

Allegato 2

RELAZIONE INDAGINE SISMICA

REGIONE BASILICATA

COMUNE DI POTENZA

**PROGETTO DI UN FABBRICATO DIREZIONALE E
COMMERCIALE "DUT E" DEL R. U.**

COMMITTENTE:

OMNIAPOLIS s.r.l.; Giannotta Teresa e Grippo Donato

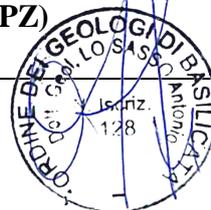
INDAGINE SISMICA MASW E RIFRAZIONE

DATA: 28 GIUGNO 2019

DOTT. GEOL. ANTONIO LO SASSO

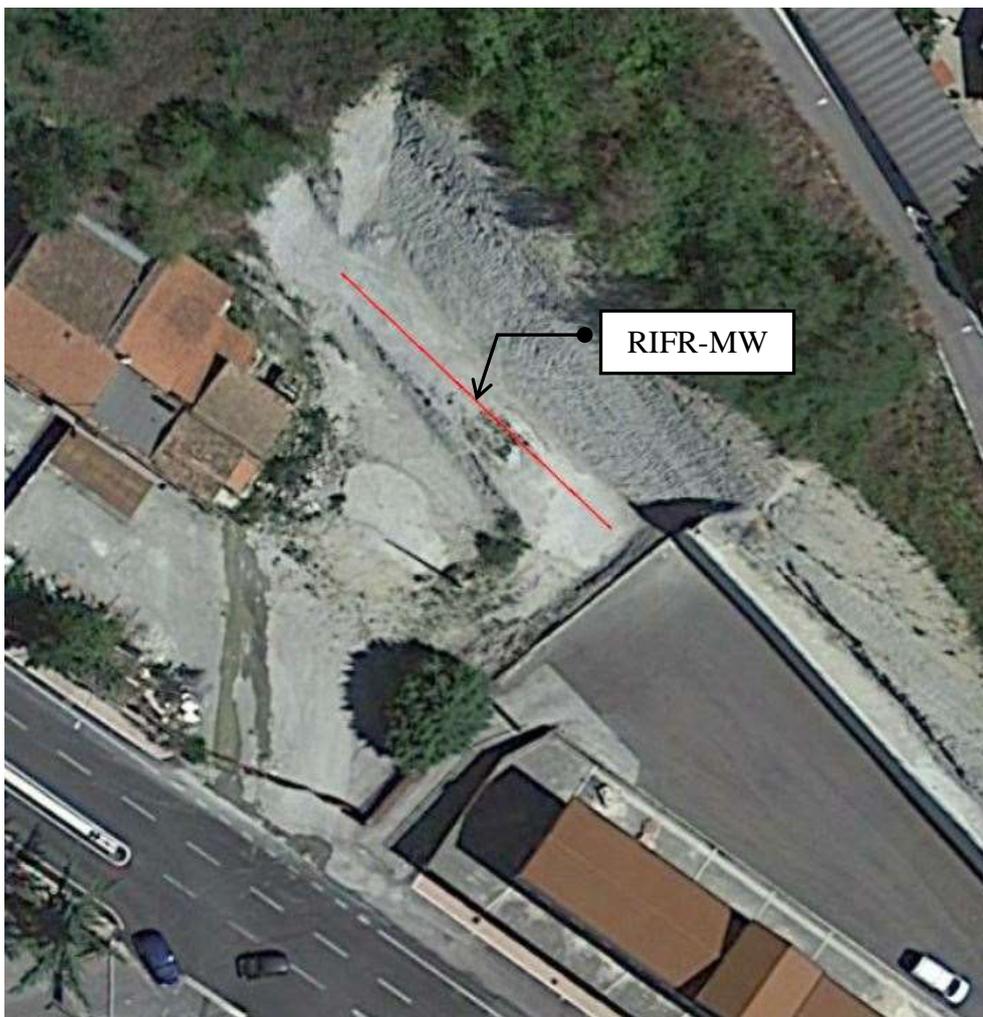
Via Carmine, 108

85010 Vaglio Basilicata (PZ)



PREMESSA

Nel territorio comunale di Potenza in Via del Gallitello è stata condotta una campagna di indagini sismiche consistente in una prospezione sismica a rifrazione ed in una di tipo M.A.S.W (Analisi multicanale delle onde sismiche tipo S); la prospezione sismica a rifrazione ha permesso di ricavare il modello sismostratigrafico del sottosuolo, di determinare la velocità delle onde longitudinali (V_p) e di effettuarne la caratterizzazione sismica dei terreni di fondazione. L'indagine M.A.S.W. ha consentito di determinare il profilo di velocità delle onde trasversali, la Velocità Equivalente delle onde di taglio nei primi 30 metri di profondità utile a stabilire la categoria del suolo di fondazione del sito e quindi per definire l'azione sismica di progetto secondo le direttive delle NTC/18.



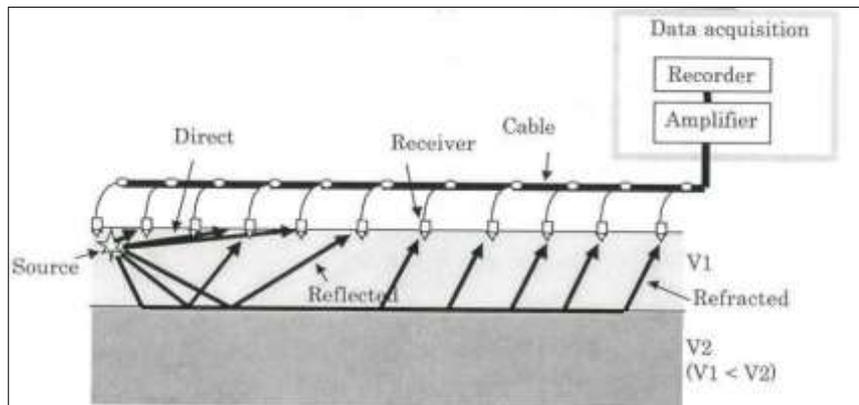
UBICAZIONE DELLE INDAGINI ESEGUITE



FASE ESECUTIVA DELLE SISMICHE ESEGUITE

METODO DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

Il metodo della sismica a rifrazione è basato sulla misura del tempo necessario affinché la perturbazione elastica, indotta nel sottosuolo da una determinata sorgente di energia, giunga agli apparecchi di ricezione (geofoni) percorrendo lo strato superficiale a bassa velocità (con onde dirette) e le superfici di strati a velocità crescente con la profondità (onde rifratte).



