

Indagini geognostiche ambientali e geofisiche

Per il progetto di adeguamento della centrale SNAM di Messina



RAPPORTO DI PROVA

REV.	DESCRIZIONE - DESCRIPTION	DATA	REDATTO PREP'D	CONTR. CHK'D	APPR. APPR'D	N° DOCUMENTO COMMESSA
0	RAPPORTO DI PROVA	21/06/2021	Dott. Geol. Marilena Romero <i>Marilena Romero</i>	Dott. Geol. Francesco Amodeo <i>Francesco Amodeo</i>	Dott. Geol. Benedetta Spanò <i>Benedetta Spanò</i>	RdP881/CON21 IP1235IP01

SAIPEM SPA
Sede Legale
Dott. Ing. Filippo Marotta
Reg. Imprese di Catania n. 04053900876
C.A. n. 04053900876

Filippo Marotta

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.030 i.v.
Codice fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
lr-certificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Calatanuzza (FN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CIBQ Federation



1	PREMESSA	3
2	ELABORATI	3
3	SONDAGGI MECCANICI	4
3.1	Attrezzatura e utensili di perforazione	5
3.1.1	<i>Rilievo stratigrafico del sondaggio</i>	5
3.1.2	<i>Prelievo di campioni</i>	6
4	PROVE IN FORO	7
4.1	Prove penetrometriche dinamiche (SPT)	7
5	INSTALLAZIONE STRUMENTAZIONE IN FORO	8
5.1	Condizionamento del foro per prove sismiche	8
5.2	Piezometri idraulici a tubo aperto	8
6	INDAGINI GEOFISICHE	9
6.1	Sismica in foro del tipo down – hole	9
6.1.1	<i>Strumentazione ed acquisizione dati</i>	9
6.1.2	<i>Stima dei tempi di primo arrivo ed elaborazione dati</i>	10
6.1.3	<i>Moduli elastici</i>	11
6.1.4	<i>Parametri geosismici</i>	12
6.1.5	<i>Risultati down-hole</i>	13
6.2	Prospezione sismica HVSR	20
6.2.1	<i>Generalità</i>	20
6.2.2	<i>Strumentazione e tecniche di campionamento</i>	22

1 PREMESSA

Relativamente al “Progetto per l’adeguamento della centrale SNAM di Messina,” lo scrivente L.&R. Laboratori e Ricerche S.r.l., con sede in Via Pablo Picasso n. 2, San Giovanni La Punta (CT), ha effettuato le indagini geognostiche di seguito esposte:

- sondaggi meccanici geognostici e ambientali
- indagini geofisiche

2 ELABORATI

Tutti i dati raccolti ed analizzati sono stati utilizzati per la stesura della presente relazione, corredata dai seguenti elaborati:

- Annesso n° 1: Planimetria con ubicazione dei sondaggi meccanici
- Annesso n° 2: Monografie sondaggi meccanici
- Annesso n° 3: Indagini geofisiche HVSR

3 SONDAGGI MECCANICI

Sono state eseguite n° 10 perforazioni meccaniche a carotaggio continuo, a sviluppo verticale, caratterizzati dalle seguenti modalità esecutive:

- perforazione eseguita a secco o con l'ausilio di minime quantità di fluido di circolazione;
- carotaggio continuo integrale e rappresentativo del terreno attraversato eseguito con carotiere semplice;
- descrizione stratigrafica a carattere geotecnico dei terreni attraversati con indicazione delle profondità e degli spessori
- esecuzione di prove spt in foro
- prelievo di campioni ambientali, indisturbati e rimaneggiati;
- installazione di tubo in pvc per esecuzione di sismica in foro
- installazione di piezometri a tubo aperto

La tabella seguente riporta il riepilogo delle attività eseguite per singolo sondaggio:

Sondaggio	Profondità (m)	n. campioni indisturbati	n. campioni ambientali	n. campioni rimaneggiati	n. prove SPT	Strumentazione installata
S1	30.00	1	4	12	11	Tubo per sismica in foro
S2	20.00		4	7	8	Piezometro a tubo aperto
S3	20.00		2	8	7	
S6	15.00		3	8	7	
S7	20.00		3	8	8	Piezometro a tubo aperto
S8	15.00		3	8	7	
S9	15.00		4	7	6	
S10	15.00		3	7	7	
S11	50.00		4	18	14	
S12	30.00		3	11	10	Piezometro a tubo aperto

Le modalità operative di esecuzione della perforazione sono state svolte adottando le specifiche tecniche riportate nelle *Raccomandazioni A.G.I. 1977*.

3.1 Attrezzatura e utensili di perforazione

Per la realizzazione dei sondaggi è stata adoperata una perforatrice idraulica con le seguenti caratteristiche:

Foto 1 - Sonda oleodinamica BERETTA T45

BERETTA T45

Velocità di Rotazione: 0 ~ 100 rpm;
Motore potenza: 100 hp a 2600 rpm;
Coppia Massima: 600 kgm;
Corso Utile: 3300 mm;
Spinta sull'utensile: 2600 Kg;
Tiro: 3800 kg;
Pompe Acqua Bellini NG 500 L: 120 lt a 20 bar;
Scarotatrice: 15 lt a 150 bar.



Nel corso della perforazione sono stati utilizzati:

- carotieri semplici con valvola in testa a sfera e calice;
- corone di perforazione in widia; corona diamantata;
- aste di perforazione con filettatura tronco-conica: diametro esterno $\varnothing_{est} = 76-90$ mm; 23/8 Api Reg;
- tubazioni di rivestimento provvisorio: spessore del tubo $s = 8 \div 10$ mm; diametro interno $107 \div 162$ mm; lunghezza spezzoni $l = 1.500$ mm;

3.1.1 Rilievo stratigrafico del sondaggio

Il rilievo stratigrafico del sondaggio è stato ricavato dall'esame diretto dei campioni di terreno (carote) contenute nelle cassette catalogatrici, indicando tutti quei dati oggettivi rilevabili mediante osservazione diretta e semplici prove di cantiere. Nel corso delle perforazioni è stata costantemente rilevata la percentuale di carotaggio estratta. La percentuale di carotaggio è un indice che esprime il valore del recupero di materiale lungo la verticale del sondaggio, definito dal seguente rapporto:

$$\text{Percentuale di Carotaggio LC} = \frac{\text{Lunghezza reale della carota prelevata}}{\text{Lunghezza teorica della carota}} \times 100$$

I dati litostratigrafici riscontrati nel corso dei sondaggi meccanici sono stati descritti e schematizzati in apposite colonne stratigrafiche, dove sono inoltre indicati il diametro di perforazione e della tubazione di

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
lrcertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Calatanuzza (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CIBQ Federation



rivestimento, la percentuale di carotaggio, le prove in foro eseguite, la quota di prelievo dei campioni e la strumentazione geotecnica installata.

3.1.2 Prelievo di campioni

Nel corso delle perforazioni è stato eseguito il prelievo di

- ***campioni ambientali***, in corrispondenza dei primi metri di terreno, scelti tra le parti integre e rappresentative di quanto carotato e riposti in cassetta catalogatrice; per ogni punto di campionamento, in funzione delle analisi da svolgere, i campioni di terreno destinati alle suddette analisi sono stati riposti in barattoli di vetro perfettamente puliti, chiusi ermeticamente e dotati di etichetta autoadesiva, ove è stata indicata la denominazione del punto di indagine, la quota di prelievo, e la numerazione con prefisso **CA**.
- ***campioni rimaneggiati*** in corrispondenza dei litotipi a consistenza terrosa, estraendo direttamente dal carotiere uno spezzone del materiale carotato nel corso della perforazione; immediatamente dopo il prelievo, essi sono stati posti in appositi sacchetti plastificati ove è stata indicata la denominazione del punto di indagine, la quota di prelievo, e la numerazione progressiva con prefisso **CR**
- ***campioni indisturbati*** utilizzando campionatore tipo Shelby, in corrispondenza di litotipi a consistenza terrosa; il campione indisturbato, paraffinato alle estremità e protetto con appositi tappi, è stato sigillato indicando la denominazione del punto di indagine, la quota di prelievo, e la numerazione progressiva con prefisso **SH**

Successivamente, i campioni sono stati consegnati ai laboratori incaricati per l'esecuzione delle prove previste.

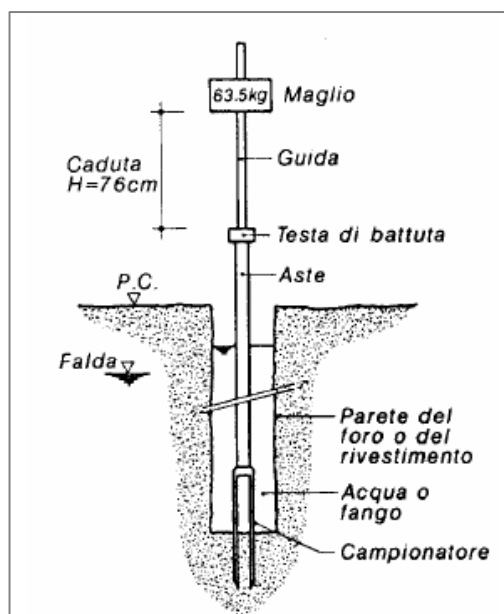
4 PROVE IN FORO

4.1 Prove penetrometriche dinamiche (SPT)

Le prove S.P.T. sono state eseguite adottando le specifiche tecniche standard suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana) e hanno fornito i dati necessari per determinare le caratteristiche meccaniche dei terreni.

Si tratta di prove che vengono eseguite in avanzamento di perforazione sul fondo del foro di sondaggio adeguatamente pulito da eventuale materiale franato dalle pareti dello stesso. Tramite queste prove si ottengono dei valori quantitativi sulla resistenza del suolo alla penetrazione.

La resistenza alla penetrazione viene determinata in funzione del numero di colpi necessari ad infiggere nel terreno un particolare campionatore per una lunghezza pari a 30 cm.



La prova consiste nel far cadere una massa (maglio a sganciamento a caduta libera), di peso pari a 63.50 Kg, da un'altezza standard di 76,0 cm su una batteria di aste di collegamento a sezione circolare ($L = 3.00$ m, $\varnothing = 50$ mm).

Il numero di colpi N_{spt} è la somma dei valori relativi agli ultimi due tratti di prova (30 cm) e consente la definizione, con buon grado di precisione, dei principali parametri meccanici del terreno. I valori riferiti ai primi 15 cm, generalmente non vengono considerati in quanto rappresentativi di un terreno disturbato dalla perforazione. Per i terreni in cui si è registrato il rifiuto della prova non esistono in letteratura correlazioni con l'angolo di attrito e/o con la coesione. Indicativamente è

possibile individuare un valore di massima ponendo in tale caso $N_{spt} = 50$.

5 INSTALLAZIONE STRUMENTAZIONE IN FORO

5.1 Condizionamento del foro per prove sismiche

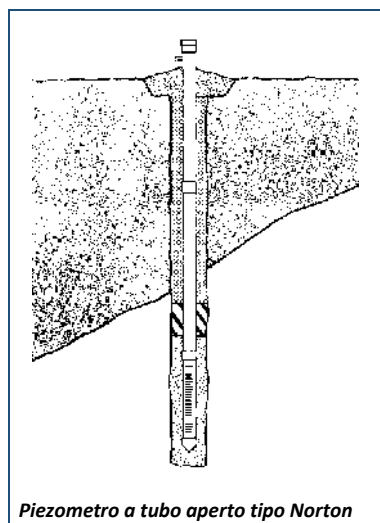
Al fine di consentire l'esecuzione di prove di *sismica in foro*, nel foro di sondaggio denominato S1, è stato eseguito un *rivestimento definitivo del foro* mediante *tubazione in PVC da 3"*.

La tubazione in PVC, opportunamente giuntata e chiusa al fondo, è stata resa solidale al terreno circostante mediante *cementazione con miscela di cemento e sabbia*. In superficie è stato realizzato un pozzetto di protezione.

5.2 Piezometri idraulici a tubo aperto

Per rilevare la distribuzione dei valori della pressione neutra nel sottosuolo, nei fori di sondaggio sono stati installati dei piezometri di tipo idraulico, attraverso i quali sarà possibile controllare nel tempo le variazioni del livello della falda. Con tale tipo di piezometro la misura della pressione neutra (solo se >0) viene ricavata rilevando il livello dell'acqua all'interno dei tubi. Si evidenzia che i piezometri di tipo idraulico hanno un tempo di risposta che dipende dalle caratteristiche di permeabilità dei terreni attraversati. Ne deriva che i valori dei livelli idrici misurati prima che sia trascorso il tempo di risposta possono fornire misure non rappresentative delle reali condizioni idrauliche presenti al contorno.

Nel presente lavoro sono stati installati n. 3 *Piezometri a tubo aperto fenestrato (Norton)*.



Il piezometro idraulico a tubo aperto (tipo Norton) è costituito da un tubo in PVC, con diametro esterno di 3", posizionato direttamente nel foro di sondaggio. La parete del tubo destinata a costituire il tratto di misura è provvista di microfessure filtranti.

Ultimato il foro di sondaggio le operazioni d'installazione sono consistite nell'accurata pulizia del foro, nella deposizione di uno strato di sabbia pulita sul fondo, quindi è stato inserito il tubo piezometrico chiuso all'estremità inferiore; il tratto di misura è stato riempito con una miscela di sabbia e ghiaia ed è stato isolato superiormente con un tappo impermeabile realizzato con una miscela di cemento e bentonite.

La rimanente parte del foro è stata cementata e sulla sommità è stato realizzato un pozzetto di protezione.

6 INDAGINI GEOFISICHE

Nell'ambito del progetto sono state eseguite delle prove geofisiche:

- *sismica in foro - prova down Hole*
- *sismica di superficie -prova HVSR*

Di seguito sono tabulate le quantità eseguite:

ID Sismica	n.
HVSR	26
DH_S1	1

Le metodologie geofisiche utilizzate sono descritte nei successivi paragrafi; i risultati della sismica in foro del tipo *down hole* sono riportati di seguito nel corrente testo, mentre i risultati della sismica di superficie del tipo *HVSR* sono riportati nell'annesso 3, al presente report.

6.1 Sismica in foro del tipo down – hole

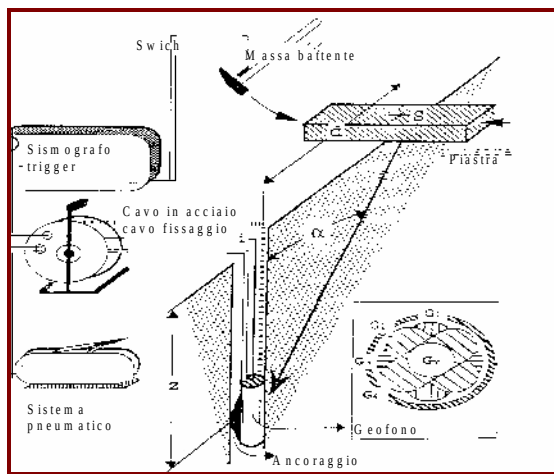
Mediante la tecnica di indagine di sismica in foro tipo down hole è possibile determinare la velocità di propagazione (media e d'intervallo) delle onde sismiche di compressione (P) e trasversali o di taglio (S). La metodologia down-hole, come le altre tecniche di sismica in foro, ha il vantaggio di non avere come condizione che la velocità aumenti con la profondità (es. sismica di rifrazione superficiale), giacché i tempi di arrivo delle onde elastiche vengono valutati via via che queste ultime penetrano negli strati più profondi del terreno. Con tale tecnica è altresì sempre possibile valutare eventuali inversioni di velocità nell'ambito del pacco di litotipi incontrati nella perforazione.

6.1.1 Strumentazione ed acquisizione dati

La strumentazione utilizzata consiste in due geofoni 3D e di un sismografo con memoria incrementale. L'ancoraggio del sensore alle pareti del foro avviene tramite pistoncini pneumatici a mandata doppia.

Le caratteristiche tecniche del sistema sopra descritto sono:

- capacità di campionamento dei segnali tra 0.002 e 0.00003 sec;
- sistema di comunicazione e di trasmissione del "tempo zero" (time break);
- filtri High Pass e Band Reject;
- "Automatic Gain Control" ;
- convertitore A/D a 24 bit;
- n° 2 sensori a tre componenti con periodo proprio pari a 10 Hz.



Sistema d'acquisizione Down - Hole

L'energizzazione del terreno è effettuata mediante l'impatto verticale di una massa battente su una piastra d'acciaio posizionata sul terreno ad una distanza di 2 m. dall'asse foro, per la generazione delle onde longitudinali P.

Al fine di facilitare la generazione delle onde trasversali, per la valutazione della velocità di propagazione delle onde di taglio SH, il terreno è stato sollecitato tangenzialmente tramite impatto orizzontale di una massa oscillante battente su un parallelepipedo di legno ancorato al suolo.

6.1.2 Stima dei tempi di primo arrivo ed elaborazione dati

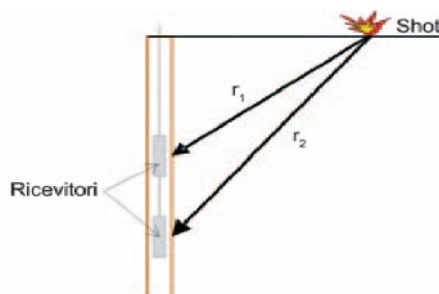
I segnali sismici registrati in formato digitale sono stati analizzati nel dominio del tempo con apposito software su piattaforma Linux (CWP/SU) per la stima del primo arrivo delle onde sismiche generate (P ed S).

I tempi di primo arrivo delle onde S sono stati determinati tramite la procedura di Boatwright (1987)¹, che prevede la tecnica dell'inversione di fase previa rotazione delle componenti orizzontali del geofono.

L'elaborazione dei dati consiste nella consistere nel diagrammare i tempi di tragitto t misurati lungo il percorso sorgente-ricevitore in funzione della profondità z , secondo il metodo pseudo-intervallo modificato.

Il metodo pseudo-intervallo modificato consiste nel misurare i tempi di tragitto dell'onda sismica (velocità intervallo) fra due ricevitori consecutivi posti a differente profondità (figura 3). Rispetto al metodo diretto, consente una maggiore definizione del profilo di velocità (velocità intervallo reale). La velocità delle onde sismiche P ed S tra due ricevitori consecutivi è uguale a:

¹ Boatwright John, Porcella R., Fumal T., Liu Hsi-Ping, (1986), *Direct estimates of shear wave amplification from a borehole near Coalinga, California*, Earthquake Notes, v. 57, p.8.



$$V = \frac{r_2 - r_1}{t_{2CORR} - t_{1CORR}} \quad (2)$$

Percorso sismico metodo intervallo curvilineo dove

r_1 =distanza tra la sorgente e il primo ricevitore

r_2 =distanza tra la sorgente e il secondo ricevitore

t_1 =tempo di tragitto corretto tra la sorgente e il primo ricevitore

t_2 =tempo di tragitto corretto tra la sorgente e il secondo ricevitore.

Infine, i tempi misurati consentono, in funzione della distanza tra il punto d'energizzazione e la ricezione dei segnali, di definire, per i singoli intervalli, le velocità delle onde P (V_p) e delle onde S (V_s), il coefficiente di Poisson (σ) ed i moduli elasto-dinamici e geosismici.

6.1.3 Moduli elastici

Il calcolo dei moduli elastici si basa sulla teoria dell'elasticità, la quale prevede che, per sforzi impulsivi e di piccola energia, i corpi subiscono deformazioni linearmente proporzionali alle forze che le originano.

In presenza di tali condizioni anche ai terreni ed alle rocce si possono attribuire le proprietà dei corpi elastici, vale a dire: omogeneità, isotropia e continuità. Pertanto, per sollecitazioni impulsive e di bassa energia, terreni e rocce rispondono nel campo della legge di Hooke: $\sigma = \epsilon K$

dove:

σ = sforzo applicato

ϵ = deformazione prodotta

K = coefficiente di proporzionalità (è un generico coefficiente di proporzionalità che assume significato fisico diverso in relazione al tipo di forze applicate e deformazioni conseguenti).

Le deformazioni e le tensioni generate da un transiente sismico rispondono al requisito di sollecitazioni impulsive di bassa energia. Quindi i terreni e le rocce attraversate da radiazioni sismiche subiscono deformazioni di tipo elastico.

Tali deformazioni trovano un'intrinseca corrispondenza con le fasi P e S dell'input sismico. Infatti, le velocità di propagazione delle onde sismiche variano al variare delle caratteristiche geomeccaniche e fisiche dei litotipi coinvolti e, pertanto, consentono di ottenere informazioni sulle proprietà elastiche dei mezzi

attraversati.

Tali parametri, riportati nella tabella seguente, esprimono le caratteristiche elastiche di un corpo quando è sottoposto ad uno sforzo e sono:

- *modulo d'elasticità o di Young (E)* che fornisce una misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di una semplice torsione o compressione. Il modulo di Young dipende e dalla porosità dalla pressione litostatica. I valori minimi del modulo si registrano in litotipi ad alta porosità saturi in gas, mentre i valori massimi si hanno per litotipi a bassa porosità, sotto pressione e saturi d'acqua.
- *densità geofisica (γ^{din})* è un parametro che indica lo stato di addensamento dei terreni ed è paragonabile al peso di volume geotecnica.
- *rapporto di Poisson (σ)* che dà la misura della deformazione geometrica subita da un corpo elastico e varia da 0.2 a 0.3 per le rocce compatte; da 0.3 a 0.35 per le sabbie e da 0.4 a 0.5 per le argille.
- *modulo di rigidità (G)* che esprime la misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di uno sforzo di taglio, stabilendo pertanto la resistenza del corpo alle variazioni di forma. Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione litostatica. Assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione e saturi d'acqua.
- *modulo di volume o di compressibilità (K)* misura il rapporto sforzo-deformazione nel caso di una pressione idrostatica ed indica la resistenza del corpo alle variazioni di volume. Tale parametro varia con la porosità, con la pressione e con la quantità d'acqua presente nella roccia. Aumenta con il grado di saturazione, con il decrescere della porosità e con l'aumentare della pressione litostatica.
- *modulo di contrasto (M)* che esprime la misura del rapporto sforzo-deformazione nel caso di uno sforzo di compressione, stabilendo pertanto la resistenza del corpo alle variazioni in direzione perpendicolare al fronte di propagazione. Tale parametro è fortemente dipendente dalla porosità e dalla pressione litostatica. Assume valori più bassi in litotipi ad alta porosità, sottoposti a bassa pressione e privi d'acqua.

6.1.4 Parametri geosismici

I parametri geosismici esprimono il comportamento sismico di un pacchetto lito - stratigrafico, in termini di potere di trasmissione dell'energia sismica da una formazione all'altra. Tale caratteristica è legata all'impedenza sismica ed a due coefficienti ad essa dipendenti: coefficiente di rifrazione (t) e coefficiente di riflessione (ξ).

- L'impedenza sismica (IS) è data dal prodotto della velocità di propagazione delle onde trasversali per la densità del mezzo in cui l'onda si propaga.
- L'IS è un parametro che permette di valutare l'amplificazione sismica al sito.
- I coefficienti di rifrazione (t) e di riflessione (ξ), sono altri due valori legati alla rigidità dei terreni. Tali

12

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
lrcertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Calenzano (FN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CIBQ Federation



coefficienti rappresentano il rapporto tra l'ampiezza dell'onda riflessa o rifratta con l'ampiezza dell'onda incidente. ξ può assumere valori compresi tra -1 e $+1$: quando ξ tende a $+1$, l'onda riflessa ha la stessa fase ed ampiezza dell'onda incidente, mentre quando ξ tende a -1 , l'onda riflessa avrà la stessa ampiezza dell'onda incidente, ma sarà in opposizione di fase. t è sempre positivo e, laddove i terreni hanno forte contrasto di impedenza sismica ($\rho_2 \gg \rho_1$), il coefficiente t tende a 2 , cui corrisponde un aumento della frazione di energia trasmessa.

6.1.5 Risultati down-hole

L'elaborazione dei dati sismici consiste nel differenziare il sottosuolo sismostrati e di calcolarne le grandezze fisiche medie (Tabella "Valori Medi") e nel calcolare i valori intervallo (Vd Tabella valori intervallo) e nella loro rappresentazione grafica. Inoltre, è stato calcolato il valore VSEQ (1) per la definizione della categoria di sottosuolo, secondo quanto previsto dalla vigente normativa sismica.

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

dove

$h_i \Rightarrow$ spessore dell' i -esimo strato;

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

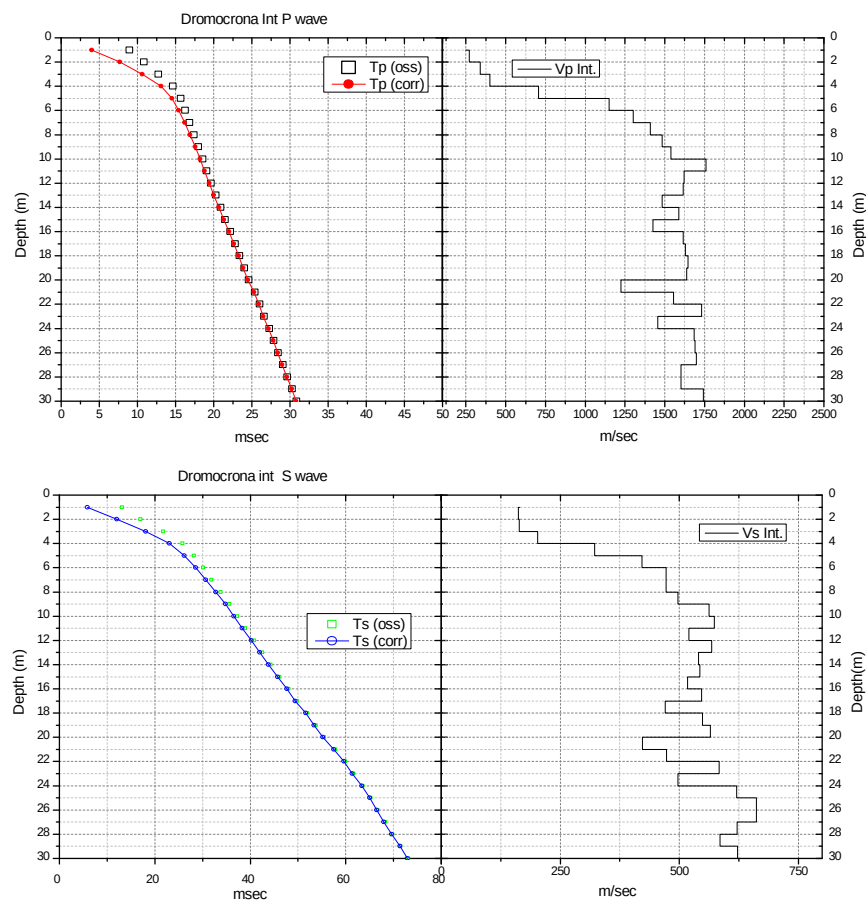
$N \Rightarrow$ numero di strati;

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

Le funzioni intervallo sono caratterizzate da un andamento crescente con la profondità. Si rilevano inversioni di velocità legate allo stato di addensamento dei sedimenti sabbioso ghiaiosi che costituiscono il substrato investigato. Nella tabella seguente sono riportati, per intervalli omogeni di velocità, i valori medi che caratterizzano la verticale di misura eseguita.

TABELLA VALORI MEDI DH_S1

Profondità (m)	G (Kg/cmq)	K (Kg/cmq)	E (kg/cmq)	M (kg/cmq)	Imp. Sismica (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
da 0 a - 5	393.42	204.13	1.57	0.27	1.88
da -6 a -24	1519.40	515.58	2.05	0.43	2.95
da -25 a fondo foro	1669.41	628.89	2.09	0.42	2.66
Profondità (m)	G (Kg/cmq)	K (Kg/cmq)	E (kg/cmq)	M (kg/cmq)	Imp. Sismica (t*m ⁻² *sec ⁻¹)
da 0 a - 5	757.84	2084.30	1989.28	3094.76	326.80
da -6 a -24	5622.49	41483.64	16125.86	48980.29	1058.51
da -25 a fondo foro	8440.17	48177.16	23913.19	59430.73	1313.59



Profondità (m)	V _{Pi} (m/sec)	V _{Si} (m/sec)
da 0 a - 5	393.42	204.13
da -6 a -24	1519.40	515.58
da -25 a fondo foro	1669.41	628.89

Grafico 1. Dromocrone, Velocità media ed intervallo

14

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n.2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Calenzano (FN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860



➤ Il valore del $V_{SEQ(30m)}$ risulta uguale a 411.31 m/s

Z (m)	Spessore (h (m))	V_s (m/s)	h/V_s (sec)	$V_s Z$ (m/s)	V_{SEQ} (m/s)
1.00	1.0	164.42	0.0061	164.42	411.31
2.00	1.0	168.39	0.0059	166.38	
3.00	1.0	163.46	0.0061	165.39	
4.00	1.0	202.53	0.0049	173.34	
5.00	1.0	321.87	0.0031	190.96	
6.00	1.0	421.53	0.0024	210.12	
7.00	1.0	472.31	0.0021	228.22	
8.00	1.0	472.10	0.0021	243.97	
9.00	1.0	497.45	0.0020	258.61	
10.00	1.0	562.67	0.0018	273.39	
11.00	1.0	573.58	0.0017	287.04	
12.00	1.0	519.98	0.0019	298.17	
13.00	1.0	567.88	0.0018	309.48	
14.00	1.0	540.84	0.0018	319.24	
15.00	1.0	543.23	0.0018	328.26	
16.00	1.0	517.13	0.0019	335.93	
17.00	1.0	546.58	0.0018	343.72	
18.00	1.0	470.88	0.0021	348.96	
19.00	1.0	548.73	0.0018	355.77	
20.00	1.0	565.01	0.0018	362.48	
21.00	1.0	422.86	0.0024	364.97	
22.00	1.0	472.96	0.0021	368.79	
23.00	1.0	583.29	0.0017	374.79	
24.00	1.0	497.05	0.0020	378.67	
25.00	1.0	620.33	0.0016	384.66	
26.00	1.0	661.74	0.0015	390.96	
27.00	1.0	662.20	0.0015	396.98	
28.00	1.0	621.52	0.0016	402.17	
29.00	1.0	585.50	0.0017	406.56	
30.00	1.0	622.07	0.0016	411.31	

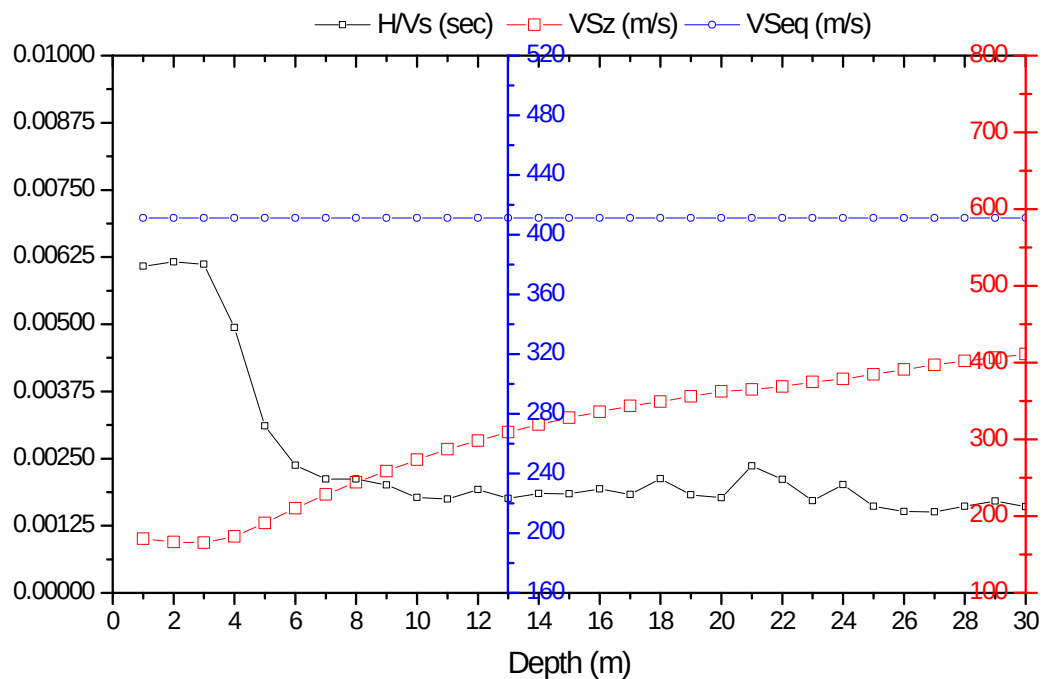


Grafico 2. Velocità media equivalente

TABELLA VALORI INTERVALLO

OFFSET (m)	Prof. (m)	VPI (m/s)	VSi (m/s)	γ_{din} (gr/cm ³)	G Kg/cmq	k (Kg/cmq)	E (Kg/cmq)	M (Kg/cmq)	σ	Vp/Vs	Imp. Sismica (t*m ⁻² *sec ⁻¹)	Coeff. t	Coeff. ξ
2	1.00	249.84	164.42	1.46	4.0E+02	3.9E+02	9.0E+02	9.3E+02	0.1180	1.52	239.37	1.0199	-0.0199
	2.00	271.73	168.39	1.48	4.3E+02	5.4E+02	1.0E+03	1.1E+03	0.1883	1.61	249.09	1.0063	-0.0063
	3.00	339.55	163.46	1.54	4.2E+02	1.3E+03	1.1E+03	1.8E+03	0.3492	2.08	252.26	1.1220	-0.1220
	4.00	399.47	202.53	1.59	6.7E+02	1.7E+03	1.8E+03	2.6E+03	0.3270	1.97	322.36	1.2783	-0.2783
	5.00	706.52	321.87	1.77	1.9E+03	6.5E+03	5.1E+03	9.0E+03	0.3690	2.20	570.94	1.1792	-0.1792
	6.00	1150.33	421.53	1.95	3.5E+03	2.2E+04	1.0E+04	2.6E+04	0.4224	2.73	820.26	1.0684	-0.0684
	7.00	1300.61	472.31	1.99	4.5E+03	2.8E+04	1.3E+04	3.4E+04	0.4240	2.75	940.78	1.0073	-0.0073
	8.00	1407.84	472.10	2.02	4.6E+03	3.5E+04	1.3E+04	4.1E+04	0.4367	2.98	954.61	1.0311	-0.0311
	9.00	1483.62	497.45	2.04	5.2E+03	3.9E+04	1.5E+04	4.6E+04	0.4367	2.98	1015.95	1.0649	-0.0649
	10.00	1537.53	562.67	2.06	6.6E+03	4.1E+04	1.9E+04	5.0E+04	0.4227	2.73	1156.97	1.0224	-0.0224
	11.00	1759.51	573.58	2.11	7.1E+03	5.7E+04	2.0E+04	6.7E+04	0.4405	3.07	1210.02	0.9433	0.0567
	12.00	1621.85	519.98	2.08	5.7E+03	4.8E+04	1.7E+04	5.6E+04	0.4427	3.12	1080.09	1.0437	-0.0437
	13.00	1615.57	567.88	2.08	6.8E+03	4.6E+04	2.0E+04	5.5E+04	0.4295	2.84	1178.72	0.9676	0.0324
	14.00	1484.57	540.84	2.04	6.1E+03	3.8E+04	1.7E+04	4.6E+04	0.4235	2.74	1104.70	1.0086	-0.0086
	15.00	1587.69	543.23	2.07	6.2E+03	4.5E+04	1.8E+04	5.3E+04	0.4337	2.92	1123.82	0.9651	0.0349
	16.00	1424.83	517.13	2.03	5.5E+03	3.5E+04	1.6E+04	4.2E+04	0.4241	2.76	1048.07	1.0396	-0.0396
	17.00	1615.73	546.58	2.08	6.3E+03	4.7E+04	1.8E+04	5.5E+04	0.4354	2.96	1134.52	0.9265	0.0735
	18.00	1630.39	470.88	2.08	4.7E+03	5.0E+04	1.4E+04	5.6E+04	0.4545	3.46	979.08	1.0773	-0.0773
	19.00	1646.64	548.73	2.08	6.4E+03	4.9E+04	1.8E+04	5.8E+04	0.4375	3.00	1143.10	1.0141	-0.0141
	20.00	1637.69	565.01	2.08	6.8E+03	4.8E+04	1.9E+04	5.7E+04	0.4324	2.90	1175.80	0.8292	0.1708
	21.00	1224.47	422.86	1.97	3.6E+03	2.5E+04	1.0E+04	3.0E+04	0.4323	2.90	832.69	1.0785	-0.0785
	22.00	1554.14	472.96	2.06	4.7E+03	4.4E+04	1.4E+04	5.1E+04	0.4490	3.29	974.48	1.1146	-0.1146
	23.00	1730.85	583.29	2.10	7.3E+03	5.5E+04	2.1E+04	6.4E+04	0.4359	2.97	1226.66	0.9038	0.0962
	24.00	1454.72	497.05	2.03	5.1E+03	3.7E+04	1.5E+04	4.4E+04	0.4339	2.93	1011.33	1.1241	-0.1241
	25.00	1685.05	620.33	2.09	8.2E+03	5.0E+04	2.3E+04	6.1E+04	0.4216	2.72	1297.92	1.0325	-0.0325
	26.00	1688.58	661.74	2.09	9.3E+03	4.8E+04	2.6E+04	6.1E+04	0.4093	2.55	1385.11	1.0009	-0.0009
	27.00	1697.70	662.20	2.10	9.4E+03	4.9E+04	2.6E+04	6.2E+04	0.4103	2.56	1387.49	0.9627	0.0373
	28.00	1600.41	621.52	2.07	8.2E+03	4.3E+04	2.3E+04	5.4E+04	0.4112	2.57	1287.74	0.9702	0.0298
	29.00	1601.80	585.50	2.07	7.2E+03	4.5E+04	2.1E+04	5.4E+04	0.4229	2.74	1213.31	1.0383	-0.0383
	30.00	1742.90	622.07	2.11	8.3E+03	5.4E+04	2.4E+04	6.5E+04	0.4270	2.80	1309.95	0.0000	1.0000

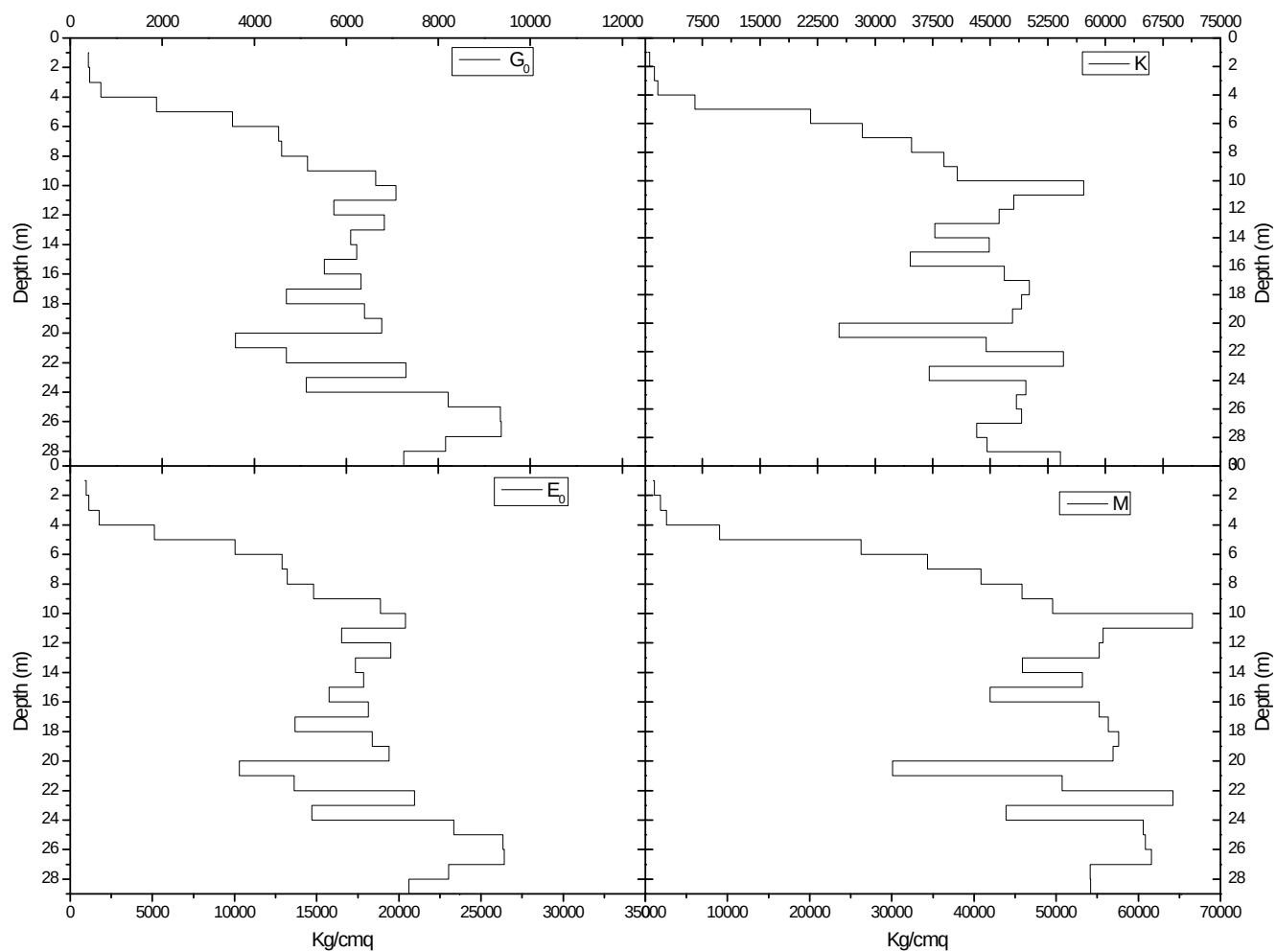


Grafico 3. Moduli elastici / profondità.

