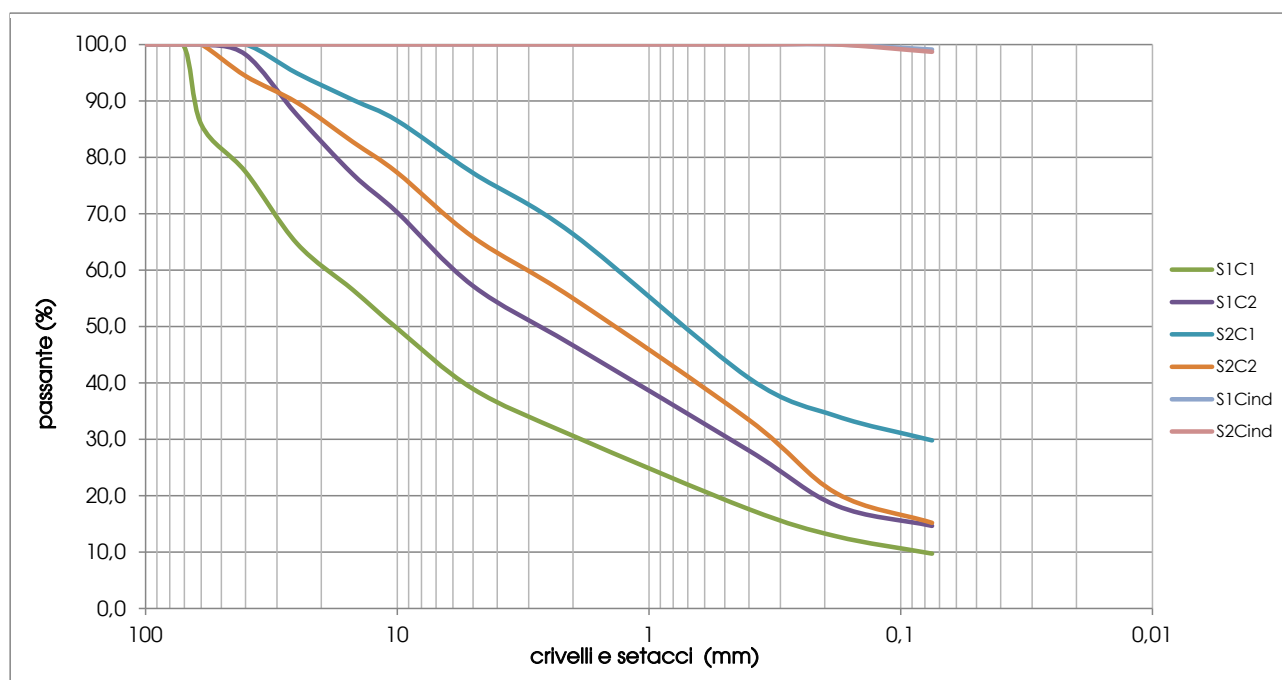


Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------

**DEMOLIZIONE E COSTRUZIONE DI UN NUOVO EDIFICIO SCOLASTICO A LAMON PER  
L'ACCORPAMENTO DELLE SCUOLE PRIMARIA E SECONDARIA DI PRIMO GRADO**

## Prove in sito e di laboratorio per caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni



EQS srl  
  
Dott. Danilo Belli

Il Committente: Dott. Geol. Alfonso Tollardo

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 2/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	-----------

## INDICE

1. PREMESSA .....	3
2. PROVE DI LABORATORIO .....	4
2.1 Sintesi analisi granulometriche .....	5
2.2 Prova di taglio diretto consolidato e drenato .....	6
3. INDAGINI SISMICHE.....	7
3.1 Indagine Puntuale (HVSR) .....	8
3.1.1 Metodologia.....	8
3.1.2 Esiti dell'indagine puntuale .....	10
3.2 Stendimento sismico .....	15
3.2.1 Cenni di metodologia.....	15
3.2.2 Esiti dell'indagine lineare .....	16
3.3 MODELLAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO .....	18
3.4 CONCLUSIONI .....	21
3.5 QUALITA' (SESAME) .....	22

## Allegati:

n. 6 rapporti di prova di laboratorio geotecnico su campioni disturbati e indisturbati (sondaggi S1, S2)

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 3/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	-----------

## 1. PREMESSA

La presente relazione riferisce i risultati di una campagna di indagini in sito (sismiche) e di laboratorio condotta su incarico del dott. geol. Alfonso Tollardo, in merito ai lavori di "Demolizione e costruzione di un nuovo edificio scolastico a Lamon per l'accorpamento delle scuole primaria e secondaria di primo grado", ubicate in via Ferd al foglio n. 34, mappali vari.

All'interno dell'area in esame sono stati eseguiti due sondaggi a carotaggio continuo, dai quali sono stati prelevati sei campioni sottoposti a prove di laboratorio geotecnico e delle indagini geofisiche puntuali e lineari. I dettagli verranno descritti ai capitoli successivi.

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 4/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	-----------

## 2. PROVE DI LABORATORIO

Il campionamento è stato eseguito dal Committente, sulle cassette catalogatrici dei n. 2 sondaggi geognostici (S1, S2) e i campioni sono stati consegnati al laboratorio EQS srl – *Testing area* di Busche, Feltre (BL), che ha effettuato le prove specificate nel prosieguo ed emesso i relativi Rapporti di Prova.

In dettaglio sono stati prelevati i seguenti campioni:

- ✓ n. 4 campioni di terreno disturbato dalle cassette catalogatrici dei sondaggi, di cui due dal sondaggio S1 e altrettanti dal sondaggio S2;
- ✓ n. 2 campioni di terreno indisturbato, in numero di uno per sondaggio (prelevati durante le operazioni di sondaggio).

Nella tabella sottostante si riepilogano i campioni e i corrispondenti rapporti di prova che sono allegati alla presente.

Ciascun rapporto riepiloga i dati analitici, la rappresentazione grafica della curva granulometrica, la composizione in termini geotecnici (ciottoli, ghiaie, sabbie e limi/argille) e la classificazione geotecnica corredata di documentazione fotografica.

**Tabella 1**

SIGLA SONDAGGIO	SIGLA CAMPIONE	PROFONDITÀ PRELIEVO [m]	NATURA DEL CAMPIONE	ELENCO RAPPORTI DI PROVA
S1	C1	3,0-3,5	disturbato	1508-792
	C2	10,5-11,0	disturbato	1508-793
S2	C1	3,0-3,5	disturbato	1508-794
	C2	11,0-11,5	disturbato	1508-795
S1	Cind	7,30-8,00	indisturbato	1508-796
S2	Cind	7,50-8,20	indisturbato	1508-797

Il dettaglio delle prove eseguite sui campioni è indicato di seguito.