Principio fisico della Sismica a Rifrazione

L'apparecchiatura necessaria per le prospezioni sismiche è costituita da una serie di geofoni spaziatamente regolari lungo un determinato allineamento e da un cronografo che registra l'istante di partenza della perturbazione ed i tempi di arrivo delle onde a ciascun geofono.

La registrazione, sia del momento della battuta sia del segnale amplificato da ciascun geofono, avviene simultaneamente su un unico diagramma.

Le registrazioni sono avvenute convogliando i dati delle singole stazioni alla centrale raccolta dati.

I punti di scoppio, tramite massa battente del peso di 8 kg, sono stati ubicati secondo schemi di reciprocità e simmetria, ovvero due scoppi esterni sinistri, due scoppi esterni destri in linea ad una distanza dagli estremi ed uno scoppio al centro dello stendimento.

Tale disposizione di scoppi e geofoni è stata valutata come un buon compromesso tra l'esigenza di ottenere una ricostruzione di dettaglio lungo la linea, assicurata dalla distanza

tra i geofoni, e quella di permettere una conveniente profondità di indagine data dalle distanze massime dagli estremi della base.

Al fine di facilitare l'interpretazione delle sezioni sismostratigrafiche si ribadiscono alcuni concetti importanti che stanno alla base della sismica a rifrazione.

Il metodo si basa sulla determinazione della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali attraverso il terreno a seguito di un impulso generato da una massa battente o altro dispositivo, opportunamente studiata per immettere nel terreno una banda di frequenza sismica tale da evidenziare gli obiettivi della ricerca, in relazione ai componenti litologici del sottosuolo investigato.

L'elaborazione ed interpretazione dei dati consente, tramite i valori delle velocità unitamente ai tempi di percorso dei raggi rifratti, la ricostruzione di sezioni rappresentanti i profili sismostratigrafici, caratterizzati da diverse velocità di propagazione.

Il valore della velocità sismica dipende dal grado di compattezza dei terreni attraversati quindi, i due parametri sono fra loro direttamente proporzionali.

Le analisi effettuate sulle sezioni sismostratigrafiche permettono di discriminare livelli caratterizzati da proprietà fisico - meccaniche differenziate.

Ciò è molto importante e vantaggioso poiché, in presenza di materiali eterogenei appartenenti alla medesima formazione, possono distinguersi più livelli rifrangenti che delimitano strati aventi proprietà differenziate; viceversa, nel caso di reale omogeneità, i contatti sono di origine litologica.

LIMITI DEL METODO SISMICO A RIFRAZIONE

La sismica a rifrazione è una metodologia molto utilizzata nella caratterizzazione delle proprietà elastiche e quindi fisico-meccaniche degli strati sepolti e per la ricostruzione geometrica degli spessori. Tuttavia è opportuno definire le condizioni al contorno entro le quali il metodo può essere utilizzato e risultare affidabile; le velocità di propagazione delle onde elastiche, nello stesso tipo di roccia, possono variare notevolmente in funzione del grado di alterazione e/o di fratturazione.

Inoltre in rocce stratificate differenze di velocità possono essere apprezzabili tra profili eseguiti in modo trasversale o parallelo alla direzione degli strati.

Infine la presenza di falde acquifere, così come il grado di saturazione dei terreni, influenzano notevolmente le velocità delle onde compressionali.

Ad esempio rocce molto fratturate e materiali detritici saturi possono avere valori delle velocità delle onde di compressione tra loro paragonabili circa 1500 m/s; in base a questi elementi la sismica a rifrazione generalmente fornisce una interpretazione sismostratigrafica dei profili investigati; tali modelli, senza la presenza di un sondaggio geognostico di taratura, possono corrispondere a differenti e realistici modelli geologico – stratigrafici; altri limiti della metodologia sono inoltre costituiti dalla lunghezza dello stendimento e dalla distanza intergeofonica; il primo determina la massima profondità di investigazione mentre il secondo fissa il minimo spessore individuabile di uno strato; si ricorda infine che un livello può essere evidenziato solamente se la sua velocità di trasmissione delle onde di compressione è maggiore rispetto a quella dei livelli sovrastanti (inversione della velocità) e se il suo spessore è congruente con la configurazione dell'array sismico; infatti per essere evidenziato deve essere campionato da almeno due geofoni.

Se ciò non avviene non si può valutare spessore e velocità (strato nascosto) e di conseguenza viene sottostimata la profondità del sismostrato sottostante.

STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

La strumentazione utilizzata per il rilevamento delle onde sismiche è il sismografo digitale multicanale DOREMI a 16 bit reali della SARA ELETTRONICA dalle seguenti caratteristiche tecniche:

Memoria: 60 kBytes (30000 campioni)

Frequenze selezionabili: da 500 a 20000 Hz (da 2 to 0.05 ms)

Convertitore: tipo SAR a 16 bit (96 dB)

Amplificatore: ultra-low noise con ingresso differenziale

Banda passante: 2Hz - 200Hz

Reiezione modo comune: >80dB

Cavo: per geofisica schermato

Diafonia (crosstalk): zero, la trasmissione è digitale

Dinamica del sistema

Risoluzione: 7.6 μV @ 27dB; 0.076 μV @ 60dB

Dinamica di base: 96dB (16 bit)

I file di acquisizione sono stati convertiti in formato Seg successivamente elaborati con il software InterSism 2.1 (*Geo and Soft*); per la ricezione delle onde sismiche sono stati utilizzati dei geofoni verticali a frequenza di 4,5 Hz della Geospace Technology – Huston.

Come sorgente di energia sismica si è usata una massa battente del peso di 8 kg su piastra.