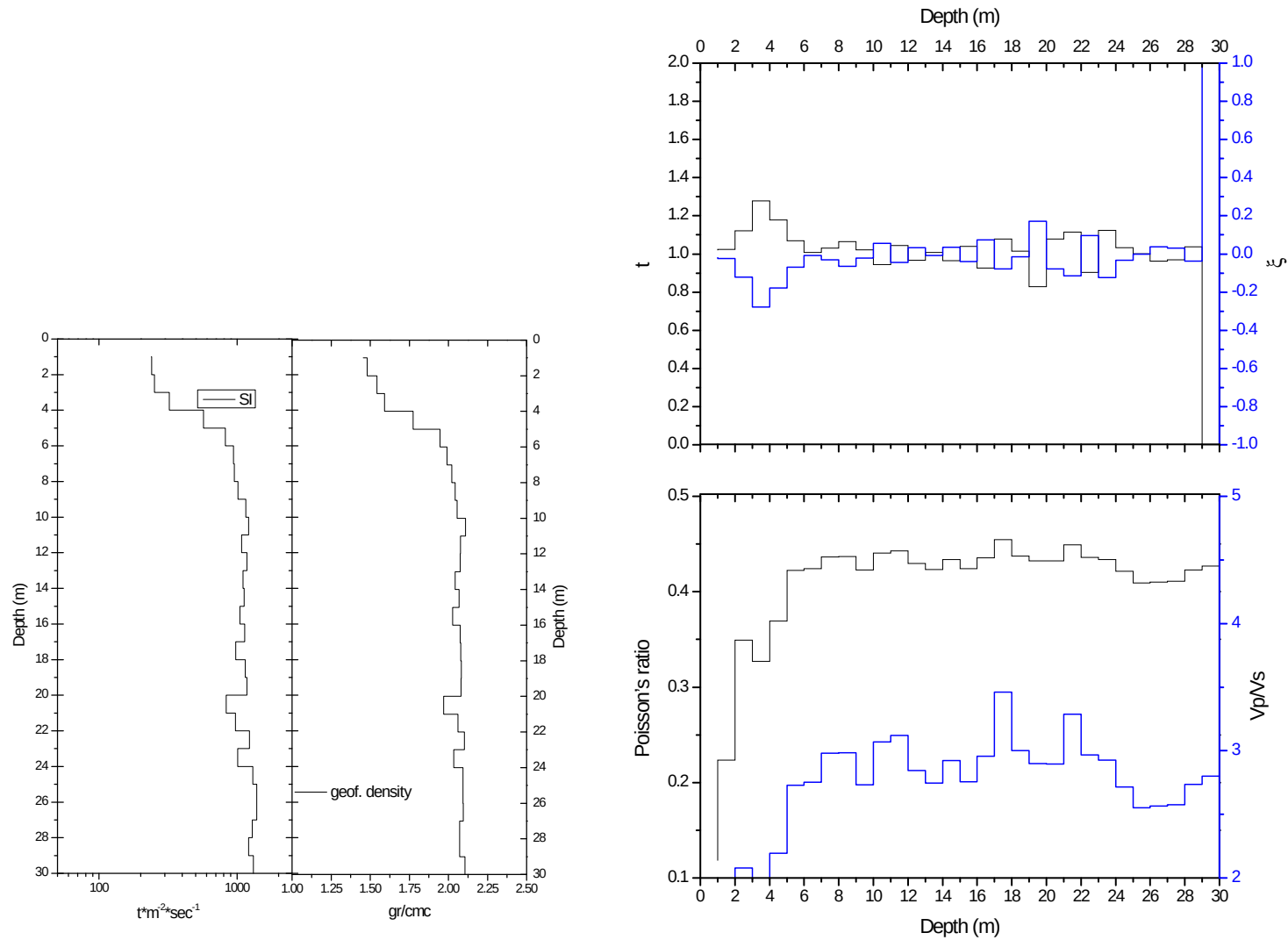


Grafico 4. - Impedenza sismica, Densità geofisica, Coefficiente di Poisson V_p/V_s Coefficiente di rifrazione e di riflessione /Profondità

6.2 Prospezione sismica HVSR

6.2.1 Generalità

Il metodo HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) o QTS (*Quasi-Transfer Spectra*) o H/V, è una tecnica sperimentale, puntuale non invasiva, che nasce dalla constatazione della buona somiglianza, per lo stesso luogo, tra lo spettro delle vibrazioni registrate nel corso di un terremoto e quello del rumore sismico.

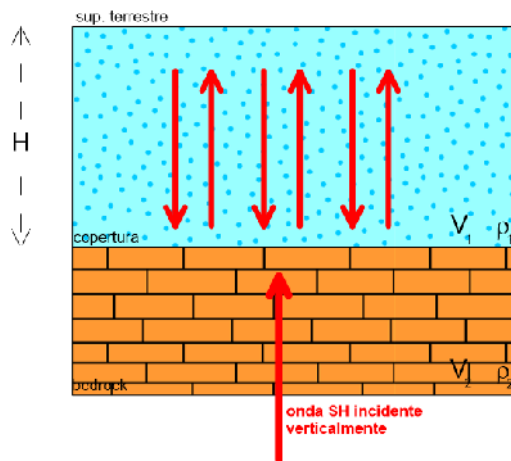
La tecnica dei rapporti spettrali prende in considerazione le vibrazioni sismiche ambientali, o rumore sismico, che sono il frutto di fenomeni casuali (pertanto non riproducibili), producenti oscillazioni del suolo di ampiezza prevalente più piccola di quella indotta dai terremoti che avvengono in un intorno alquanto vicino. Sebbene il campo d'onda del "noise sismico" sia la risultante di vari fattori legati alla sorgente, al percorso dalla sorgente alla stazione di registrazione e, infine, alle caratteristiche del substrato attraversato, la componente stazionaria di questo tipo di segnale sismico è direttamente influenzata dalle caratteristiche strutturali del terreno e, pertanto, il suo spettro costituisce l'impronta dell'assetto stratigrafico.

Attraverso il rapporto spettrale, in cui NS, EW e Z sono le tre componenti degli spettri di Fourier in funzione della frequenza di vibrazione, è possibile valutare la frequenza fondamentale del sito investigato ed estrarre importanti informazioni circa le condizioni sismo-stratigrafiche del sottosuolo. La misura sarà tanto più precisa quanto maggiore è il contrasto di impedenza sismica fra gli strati.

Sintesi dei caratteri del rumore sismico		
Peculiarità generali	È molto debole	
	Esiste sempre sulla superficie terrestre	
	Ha natura essenzialmente stocastica	
	Frequenze di interesse pratico comprese tra 0,1 e 100Hz	
	Vibrazioni naturali	Vibrazioni indotte dall'attività antropica
Nome	Microsismi	Microtremori
Frequenza	Tipicamente 0.1÷0.5 In generale <1 Hz	Tipicamente 1÷10 Hz In generale >1Hz
Origine	Oceani	Traffico / Industria / Attività umane
Onda incidente	Onde di superficie	Onde di superficie + Onde di volume
Variabilità di Ampiezza	Correlati a tempeste oceaniche	Giorno / notte, settimana / week-end

La tecnica dei rapporti spettrali del rumore sismico è nata principalmente per valutare l'amplificazione sismica di sito ed è stata sviluppata, negli anni settanta, da Nogoshi e Igarashi e, successivamente, modificata e diffusa da Nakamura (1989). Essa tiene conto dei picchi del rapporto tra la media delle componenti orizzontali e quella verticale del moto vibratorio.

Secondo l'autore i picchi del rapporto spettrale H/V sono dovuti a fenomeni di riflessione multipla delle onde S e la corrispondente frequenza dei picchi stessi rappresenta la "frequenza di risonanza fondamentale del suolo".



L'immagine schematizza l'assetto stratigrafico di un terreno sedimentario sopra uno strato rigido (bedrock o strato assimilabile al bedrock) i cui parametri sono costanti in ognuno dei due mezzi (condizione 1D).

Un'onda sismica che si propaga nel mezzo 1, avente spessore h , viene riflessa dall'interfaccia tra i due strati ed interferisce con le onde incidenti, sommandosi e raggiungendo l'ampiezza massima (condizione di risonanza) quando la lunghezza d'onda incidente è 4 volte (o N multipli dispari) la profondità $z = h$ del riflettore.

La frequenza di risonanza (F_0) dello strato 1 relativa alle onde sismiche S è pari a :

$$F_0 = V_{s1} / 4h$$

In prima approssimazione, la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dalla sua altezza e può essere calcolata con la seguente formula:

$$freq. naturale edificio \approx 10Hz / \text{numero dei piani}$$

L'elaborazione dei dati registrati nel corso della campagna geognostica, è stata effettuata a posteriori, mediante un elaboratore elettronico dotato di software dedicato. Preliminarmente alla procedura di analisi dei rapporti spettrali, le tracce sismiche registrate sono state verificate ripulendole dai disturbi transienti e da quelle parti di registrazioni non adatte all'analisi.

Una volta selezionata la parte stazionaria del segnale sono stati calcolati, per ognuna delle tre componenti del moto, le ampiezze spettrali e gli spettri di potenza del "noise", procedendo successivamente, per il "rumore naturale", alla valutazione della distribuzione energetica in frequenza.

Lo step successivo alla costruzione della curva di ellitticità, che individua la frequenza propria

di risonanza del sito, è quello che conduce alla costruzione del profilo sismostratigrafico utile alla definizione del parametro VS,eq. Infatti, il profilo sismostratigrafico deriva dal calcolo iterativo di inversione effettuato sulla curva di ellitticità. Le procedure di calcolo sono state effettuate con il pacchetto software Sesarray (Geopsy e Dinver) mantenuto da Marc Wathelet e finanziato dal progetto europeo NERIES (<http://www.geopsy.org>).

6.2.2 Strumentazione e tecniche di campionamento

Lo strumento utilizzato per l'acquisizione del rumore sismico è un sismografo triassiale (SR04MT) realizzato dalla Sara E.I. che presenta le seguenti caratteristiche:

Convertitore A/D	
Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Lo strumento è dotato di livella ad occhio di bue e di GPS, utile per tarare l'orologio di sistema e tracciare le coordinate del punto di misura. La terna di velocimetri ha frequenza di 4,5Hz ed è alloggiata all'interno del digitalizzatore.

La tecnica di campionamento e la procedura di elaborazione utilizzate sono quelle consigliate dalle linee guida del SESAME (Site Effects assessment using Ambient Excitations), un progetto di ricerca europeo condotto, nel triennio 2003-2005, al fine di standardizzare e migliorare le tecniche di microzonazione sismica attraverso le misure del rumore ambientale.

E' noto che il rumore sismico sia generato sia dai fenomeni naturali (microsismi) che da quelli artificiali (microtremori), prodotti dalle attività dell'uomo, e l'acquisizione del segnale sismico viene effettuata senza che l'operatore effettui alcuna energizzazione del terreno (per tale motivo la metodica rientra nella categoria delle prospezioni sismiche passive).

Il sismografo viene collocato su terreno e orientato rispetto ai punti cardinali.

La durata del campionamento non è stata inferiore a 20 minuti primi, e tale da ritenersi soddisfatti i primi due criteri sull'affidabilità della curva H/V:

$$f_0 > 10/l_w \quad \text{e} \quad n_c(f_0) > 200$$

Annesso 1

Planimetria con ubicazione dei sondaggi

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
lr-certificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Calatanara (FN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860



**PLANIMETRIA
con ubicazione dei
sondaggi meccanici**

Adeguamento
Centrale SNAM
Rete Gas di Messina



Annesso 2

Monografia sondaggi meccanici

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
lr-certificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Calatanara (FN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860



Sondaggio geognostico **S1**



<i>Profondità sondaggio:</i> 30.00 m	<i>Quota bocca foro s.l.m.:</i> 168m	<i>Coordinate:</i> X: 38,272307° N Y: 15,588021° E
<i>Attrezzatura di perforazione:</i> Sonda idraulica Beretta T45		<i>Operatore alla sonda:</i> Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 30.0 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 6	Attrezzatura in foro: Tubazione per sismica in foro	
Prove in foro: n. 11 SPT	Campioni ambientali: n. 4	
Campioni rimaneggiati: n. 12	Campioni indisturbati: n. 1	
Data inizio: 16/03/2021		Data fine: 23/03/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



SONDAGGIO S1		OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina							Ordine n°: IP1235IP01		Pag 1/1		
Redattore Dott. Geol. Gabriele Denaro									Quota Bocca Foro s.l.m.: 168 m				
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 30,00 m		Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica		Tipo Sonda Beretta T45	Inizio/Fine Esecuzione 16/03/2021 - 23/03/2021		Coordinate Lat: 38.272307° N Long: 15.588021° E				
Scala (mt.)	Litologia	Descrizione		Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Livello falda	Prove in foro S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket penetrometer Kg/cm²	Vane test tascabile Kg/cm²	Strument. in foro
1		Sabbia a granulometria da fine a grossolana debolmente limosa con ghiaie di natura cristallina, millimetriche, subordinatamente eterometriche con ciottoli Dmax=17cm, arrotondati, raramente sub-angolari, struttura indistinta, umida. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 0.15 m presenza di apparati radicali. Da 0.15 a 1.6 m sono presenti frammenti plastici e metallici. Colore giallo scuro		1.60					CA1 0.0-0.5 CA2 1.00				
2				2.40				PA - n. Colpi: 2/1/1	CA3 2.00	2.00			
3		Sabbia a granulometria media, limosa e ghiaiosa, umida, colore bruno grigiastro. Struttura indistinta. Nessuna reazione ad HCL. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici Dmax 5.5 cm da arrotondati a sub-arrotondati.		3.50				2.00 - 2.45 m	CA4 3.00	CR1 2.45 3.00			
4				4.30				PA - n. Colpi: 15/19/26		SH1 3.50 4.00			
5								4.50 - 4.95 m		CR2 4.45			
6								PA - n. Colpi: 13/21/27			6.00		
7								6.00 - 6.45 m		CR3 6.45			
8								PA - n. Colpi: 18/23/32			8.00		
9								8.00 - 8.45 m		CR4 8.45			
10								PA - n. Colpi: 32/38/42			10.00		
11							10.00 - 10.45 m		CR5 10.45				
12							PA - n. Colpi: 19/25/34			12.00			
13							12.00 - 12.45 m		CR6 12.45				
14									13.70 CR6bis 14.00				
15							PA - n. Colpi: 25/37/44			15.00			
16	Alternanza tra ghiaia fine con sabbia, localmente ghiaia fine sabbiosa, e sabbia ghiaiosa debolmente limosa.						15.00 - 15.45 m		CR7 15.45				
17	Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici rari elementi centimetrici con Dmax= 3 cm, da arrotondati a sub-arrotondati. Sabbia a granulometria da grossolana a media.												
18	Struttura indistinta, da molto addensata ad addensata. Nessuna reazione ad HCL.						PA - n. Colpi: 20/23/34			18.00			
19	Colore giallo scuro, umida						18.00 - 18.45 m			18.45			
20							PA - n. Colpi: 9/15/18			20.00			
21							20.00 - 20.45 m		CR9 20.45				
22			22.30										
23							PA - n. Colpi: 11/18/28			24.00			
24							24.00 - 24.45 m		CR10 24.45				
25	Sabbia granulometria da media a fine, ghiaiosa debolmente limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina millimetrici, arrotondati. Si rileva a 24.6 ciottolo arenaceo D=8cm. Struttura indistinta, addensata, umida.												
26	Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro												
27							PA - n. Colpi: 19/21/28			27.00			
28							28.00 - 28.45 m		CR11 27.45				
29													
30			30.00										

Tubazione in PVC da 3" per sismica in foro

Tubazione in PVC da 3" per sismica in foro

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
Corona: W-Widia, D-Diamantata
PC: punta chiusa - PA: punta aperta
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 6

Rivestimento fino a 30.0 m dal p.c.



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m

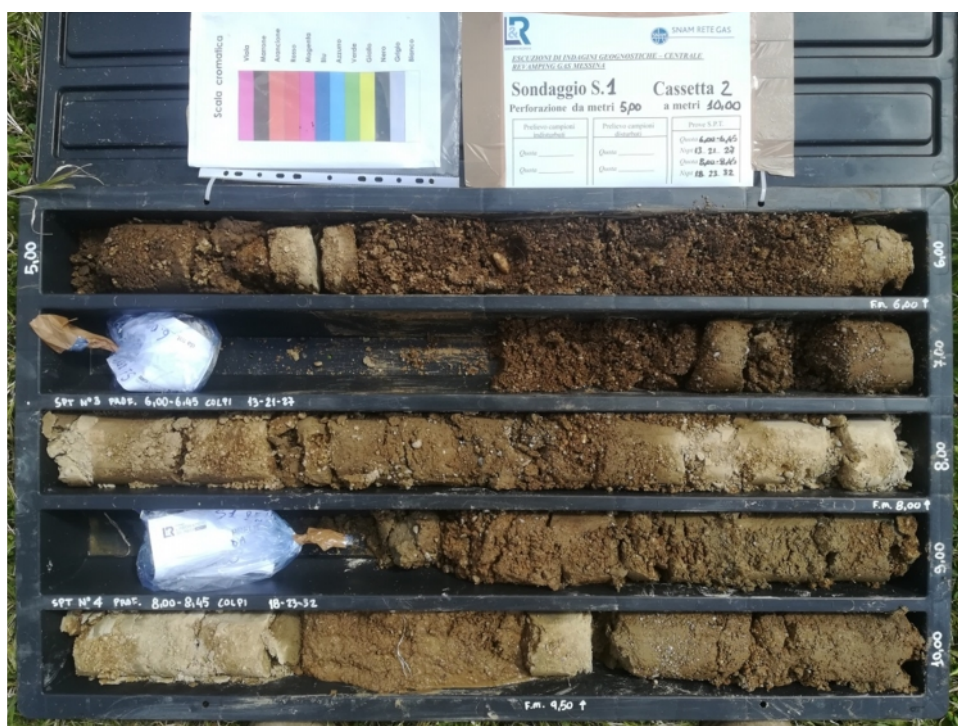


Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



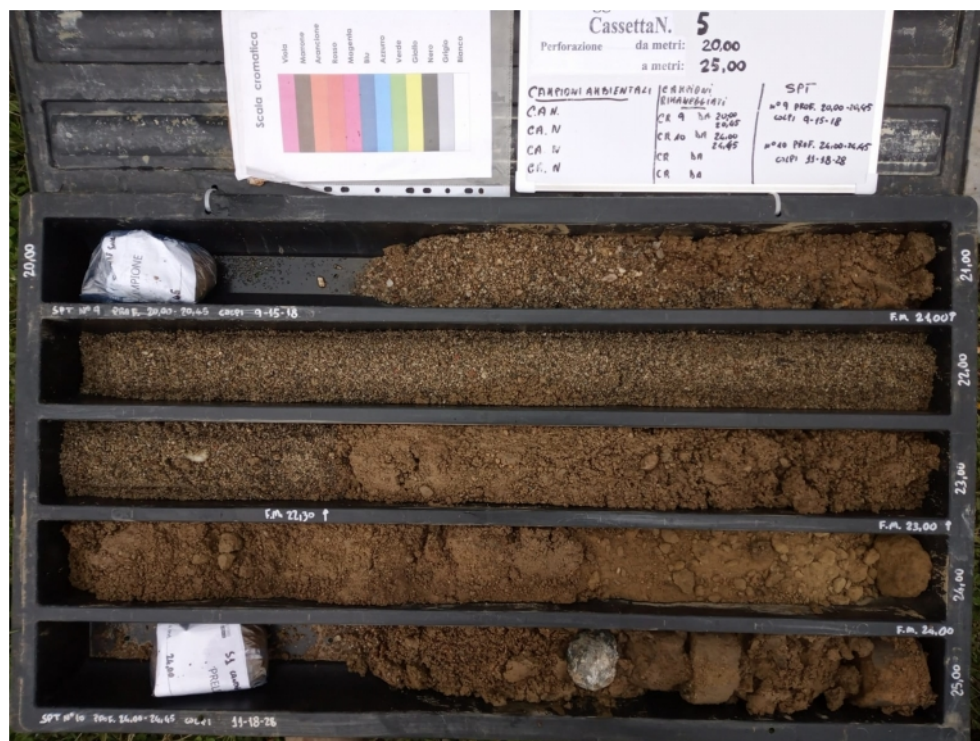


Foto 5 – Cassetta n. 5 da 200,00 m a 25,00 m



Foto 6 – Cassetta n. 6 da 25,00 m a 30,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



Sondaggio geognostico **S2**



<i>Profondità sondaggio:</i> 20.00 m	<i>Quota bocca foro s.l.m.:</i> 168 m	<i>Coordinate:</i> X: 38,272346° N Y: 15,588121° E
<i>Attrezzatura di perforazione:</i> Sonda idraulica Beretta T45		<i>Operatore alla sonda:</i> Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 20.0 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 4	Attrezzatura in foro: Piezometro a tubo aperto	
Prove in foro: n. 8 SPT	Campioni ambientali: n. 4	
Campioni rimaneggiati: n. 7	Campioni indisturbati: -	
Data inizio: 09/04/2021		Data fine: 12/04/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



SONDAGGIO S2		OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina							Ordine n°: IP1235IP01		Pag 1/1		
Redattore Dott. Geol. Gabriele Denaro									Quota Bocca Foro s.l.m.: 168 m				
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 20,00 m		Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica		Tipo Sonda Beretta T45		Inizio/Fine Esecuzione 09/04/2021 - 12/04/2021		Coordinate Lat: 38.272346° N Long: 15.588121° E			
Scala	Litologia	Descrizione		Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Livello falda	Prove in foro S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket penetrometer Kg/cm²	Vane test tascabile Kg/cm²	Strumenti in foro
		Sottofondo cementizio + binder		0.15					0.00				
1		Ghiaia con sabbia debolmente limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, da millimetrici a centimetrici, Dmax 4.5 cm, da sub-arrotondati ad arrotondati. Sabbia a granulometria media. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro						PA - n. Colpi: 50(R) 2.00 - 2.04 m	C A1 1.00 C A2 2.00				
2				2.50									
3		Conglomerato cementizio, colore grigio chiaro							C A3 3.00				
4				3.80				PA - n. Colpi: 7/12/18 4.00 - 4.45 m	C A4 4.00 C R1 4.45				
5		Sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, da millimetrici a centimetrici, con Dmax= 4 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro.						PA - n. Colpi: 50(R) 6.00 - 6.07 m					
6				6.80									
7													
8		Sabbia con ghiaia limosa, localmente sabbia limosa debolmente ghiaiosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici, con Dmax=3 cm, sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro.						PA - n. Colpi: 50 (R) 8.00 - 8.11 m	8.00 C R2 8.11				
9													
10								PA - n. Colpi: 24/37/47 10.00 - 10.45 m	10.00 C R3 10.45				
11				11.00									
12		Alternanza tra ghiaia con sabbia, debolmente limosa e sabbia con ghiaia, localmente sabbia ghiaiosa, limosa						PA - n. Colpi: 12/62/38 12.00 - 12.36 m	12.00 C R4 12.36				
13		Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici con Dmax= 3 cm, da sub-angolari a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida.							13.00 C R4bis 13.30				
14		Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro		14.00									
15								PA - n. Colpi: 33/68/32 15.00-15.34 m	15.00 C R5 15.34				
16													
17		Ghiaia con sabbia, debolmente limosa. Ghiaia fine, di natura cristallina, millimetrica raramente centimetrica con Dmax= 3 cm, da sub-angolare a sub-arrotondata. Sabbia da media a grossolana						PA - n. Colpi: 28/43/48 18.00 -18.45 m	18.00 C R6 18.45				
18		Struttura indistinta, addensata, umida.											
19		Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro											
20				20.00									

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
Corona: W-Widia, D-Diamantata
PC: punta chiusa - PA: punta aperta
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catologatrici N° 4
Rivestimento fino a 20.0 m dal p.c.

1234567891011121314151617181920

Piezometro aperto in PVC da 3"

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
 Corona: W-Widia, D-Diamantata
 PC: punta chiusa - PA: punta aperta
 Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 4

Rivestimento fino a 20.0 m dal p.c.



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



Sondaggio geognostico **S3**



<i>Profondità sondaggio:</i> 20.00 m	<i>Quota bocca foro s.l.m.:</i> 168 m	<i>Coordinate:</i> X: 38,272461° N Y: 15,587995° E
<i>Attrezzatura di perforazione:</i> Sonda idraulica Beretta T45		<i>Operatore alla sonda:</i> Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 13.5 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 4	Attrezzatura in foro:	
Prove in foro: n. 7 SPT	Campioni ambientali: n. 2	
Campioni rimaneggiati: n. 8	Campioni indisturbati: -	
Data inizio: 01/04/2021		Data fine: 08/04/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



Cassette catalogatrici N° 4
Rivestimento fino a 13.5 m dal p.c.



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



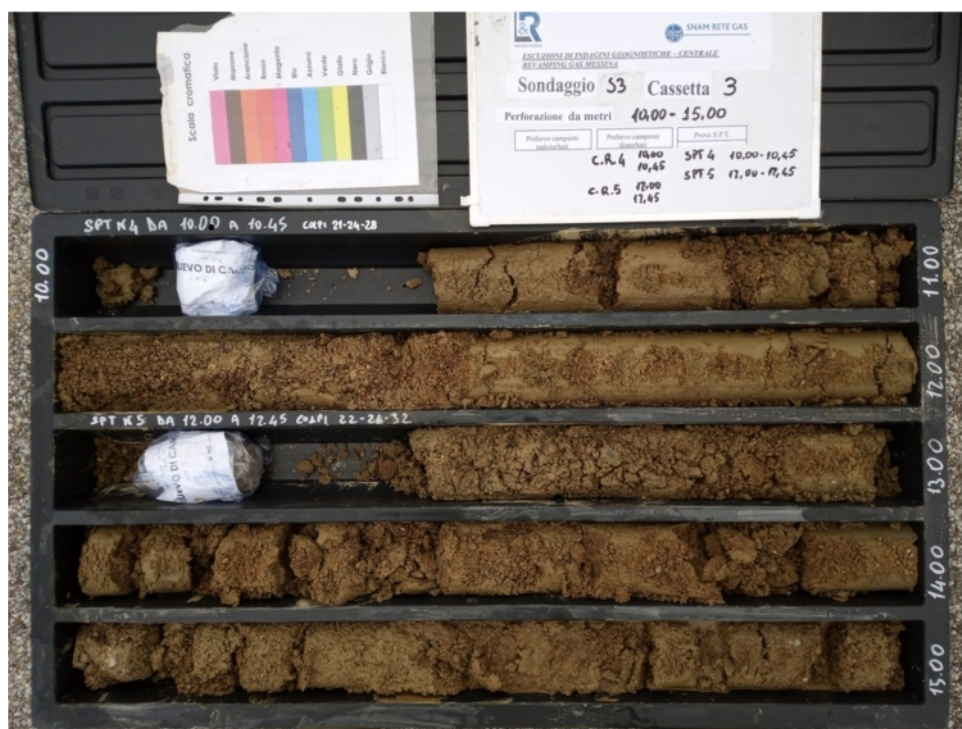


Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



Sondaggio geognostico S6



<i>Profondità sondaggio:</i> 15.00 m	<i>Quota bocca foro s.l.m.:</i> 167 m	<i>Coordinate:</i> X: 38,272773° N Y: 15,586899° E
<i>Attrezzatura di perforazione:</i> Sonda idraulica Beretta T45		<i>Operatore alla sonda:</i> Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 13.5 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 3	Attrezzatura in foro:	
Prove in foro: n. 7 SPT	Campioni ambientali: n. 3	
Campioni rimaneggiati: n. 8	Campioni indisturbati: -	
Data inizio: 30/03/2021		Data fine: 31/03/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



SONDAGGIO S6		OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina							Ordine n°: IP1235IP01		Pag 1/1											
Redattore Dott. Geol. Gabriele Denaro									Quota Bocca Foro s.l.m.: 167 m													
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 15,00 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica		Tipo Sonda Beretta T45		Inizio/Fine Esecuzione 30/03/2021 - 31/03/2021		Coordinate Lat: 38.272773° N Long: 15.586899° E													
Scala	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Livello falda	Prove in foro S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket penetrometer Kg/cm²	Vane test tascabile Kg/cm²	Strument. in foro										
1		Ghiaia fine con sabbia limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, rari elementi centimetrici, Dmax= 2 cm, arrotondati, sabbia a granulometria da media a grossolana, struttura indistinta, moderatamente addensate, umida. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 1.3 presenza di apparati radicali Colore bruno rossastro	2.00				PA - n. Colpi: 9/12/15 2.00 - 2.45 m	0.00 C A1 1.00														
2								C A2 2.00 C R1 2.45 C A3 3.00														
3		Alternanza di ghiaia fine con sabbia debolmente limosa e sabbia limosa ghiaiosa Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, da sub arrotondati ad arrotondati, sabbia a granulometria da media a grossolana, struttura indistinta, moderatamente addensate, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 1.3 presenza di apparati radicali Colore giallastro	6.70				PA - n. Colpi: 9/9/18 4.00 - 4.45 m	4.00 C R2 4.45														
4								6.00 C R3 6.45														
5																						
6																						
7		Alternanza tra ghiaia con sabbia, debolmente limosa e sabbia con ghiaia, localmente sabbia ghiaiosa, limosa Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici con Dmax= 3 cm, da sub-angolari a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro	15.00				PA - n. Colpi: 10/14/17 8.00 - 8.45 m	8.00 C R4 8.45 C R4bis 9.00	W/Cs													
8								10.00 C R5 10.45														
9																						
10																						
11																	PA - n. Colpi: 10/15/19 12.00 - 12.45 m	12.00 C R6 12.45				
12																		14.00 C R7 14.45				
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
Corona: W-Widia, D-Diamantata
PC: punta chiusa - PA: punta aperta
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 3
Rivestimento fino a 15.0 m dal p.c.

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
Corona: W-Widia, D-Diamantata
PC: punta chiusa - PA: punta aperta
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 3
Rivestimento fino a 15.0 m dal p.c.