**Tabella 2**

DESCRIZIONE PROVE	CAMPIONI
Analisi granulometrica ai setacci per via umida (CNR - BU 23:1971 e Racc. AGI, 94)	TUTTI
Determinazione dei limiti di consistenza ( o di Atterberg) di una terra (UNI EN 17892-12:2005)	S1Cind, S2Cind
Determinazione del contenuto naturale d'acqua U (UNI CEN ISO/TS 17892-1:2005)	S1Cind, S2Cind
Peso dell'unità di volume $\gamma_{nat}$ (CNR 40/73)	S1Cind, S2Cind

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 5/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	-----------

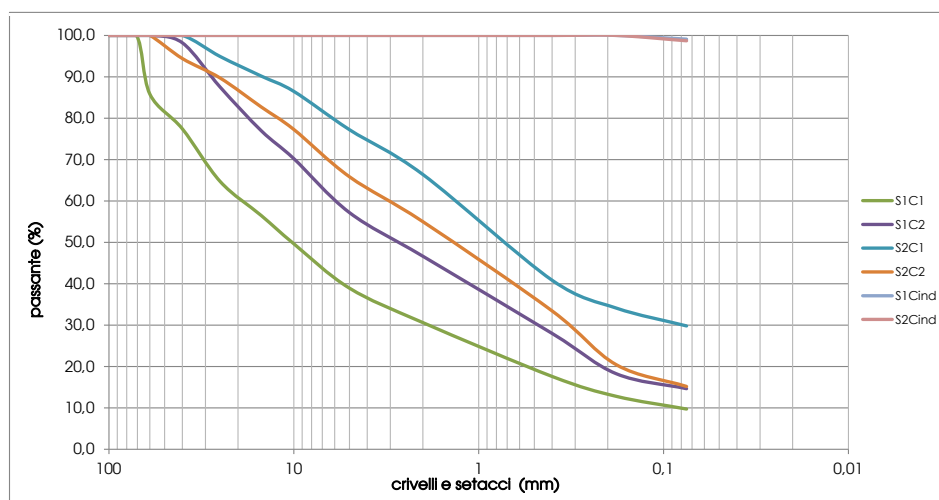
DESCRIZIONE PROVE	CAMPIONI
Prova di taglio diretto (UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005)	S1Cind, S2Cind

## 2.1 Sintesi analisi granulometriche

Di seguito si propone la sintesi delle analisi granulometriche in forma tabellare e grafica.

**Tabella 3: tabella riepilogo**

Crivelli e setacci UNI / diametro [mm]	Passante totale [%]					
	S1C1	S1C2	S2C1	S2C2	S1Cind	S2Cind
100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
71	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
60	85,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
40	77,4	98,2	100,0	94,4	100,0	100,0
25	64,7	87,5	94,9	89,7	100,0	100,0
15	56,5	77,0	90,2	82,7	100,0	100,0
10	49,7	70,2	86,5	77,3	100,0	100,0
5	38,9	57,2	77,2	65,9	100,0	100,0
2	30,6	46,6	66,4	55,0	100,0	100,0
0,4	17,6	28,0	40,8	33,4	100,0	100,0
0,18	12,8	18,3	34,1	20,4	100,0	100,0
0,075	9,7	14,6	29,8	15,2	99,1	98,7



**Grafico 1: riepilogo**

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 6/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	-----------

## 2.2 Prova di taglio diretto consolidato e drenato

La prova di taglio diretto consolidata e drenata (UNI CEN ISO/TS 17892-10:2005 e AGI, 94) è stata eseguita su campione indisturbato tal quale.

I provini sono stati consolidati in acqua per non meno di 24 h prima dell'esecuzione della prova, a pressione confrontabile con la tensione naturale totale ( $\sigma_{nat}$ ) del terreno, che per il caso in esame è stata valutata in 160 kPa sia per il campione S1Cind che per il campione S2Cind.

I gradini di carico sono stati scelti nel *range* confrontabile con la tensione naturale ( $\sigma_{nat}$ ) del terreno, omogeneizzata per entrambi i campioni alle tre seguenti tensioni verticali ( $\sigma_v$ ): 100-200-300 kPa.

Le velocità di prova sono derivate dalla velocità di "consolidazione" media, omogeneizzata ad un unico valore confrontabile tra i due campioni e scelto pari a 50  $\mu\text{m}/\text{min}$ .

I valori di  $\phi'$  e  $c'$  derivanti dalla prova di taglio diretto in scatola di Casagrande, sono ricavati per regressione lineare.

I valori sono riportati nei rapporti di prova, ai quali si rimanda per ogni altra informazione.



Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 7/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	-----------