ACQUISIZIONE DEI DATI

L'acquisizione della sismica a rifrazione è stata svolta secondo la geometria seguente:

SISMICA A RIFRAZIONE				
STENDIMENTO SISMICO	N. CANALI	DISTANZA INTEGEOFONICA	LUNGHEZZA BASE SISMICA	TIPO DI ONDE SISMICHE
SISM 01	12	2 m	24 m	P

Gli scoppi sono stati effettuati secondo la seguente disposizione:

- Shot 1 esterno al geofono 1;

Shot 2 centrale;

- Shot 3 esterno al geofono 12.

ELABORAZIONE DATI

Le correlazioni proposte tra le sismozone individuate e le litologie dei terreni sono state effettuate sulla base dei dati del rilievo geologico di campagna e delle indagini geognostiche condotte nei pressi dell'area indagata.

I tempi di percorso diretto e rifratto delle onde P fra i punti in cui è stato energizzato il terreno sono stati riportati su diagrammi (Dromocrone) dove si riporta in ascisse le distanze in metri e in ordinate i tempi di arrivo espressi in ms.

Successivamente alla identificazione delle dromocrone ed alla determinazione della velocità di propagazione del segnale sismico nei diversi strati di terreno, con il software "Inter-Sism 2.1" si applica il Metodo del "Reciproco Generalizzato (GRM)" ideato da Palmer (1980) per l'identificazione della geometria dei rifrattori: il programma utilizza una procedura automatizzata che, partendo da un valore di XY di tentativo pari a zero (con cui ottiene la funzione tempo-profondità convenzionale) e dalla profondità presunta (precedentemente calcolata al disotto di ciascun geofono), sperimenta diversi valori XY al fine di determinare la distanza XY ottimale, cioè la distanza per la quale i raggi diretti e inversi emergono in prossimità dello stesso punto sul rifrattore.

Dall'inclinazione di queste rette e mediante algoritmi al computer si risale al numero di sismostrati presenti nel sottosuolo, al loro spessore e alla velocità di ciascuno di essi.

Quest'ultima è funzione delle caratteristiche meccaniche del tipo litologico, in particolare del tipo litologico, in particolare dei moduli elastici (di Young, di Poisson) e della densità.

In allegato alla presente si riportano per ogni profilo i tempi di percorso, la velocità degli strati e la profondità sotto ogni geofono.

RISULTATI DELLA SISMICA A RIFRAZIONE

Lo stendimento eseguito ha evidenziato un modello caratterizzato da tre sismostrati sovrapposti, di spessore variabile e con differenti valori di velocità delle onde sismiche longitudinali P; dal piano campagna fino a profondità variabile tra 0.60-1,30 m, si trova il primo sismostrato con velocità media delle onde P pari 681 m/s; a profondità maggiore si individua lo strato più compatto ed addensato con valori delle velocità delle onde sismiche pari a 2155.6 m/s.

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
-1.00	0.00	2019-06-29_09-46-21_05000_00025_012_Acquis_SEG2.dat
11.00	0.00	2019-06-29_09-48-12_05000_00025_012_Acquis_SEG2.dat
23.00	0.00	2019-06-29_09-51-00_05000_00025_012_Acquis_SEG2.dat

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da -1 [ms]	FBP da 11 [ms]	FBP da 23 [ms]
1	0.00	0.00	1.40	9.80	13.20
2	2.00	0.00	2.60	10.20	12.20
3	4.00	0.00	3.60	7.80	11.40
4	6.00	0.00	6.00	6.80	11.20
5	8.00	0.00	6.40	5.00	9.40
6	10.00	0.00	7.80	3.00	9.00
7	12.00	0.00	8.16	3.00	7.40
8	14.00	0.00	9.00	5.80	6.40
9	16.00	0.00	10.60	7.00	6.00
10	18.00	0.00	11.40	8.20	4.60
11	20.00	0.00	12.40	9.80	3.80
12	22.00	0.00	12.80	10.00	1.00

DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Refr. 1 [m]
1	1.1
2	1.3
3	1.0
4	1.1
5	0.6
6	1.2
7	0.7
8	0.6
9	1.0
10	0.8
11	1.0
12	0.8

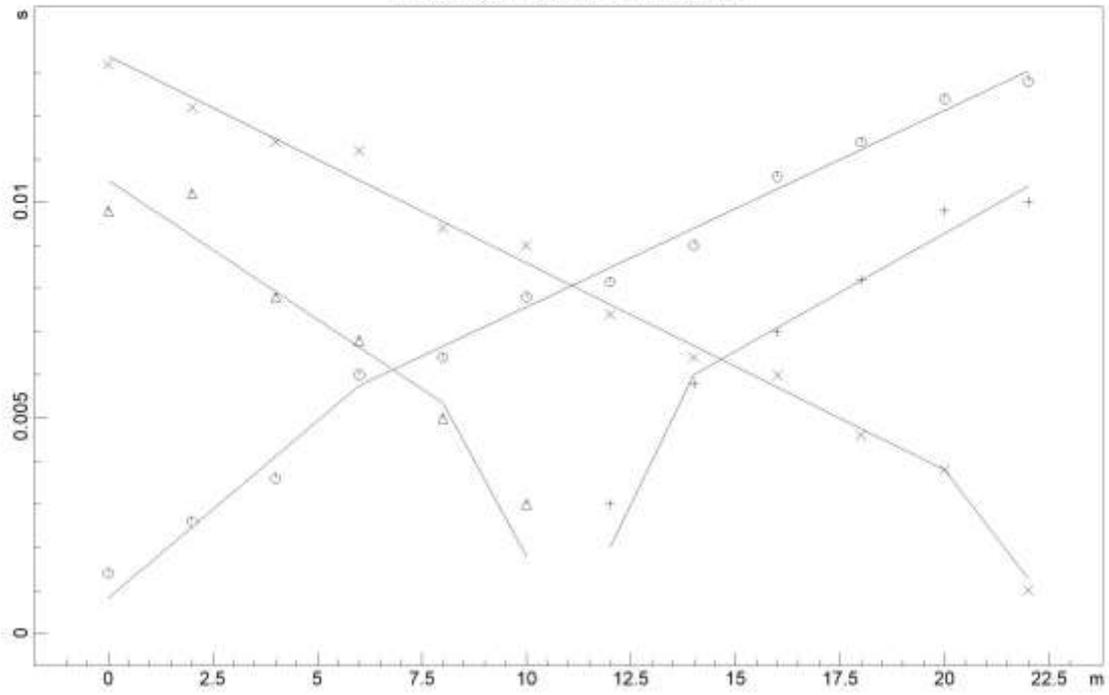
VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	681.5
2	2155.6