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



Sondaggio geognostico **S7**



<i>Profondità sondaggio:</i> 20.00 m	<i>Quota bocca foro s.l.m.:</i> 168 m	<i>Coordinate:</i> X: 38,272663° N Y: 15,587161° E
<i>Attrezzatura di perforazione:</i> Sonda idraulica Beretta T45		<i>Operatore alla sonda:</i> Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 20.0 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 4	Attrezzatura in foro: Piezometro a tubo aperto	
Prove in foro: n. 8 SPT	Campioni ambientali: n. 3	
Campioni rimaneggiati: n. 8	Campioni indisturbati: -	
Data inizio: 29/03/2021		Data fine: 29/03/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

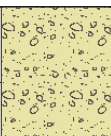
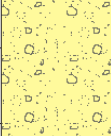
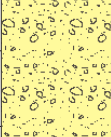
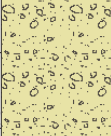
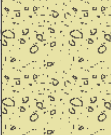
Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



SONDAGGIO S7		OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina							Ordine n°: IP1235IP01		Pag 1/1	
Redattore Dott. Geol. Gabriele Denaro									Quota Bocca Foro s.l.m.: 168 m			
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 20,00 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica		Tipo Sonda Beretta T45	Inizio/Fine Esecuzione 29/03/2021 - 29/03/2021		Coordinate Lat: 38.272663° N Long: 15.587161° E				
Scala	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Livello falda	Prove in foro S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket penetrometer Kg/cm²	Vane test tascabile Kg/cm²	Strument. in foro
1		Ghiaia fine con sabbia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da grossolana a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, più raramente centimetrici Dmax=30 cm, da arrotondati a sub-arrotondati. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 0.60 m presenza di apparati radicali. Colore bruno rossastro	1.70				PA - n. Colpi: 9/13/17	0.00 C A1 1.00				
2		Sabbia ghiaiosa da debolmente limosa a limosa. Sabbia a granulometria da grossolana a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, rari centimetrici. Presente ciottolo D=8.5 cm a 3.5 m, arrotondato ed appiattito. Struttura indistinta, moderatamente addensata debolmente umida. Colore bruno rossastro	4.00				2.00 - 2.45 m	C A2 2.00 C R1 2.00 C A3 2.45 3.00				
3												
4							PA - n. Colpi: 10/14/19	4.00 C R2 4.45				
5		Sabbia con ghiaia debolmente limosa, localmente sabbia ghiaiosa, umida Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici Dmax=3 cm, sub-arrotondati. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro	7.30				PA - n. Colpi: 12/18/22	6.00 C R3 6.45				
6							6.00 - 6.45 m					
7												
8		Ghiaia con sabbia, localmente ghiaia sabbiosa debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici Dmax=5 cm, sub-arrotondati. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro	10.0				PA - n. Colpi: 12/19/30	8.00 C R4 8.45				
9							8.00 - 8.45 m					
10							PA - n. Colpi: 13/25/29	10.00 C R5 10.45				
11		Alternanza tra ghiaia con sabbia, debolmente limosa e sabbia ghiaiosa, debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici con Dmax= 4 cm, da sub-angolari a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida.					PA - n. Colpi: 16/27/30	12.00 C R6 12.45				
12							12.00 - 12.45 m					
13												
14			Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro									
15							PA - n. Colpi: 18/22/27	14.00 C R7 14.45				
16							15.00 - 15.45 m					
17												
18							PA - n. Colpi: 22/33/46	18.00 C R8 18.45				
19												
20			20.00									

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
Corona: W-Widia, D-Diamantata
PC: punta chiusa - PA: punta aperta
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 4
Rivestimento fino a 20.0 m dal p.c.

Piezometro aperto in PVC da 3"



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



Sondaggio geognostico **S8**



<i>Profondità sondaggio:</i> 15.00 m	<i>Quota bocca foro s.l.m.:</i> 169 m	<i>Coordinate:</i> X: 38,272893° N Y: 15,587245° E
<i>Attrezzatura di perforazione:</i> Sonda idraulica Beretta T45		<i>Operatore alla sonda:</i> Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 15.0 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 3	Attrezzatura in foro:	
Prove in foro: n. 7 SPT	Campioni ambientali: n. 3	
Campioni rimaneggiati: n. 7	Campioni indisturbati: -	
Data inizio: 29/03/2021		Data fine: 29/03/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



SONDAGGIO S8		OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina							Ordine n°: IP1235IP01		Pag 1/1		
Redattore Dott. Geol. Gabriele Denaro									Quota Bocca Foro s.l.m.: 169 m				
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 15,00 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica		Tipo Sonda Beretta T45		Inizio/Fine Esecuzione 29/03/2021 - 29/03/2021		Coordinate Lat: 38.272893° N Long: 15.587245° E				
Scala	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Livello falda	Prove in foro S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket penetrometer Kg/cm²	Vane test tascabile Kg/cm²	Strument. in foro	
					20 40 60 80 100 120					1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100			
1		Ghiaia fine con sabbia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da grossolana a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, più raramente centimetrici Dmax=3.0 cm, da arrotondati a sub-arrotondati. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 0.60 m presenza di apparati radicali. Colore bruno rossastro	1.70					0.00 C A1 1.00					
2							PA - n. Colpi: 12/16/20 2.00 - 2.45 m	2.00 C A2 2.00					
3								2.45 C R1					
4							PA - n. Colpi: 7/12/15 4.00 - 4.45 m	3.00 C A3 2.45					
5								4.00 C R2 4.45					
6													
7		Sabbia ghiaiosa, da debolmente limosa a limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici; a m. 3.50 di rileva un ciottolo di D=8,5 cm., di forma arrotondata e appiattita. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Colore bruno rossastro	6.00					6.00 C R3 6.45					
8							PA - n. Colpi: 18/21/23 8.00 - 8.45 m	8.00 C R4 8.45					
9													
10							PA - n. Colpi: 6/13/18 10.00 - 10.45 m	10.00 C R5 10.45					
11													
12							PA - n. Colpi: 9/16/22 12.00 - 12.45 m	12.00 C R6 12.45					
13		Sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici Dmax=3 cm. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro											
14							PA - n. Colpi: 8/14/25 14.00 - 14.45 m	14.00 C R7 14.45					
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
Corona: W-Widia, D-Diamantata
PC: punta chiusa - PA: punta aperta
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 3
Rivestimento 127 mm: fino a 15 m



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



Sondaggio geognostico **S9**



<i>Profondità sondaggio:</i> 15.00 m	<i>Quota bocca foro s.l.m.:</i> 168 m	<i>Coordinate:</i> X: 38,272916° N Y: 15,588414° E
<i>Attrezzatura di perforazione:</i> Sonda idraulica Beretta T45		<i>Operatore alla sonda:</i> Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 15.0 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 3	Attrezzatura in foro:	
Prove in foro: n. 6 SPT	Campioni ambientali: n. 4	
Campioni rimaneggiati: n. 7	Campioni indisturbati: -	
Data inizio: 24/03/2021		Data fine: 25/03/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

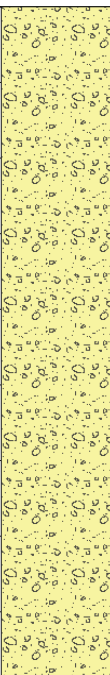
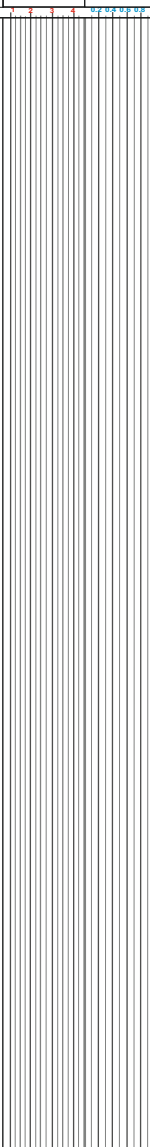
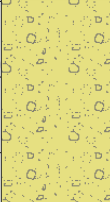
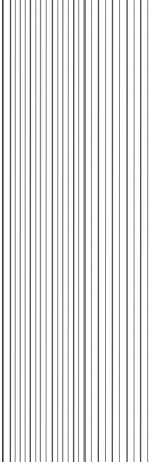
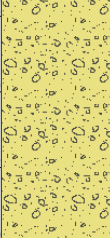
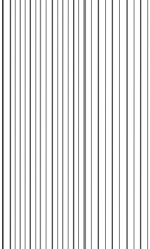
Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



SONDAGGIO S9		OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina							Ordine n°: IP1235IP01		Pag 1/1	
Redattore Dott. Geol. Gabriele Denaro		Quota Bocca Foro s.l.m.: 168 m										
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 15,00 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica		Tipo Sonda Beretta T45	Inizio/Fine Esecuzione 24/03/2021 - 25/03/2021		Coordinate Lat: 38.272916° N Long: 15.588414° E				
Scala	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Livello falda	Prove in foro S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket penetrometer Kg/cm²	Vane test tascabile Kg/cm²	Strument. in foro
1		Ghiaia fine con sabbia debolmente limosa, a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici. Da m. 6.90 ciottoli di dimensione centimetrica, Dmax=8.5 cm. Struttura indistinta, addensata, umido. Nessuna reazione ad HCL. Da 0.0 a 0.30 m presenza di apparati radicali. Colore giallo scuro. Da m 0.00-0.40 materiale di riporto costituito da ghiaia con sabbia, presenza di ciottoli e blocchi con Dmax=37 cm	9.00				PA - n. Colpi: 15/15/17 2.00 - 2.45 m	0.00 CA1 0.50 CA2 1.00 CA3 2.00 CR1 2.45 CA4 3.00	W/C			
2								4.00 CR2 4.45				
3								6.00 CR3 6.45				
4								8.00 CR4 8.45				
5								12.00 CR4bis 8.70-9.00				
6								12.00 CR5 12.45				
7								14.00 CR6 14.45				
8												
9												
10		Sabbia ghiaiosa, con livelli di sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici con Dmax=3.50 cm. Struttura indistinta, addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallao scuro	11.70				PA - n. Colpi: 12/15/19 9.00 - 9.45 m	8.00 CR4 8.45 CR4bis 8.70-9.00	W/C			
11								12.00 CR5 12.45				
12								14.00 CR6 14.45				
13		Ghiaia con sabbia limosa, con elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, da sub-arrotondati ad angolari, con Dmax=5.5 cm. Struttura indistinta, da addensata a molto addensata, umida. Colore giallo scuro	15.0				PA - n. Colpi: 16/18/23 12.00 - 12.45 m	12.00 CR5 12.45	W/C			
14								14.00 CR6 14.45				
15												
16												
17												
18												
19												
20												

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
Corona: W-Widia, D-Diamantata
PC: punta chiusa - PA: punta aperta
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catologatrici N° 3

Rivestimento diam.127 mm fino a 15.0 m dal p.c.

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
 Corona: W-Widia, D-Diamantata
 PC: punta chiusa - PA: punta aperta
 Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 3

Rivestimento diam.127 mm fino a 15.0 m dal p.c.



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM
ISO 9001



Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



Sondaggio geognostico **S10**



Profondità sondaggio: 15.00 m	Quota bocca foro s.l.m.: 165 m	Coordinate: X: 38,272221° N Y: 15,587199° E
Attrezzatura di perforazione: Sonda idraulica Beretta T45		Operatore alla sonda: Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 15.0 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 3	Attrezzatura in foro:	
Prove in foro: n. 7 SPT	Campioni ambientali: n.3	
Campioni rimaneggiati: n. 7	Campioni indisturbati: -	
Data inizio: 31/03/2021		Data fine: 01/04/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



Cassette catalogatrici N° 3
Rivestimento diam.127 mm fino a 12.0 m dal p.c.



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



Sondaggio geognostico **S11**



<i>Profondità sondaggio:</i> 50.00 m	<i>Quota bocca foro s.l.m.:</i> 168 m	<i>Coordinate:</i> X: 38,271359° N Y: 15,589309° E
<i>Attrezzatura di perforazione:</i> Sonda idraulica Beretta T45		<i>Operatore alla sonda:</i> Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 30.0 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 10	Attrezzatura in foro:	
Prove in foro: n. 14 SPT	Campioni ambientali: n.4	
Campioni rimaneggiati: n. 18	Campioni indisturbati: -	
Data inizio: 14/04/2021		Data fine: 20/04/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



SONDAGGIO S11
OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina

 Ordine n°:
IP1235IP01

Pag 1/2

 Redattore
Dott. Geol. Gabriele Denaro

 Quota Bocca Foro s.l.m.:
168 m

 Operatore
S.re Salvatore Pirrera

 Profondità raggiunta
50,00 m

 Tipo Carotaggio
Continuo a rotazione idraulica

 Tipo Sonda
Beretta T45

 Inizio/Fine Esecuzione
14/04/2021 - 20/04/2021

 Coordinate
Lat: 38.271359° N
Long: 15.589309° N

Scala	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Livello falda	Prove in foro S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket penetrometer Kg/cm²	Vane test tascabile Kg/cm²	Strument. in foro
1		Conglomerato cementizio da m 0.00-0.20. Riporto costituito da ghiaia con ciottoli e sabbia da m 0.20-0.50	0.50					PA - n. Colpi: 2/4/7	C A1 0.50 C A2 1.00			
2		Ghiaia fine con sabbia debolmente limosa. Ghiaia di natura cristallina, eterometrica con Dmax=5 cm, da arrotondata a sub-arrotondata, con struttura poco addensata (nessuna reazione HCL). Sabbia a granulometria media, asciutta. Colore giallastro in massa					1.60 - 2.05 m		C A3 1.60 C R1 1.95			
3									C A4 2.00 3.00			
4		Sabbia con ghiaia debolmente limosa, localmente limosa-sabbiosa a granulometria media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 5 cm, da arrotondati a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, asciutti. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro.	3.40				PA - n. Colpi: 24/38/46			4.00		
5							4.00 - 4.45 m		C R2 4.45			
6		Ghiaia sabbiosa con livelli di ghiaia con sabbia limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 10 cm. da arrotondati a sub-arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallastro.	5.60				PA - n. Colpi: 34/39/43			6.00		
7							6.00 - 6.45 m		C R3 6.45			
8							PA - n. Colpi: 20/31/42			7.50-7.80 C R3bis 8.00		
9		Ghiaia con sabbia debolmente limosa. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici, da sub-arrotondati a sub-angolari, con struttura indistinta. Molto addensata e debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.					8.00 - 8.45 m		C R4 8.45			
10							PA - n. Colpi: 21/25/29			10.00		
11							10.00 - 10.45 m		C R5 10.45			
12			12.00				PA - n. Colpi: 15/32/39			12.00		
13							2.00 - 12.45 m		C R6 12.45			
14		Sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici con rari elementi eterometrici. Dmax= 10 cm, da sub-angolari ad arrotondati. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallastro in massa					PA - n. Colpi: 24/30/37			15.00		
15							5.00 - 15.45 m		C R7 15.45 16.00			
16									C R7bis 16.45			
17												
18			17.70							18.00		
19									C R8 18.45			
20		Alternanza ripetitiva di : -Sabbia con ghiaia debolmente limosa, con granulometria da media a grossolana, di natura cristallina; -Ghiaia con sabbia debolmente limosa, con gli elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici, da sub-arrotondati ad arrotondati.					PA - n. Colpi: 18/29/31			21.00		
21							21.00 - 21.45 m		C R9 21.45			
22												
23							PA - n. Colpi: 23/40/48			24.00		
24							24.00 - 24.45 m		C R10 24.45			
25												

 Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
 Corona: W-Widia, D-Diamantata
 PC: punta chiusa - PA: punta aperta
 Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 10
Rivestimento fino a 30.0 m dal p.c.

SONDAGGIO S11		OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina						Ordine n°: IP1235IP01		Pag 2/2						
Redattore Dott. Geol. Gabriele Denaro								Quota Bocca Foro s.l.m.: 168 m								
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 50,00 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica		Tipo Sonda Beretta T45	Inizio/Fine Esecuzione 14/04/2021 - 20/04/2021		Coordinate Lat: 38.271359° N Long: 15.589309° N								
	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Livello falda	Prove in foro S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket penetrometer Kg/cm²	Vane test tascabile Kg/cm²	Strument. in foro				
26		Sabbia ghiaiosa debolmente limosa. Sabbia a granulometria grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici raramente centimetrici, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallastro in massa	27.00				PA - n. Colpi: 21/24/31	27.00	W/Cs							
27							27.00 - 27.45 m	CR11 27.45								
28								30.00								
29																
30							30.00 - 30.45 m	CR12 30.45								
31								33.00								
32																
33							33.00 - 33.45 m	CR13 33.45								
34								36.00								
35																
36							36.00 - 36.45 m	CR14 36.45								
37								39.00								
38																
39							39.00 - 39.45 m	42.00								
40																
41							CR15 42.45									
42																
43							45.00									
44																
45							CR16 45.45									
46																
47							47.00									
48							CR17 47.45									
49																
50																
		50.00														

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
 Corona: W-Widia, D-Diamantata
 PC: punta chiusa - PA: punta aperta
 Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 10
Rivestimento fino a 30.0 m dal p.c.



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of C19Q Federation





Foto 5 – Cassetta n. 5 da 20,00 m a 25,00 m



Foto 6 – Cassetta n. 6 da 25,00 m a 30,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of C15Q Federation





Foto 7 – Cassetta n. 7 da 30,00 m a 35,00 m



Foto 8 – Cassetta n. 8 da 35,00 m a 40,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation





Foto 9 – Cassetta n. 9 da 40,00 m a 45,00 m



Foto 10 – Cassetta n. 10 da 45,00 m a 50,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



Sondaggio geognostico **S12**



<i>Profondità sondaggio:</i> 30.00 m	<i>Quota bocca foro s.l.m.:</i> 164 m	<i>Coordinate:</i> X: 38,271089° N Y: 15,590932° E
<i>Attrezzatura di perforazione:</i> Sonda idraulica Beretta T45		<i>Operatore alla sonda:</i> Sig. Salvatore Pirrera
Perforazione a carotaggio continuo diametro: 101 mm	Rivestimento: 127 mm fino a 30.0 dal p.c.	
Cassette catalogatrici: n° 6	Attrezzatura in foro: piezometro a tubo aperto	
Prove in foro: n. 10 SPT	Campioni ambientali: n. 3	
Campioni rimaneggiati: n. 11	Campioni indisturbati: -	
Data inizio: 26/04/2021		Data fine: 28/04/2021

Il geologo responsabile del sondaggio
Dott. Geol. Gabriele Denaro

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

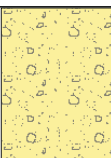
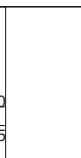
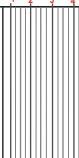
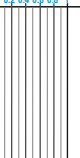
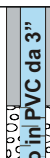
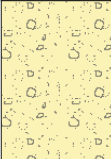
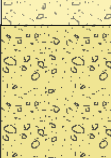
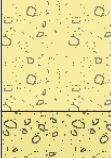
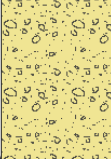
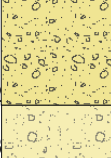
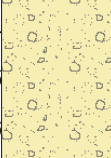
Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation



SONDAGGIO S12		OGGETTO: Adeguamento Centrale SNAM Rete Gas di Messina							Ordine n°: IP1235IP01		Pag 1/1																																					
Redattore Dott. Geol. Gabriele Denaro									Quota Bocca Foro s.l.m.: 164 m																																							
Operatore S.re Salvatore Pirrera		Profondità raggiunta 30,00 m	Tipo Carotaggio Continuo a rotazione idraulica	Tipo Sonda Beretta T45	Inizio/Fine Esecuzione 26/04/2021 - 28/04/2021		Coordinate Lat: 38.271089° N Long: 15.590932° E																																									
Scala	Litologia	Descrizione	Quota (m)	RQD	%Carotaggio	Livello falda	Prove in foro S.P.T.	Prelievo Campioni	Corona Carotiere	Pocket penetrometer Kg/cm²	Vane test tascabile Kg/cm²	Strument. in foro																																				
1		Sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da fine a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 5,8 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallastro in massa.	3.20				PA - n. Colpi: 30/40/50 2.00 - 2.45 m	C A1 1.00 C A2 2.00 C R1 2.45 C A3 3.00																																								
2																																																
3																																																
4		Sabbia ghiaiosa debolmente limosa. Sabbia a granulometria da fine a media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 5,0 cm, da sub-arrotondati, subordinatamente sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, asciutta. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo chiaro.	7.00												PA - n. Colpi: 22/31/37 4.00 - 4.45 m	4.00 C R2 4.45																																
5																																																
6																																																
7		Ghiaia con sabbia, a tratti ghiaia sabbiosa debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, raramente centimetrici, sub-arrotondati, raramente sub-angolari, struttura indistinta, Dmax= 5,5 cm. Molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.	10.00																PA - n. Colpi: 39/51/49 6.00 - 6.42 m	6.00 C R3 6.45 7.00 C R3bis 7.30 8.00 C R4 8.45																												
8																																																
9																																																
10		Sabbia con ghiaia debolmente limosa. Sabbia a granulometria grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, sub-arrotondati a struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.	15.50																				PA - n. Colpi: 41/50/50 8.00 - 8.45 m	8.00 C R5 12.45																								
11																																																
12																																																
13		Ghiaia con sabbia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 9 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.	22.00																								PA - n. Colpi: 21/32/39 12.00 - 12.45 m	12.00 C R6 15.45																				
14																																																
15																																																
16		Ghiaia con sabbia debolmente limosa. Sabbia a granulometria da media a grossolana. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, eterometrici, con Dmax= 9 cm, da sub-arrotondati a sub-angolari. Struttura indistinta, molto addensata, debolmente umida. Nessuna reazione ad HCL. Colore giallo scuro in massa.	22.00																												PA - n. Colpi: 23/31/39 5.00 - 15.45 m	15.00 C R7 18.45																
17																																																
18																																																
19		Sabbia ghiaiosa, a tratti sabbia debolmente ghiaiosa e limosa. Sabbia a granulometria media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici, con rari ciottoli con Dmax= 9,0 cm. Struttura indistinta, molto addensata. Colore giallo chiaro in massa.	30.00																																PA - n. Colpi: 24/31/40 8.00 - 18.45 m	18.00 C R8 21.45												
20																																																
21																																																
22		Sabbia ghiaiosa, a tratti sabbia debolmente ghiaiosa e limosa. Sabbia a granulometria media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici, con rari ciottoli con Dmax= 9,0 cm. Struttura indistinta, molto addensata. Colore giallo chiaro in massa.	30.00																																				PA - n. Colpi: 7/14/23 21.00 - 21.45 m	21.00 C R9 24.45								
23																																																
24																																																
25		Sabbia ghiaiosa, a tratti sabbia debolmente ghiaiosa e limosa. Sabbia a granulometria media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici, con rari ciottoli con Dmax= 9,0 cm. Struttura indistinta, molto addensata. Colore giallo chiaro in massa.	30.00																																								PA - n. Colpi: 14/16/19 24.00 - 24.45 m	24.00 C R10 27.45				
26																																																
27																																																
28		Sabbia ghiaiosa, a tratti sabbia debolmente ghiaiosa e limosa. Sabbia a granulometria media. Elementi ghiaiosi di natura cristallina, millimetrici, subordinatamente centimetrici, con rari ciottoli con Dmax= 9,0 cm. Struttura indistinta, molto addensata. Colore giallo chiaro in massa.	30.00																																												PA - n. Colpi: 39/42/50 27.00 - 27.45 m	27.00 C R11 30.00
29																																																
30																																																

Piezometro aperto in PVC da 3"

Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio,
Corona: W-Widia, D-Diamantata
PC: punta chiusa - PA: punta aperta
Campioni: SH (Indisturbato) - CR (rimaneggiato) - CA (ambientale)

Cassette catalogatrici N° 6
Rivestimento fino a 30.0 m dal p.c.



Foto 1 – Cassetta n. 1 da 0.00 m a 5.00 m



Foto 2 – Cassetta n. 2 da 5.00 m a 10.00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





Foto 3 – Cassetta n. 3 da 10,00 m a 15,00 m



Foto 4 – Cassetta n. 4 da 15,00 m a 20,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISO Federation





Foto 5 – Cassetta n. 5 da 200,00 m a 25,00 m



Foto 6 – Cassetta n. 6 da 25,00 m a 30,00 m

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
Ircertificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Catenanuova (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860

Member of CISOQ Federation



Annesso 3

Indagini geofisiche HVSR

L&R Laboratori e Ricerche S.r.l.

Capitale Sociale, € 500.000 i.v.
Codice Fiscale, P. IVA e Iscrizione al Reg.
delle Imprese di Catania n. 04053900876
Iscritta al R.E.A. 270647

www.LR-SRL.it
lr-certificata@pec.it

Uffici e Sede legale

Via Pablo Picasso n. 2
95037 San Giovanni La Punta (CT)
info@lr-srl.it

Tel. +39 095 336490
Fax +39 095 7336297

Laboratorio Aut. L. 1086/71

Zona Industriale, Capannone n.5
94010 Calatanara (EN)
laboratorio@lr-srl.it

Tel. +39 0935 75860
Fax. +39 0935 75860



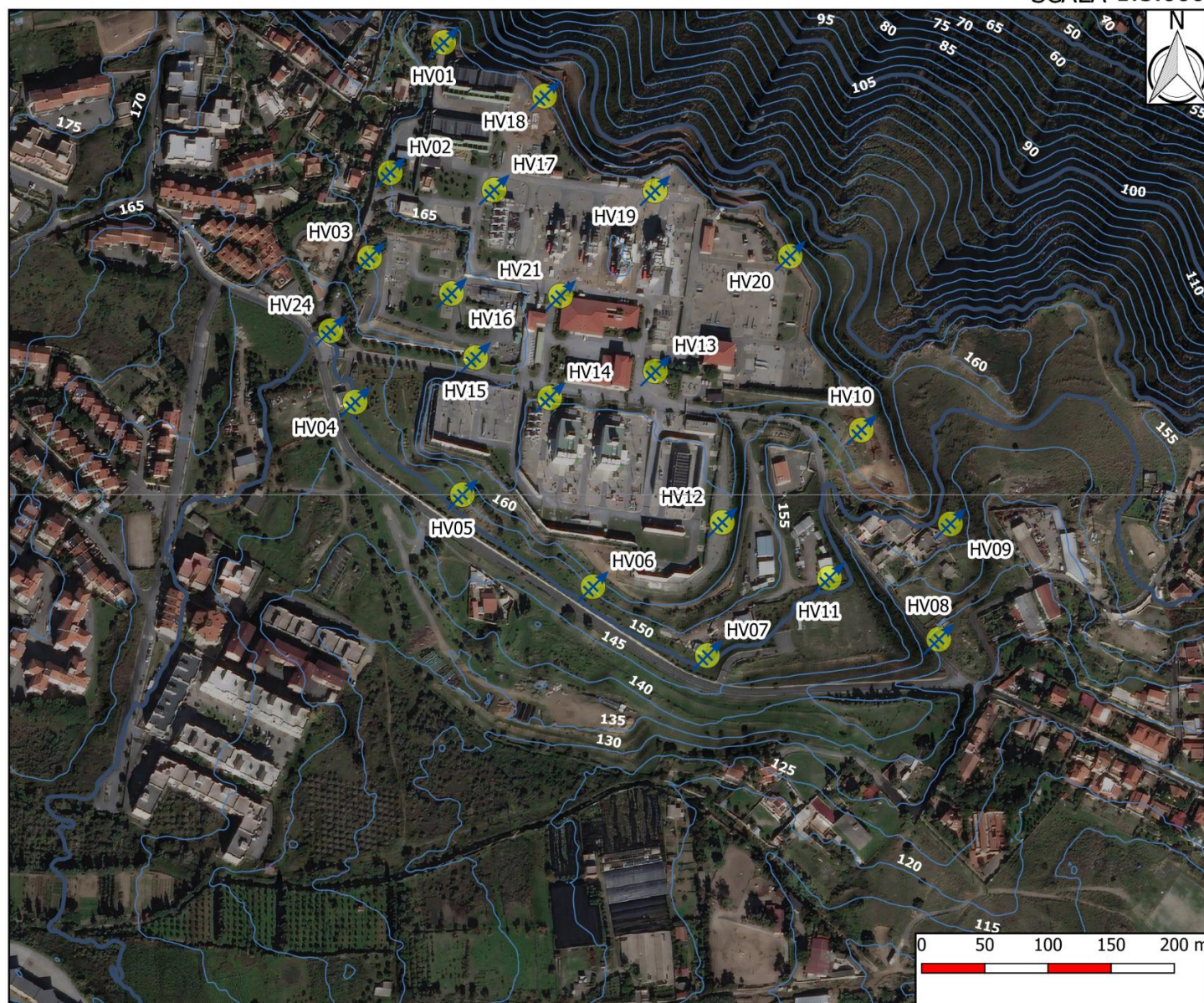
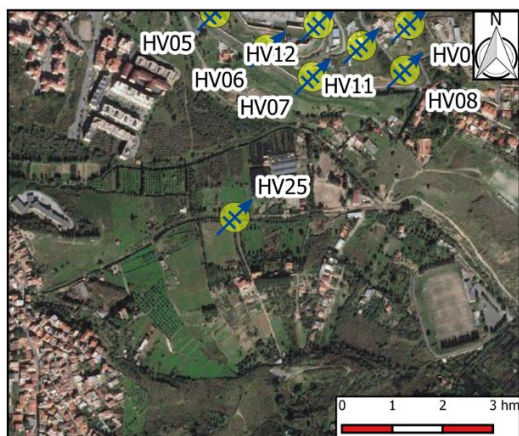
PLANIMETRIA GENERALE

SCALA 1:5.000

LEGENDA

-  HVSR
-  isoipse direttrici (50 m)
-  Isoipse ordinarie (5 m)

Ubicazioni indagini in aree esterne



Indagine HV01



COORDINATE INDAGINE HV01

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.376,54 m	4.236.357,98 m	166.1 m	0021	321

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

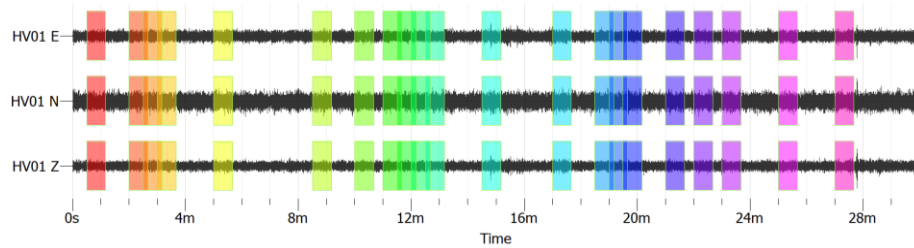
Nome file: **MT_20210506_150722.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	06/05/2021 15:07	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	06/05/2021 15:07	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	06/05/2021 15:07	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

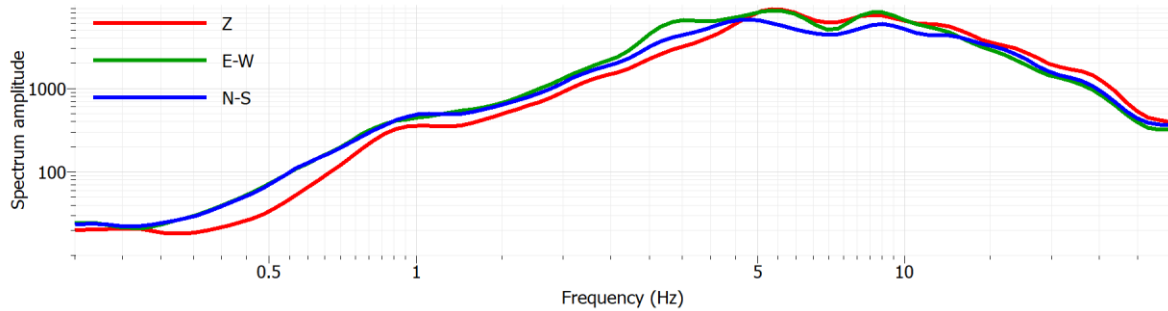
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	25	436	0.499	0.066	2.65	1.30	BASSO

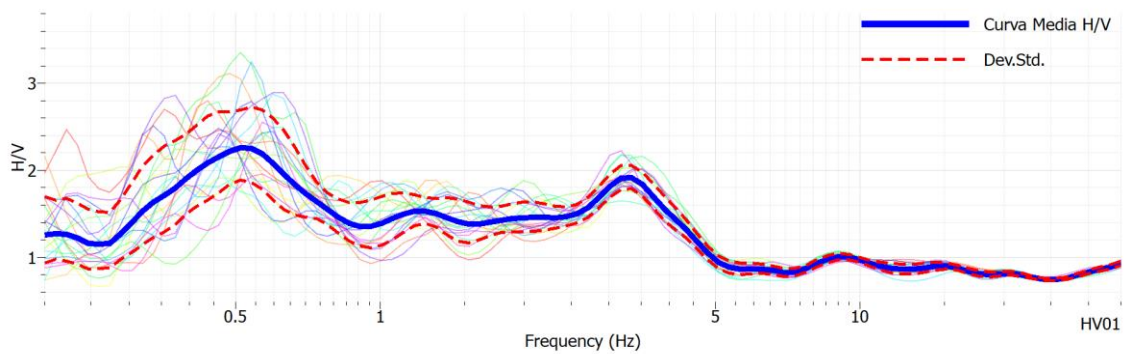
Tracce



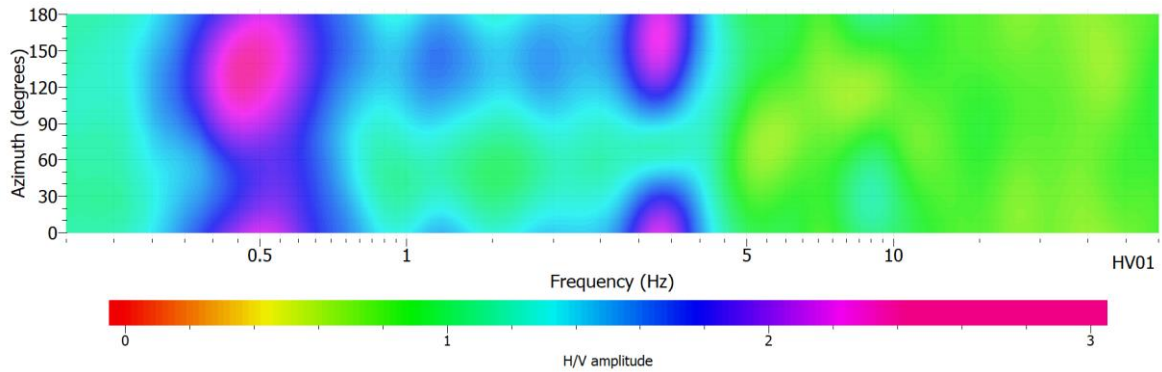
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.50	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		436	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.21	<	1.33	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.21	<	1.31	OK
	$A_0 > 2$	2.65	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.051	NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.066	<	0.100	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.30	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_S

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.59	0.59	1591.55	341.49	153.35
2	3.14	3.73	1749.19	730.27	289.42
3	3.87	7.60	1782.11	1119.73	381.93
4	3.05	10.65	1834.52	1362.87	424.89
5	---	---	1838.53	1650.35	520.92

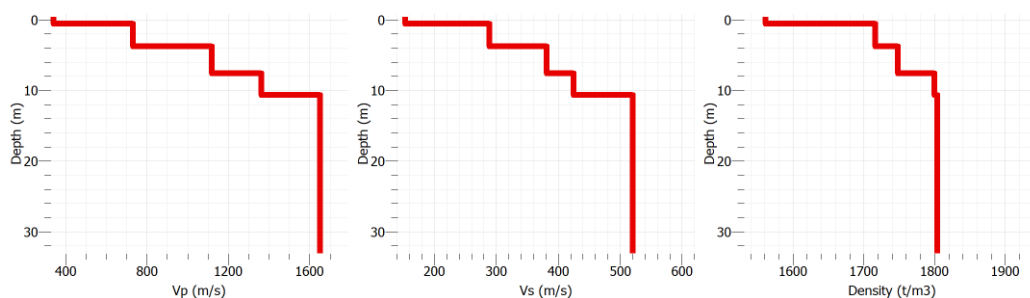
$$V_{S,eq}$$

$$\text{m/s}$$

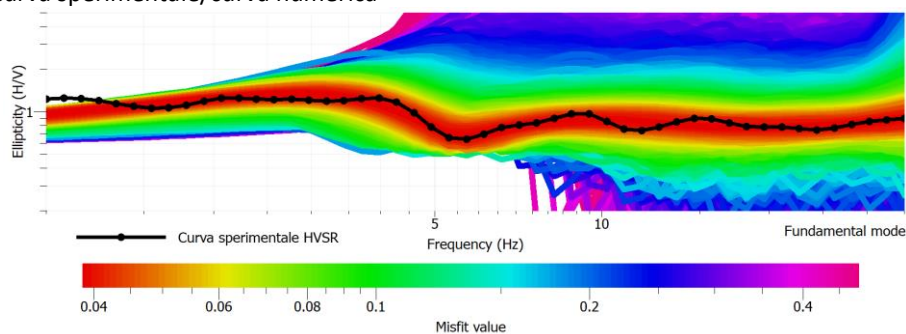
$$433.76$$

Il valore della $V_{S,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Inversione numerica effettuata su curva H/V calcolata sulla direttrice 70° per non tenere conto degli effetti di direzionalità del moto di propagazione

Indagine HV02



COORDINATE INDAGINE HV02

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.334,19 m	4.236.254,92 m	165.2 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

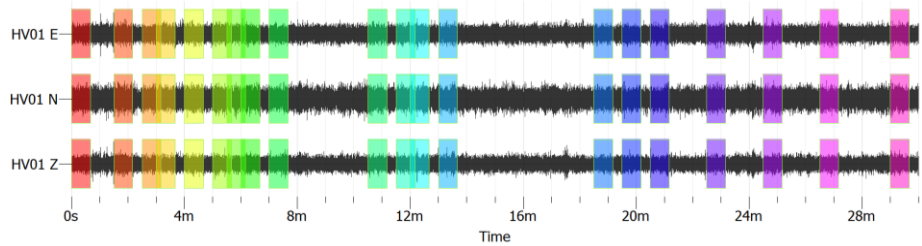
Nome file: **MT_20210505_120320.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	05/05/2021 12:03	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	05/05/2021 12:03	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	05/05/2021 12:03	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