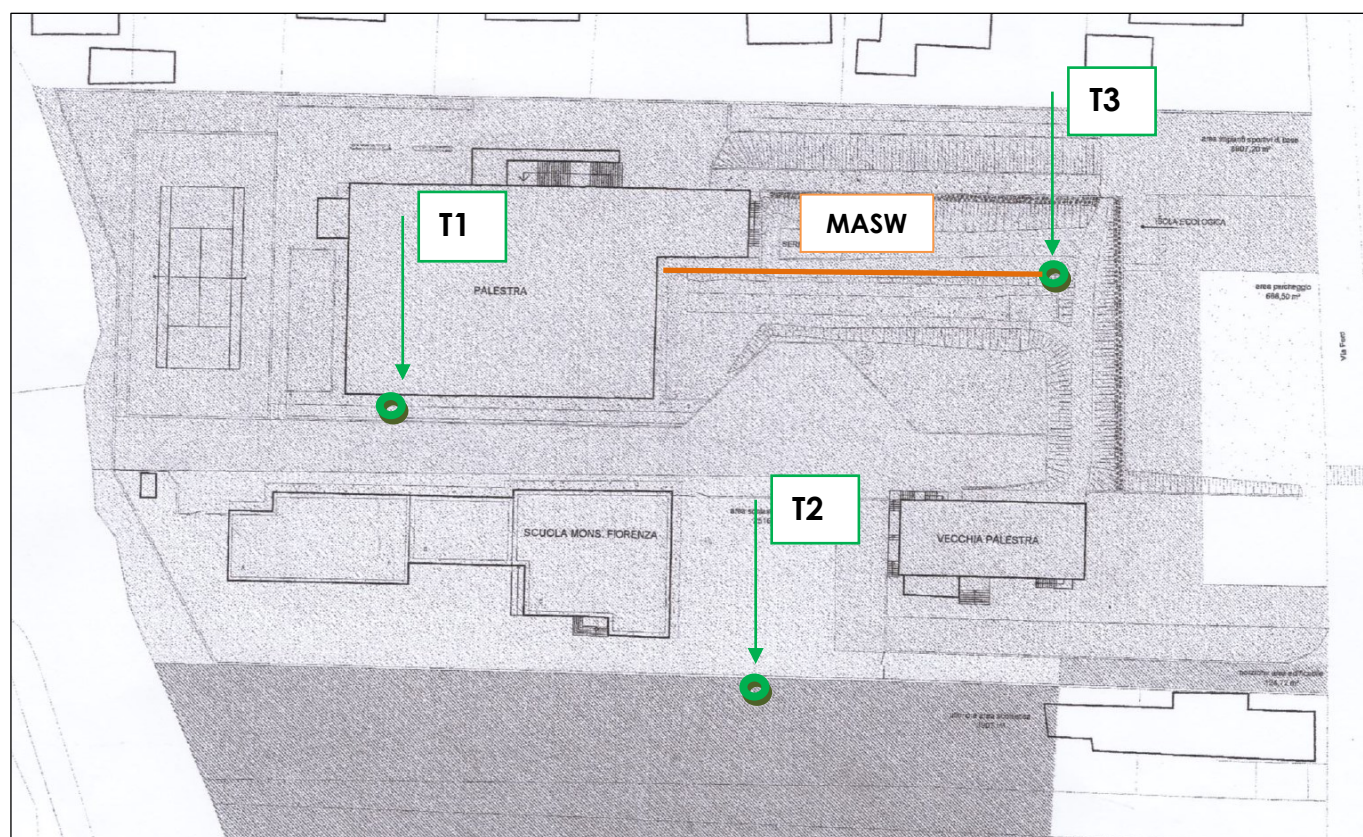
### 3. INDAGINI SISMICHE

Le indagini geofisiche per la classificazione sismica del suolo, sono state eseguite in data 23/02/2015.

Le indagini, sono distinte in puntuali e lineari sono riepilogate di seguito:

- ✓ n. 3 indagini puntuali su altrettanti punti distinti secondo la metodologia del velocimetro triassiale (T1, T2 e T3), descritte in dettaglio al paragrafo 3.1;
- ✓ n. 1 stendimento sismico ovvero indagine lineare (MASW), descritte in dettaglio al paragrafo 3.2.

La localizzazione delle indagini sismiche è riepilogata nella figura a seguire.



**Figura 1: planimetria con ubicazione delle indagini sismiche puntuali (T1, T2 e T3) e lineare (MASW)**

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 8/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	-----------

### 3.1 Indagine Puntuale (HVSr)

La tecnica d'indagine consiste nella misura mediante velocimetro triassiale (c.d. "Tromino") per il sito.

La metodologia puntuale risulta assai interessante ed efficace perché consente la modellazione del sottosuolo in prospettiva sismica, oltre alla definizione della risposta sismica locale attraverso l'individuazione della frequenza fondamentale del sito e dell'amplificazione (rapporto spettrale H/V).

Inoltre consente la valutazione della Vs30, nel caso in esame anche avvalendosi delle prove SPT effettuate in occasione dei sondaggi e della misura diretta della Vs mediante stendimento sismico (vedere più avanti).

Gli esiti delle misure e delle elaborazioni dei dati geofisici acquisiti sono esposti nella presente e consentono di caratterizzare la risposta sismica del sito.

#### 3.1.1 Metodologia

L'indagine sismica puntuale utilizza un tromometro digitale composto da tre velocimetri elettrodinamici ad alta definizione con intervallo di frequenza compreso tra 0,1 e 512 Hz disposti ortogonalmente tra loro.

L'indagine geofisica è basata sulla tecnica di Nakamura e sul rapporto spettrale H/V che consente di evidenziare le caratteristiche sismostratigrafiche.

La risposta sismica locale è data dall'insieme delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che il moto sismico subisce in relazione alla formazione rocciosa di base (R) e in relazione agli strati di terreno sovrastanti fino alla superficie topografica (S).

La teoria di Nakamura relaziona lo spettro di risposta del substrato roccioso (rapporto spettrale  $H / V = 1$ ) con quello effettivamente misurato in superficie espressa sia nel campo del tempo che delle frequenze.

Il moto sismico è amplificato in corrispondenza delle frequenze naturali  $f_n$  di vibrazione del deposito:

$$f_n = 1 / T_n = (V_s * (2n - 1)) / (4 * H) \quad \text{con } n = 1, 2, \quad [1]$$

mentre risulta ridotto di amplificazione alle frequenze elevate a causa dello smorzamento del terreno. Di particolare importanza è la prima frequenza naturale di vibrazione del deposito  $f_1$ , denominata frequenza fondamentale di risonanza :

$$f_1 = 1 / T_1 = V_s / 4H \quad [2]$$



Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 9/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	-----------

Pertanto interpretando il minimo della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si individuano le discontinuità sismo stratigrafiche significative.

Dall'analisi nel campo delle frequenze vengono quindi individuati i sismostrati più significativi su cui si basano una serie di simulazioni che consentono di pervenire al modello sismo stratigrafico del sito (linea blu).

Il tromometro è stato applicato al terreno previa regolarizzazione e idoneo accoppiamento.

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	10/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

### 3.1.2 Esiti dell'indagine puntuale

Di seguito si riportano i grafici distinti per punto di misura (T1, T2, T3).