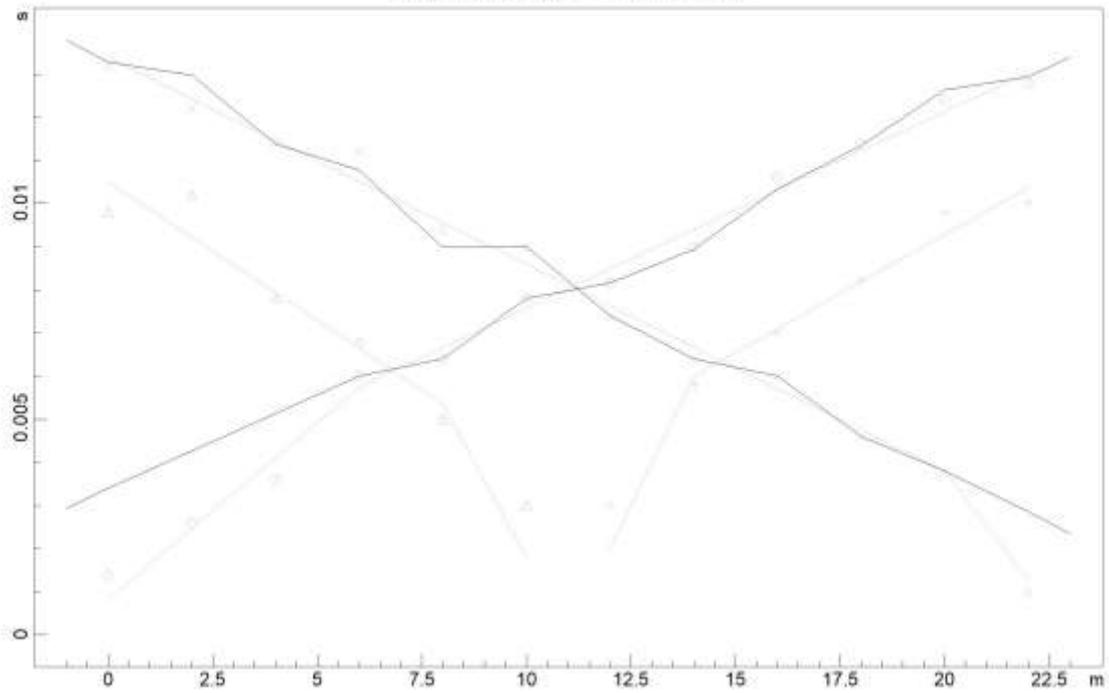
Nella figura seguente è riportata la sezione sismostratigrafica con la definizione dei volumi di terreno nel sottosuolo con caratteristiche elastodinamiche omogenee.

SISMICA A RIFRAZIONE VIA DEL GALLITELLO POTENZA

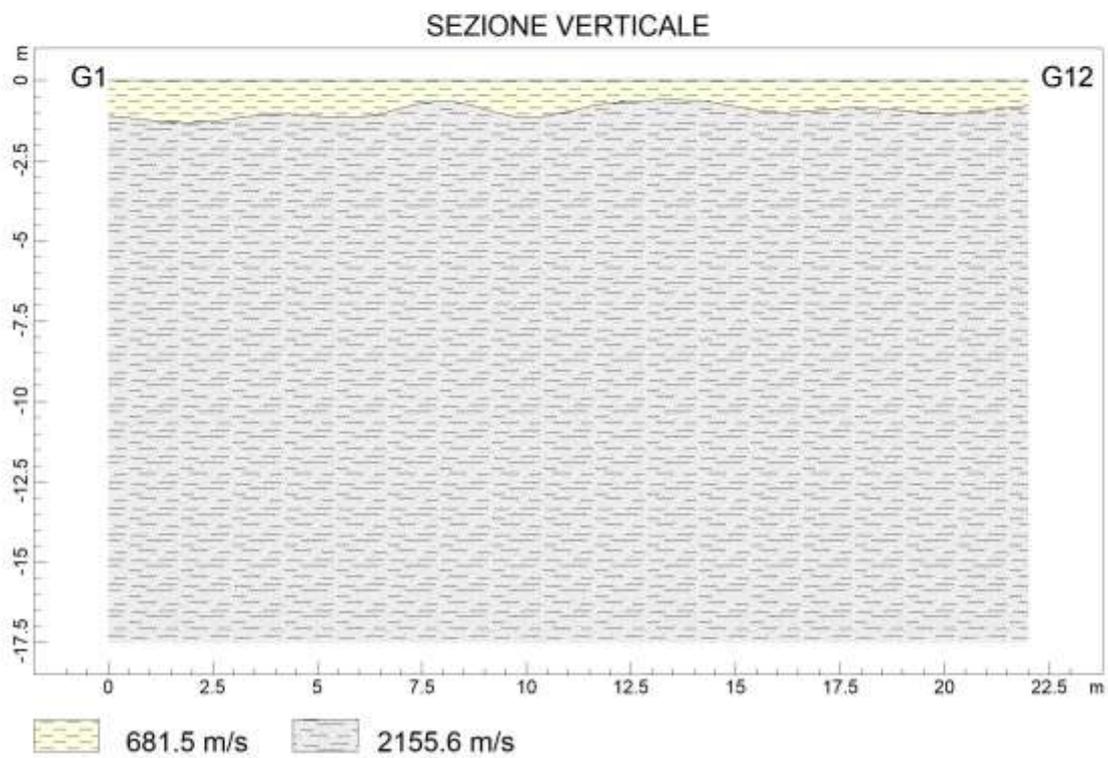
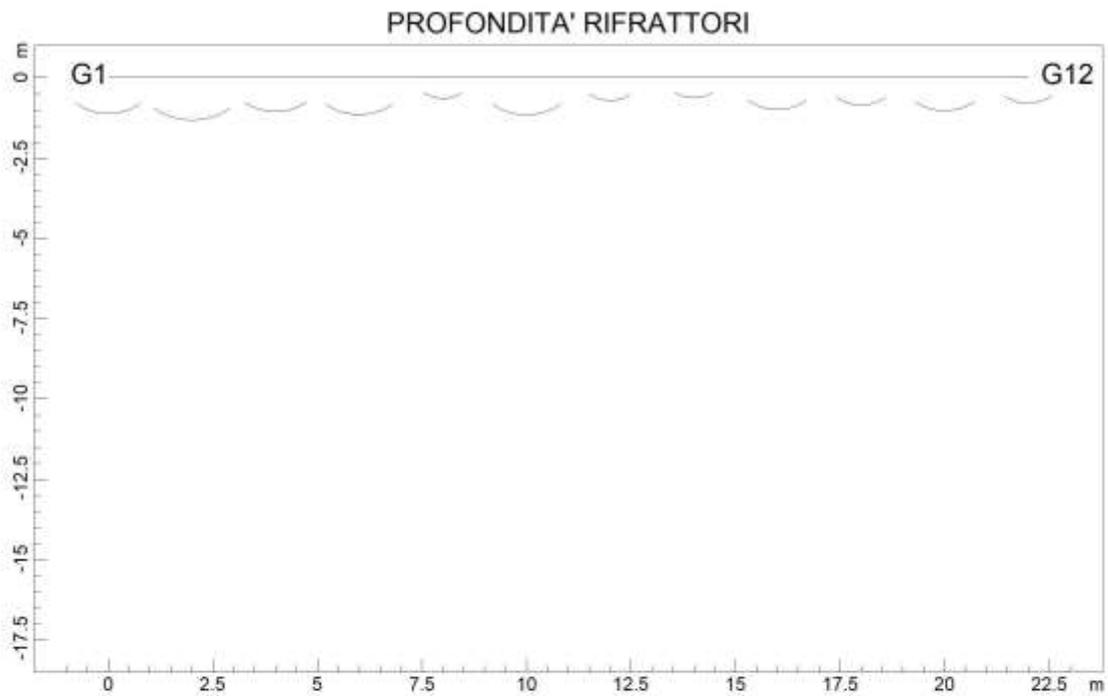
DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



