s,eq}$ il Geologo deve far riferimento alla profondità di imposta delle fondazioni previste nel progetto:

- per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse;
- per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali;
- Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera;
- Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

5. Ubicazione dell'area indagata e coordinate delle indagini in WGS84



(fuori scala)

Legenda:

G1 / Traccia della linea sismica (G1= geofono n.1)

○ Shots eseguiti