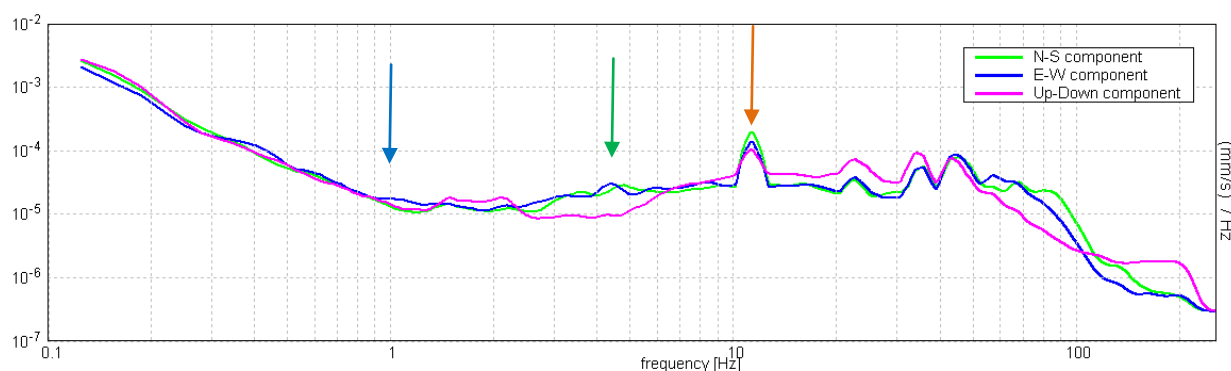


Figura 2: andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto T1

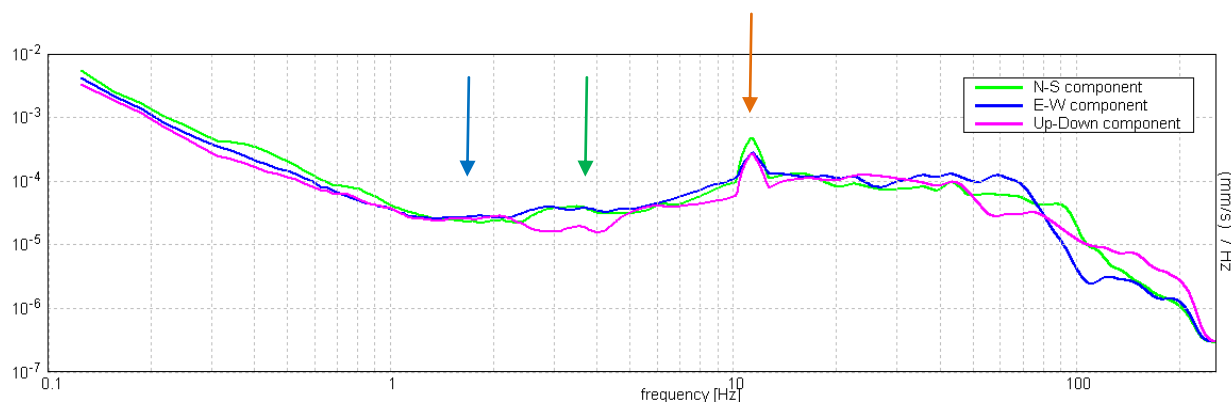


Figura 3: andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto T2

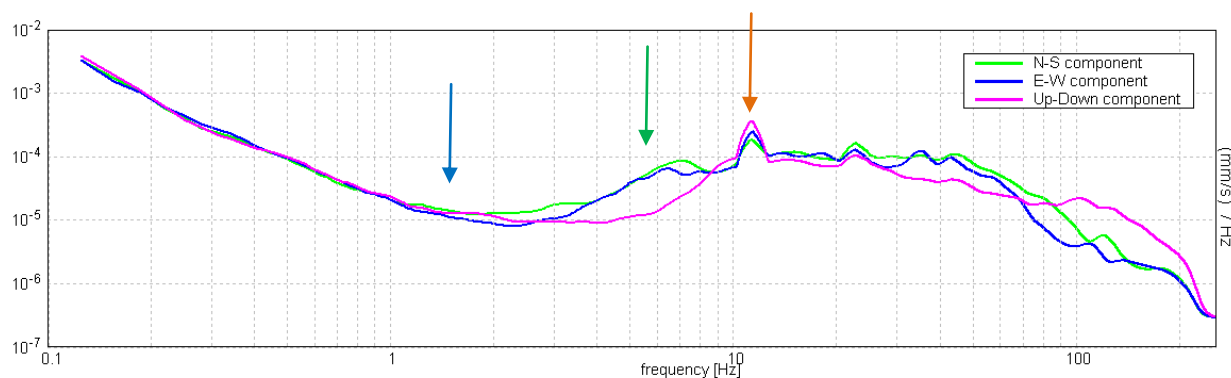


Figura 4: andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto T3

Dai grafici si evidenzia il comportamento riconducibile ad un sismostrato sostanzialmente isotropo per frequenze di poco inferiori a 1,9 Hz (freccia blu).

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 11/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	---------------

Si riconosce un passaggio significativo tra 3,6 e 5,9 Hz (freccia verde) che indica il passaggio da terreni di copertura a terreni maggiormente addensati ovvero al substrato sismico.

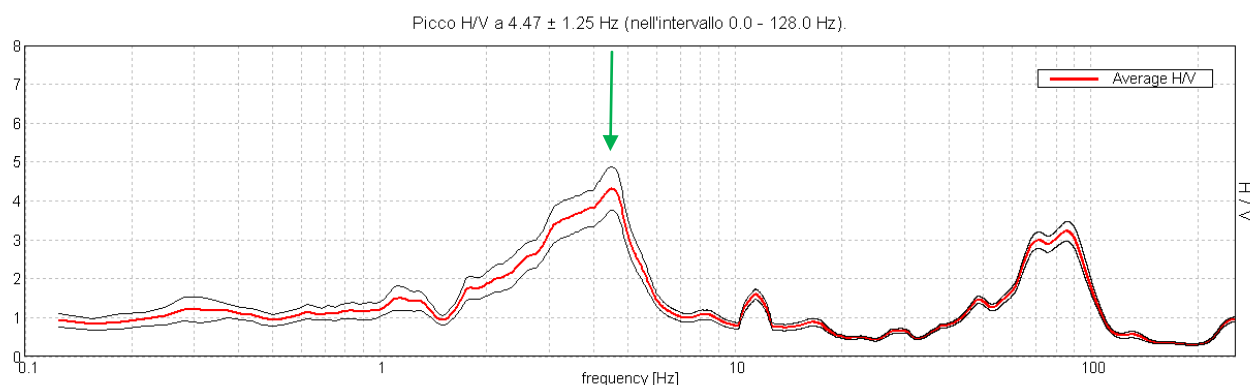
La freccia arancione identifica un disturbo antropico.

I grafici a seguire evidenziano i rapporti spettrali HVSR e segnalano la presenza di un picco significativo (HV di 4-5) posizionato a profondità discrete (3.6-5.9 Hz).

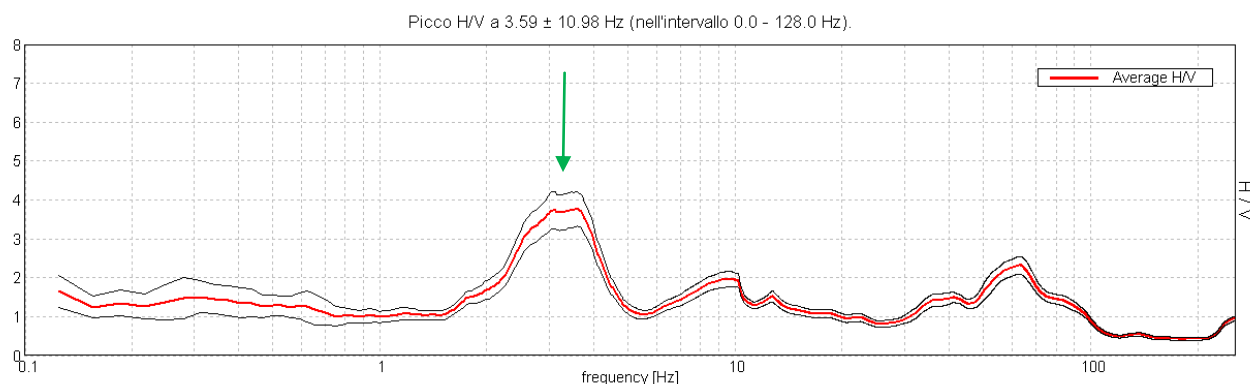
Altri picchi a frequenze maggiori (oltre 20 Hz) non sono rilevanti ai fini della presente indagine.