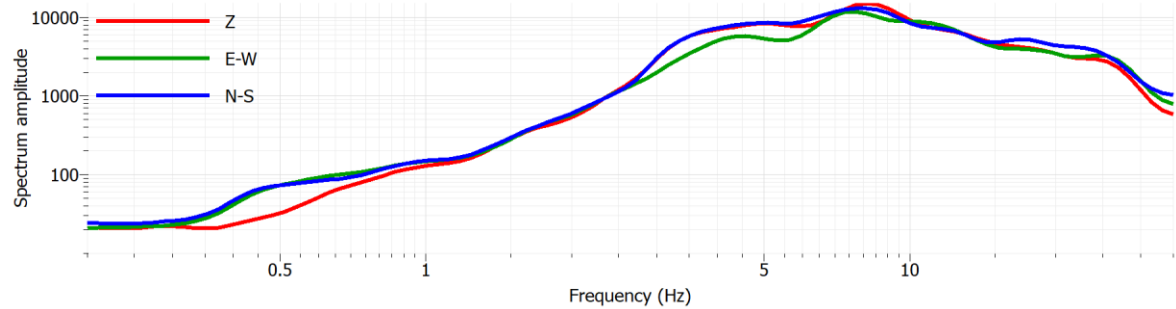
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
40	20	373	0.466	0.036	2.48	1.12	BASSO

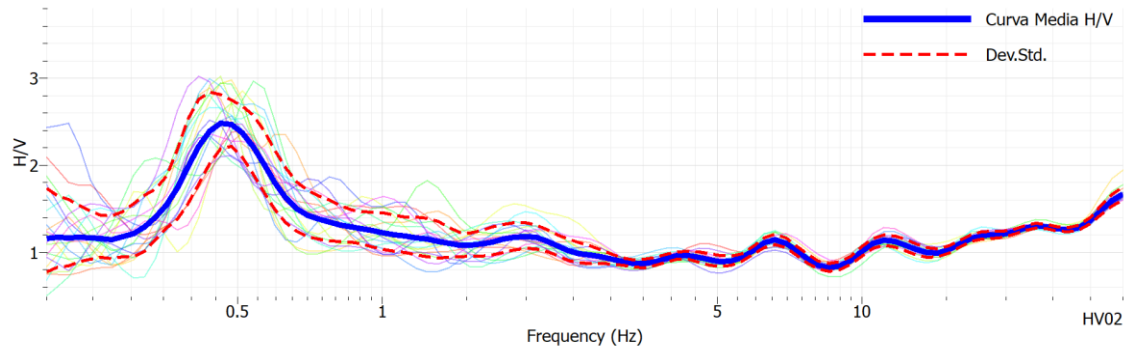
Tracce



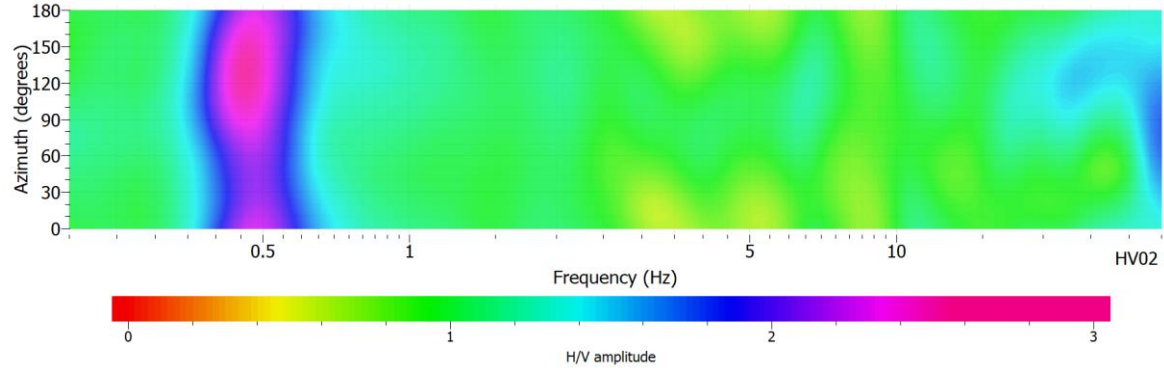
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.47	>	0.25	OK
$n_c(f_0) > 200$		373	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.15	<	1.24	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.15	>	1.08	OK
	$A_0 > 2$	2.48	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.048	NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.036	<	0.093	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.12	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.81	0.81	1626.94	427.17	121.73
2	3.20	4.01	1726.61	622.97	287.11
3	4.72	8.73	1782.11	796.33	386.54
4	5.94	14.67	1789.25	870.94	392.24
5	---	---	1842.21	1660.28	563.15

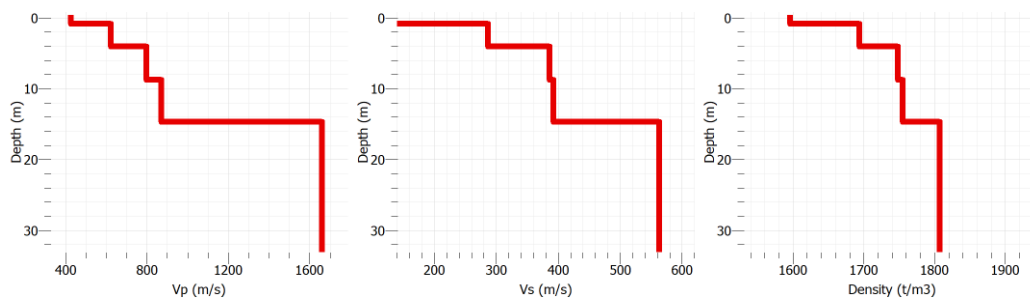
$$V_{S,eq}$$

m/s

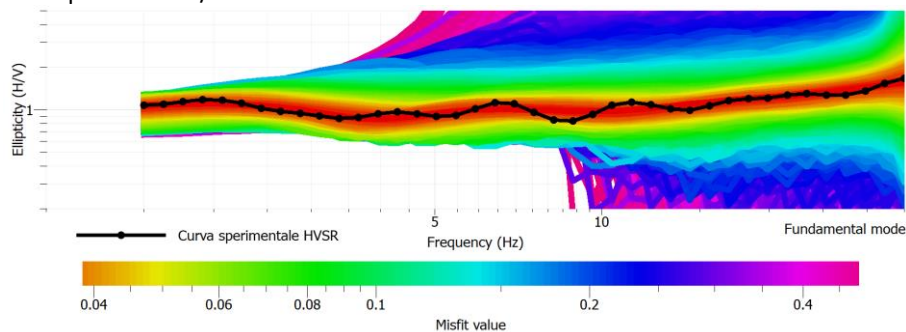
414.62

Il valore della $V_{S,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV03



COORDINATE INDAGINE HV03

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.317,89 m	4.236.187,75 m	160.45 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

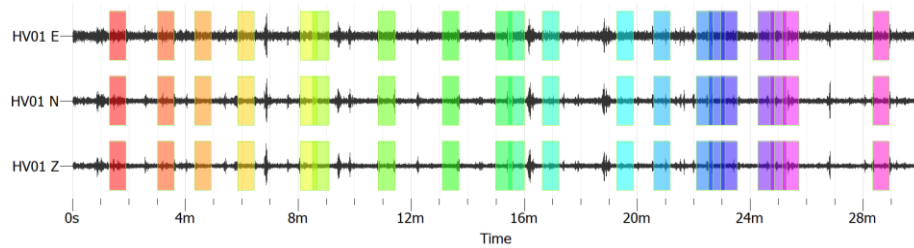
Nome file: **MT_20210505_110359.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	05/05/2021 11:03	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	05/05/2021 11:03	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	05/05/2021 11:03	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

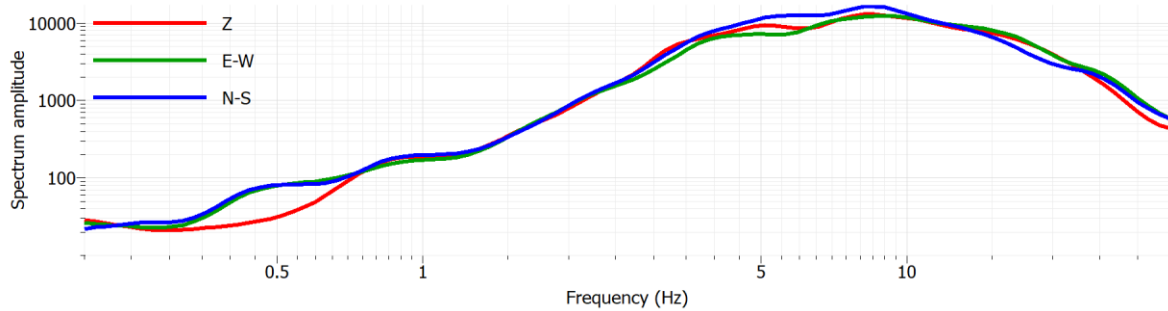
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	20	330	0.472	0.036	2.83	1.12	BASSO

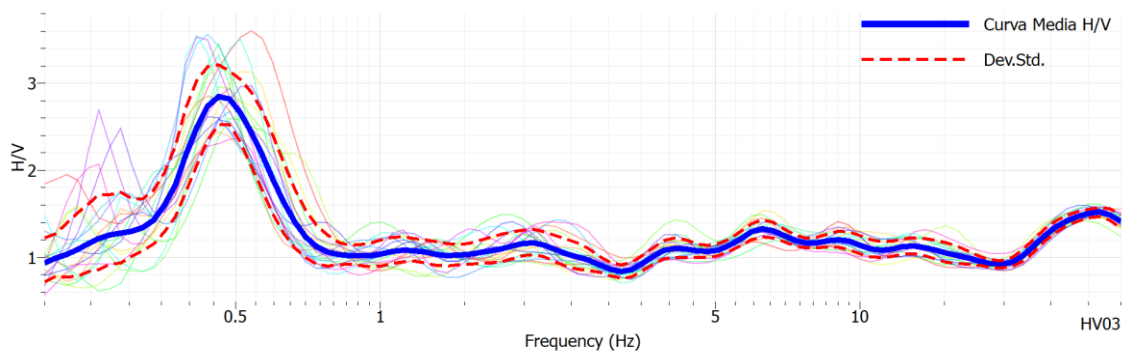
Tracce



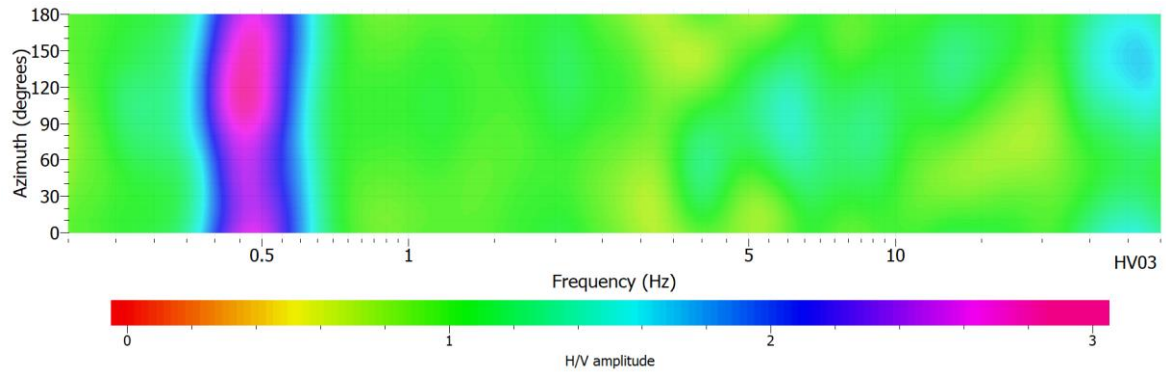
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.47	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		330	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.94	<	1.42	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0.94	<	1.02	OK
	$A_0 > 2$	2.83	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.000	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.036	<	0.094	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.12	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.83	0.83	1503.41	298.08	99.18
2	3.57	4.40	1642.44	741.30	236.74
3	4.77	9.17	1748.58	1127.59	378.51
4	4.68	13.85	1791.04	1238.17	384.09
5	---	---	1961.94	1633.94	544.11

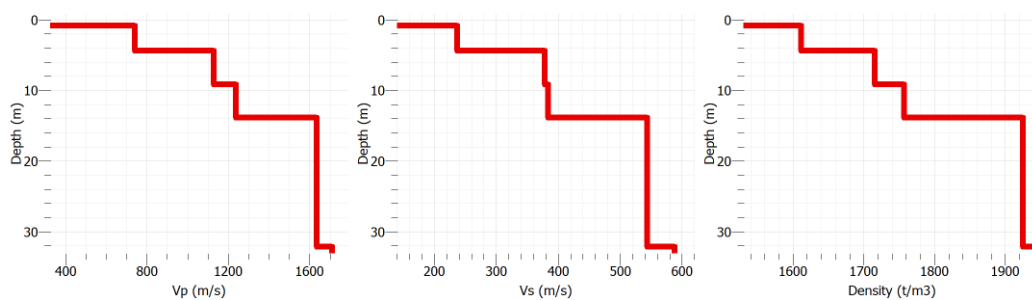
$$V_{s,eq}$$

m/s

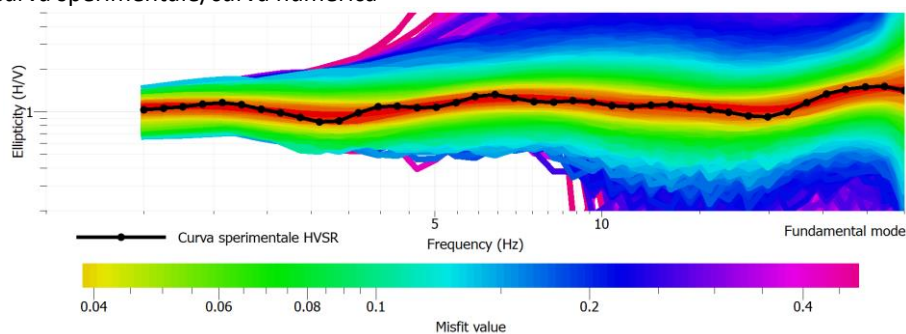
384.98

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV04



COORDINATE INDAGINE HV04

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.306,46 m	4.236.073,49 m	150.2 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

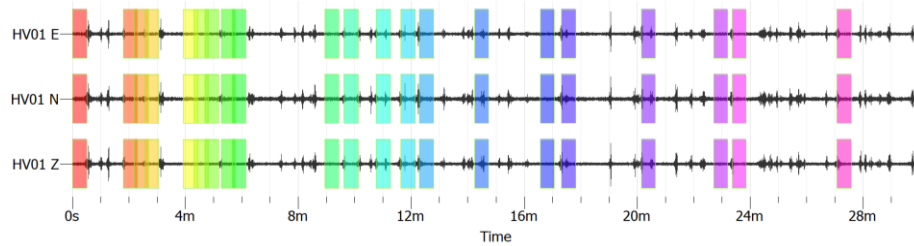
Nome file: **MT_20210505_092604.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	05/05/2021 09:26	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	05/05/2021 09:26	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	05/05/2021 09:26	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

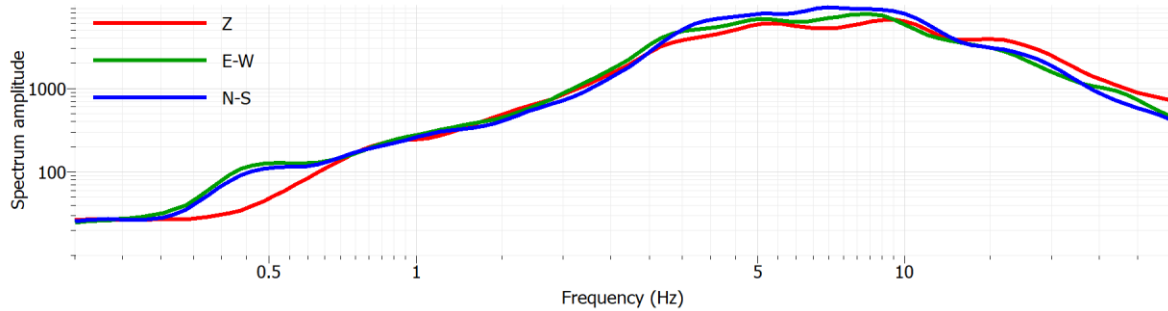
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
30	21	290	0.460	0.034	3.06	1.24	MODERATO

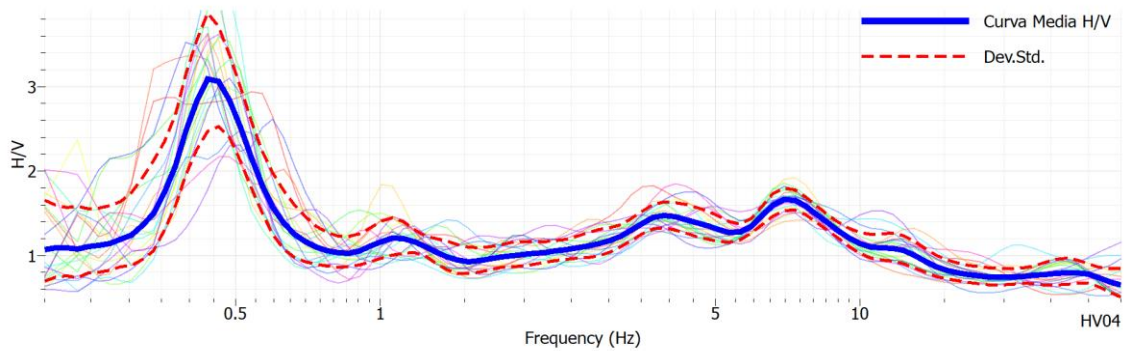
Tracce



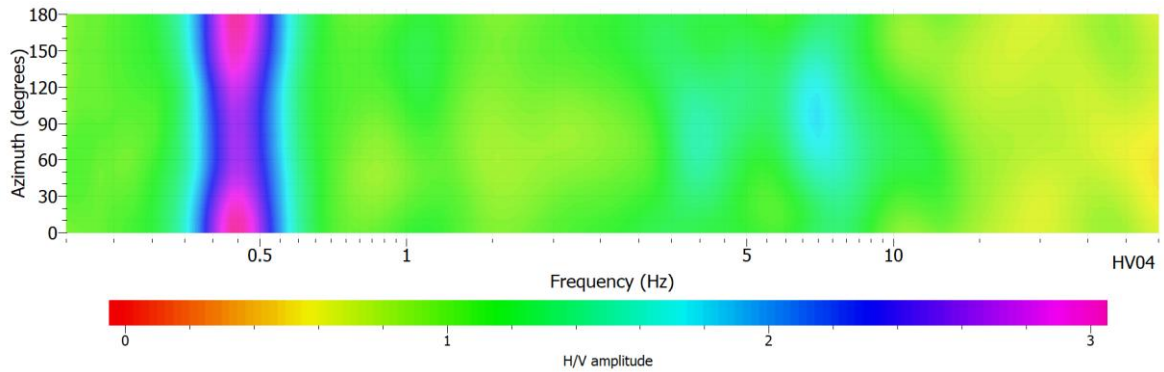
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.46	>	0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$		290	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.06	<	1.53	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.06	>	0.93	OK
	$A_0 > 2$	3.06	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.023	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.034	<	0.092	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.24	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.90	0.90	1612.37	378.14	144.42
2	3.27	4.17	1634.25	587.88	234.39
3	4.77	8.94	1739.87	867.81	360.42
4	4.91	13.85	1746.84	893.87	400.56
5	---	---	1940.49	1603.20	594.73

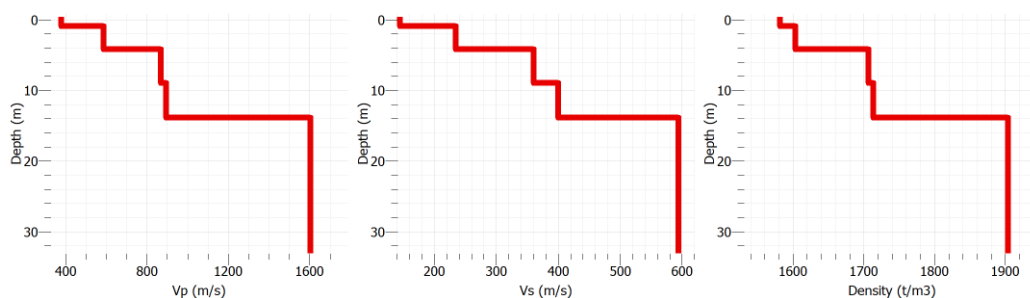
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

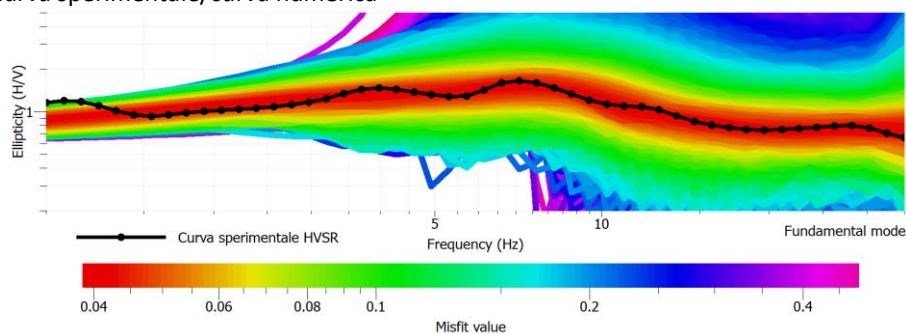
$$411.96$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV05



COORDINATE INDAGINE HV05

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.391,32 m	4.236.000,12 m	155.45 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

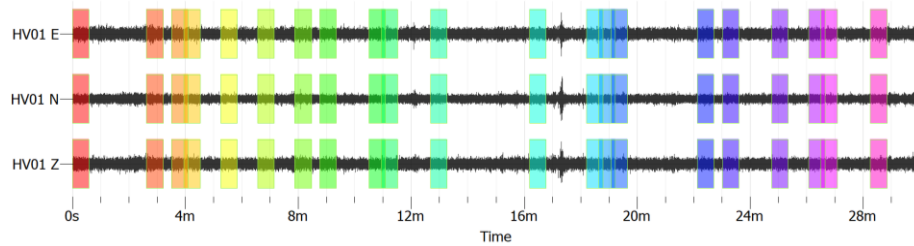
Nome file: **MT_20210506_102152.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	06/05/2021 10:21	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	06/05/2021 10:21	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	06/05/2021 10:21	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

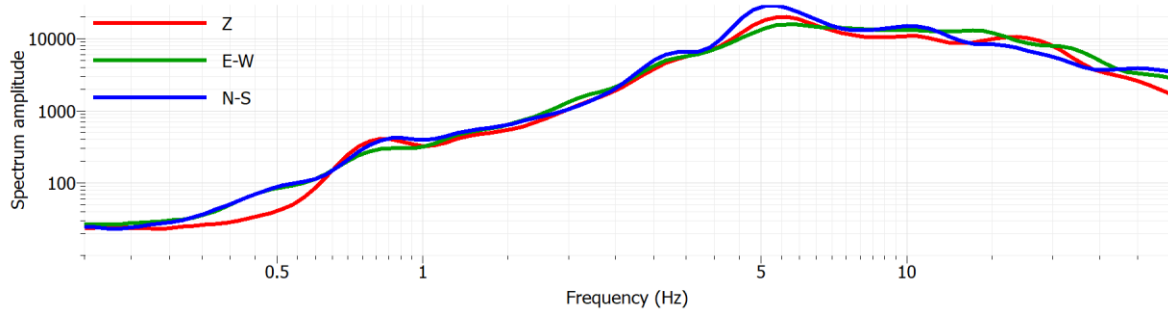
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	21	352	0.479	0.044	2.29	1.15	BASSO

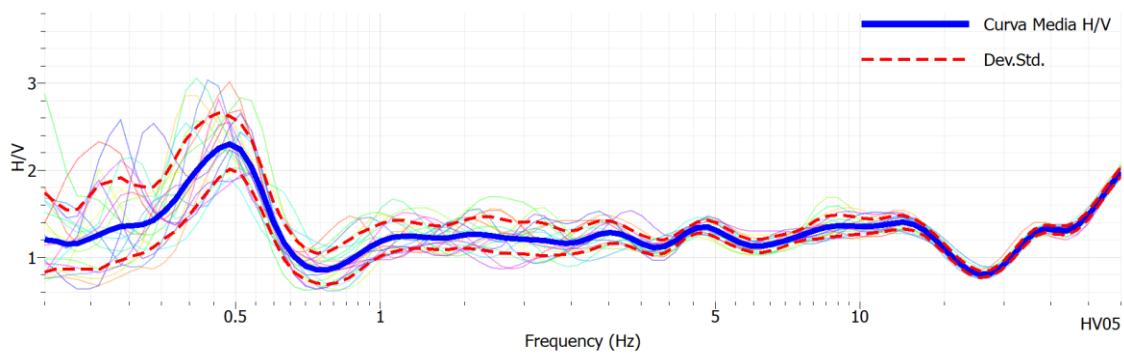
Tracce



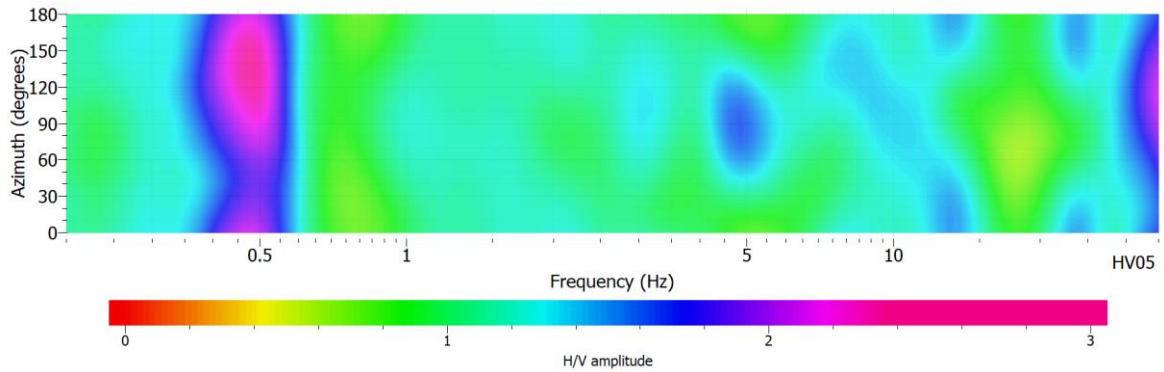
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.48	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		352	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.17	>	1.14	NO
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.17	>	0.86	OK
	$A_0 > 2$	2.29	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.025	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.044	<	0.096	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.15	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.65	0.65	1574.15	403.92	89.39
2	3.05	3.70	1695.82	604.57	220.31
3	2.13	5.83	1800.01	726.37	295.12
4	2.70	8.53	1856.66	1008.78	359.57
5	10.89	19.42	1868.17	1635.57	444.88
6	---	---	2129.72	1653.65	582.47

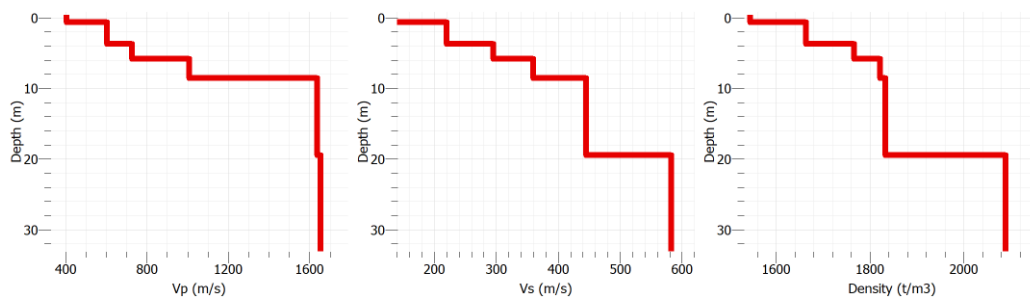
$$V_{s,eq}$$

m/s

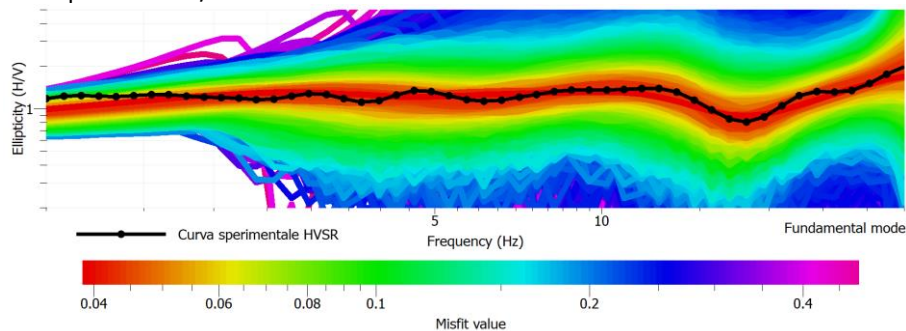
382.34

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV06



COORDINATE INDAGINE HV06

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.494,68 m	4.235.927,28 m	156.65 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

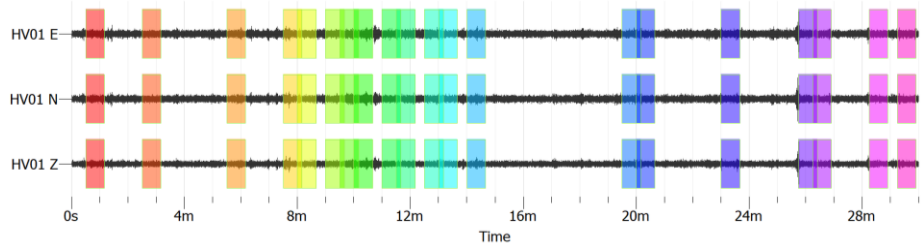
Nome file: **MT_20210506_092319.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	06/05/2021 09:23	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	06/05/2021 09:23	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	06/05/2021 09:23	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

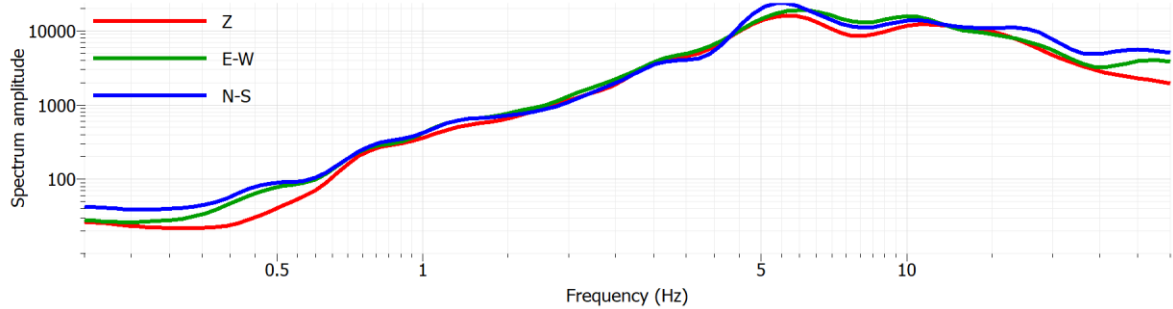
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
40	20	342	0.427	0.051	2.48	1.18	BASSO

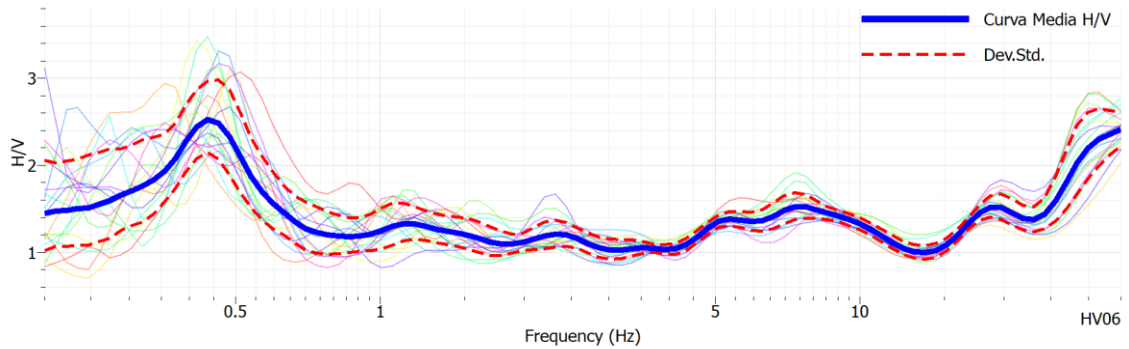
Tracce



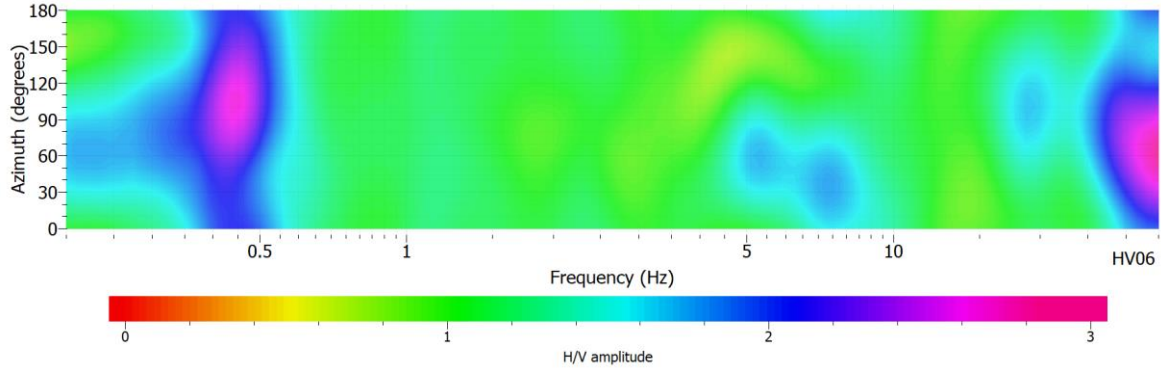
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.43	>	0.25	OK
$n_c(f_0) > 200$		342	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.42	>	1.24	NO
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.42	>	1.12	OK
	$A_0 > 2$	2.48	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-34.539	NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.051	<	0.085	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.18	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.77	0.77	1520.03	464.59	93.69
2	3.33	4.10	1743.95	572.23	236.27
3	4.82	8.92	1791.04	720.59	322.90
4	4.32	13.23	1892.25	1011.81	399.36
5	---	---	1967.84	1645.41	515.81

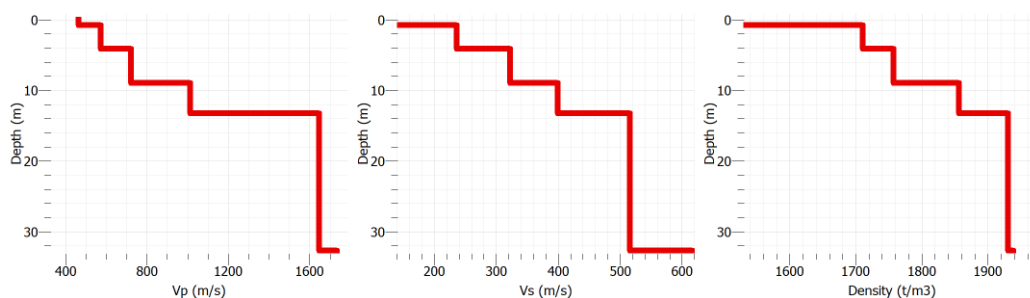
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

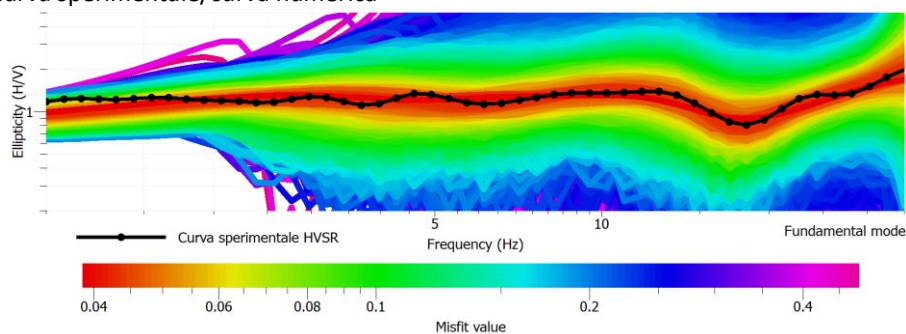
$$372.55$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV07



COORDINATE INDAGINE HV07

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.585,20 m	4.235.872,79 m	153.3 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