SISMICA A RIFRAZIONE VIA DEL GALLITELLO POTENZA



PROSPEZIONE SISMICA MASW

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata un'acquisizione con metodologia MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio.

Le prospezioni sismiche costituiscono il più diffuso tra i rilievi geofisici a scopo ingegneristico. Esse si riferiscono a tutte quelle prospezioni di carattere geofisico che osservano il comportamento di onde di tipo meccanico all'interno di mezzi materiali.

Queste onde possono avere una duplice natura e nello specifico possono essere generate artificialmente a mezzo di energizzatori specifici o possono essere naturali; in funzione della Tipologia di sorgente si compie la distinzione in *sismica attiva* e *sismica passiva*. Indipendentemente dalla tipologia di sorgente utilizzata, che tuttavia condiziona di fatto il tipo di segnale sismico e conseguentemente l'analisi del dato, ciò che accade è che l'onda meccanica attraversando uno o più mezzi fisici si modifica acquisendone e registrandone le caratteristiche meccaniche e geometriche e pertanto divenendo a tutti gli effetti specifica del mezzo attraversato.

Questa metodologia è riconosciuta nella pratica scientifico-applicativa come una attendibile procedura per la valutazione della $V_{S(eq)}$ in alternativa o in aggiunta ad altre tecniche di misura più costose.

Nel loro insieme, le procedure e le classificazioni adottate sono state eseguite in accordo alle DECRETO 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» pubblicate su supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale,, n. 42 del 20 febbraio 2018 - Serie generale.

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (m/s), definita dall'espressione:

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

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.

Ciò permette una corretta progettazione strutturale in relazione alle condizioni di sito specifiche garantendo un adeguato livello di protezione antisismica delle costruzioni.

Lo scopo dell'indagine MASW è stato quello di definire il profilo verticale della V_s (velocità di propagazione delle onde di taglio) e di classificare i terreni sulla base del valore della V_{seq} .

Ai sensi del Decreto 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" si ha la seguente classificazione (Tab. 3.2.II):

Tab. 3.2.II – <i>Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.</i>	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

GENERALITÀ SULLA METODOLOGIA MASW

Il termine MASW è l'acronimo di Multi-channel Analysis of Surface Waves (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie).

La MASW classica/standard consiste nella registrazione della propagazione delle onde di Rayleigh.

Più in dettaglio, le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (in genere mediante massa battente del peso di 10 Kg su piastra in alluminio) o da un cannoncino sismico e vengono poi registrate tramite geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5Hz.

Più specificatamente si analizza la dispersione delle onde di superficie sapendo che frequenze diverse e quindi lunghezze d'onda diverse -viaggiano a velocità diversa.

Va precisato, inoltre, che l'elaborazione non ha goduto di correlazione con dati diretti profondi ma solo di informazioni geologiche di superficie, quindi tutte le associazioni a mezzi litologici di seguito esposte sono condotte sulla base di informazioni geologiche di massima e pertanto sono passibili di errore.

Più in dettaglio è doveroso precisare che le associazioni ai mezzi litologici contenute nel report geofisico non essendo frutto di correlazione con dati diretti profondi, bensì di informazioni geologiche di superficie, sono passibili di errore e vanno intese come indicative e non esaustive della litostratigrafia geologia del sottosuolo.

Inoltre bisogna aggiungere che questa metodica, come tutte le prove indirette (rifrazione, geoelettrica, georadar, gravimetria ecc.), ricostruisce il modello del sottosuolo tramite processi di inversione matematica che cercano la “soluzione migliore” in grado di spiegare il dato registrato, quindi, per loro stessa natura, soprattutto quando la qualità del segnale non è ottimale (il che accade nella quasi totalità della pratiche di campagna), a parità di segnale verificano anche più modelli (non univocità della soluzione), ovvero a modelli diversi

possono corrispondere curve di dispersione pressoché uguali (profili equivalenti) da qui la necessità di tarare il dato geofisico con informazioni dirette.