Il sito è dunque riconducibile almeno ad un sistema a due sismostrati.

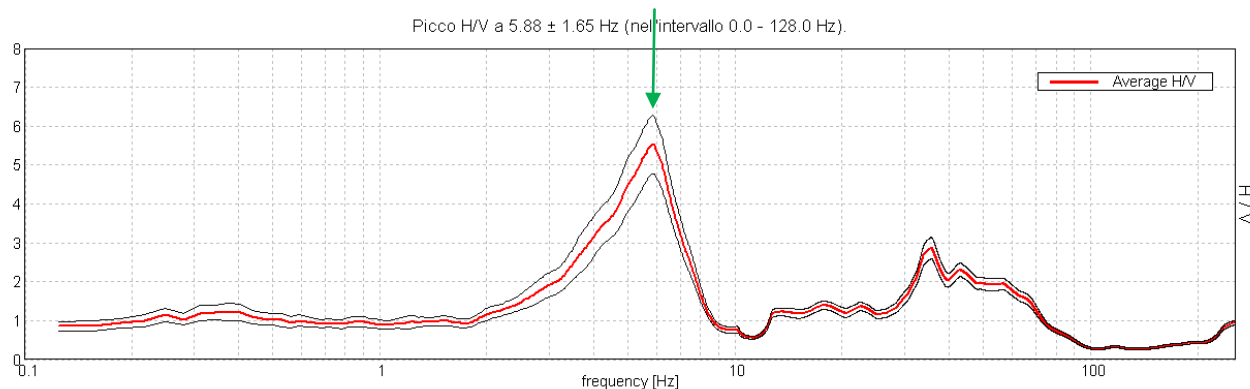
Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	12/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------



**Figura 5: rapporto spettrale HV registrato nel punto T1**

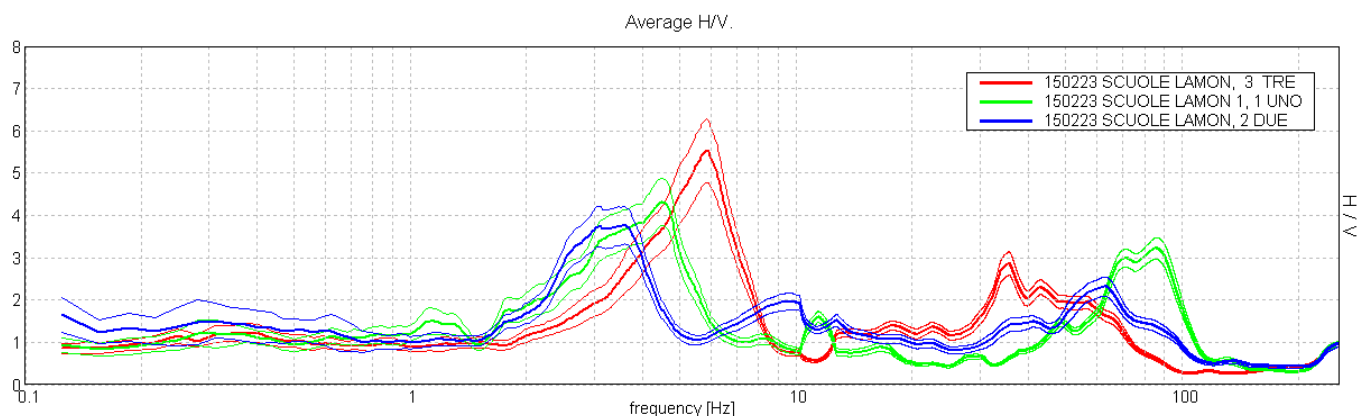


**Figura 6: rapporto spettrale HV registrato nel punto T2**



**Figura 7: rapporto spettrale HV registrato nel punto T3**

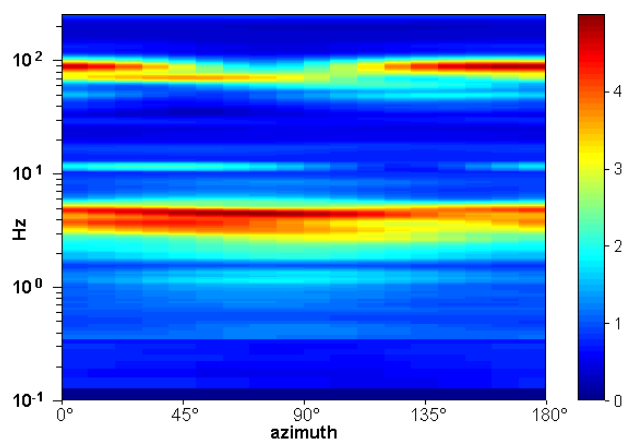
Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	13/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------



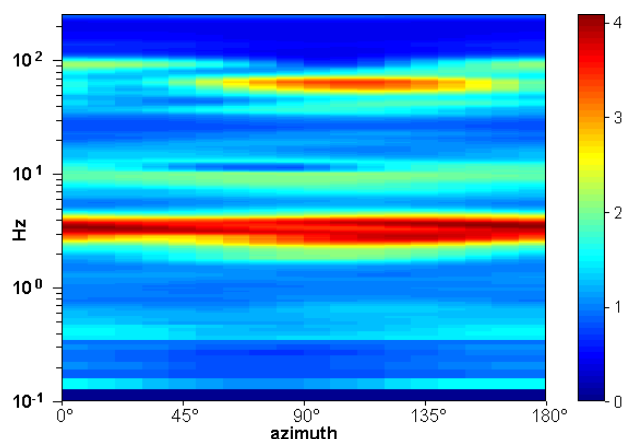
**Figura 8: confronto dei rapporti spettrali nei tre punti di indagine**

Il confronto dei tre punti di indagine segnala una sostanziale omogeneità del sottosuolo, in prospettiva sismica, con un leggero *shift* del picco, suggerendo spessori della copertura apprezzabilmente differenti.