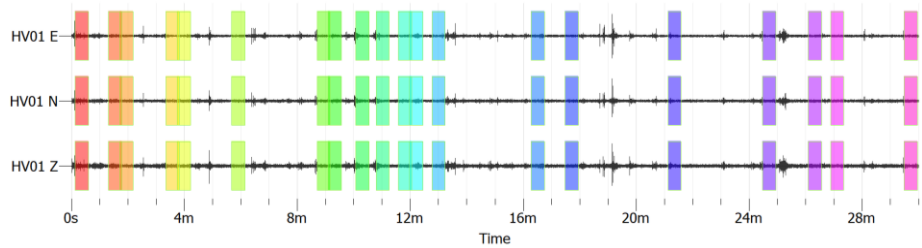
Nome file: **MT_20210506_092319.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	06/05/2021 09:23	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	06/05/2021 09:23	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	06/05/2021 09:23	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

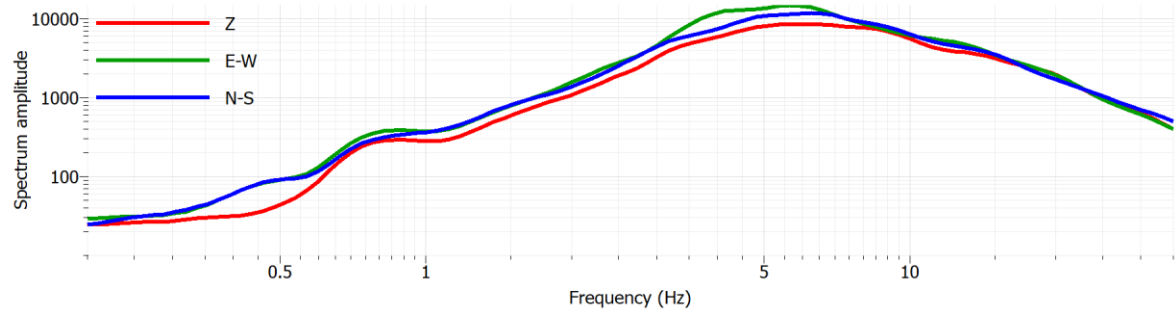
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
28	20	254	0.454	0.037	2.52	1.19	BASSO

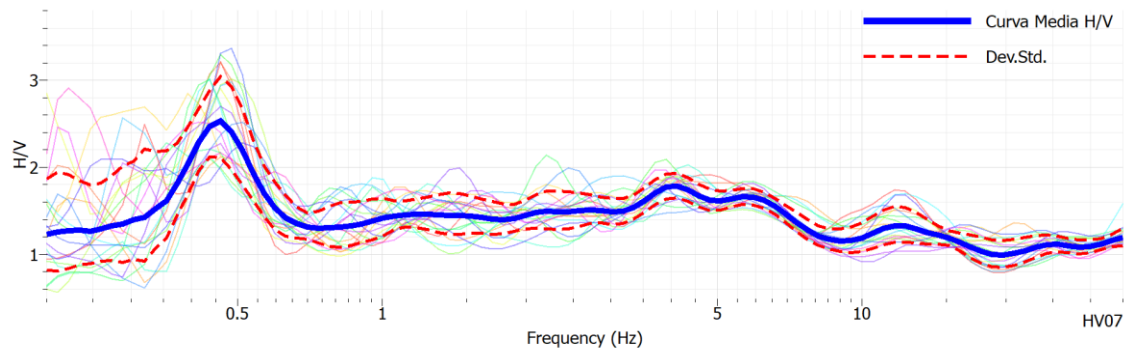
Tracce



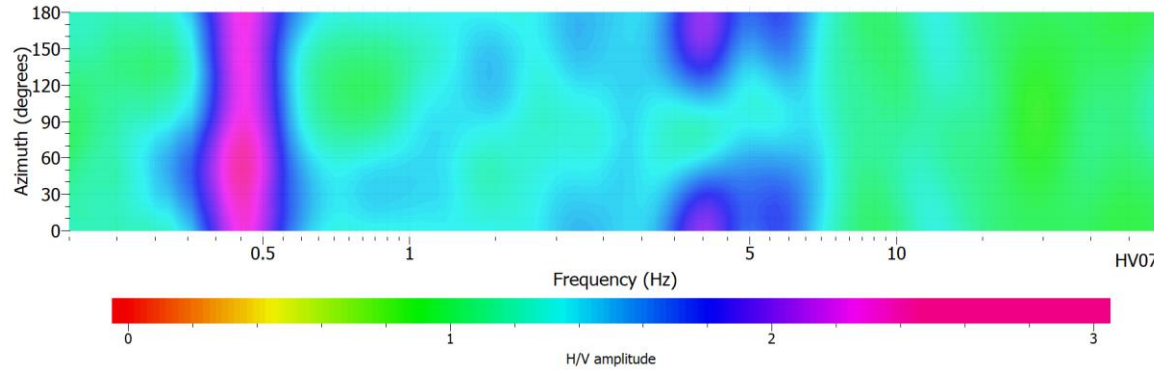
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.45	>	0.36	OK
$n_c(f_0) > 200$		254	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.23	<	1.26	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.23	<	1.30	NO
	$A_0 > 2$	2.52	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.023	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.037	<	0.091	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.19	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h m	z m	peso vol. Kg/mc	Vp m/s	Vs m/s
1	0.65	0.65	1538.37	267.31	83.35
2	3.40	4.05	1690.74	423.87	183.55
3	4.36	8.41	1975.35	886.22	303.49
4	4.19	12.60	1743.35	958.65	350.35
5	5.82	18.42	1879.41	1680.31	402.97
6	---	---	1958.21	1766.42	574.38

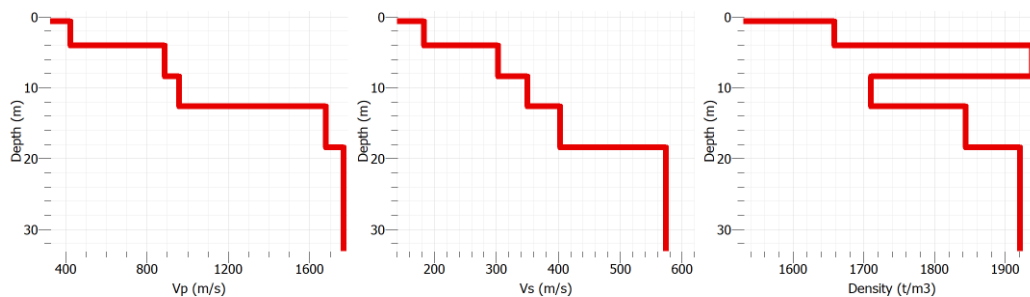
$$V_{s,eq}$$

m/s

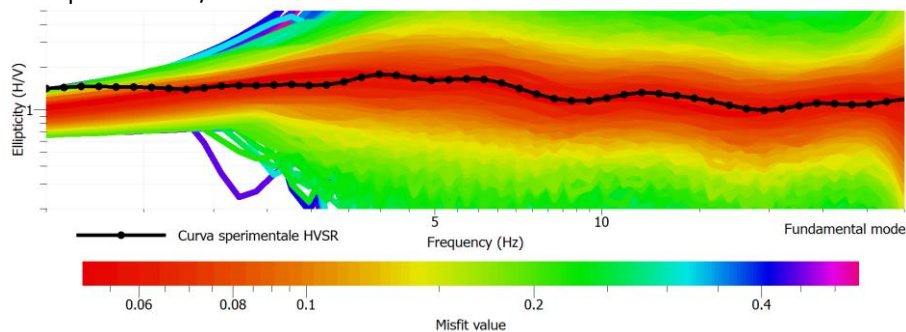
343.92

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV08



COORDINATE INDAGINE HV08

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.768,36 m	4.235.885,68 m	134.4 m	0040	1901

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

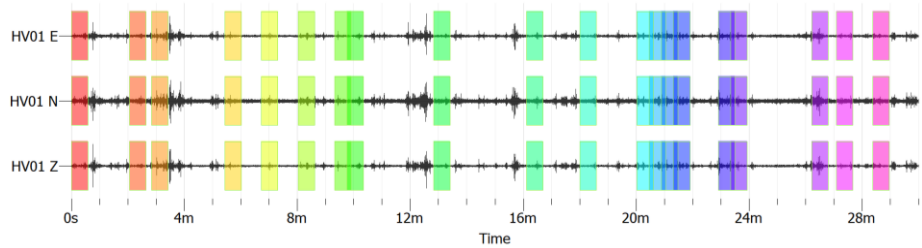
Nome file: **MT_20210506_171630.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	06/05/2021 17:16	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	06/05/2021 17:16	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	06/05/2021 17:16	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

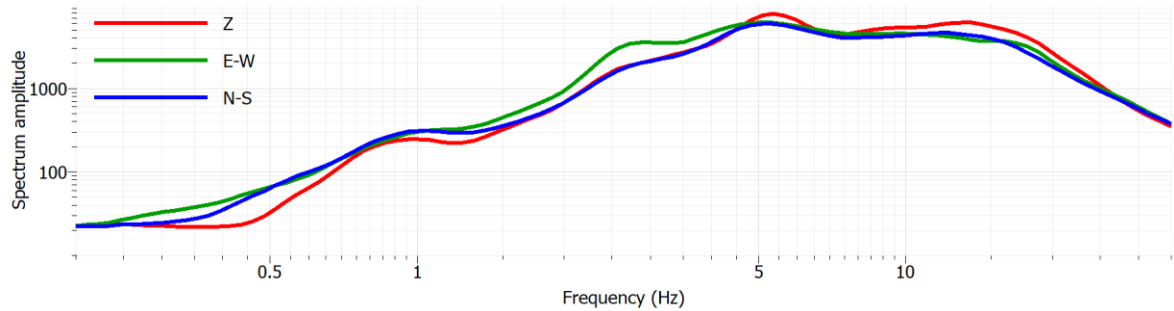
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	20	329	0.470	0.057	2.25	1.29	BASSO

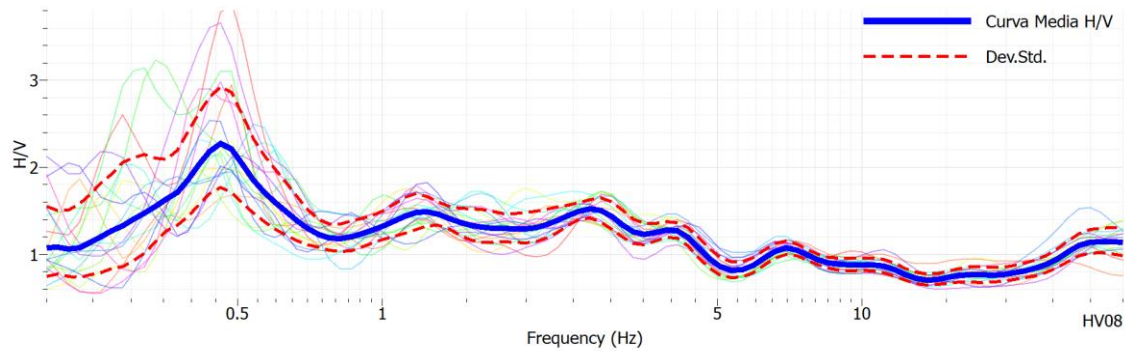
Tracce



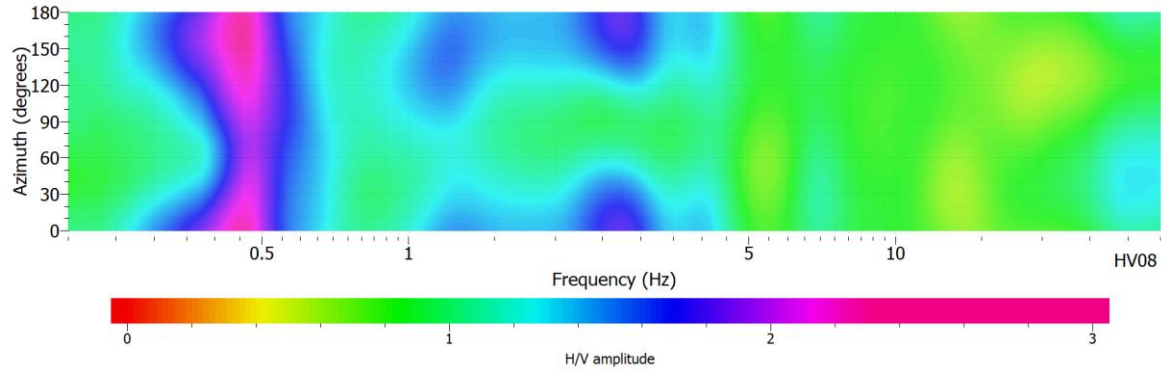
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.47	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		329	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.06	<	1.13	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.06	<	1.18	NO
	$A_0 > 2$	2.25	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.000	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.057	<	0.094	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.29	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.70	0.70	1599.53	272.17	109.06
2	3.27	3.97	1731.79	728.63	231.69
3	4.68	8.64	1965.50	1109.71	304.71
4	3.11	11.75	1767.92	1269.50	387.56
5	6.82	18.58	1923.11	1624.17	465.35
6	---	---	2042.16	1709.11	503.38

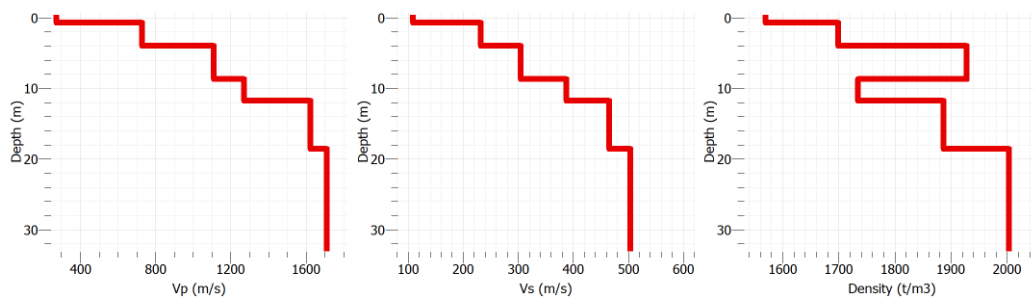
$$V_{s,eq}$$

m/s

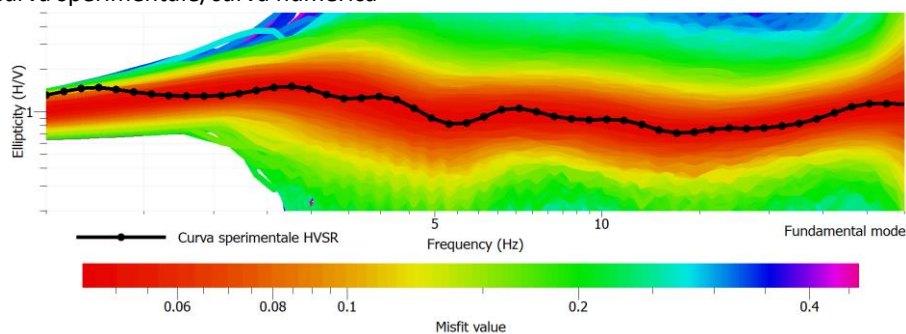
369.20

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV09



COORDINATE INDAGINE HV09

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.777,61 m	4.235.976,99 m	147.9 m	0040	1981

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

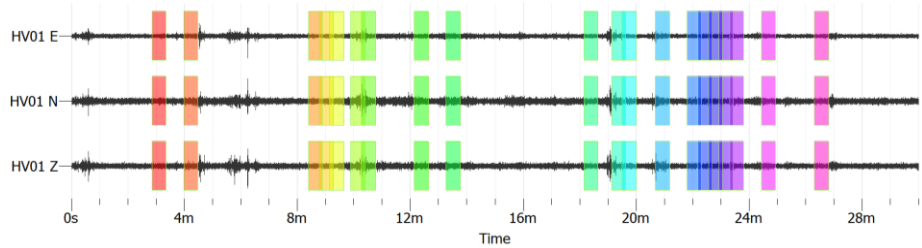
Nome file: **MT_20210506_161322.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	06/05/2021 16:13	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	06/05/2021 16:13	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	06/05/2021 16:13	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

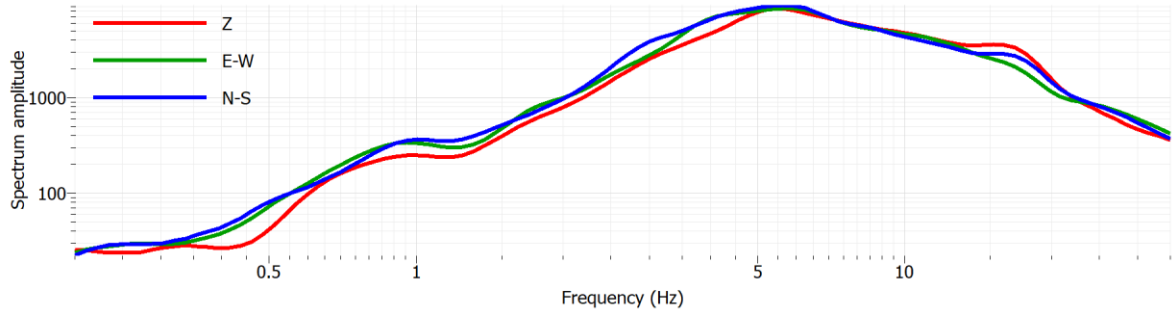
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
30	20	281	0.469	0.030	2.09	1.16	BASSO

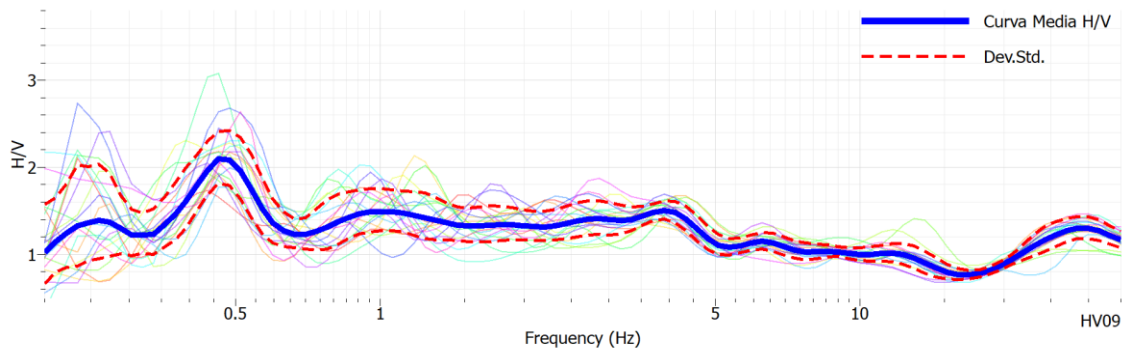
Tracce



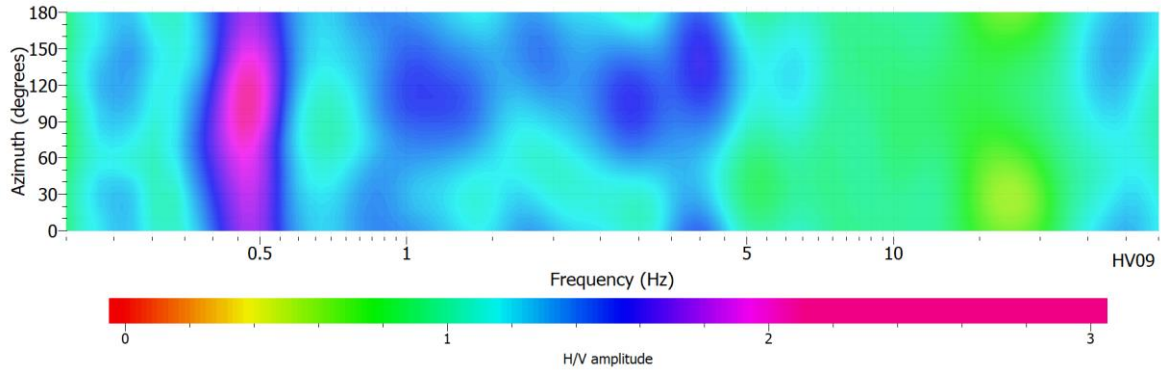
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.47	>	0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$		281	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.02	<	1.04	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.02	<	1.23	NO
	$A_0 > 2$	2.09	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.025	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.030	<	0.094	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.16	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.70	0.70	1599.53	272.17	109.06
2	3.27	3.97	1731.79	728.63	231.69
3	4.68	8.64	1965.50	1109.71	304.71
4	3.11	11.75	1767.92	1269.50	387.56
5	6.82	18.58	1923.11	1624.17	465.35
6	---	---	2042.16	1709.11	503.38

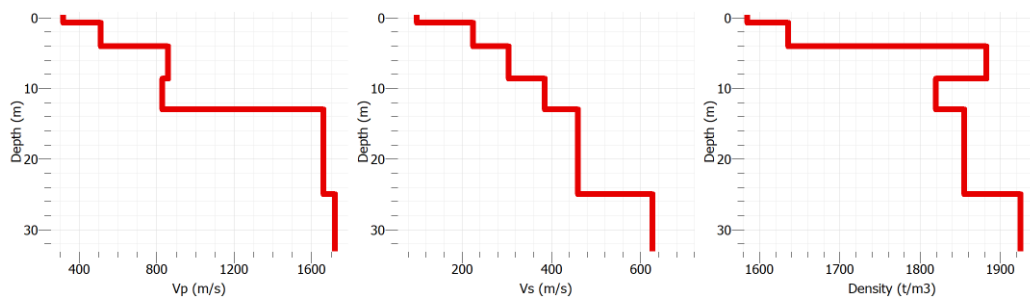
$$V_{s,eq}$$

m/s

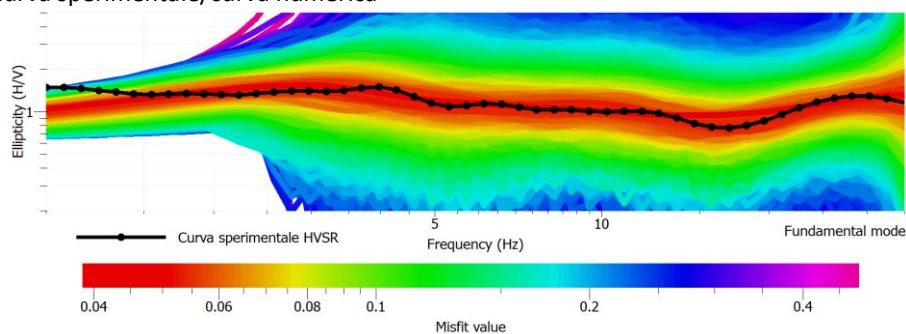
365.11

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV10



COORDINATE INDAGINE HV10

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.707,09 m	4.236.051,24 m	164.25 m	0040	27

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

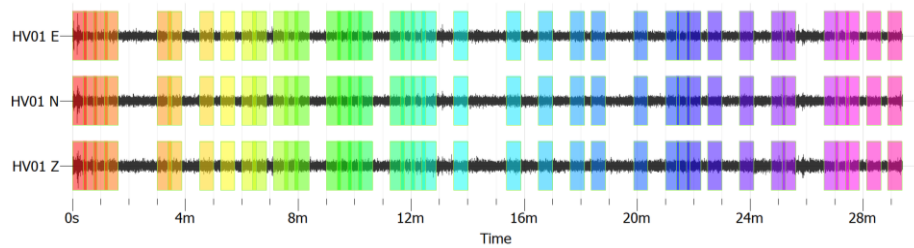
Nome file: **MTR_20210503_094205.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	03/05/2021 09:42	0s	29m24.000000s	300	0.0033	529200
R001	North	03/05/2021 09:42	0s	29m24.000000s	300	0.0033	529200
R001	East	03/05/2021 09:42	0s	29m24.000000s	300	0.0033	529200

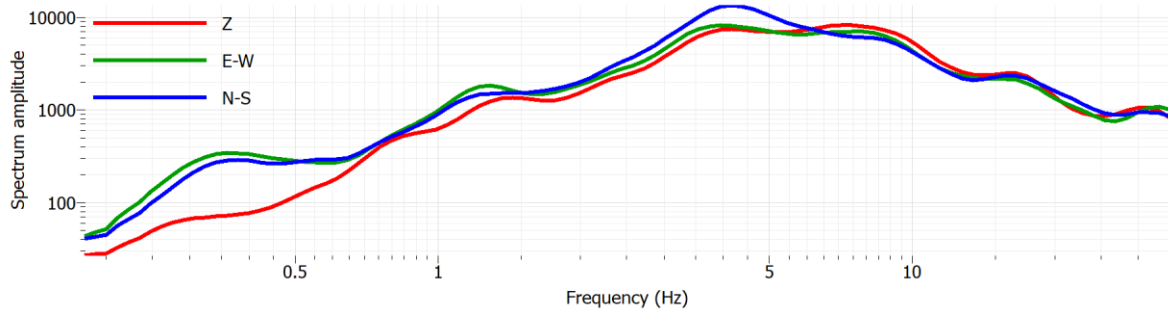
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
30	39	429	0.366	0.042	4.65	1.32	ALTO

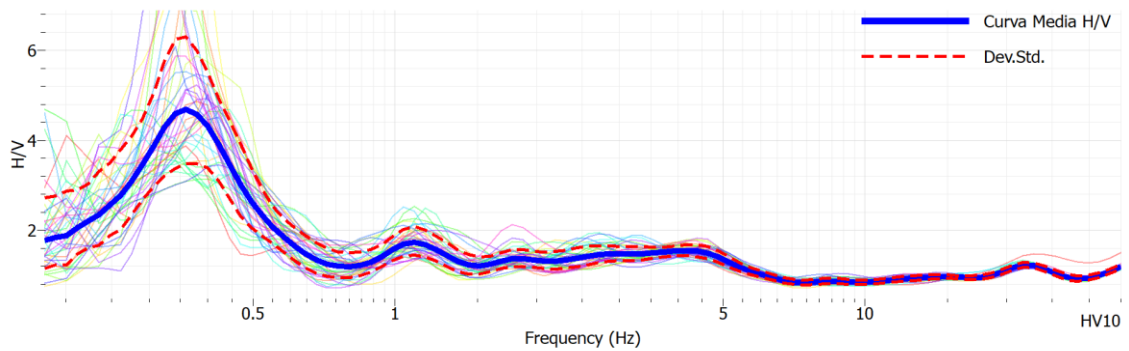
Tracce



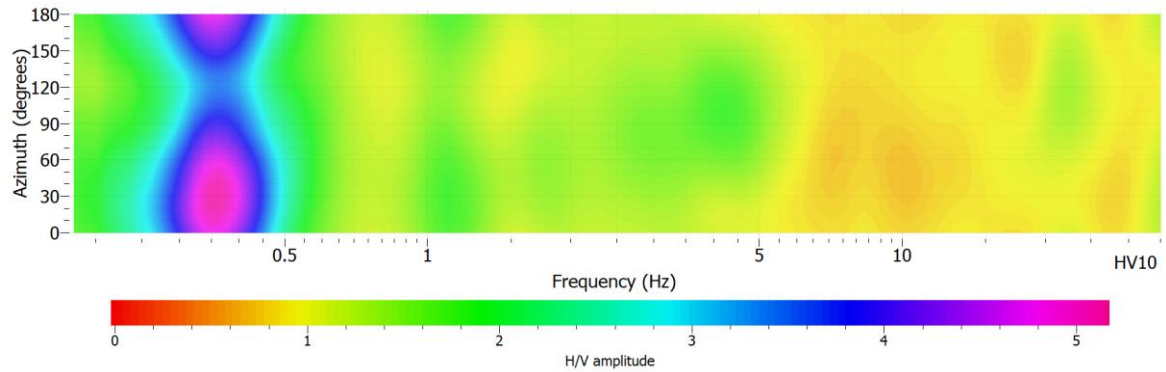
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
	$f_0 > 10/L_w$	0.37	>	0.33	OK
	$n_c(f_0) > 200$	429	>	200	OK
	$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 27			OK
	$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$				
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.78	<	2.32	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.78	>	1.19	OK
	$A_0 > 2$	4.65	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.020	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.042	<	0.073	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.32	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.86	0.86	1488.46	287.55	124.94
2	5.70	6.57	1642.44	458.70	241.14
3	3.08	9.65	1871.56	724.03	263.53
4	3.43	13.08	1748.58	943.44	374.24
5	10.57	23.65	1913.53	1627.42	382.18
6	---	---	2110.65	1687.04	585.97

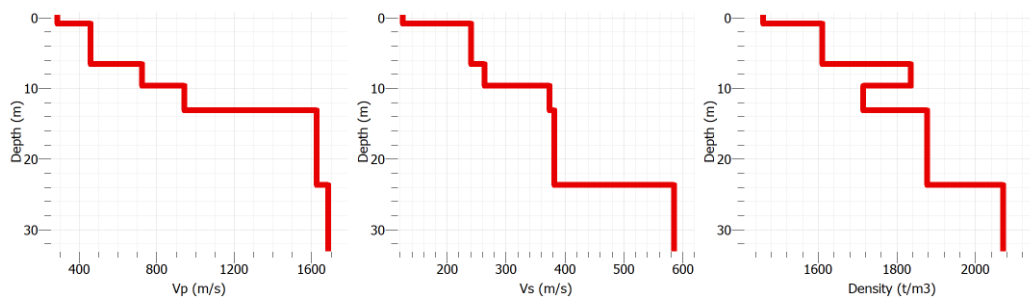
$$V_{s,eq}$$

m/s

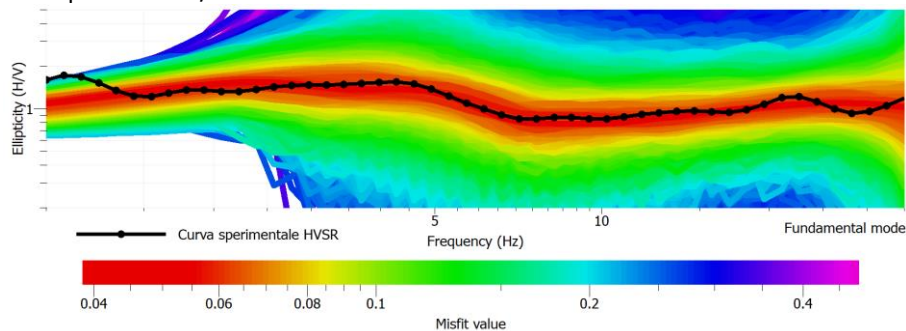
333.61

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV11



COORDINATE INDAGINE HV11

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.681,81 m	4.235.934,21 m	151.5 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

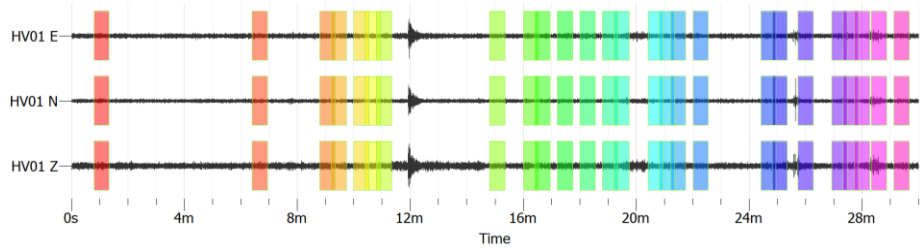
Nome file: **MT_20210506_112514.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	06/05/2021 00:00	11h25m	11h55m	300	0.0033	540000
R001	North	06/05/2021 00:00	11h25m	11h55m	300	0.0033	540000
R001	East	06/05/2021 00:00	11h25m	11h55m	300	0.0033	540000

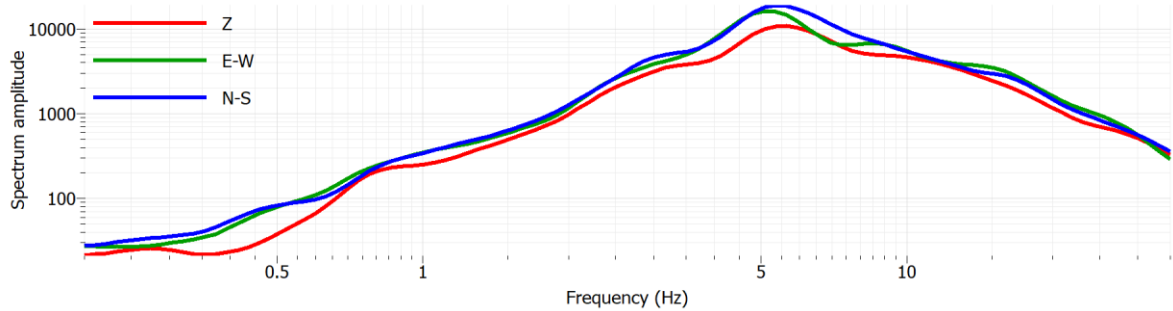
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
32	26	361	0.434	0.049	2.55	1.24	BASSO

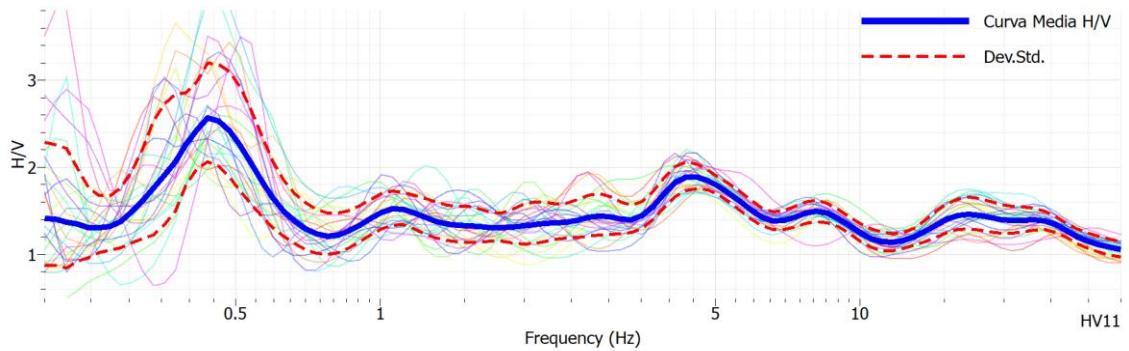
Tracce



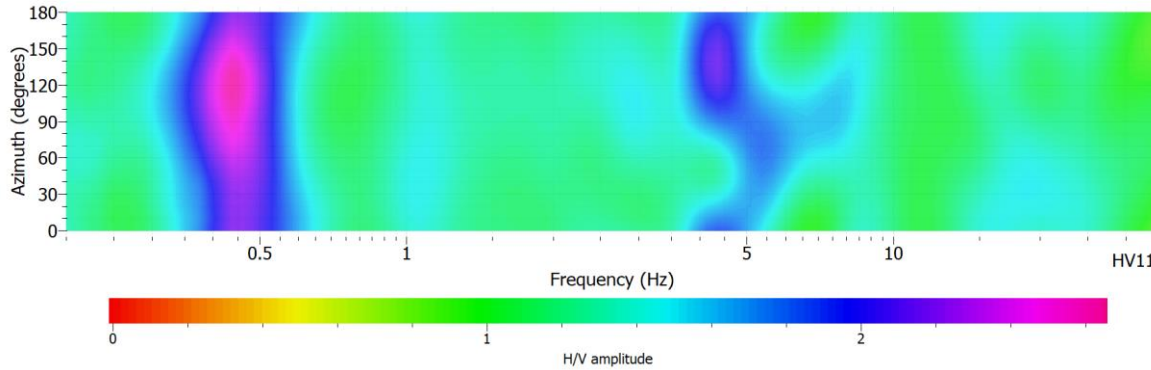
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.43	>	0.31	OK
$n_c(f_0) > 200$		361	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.30	>	1.27	NO
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.30	>	1.21	OK
	$A_0 > 2$	2.55	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.000	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.049	<	0.087	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.24	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.98	0.98	1485.49	298.68	102.91
2	5.37	6.36	1702.61	460.08	234.48
3	8.24	14.60	1821.73	740.13	381.84
4	1.20	15.80	1979.30	890.30	362.10
5	4.96	20.76	2027.74	1606.41	429.16
6	---	---	2031.98	1640.48	583.05