A ciò va comunque aggiunto che il parametro $V_{s,eq}$ misurato con la prospezione Masw resta piuttosto stabile, infatti, i diversi modelli che hanno simile curva di dispersione del modo fondamentale producono analogo valore della $V_{s,eq}$.

Inoltre nell'interpretazione dei dati è opportuno ricordare quanto segue:

un orizzonte litologico non sempre coincide con quello rilevato attraverso profili sismici, in quanto la velocità di propagazione di un impulso sismico può variare nell'ambito dello stesso litotipo per differenze dovute a presenza di fratture, diverso grado di porosità, diverso grado di compattazione ecc., ovvero in base alle caratteristiche elastiche;

la tecnica di rilevamento Masw non fornisce una sezione di velocità bensì una verticale di velocità V_s , in coincidenza del centro dello stendimento sismico;

la massima profondità raggiungibile con tale metodica dipende da più fattori:

A) profilo di V_s del terreno (spessori, rigidità strati, densità)

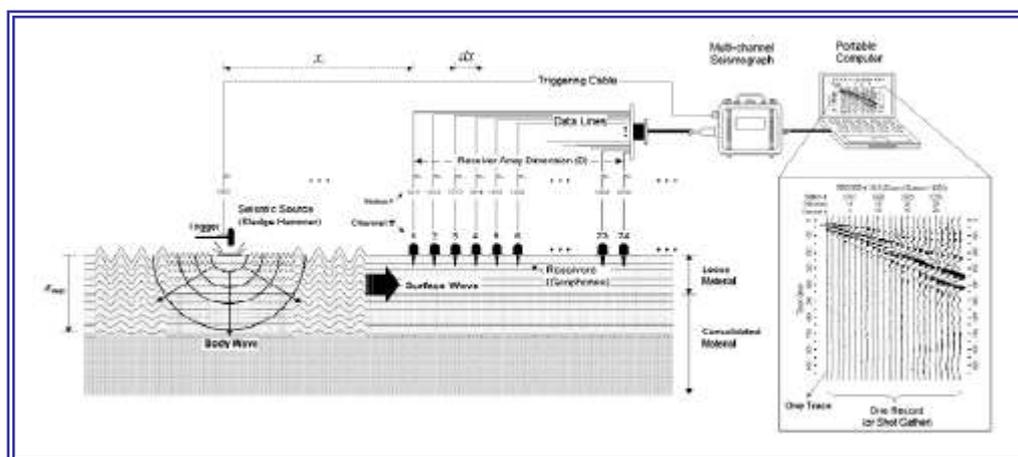
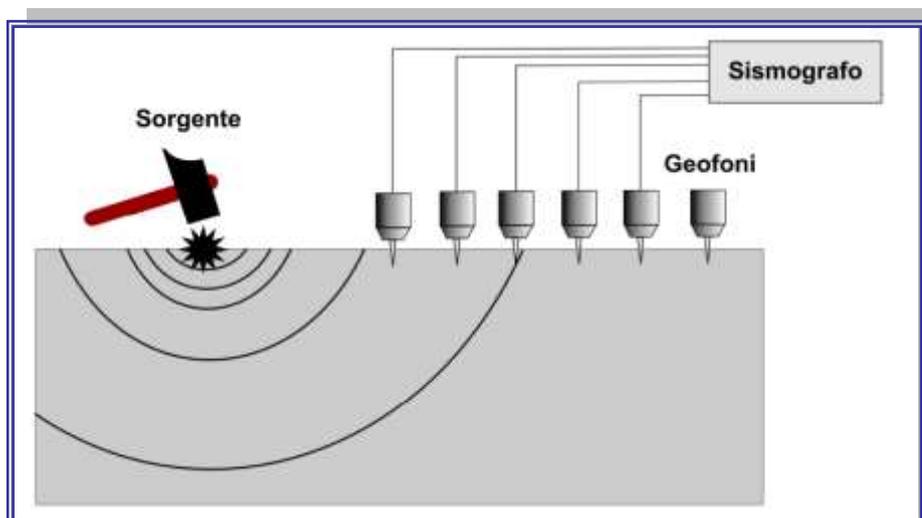
B) spettro della sorgente (cioè la sorgente energizzante)

C) lunghezza dello stendimento.

La tecnica di rilevamento masw fornisce il valore della $V_{s,eq}$ a partire dal piano campagna e non dal piano fondazione così come previsto e richiesto dalla normativa vigente pertanto un più corretto e rappresentativo valore di V_s è possibile solo nel momento in cui allo scrivente viene indicata una profondità di riferimento precisa (piano di posa delle fondazioni) e comunque in presenza di un modello geologico del sottosuolo quanto più possibile dettagliato e reale.

ACQUISIZIONE DEI DATI

L'acquisizione è avvenuta tramite sismografo a 24 canali collegato a geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz.



Schema di acquisizione dei segnali sismici con metodologia Masw

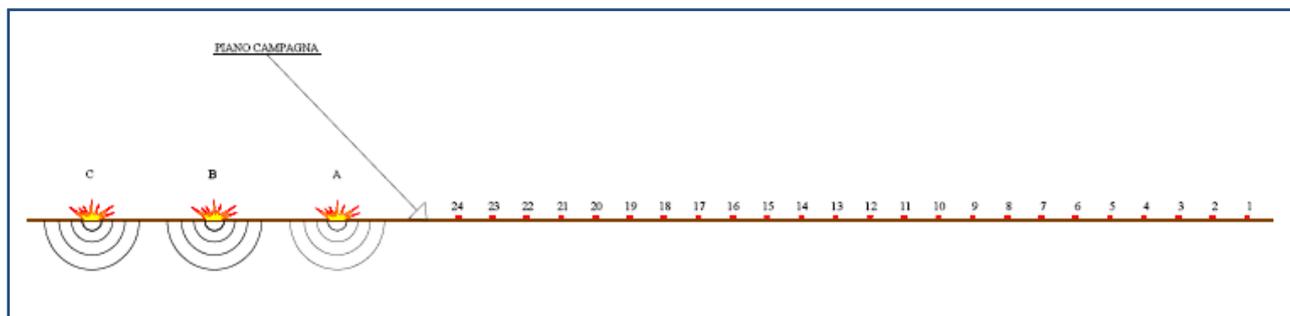
L'attrezzatura è completata da due cavi sismici a 12 takes out spazati di 5 m, con connettore cannon, montato su bobina, geofoni verticali con frequenza propria di 4,5 Hz, geofono trigger montato a breve distanza dalla massa battente.