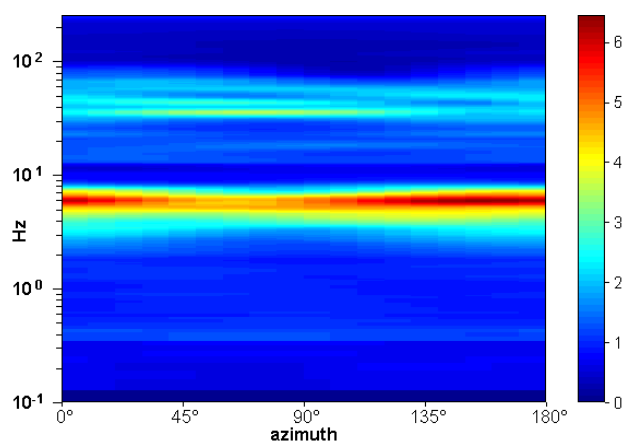
Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	14/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------



**Figura 9: andamento direzionale del rapporto H/V nel punto T1**



**Figura 10: andamento direzionale del rapporto H/V nel punto T2**



**Figura 11: andamento direzionale del rapporto H/V nel punto T3**

Dall'andamento direzionale del HVSR si riconosce una sostanziale omogeneità del segnale sismico in accordo con le caratteristiche dei terreni granulari.



Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag. 15/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	---------------

## 3.2 Stendimento sismico

Il metodo dello stendimento sismico permette di individuare il profilo delle onde di taglio superficiali (onde di Rayleigh), sulla base della prima misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di un sistema di acquisizione multicanale disposti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano ad una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

Lo stendimento sismico consente di individuare le velocità di taglio dei primi strati sismici (investigabili in relazione allo stendimento sismico) investigati e quindi di procedere alla convergenza della modellazione.

### 3.2.1 Cenni di metodologia

In un mezzo stratificato, le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazione sulla parte più superficiale del suolo. Il metodo di indagine rileva l'andamento delle onde superficiali misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Il metodo consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente con un range di frequenze comprese tra 1 e 50 Hz fornendo informazioni parte del sottosuolo compresa nei primi 10-30 m, in funzione della rigidità del suolo e delle caratteristiche della sorgente.

La distribuzione delle distanze di acquisizione (distanza intergeofonica) è stata opportunamente scelta in relazione alla geometria del sito e alla stratigrafia accertata sulla base delle evidenze dei sondaggi geognostici.

Le serie temporali multicanale sono elaborate nel dominio frequenza-velocità di fase al fine di discriminare l'energia associata alle onde di Rayleigh.

L'ubicazione dello stendimento è stata dettata dalla logistica del sito e dalla fattibilità dell'indagine, con il minor numero di interferenze possibili.

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	16/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

### 3.2.2 Esiti dell'indagine lineare

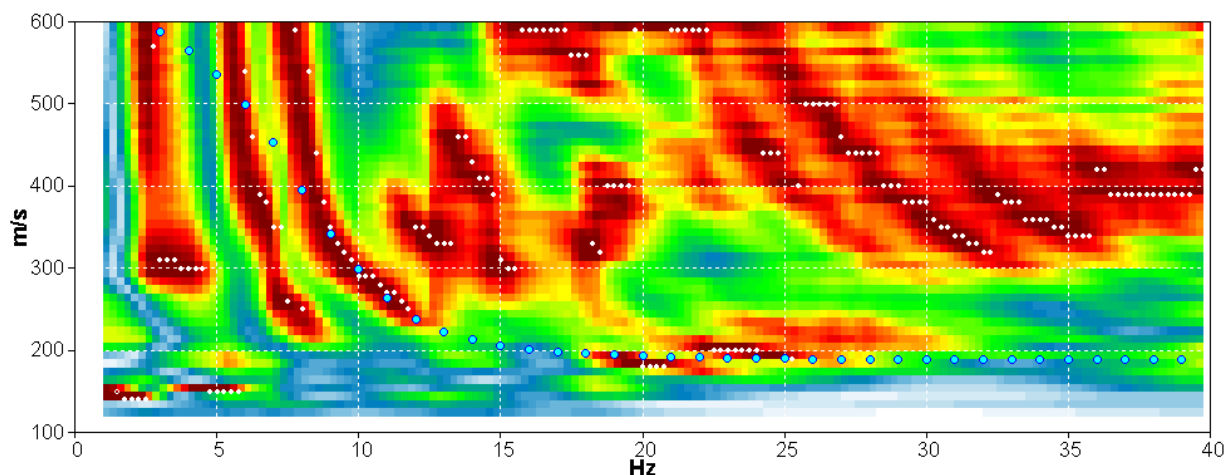


Figura 12: grafico di fase

Il grafico evidenzia la velocità del primo sismostrato intorno a 200 m/s con la sequenza come riportata nel modello a seguire.

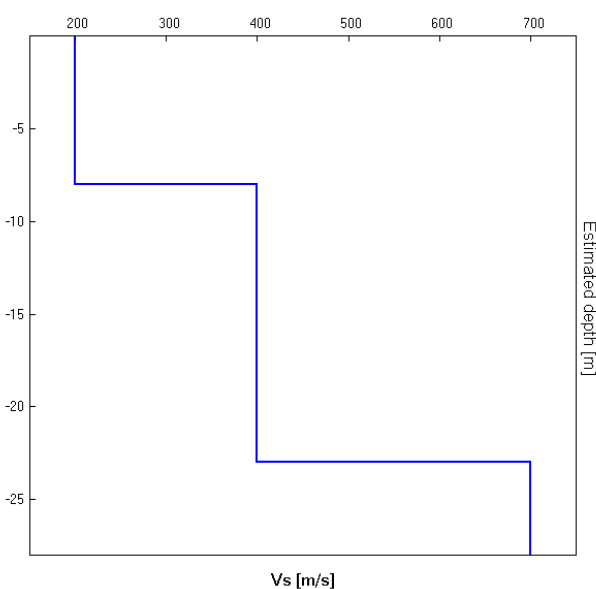
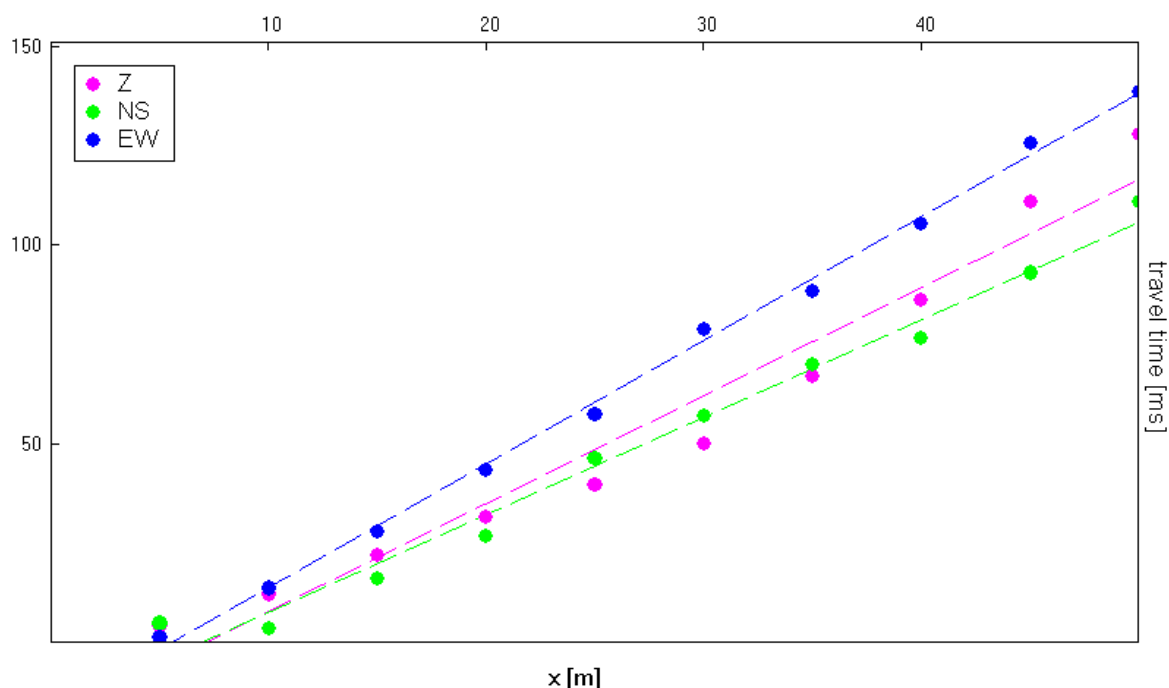