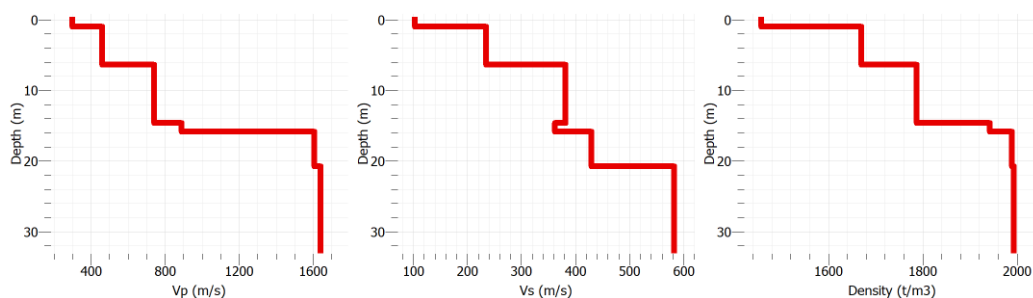
$$V_{s,eq}$$

m/s

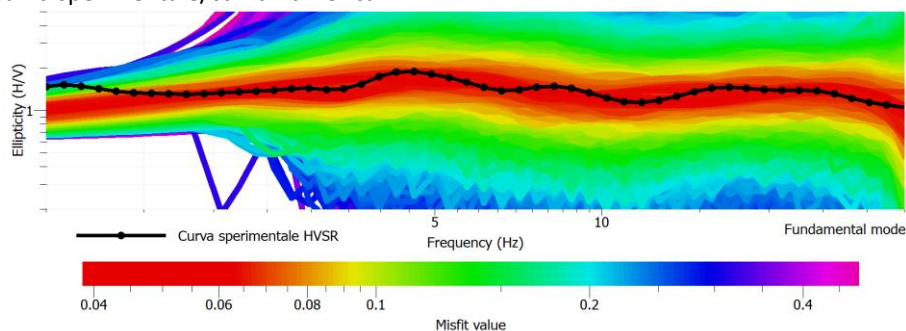
353.85

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV12



COORDINATE INDAGINE HV12

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSr	551.596,95 m	4.235.978,20 m	163.6 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

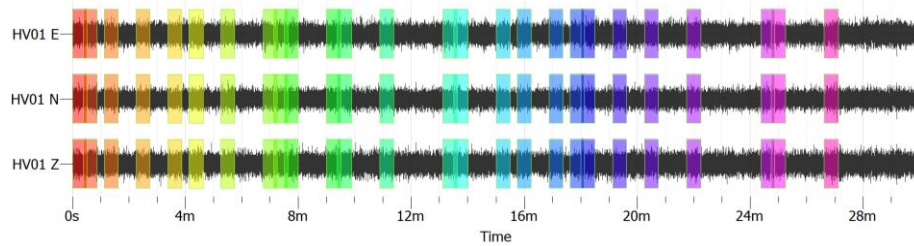
Nome file: **MT_20210506_123224.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	06/05/2021 12:32	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	06/05/2021 12:32	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	06/05/2021 12:32	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

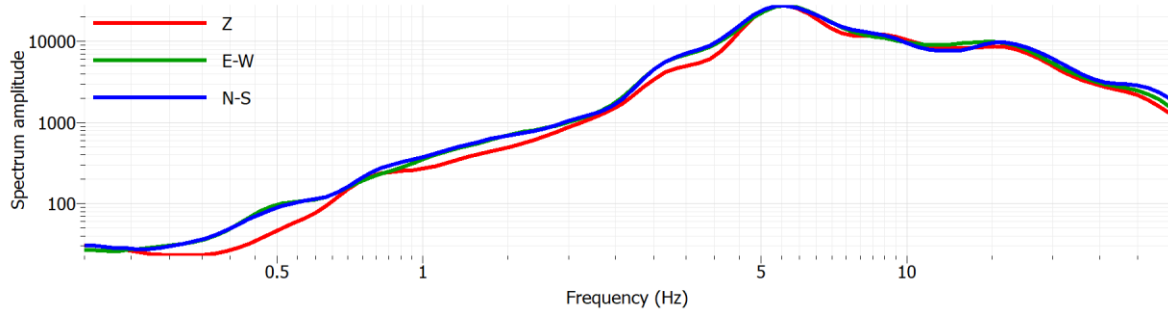
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
30	26	363	0.465	0.078	2.26	1.24	BASSO

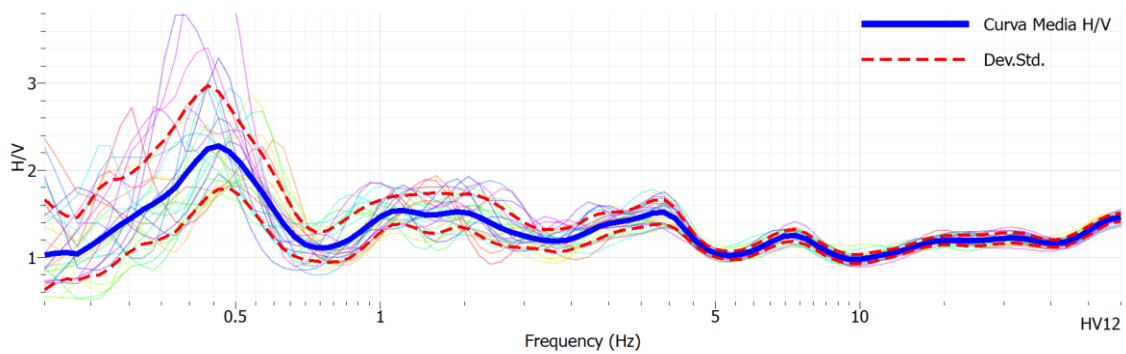
Tracce



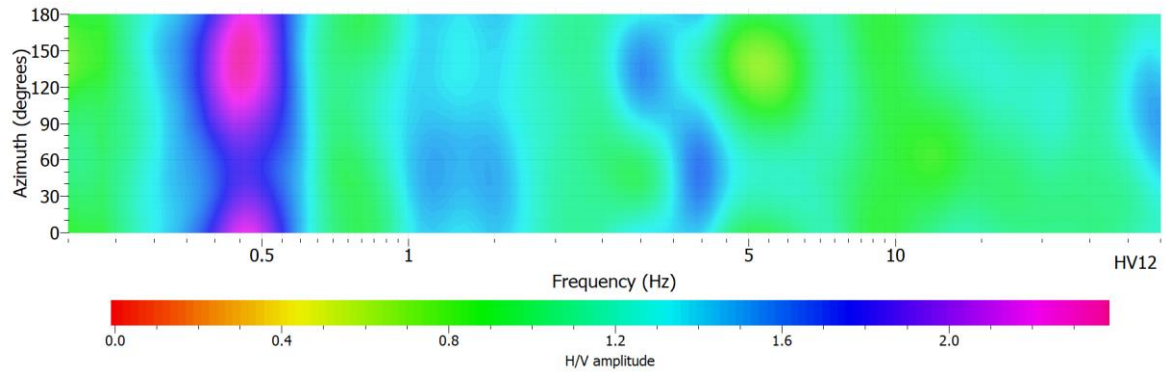
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.47	>	0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$		363	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.02	<	1.13	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.02	<	1.11	OK
	$A_0 > 2$	2.26	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.048	NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.078	<	0.093	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.24	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.74	0.74	1553.83	332.06	92.66
2	4.87	5.61	1816.90	451.87	207.98
3	9.48	15.09	2031.41	604.82	323.14
4	4.49	19.58	1753.84	1007.77	381.03
5	---	---	2029.76	1681.99	471.91

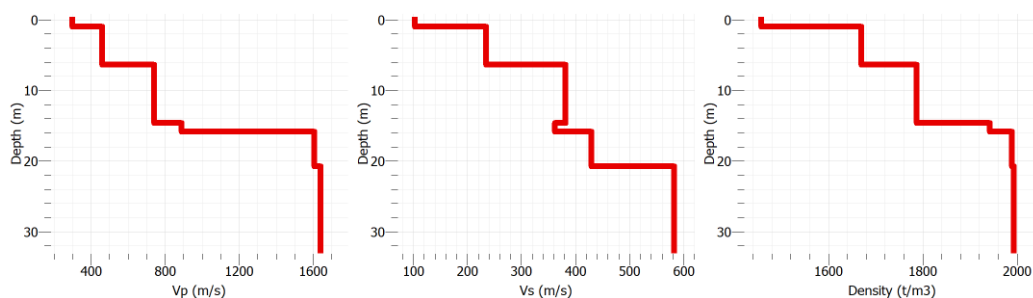
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

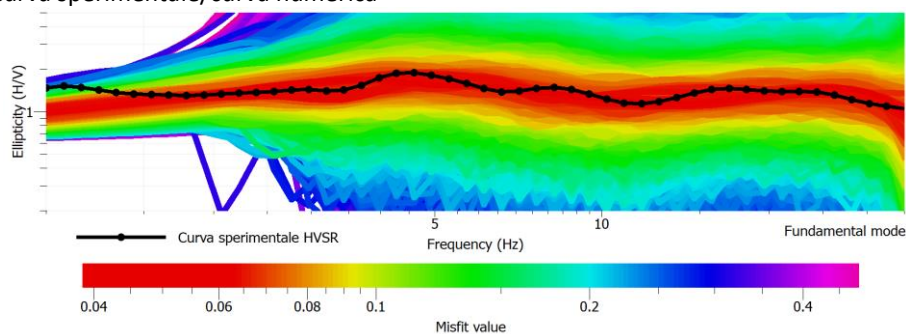
$$317.04$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV13



COORDINATE INDAGINE HV13

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.544,07 m	4.236.097,86 m	166.5 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

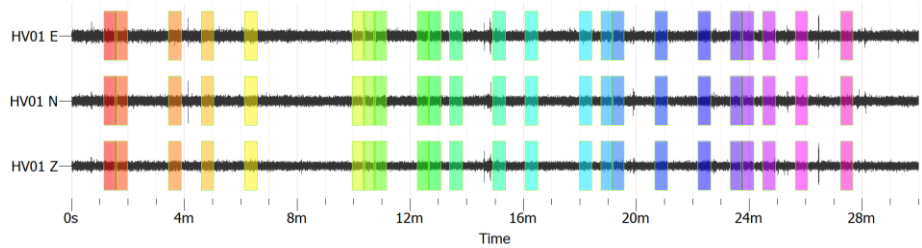
Nome file: **MT_20210504_093010.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	04/05/2021 09:30	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	04/05/2021 09:30	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	04/05/2021 09:30	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

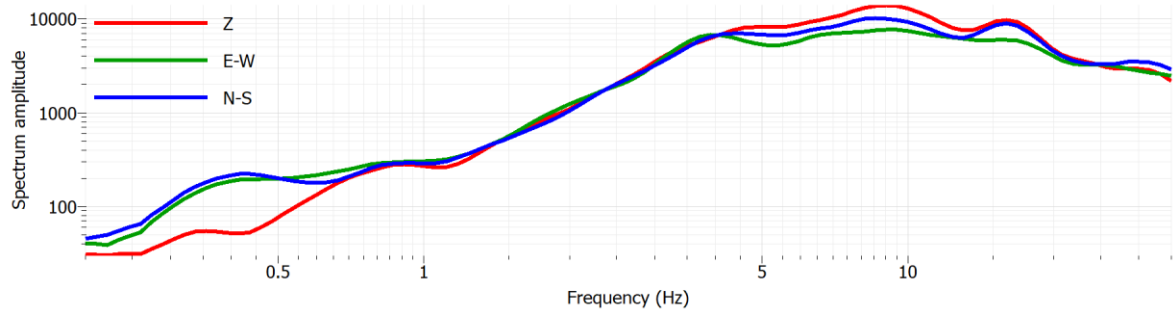
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
27	23	256	0.413	0.035	4.33	1.21	ALTO

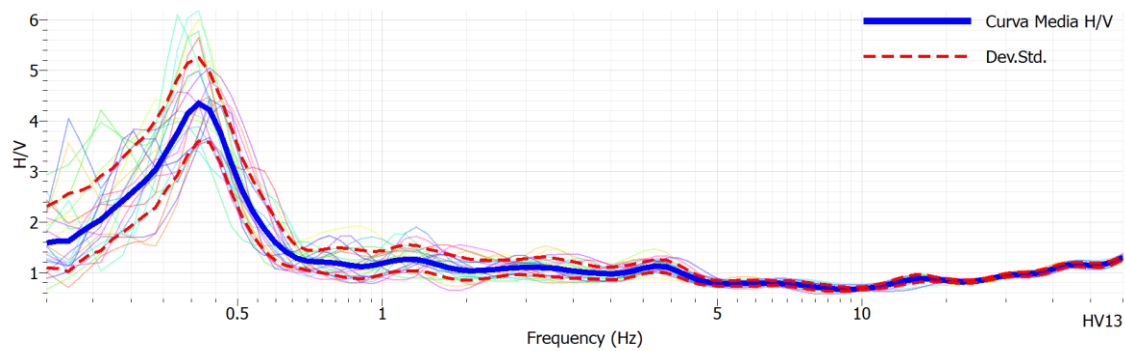
Tracce



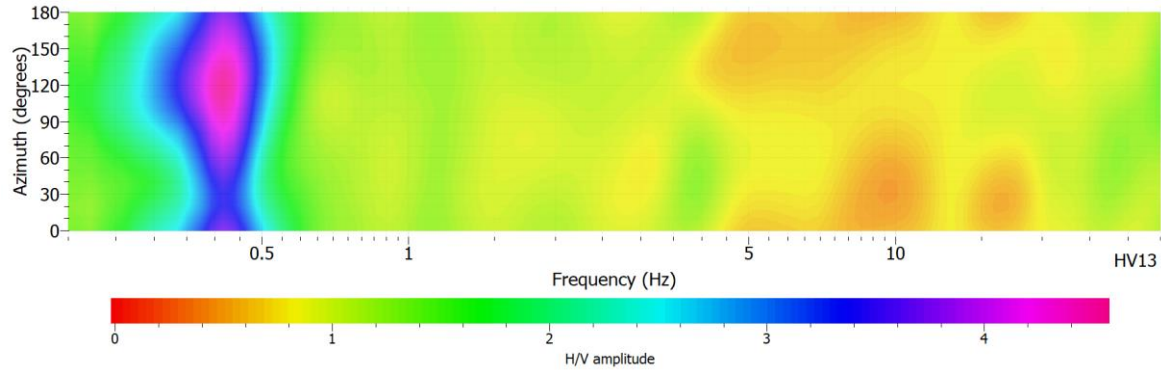
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.41	>	0.37	OK
$n_c(f_0) > 200$		256	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.61	<	2.16	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.61	>	1.04	OK
	$A_0 > 2$	4.33	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.000	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.035	<	0.083	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.21	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.51	0.51	1588.37	539.19	113.17
2	3.79	4.30	1652.32	666.61	288.67
3	9.67	13.97	1775.00	663.07	308.93
4	9.29	23.26	1748.58	967.31	457.51
5	---	---	2081.12	1666.93	503.58

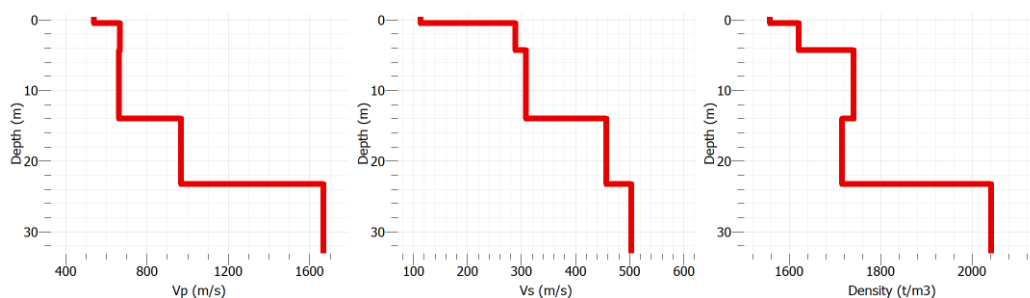
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

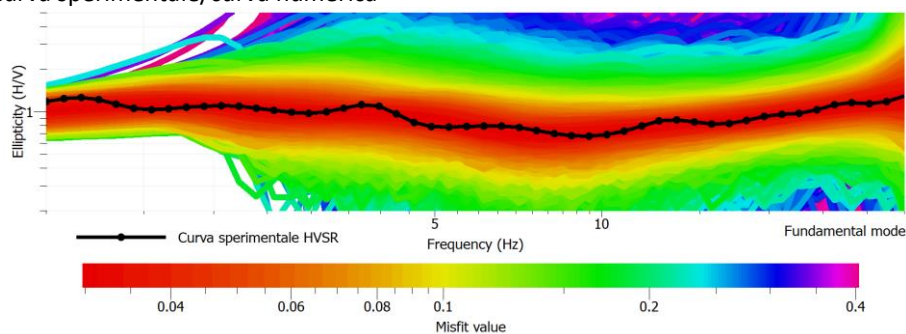
$$363.07$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV14



COORDINATE INDAGINE HV14

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.460,52 m	4.236.076,81 m	166.6 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

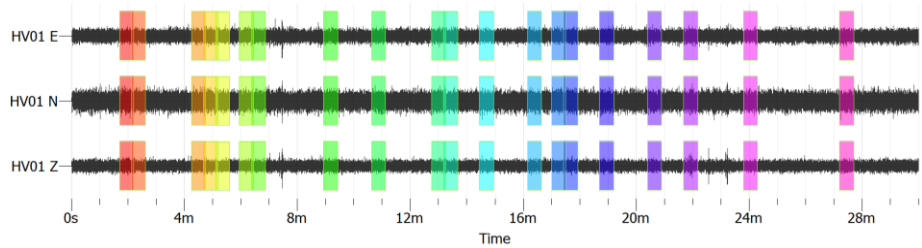
Nome file: **MT_20210504_103936.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	04/05/2021 10:39	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	04/05/2021 10:39	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	04/05/2021 10:39	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

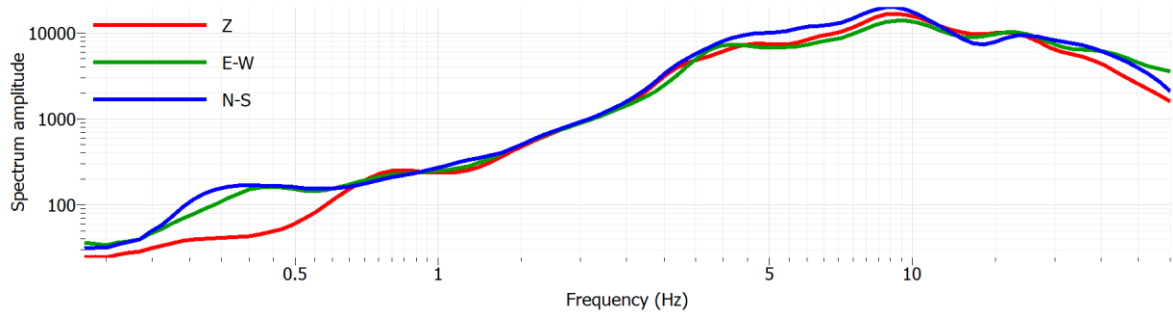
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
30	20	238	0.397	0.040	3.91	1.17	MODERATO

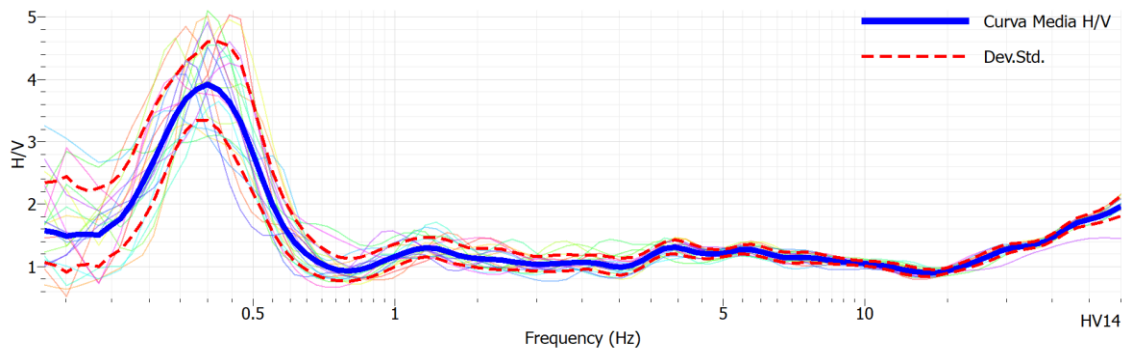
Tracce



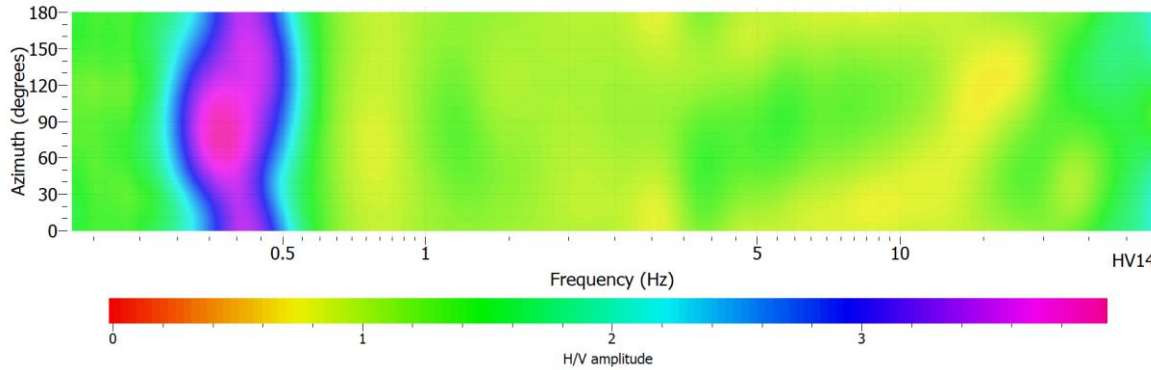
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.40	>	0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$		238	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.49	<	1.95	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.49	>	0.93	OK
	$A_0 > 2$	3.91	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.021	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.040	<	0.079	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.17	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.63	0.63	1489.95	346.64	87.71
2	5.70	6.34	1759.71	435.03	221.94
3	6.06	12.40	1882.82	835.28	361.05
4	8.93	21.32	1792.83	1101.53	408.65
5	---	---	2021.66	1658.62	545.50

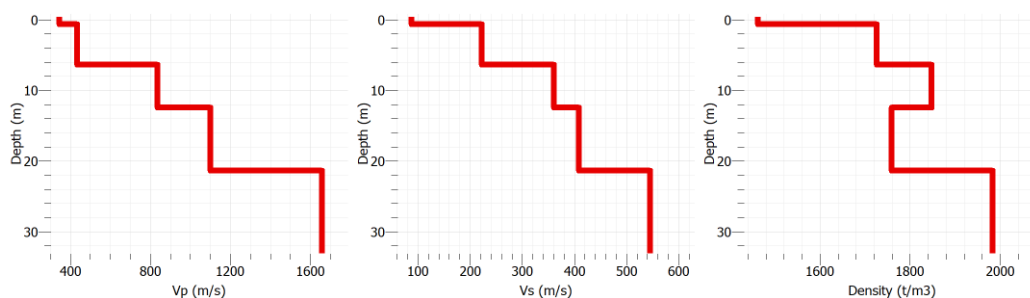
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

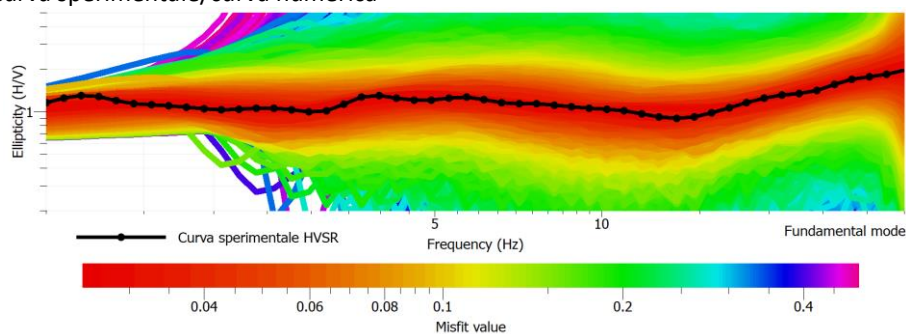
$$342.98$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV15



COORDINATE INDAGINE HV15

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.401,79 m	4.236.108,70 m	163.1 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

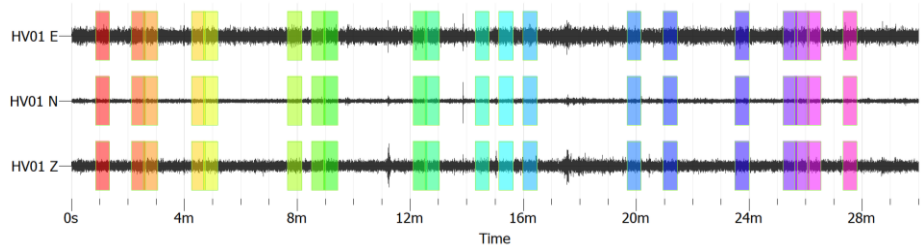
Nome file: **MT_20210504_113148.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	04/05/2021 11:31	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	04/05/2021 11:31	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	04/05/2021 11:31	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

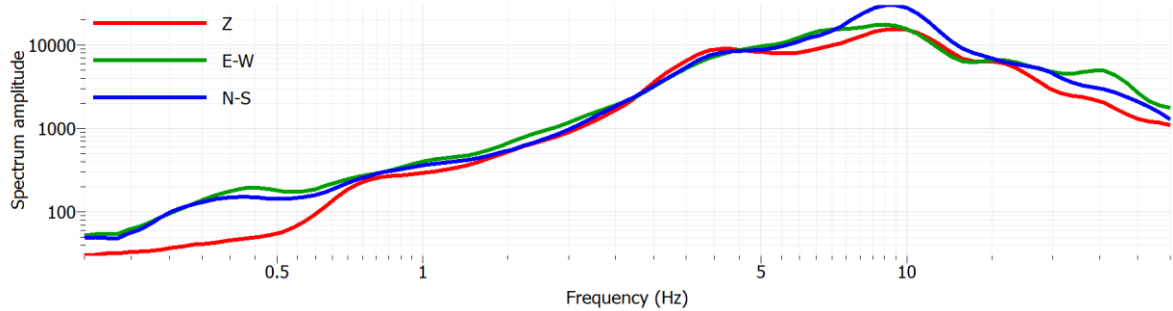
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
30	20	244	0.407	0.058	3.90	1.24	MODERATO

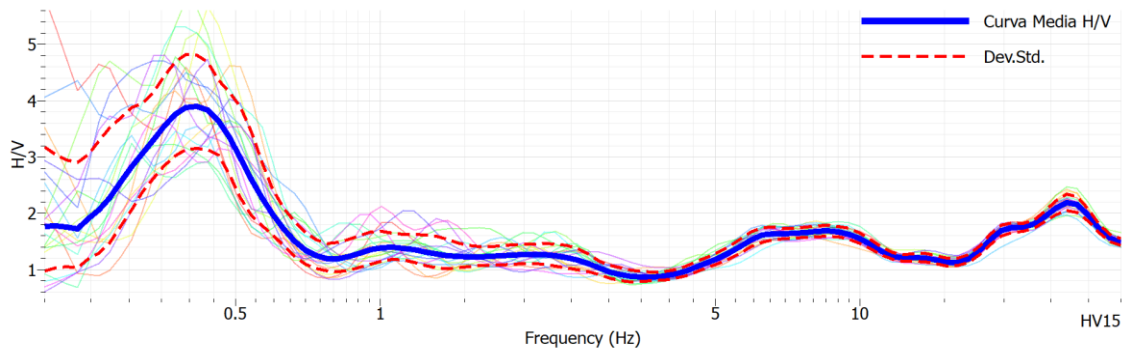
Tracce



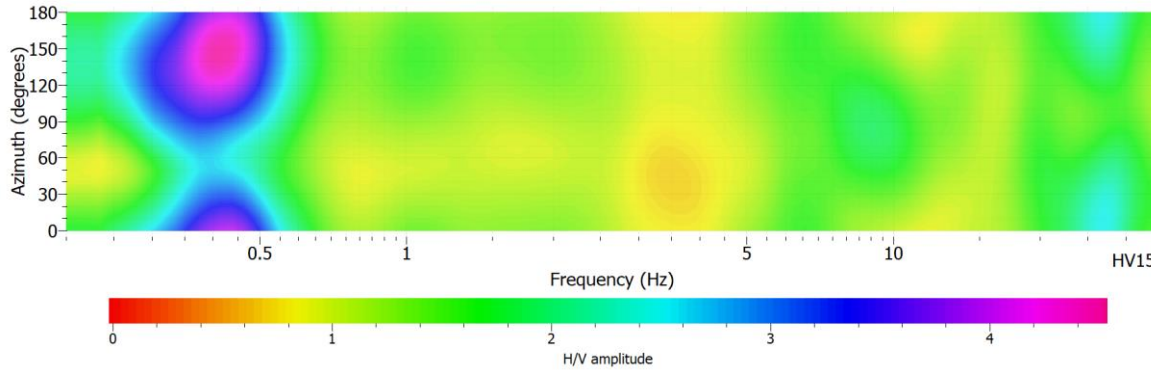
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.41	>	0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$		244	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.73	<	1.95	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.73	>	1.20	OK
	$A_0 > 2$	3.90	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.021	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.058	<	0.081	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.24	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.96	0.96	1546.08	454.94	95.10
2	5.76	6.73	1833.32	455.96	232.62
3	2.65	9.38	1851.10	1050.11	394.64
4	4.49	13.87	1821.73	902.85	437.39
5	---	---	1883.17	1611.23	492.63

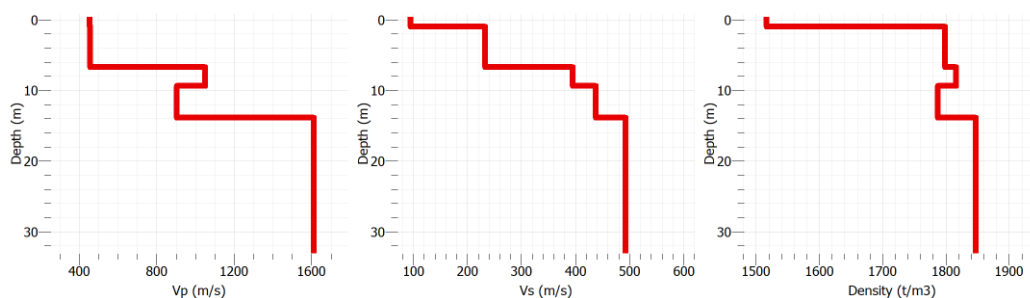
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

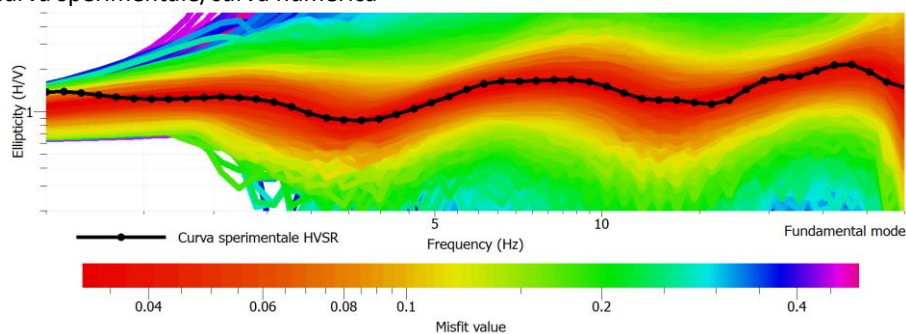
$$354.44$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV16



COORDINATE INDAGINE HV16

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.382,72 m	4.236.159,34 m	163.45 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

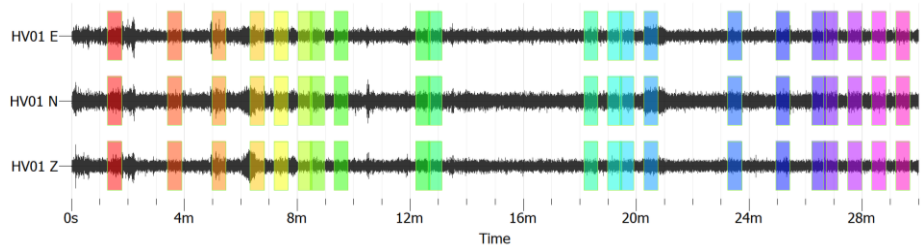
Nome file: **MT_20210504_132732.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	04/05/2021 13:27	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	04/05/2021 13:27	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	04/05/2021 13:27	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

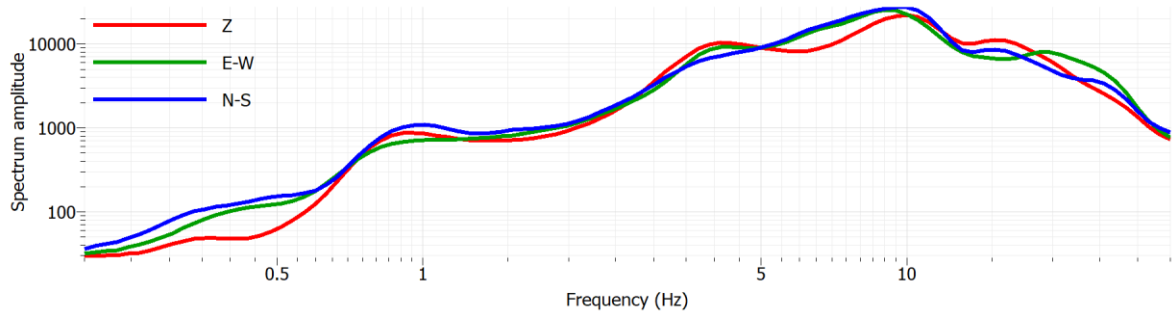
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
30	21	282	0.448	0.051	2.73	1.22	BASSO

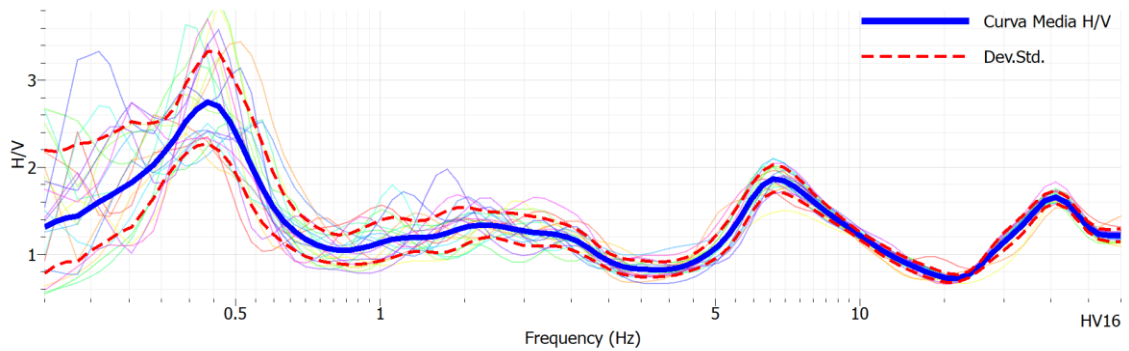
Tracce



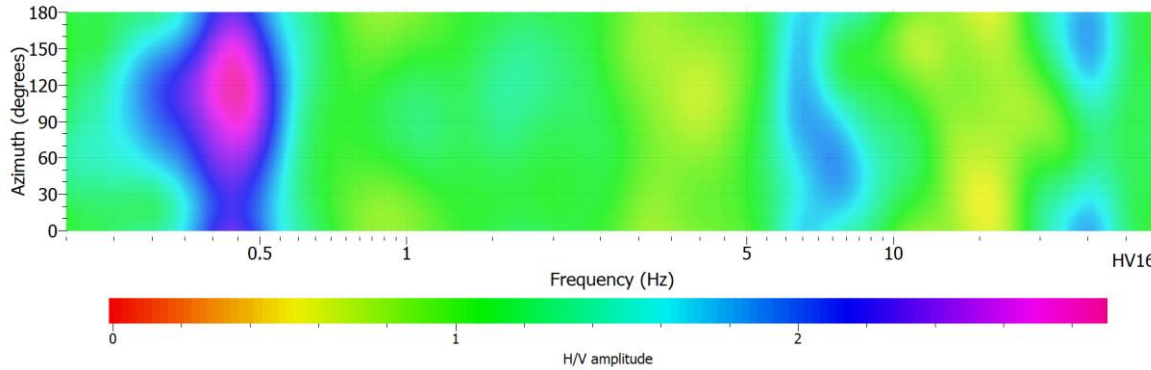
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.45	>	0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$		282	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.32	<	1.37	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.32	>	1.04	OK
	$A_0 > 2$	2.73	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.000	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.051	<	0.090	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.22	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.87	0.87	1507.93	389.26	97.12
2	4.40	5.28	1668.92	568.66	229.61
3	1.03	6.31	1818.09	1019.09	254.22
4	3.37	9.67	1832.69	892.08	366.83
5	5.01	14.69	1838.53	1658.62	417.32
6	---	---	1944.56	1794.89	504.89