Le acquisizioni della masw sono state svolte secondo la seguente geometria:

INDAGINE SISMICA				
STENDIMENTO SISMICO	N. CANALI	DISTANZA INTEGEOFONICA	LUNGHEZZA BASE SISMICA	TIPO DI ONDE SISMICHE
MASW	12	2 m	24 m	Rayleigh

Gli scoppi sono stati effettuati secondo la seguente geometria:

Numero di offset con scoppi effettuati a +5 m, + 7 m, rispetto al primo geofono.



GEOMETRIA DELLA LINEA SISMICA

I dati sono stati acquisiti su PC e poi elaborati con il software *WinMasw standard 4.6* della *Eliosoft*.

ELABORAZIONE DEI DATI

L'analisi consiste nella trasformazione dei segnali registrati in uno spettro bidimensionale "phase velocità - frequency (v-f)" che analizza l'energia di propagazione delle onde superficiali lungo lo stendimento sismico.

Dallo spettro bidimensionale ottenuto dalle registrazioni è possibile distinguere il "modo fondamentale" delle onde di superficie, in quanto le onde di Rayleigh presentano un carattere marcatamente dispersivo che le differenzia da altri tipi di onde (onde riflesse, onde rifratte, onde multiple).

Il metodo Masw consente di distinguere il modo fondamentale e quelli superiori delle onde di superficie nel campo delle frequenze compreso tra i 5 e i 60 Hz e di ottenere informazioni sia "superficiali" sia "profonde"; sullo spettro di frequenza viene eseguito un "*picking*" attribuendo ad un certo numero di punti una o più velocità di fase per un determinato numero di frequenze, oppure si utilizza il *picking*.

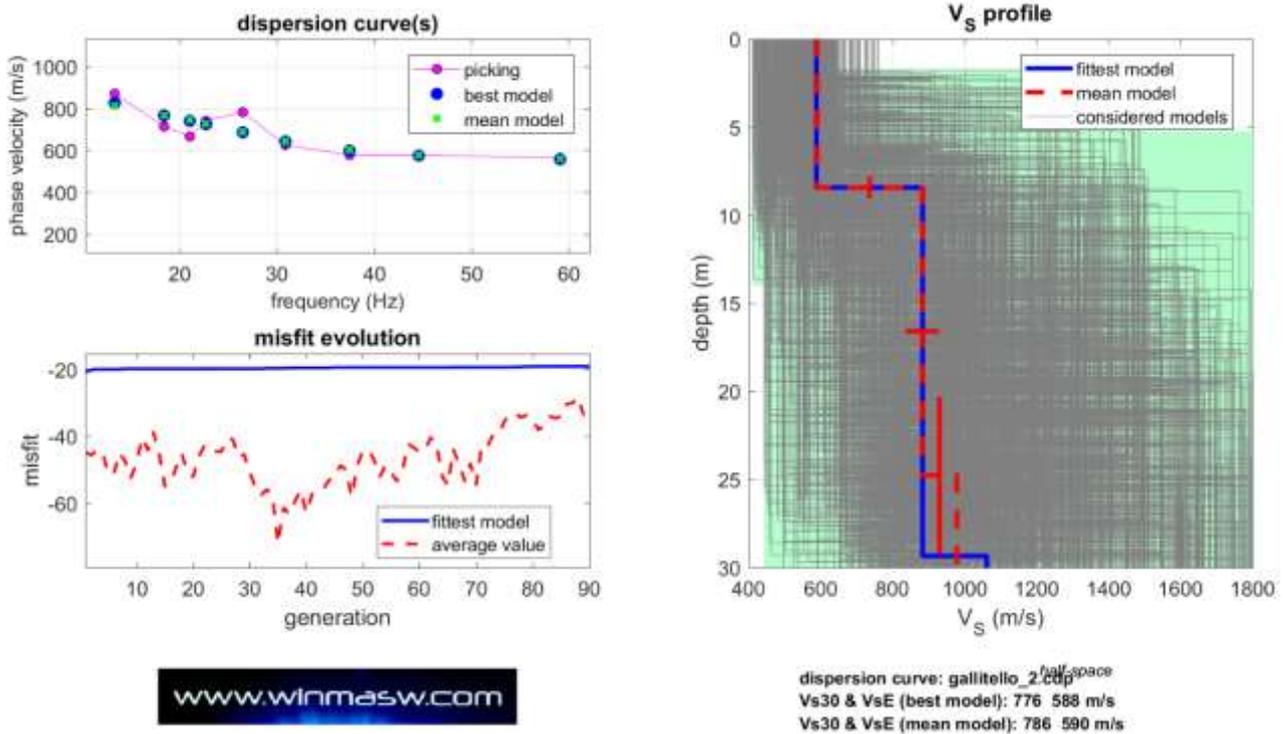
Tali valori vengono successivamente riportati su un diagramma frequenza-velocità di fase per l'analisi della curva di dispersione e l'ottimizzazione di un modello interpretativo.

Variando la geometria del modello di partenza ed i valori di velocità delle onde S si modifica automaticamente la curva calcolata di dispersione fino a conseguire un buon "*fitting*" con i valori sperimentali.

L'analisi dello spettro bidimensionale "v-f" consente di ricostruire un modello sismico monodimensionale del sottosuolo costituito dall'andamento delle velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità; Gli spettri v-f ottenuti energizzando a destra e a sinistra di ciascuno stendimento risultano pressochè simili.