Figura 13: Modello del terreno preliminare (stendimento sismico)

La modellazione preliminare (superficiale) consente di inquadrare le caratteristiche dei primi metri di terreno e quindi di meglio modellare, anche alla luce dei dati SPT e stratigrafici, il suolo in prospettiva sismica.

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	17/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------



**Figura 14: grafico delle dromocrone**

Anche l'andamento delle dromocrone conferma la presenza di un primo sismo strato omogeneo superficiale.

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	18/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

### 3.3 MODELLAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO

Dall'analisi dell'andamento delle componenti (E-W e N-S, in rapporto all'andamento Up-Down) sono stati individuati gli orizzonti sismostratigrafici significativi.

Sulla base delle prime risultanze dell'indagine lineare (stendimento) è possibile di tarare la velocità dei primi strati significativi.

L'analisi dell'andamento delle componenti (indagine puntuale) consente di riconoscere la presenza di un sistema generale del sito riconducibile a due sismostrati.

Attraverso una serie di operazioni iterative il modello viene affinato fino a verificare la convergenza dei dati, anche tenendo conto delle informazioni (stratigrafiche, granulometriche e prove SPT) ricavate dalle indagini geognostiche (spinte fino a 25 m).

Il comportamento direzionale del rapporto H/V consente di evidenziare le caratteristiche di continuità/discontinuità laterali degli orizzonti.

Si perviene dunque al modello sismo stratigrafico a 2 strati per ciascuna verticale indagata, evidenziando l'attendibilità della modellazione dal confronto con l'andamento del rapporto spettrale H/V rilevato per il sito e dall'andamento delle onde di superficie ottenuto dallo stendimento.

**Tabella 4: modello sottosuolo nel punto T1**

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
21	21	350
inf.	inf.	900

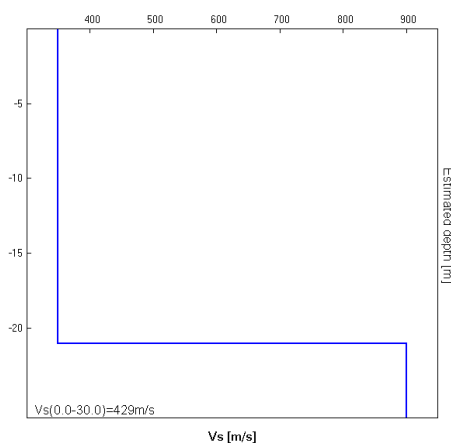
**Tabella 5: modello sottosuolo nel punto T2**

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
28	28	350
inf.	inf.	900

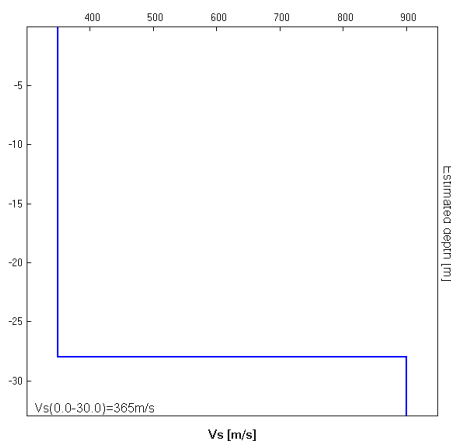
**Tabella 6: modello sottosuolo nel punto T3**

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]
16	16	325
inf.	inf.	900

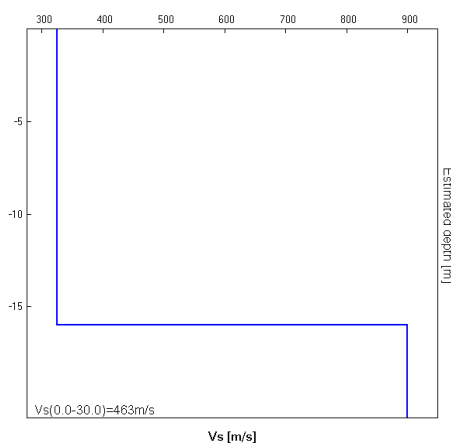
Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	19/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------



**Figura 15: modello sismo stratigrafico nel punto T1**



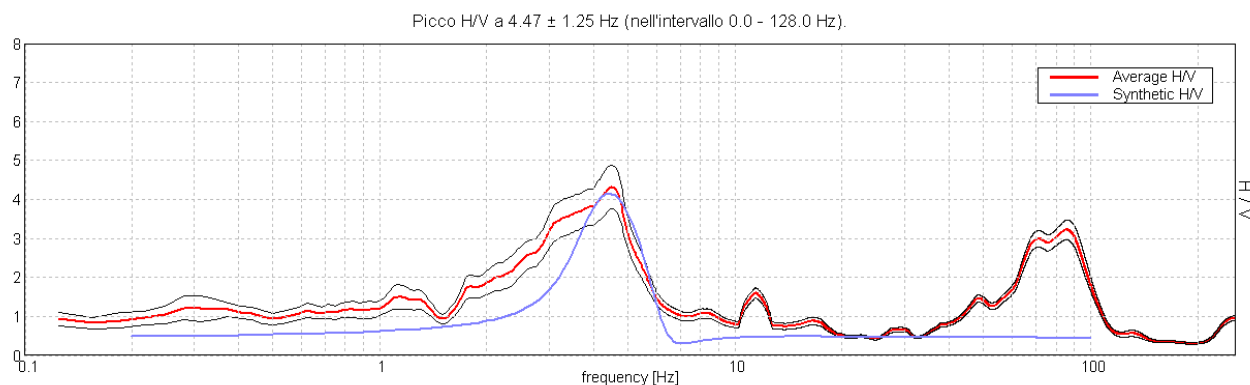
**Figura 16: modello sismo stratigrafico nel punto T2**