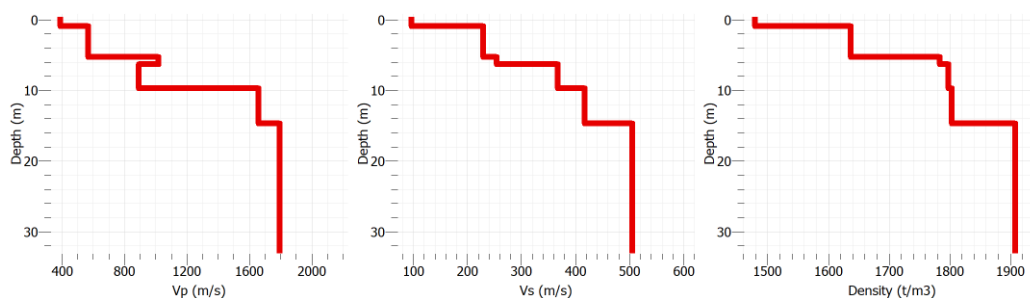
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

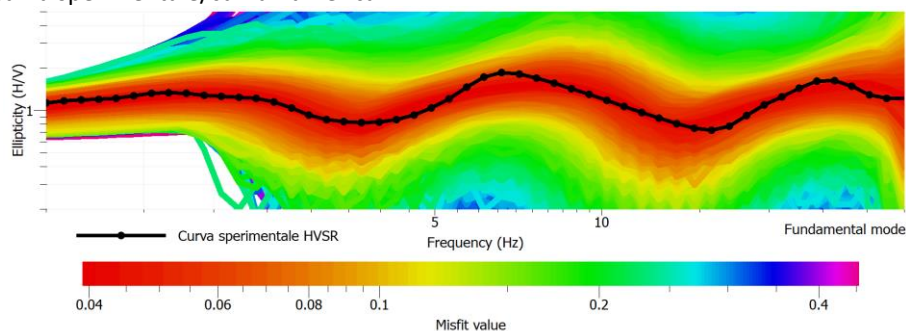
$$358.25$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

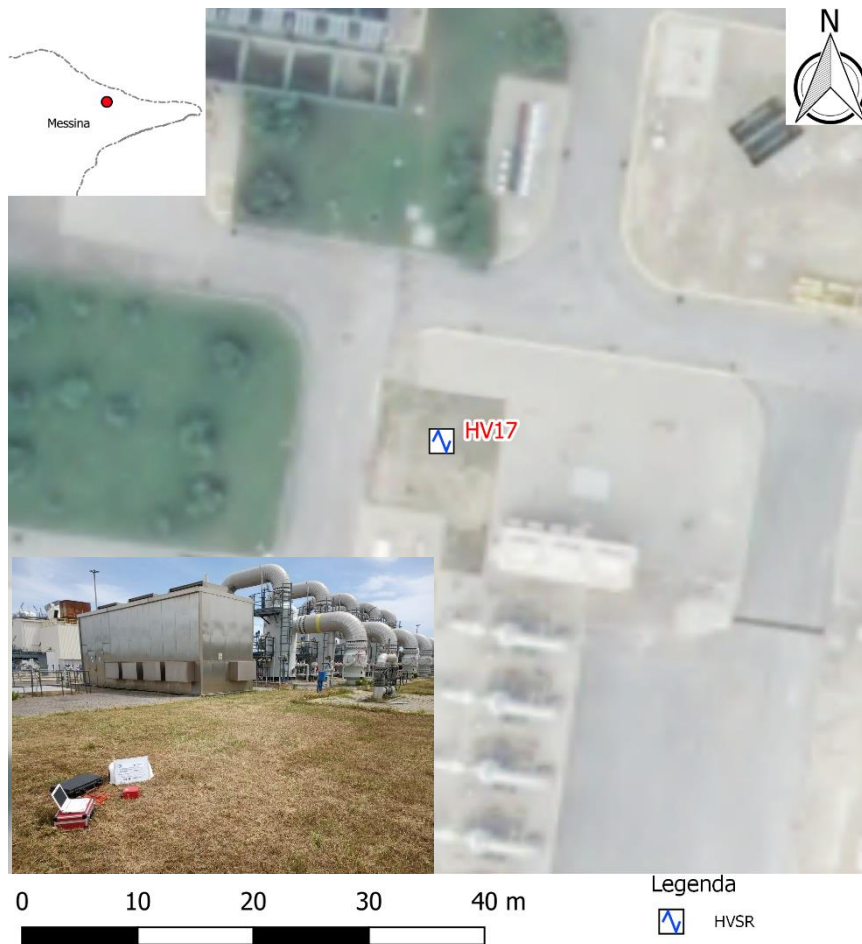
Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV17



COORDINATE INDAGINE HV17

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.416,45 m	4.236.241,32 m	166.25 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

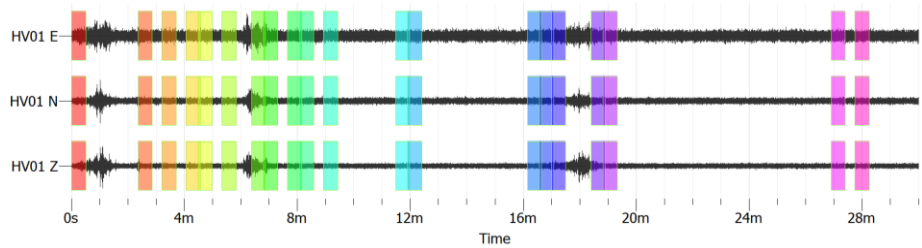
Nome file: **MT_20210504_141725.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
606	Vertical	04/05/2021 14:17	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
606	North	04/05/2021 14:17	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
606	East	04/05/2021 14:17	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

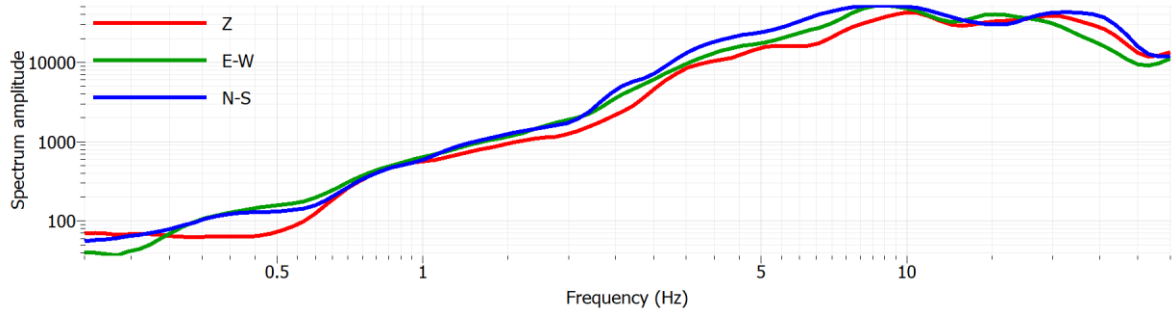
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
30	20	269	0.449	0.059	2.28	1.30	BASSO

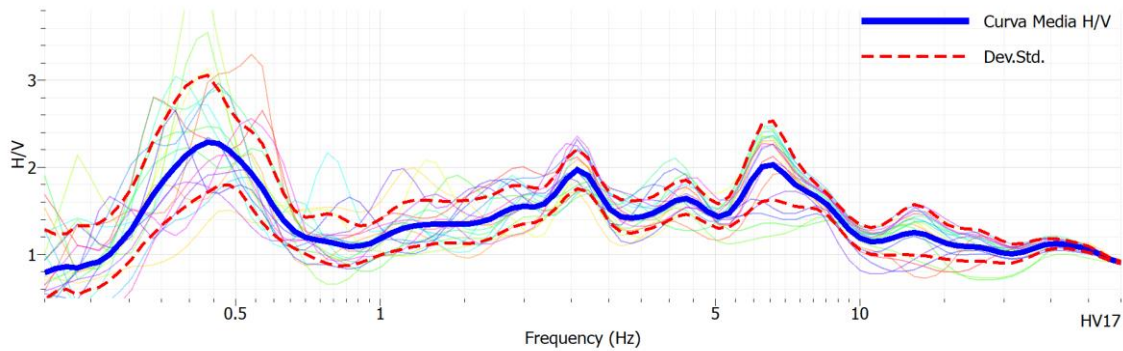
Tracce



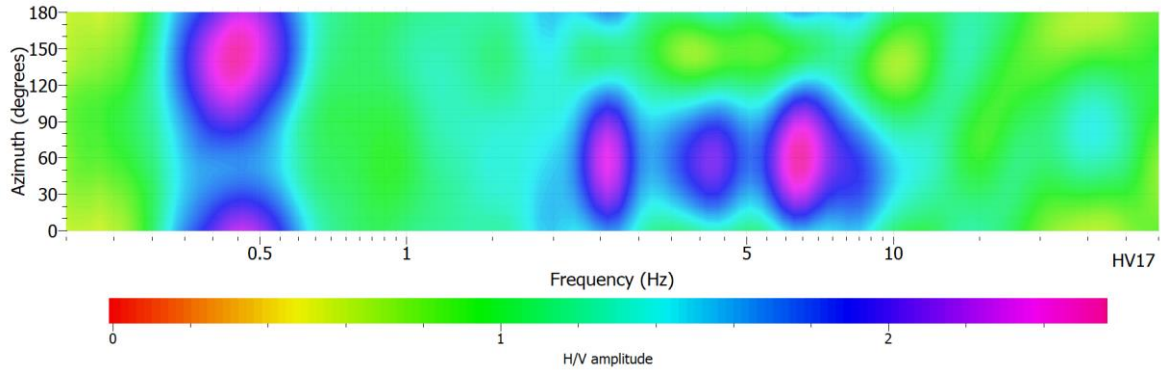
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.45	>	0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$		269	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.81	<	1.14	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0.81	<	1.09	OK
	$A_0 > 2$	2.28	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.048	NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.059	<	0.090	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.30	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.60	0.60	1666.43	356.13	119.80
2	3.20	3.81	1813.27	450.97	218.64
3	8.41	12.22	1930.46	1068.11	345.17
4	1.89	14.11	1892.25	1145.31	424.47
5	3.05	17.16	1917.36	1687.04	516.84
6	---	---	1960.17	1710.82	520.26

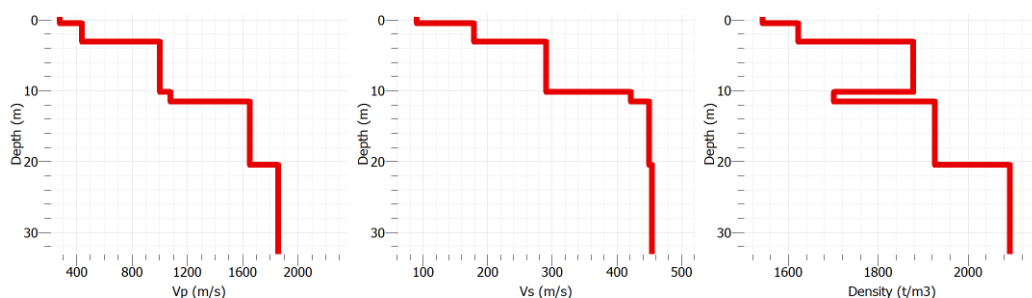
$$V_{s,eq}$$

m/s

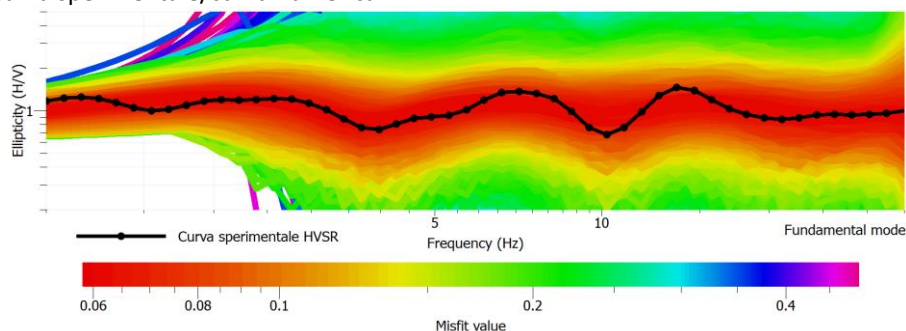
379.28

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Inversione numerica effettuata su curva H/V calcolata sulla direttrice 140° per non tenere conto degli effetti di direzionalità del moto di propagazione

Indagine HV18



COORDINATE INDAGINE HV18

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.456,36 m	4.236.315,55 m	165.5 m	0021	318

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

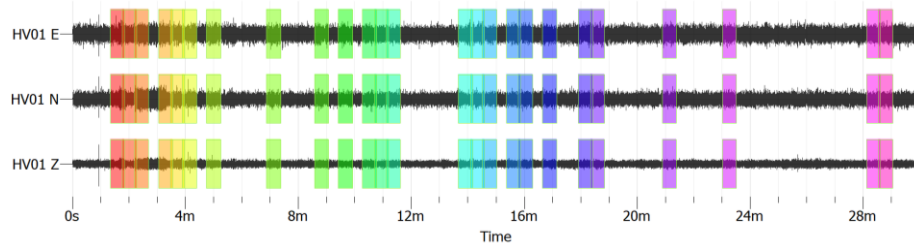
Nome file: **MT_20210506_142125.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
606	Vertical	06/05/2021 14:21	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
606	North	06/05/2021 14:21	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
606	East	06/05/2021 14:21	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

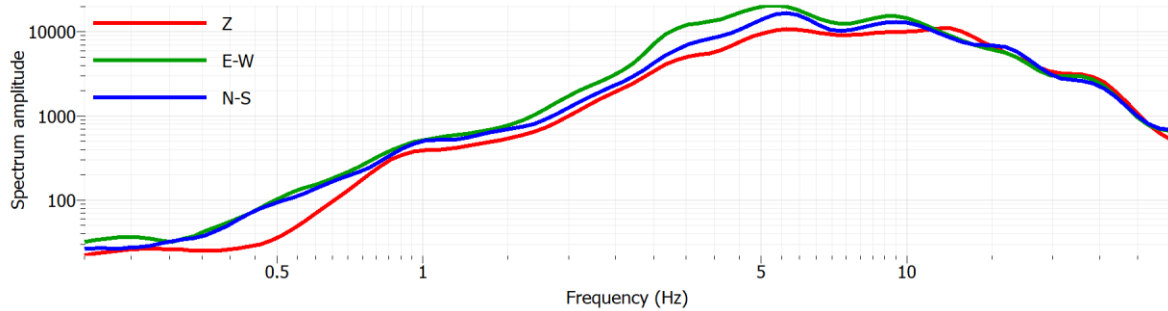
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
30	25	369	0.493	0.057	2.98	1.29	BASSO

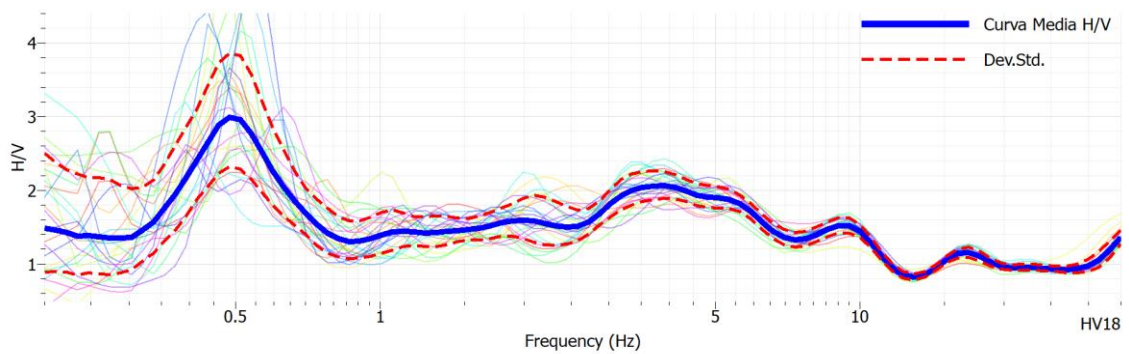
Tracce



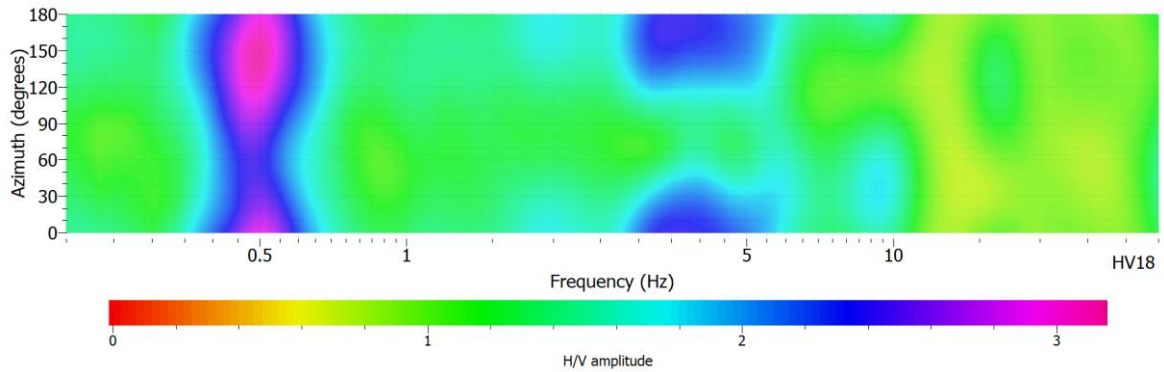
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.49	>	0.33	OK
$n_c(f_0) > 200$		369	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.35	<	1.49	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.35	>	1.30	OK
	$A_0 > 2$	2.98	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.000	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.057	<	0.099	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.29	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.59	0.59	1708.60	259.16	90.74
2	3.30	3.89	1716.28	412.18	190.66
3	6.12	10.01	1816.27	675.78	292.40
4	9.38	19.39	1879.06	1181.35	408.65
5	4.82	24.21	2013.60	1637.21	533.64
6	2.57	26.78	2064.74	1645.41	563.01
7	---	---	2111.32	1733.19	577.98

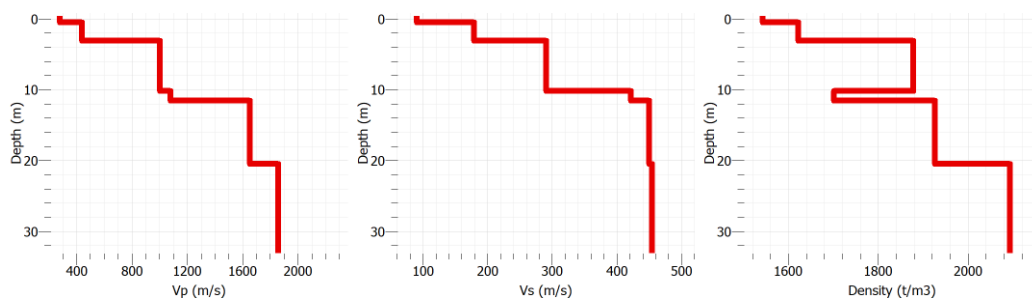
$$V_{S,eq}$$

m/s

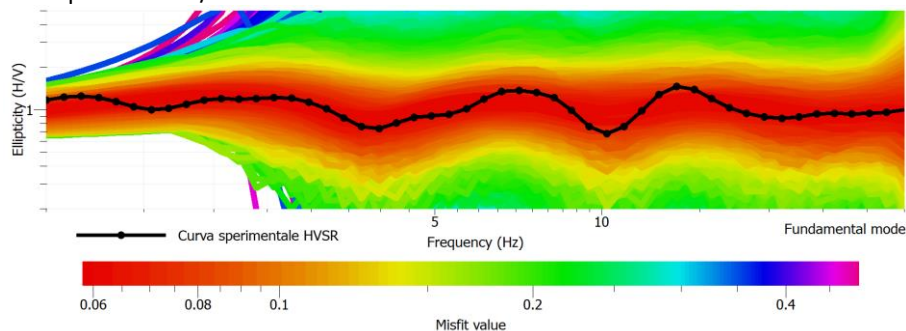
345.31

Il valore della $V_{S,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV19



COORDINATE INDAGINE HV19

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.543,78 m	4.236.240,61 m	166.25 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

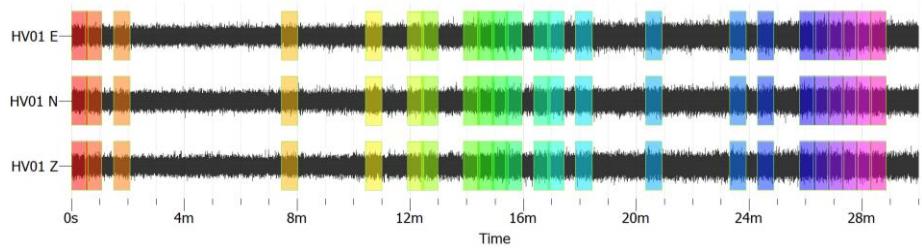
Nome file: **MT_20210504_150748.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
606	Vertical	04/05/2021 15:07	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
606	North	04/05/2021 15:07	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
606	East	04/05/2021 15:07	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

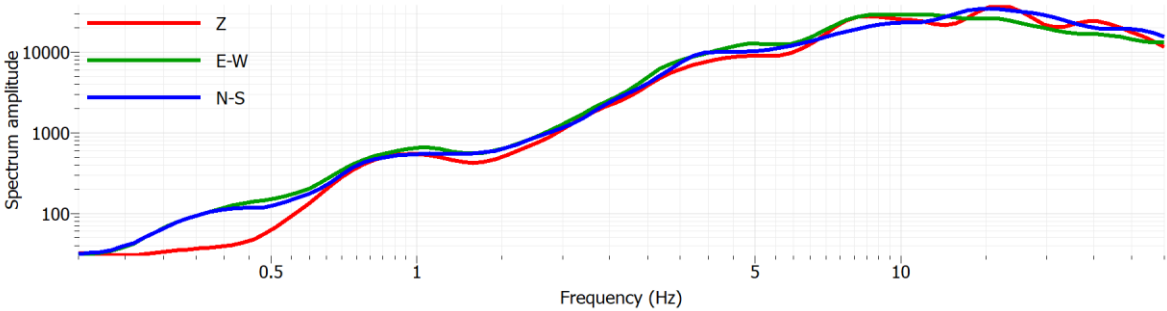
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	23	329	0.409	0.044	3.16	1.24	MODERATO

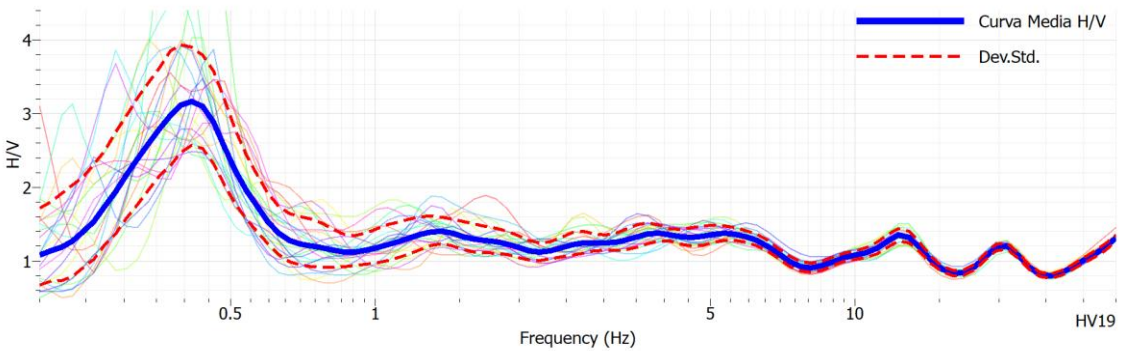
Tracce



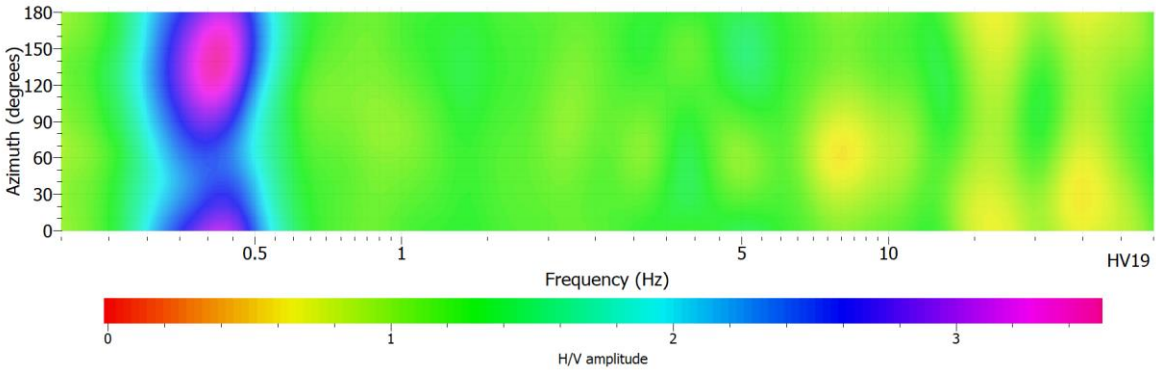
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.41	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		329	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.09	<	1.58	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.09	<	1.12	OK
	$A_0 > 2$	3.16	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.021	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.044	<	0.082	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.24	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.53	0.53	1693.30	341.83	84.02
2	2.96	3.48	1824.18	539.86	190.66
3	9.67	13.15	1780.33	752.06	337.67
4	2.79	15.94	1767.92	1279.69	426.17
5	6.36	22.30	1975.72	1640.48	441.34
6	---	---	1985.80	1733.19	611.10

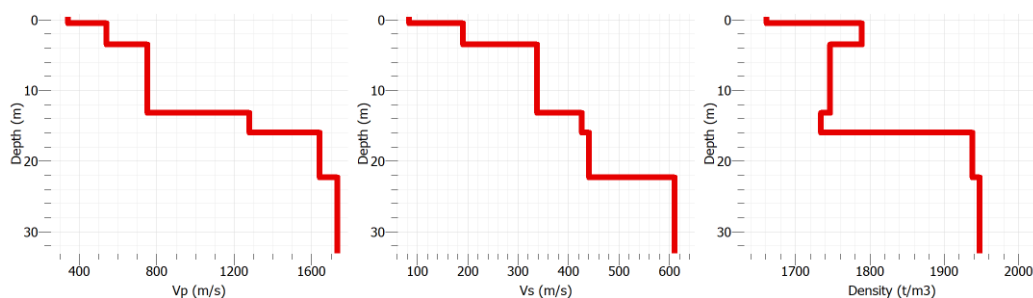
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

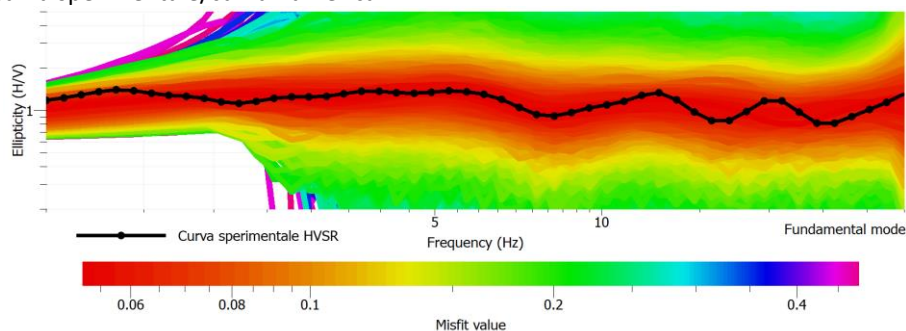
$$357.33$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV20



COORDINATE INDAGINE HV20

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.650,72 m	4.236.188,78 m	165.85 m	0021	236

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

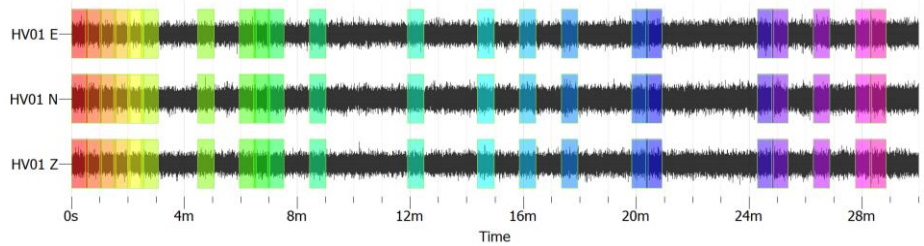
Nome file: **MT_20210503_110651.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
606	Vertical	03/05/2021 11:06	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
606	North	03/05/2021 11:06	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
606	East	03/05/2021 11:06	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

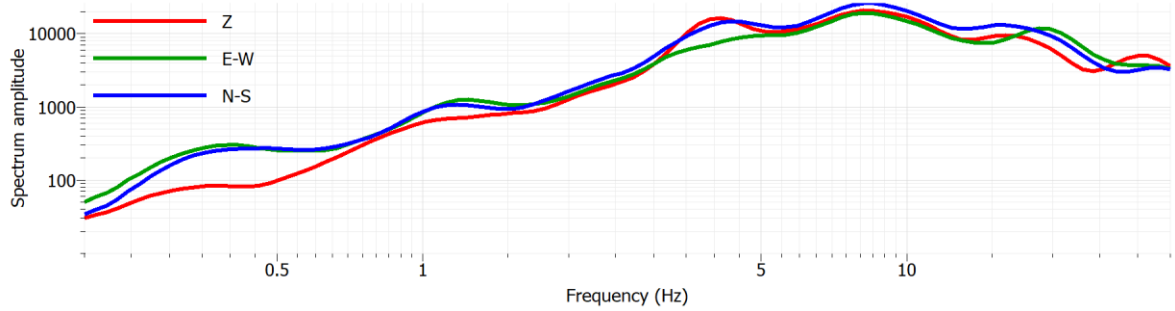
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	22	321	0.417	0.061	3.72	1.30	MODERATO

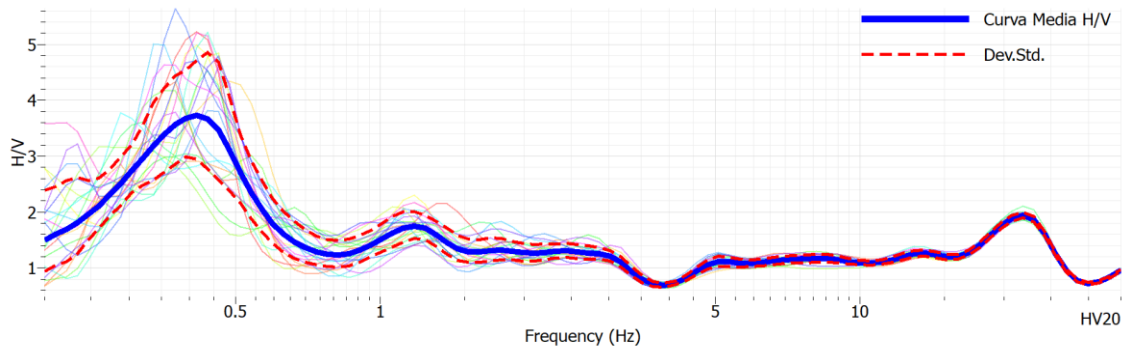
Tracce



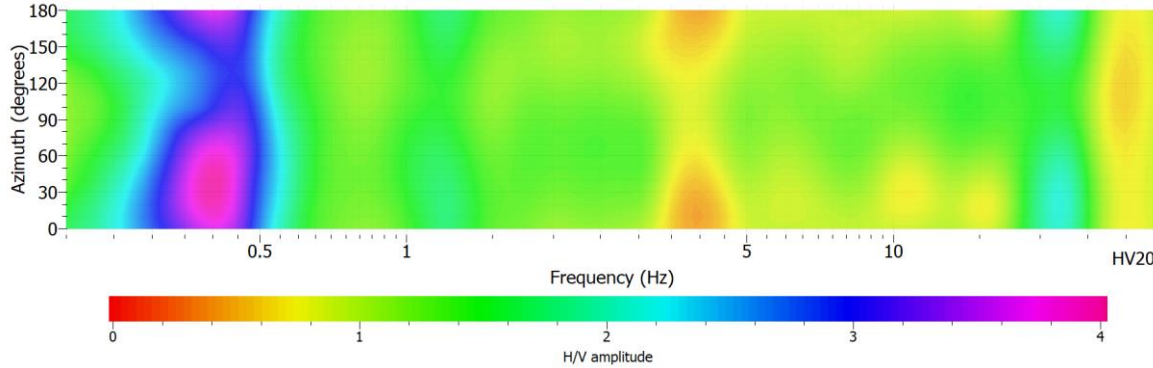
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.42	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		321	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.50	<	1.86	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.50	>	1.23	OK
	$A_0 > 2$	3.72	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.043	NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.061	<	0.083	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.30	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.56	0.56	1659.79	541.90	83.26
2	1.93	2.49	1730.06	646.27	181.37
3	7.84	10.34	1920.83	1105.03	314.85
4	6.69	17.02	1851.10	841.84	424.89
5	---	---	1853.29	1601.60	493.62

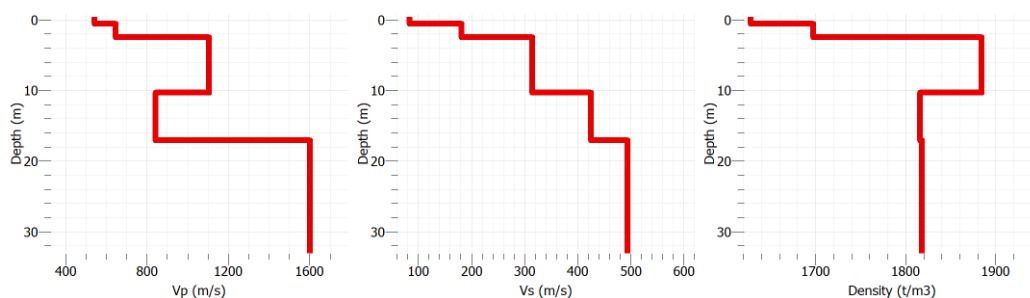
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

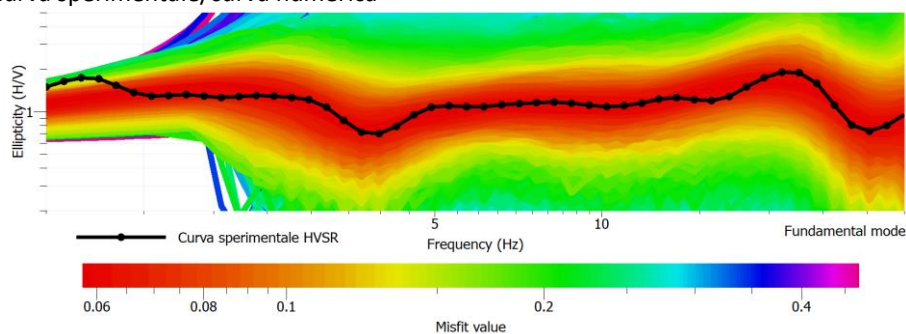
$$355.70$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV21



COORDINATE INDAGINE HV21

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.469,03 m	4.236.157,54 m	166.65 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

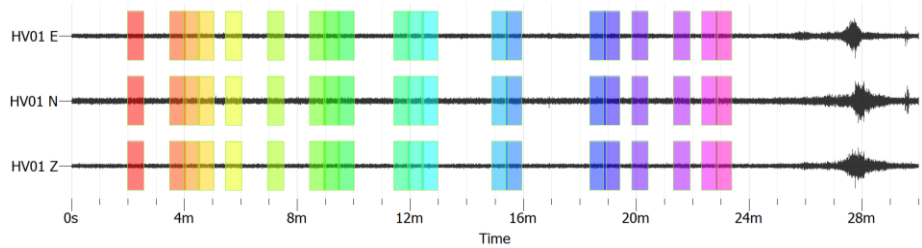
Nome file: **MT_20210504_160050.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	04/05/2021 16:00	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	04/05/2021 16:00	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	04/05/2021 16:00	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

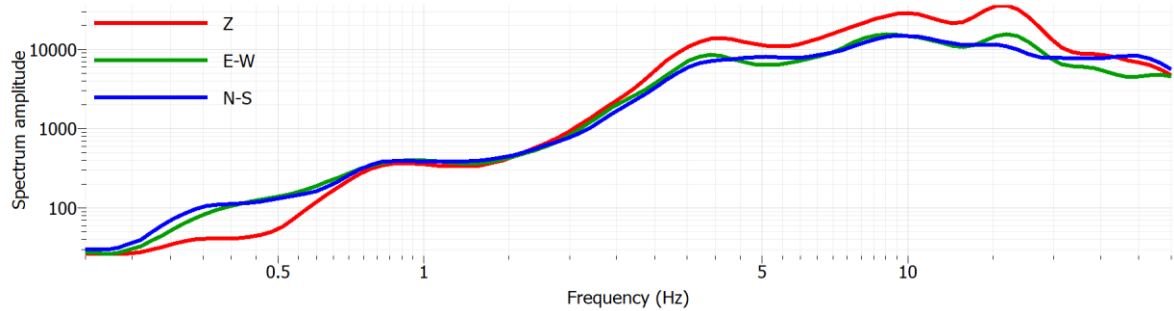
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	20	306	0.437	0.048	3.03	1.15	MODERATO