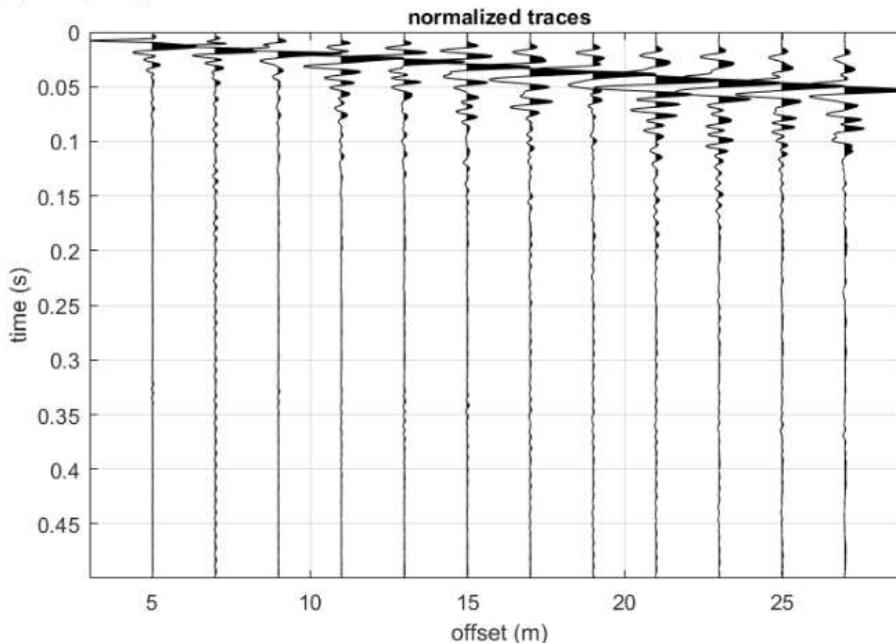
INTERPRETAZIONE DEI DATI ACQUISITI

Dall'inversione della curva di dispersione determinata tramite software Win-Masw si ottiene il seguente modello medio del profilo di velocità delle onde di taglio con la profondità:



Inversione della curva di dispersione determinata tramite analisi dei dati MASW. Spettro osservato, curve di dispersione piccate e curve del modello individuato dall'inversione. Sulla destra il profilo verticale VS identificato.

dataset: 2019-06-29_09-36-15_05000_0050_012_A_cquis_S_EG2.dat
sampling: 0.2 ms
minimum offset: 5 m
geophone spacing: 2 m



CLASSIFICAZIONE DEI SUOLI DI FONDAZIONE - NTC 2018

Il sito in esame ai sensi delle norme tecniche per le costruzioni – Decreto 17 gennaio 2018 in aggiornamento alle Norme Tecniche per le Costruzioni e pubblicato sul Supplemento ordinario n° 8 alla Gazzetta Ufficiale del 20/02/2018, rientra nella categoria di sottosuolo di tipo B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Il modello medio individuato ed il profilo verticale delle velocità delle onde di taglio del sottosuolo con accettabile approssimazione sono rappresentati da 3 sismostrati dove si osserva un aumento di velocità delle onde superficiali con la profondità.

Mean model

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: Gallitello.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Subsurface Model

Vs (m/s): 590, 882, 978

Thickness (m): 8.4, 16.3

Density (gr/cm³) (approximate values): 2.10 2.20 2.23

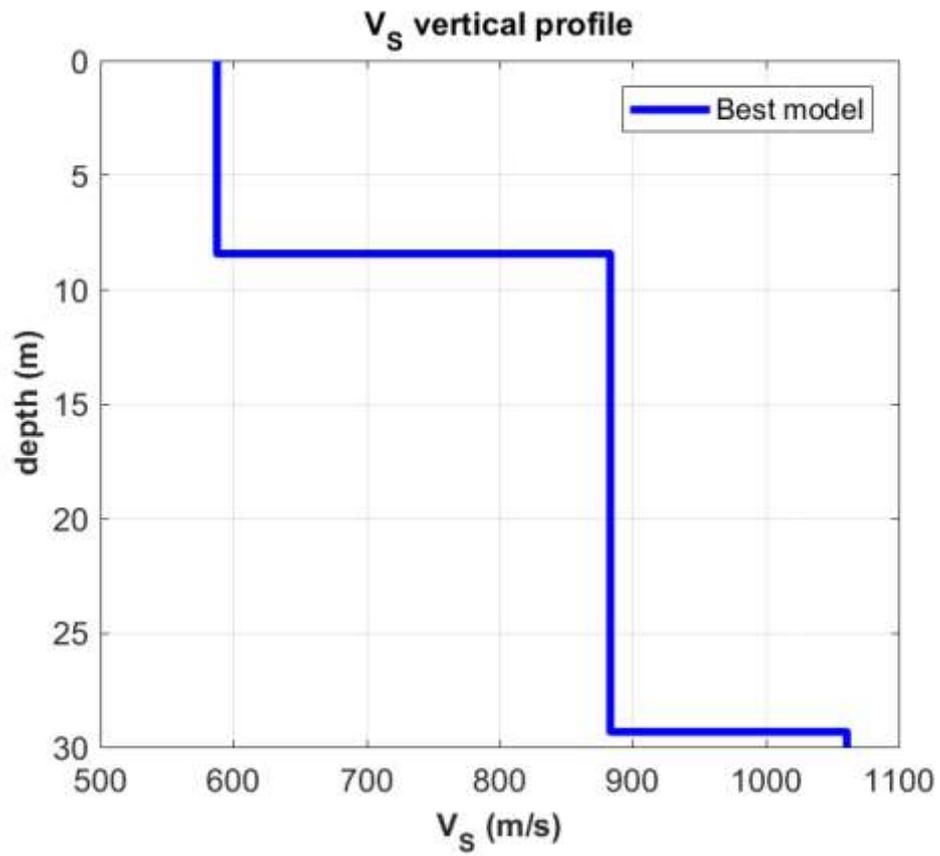
Shear modulus (MPa) (approximate values): 732 1713 2130

Poisson: 0.35 0.35 0.35

Vs30 (m/s): 786

VsEq (m/s): 590

PROFILO DELLE V_s



PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO MASW