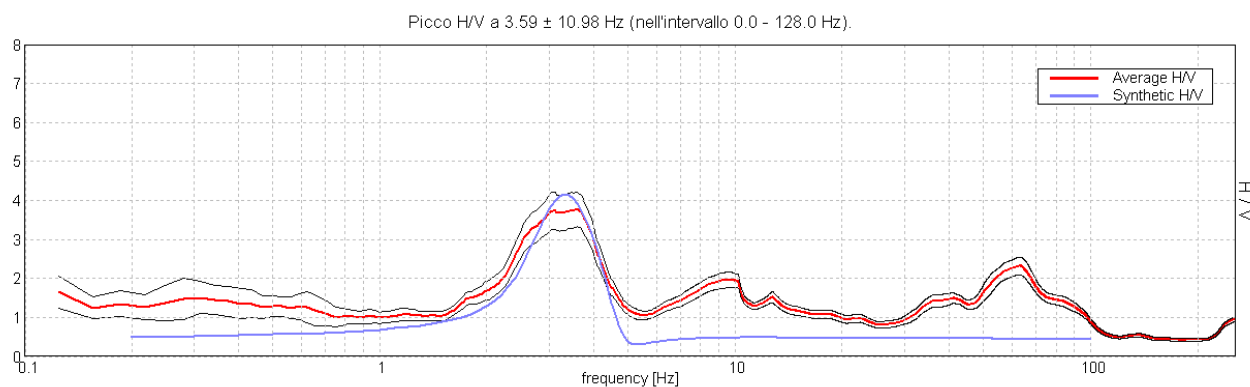
**Figura 17: modello sismo stratigrafico nel punto T3**

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	20/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

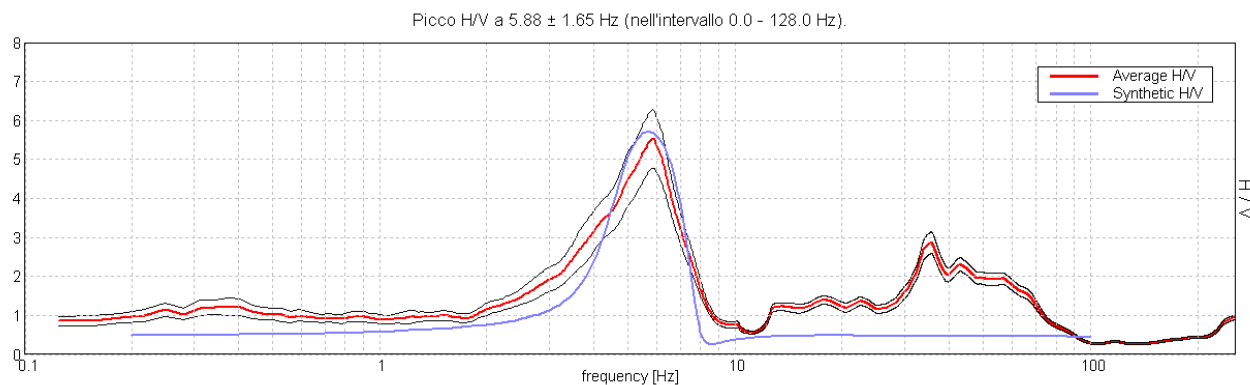
Di seguito viene rappresentato il confronto tra il rapporto spettrale HV con il modello del sottosuolo proposto, che conferma la coerenza del modello con il complesso dei dati acquisiti.



**Figura 18 confronto del modello con il rapporto spettrale HV nel punto T1**



**Figura 19 confronto del modello con il rapporto spettrale HV nel punto T2**



**Figura 20 confronto del modello con il rapporto spettrale HV nel punto T3**



Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	21/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

### 3.4 CONCLUSIONI

Alla luce delle indagini effettuate il modello sismico del sito è riconducibile ad un sistema a due sismostrati, a velocità crescenti, con substrato sismico ubicabile a 35-37 m circa.

Il modello è compatibile con le stratigrafie e i dati geotecnici dei terreni ottenuti dai sondaggi.

Si ricava anche la determinazione della  $V_{s30}$ , ai sensi del DM 14.1.2008, che consente di classificare il profilo stratigrafico del terreno di fondazione.

La determinazione della  $V_{s30}$ , ottenuta dalla convergenza dei dati rilevati e trattati, risulta dunque:

T1      $429 \pm 20\%$  m/s

T2      $365 \pm 20\%$  m/s

T3      $463 \pm 20\%$  m/s

L'amplificazione delle onde del piano orizzontale risulta:

per frequenze comprese tra 3,6 e 5,9 Hz HV compreso tra 4 e 5.

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	22/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

### 3.5 QUALITA' (SESAME)

#### PUNTO DI MISURA T1

Tabella 7

Picco H/V a $4.47 \pm 1.25$ Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile			
$f_0 > 10 / L_w$	$4.47 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$4290.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 216	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.344 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	5.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$4.31 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.28013  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.25185 < 0.22344$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.5644 < 1.58$	OK	

#### PUNTO DI MISURA T2

Tabella 8

Picco H/V a $3.59 \pm 10.98$ Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).			
Criteri per una curva H/V affidabile			
$f_0 > 10 / L_w$	$3.59 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$3450.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5$ Hz $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5$ Hz	Superato 0 volte su 174	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	2.156 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	4.469 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.76 > 2$	OK	
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 3.05566  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$10.98129 < 0.17969$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4401 < 1.58$	OK	

Relazione n.	1508	del	02/03/2015	Richiesta n.	256	del	26/01/2015	pag.	23/23
--------------	------	-----	------------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

## PUNTO DI MISURA T3

Tabella 9

Picco H/V a  $5.88 \pm 1.65$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile			
$f_0 > 10 / L_w$	$5.88 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$5640.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 283	OK	
Criteri per un picco H/V chiaro			
Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0]$   $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	3.688 Hz	OK	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0]$   $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	7.313 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$5.53 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.28089  < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.65021 < 0.29375$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.752 < 1.58$	OK	

## LEGENDA

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$