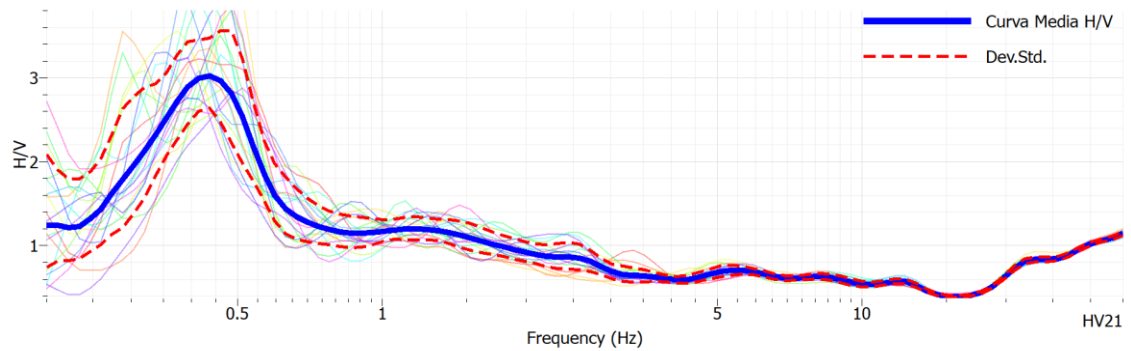
Tracce



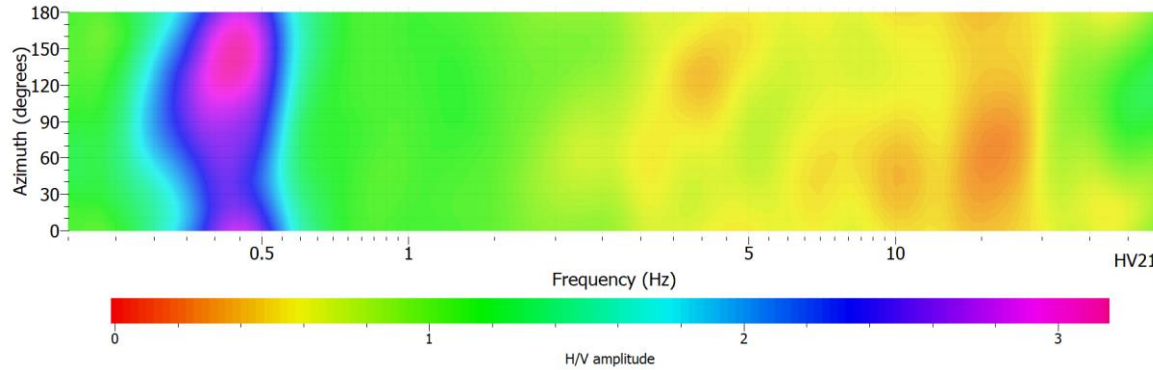
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.44	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		306	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.20	<	1.51	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.20	>	1.02	OK
	$A_0 > 2$	3.03	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.048	NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.048	<	0.087	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.15	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.56	0.56	1727.49	513.94	126.70
2	1.36	1.92	1831.49	895.21	287.52
3	3.24	5.16	1812.65	1100.62	207.95
4	1.03	6.19	1738.13	1375.18	358.14
5	20.80	26.99	1888.83	1653.65	367.20
6	---	---	1968.02	1683.67	472.66

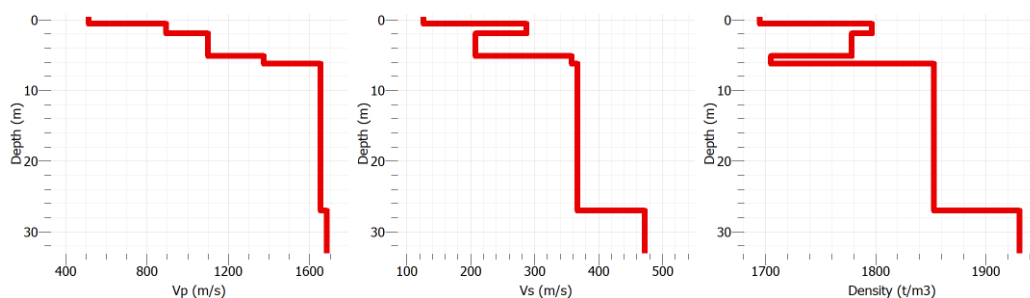
$$V_{s,eq}$$

m/s

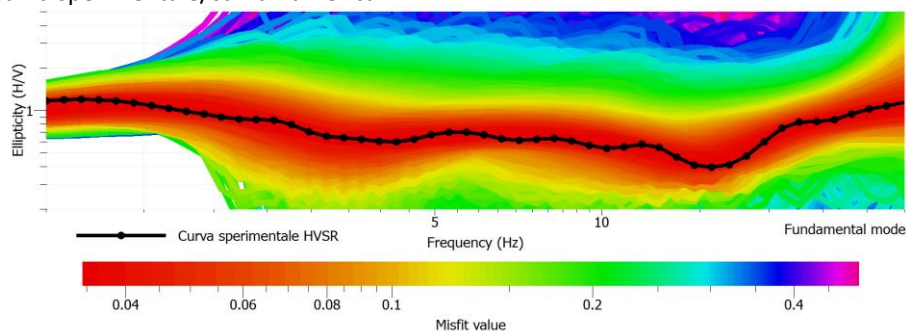
331.02

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV22



COORDINATE INDAGINE HV22

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	552.213,43 m	4.236.643,74 m	1.5 m	0021	583

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

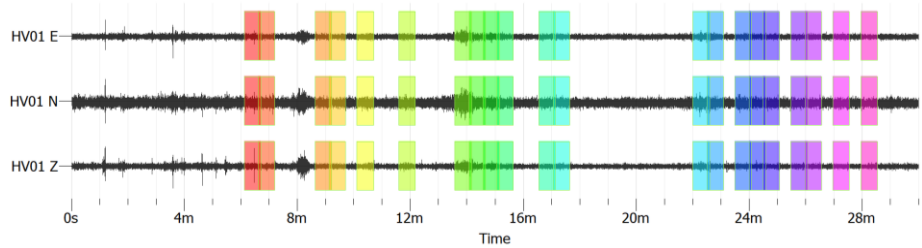
Nome file: **MT_20210507_115438.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	07/05/2021 11:54	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	07/05/2021 11:54	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	07/05/2021 11:54	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

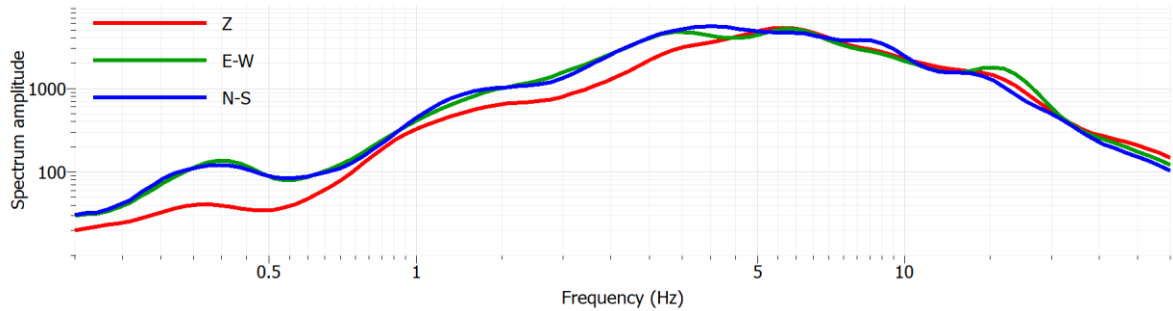
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	21	308	0.419	0.053	3.56	1.24	MODERATO

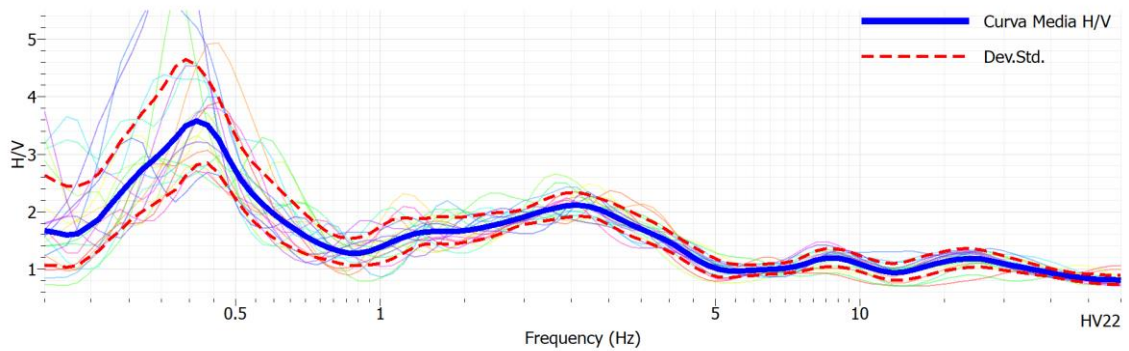
Tracce



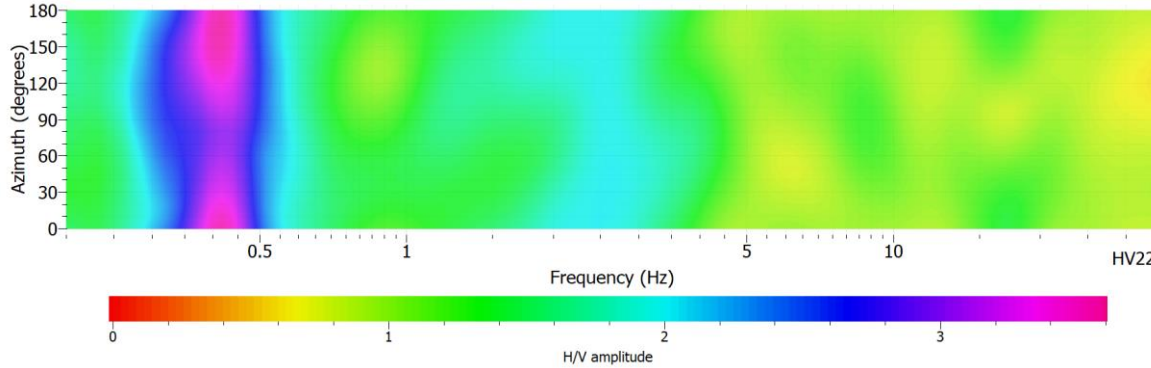
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.42	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		308	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.59	<	1.78	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.59	>	1.28	OK
	$A_0 > 2$	3.56	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.043	NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.053	<	0.084	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.24	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.97	0.97	1527.65	270.81	105.31
2	3.27	4.24	1692.43	405.64	199.03
3	9.29	13.53	1932.39	673.76	281.22
4	9.11	22.64	1809.03	834.30	414.82
5	---	---	1944.37	1710.82	492.14

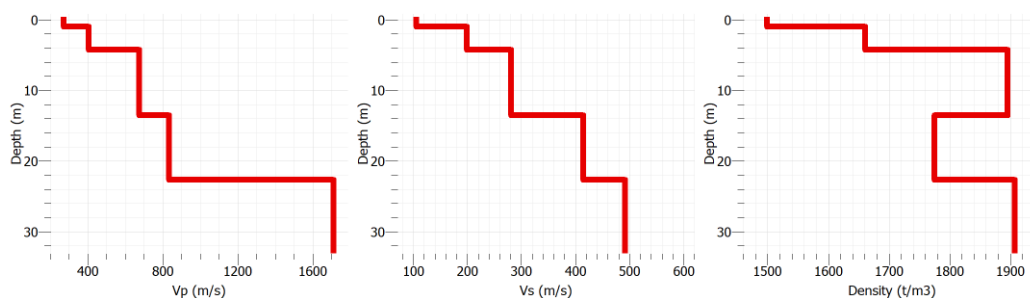
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

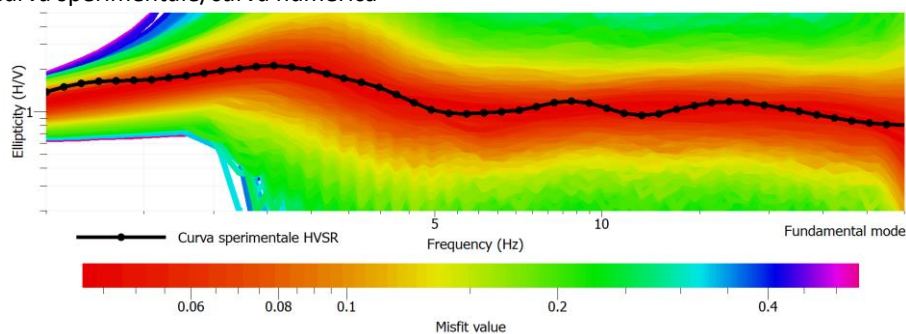
$$313.77$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV23



COORDINATE INDAGINE HV23

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.484,36 m	4.236.823,16 m	2.1 m	0020	515

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

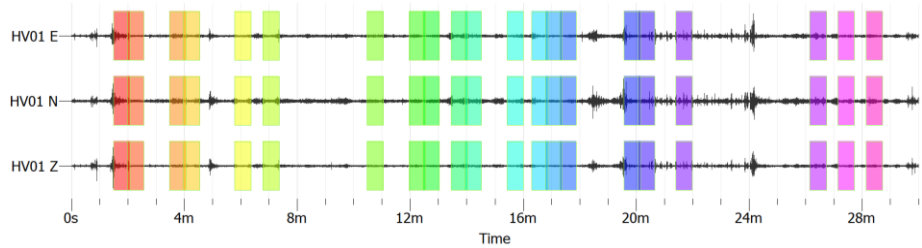
Nome file: **MT_20210507_105728.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	07/05/2021 10:57	0s	31m20.000000s	300	0.0033	564000
R001	North	07/05/2021 10:57	0s	31m20.000000s	300	0.0033	564000
R001	East	07/05/2021 10:57	0s	31m20.000000s	300	0.0033	564000

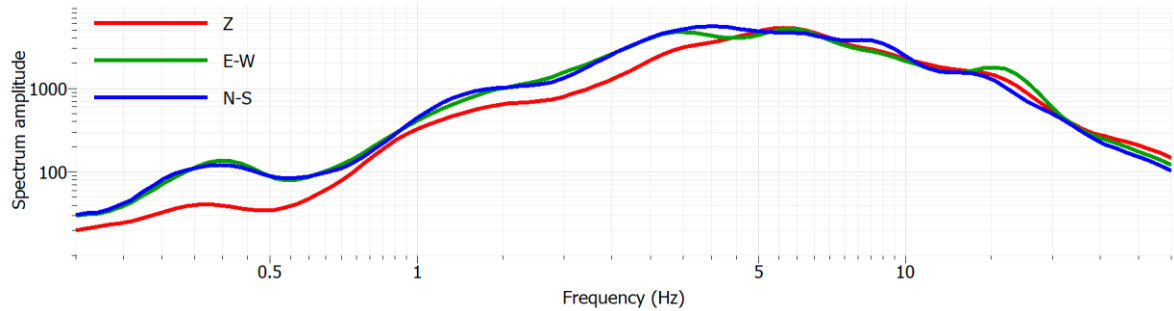
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	21	280	0.380	0.047	3.37	1.33	MODERATO

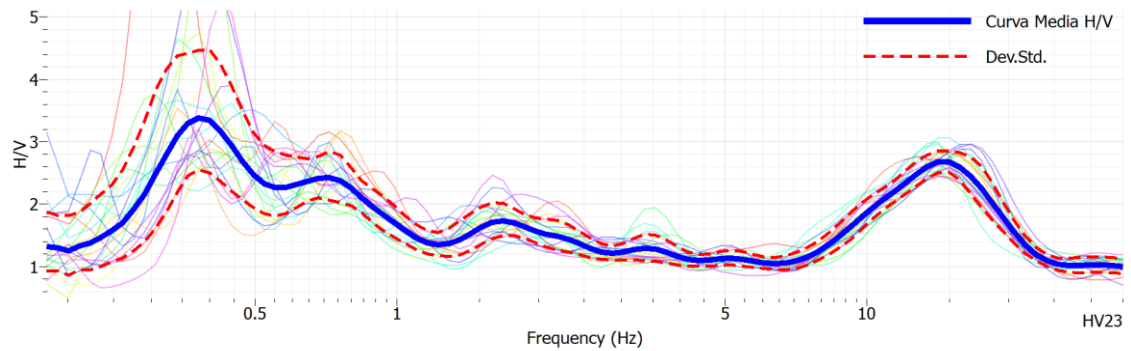
Tracce



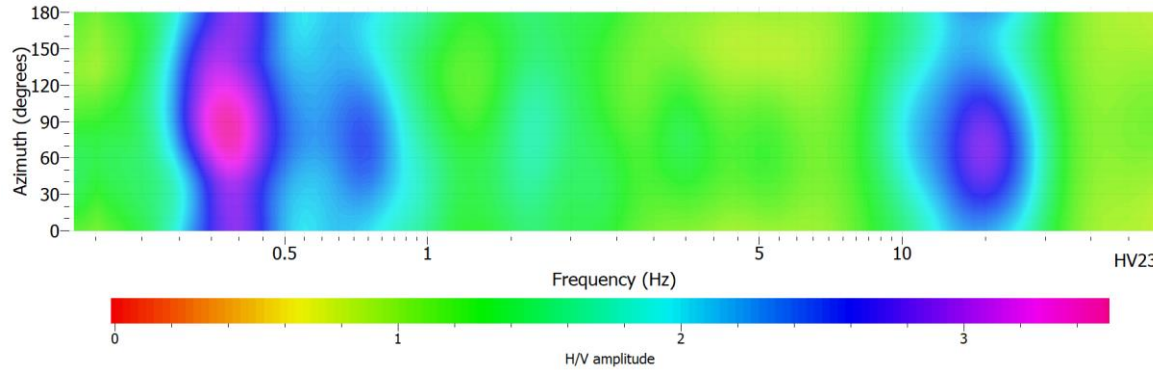
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.39	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		285	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.25	<	1.68	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.25	<	1.35	OK
	$A_0 > 2$	3.36	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	0.021	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.061	<	0.078	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.33	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.78	0.78	1529.18	282.70	87.53
2	2.81	3.60	1685.68	482.21	188.39
3	4.72	8.32	1771.45	713.26	372.79
4	7.77	16.09	1957.66	1060.47	374.62
5	7.61	23.70	1979.67	1624.17	419.41
6	---	---	2100.12	1666.93	559.08

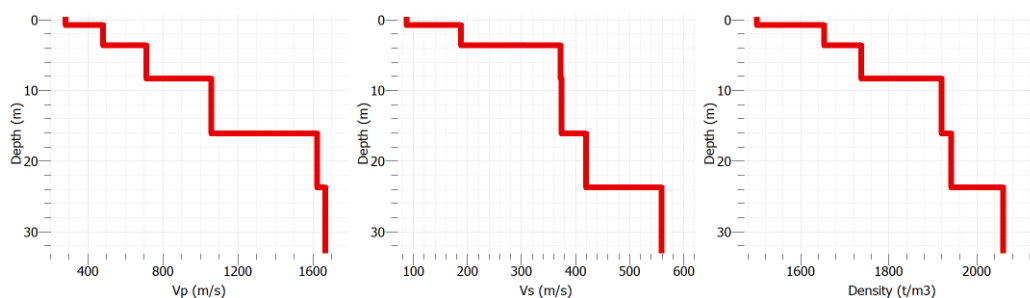
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

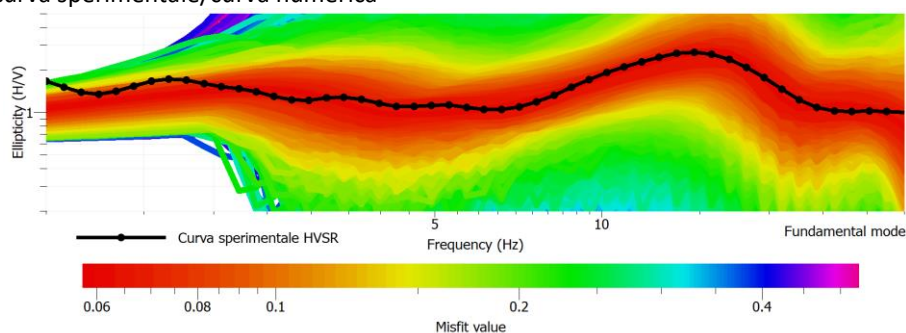
$$346.02$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo C

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV24



COORDINATE INDAGINE HV24

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.287,07 m	4.236.129,91 m	151.2 m	0040	1894

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

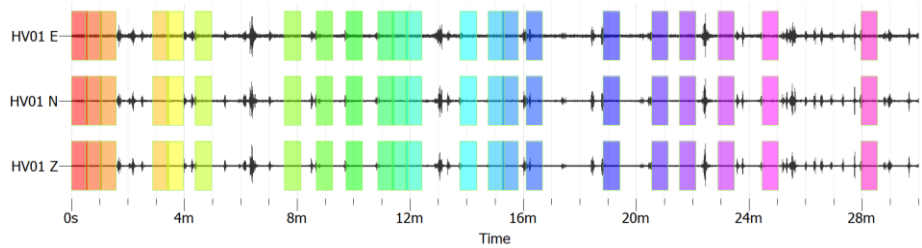
Nome file: **MT_20210505_101403.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	05/05/2021 10:14	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	05/05/2021 10:14	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	05/05/2021 10:14	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

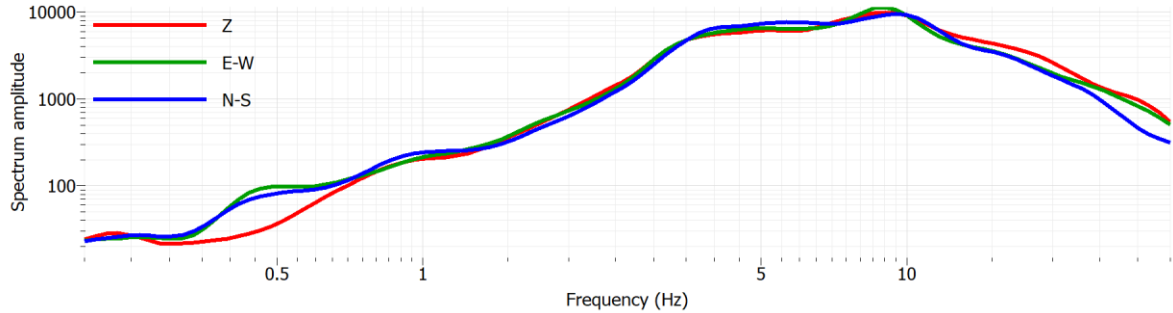
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	22	353	0.458	0.037	2.99	1.28	BASSO

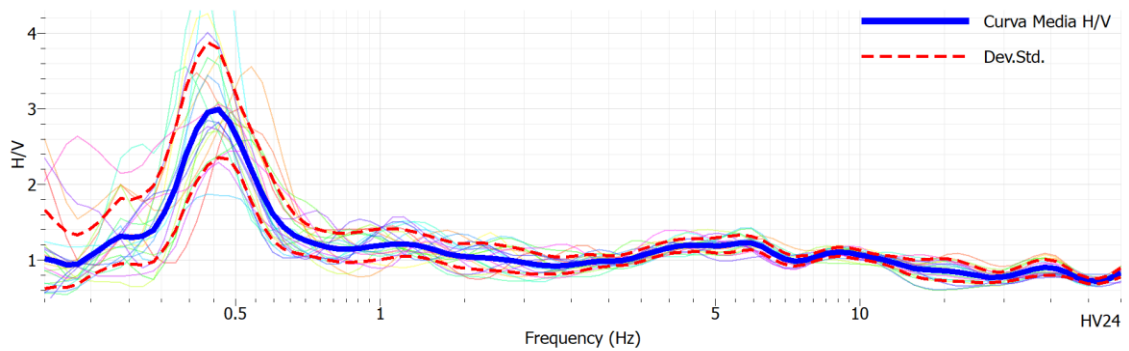
Tracce



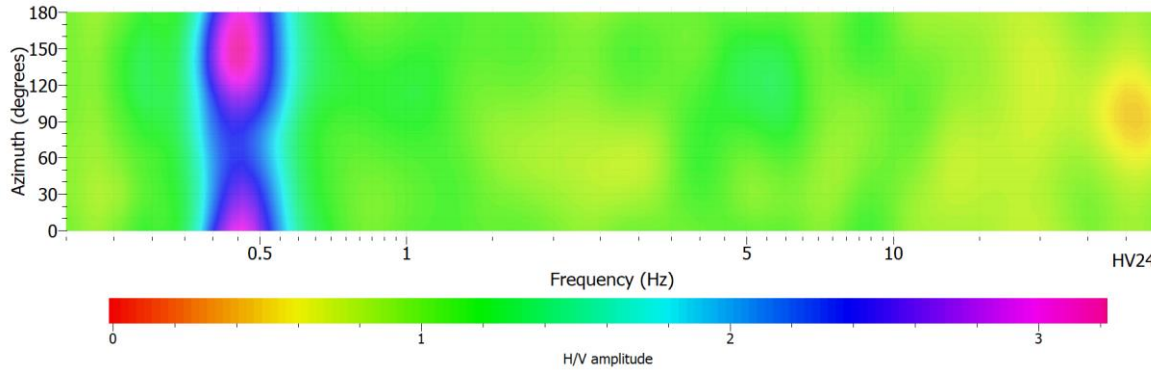
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.46	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		353	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 28			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	0.94	<	1.49	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	0.94	<	1.01	OK
	$A_0 > 2$	2.99	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.023	OK
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.037	<	0.092	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.28	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.90	0.90	1730.94	391.60	141.85
2	4.54	5.44	1822.36	432.86	223.05
3	5.76	11.20	1953.75	749.81	364.31
4	9.29	20.49	1753.84	915.57	391.46
5	---	---	2007.57	1660.28	570.60

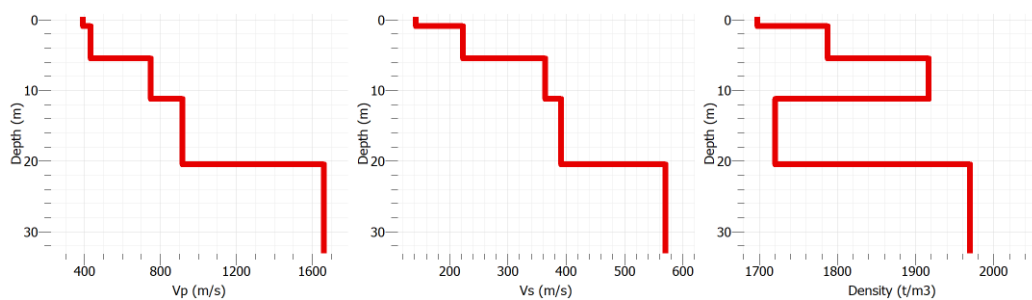
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

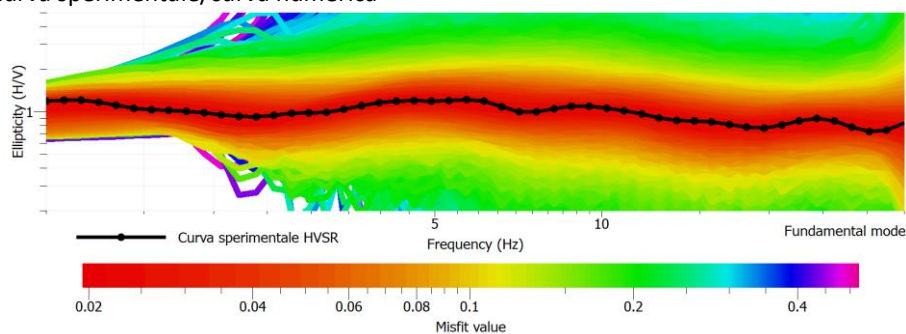
$$361.88$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica



Indagine HV25



COORDINATE INDAGINE HV25

Tipo	Coord. X	Coord. Y	Quota (slm)	N. Foglio	N. Part.
HVSR	551.429,96 m	4.235.593,54 m	129.05 m		

Sistema di riferimento geografico ETRS89/UTM zone 33N

Caratteristiche strumentazione

Sismografo triassiale (SR04MT) - Sara E.I.

Convertitore A/D

Risoluzione:	24 bits
Campionamento:	Simultaneo sui tre canali pilotato dal microcontrollore
Frequenze di campionamento:	10,20,25,50,100,200,600 SPS
Filtro anti-alias	1 pole 8,8 Hz standard
Range di ingresso:	1,25V peak-to-peak (+/- 0,0625V)
Soglia di rumore:	≤ -124 dB @ 100 SPS

Parametri di acquisizione

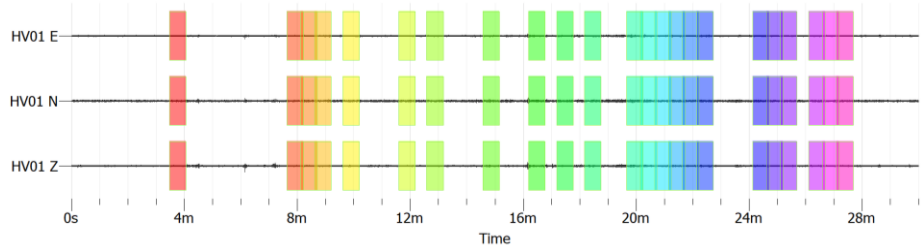
Nome file: **MT_20210507_090030.SAF**

Name	Component	Time Reference	T0 (s)	End Time (s)	Samp Freq (Hz)	Delta T	N Samples
R001	Vertical	07/05/2021 09:00	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	North	07/05/2021 09:00	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000
R001	East	07/05/2021 09:00	0s	30m0.000000s	300	0.0033	540000

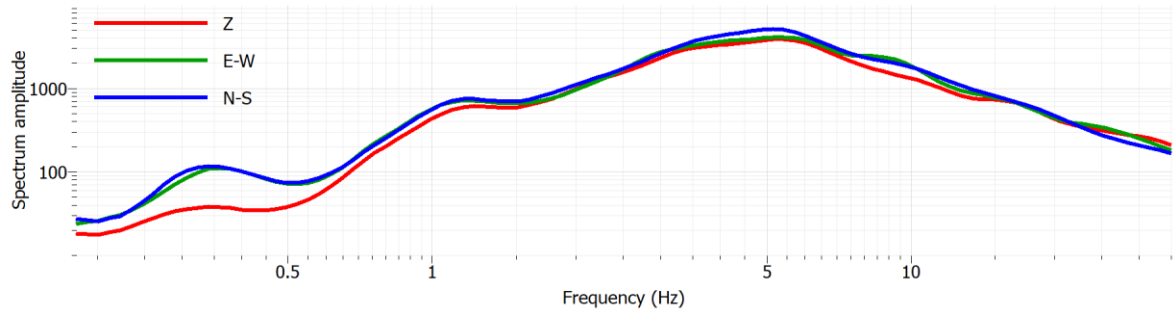
Parametri di elaborazione e risultati

Window length l_w [s]	Number of windows n_w	Number of significant cycles n_c	Frequency statistics from individual windows				Grado del contrasto di impedenza sismica
			f_0 [Hz]	σ_f [Hz]	A_0	$\sigma_A(f_0)$	
35	23	292	0.362	0.036	3.20	1.22	MODERATO

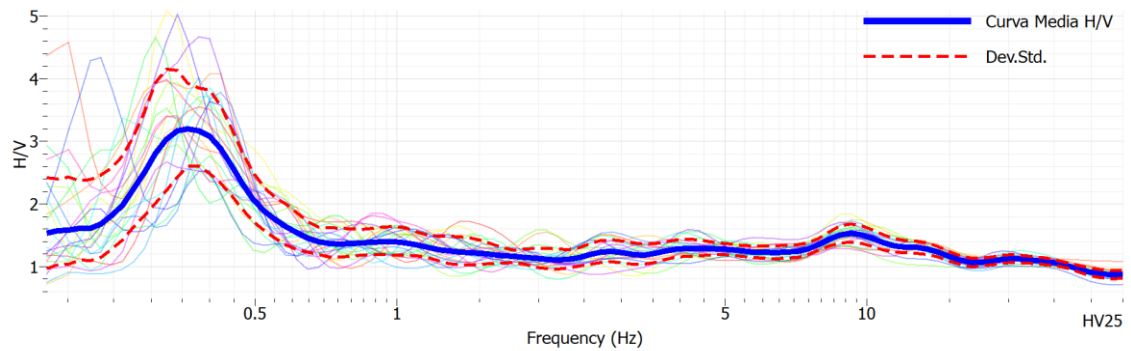
Tracce



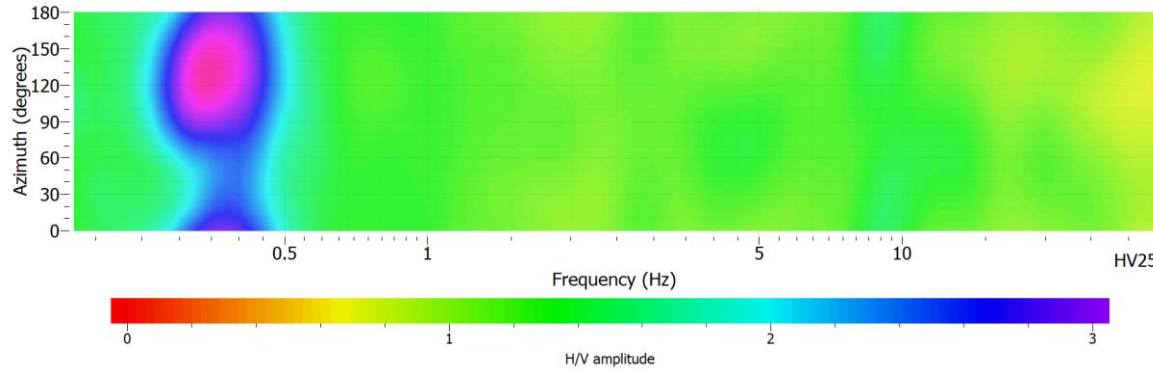
Spettro delle componenti



Spettro delle ampiezze H/V



Curva H/V sul piano orizzontale



Criteri per una curva H/V affidabile					
[Tutti i tre requisiti dovrebbero essere soddisfatti]					
$f_0 > 10/L_w$		0.36	>	0.29	OK
$n_c(f_0) > 200$		292	>	200	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$		Superato 0 volte su 27			OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$					
Criteri per un picco H/V chiaro					
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Amplitude conditions	Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$	1.53	<	1.60	OK
	Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$	1.53	>	1.22	OK
	$A_0 > 2$	3.20	>	2.00	OK
Stability conditions	$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	Δf	=	-0.036	NO
	$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.036	<	0.072	OK
	$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	1.22	<	2.50	OK

Velocità equivalente V_s

n.strati	h	z	peso vol.	Vp	Vs
	m	m	Kg/mc	m/s	m/s
1	0.94	0.94	1640.00	344.92	108.84
2	4.23	5.17	1789.86	423.03	218.20
3	9.86	15.03	1845.55	865.88	390.72
4	9.86	24.89	1840.03	901.94	447.11
5	---	---	2087.37	1614.46	557.63

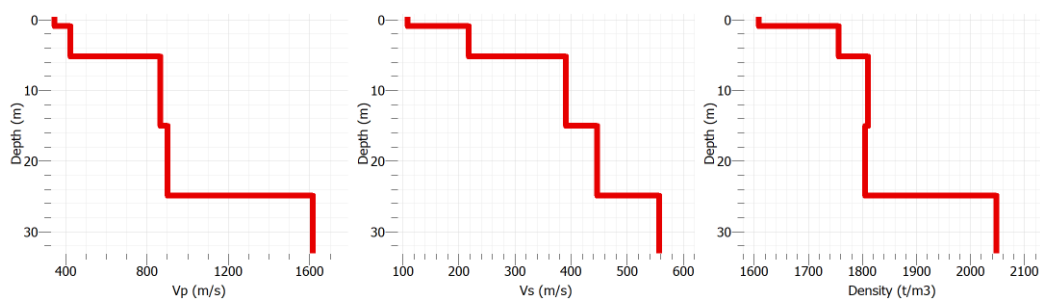
$$V_{s,eq}$$

$$\text{m/s}$$

$$355.23$$

Il valore della $V_{s,eq}$ è compatibile con la Categoria di suolo tipo B

Profilo sismostratigrafico



Adattamento curva sperimentale/curva numerica

